



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN-CURIQUINGUE
DE LA ABSCISA 2+140 HASTA LA ABSICA 4+280 KM, PERTENECIENTE AL
CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DE AZUAY**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTORES: BRYAM RENE TACURI TACURI

JESSICA MAGALI LOJANO GUZMÁN

TUTOR: ING. IVÁN ALEJANDRO MEJÍA REGALADO, MSC.

Cuenca - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Bryam Rene Tacuri Tacuri con documento de identificación N° 0150278471 y Jessica Magali Lojano Guzmán con documento de identificación N° 0106717689; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos 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.

Cuenca, 29 de enero del 2024

Atentamente,

Bryam Rene Tacuri Tacuri

0150278471

Jessica Magali Lojano Guzmán

0106717689

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

Nosotros, Bryam Rene Tacuri Tacuri con documento de identificación N° 0150278471 y Jessica Magali Lojano Guzmán con documento de identificación N° 0106717689, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Diseño geométrico y estructural de la vía Girón-Curiquingue de la abscisa 2+140 hasta la abscisa 4+280 km, perteneciente al cantón Girón, provincia de Azuay”, 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, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 29 de enero del 2024

Atentamente,



Bryam Rene Tacuri Tacuri

0150278471



Jessica Magali Lojano Guzmán

0106717689

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Iván Alejandro Mejía Regalado con documento de identificación N° 0101883841, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN-CURIQUINGUE DE LA ABSCISA 2+140 HASTA LA ABSICA 4+280 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DE AZUAY, realizado por Bryam Rene Tacuri Tacuri con documento de identificación N° 0150278471 y por Jessica Magali Lojano Guzmán con documento de identificación N° 0106717689, 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.

Cuenca, 29 de enero del 2024

Atentamente,



Ing. Iván Alejandro Mejía Regalado, MSc

0101883841

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi madre Norma, quien me ha brindado todo su apoyo, gracias por los consejos, enseñanzas y por tu inquebrantable dedicación y sacrificio han sido mi mayor inspiración. A ti madre te dedico todos mis logros y éxitos.

Para ti padre que, a pesar de la distancia, tu apoyo ha sido incondicional, en cada desafío tu eres mi mayor ejemplo, recordándome la importancia del esfuerzo, sacrificio y perseverancia. Este logro también es tuyo.

Bryam Rene Tacuri Tacuri

Este trabajo de titulación va dedicado a mis padres Luis Lojano y Olga Guzmán, quienes con su apoyo me han impulsado a ser mejor y me han brindado la oportunidad de recibir los mejores estudios para cumplir con mis metas, ellos han sido mi impulso para salir adelante. A mi familia, por estar para siempre para mí y tomarse un tiempo para compartir junto a mí un momento de su tiempo, darme sus buenos deseos en mi crecimiento personal y académico. A mis amigos que pasaron gran tiempo de este camino recorrido junto a mí, independientemente del tiempo de conocernos me han demostrado que puedo contar con ellos en todo momento. A los ingenieros que con sus enseñanzas y correcciones nos han permitido crecer académicamente en toda la carrera.

Jessica Magali Lojano Guzmán

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a todo mi familia, amigos y seres queridos que siempre creyeron en mí. Quienes, con sus palabras, consejos me motivaron para seguir adelante y cumplir con todo lo que me proponga.

Agradecemos a todos los docentes quienes nos supieron guiar en este largo camino, con sus experiencias profesionales y personales.

A nuestro tutor de tesis Ing. Iván Mejía, por quien fue posible realizar este trabajo de titulación, quien con su tiempo y paciencia nos dirigió y asesoró.

Bryam Rene Tacuri Tacuri

Mi agradecimiento especial va dedicado a mis padres Luis Lojano y Olga Guzmán quienes me han brindado su apoyo incondicional, consejos, valores y motivación constante para seguir adelante; gracias por su amor, sacrificio y esfuerzo para formar una persona de bien en mí.

De igual manera agradezco a mis hermanos, sobrina, abuelita, tías, primas y primos; quienes con sus palabras y compañía han demostrado su comprensión y cariño, siendo mi pilar fundamental para seguir adelante. A mis amigos que formaron parte fundamental de esta etapa y me han demostrado que en poco o mucho tiempo de conocernos se encuentran para mí, compartiendo su conocimiento, alegrías, tristezas y logros juntos.

Finalmente, mi agradecimiento a los docentes que me compartieron sus conocimientos para mi formación académica a lo largo de estos años, un agradecimiento especial, al ingeniero

Iván Mejía tutor y por el quien fue posible realizar este trabajo de titulación y al ingeniero Daniel Cárdenas, que con su apoyo y tiempo nos tendió una mano en la elaboración de este trabajo.

Con gran gratitud ofrezco este nuevo logro en mi formación académica a todos ustedes que con su presencia propiciaron el materializar este sueño, gracias.

Jessica Magali Lojano Guzmán

INDICE

1	Introducción.....	1
2	Problema de estudio	2
2.1	Antecedentes.....	2
2.2	Objetivos	3
2.2.1	Objetivo General.....	3
2.2.2	Objetivos Específicos.....	3
2.3	Justificación.....	4
2.4	Estado del arte	5
3	Marco teórico referencial	8
3.1	Vías	8
3.1.1	Clasificación de vías	8
3.1.2	Nivel de servicio.....	11
3.2	Topografía	11
3.3	Clasificación de vehículos.....	12
3.4	Seguridad.....	13
3.5	Señalización vial.....	13
3.6	Trafico	14
3.6.1	Trafico promedio diario anual (TPDA)	14
3.6.2	Trafico futuro.....	15
3.7	Diseño de pavimento.....	15
3.7.1	Clasificación de pavimentos.....	16
3.8	Diseño geométrico	18
3.8.1	Velocidad de diseño	18

3.8.2	Peralte	19
3.8.3	Radio mínimo de curvatura horizontal	19
3.8.4	Alineamiento horizontal.....	20
3.8.5	Alineamiento vertical.....	22
3.8.6	Sobreechancho	23
3.8.7	Distancia de visibilidad.....	23
3.9	Drenaje vial	25
3.10	Cunetas.....	26
4	Metodología.....	27
4.1	Fases de estudio	27
4.2	Materiales y equipos	27
4.3	Levantamiento de información.....	28
4.4	Área de estudio	28
4.5	Ubicación de las estaciones.....	30
4.6	Conteo vehicular	30
5	Cronograma de Actividades	32
6	Cálculos.....	33
6.1	Técnica de recolección de datos	33
6.2	Conteo vehicular para el cálculo del TPDA.....	33
6.3	Cálculo de factores para el TPDA	34
6.3.1	Factor horario	34
6.3.2	Factor diario	35
6.3.3	Factor semanal.....	35
6.3.4	Factor mensual.....	36

6.3.5	Tráfico observado	37
6.4	Cálculo del TPDA.....	37
6.5	Proyección de tráfico	38
6.5.1	Tasa de motorización	38
6.5.2	Tasa de saturación.....	40
6.5.3	Tasa de crecimiento vehicular	42
6.6	Cálculo de TPDA proyectado a 20 años	43
6.7	Cálculo del Esal's	43
6.7.1	Porcentaje de vehículos.....	44
6.7.2	Factor equivalente de carga.....	45
6.7.3	Tasa de crecimiento vehicular	47
6.7.4	Factor carril	47
6.7.5	Número de los ejes equivalentes a 8.2 Ton	48
6.8	Estudio geotécnico	48
6.8.1	Cálculo de parámetro de confiabilidad	50
6.8.2	Desviación estándar	50
6.8.3	Error normal combinado	51
6.8.4	Índice de serviciabilidad	51
6.8.5	Cálculo del módulo resiliente.....	53
6.9	Diseño de pavimento flexible.....	53
6.9.1	Cálculo del módulo resiliente para la mezcla asfáltica.....	54
6.9.2	Módulo de elasticidad.....	54
6.9.3	Calculo estructural.....	55
6.9.4	Coefficiente ambiental y coeficiente de drenaje.....	57

6.9.5	Espesores de pavimento	59
6.9.6	Cálculo estructural.....	60
6.9.7	Cálculo de espesores.....	60
6.10	Diseño geométrico	62
6.10.1	Levantamiento topográfico	62
6.10.2	Consideraciones de diseño	64
6.10.3	Obras de drenaje vial	77
6.10.4	Total de volumen de corte y relleno.....	77
7	Presupuesto total del proyecto.....	78
8	Conclusiones.....	82
9	Recomendaciones	83
10	Bibliografía.....	84

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Clasificación de vehículos por su eje	12
Ilustración 2 Elementos de curva simple	21
Ilustración 3 Base cartográfica de Girón	29
Ilustración 4 Ubicación de la vía	30
Ilustración 5. Formato par el aforo de vehículos	31
Ilustración 6 Grafica de tasa de saturación	41
Ilustración 7 Peso vehicular y longitudes máximas.....	46
Ilustración 8 Cálculo de número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas	48
Ilustración 9 CBR de la calicata al 7.5	49
Ilustración 10 Módulo de Elasticidad.....	55
Ilustración 11 CBR de bases mayor o igual al 80%	56
Ilustración 12 Número estructural de la base y subbase	57
Ilustración 13 Fuentes de humedad en una carretera.....	58
Ilustración 14 Espesores de las capas	62
Ilustración 15 GPS Diferencial	62
Ilustración 16 Nube de puntos.....	63
Ilustración 17 Superficie de levantamiento.....	64
Ilustración 18 Coeficiente de fricción.....	66
Ilustración 19 Presupuesto total del proyecto	79

Ilustración 20 Cronograma valorado	80
Ilustración 21 Polinómica	81
Ilustración 22 Ruta crítica.....	81

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación según el TPDA	10
Tabla 2 Características de los niveles de servicio para carreteras de dos carriles.....	11
Tabla 3 Calidad de drenaje	25
Tabla 4 Cronograma de actividades	32
Tabla 5 Resultado del conteo vehicular.....	33
Tabla 6 Conteo Vehicular del Conteo del día con mayor flujo vehicular	34
Tabla 7 Factor semanal del año 2023	35
Tabla 8 Consumo de combustible en la provincia del Azuay 2022.....	36
Tabla 9 Resumen de tráfico observado.....	37
Tabla 10 Proyecciones de vehículos livianos según el modelo logísticos	39
Tabla 11 Tasa de crecimiento vehicular cada 5 años	42
Tabla 12 Tasa de crecimiento vehicular cada 5 años.....	42
Tabla 13 Número de vehículos que transita.....	44
Tabla 14 Porcentaje de vehículos registrados	44
Tabla 15 Factor equivalente de carga por clase de vehículo.....	45
Tabla 16 Factor Carril	47

Tabla 17 Ensayo de laboratorio 1 para la determinación del CBR	48
Tabla 18 Ensayo de laboratorio 2 para la determinación del CBR	49
Tabla 19 Ensayo de laboratorio 3 para la determinación del CBR	49
Tabla 20 Identificación de Carretera	50
Tabla 21 Desviación Estándar.....	50
Tabla 22 Error normal combinado	51
Tabla 23 Índice de Servicio Po	51
Tabla 24 Índice de servicio Pt.....	52
Tabla 25 Periodo de diseño.....	53
Tabla 26 Calidad de drenaje	57
Tabla 27 Valores para la calidad de drenaje y ambiental.....	58
Tabla 28 Espesores mínimos en función a ejes equivalentes.....	59
Tabla 29 Números estructurales	60
Tabla 30 Dimensión de las capas	61
Tabla 31 Cálculo de velocidades de circulación	65
Tabla 32 Parámetros para los sobreechornos en vehículos	73
Tabla 33 Recopilación de las curvas horizontales.....	74
Tabla 34 Resumen de las curvas verticales.....	77

ANEXOS

Anexo 1 Valores de diseño para carreteras de dos carriles.....	86
Anexo 2 Distancia de visibilidad para rebasamiento para carreteras de dos carriles.....	87
Anexo 3 Curvas verticales convexas mínimas	88
Anexo 4 Curvas verticales cóncavas mínimas	89
Anexo 5 Instalación de la cámara.....	90
Anexo 6 Elaboración de hitos	91
Anexo 7 Enumeración de hitos.....	91
Anexo 8 Levantamiento topográfico	92
Anexo 9 Formato de conteo vehicular	93
Anexo 10 Conteo vehicular semanal	94
Anexo 11 Resumen de tráfico observado.....	95
Anexo 12 Resultados de la calicata 1	96
Anexo 13 Resultado de la calicata 2.....	97
Anexo 14 Resultado de la calicata 3.....	97
Anexo 15 Diseño de pavimento flexible.....	98
Anexo 16 Cálculo de curvas horizontales	102
Anexo 17 Curvas verticales.....	115
Anexo 18 Evaluación de alcantarillas.....	124

RESUMEN

La vialidad es un tema muy importante hoy en día, puesto que satisface distintas necesidades básicas para una buena calidad de vida y beneficia al desarrollo social y económico de la sociedad, es por ello que este proyecto se enfocó en realizar el “DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN-CURIQUINGUE DE LA ABSICSA 2+140 HASTA LA ABSICA 4+280 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN, PROVINCIA DE AZUAY”, para realizar el proyecto se estableció como finalidad mejorar el estado vial actual, identificando los problemas la zona de estudio. Ya con la identificación de la zona se procede con estudios necesarios para su desarrollo, entre ellos se encuentra el conteo vehicular, diseño geométrico y estructural. En los diseños se utilizó la normativa de diseño MTOP y ASSHTO, debido a que son las que se utilizan en territorio ecuatoriano, el uso correcto de la normativa establece que la estructura tendrá una larga durabilidad y será seguro durante su uso. El correcto funcionamiento de la estructura vial ayudara a los moradores en sus actividades académicas, ganaderas, agricultoras y en el desarrollo de un turismo rentable para el progreso económico. Los resultados del diseño establecen que se obtuvo un TPDA de 545 a 20 años y un CBR de 7.5%, por lo que no es necesario de una capa de mejoramiento, en el diseño de pavimentos se tiene un espesor de pavimentación dividida en carpeta asfáltica, base granular y subbase granular, con unas medidas de 3in, 6in y 6in.

Palabras clave: Diseño Geométrico, Pavimento, Alcantarillado, TPDA, ESALS, Velocidad, Topografía, Presupuesto.

ABSTRACT

The road system is a very important issue nowadays, as it satisfies different basic needs for a good quality of life and benefits the social and economic development of society. That is why this project focused on carrying out the "GEOMETRIC AND STRUCTURAL DESIGN OF THE GIRÓN-CURIQUINGUE ROAD FROM ABSCISA 2+140 TO ABSCISA 4+280 KM, BELONGING TO THE GIRÓN CANTON, PROVINCE OF AZUAY", to carry out the project, the purpose was to improve the current road condition, identifying the problems in the study area. Once the area was identified, the necessary studies for its development were carried out, including traffic counting, and geometric and structural design. In the designs, the MTOP and ASSHTO design regulations were used, since they are the ones used in Ecuadorian territory. The correct use of the regulations establishes that the structure will have a long durability and will be safe during its use. The correct functioning of the road structure will help residents in their academic, livestock, and agricultural activities, and in the development of profitable tourism for economic progress. The design results establish that a TPDA of 545 at 20 years and a CBR of 7.5% were obtained, so there is no need for an improvement layer. In the pavement design, we have a pavement thickness divided into asphalt layer, granular base, and granular sub-base, with measurements of 3in, 6in, and 6in.

Keywords: Geometric Design, Pavement, Sewer system, TPDA, ESALS, Speed, Topography, Budget.

GLOSARIO

- **Calle:** Vía destinada a la circulación de los peatones y vehículos.
- **Carretera:** Camino público o privado, dispuesto para el tránsito de vehículos.
- **Diseño vial:** Planificación, diseño y construcción de vías y carreteras.
- **Fh:** Factor horario.
- **Fd:** Factor diario.
- **Fs:** Factor semanal.
- **Fm:** Factor mensual.
- **Movilidad:** Conjunto de vehículos, automotores que circulan diariamente de un punto a otro.
- **Seguridad vial:** Prevención de accidentes de tráfico con el objetivo de proteger la vida de las personas.
- **Señalización:** Indica la forma correcta por donde deben transitar los usuarios de las vías.
- **To:** Tráfico inicial en un periodo de tiempo.
- **Topografía:** Representación gráfica de la superficie terrestre.
- **TPDA:** Trafico Promedio Diario Anual.
- **Tránsito:** Circulación de peatones y/o vehículos por vías de uso público.
- **Vía:** Calle, camino u otro lugar destinado al tránsito.
- **Vehículo:** Medio de transporte que se utiliza para el traslado de personas por una vía.

1 Introducción

Las vías son catalogadas como una infraestructura que tienen como finalidad facilitar la movilidad de diferentes grupos como por ejemplo los seres vivos, de los cuáles algunos son semovientes y también se utilizan para el transporte de mercadería. Todo esto ocurre dentro de una franja adecuada para ello, siguiendo reglamentos o normas de construcción establecidos por la ley de cada país, con el objetivo de cumplir con la demanda establecida por parte de los transeúntes y demás usuarios viales, siendo los principales parámetros de evaluación la comodidad y la seguridad.

Para que una vía se encuentre en funcionamiento debe contar con diferentes trabajos previos de campo y oficina que se cumplen en diferentes etapas una vez estudiado la viabilidad del proyecto, y los más exigentes pueden ser: la exploración de la zona, alternativas de trazado, selección de ruta, trazado preliminar, el diseño vial y por último el replanteo.

El diseño vial que se desarrolla en este trabajo consiste en un diseño geométrico y estructural, para ello se obtiene la topografía de la zona, TPDA, proyecciones, definición de estructura, etc. Con los datos recolectados y cálculos realizados se podrá obtener los costos aproximados de la construcción.

2 Problema de estudio

2.1 Antecedentes

De acuerdo con ESTRA a través del INEC se ha determinado que el transporte o movilización terrestre es una de las variables más investigadas puesto que las estadísticas determinan que el transporte más utilizado en la población ecuatoriana es el vehículo particular con un número aproximado de 2'880.910 vehículos motorizados matriculados dentro del país (INEC, 2022).

De acuerdo a un punto de vista cronológico en el territorio ecuatoriano hace aproximadamente 585 años atrás, las primeras vías registradas que conectaban a pueblos ancestrales Incas eran principalmente de uso humano, éstas eran construidas de aproximadamente 2 m de ancho con un material empedrado como base y en sus extremos se encuentra limitado por dos hileras de rocas o bloques que sobresalen (García et al., 2021). Avanzando en el tiempo se encuentran las carretas en la cuales su mejoramiento consistía en compactación y colación de material de mejoramiento, la adición de algún aditivo y posteriormente el lastre. Este método de uso vial no es el más favorable por su difícil acceso para ciertos medios de transporte debido a su tiempo en recorrerlo, contaminación atmosférica, por el material particulado que se genera en épocas de verano entre otros.

Ecuador hoy en día no cuenta con un alto índice de carreteras en buen estado para el uso adecuado de los diferentes medios de transporte terrestre conocidos en la actualidad. Según un informe entregado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del 10 de agosto de 2023 se determinó que la red vial estatal se encuentra en un 45.9% en estado regular y en un estado de circulación con precaución un total de 17.5% (MTO, 2023).

La red vial estatal comprende una longitud de aproximadamente 10.352 km de los cuales se distribuyen en 12 vías primarias y 42 vías secundarias a nivel nacional, el cantón Girón cuenta una sola vía secundaria con una longitud aproximada de 30.37 km. En el cantón Girón se registran caminos vecinales administrados por Gobiernos Provinciales y vías urbanas administradas por Gobiernos Municipales, la longitud de las vías urbanas dentro del cantón Girón es de 24.63 km (PDOT, 2023).

La vía Girón - Curiquingue se encuentra ubicada al Sur – Este del cantón y está catalogada como un camino vecinal, que cuenta con mantenimientos poco frecuentes por lo que su funcionamiento es calificado como malo, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Girón registro su ultimo mantenimiento en el año 2020 (PDOT, 2023).

Actualmente la vía no está pavimentada, no se encuentra en muy buen estado y con algunos tramos en condiciones inadecuadas, poniendo en peligro la vida del peatón y los pobladores que dan uso a estas vías para llegar a sus domicilios (SUÁREZ & VERA, 2015).

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo General

- Realizar el diseño geométrico y estructural de la vía Girón Curiquingue de la abscisa 2+140 a la 4+280 en el cantón Girón, provincia del Azuay.

2.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento topográfico para determinar el trazado vial actual y realizar las modificaciones viales.
- Realizar el conteo y clasificación vehicular que transita en la zona designada.

- Evaluar el tipo de suelo que presenta el área mediante ensayos para realizar el diseño de pavimento.
- Realizar el diseño de pavimentos de la vía.
- Elaborar los diseños geométricos vertical y horizontal.

2.3 Justificación

En el cantón Girón se registran comunidades que se dedican a diferentes actividades como lo son la agricultura y ganadería, las mismas que son difíciles de concretar a cada uno de los moradores que se dedican a estos emprendimientos por el bajo acceso vehicular esto debido al estado actual de la vía. Los moradores que habitan las comunidades se ven afectados debido a que no cuentan con un medio de transporte público y de forma periódica, cada uno de ellos se encuentran obligados a moverse en vehículos particulares a través de carreras a sobrepagos o en su defecto en las cajuelas de carros que circulan sin ningún tiempo definido. Todo aquello provoca incomodidad para cada uno de ellos, estudiantes también entran dentro de esta lista debido a que se tienen que mover a las unidades educativas ubicadas en el cantón Girón y no necesariamente desde sus hogares directamente algunos de ellos tienen que caminar o moverse en equinos hasta la última parada que realiza el bus, mímico que circula dos veces al día.

Este tramo que inicia en el Cantón Girón llega a conectar con la laguna Curiquingue por lo que también se puede sumar una actividad turística, debido a su peculiar forma en la que se creó y llega a causar curiosidad entre quienes escuchan los relatos de lo ocurrido en el año 2008. Existen diferentes actividades que se pueden realizar en esta zona para conectar con la naturaleza. En ciertos sectores de la vía el estado en el que se encuentra es pésimo por el

material del cual está realizada la vía, es decir lastre el cual causa que ciertos vehículos circulen con una velocidad baja, para evitar siniestros por la tracción de las ruedas que ocasionarían al contacto con el material. Los ciudadanos demandan una mejora en el sistema vial de este sector para un mejor desarrollo en sus actividades, así como una mayor accesibilidad en servicios básicos como lo son la luz en sectores más altos o alejados del cantón Girón que no cuentan con este servicio. Por lo que es necesario realizar de forma competente los estudios viales necesarios para su diseño.

El proyecto tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los habitantes del cantón Girón, desarrollando el mejoramiento del sistema vial. En el GAD parroquial de Girón manifiesta la inconformidad con la vía, ya que esta presenta baches impidiendo el tránsito por esta vía. Presenta problemas como averías en los vehículos, además problemas de salud dado por el exceso de polvo, esta inseguridad vial puede ocasionar problemas en la economía al tratar de arreglar la vía sin equipos de calidad. Por esta razón, es importante mejorar las condiciones geométricas y estructurales de la vía.

2.4 Estado del arte

El estudio del suelo y de las fuentes primarias, para la construcción de una carretera basada en los análisis de mapas geológicos y reconocimiento de campo, son de importancia ya que interfiere en la localización de rutas y otros parámetros utilizados en el diseño vial. Otros factores que se puede identificar como problemas pueden ser las fallas geológicas para la estabilidad en taludes, expansión de suelos, drenaje, etc. Teniendo como finalidad la sugerencia con recomendaciones para una solución adecuada de los diferentes problemas presentados, en un campo visual técnico y económico (MTO, 2003).

Una carretera es utilizada como un sistema de transporte generalmente de uso público, la cual permite que circulen principalmente vehículos de forma continua en espacio y tiempo, se requiere de seguridad y comodidad para la tranquilidad del conductor. Las carreteras pueden conformarse de una o varias calzadas y estas a su vez pueden contener uno o varios carriles con mismos o diferentes sentidos de circulación. Los números de carriles serán obtenidos en base al volumen en la demanda de tránsito, clasificación vehicular según su configuración, clasificación funcional y factor de distribución direccional (AGUDELO, 2002).

La seguridad vial forma parte fundamental de una carretera ya que se prioriza como una necesidad la salud y movilidad humana, que son factores que intervienen cuando ocurren siniestros viales. La seguridad ofrecida es analizada mediante la consistencia del diseño, con una técnica en los perfiles de velocidad y modelos que generalmente son construidos mediante la geometría que existe en la carretera, es decir las condiciones físicas y topográficas del terreno. Los perfiles se construyen a través de curvas, rectas, velocidad deseada, y modelos de aceleración y desaceleración. Los modelos varían dependiendo de variables independientes y forma de modelo, afectando las estimaciones de estos. Las variaciones se ven afectadas por características como vehículos, entorno, conductor y geometría de la carretera (Ramírez Y et al, 2017).

En el entorno, el suelo es un parámetro utilizado para realizar estudios geotécnicos, ya que este es caracterizado por su densidad, textura y tamaño de partículas mediante la granulometría. Los suelos con más problema son los suelos arcillosos debido a que tienen presencia de agua y son expansivos. Actualmente existen algunos métodos para estabilizar este tipo de suelos como lo son el cemento y la cal considerados como tradicionales, pero

también se emplean métodos poco tradicionales como es la ceniza volante, polímeros y en ocasiones la combinación de estos dos (Noriega Armas et al., 2022).

Las condiciones topográficas también se ven afectadas en el diseño de una carretera por lo que el levantamiento topográfico es fundamental para visualizar el trazado de la vía, existen diferentes métodos para realizar dicho levamiento, pero debido a temas de precisión y estabilidad el más recomendado es el RTK. Los factores que intervienen en la precisión y estabilidad son la distancia entre estaciones, bloqueo de señal y las condiciones ionosféricas y dicho equipo es el que más precisión presenta para la recolección de información (Bae & Kim, 2018).

3 Marco teórico referencial

3.1 Vías

Son consideradas estructuras de propiedad pública o privada que sirven para el transporte terrestre de vehículos, bicicletas, peatones y todo ser viviente que pueda existir en este planeta. Estas forma parte importante de una red de comunicación para unir pueblos, comunidades y ciudades que conforman la Republica del Ecuador, el objetivo primordial de una vía es permitir el transporte de forma segura y cómoda para cualquier tipo de distancia (MTOPI, 2018).

3.1.1 Clasificación de vías

Su clasificación se basa según las normas establecidas por el ministerio rector y funcionalidad (MTOPI, 2018). Se clasifican por:

3.1.1.1 Por su diseño

- Autopistas: son aquellas que cuenta con una alta capacidad para transporte, con una velocidad de forma constante, su TPDA va desde 8.000 vehículos, su planificación es primordial para que estas vías no cuenten con restricciones que obstaculicen su recorrido y el mínimo recorrido de cada sentido es de dos carriles.
- Autovías: contienen diferentes características a las autopistas, sus calzadas se encuentran obstaculizadas por una franja que diferencia cada dirección y cuenta con una limitación de acceso.
- Vías rápidas: su característica es contar con dos carriles uno en cada dirección y su limitación de acceso aumenta en su totalidad.

- Carreteras: se encuentran establecidas con normas y características que lo dictamina el ministerio rector, en donde no cuenten con ninguna de las características distintivas de las antes mencionadas.
- Caminos vecinales: son caracterizadas por conectar áreas rurales internas, no reúnen características de las características y también esta establecidas por características geométricas como también por estructurales que son otorgadas por el ministerio rector.
- Urbanas: se encuentran construidas en zonas cantonales y para zonas que se encuentren en expansión urbana, en parroquias se encuentran en zonas centrales, normalmente éstas son construidas por planificación municipal.

3.1.1.2 Por su funcionalidad

- Nacionales: conforman todas las carreteras y caminos existentes dentro del territorio que conforma el Ecuador.
- Locales: aquí entran todos aquellos que conectan zonas pobladas con vías colectoras o secundarias.
- Servidumbre: están son las que conectan a terrenos o cualquier derivado, mediante algún camino ya previsto.

3.1.1.3 Por su dominio

En estas se encuentran dos tipos públicos y privadas en donde se diferencian por su construcción a expensas públicas o de particulares de igual manera cualquiera de las dos deben seguir con la norma técnica establecida por el ministro rector.

3.1.1.4 Por su uso

- Carreteras: utilizadas por vehículos o incluso por una población animal.
- Ciclovías: son carriles exclusivos para el uso de ciclistas, es decir bicicletas dirigidas por un ser humano.
- Ferrovías: infraestructuras que contiene rieles que sirven para transportar trenes.
- Senderos: son destinados al uso peatonal o animal.
- Vías exclusivas: sirven solo para el transporte público.

3.1.1.5 Por su jurisdicción y competencia

Dentro de estas se encuentran la red vial: nacional, regional y cantonal urbana, las cuales se diferencian por conexión: total que diferencia al conjunto total de vías, entre dos capitales de provincia que hacer referencia a la regional y por último a la cantonal urbana a las que se encuentran en zonas urbanas.

3.1.1.6 Por su tráfico promedio diario anual (TPDA)

Hace referencia al volumen anual de tráfico direccionando hacia el futuro:

Tabla 1 Clasificación según el TPDA

CLASE DE CARRETERA	TPDA
RI y RII	> 8.000
CLASE I	3.000 – 8.000
CLASE II	1.000 – 3.000
CLASE III	300 – 1.000
CLASE IV	100 - 300
CLASE V	< 100

Nota. La tabla visualiza el TPDA que debe tener para poder identificar su clasificación.

Fuente: (MTO, 2018).

3.1.2 Nivel de servicio

En este punto se ve catalogado por la calificación en la calidad de servicio que brinda la estructura, en donde se encuentran considerados temas como la velocidad, tiempo, en pocas palabras la comodidad que brindan (NEVI-12 & MTO, 2013). Se clasifica en seis niveles los cuales son:

Tabla 2 Características de los niveles de servicio para carreteras de dos carriles.

NIVEL DE SERVICIO	CONDUCCIÓN DE FLUJO	VELOCIDAD MÁXIMA DE CIRCULACIÓN	VOLUMEN DE SERVICIO
A	Flujo libre	100 km/h	500 vph
B	Flujo estable	80 km/h	1.200 vph
C	Flujo estable	65 km/h	2.000 vph
D	Flujo casi inestable	55 km/h	2.400 vph
E	Flujo inestable	45 km/h	2.800 vph
F	Flujo forzado	40 km/h	Variable (0 a max)

Nota. La tabla muestra información dirigida a carretas rurales que contengan dos carriles.

Fuente: (NEVI-12 & MTO, 2013).

3.2 Topografía






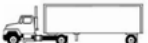


Es indispensable para la localización exacto de un lugar en específico en este caso la vía, y los factores que pueden afectar son las pendientes, distancias de visibilidad, alineamiento horizontal y secciones transversales. En la topografía se clasifican los terrenos en cuatro categorías: terreno plano, ondulado, montañoso y escarpado (NEVI-12 & MTO, 2013).

3.3 Clasificación de vehículos

Para la clasificación de vehículos se ha adoptado a evaluación en cada uno de los proyectos lo siguiente, tomando en cuenta que las clases más comunes o generales son vehículos livianos y pesados, lugar de donde sale sus derivados: Moto, automóvil, camioneta, camión liviano, camión pesado, entre otros motorizados y no motorizados.

Y los ve los vehículos que no se encuentren dentro de la lista o en la categoría se realizara una segregación en donde las dos clases de vehículos liviano que se distinguirán por su carga y en el caso de los vehículos pesados se diferenciaran por eje simple, dos ejes y tres ejes, cuatro ejes, cinco o más; serán analizados atendiendo las principales necesidades (NEVI-12 & MTOP, 2013).

Ilustración 1 Clasificación de vehículos por su eje

TIPO DE VEHICULO		No. de Ejes	ESQUEMA	SIMBOLO
VEHICULOS LIVIANOS	AUTOMOVIL	2		P
	CAMIONETA			C
VEHICULOS PESADOS	AUTOBUSES	2		B
	CAMIONES	2		2-S
		3		3-S
				2-S1
		4		2-S2
		5		3-S2
	OTRAS COMBINACIONES			
VEHICULOS ESPECIALES	CAMIONES Y/O REMOLQUES ESPECIALES	VARIABLE		En variable
	MAQUINARIA AGRICOLA			
	BICICLETAS Y MOTOCICLETAS			
	OTROS			

Nota. Identificación de los tipos de vehículos según sus ejes

Fuente: (MTO, 2003)

3.4 Seguridad

En la actualidad los usuarios buscan viajar de forma rápida, cómoda y segura, para obtener este resultado se tiene que aplicar técnicas de ingeniería que permita al conductor poder reaccionar a tiempo antes de ocurrir algún infortunio o siniestro vehicular y también debe contar con un control de tránsito (NEVI-12 & MTO, 2013). Se desglosan en las siguientes:

- Señalización de tránsito
- Marcas viales
- Señales en etapas de construcción y conservación
- Barreras de seguridad
- Mitigadores de impacto
- Sistema de semáforos

3.5 Señalización vial

Va de la mano con la seguridad por que se encuentra representado mediante símbolos, palabras o marcaciones sobre las vías para guiar el tráfico vehicular y peatonal (INEN, 2010).

Existen una clasificación en la señalización y se distinguen por:

- Regulatorias
- Preventivas
- De información
- Especiales delineadores
- Para trabajos en la vía o con propósitos especiales

3.6 Trafico

Son requerimientos necesarios para los estudios, ya que es necesario saber el flujo vehicular.

3.6.1 Trafico promedio diario anual (TPDA)

Hace referencia a los valores estipulados por el flujo vehicular diarios que corresponden a un año completo en el calendario, en caso de no contar con los datos se pueden realizar mediciones muestrales en donde se debe considerar temporadas, días, vehículos, valores muestrales entre otros (MTOPI, 2003).

$$TPDA = T_0 * FH * FD * FS * FM$$

Donde:

T_0 = Trafico observado

FH = Factor horario

FD = Factor diario

FS = Factor semanal

FM = Factor mensual

3.6.1.1 Factor horario

Volumen de tráfico que se ve registrado en cierto número de horas que se puede transformar a un volumen diario promedio (MTOPI, 2003).

3.6.1.2 Factor diario

Este permite que se transforme el volumen de tráfico diario en un volumen semanal promedio (MTOPI, 2003).

3.6.1.3 Factor semanal

Permite transformar el volumen de tráfico diario promedio en un volumen semana promedio (MTOPI, 2003).

3.6.1.4 Factor mensual

Ayuda a transformar el volumen mensual promedio en el tráfico promedio diario anual (MTOPI, 2003).

3.6.2 Trafico futuro

Los diseños establecidos siempre tienen un periodo de predicción en el tráfico va desde 15 a 20 años normalmente sirve para guiarse en la clasificación, velocidad de diseño, aumentar capacidad, mejorar la superficie de la estructura, entre otros datos geométricos (MTOPI, 2003).

3.7 Diseño de pavimento

El diseño en los pavimentos incluye el cálculo del espesor para cada capa de la estructura del pavimento, que le permitirá soportar las cargas proporcionadas a la estructura de un periodo de tiempo determinado. Las especificaciones para le espaciamiento de juntas y diseño debe ser considerado desde un lado más cuidadoso.

Existe un término de diseño estructural tanto para la sección de pavimento flexible como para pavimento rígido, estos términos son: talud de relleno, terreno natural, dique, suelo de fundación preparado, recubrimiento de berma, subbase, capa base, capa superficie, losa pavimento, talud de cuneta, talud de corte, base de berma, bombeo, subrasante, suelo de fundación, estructura de pavimento, talud de berma, carriles de circulación, berma, ancho de vía, cama de la vía (AASHTO, 1993).

3.7.1 Clasificación de pavimentos

3.7.1.1 Pavimento Rígido

El pavimento rígido consiste en un paquete estructural integrado por una sucesión de capas de material granular (gravas, arenas y finos), las cuales presentan una disminución en sus características físicas y de igual manera de la resistencia que se encuentra a partir de la superficie del camino. Está conformado por una losa de concreto sobre la base o directamente sobre la subrasante (Uribe, 2016).

Existe una ecuación básica de diseño usada para el pavimento rígido, derivada de información empírica requerida que es la siguiente (AASHTO, 1993).

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R * S_0 + 7.35 * \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * P_t) * \log_{10} \left[\frac{S'_c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215,63 * J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$

W_{18} = Número previsto de aplicaciones de carga por eje simple equivalente a 18 kip.

Z_R = Desviación estándar normal.

S_0 = Error estándar combinado de la predicción del tráfico y de la predicción del comportamiento de la estructura.

D = Espesor de la losa del pavimento (pulgadas).

ΔPSI = Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial de diseño, p_0 y el índice de serviciabilidad terminal de diseño P_t .

S'_c = Módulo de rotura para concreto de cemento portland (psi).

C_d = Coeficiente de drenaje.

J = Coeficiente de transferencia de carga usado para adaptarse a las características de transferencia de carga.

E_c = Módulo de elasticidad para concreto de cemento portland (psi).

k = Módulo de reacción de la sub-rasante.

3.7.1.2 Pavimento Flexible

El pavimento flexible es una estructura compuesta por capas granulares (sub-base, base) y como una capa de rodadura constituida por materiales bituminosos como conglomerante, áridos y aditivos de ser el caso. La capa de rodadura asfáltica es considerada sobre capas granulares al mortero asfáltico, el tratamiento superficial bicapa, los micro pavimentos y por ultimo las mezclas asfálticas tanto en frio como caliente (ESCOBAR & HUINCHO, 2017).

La ecuación presentada a continuación se encuentra representada por un buen ajuste y su solución representa el valor medio de tráfico que puede llegar a soportar, la ecuación planteada es la siguiente (AASHTO, 1993):

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R * S_0 + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32$$
$$* \log_{10}(M_R) - 8.07$$

W_{18} = Número previsto de aplicaciones de carga por eje simple equivalente a 18 kip.

Z_R = Desviación estándar normal.

S_0 = Error estándar combinado de la predicción del tráfico y de la predicción del comportamiento de la estructura.

ΔPSI = Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial de diseño, p_0 y el índice de serviciabilidad terminal de diseño P_t .

SN = Número estructural indicativo del espesor total de pavimento requerido.

M_R = Modulo resiliente (psi.)

3.8 Diseño geométrico

El diseño geométrico es la etapa que determina todas las características de la estructura vial en la planta tridimensional, alzado, sección, instalaciones de tránsito y elementos necesarios para la seguridad vial. Estas características están relacionadas con las funciones jerárquicas de los caminos en la red y las relaciones de los caminos. Los requisitos para los usuarios, a la mecánica de los vehículos, se determinan con base en los volúmenes de tránsito y niveles de servicio correspondiente al año de nivel (MTOP, 2003).

3.8.1 Velocidad de diseño

Hace referencia a la velocidad máxima en el cual los vehículos pueden circular de manera segura sobre una carretera en adecuadas condiciones atmosféricas de tránsito. La velocidad es escogida mediante diferentes condiciones físicas y topográficas estas se pueden ser el uso de tierra, la importancia del camino, volumen de tránsito, valor máximo de seguridad,

eficiencia, desplazamiento y movilidad. Gracias a la velocidad se podrán calcular los elementos geométricos para su alineamiento horizontal y vertical (MTOP, 2003).

3.8.2 Peralte

Cuando los vehículos recorren una trayectoria, estas generan dos fuerzas la de su peso propio y la fuerza de fricción que se da mediante la relación entre las ruedas y la superficie de la vía (MTOP, 2003).

Ecuación donde la pendiente transversal de la calzada tiene relación a la velocidad de diseño y el factor de fricción lateral.

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

Donde:

e: Peralte de la curva, m/m.

f: Factor de fricción lateral.

V: Velocidad de diseño, km/h.

R: Radio de curva, m.

3.8.3 Radio mínimo de curvatura horizontal

Es el valor menor que permite la seguridad de tránsito, con una velocidad de diseño dependiendo del máximo peralte (e) y un coeficiente de fricción lateral (f). El empleo de radio menores en la curva exige peraltes mayores a los límites prácticos de operación en los vehículos, por lo que esta curvatura constituye un valor significativo al diseño de alineamiento (MTOP, 2003).

El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad puede calcularse según la siguiente fórmula:

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

Donde:

R: Radio mínimo de una curvatura horizontal, m.

V: Velocidad de diseño, Km/h.

f: Coeficiente de fricción lateral.

e: Peralte de la curva, m/m.

3.8.4 Alineamiento horizontal

Es la proyección del eje en el camino sobre el plano horizontal, los elementos necesarios que integran la proyección para el alineamiento son las tangentes y curvas que se caracterizan por ser circulares o de transición (MTOP, 2003, 35).

3.8.4.1 Tangentes

Estas se encuentran unidas por las curvas existentes y la distancia entre el final de dos curvas, es decir la curva anterior y la que le sigue a esta se le denomina tangente intermedia. La longitud máxima que puede tener se encuentra condicionada por la seguridad.

3.8.4.2 Curvas circulares

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas.

PI: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes.

PC: Punto en donde empieza la curva simple.

PT: Punto en donde termina la curva simple.

α : Angulo de deflexión de las tangentes.

Δ : Angulo central de la curva circular.

θ : Angulo de deflexión a un punto sobre la curva circular.

R: Radio de la curva circular.

T: Tangente de la curva circular o subtangente; distancia desde el PI al PC o desde el PI al PT.

L: Longitud de la curva circular; distancia desde el PC hasta el PT a lo largo del arco circular.

3.8.5 Alineamiento vertical

El alineamiento vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. Por ningún motivo obtener un buen alineamiento horizontal sacrificando el perfil vertical (MTOP, 2003).

3.8.5.1 Gradiente

Las gradientes pueden adaptarse dependiendo de la topografía del terreno y deben de contar con valores bajos, para obtener o permitir velocidades razonables y facilitar la operación de los vehículos. De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, se indican de manera general las gradientes medias máximas que pueden adoptarse (MTOP, 2003).

3.8.5.2 Curvas verticales

Por lo general las curvas pueden ser de cualquier tipo, la más usadas para el diseño de perfil de una carretera es la parábola simple que es similar a una curva circular. La parábola simple se puede adaptar con su eje vertical centrado en el PIV, ya que cumple con lo establecido y no existe error debido a que la medida de las longitudes en la carretera se realiza sobre el plano horizontal y las gradientes son planas (MTOP, 2003).

3.8.6 Sobreancho

Cuando un vehículo circula por una curva de una carretera, ocupa una parte más amplia de la vía que cuando circula por una vía recta. Esto se debe a que la rigidez y el tamaño del vehículo hacen que las ruedas traseras sigan un camino ligeramente diferente al de las ruedas delanteras, lo que dificulta que el conductor mantenga el vehículo en el carril. La magnitud de este efecto puede ser más pronunciada en curvas de menor radio, especialmente para vehículos comerciales que circulan frecuentemente por autopistas. Para que las condiciones de funcionamiento de los vehículos en curvas sean lo más similares posible a las de los vehículos que circulan por vías rectas, es necesario ensanchar la calzada en curvas. Esto se hace para garantizar una distancia suficiente entre los vehículos que circulan en dirección opuesta o que adelantan en una calzada de sentido único y entre los vehículos y el borde de la carretera. El aumento del ancho de la carretera en una curva se denomina "ancho S" de la curva (MTOP, 2003).

3.8.7 Distancia de visibilidad

La visibilidad es de mucha importancia para la seguridad y eficiencia en el recorrido adecuado de vehículos, se puede llamar como distancia de visibilidad a la longitud o distancia que un conductor ve de forma continua delante de él (MTOP, 2003).

3.8.7.1 Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo

La distancia visual de frenado se refiere a la distancia que un conductor debe detener cuando ocurre una situación peligrosa o se detecta un objeto inesperado en la carretera. Esta distancia se calcula de modo que incluso los conductores y un vehículo por debajo del promedio tenga la capacidad de detenerse cuando se encuentren con amenazas u obstáculos. Básicamente, la distancia de frenado determina la distancia mínima de visibilidad que se debe considerar al diseñar la geometría de la carretera.

La distancia mínima requerida de visibilidad para que un vehículo frene completamente es (MTOPI, 2003):

$$d = d_1 + d_2$$

d = Mínima distancia de visibilidad para la parada de un vehículo.

d_1 = Distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto en el camino.

d_2 = Distancia de frenado del vehículo

Por temas económicos para el acortamiento de curvas es recomendado proponer una altura del objeto igual a 15 centímetros para la medida de la distancia de visibilidad, de la misma manera se aplica en curvas verticales convexas (MTOPI, 2003).

3.8.7.1.1 Distancia de visibilidad lateral

Para vías en condiciones urbanas y en intersecciones en carreteras y en vías férreas, se debe mantener la certeza en el tránsito vehicular para que se mantenga una suficiente distancia de visibilidad lateral de la zona vecina (MTOPI, 2003).

3.8.7.1.2 Distancia de visibilidad de rebasamiento

La distancia de visibilidad para adelantar se refiere a la distancia de visibilidad más corta necesaria para que un conductor pueda adelantar de manera segura y cómoda a otro vehículo con una velocidad relativa más relativa bajo el mismo carril y dirección (MTO, 2003).

3.9 Drenaje vial

El incorrecto drenaje de agua que ingrese a la estructura, combinación de volúmenes y las cargas de tráfico que circulen pueden causar un destroz prematura en la estructura, es por ello por lo que existen ciertos niveles de desempeño previstos para el pavimento (AASHTO, 1993):

Tabla 3 *Calidad de drenaje*

Drenaje	Agua eliminada
Excelente	2 horas
Bien	1 día
Justo	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	Agua no drenada

Fuente:(AASHTO, 1993)

En otras palabras, es de suma importancia el drenaje vial para el correcto funcionamiento y la debida operación de la carretera. Sus funciones se dividen en (MTO, 2003):

- Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada.
- Controlar el nivel freático.
- Interceptar al agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la carretera.
- Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

3.10 Cunetas

Son catalogados como canales que se construyen en zonas de corte, estas pueden estar distribuidas a uno o dos lados de la carretera, tienen el propósito de interceptar y conducir el agua de lluvia a un drenaje natural u obra transversal. El agua puede escurrir de la corona, talud del corte y áreas adyacentes a la vía con la única finalidad de alejar el agua de la carretera (MTOP, 2003).

Además, las cunetas construidas en zonas elevadas también tienen la función de proteger los bordes de la berma y los taludes de erosión causada por la lluvia, y en muchas ocasiones, permiten continuar conduciendo el agua hasta un curso de agua natural (Vasquez J, 2021).

4 Metodología

4.1 Fases de estudio

4.1.1.1 Prefactibilidad

En esta fase se realiza un prediseño aproximado con posibles rutas, juntamente con una evaluación económica preliminar. Su único objetivo es prever si el proyecto es viable económicamente, es decir cumplir con el Beneficio/Costo (Cárdenas J, 2013).

4.1.1.2 Factibilidad

Para esta fase se debe realizar el diseño definitivo y debe cumplir en el requerimiento de las especificaciones geométricas, en esta fase se determina por definitivo si seguir con el proyecto o no y todo dependerá de la rentabilidad (Cárdenas J, 2013).

4.1.1.3 Diseños definitivos

Como última fase se realizan los diseños detallados los cuales son geométricos, estructurales y obras complementarias que se necesiten para llegar a materializar la estructura (Cárdenas J, 2013).

4.2 Materiales y equipos

4.2.1.1 RTK

Equipo que nos permite realizar el levantamiento topográfico mediante satélite, con dos receptores GPS que trabajan simultáneamente, un sistema receptor como estación base y el otro se encontrara móvil (Thales Navigation, 2000).

4.2.1.2 Radios de comunicación

Equipo que se utiliza para comunicar distancias largas, es ideal para trabajar en campo debido a las distancias generadas en el levantamiento se dificulta la comunicación y evita generar ruidos excesivos entre personas.

4.2.1.3 Flexómetro

Instrumento necesario para medir las longitudes o distancias generados en campo para el ingreso en la programación del RTK o en su defecto recolección de datos de estructuras que están en el campo.

4.3 Levantamiento de información

Previo al desarrollo del proyecto se realizó el reconocimiento de la zona en donde se observará el estado actual de la vía, ya que es primordial para su desarrollo. Una vez realizado el reconocimiento se procederá a realizar los trabajos de campo para iniciar con el levantamiento topográfico que visualizará digitalmente el trazado actual de la vía y la topografía aledaña.

4.4 Área de estudio

4.4.1.1 Descripción del área de estudio

La vía se encuentra en el cantón Girón y está ubicada en la provincia del Azuay al Sur – Oeste con una extensión de 346,5 km², a una altitud de 2.162 m.s.n.m. y su temperatura varía en un promedio de 15.5 grados centígrados. Se encuentra delimitado al norte con el cantón Cuenca, al sur con el cantón Nabón, al este con los cantones Sígsig y Nabón, y al oeste con los cantones Santa Isabel y San Fernando. El cantón Girón cuenta con cuatro rangos de precipitación, en la zona a trabajar su rango está comprendido entre 500 a 750 mm anuales.

Ilustración 4 *Ubicación de la vía*



Fuente: Google Earth Pro

4.5 Ubicación de las estaciones

La ubicación de las estaciones se encuentran distribuidas entre tramos que se enlazara cada 500 metros, distancia que permite tomar puntos sin problemas de conexión a lo largo de todo el tramo designado.

4.6 Conteo vehicular

Es determinante realizar un conteo vehicular en la zona debido a que forma parte esencial para realizar el TPDA, el estudio de tráfico será analizado durante 7 días de la semana de forma consecutiva es decir las 24 horas de cada día, para obtener el número y tipo de vehículos que circulan por cada carril.

Para realizar el conteo vehicular es necesario realizar la identificación de vehículos, horas y dirección del vehículo. La plantilla que se utilizará es un formato presentado por la MTOP y es la siguiente:

5 Cronograma de Actividades

Tabla 4 Cronograma de actividades

Tiempo Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4
Visita de campo	x	x																						
Levantamiento topográfico			x	x	x	x																		
Conteo vehicular							x	x																
Determinar el TPDA									x	x														
Proceso de recolección de datos											x	x												
Diseño geométrico														x	x	x								
Diseño de pavimentos																	x	x	x					
Elaboración de la tesis																				x	x	x	x	x

6 Cálculos

6.1 Técnica de recolección de datos

Es importante recolectar información para dar solución al panorama presentado en el presente, para ello se debe de realizar trabajos posteriores en busca de soluciones viales de acuerdo con las normas utilizadas dentro del país, en este caso se utilizará el conteo vehicular y el levantamiento topográfico.

6.2 Conteo vehicular para el cálculo del TPDA

En la etapa se menciona la recopilación de información de la circulación vial, misma que se realiza mediante la grabación de la vía con un campo visual de los dos carriles, en donde se visualiza la frecuencia del transporte que circula durante las 24 horas del día por 7 días continuos.

Se deben clasificar los tipos de vehículos que circulan y la dirección que toma es decir siguiendo la norma MTOP y AASHTO, con todo ello se podrá obtener la cantidad que circula diariamente en la semana, misma que será utilizada para el cálculo del TPDA.

Tabla 5 *Resultado del conteo vehicular*

Día de Conteo Vehicular	Volumen de Trafico
Domingo	85
Lunes	208
Martes	173
Miércoles	268
Jueves	341

Viernes	388
Sábado	83

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de distribución vehicular que se obtuvo gracias al conteo, que se ve reflejada en la Tabla 5 el conteo vehicular de 24 horas con el mayor flujo. El día de mayor flujo vehicular que se presenta en el conteo es el viernes, por tanto, se usará como sistema referencia para el cálculo del TPDA, la siguiente tabla presentará los resultados del conteo del día mencionado.

Tabla 6 *Conteo Vehicular del Conteo del día con mayor flujo vehicular*

Día de mayor flujo vehicular	Volumen de tráfico
Viernes	388

Fuente: Elaboración propia

6.3 Cálculo de factores para el TPDA

Con los datos del conteo vehicular de la semana completa se realizará el cálculo de los siguientes factores para la obtención del TPDA

6.3.1 Factor horario

Hace referencia al número de horas que se realizó el conteo en un día, en este caso el conteo fue de 24 horas por lo que el factor horario es:

$$Fh = \frac{24}{24} = 1$$

6.3.2 Factor diario

En este factor se toma en cuenta el número de días que se realiza el conteo y el factor de días que conforma una semana de tal forma que el factor se representaría como:

$$Fd = \frac{7}{7} = 1$$

6.3.3 Factor semanal

Para este caso se tomará en cuenta el número de semanas en las que se realizó el estudio o conteo, tomando en cuenta si el año presente es o no bisiesto. Para obtener el factor se tomará en consideración el número de semanas que contenga cada mes del año, misma que se ve presentada a continuación:

Tabla 7 *Factor semanal del año 2023*

Mes	Número de días	Número de semanas	Fs
Enero	31	4.428571429	1.10714286
Febrero	28	4	1
Marzo	31	4.428571429	1.10714286
Abril	30	4.285714286	1.07142857
Mayo	31	4.428571429	1.10714286
Junio	30	4.285714286	1.07142857
Julio	31	4.428571429	1.10714286
Agosto	31	4.428571429	1.10714286
Septiembre	30	4.285714286	1.07142857
Octubre	31	4.428571429	1.10714286

Noviembre	30	4.285714286	1.07142857
Diciembre	31	4.428571429	1.10714286
Total	365		

Fuente: Elaboración propia

De modo que el factor corresponde a:

$$F_s = 1.10714286$$

6.3.4 Factor mensual

Este va en función de la tabla de combustible consumido dentro de la provincia y el mes en el que se realizó el conteo, datos que son del año 2022.

Tabla 8 *Consumo de combustible en la provincia del Azuay 2022*

MES	87 OCTANOS	92 OCTANOS	DIESEL PREMIUM	SUMA	FACTOR
Enero	5,041,034	426,907	3,821,603	9,289,543	1.059592
Febrero	4,880,836	433,298	3,541,383	8,855,516	1.111524
Marzo	5,355,979	453,869	3,841,103	9,650,951	1.019912
Abril	5,032,952	413,959	3,736,007	9,182,917	1.071895
Mayo	5,078,272	399,376	4,163,812	9,641,460	1.020916
Junio	5,196,709	387,913	4,223,877	9,808,499	1.003530
Julio	5,547,513	419,991	4,503,173	10,470,677	0.940066
Agosto	5,452,805	428,022	4,448,420	10,329,247	0.952937
Septiembre	5,349,559	389,638	4,417,146	10,156,342	0.969160
Octubre	5,258,978	392,703	4,126,129	9,777,810	1.006680

Noviembre	5,417,543	396,626	4,330,418	10,144,587	0.970283
Diciembre	5,907,968	444,561	4,457,393	10,809,921	0.910564
	63,520,145	4,986,862	49,610,461	118,117,467	
COSTO PROMEDIO MENSUAL				9,843,122	

Fuente: Elaboración propia

$$Fm = 0.910564$$

6.3.5 Tráfico observado

Tabla 9 Resumen de tráfico observado

	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	181	0	179	0	360
B	0	0	0	0	0
2E	8	0	3	0	11
3E	0	0	0	0	0
4E-6E	5	0	12	0	17
TOTAL	194	0	194	0	388

Fuente: Elaboración propia

$$T_o = 388$$

6.4 Cálculo del TPDA

Con los factores ya obtenidos se determinará el cálculo de TPDA reemplazando los valores, con la siguiente formula:

$$TPDA = T_o * Fh * Fd * Fs * Fm$$

$$TPDA = 391.152$$

6.5 Proyección de tráfico

Para una proyección de tráfico su base fundamental se basa en el tráfico actual, los diseños se ven pronosticados para unos 15 a 20 años y una tasa de crecimiento del tráfico, estas proyecciones son utilizadas para la clasificación de carreteras y determinación de la velocidad de diseño e incluso más datos geométricos.

6.5.1 Tasa de motorización

$$Tm = \frac{Ts}{1 + e^{a+bt}}$$

Donde

Tm = Tasa de motorizados para un año k (vehículos/1000 habitantes)

Ts = Tasa de saturación (vehículos/1000 habitantes)

e = Base de algoritmo natural

a, b = Constantes a determinar

Tm = Tiempo

Al contar con la ecuación de 3 variables se procede a formar una recta mediante una regresión lineal.

$$(a + bt) = \ln\left(\frac{Ts}{Tm} - 1\right)$$

Ya con la ecuación de la recta impuesta se puede aplicar una regresión lineal para valores como “a” catalogada como ordenada y “b” como pendiente:

$$Y = a + bt$$

$$Y = 6.4 - 0.392t$$

Tabla 10 *Proyecciones de vehículos livianos según el modelo logísticos*

AÑO	POBLACION GIRON	VEHICULOS LIVIANOS	Tm	Y=Ln(Ts/Tm -1)	Tm AJUSTADO	VEH. AJUSTADO. LIVIANOS
2005	12,594	30	2.38	6.41	2.41	30
2006	12,596	60	4.76	5.72	3.56	45
2007	12,599	90	7.14	5.31	5.26	66
2008	12,602	120	9.52	5.02	7.77	98
2009	12,604	160	12.69	4.73	11.46	144
2010	12,607	220	17.45	4.41	16.89	213
2011	12,572	250	19.89	4.28	24.86	312
2012	12,536	300	23.93	4.09	36.48	457
2013	12,501	400	32.00	3.79	53.33	667
2014	12,465	500	40.11	3.56	77.54	967
2015	12,430	1,000	80.45	2.83	111.85	1,390
2016	12,395	2,000	161.36	2.08	159.60	1,978
2017	12,359	4,300	347.92	1.15	224.30	2,772
2018	12,324	5,400	438.18	0.84	308.95	3,807
2019	12,288	6,000	488.27	0.68	414.75	5,097
2020	12,253	7,500	612.10	0.31	539.64	6,612
2021	12,217	8,000	654.80	0.19	677.52	8,278
2022	12,182	9,450	775.73	-0.14	818.94	9,976
2023	12,147				953.45	11,581
2024	12,111				1072.50	12,989
2025	12,076		a = 6.400		1171.35	14,145
2026	12,040				1249.16	15,040
2027	12,005				1307.88	15,701
2028	11,970		b = -0.392		1350.80	16,168
2029	11,934				1381.43	16,486
2030	11,899				1402.94	16,693
2031	11,863		r = 0.9870		1417.85	16,820
2032	11,828				1428.12	16,892
2033	11,792				1435.14	16,924
2034	11,757		r² = 0.97407994		1439.92	16,929

2035	11,722		1443.17	16,916
2036	11,686	Ts = 1450	1445.38	16,891
2037	11,651		1446.87	16,857
2038	11,615		1447.89	16,818
2039	11,580	Y = a+bt	1448.57	16,774
2040	11,545		1449.03	16,728
2041	11,509		1449.35	16,681
2042	11,474	Y = 6.400 -0.392 t	1449.56	16,632
2043	11,438		1449.70	16,582
2044	11,403		1449.80	16,532
2045	11,367		1449.86	16,481
2046	11,332		1449.91	16,430
2047	11,297		1449.94	16,379
2048	11,261		1449.96	16,328
2049	11,226		1449.97	16,277
2050	11,190		1449.98	16,226
2051	11,155		1449.99	16,174
2052	11,120		1449.99	16,123
2053	11,084		1449.99	16,072

Fuente: Elaboración propia

6.5.2 Tasa de saturación

En los datos presentados se escoge el valor ajustado.

$$b = -0.392$$

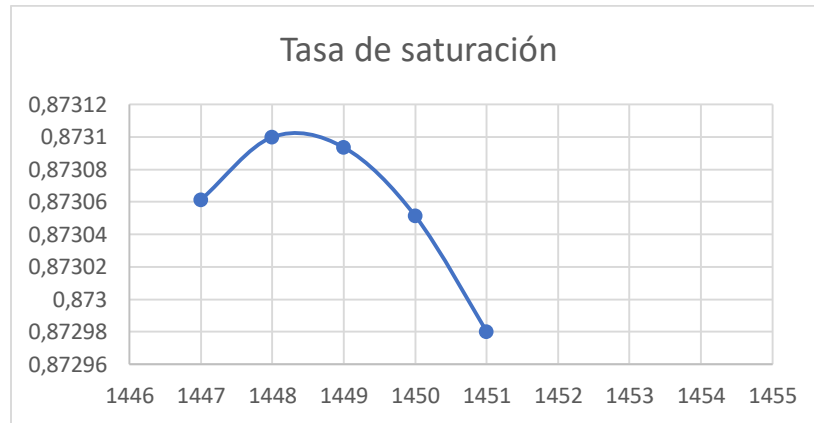
$$a = 6,400$$

$$r^2 = 0.974$$

$$r = 1450$$

$$Ts = 1450$$

Ilustración 6 *Grafica de tasa de saturación*



Fuente: Elaboración propia

Con la información de la población y el registro de la proyección vehicular desde 2005 y también la tasa de saturación, con los datos de proyección siguiendo los años el diseño establecido para 20 años. Se usa la siguiente ecuación para calcular la tasa de proyección o tasa de crecimiento vehicular esperada para vehículos livianos para cada 5 años.

$$\sqrt[n]{\frac{TF}{TA}} - 1 = i$$

n = Número de años transcurridos entre TA+TF ($n + 5 - n = 5$).

TF = Trafico futuro para el año $n+5$.

TA = Trafico actual para el año n .

i = Tasa de crecimiento para los 5 años.

6.5.3 Tasa de crecimiento vehicular

Debido a que se obtuvieron datos del año 2023 con ayuda de los censos poblacionales del cantón Girón, se realizará una proyección al año 2044 cada 5 años y otra proyección en donde se detallará la tasa de crecimiento cada año durante los 20 años posteriores.

Tabla 11 *Tasa de crecimiento vehicular cada 5 años*

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2024-2029	4.88%	-0.29%	-0.29%
2029-2034	0.53%	-0.30%	-0.30%
2034-2039	-0.18%	-0.30%	-0.30%
2039-2044	-0.29%	-0.31%	-0.31%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 *Tasa de crecimiento vehicular cada 5 años*

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2023-2024	12.16%	-0.29%	-0.29%
2024-2025	8.90%	-0.29%	-0.29%
2025-2026	6.33%	-0.29%	-0.29%
2026-2027	4.39%	-0.29%	-0.29%
2027-2028	2.98%	-0.30%	-0.30%
2028-2029	1.97%	-0.30%	-0.30%
2029-2030	1.26%	-0.30%	-0.30%
2030-2031	0.76%	-0.30%	-0.30%
2031-2032	0.42%	-0.30%	-0.30%
2032-2033	0.19%	-0.30%	-0.30%

2033-2034	0.03%	-0.30%	-0.30%
2034-2035	-0.08%	-0.30%	-0.30%
2035-2036	-0.15%	-0.30%	-0.30%
2036-2037	-0.20%	-0.30%	-0.30%
2037-2038	-0.23%	-0.30%	-0.30%
2038-2039	-0.26%	-0.30%	-0.30%
2039-2040	-0.27%	-0.31%	-0.31%
2040-2041	-0.29%	-0.31%	-0.31%
2041-2042	-0.29%	-0.31%	-0.31%
2042-2043	-0.30%	-0.31%	-0.31%

Fuente: Elaboración propia

6.6 Cálculo de TPDA proyectado a 20 años

Con la tasa de crecimiento se establece una proyección del TPDA a los próximos 20 años futuros

$$TPDA_{2044} = 544$$

6.7 Cálculo del Esal's

Con el conteo vehicular se puede obtener el número de vehículos que transitan según su clasificación, esto se los pueden distinguir mediante número de ejes y su peso.

Consideraciones para el cálculo:

- Datos obtenidos del conteo de tráfico.

- Factor equivalente de carga por tipo de vehículo “Fca”.
- Tasa de crecimiento vehicular obtenido en la proyección
- Factor carril “Fc”.
- Ejes equivalentes de 8.2 Ton.

Tabla 13 *Número de vehículos que transita*

LIVIANOS	BUS	CAMION				MOTO	BICICLETAS	PEATONES	TOTAL
		2E	3E	TRAILER					
				5E	6E				
179	0	3	0	12	0	26	0	10	230

Fuente: Elaboración propia

6.7.1 Porcentaje de vehículos

El porcentaje se encuentra elevado a un 40% del TPDA proyectado a 20 años

Tabla 14 *Porcentaje de vehículos registrados*

AÑO 2044	TOTAL	Porcentaje	
TPDA	751		
		de	
		vehículos	
AUTOS	725	96.54%	
BUSES	0	0%	DISTRIBUCION
CAMIONES	26	3.46%	CAMIONES
2DA	2		7.69%
2DB	8		30.76%
3-A	0		0%
4-C	5		19.23%
2S2	1		3.84%
2R3	4		15.38%
3S2	1		3.84%
3R3	1		3.84%

3S3	4	15.38%
------------	---	--------

Fuente: Elaboración propia

6.7.2 Factor equivalente de carga

Tabla 15 *Factor equivalente de carga por clase de vehículo*

TIPO	SIMPLE		SIMLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR FEC
	Tn	(P/6.6)^4	Tn	(P/8.2)^4	Tn	(P/15)^4	Tn	(P/23)^4	
BUS	4	0.13	9	1.45					1.59
2DA	3	0.04	7	0.53					0.57
2DB	7	1.27	11	3.24					4.5
3A	7	1.27			20	3.16			4.43
4C	7	1.27					24	1.19	2.45
2S2	7	1.27	11	3.24	20	3.16			7.66
2R3	7	1.27	11	3.24	20	3.16			10.9
3S2	7	1.27	11		20	3.16			7.59
3R3	7	1.27	11	3.24	20	3.16			10.82
3S3	7	1.27			20	3.16	24	1.19	5.61

Fuente: MTOP, 2003

Ilustración 7 Peso vehicular y longitudes máximas

CUADRO DEMOSTRATIVO DE PESO BRUTO VEHICULAR Y LONGITUDES MÁXIMAS PERMISIBLES							
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS (t)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (m)			
				LARGO	ANCHO	ALTO	
2DA			CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	10	7,50	2,60	3,50
2DB			CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	17	12,00	2,60	4,10
3-A			CAMIÓN DE 3 EJES	26	12,20	2,60	4,10
4-C			CAMIÓN DE 4 EJES	30	12,20	2,60	4,10
4-0 OCTOPUS			CAMIÓN CON TANDEM DIRECCIONAL Y TANDEM POSTERIOR	32	12,00	2,60	4,10
2S1			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	28	18,50	2,60	4,10
2S2			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	37	18,50	2,60	4,10
2S3			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	41	18,50	2,60	4,10
3S1			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	37	18,50	2,60	4,10
3S2			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	46	18,50	2,60	4,10
3S3			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	48	18,50	2,60	4,10
2R2			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	39	18,50	2,60	4,10
2R3			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	48	18,50	2,60	4,10
3R2			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	48	18,50	2,60	4,10
3R3			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	48	18,50	2,60	4,10

Fuente: (MTO, 2003)

6.7.3 Tasa de crecimiento vehicular

Se utilizarán las proyecciones de incremento de la tasa de crecimiento vehicular ya obtenidas anteriormente que se encuentra en la Tabla 15, en donde se determina el porcentaje correspondiente a cada tipo de vehículo.

6.7.4 Factor carril

En este factor se determinará con el número de carriles que existe y para el cual se encontrara funcionando en la vía estudiada, en este caso es diseñado para (# de carriles) carriles, siendo este:

Tabla 16 *Factor Carril*

Número de carriles	Factor carril	Rango
1	1	1
2	0.95	0.8 – 1
3	0.7	0.6 – 0.8
4	0.6	0.5 – 0.75

Fuente: (MTO, 2003)

Tabla 18 Ensayo de laboratorio 2 para la determinación del CBR

Densidad máxima (kg/m ³)	CBR (95%)
2093	32.5

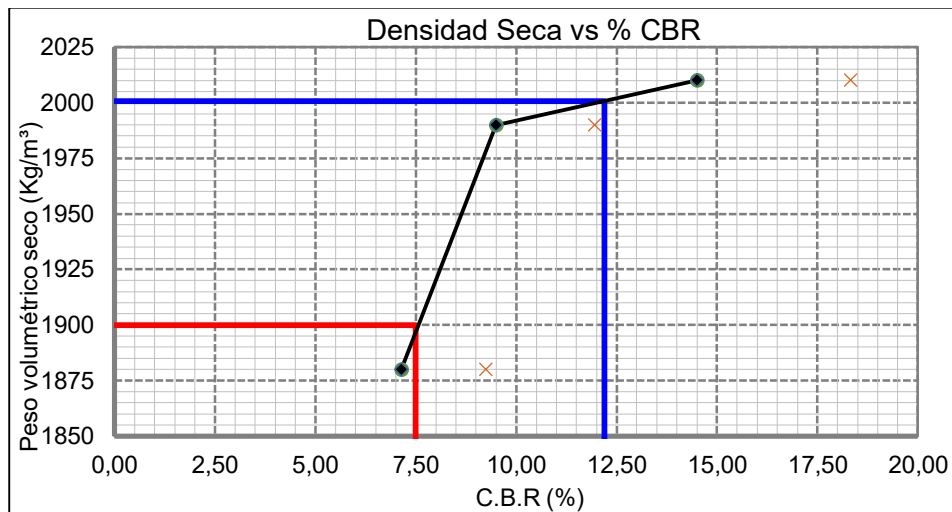
Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 Ensayo de laboratorio 3 para la determinación del CBR

Densidad máxima (kg/m ³)	CBR (95%)
2121.8	55

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9 CBR de la calicata al 7.5



Fuente: Resultados del cálculo del CBR

Con el CBR al 7.5% se puede analizar que la calidad del suelo es regular según su clasificación y no es necesario optar por una capa de mejoramiento para estabilizar la superficie, es decir la estructura de la vía.

6.8.1 Cálculo de parámetro de confiabilidad

Los valores obtenidos a continuación se deben escoger en base a la locación y a que zona pertenece es decir rural o urbana

Tabla 20 *Identificación de Carretera*

Tipo de carretera	Inter Urbana ASHHTO	
	Urbana	Rural
Autopista y carreteras importantes	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 90	75 – 95
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 – 80	50 – 80

Fuente: (AASHTO, 1998)

$R = 90\%$

6.8.2 Desviación estándar

En este parámetro se considera la locación e igual forma se basará según la siguiente tabla:

Tabla 21 *Desviación Estándar*

R (%)	Zr
50	0
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
92	-1.405
94	-1.555

95	-1.645
98	-2.054
99.99	-3.75

Fuente: (AASHTO, 1993)

$$Z_r = -1.282$$

6.8.3 Error normal combinado

Para la determinación del error, se tomará en cuenta si es o no construcción nueva y tipo de material, se hará con el uso de la tabla:

Tabla 22 *Error normal combinado*

Tipo de construcción	Flexible	Rígido
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobre capas	0.5	0.40

Fuente: (AASHTO, 1993)

$$S_o = 0.45$$

6.8.4 Índice de serviciabilidad

Hace referencia a la capacidad que tiene el pavimento esto dependerá mucho del tipo de transporte que circule por la carretera. Para obtener el índice de serviciabilidad se realiza una diferencia entre serviciabilidad inicial menos el índice final.

Tabla 23 *Índice de Servicio Po*

Indicie de servicio	Po
Pavimento rígido	4.5

Pavimento flexible	4.2
---------------------------	------------

Fuente: (AASHTO, 1993)

Servicialidad inicial

$$P_o = 4.2$$

Tabla 24 Índice de servicio P_t

Índice de servicio	Pt
Caminos principales	2.5 – 3
Caminos secundarios	2 – 2.5
ZONAS INDUSTRIALES	
Pavimento urbano principal	1.5 – 2.0
Pavimento urbano secundario	1.5 – 2.0

Fuente: (AASHTO, 1993)

Servicialidad final

$$P_t = 2.2$$

Con las tablas se toma en cuenta para el cálculo del ΔPSI

$$\Delta PSI = P_o - P_f$$

El pavimento que se realizara es el pavimento flexible y la vía se clasifica como carretera por lo que:

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.2 = 2.0$$

6.8.5 Cálculo del módulo resiliente

Con el método AASHTO se establece una condición, la cual se basa en:

- $Mr(PSI) = 1500 * CBR$ para $CBR < 10\%$

$$Mr = 1500 * CBR$$

$$Mr = 1500 * 7.5 = 11250 \text{ psi}$$

6.9 Diseño de pavimento flexible

Se toma como referencia el significado de pavimento flexible, el cual nos dice que es una estructura vial que se compone de una o más capas de carpetas asfálticas compactadas sobre una capa de base y subbase granular. Estas capas sirven de ayuda para la protección del agua y de igual manera reducir el hidroneo.

Tabla 25 *Periodo de diseño*

Tipo de carretera	Periodo de diseño
Urbano de tránsito elevado	30 – 50
Rural de tránsito elevado	20 – 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 – 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentada con grava	10 – 20

Fuente: (AASHTO, 1993)

6.9.1 Cálculo del módulo resiliente para la mezcla asfáltica

Para poder calcular el módulo resiliente se calcula la frecuencia de aplicación en la carga

$$f = \frac{v}{2\pi} = \frac{40}{2\pi} = 6.36Hz = 6Hz$$

6.9.1.1 Temperatura efectiva de la capa asfáltica

La temperatura ambiente de la zona es de 16° C, también se asume el espesor mínimo permitido de 100 mm para el reemplazo en la siguiente ecuación:

$$T_s = (-0.0093 * 16^2 + 1.569 * 16^2 - 1.578) * (-0.084 * \ln(100) + 1.55) = 19^\circ\text{C}$$

6.9.2 Módulo de elasticidad

Para obtener el diseño del pavimento se considerará mediante el método AASHTO y con ayuda de la velocidad y se considerada para el diseño, obteniendo el módulo de elasticidad con ayuda de la Ilustración 11, misma que se presenta a continuación:

Ilustración 10 Módulo de Elasticidad

Capa	T [°C]	f [Hz]	v [km/h]	E [MPa]
Rodadura	10	2.5	15-25	7000
		5.0	35-45	8500
		10.0	70-80	9500
	15	2.5	15-25	5000
		5.0	35-45	6000
		10.0	70-80	7200
	20	2.5	15-25	3000
		5.0	35-45	4000
		10.0	70-80	5000
	25	2.5	15-25	2200
		5.0	35-45	2700
		10.0	70-80	3500
	30	2.5	15-25	1200
		5.0	35-45	1600
		10.0	70-80	2000

Fuente: (AASHTO, 1993)

$$E = 6000 \text{ MPA} = 870228 \text{ psi}$$

6.9.3 Cálculo estructural

Con el módulo de elasticidad obtenido se puede calcular el número estructural, con la siguiente ecuación:

$$a1 = 0.184 * \ln(870228) - 1.9547 = 0.5617779$$

6.9.3.1 Cálculo del módulo resiliente y coeficientes estructurales de la subrasante

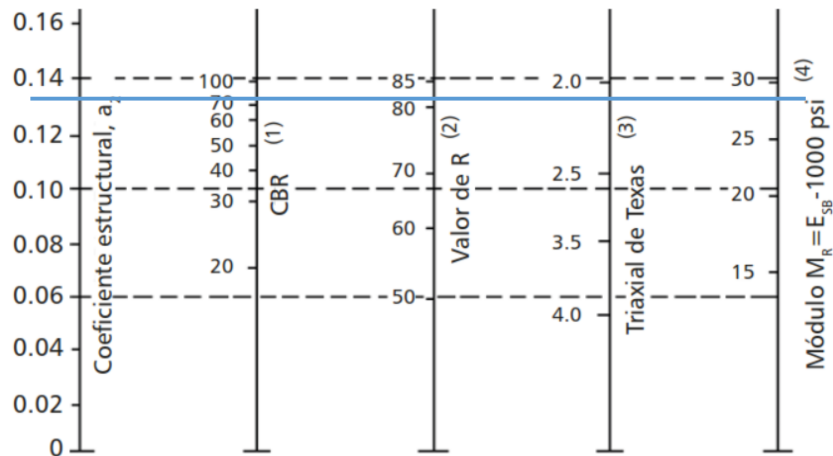
Para obtener el coeficiente estructural “a2” se toma en cuenta la siguiente ecuación y el siguiente módulo de elasticidad:

$$E2 = 30000 \text{ psi}$$

$$a2 = 0.244 * \ln(30000) - 0.977 = 0.1378032$$

Con el resultado se puede obtener el módulo de resiliencia con un $CBR \geq 30\%$ y el módulo elástico, encontrando el valor en la Ilustración 11:

Ilustración 11 *CBR de bases mayor o igual al 80%*



Fuente: (MTO, 2003)

$$Mr2 = 29000 \text{ psi}$$

6.9.3.2 Cálculo del módulo resiliente y coeficientes estructurales de la base y subbase

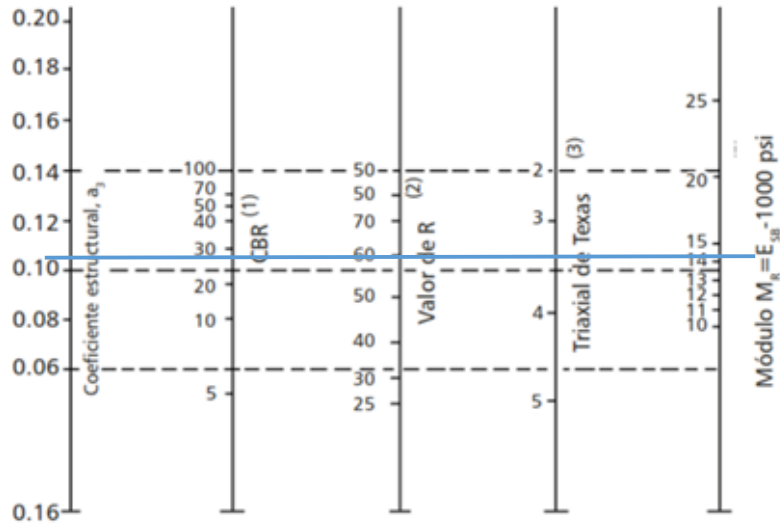
Para obtener el coeficiente estructural número tres se aplica la siguiente ecuación y se utiliza un módulo de elasticidad de:

$$E3 = 15800 \text{ psi}$$

$$a3 = 0.227 * \ln(15800) - 0.839 = 0.114095$$

Mientras para obtener el módulo resiliente de este apartado es recomendable usar un $CBR \geq 80\%$ de modo que se lo ubica en la siguiente grafica.

Ilustración 12 Número estructural de la base y subbase



Fuente: (MTO, 2003)

$$Mr_3 = 14800 \text{ psi}$$

6.9.4 Coeficiente ambiental y coeficiente de drenaje

Con la selección del material de subbase y base y el análisis del tiempo en el que la estructura se encuentra expuesta la construcción, es decir el pavimento a humedad y saturación, también se consideran los días lluvioso tomando en cuenta los 365 días del año.

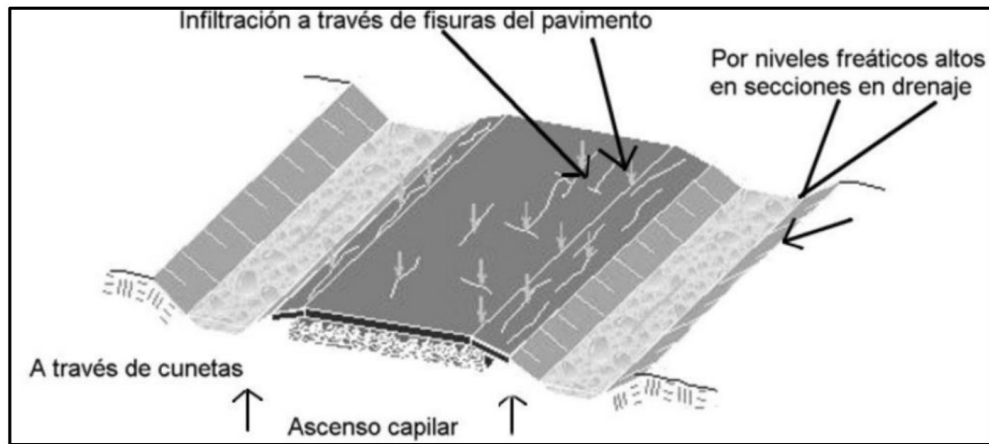
Tabla 26 Calidad de drenaje

Calidad	Tiempo
Bueno	2 horas
Excelente	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: (AASHTO, 1993)

En el pavimento existen zonas en donde regularmente se infiltra o circula el agua, en consecuencia, que es necesario identificar las zonas en donde se produce la absorción de humedad.

Ilustración 13 Fuentes de humedad en una carretera



Fuente: (AASHTO, 1993)

Tabla 27 Valores para la calidad de drenaje y ambiental

Características de drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima de la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60

Malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40
-------------	-------------	-------------	-------------	------

Fuente: (AASHTO, 1993)

Lluvia = 55 dias

$$\text{Saturación} = \frac{55 \text{ dias} * 100}{365} = 15.06849\%$$

Condiciones:

$$m_2 = 1$$

$$m_3 = 1$$

6.9.5 Espesores de pavimento

Para la colocación de las capas se recomienda lo establecido por la normativa AASHTO, en caso de no cumplir con lo establecido puede llegar a no ser estable.

Tabla 28 *Espesores mínimos en función a ejes equivalentes*

Numero Esal's	Mezcla Asfáltica (pul)	Base Granular (pul)
Menor a 50000	1.0 o T.S.	4.0
50001 – 150000	2.0	4.0
150001 – 500000	2.5	4.0
5000001 – 2000000	3.0	6.0
2000001 – 7000000	3.5	6.0
Mayor a 7000000	4.0	6.0

Fuente: (AASHTO, 1993)

6.9.6 Cálculo estructural

Con ayuda de la ecuación de pavimento flexible obtenida de la AASHTO que se obtienen los espesores de capas y números estructurales

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R * S_0 + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32$$

$$* \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Tabla 29 *Números estructurales*

CAPA	SN	LOG (W18)	LOG(ESAL'S)
Base	SN1	1.689632	5.508510
Subbase	SN2	2.479694	5.508510
Subrasante	SN3	2.196422	5.508510

Fuente: Elaboración propia

6.9.7 Cálculo de espesores

Con los numero estructurales se puede obtener los espesores de las tres capas mediante diferentes ecuaciones:

6.9.7.1 Carpeta asfáltica

$$h_1 = \frac{SN_1}{a_1} = \frac{1.689632}{0.561777} = 3 \text{ in} = 7.62 \text{ cm}$$

6.9.7.2 Base

$$h_2 = \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 * m_2} = \frac{2.479694 - 1.689632}{1 * 0.137803} = 6 \text{ in} = 15.24 \text{ cm}$$

6.9.7.3 Subbase

$$h_2 = 6 \text{ in} = 15.24 \text{ cm}$$

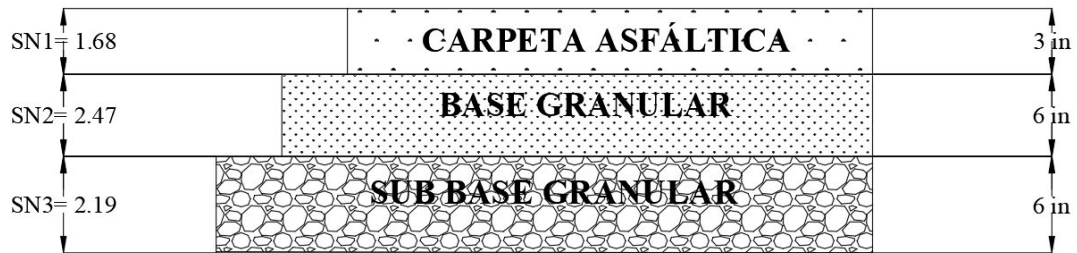
Con los valores estructurales calculados se obtiene el espesor del pavimento completo, que se verá detallado a continuación:

Tabla 30 *Dimensión de las capas*

Descripción	Espesor
	in
Carpeta asfáltica	3
Base granular	6
Subbase Granular	6
ESPESOR TOTAL	15

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 14 *Espesores de las capas*



Fuente: Elaboración propia

6.10 **Diseño geométrico**

6.10.1 **Levantamiento topográfico**

La recolección de información topográfica se realizó con la construcción de hitos y un equipo GPS Diferencial CHCNAV Modelo i50

Ilustración 15 *GPS Diferencial*



Fuente: Propia

Con ayuda del equipo llamado GPS Diferencial CHCNAV Modelo i50, se realizó el levantamiento topográfico del terreno con el objetivo de obtener una nube de puntos en el

cual se vea reflejado el estado actual de la vía. Esta información se verá reflejado con información referente a la vía como el ancho y sus terrenos aledaños, información se será procesada en el software que servirá para el diseño geométrico.

Ilustración 16 *Nube de puntos*



Fuente: Elaboración propia

Con ayuda de la nube de puntos y gracias a un software se podrá obtener y visualizar la topografía del lugar:

Ilustración 17 *Superficie de levantamiento*



Fuente: Elaboración propia

6.10.2 Consideraciones de diseño

Con el valor obtenido del TPDA se podrá identificar los valores de diseño que son recomendados por la MTOP para dos carriles, tabla que se encuentra en Anexo 1 y en donde se determina que el terreno que se trabaja es ondulado.

6.10.2.1 Velocidad de diseño

Para determinar la velocidad de diseño en este caso de estudio será escogido mediante las siguientes consideraciones de diseño establecido por la MTOP.

Tabla 31 *Cálculo de velocidades de circulación*

Velocidad de diseño en km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACION EN KM/H		
	Volumen de tránsito bajo	Volumen de tránsito intermedio	Volumen de tránsito alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: (MTO, 2003)

6.10.2.2 Radio mínimo de curvatura

Necesario para la seguridad en la circulación vial con relación a las velocidades de diseño establecidas anteriormente, la ecuación que ayuda a calcular este valor es:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$

V = Velocidad

e = Peralte máximo

f = Coeficiente de fricción

Para el caso del coeficiente de fricción es necesario de la siguiente tabla:

Ilustración 18 *Coeficiente de fricción*

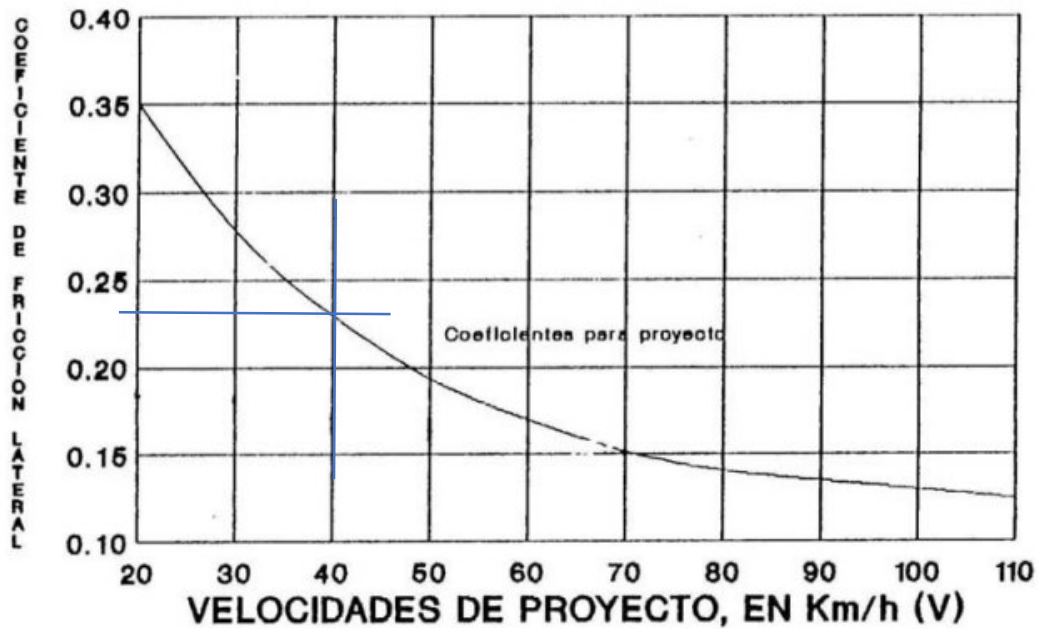


Fig. V.4 COEFICIENTES DE FRICCIÓN LATERAL PARA PROYECTO A DIFERENTES VELOCIDADES

Fuente: (MTO, 2003)

Con ayuda de la tabla y valores establecidos por la norma, se procede a determinar el radio mínimo de curvatura

$$R_{min} = \frac{40^2}{127 * (0.08 + 0.23)} = 40.64m$$

6.10.2.3 Distancia de frenado

Gracias a la topografía del lugar se tiene que obtener la distancia de frenado como medida de seguridad para los usuarios de esta vía, para calcularla se tiene que incluir la pendiente más crítica (G) del terreno que sería 11.50%. La distancia se obtiene con la siguiente ecuación:

$$D_{frenado} = \frac{Vc^2}{254 * (f \pm G)}$$

$$D_{frenado} = \frac{40^2}{254 * (0.23 \pm 0.115)} = 18.26 \text{ m}$$

6.10.2.4 Distancia de visibilidad

6.10.2.4.1 Distancia de rebasamiento del vehículo

Para estas distancias es necesario de variables que se pueden obtener en el cuadro VI-4 que se encuentra en la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras. La distancia se obtiene sumando las cuatro variables obtenidas y esto respetando la velocidad de diseño.

$$d1 = 44m$$

$$d2 = 145m$$

$$d3 = 30m$$

$$d4 = 30m$$

$$D_{rebasamiento} = 44 + 145 + 30 + 30 = 249m$$

6.10.2.4.2 Distancia de curvas horizontales

Para este caso se necesita de las variables obtenidas anteriormente y el análisis del radio mínimo observado en campo, esta distancia de visibilidad viene dado por la siguiente ecuación:

$$m = Rc * \left(1 - \cos\left(\frac{28.65 * Df}{Rc}\right)\right)$$
$$m = 50 * \left(1 - \cos\left(\frac{28.65 * 18.26}{50}\right)\right)$$
$$m = 74.92m$$

6.10.2.4.3 Lateral

En este caso se tomará en cuenta la velocidad con el que circula un transeúnte, con lo establecido por la Norma Ecuatoriana de diseño geométrico nos da una velocidad de 10 Km/h

$$dL = \frac{Vt}{Vv} * d$$
$$dL = \frac{10}{40} * 18.26$$
$$dL = 4.57m$$

6.10.2.5 Peralte

El peralte es esencial para la seguridad vial cuando se circula por una curva horizontal. Siempre hay que considerar que el peralte muy alto provoca que los neumáticos de los automóviles se deslicen hacia la parte interna de la curva, por lo que es importante considerar

siempre su magnitud. El peralte establecido para el estudio debe encontrarse ente el 8% establecido en la norma.

Es necesario para una mejor comprensión sobre el peralte en las curvas horizontales es necesario calcular la fuerza centrífuga que calcula con la siguiente ecuación:

$$F = \frac{P * V^2}{g * R^2}$$

P = Peso del vehículo (kg)

V = Velocidad (km/h)

R = Radio de curvatura (m)

g = Gravedad (m/s²)

$$F = \frac{10000 * 40^2}{9.81 * 50^2} = 652.39N$$

Con la obtención de la fuerza centrífuga ejercida en la curva horizontal, se obtiene el peralte, que se encuentra según el coeficiente de fricción obtenido anteriormente; como la velocidad y radio de curvatura mínima o en su defecto por lo establecido por la norma recomendado según la velocidad. Por lo que el peralte se encuentra en función de estos valores, obteniendo:

$$e = 8\%$$

6.10.2.6 Curvas circulares

Con los parámetros calculados anteriormente, permiten asegurar que los usuarios tengan seguridad y comodidad en la vía. Se determinan los elementos necesarios para las curvas circulares, las ecuaciones aplicadas se encuentran en las normas de diseño geométrico de carreteras. Y como demostración se realizará el cálculo de cuna curva:

CURVA 1:

Radio de curvatura: 50m

Angulo de deflexión: 19.974°

Abscisa PI: 2163.46

Cuerda larga o principal:

$$CL = 2 * R * \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$CL = 2 * 50 * \sin\left(\frac{13.964}{2}\right) = 12.155m$$

Tangente:

$$T = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$T = 50 * \tan\left(\frac{13.9637}{2}\right) = 12.246m$$

Grado de Curvatura:

$$Gc = \frac{360 * Cl}{2 * \pi * R}$$

$$Gc = \frac{360 * 5}{2 * \pi * 50} = 5.730^\circ$$

Longitud curva circular:

$$L = \frac{Lc * \Delta}{Gc}$$

$$L = \frac{5 * 13.964}{5.73} = 12.185m$$

Secante externa:

$$E = R * \left(\frac{1}{\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)} - 1 \right)$$

$$E = 50 * \left(\frac{1}{\cos\left(\frac{13.964}{2}\right)} - 1 \right) = 0.374m$$

Ordenada media:

$$M = R * \left(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) \right)$$

$$M = 50 * \left(1 - \cos\left(\frac{13.964}{2}\right) \right) = 0.371m$$

Deflexión por metro:

$$D.m = \frac{Gc}{2 * Lc}$$

$$D.m = \frac{5.730}{2 * 5} = 0.573$$

Deflexión por unidad de cuerda:

$$D.c = \frac{Gc}{2}$$

$$D.c = \frac{5.730}{2} = 2.865m$$

Principio de curva:

$$PC = PI - T$$

$$PC = 35.63 - 6.123 = 29.51m$$

Principio de tangente:

$$PT = PC - L$$

$$PT = 29.51 + 13.185 = 41.695m$$

6.10.2.7 Sobreancho

Este parámetro se determinará el “Sa” llamado sobreancho debido a que en una curva un vehículo recorre al interior de la trayectoria las ruedas traseras con respecto a las ruedas frontales, motivo por el cual debe de considerarse este parámetro para que el vehículo transite de forma segura y cómoda.

Los parámetros que ingresan en este cálculo son algunos, entre ellos se encuentran la longitud de los vehículos como:

Tabla 32 *Parámetros para los sobreeanchos en vehículos*

CATEGORIAS	a (m)	b (m)	d (m)	e (m)	L (m)
Vehículo liviano	2.90	0.80	1.30	1.80	3.70
Bus mediano	6.40	0.76	3.66	2.44	7.25
Bus grande	7.00	2.70	3.30	2.60	9.70
Camión 2 ejes	6.60	1.40	3.20	2.50	8.00
Camión 3 ejes	6.55	1.25	3.20	2.50	7.80

Fuente: (INVIAS, 2008)

En este caso se optará por utilizar al vehículo con más longitud para determinar el sobreeancho:

CURVA 4:

Radio: 60 m

Vehículo: 40 km/h

Ancho de carril: 3 m

Longitud de vehículos: 7.5m

$$S = 2 \left(R - \sqrt{Rc^2 - L^2} \right) + \frac{Vch}{10\sqrt{Rc}}$$

$$S = 2 * \left(60 - \sqrt{60^2 - 7.5^2} \right) + \frac{0.1 * 40}{\sqrt{60}} = 1.7m$$

Con el ejemplo de cálculo en las curvas, se procede a incorporar el cálculo de las demás curvas:

Tabla 33 *Recopilación de las curvas horizontales*

Nº Curva	Rc	Δ	Gc	T	L	E	Dc	Dm	PC	PT	PI Norte	PI Este
1	50	13.964	5.73	6.123	12.186	0.374	2.865	0.573	29.51	41.69	9650479.94	707348.049
2	50	101.182	5.73	60.851	88.298	28.758	2.865	0.573	72.05	160.35	9650533.46	707429.312
3	50	55.05	5.73	26.056	48.04	6.382	2.865	0.573	208.33	256.37	9650629.59	707334673
4	60	31.374	4.775	16.85	32.446	2.321	2.387	0.477	329.03	361.88	9650743.24	707355.735
5	50	93.209	5.73	52.882	81.34	22.777	2.865	0.573	615.51	696.85	9650984.02	707571.569
6	50	88.868	5.73	49.022	77.552	20.023	2.865	0.573	856.77	934.32	9650798.63	707756.437
7	50	23.238	5.73	10.281	20.279	1.046	2.865	0.573	1008.45	1028.73	9650702.56	707663.829
8	50	20.482	5.73	9.033	17.874	0.809	2.865	0.573	1144.76	1162.63	9650575.96	707615.961
9	50	14.395	5.73	6.123	12.562	0.397	2.865	0.573	1418.73	1431.29	9650371.71	707437.186
10	50	93.796	5.73	53.427	81.852	23.174	2.865	0.573	1527.37	1609.23	9650283.65	707308.626
11	50	60.993	5.73	29.448	53.226	8.027	2.865	0.573	1728.66	1781.89	9650124.67	707433.753
12	50	35.661	5.73	16.082	31.102	2.523	2.865	0.573	1946.098	1977.218	9650158.21	707640.798
13	60	55.357	4.775	31.472	57.969	7.753	2.378	0.477	2131.99	2189.96	9650068.06	707821.921

Fuente: Elaboración propia

6.10.2.8 Alineamiento vertical

Al finalizar el diseño del alineamiento horizontal, se puede continuar con el alineamiento vertical, de igual manera se usarán diferentes ecuaciones tomadas del libro de diseño geométrico de carreteras, de manera demostrativa se realizará el cálculo de una curva:

CURVA 2:

Velocidad: 40 km/h

Pendiente m: -7.5%

Pendiente n: 10%

Factor para curvaturas cóncavas K: 6

Diferencia de pendientes:

$$A = |m - n|$$

$$A = |-7.5 - 10| = 17.5\%$$

Longitud mínima de curva vertical:

$$Lv = K * A$$

$$Lv = 6 * 17.5 = 105m$$

Longitud mínima por comodidad:

$$Lv_{min} = 0.6 * V_d$$

$$Lv_{min} = 0.6 * 40 = 24m$$

Longitud mínima por apariencia:

$$Lv_{min} = 30 * A$$

$$Lv_{min} = 30 * 17.5 = 525m$$

Longitud máxima por drenaje:

$$Lv_{min} = 50 * A$$

$$Lv_{min} = 50 * 17.5 = 875m$$

La longitud de curva que se va a utilizar es de 105m debido a que las longitudes calculadas por términos de apariencia y drenaje son muy altos y no cumplen la longitud de curva.

$$\frac{L_{min}}{2} = \frac{Lv_{min}}{2}$$

$$\frac{L_{min}}{2} = \frac{105}{2} = 52.5m$$

Corrección de pendiente:

$$y = \frac{A}{2 * Lv_{min}}$$

$$y = \frac{17.5}{2 * 105} = 0.083$$

Externa vertical:

$$E = \frac{Lv_{min} * A}{8}$$

$$E = \frac{105 * 17.5}{8} = 229.69$$

A continuación, se presenta la tabla del alineamiento vertical de forma resumida. Se toma a consideración que con ayuda de la norma de diseño geométrico y el factor k, se podrá determinar si la curva es cóncava o convexa:

Tabla 34 *Resumen de las curvas verticales*

Nº Curva	Pendiente m	Pendiente n	k	TIPO CURVA	A	L. Curva	PCV	PIV	PTV
1	7.5	-7.5	4	CONVEXA	15	60	50	80	110
2	-7.5	10	6	CONCAVA	17.5	105	207.5	260	312.5
3	10	2.5	4	CONVEXA	7.5	30	463	478	493
4	2.5	8.5	6	CONCAVA	6	36	622	640	658
5	8.5	1.5	4	CONVEXA	7	28	944	958	972
6	1.5	11.5	6	CONCAVA	10	60	1528	1558	1588
7	11.5	4.5	4	CONVEXA	7	28	1744	1758	1772
8	4.5	-2.5	4	CONVEXA	7	28	1924	1938	1952
9	-2.5	4	6	CONCAVA	6.5	39	2120.5	2140	2159.5

Fuente: Elaboración propia

6.10.3 Obras de drenaje vial

El funcionamiento y conservación de una obra vial depende de factores como el adecuado funcionamiento del drenaje, considerando que debido a factores externos como el ambiente no solo circulara por este un caudal de precipitaciones, sino también de residuos que se arrastrarán y colocarán en el sistema de drenaje.

En cuanto al drenaje vial se evaluó el alcantarillado existente en el tramo de estudio, este análisis se da a partir del recorrido realizado en el tramo donde se visualizó que las alcantarillas están deterioradas, con material que obstruyen el paso del agua. La demostración grafica se encuentra en los anexos.

6.10.4 Total de volumen de corte y relleno

En la construcción de una vía es normal realizar corte y relleno, por esta razón se realiza un proceso incorporación y desalojo de material, motivo por el cual para realizar la estimación en costos para el desarrollo de la obra se debe obtener un volumen de corte que en este caso

es de 29184.6 m³ y también se considera el volumen de relleno es de 8528.3 m³, valores que se obtuvieron a lo largo del diseño.

7 Presupuesto total del proyecto

Con el dimensionamiento de la obra con la ayuda de los cálculos y estudios realizados, se determinan los rubros de los materiales, mano de obra, actividades que se necesitan para la construcción, con la estimación exacta dará como resultado el presupuesto total del proyecto, mismo que se visualizará más a detalle en la siguiente tabla:

Ilustración 19 Presupuesto total del proyecto

Proyecto vial Girón - Curiquingue del km 2+140 al km 4+280

Oferente: Magali
 Ubicación: Girón
 Fecha: 05/02/2024

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		OBRAS PRELIMINARES				623,056.23
1.1	500004	Replanteo y nivelación de vías	ml	2,140.00	3.50	7,490.00
1.2	500010	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	45,338.35	1.96	88,863.17
1.3	500014	Excavación manual material sin clasificar	m3	226.69	12.53	2,840.43
1.4	500001	Cargado de material con cargadora	m3	59,234.55	1.37	81,151.33
1.5	500002	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	59,234.69	2.22	131,501.01
1.6	500003	Sobrecarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km	m3-km	427,081.13	0.26	111,041.09
2.3	500007	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado	m3	8,536.00	23.45	200,169.20
2		ESTRUCTURA VIAL				442,233.67
2.1	500005	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m2	12,840.00	1.31	16,820.40
2.2	500006	Pedraplén, conformación y compactación con equipo pesado	m3	128.40	25.01	3,211.28
2.4	500040	Sub base conformación y compactación con equipo pesado	m3	1,956.82	29.69	58,097.99
2.5	500041	Base Granular conformación y compactación con equipo pesado	m3	4,494.00	35.93	161,469.42
2.6	500011	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	12,840.00	1.22	15,664.80
2.7	500039	Carpeta asfáltica (e=3") Ho Asf. mezclado en planta	m2	12,840.00	13.96	179,246.40
2.8	500013	Brocal de hormigón para pozos (h=20cm) y tapa (h=10cm) cónicos, D=700mm, Tipo A	u	42.00	105.35	4,424.70
2.9	500017	Recuperación de pozo, d = 600 mm	u	42.00	78.54	3,298.68
3		SEÑALIZACIÓN				11,164.56
3.1	500018	Señalización vertical	u	6.00	148.76	892.56
3.2	500019	Pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm	ml	6,420.00	1.60	10,272.00
4		MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES				1,860.18
4.1	500028	Letrero metálico de información del Proyecto	u	2.00	484.84	969.68
4.2	500020	Señalización con cinta	ml	200.00	0.23	46.00
4.3	500021	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	20.00	6.46	129.20
4.4	500022	Cobertura de plástico (5 usos)	m2	50.00	0.29	14.50
4.5	500023	Difusión Social	global	1.00	700.80	700.80
SUBTOTAL						1,078,314.64
					12%	129,397.76
TOTAL						1,207,712.40

Son: UNO MILLONES DOSCIENTOS SIETE MIL SETECIENTOS DOCE CON 40/100 DÓLARES

Fuente: Autor

Ilustración 20 Cronograma valorado

CRONOGRAMA VALORADO													
NOMBRE DEL OFERENTE: Maqali													
Item	Codigo	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Únit.	P.Total	PERIODOS					5	
							1	2	3	4	5		
1		OBRAS PRELIMINARES				623,056.23		415,397.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.1	500004	Reglanteo y nivelación de vías	m ²	2,140.00	3.50	7,490.00	100.00	7,490.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.2	500010	Excavación a máquina con retroexcavadora	m ³	45,338.35	1.95	88,803.17	100.00	88,803.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.3	500014	Excavación manual material sin clasificar	m ³	226.69	12.53	2,840.43	100.00	2,840.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.4	500001	Cargado de material con cargadora	m ³	59,234.55	1.37	81,151.33	100.00	81,151.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.5	500002	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m ³	59,234.69	2.22	131,501.01	100.00	131,501.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.6	500003	Sobrecarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km	m ³ -km	427,081.13	0.26	111,041.09	100.00	111,041.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.3	500007	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado	m ³	8,536.00	23.45	200,169.20	0.00	0.00	51.68	103,837.77	48.13	96,331.43	0.00
2		ESTRUCTURA VIAL				442,233.67	0.00	27,766.06	48.13	219,567.41	194,911.20	0.00	
2.1	500005	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m ²	12,840.00	1.31	16,820.40	0.00	0.00	100.00	16,820.40	0.00	0.00	0.00
2.2	500006	Pedrapón, conformación y compactación con equipo pesado	m ³	128.40	25.01	3,211.28	0.00	0.00	100.00	3,211.28	0.00	0.00	0.00
2.4	500040	Sub base conformación y compactación con equipo pesado	m ³	1,956.82	29.69	58,097.99	0.00	0.00	0.00	100.00	58,097.99	0.00	0.00
2.5	500041	Base Granular conformación y compactación con equipo pesado	m ³	4,494.00	35.93	161,469.42	0.00	0.00	0.00	100.00	161,469.42	0.00	0.00
2.6	500011	Impregnación asfáltica con barido mecánico	m ²	12,840.00	1.22	15,664.80	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	15,664.80	0.00
2.7	500039	Carpeta asfáltica (e=3") Ho Asf mezclado en planta	m ²	12,840.00	13.96	179,246.40	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	179,246.40	0.00
2.8	500013	Brocal de hormigón para pozos (h=20cm) y tapa (h=10cm) cónicos, D=700mm, Tipo A	u	42.00	105.35	4,424.70	0.00	0.00	100.00	4,424.70	0.00	0.00	0.00
2.9	500017	Recuperación de pozo, d = 600 mm	u	42.00	78.54	3,298.68	0.00	0.00	100.00	3,298.68	0.00	0.00	0.00
3		SEÑALIZACIÓN				11,164.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11,164.56	
3.1	500018	Señalización vertical	u	6.00	148.76	892.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	892.56
3.2	500019	Pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm	m ²	6,420.00	1.60	10,272.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	10,272.00
4		MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES				1,860.18	561.28	566.07	485.48	247.35	0.00	0.00	
4.1	500028	Letrero metálico de información del Proyecto	u	2.00	484.84	969.68	25.00	242.42	25.00	242.42	25.00	242.42	0.00
4.2	500020	Señalización con cinta	m ²	200.00	0.23	46.00	50.00	23.00	50.00	23.00	0.00	0.00	0.00
4.3	500021	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	20.00	6.48	129.20	50.00	64.60	50.00	64.60	0.00	0.00	0.00
4.4	500022	Cobertura de plástico (5 usos)	m ²	50.00	0.29	14.50	0.00	0.00	33.00	4.79	33.00	4.79	34.00
4.5	500023	Difusión Social	global	1.00	700.80	700.80	33.00	231.26	33.00	231.26	34.00	238.27	0.00
TOTAL:						1,078,314.63							
INVERSION MENSUAL							423,448.31	132,168.90	316,384.31	195,158.55	11,164.56		
AVANCE PARCIAL EN %							39.27	12.26	29.34	18.10	1.04		
INVERSION ACUMULADA							423,448.31	555,607.22	871,991.53	1,067,150.08	1,078,314.64		
AVANCE ACUMULADO EN %							39.27	51.53	80.87	98.96	100.00		

Fuente: Autor

Ilustración 21 Polinómica

Proyecto vial Girón Curiqingue del Km 2+140 al km 4+280

FÓRMULA POLINÓMICA

Término	Descripción	Costo Directo	Coefficiente
B	Cuadrilla Tipo	147,045.86	0.164
C	Combustibles (O)	44,202.99	0.049
E	Equipo y maquinaria de Construc. vial	165,608.32	0.184
G	Betún petróleo (Asfalto) (O)	74,859.17	0.083
P	Materiales pétreos (Azuay)	319,595.07	0.356
R	Repuestos para maquinaria de construcción	82,804.16	0.092
X	Indice de Precios al Consumidor Urbano - Cuenca	64,479.96	0.072
Totales:		898,595.53	1.000

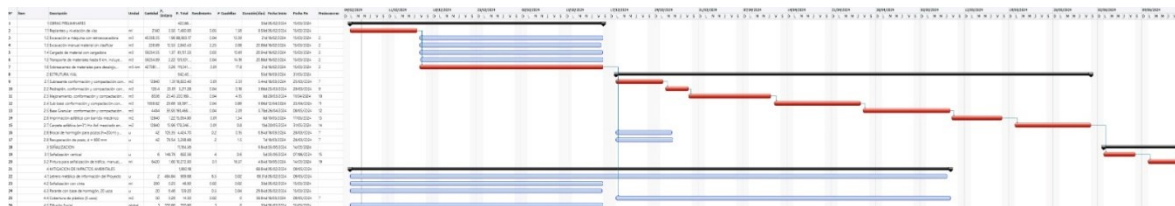
$$PR = P_0 (0.16400 B_1/B_0 + 0.04900 C_1/C_0 + 0.18400 E_1/E_0 + 0.08300 G_1/G_0 + 0.35600 P_1/P_0 + 0.09200 R_1/R_0 + 0.07200 X_1/X_0)$$

CUADRILLA TIPO

Término	Descripción	Salario Ley	Salario Efectivo	Horas Hombre	Costo Directo	Coefficiente
401	Estructura Ocupacional E2	3.83	3.83	16,066.72	61,535.51	0.432
402	Estructura Ocupacional D2	3.87	3.87	1,050.42	4,065.12	0.033
403	Estructura Ocupacional C2	4.09	4.09	871.43	3,564.16	0.027
404	Topografía	4.29	4.29	114.13	489.61	0.004
405	Estructura Ocupacional C1 (Grupo I)	4.29	4.29	4,507.06	19,335.30	0.140
406	Estructura Ocupacional C2 (Grupo II)	4.09	4.09	810.30	3,314.14	0.025
407	Choferes Profesionales	5.15	5.62	4,635.13	26,049.42	0.144
408	Estructura Ocupacional C1	5.62	5.62	6,263.67	35,201.83	0.195
Totales:				34,318.87	153,555.10	1.000

Fuente: Autor

Ilustración 22 Ruta critica



Fuente: Autor

8 Conclusiones

A partir de los estudios realizados para el diseño de la vía, se puede determinar que no solo intervienen factores como lo son normas de diseño, sino que también entran proceso de planificación y análisis; incluso interviene aspectos sociales, geográficos, ambientales y económicos, calidad de vida, entre otros. Todo tiene como finalidad crear una infraestructura segura y que sirva para el desarrollo de las comunidades que se encuentran a lo largo de la vía.

Con base a la norma de diseño geométrico de carreteras MTOP (2003), se aseguró la seguridad y correcto trazado vial con una velocidad de 40km/h y una pendiente máxima de 11.5%, considerando un terreno ondulado montañoso y como una vía clase III establecido en la clasificación dentro de la norma.

De lo dicho, se desprende el conteo vehicular con el cual se pudo determinar un TPDA 545, que conjuntamente se consideró el desarrollo de una proyección a futuro a 20 años, es decir sus componentes y materiales del que se realice debe tener una vida útil para ese periodo. También se consideró las cargas a las que se encontrara expuesta la vía con la circulación de diferentes tipos de vehículos, y con el análisis de las calicatas el CBR es de 7.5% por lo que no es necesario de una capa de mejoramiento.

En el diseño de pavimento se estableció tres capas que se encuentran divididas en subbase granular, base granular y carpeta asfáltica, mismas que se encuentran distribuidas en 3in, 6in y 6in, correspondientemente.

Luego del análisis de lo obtenido con el diseño geométrico, estructural y de pavimentos e incluso el resultado de los volúmenes de corte con 29184.57 m³ y de relleno de 8528.3 m³ mismos que intervienen en el presupuesto de manera significativa para poder concluir con el análisis económico. Parte fundamental para la vialidad del proyecto, estimando diferentes costos como lo son: construcción, operación, mantenimiento; esto ayudara a establecer una estimación de tiempo en su construcción total.

9 Recomendaciones

Seguir las normativas de construcción establecidas en territorio nacional, puesto que se asegura la seguridad y comodidad de una construcción durante su uso. Normalmente en estas normativas vienen establecidas las características físicas con las que debe de contar una construcción en este caso pueden ser: dimensiones, curvas, pendientes, entre otros factores.

Realizar un estudio hidráulico en donde se obtengan información hidro-climatológica y topográfica de la zona de estudio, por consiguiente, realizar el diseño de drenaje para evitar amenazas a la que se puede ver expuesto el proyecto por inundaciones, con pérdidas o daños que se ven asociadas a implicaciones económicas.

Se recomienda que, durante la ejecución de la obra se incorpore señalización debido a que es importante para salvaguardar la seguridad y comunicación vial de los usuarios, en donde se pueda visualizar mensajes claros para prevenir y orientar diferentes situaciones. Igualmente es necesario una vez culminada la obra se realicen mantenimientos para una mejor conservación de la construcción.

10 Bibliografía

AASHTO. (1993). *American Association of State Highway and Transportation Officials*.

AASHTO. (1998). *American Association of State Highway and Transportation Officials*.

AGUDELO, J. (2002). *DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS*.

Bae, T. S., & Kim, M. (2018). Performance Analysis of Network-RTK Techniques for Drone Navigation considering Ionospheric Conditions. *Journal of Sensors*, 2018.

<https://doi.org/10.1155/2018/5154697>

Cárdenas James. (2013). *Diseño geométrico de carreteras* (2da ed.).

ESCOBAR, L., & HUINCHO, J. (2017). “*DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARÁMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA – SACHAPITE, HUANCAVELICA - 2017.*”

García, A., Moralejo, R. A., & Ochoa, P. A. (2021). Radiocarbon chronology of the inca expansion in argentina*. *Antipoda*, 2021(42), 51–83.

<https://doi.org/10.7440/antipoda42.2021.03>

INEC. (2022). *Estadísticas de Transporte, ESTRA*.

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web->

[inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/ESTRA_2022/2022_PR INCIPALES_RESULTADOS_ESTRA.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/ESTRA_2022/2022_PR INCIPALES_RESULTADOS_ESTRA.pdf)

INEN. (2010). *SEÑALIZACION VIAL. PARTE 1. SEÑALIZACION VERTICAL*.

INVIAS. (2008). *MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS*. 1–276.

- MTOP. (2003). *NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS*.
- MTOP. (2018). *REGLAMENTO LEY SISTEMA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRANSPORTE TERRESTRE*. www.lexis.com.ec
- MTOP. (2023). *Estado de la Red Vial Estatal*. <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/08/Feriado-10-de-agosto-2023.pdf>
- NEVI-12, & MTOP. (2013). *LIBRO A NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES*.
- Noriega Armas, Y. V., Vives Arroyo, J. A., & Muñoz Pérez, S. P. (2022). Uso de estabilizadores de suelo: Una revisión del impacto al corte y asentamiento. *Avances Investigación En Ingeniería*, 19(1). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.6856>
- PDOT. (2023). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2014-2023*. 1–243.
- Ramírez Yasmany, Zárate Belizario, Segarra Soledad, & González Julio. (2017). *Daily and Hourly Variation of the Operating Speed in Two-lane Rural Roads in Loja Canton*. 40(1).
- SUÁREZ, C., & VERA, A. (2015). “*ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA EL SALADO - MANANTIAL DE GUANGALA DEL CANTÓN SANTA ELENA*.”
- Thales Navigation. (2000). *GUIA DEL SISTEMA PARA MEDICION RTK*.
- Uribe, M. (2016). *GEOTECNIA Y PAVIMENTOS*.
- Vasquez, J. (2021). *Diseño de alcantarillas y cunetas de drenaje para mejorar la serviciabilidad de la carretera Antilla - Ccollpa, Provincia de Abancay-Apurímac*.

ANEXOS

Anexo 1 Valores de diseño para carreteras de dos carriles



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE
DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

NORMAS	CLASE I 3 000 - 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 - 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 - 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾								
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA					
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	50	40	60	50	40	50	40	30	50	40	30
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20	75	30	20
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25	55	35	25
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110	210	150	110
Peralte	MAXIMO = 10%																																
Coefficiente "K" para:	10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																																
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2			
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3			
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14			
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0,5%																																
Ancho de pavimento (m)	7,3		7,3		7,0		6,70		6,70		6,00		6,00		6,00		4,00 ⁽⁵⁾																
Clase de pavimento	Carpetas Asfálticas y Hormigón						Carpetas Asfálticas						Carpetas Asfálticas o D.T.S.B.						D.T.S.B. Capa Granular o Empedrado														
Ancho de espaldones ⁽⁵⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---								
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y SE)														
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁶⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y SE)														
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																
Puentes	Carga de diseño HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																																
	Ancho de la calzada (m) SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																																
	Ancho de Aceras (m) ⁽⁷⁾ 0,50 m mínimo a cada lado																																
	Mínimo derecho de vía (m) Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																																
LL = TERRENO PLANO O = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																	

- El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 - 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno - Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.
- Longitud de las curvas verticales: $L = KA$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{min} = 0,60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.
- Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.
- Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
- Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
- En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsense dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar $V_0 = 20 \text{ Km/h}$ y $R = 15 \text{ m}$ siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA: Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

Fuente: MTOP, 2023

Anexo 2

Anexo 2 *Distancia de visibilidad para rebasamiento para carreteras de dos carriles*

CUADRO VI - 4

**ELEMENTOS DE LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA REBASAMIENTO
EN CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES**

Grupo de Velocidades- kph	48-64	64-80	80-96	96-112
Velocidad Promedio para Rebasamiento-kph	56,00	70,00	84,00	99,00
Maniobra inicial:				
a = aceleración promedio-kph/seg	2,24	2,29	2,35	2,40
t ₁ = tiempo - seg	3,60	4,00	4,30	4,50
d ₁ = distancia recorrida - m	44,00	66,00	88,00	112,00
Ocupación del carril del lado izquierdo:				
t ₂ = tiempo - seg	9,30	10,00	10,70	11,30
d ₂ = distancia recorrida - m	145,00	196,00	251,00	313,00
Vehículo opuesto:				
d ₃ = distancia libre entre el vehículo rebasante y el vehículo opuesto	30,00	55,00	76,00	91,00
d ₄ = distancia recorrida – m	30,00	55,00	76,00	91,00
Distancia de visibilidad para rebasamiento - m				
d_r = d₁ + d₂ + d₃ + d₄	316	448	583	725

Fuente: MTOP, 2023

Anexo 3 *Curvas verticales convexas mínimas*

Cuadro VII-2

CURVAS VERTICALES CONVEXAS MINIMAS

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K=S^2/426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0,94	1
25	25	1,47	2
30	30	2,11	2
35	35	2,88	3
40	40	3,76	4
45	50	5,87	6
50	55	7,1	7
60	70	11,5	12
70	90	19,01	19
80	110	28,4	28
90	135	42,78	43
100	160	60,09	60
110	180	76,06	80
120	220	113,62	115

Fuente: MTOP, 2023

Anexo 4 *Curvas verticales cóncavas mínimas*

Cuadro VII-4

CURVAS VERTICALES CONCAVAS MININAS

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K=S^2/122+3,5 S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente: (MTO, 2003)

Anexo 5 *Instalación de la cámara*



Anexo 6 Elaboración de hitos



Anexo 7 Enumeración de hitos



Anexo 8 *Levantamiento topográfico*



Anexo 9 Formato de conteo vehicular

INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Av. Gagal
ENCUESTADOR: Juan Carpio Q. / Ivan Mejia C.
ESTACION: E3 - I1
FECHA: Friday, December 2, 2022
HORA INICIO:
HORA FINAL:

CONTEO CLASIFICADO DE GIROS DE TRAFICO

SENTIDO
 WS-NE
 SE-WN
 NE-WS
 WN-SE

PERIODO HORAS	PERIODO DE INI.	Entran a la Interseccion										Salen de la Interseccion														
		LIVANOS		BUSES	Camiones					Motos	Elcis	Peatone	LIVANOS		BUSES	Camiones					Motos	Elcis	Peatone			
					C-2D	C-2DB	C-3A	C-4C	V2DB							C-2D	C-2DB	C-3A	C-4C	V2DB						
01:00-01:00	0-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00-01:00	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00-01:00	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00-01:00	45-60	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00-02:00	0-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00-02:00	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00-02:00	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00-02:00	45-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-03:00	0-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-03:00	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-03:00	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-03:00	45-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00-04:00	0-15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00-04:00	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00-04:00	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00-04:00	45-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00-05:00	0-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00-05:00	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00-05:00	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00-05:00	45-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00-06:00	0-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00-06:00	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
05:00-06:00	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
05:00-06:00	45-60	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00-07:00	0-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00-07:00	15-30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00-07:00	30-45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00-07:00	45-60	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0	1

07:00-08:00	0-15	4	0	0	0	1	0	0	1	0	0	5	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
07:00-08:00	15-30	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
07:00-08:00	30-45	5	0	0	0	1	0	0	2	0	0	12	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
07:00-08:00	45-60	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
08:00-09:00	0-15	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
08:00-09:00	15-30	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00-09:00	30-45	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
08:00-09:00	45-60	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:00-10:00	0-15	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
09:00-10:00	15-30	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
09:00-10:00	30-45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:00-10:00	45-60	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10:00-11:00	0-15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00-11:00	15-30	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
10:00-11:00	30-45	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00-11:00	45-60	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00-12:00	0-15	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	6	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
11:00-12:00	15-30	6	0	0	0	0	0	0	2	0	0	10	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
11:00-12:00	30-45	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00-12:00	45-60	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12:00-13:00	0-15	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12:00-13:00	15-30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12:00-13:00	30-45	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00-13:00	45-60	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:00-14:00	0-15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
13:00-14:00	15-30	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
13:00-14:00	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:00-14:00	45-60	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
14:00-15:00	0-15	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00-15:00	15-30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
14:00-15:00	30-45	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00-15:00	45-60	6	0	0	0	1	0	0	1	0	0	7	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
15:00-16:00	0-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00-16:00	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00-16:00	30-45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00-16:00	45-60	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0				

07:00-08:00	0-15	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	30-45	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0	1	0	0	3	0	0
	45-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00-09:00	0-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15-30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	45-60	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0
09:00-10:00	0-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15-30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	45-60	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
10:00-11:00	0-15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	30-45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	45-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00-12:00	0-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15-30	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	30-45	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	45-60	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00-13:00	0-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15-30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	45-60	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0
13:00-14:00	0-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	30-45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	45-60	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	179	0	3	0	12	0	0	26	0	10	360	0	11	0	17	0	0	57	0	10	
	194							26	0	10	388							57	0	10	

Anexo 10 Conteo vehicular semanal

	No. dia	HP	conteo							
			Hora Pico	dia	Fh	F d	Fs	Fm	FTPDA	
Sunday, December 10, 2023	dia 1	07H45 08H45	6	85	4.5647059	1.0000000	1.1071429	0.9105638	4.6017902	07H45 08H45
Monday, December 11, 2023	dia 2	15H00 16H00	36	208	1.8653846	1.0000000	1.1071429	0.9105638	1.8805393	15H00 16H00
Tuesday, December 12, 2023	dia 3	12H00 13H00	37	173	2.2427746	1.0000000	1.1071429	0.9105638	2.2609952	12H00 13H00
Wednesday, December 13, 2023	dia 4	17H30 18H30	39	268	1.4477612	1.0000000	1.1071429	0.9105638	1.4595230	17H30 18H30
Thursday, December 14, 2023	dia 5	11H30 12H30	47	341	1.1378299	1.0000000	1.1071429	0.9105638	1.1470738	11H30 12H30
Friday, December 15, 2023	dia 6	11H30 12H30	49	388	1.0000000	1.0000000	1.1071429	0.9105638	1.0081242	11H30 12H30
Saturday, December 16, 2023	dia 7	07H45 08H45	13	83	4.6746988	1.0000000	1.1071429	0.9105638	4.7126768	07H45 08H45

Anexo 11 Resumen de tráfico observado


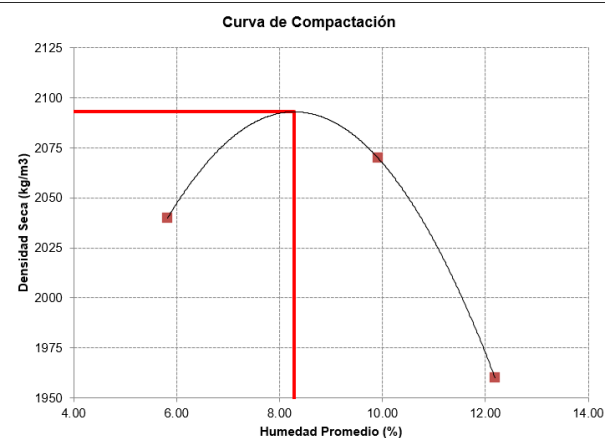
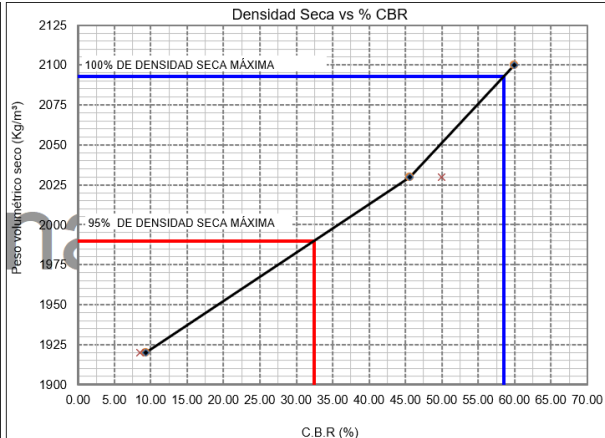
Resumen de trafico observado HORA PICO		11H30 12H30		60	
Friday, December 2, 2022		INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Av. Gapal			
		E1 + E2 + E3 + E4			
	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	22	0	24	0	46
B	0	0	0	0	0
2E	1	0	0	0	1
3E	0	0	0	0	0
4E - 6E	0	0	0	0	0
TOTAL	23	0	24	0	47

RESUMEN DE TRAFICO OBSERVADO EN LA INTERSECCION		11H30 12H30		60	
Friday, December 2, 2022		INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Av. Gapal			
		E1 + E2 + E3 + E4			
	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	181	0	179	0	360
B	0	0	0	0	0
2E	8	0	3	0	11
3E	0	0	0	0	0
4E - 6E	5	0	12	0	17
TOTAL	194	0	194	0	388

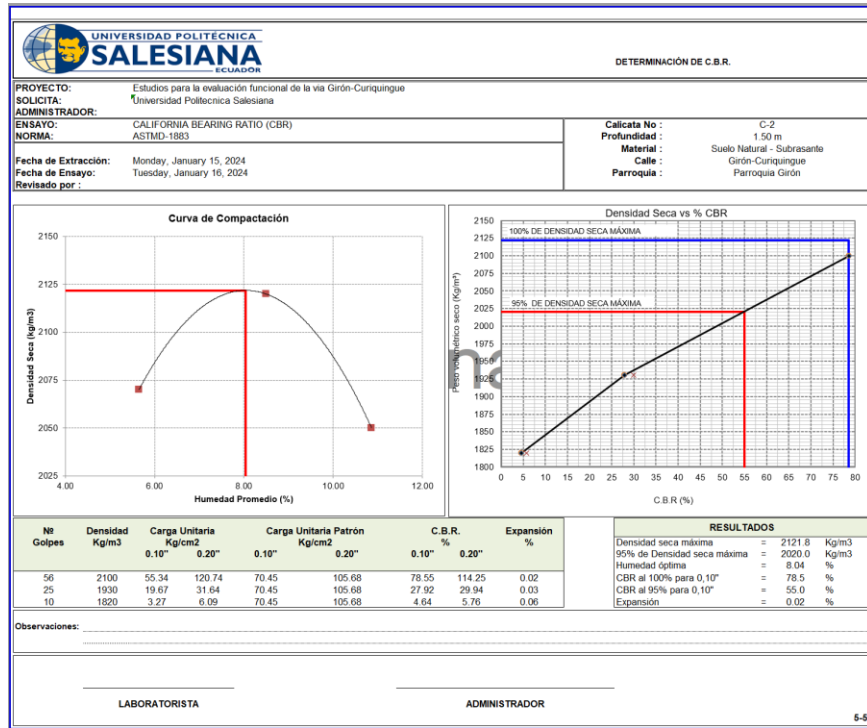
Correccion por factor del TPDA		11H30 12H30		60	
Friday, December 2, 2022		INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Av. Gapal			
		E1 + E2 + E3 + E4			
	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	22	0	24	0	46
B	0	0	0	0	0
2E	1	0	0	0	1
3E	0	0	0	0	0
4E - 6E	0	0	0	0	0
TOTAL	23	0	24	0	47

CORRECCION DE TRAFICO OBSERVADO EN LA INTERSECCION		11H30 12H30		60	
Friday, December 2, 2022		INTERSECCION: Av. 24 de Mayo y Av. Gapal			
		E1 + E2 + E3 + E4			
	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	182	0	180	0	363
B	0	0	0	0	0
2E	8	0	3	0	11
3E	0	0	0	0	0
4E - 6E	5	0	12	0	17
TOTAL	196	0	196	0	391

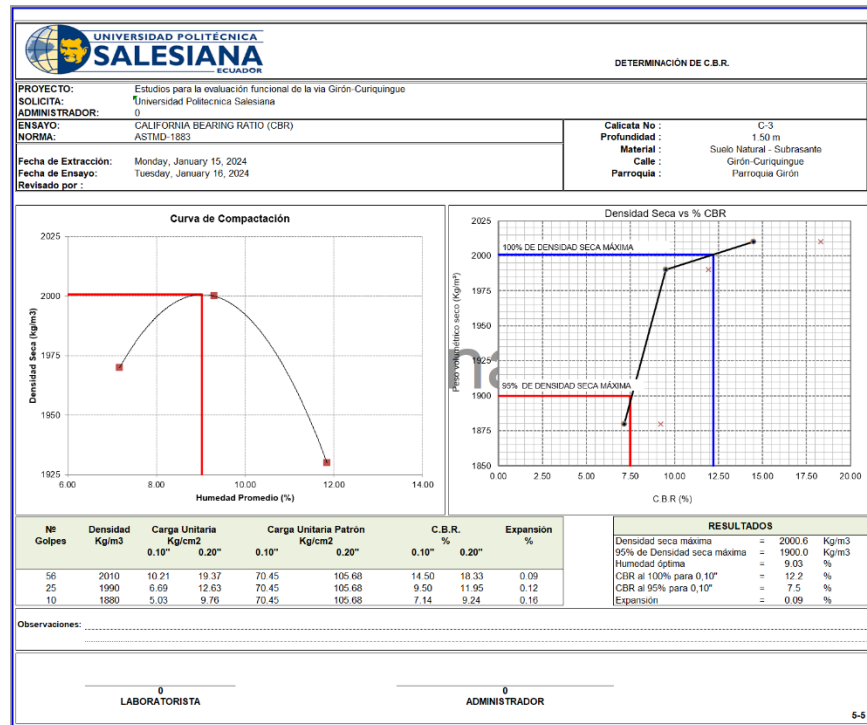
Anexo 12 Resultados de la calicata 1

		DETERMINACIÓN DE C.B.R.																																																																
PROYECTO: Estudios para la evaluación funcional de la vía Girón-Curiquingue SOLICITA: Universidad Politécnica Salesiana ADMINISTRADOR:																																																																		
ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) NORMA: ASTM D-1883		Calicata No : C-1 Profundidad : 1.50 m Material : Suelo Natural - Subrasante Calle : Girón-Curiquingue Parroquia : Parroquia Girón																																																																
Fecha de Extracción: Monday, January 15, 2024 Fecha de Ensayo: Tuesday, January 16, 2024 Revisado por :																																																																		
																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nº Golpes</th> <th rowspan="2">Densidad Kg/m3</th> <th colspan="2">Carga Unitaria Kg/cm2</th> <th colspan="2">Carga Unitaria Patrón Kg/cm2</th> <th colspan="2">C.B.R. %</th> <th rowspan="2">Expansión %</th> </tr> <tr> <th>0.10"</th> <th>0.20"</th> <th>0.10"</th> <th>0.20"</th> <th>0.10"</th> <th>0.20"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>56</td> <td>2100</td> <td>42.26</td> <td>78.99</td> <td>70.45</td> <td>105.68</td> <td>59.99</td> <td>74.74</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>2030</td> <td>32.15</td> <td>52.83</td> <td>70.45</td> <td>105.68</td> <td>45.63</td> <td>49.99</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>1920</td> <td>6.59</td> <td>9.06</td> <td>70.45</td> <td>105.68</td> <td>9.35</td> <td>8.57</td> <td>0.28</td> </tr> </tbody> </table>		Nº Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	56	2100	42.26	78.99	70.45	105.68	59.99	74.74	0.03	25	2030	32.15	52.83	70.45	105.68	45.63	49.99	0.03	10	1920	6.59	9.06	70.45	105.68	9.35	8.57	0.28	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Densidad seca máxima</td> <td>=</td> <td>2093.0 Kg/m3</td> </tr> <tr> <td>95% de Densidad seca máxima</td> <td>=</td> <td>1990.0 Kg/m3</td> </tr> <tr> <td>Humedad óptima</td> <td>=</td> <td>8.29 %</td> </tr> <tr> <td>CBR al 100% para 0,10"</td> <td>=</td> <td>58.5 %</td> </tr> <tr> <td>CBR al 95% para 0,10"</td> <td>=</td> <td>32.5 %</td> </tr> <tr> <td>Expansión</td> <td>=</td> <td>0.03 %</td> </tr> </tbody> </table>		RESULTADOS			Densidad seca máxima	=	2093.0 Kg/m3	95% de Densidad seca máxima	=	1990.0 Kg/m3	Humedad óptima	=	8.29 %	CBR al 100% para 0,10"	=	58.5 %	CBR al 95% para 0,10"	=	32.5 %	Expansión	=	0.03 %
Nº Golpes	Densidad Kg/m3			Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %			Expansión %																																																							
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"																																																											
56	2100	42.26	78.99	70.45	105.68	59.99	74.74	0.03																																																										
25	2030	32.15	52.83	70.45	105.68	45.63	49.99	0.03																																																										
10	1920	6.59	9.06	70.45	105.68	9.35	8.57	0.28																																																										
RESULTADOS																																																																		
Densidad seca máxima	=	2093.0 Kg/m3																																																																
95% de Densidad seca máxima	=	1990.0 Kg/m3																																																																
Humedad óptima	=	8.29 %																																																																
CBR al 100% para 0,10"	=	58.5 %																																																																
CBR al 95% para 0,10"	=	32.5 %																																																																
Expansión	=	0.03 %																																																																
Observaciones: _____																																																																		
_____ LABORATORISTA		_____ ADMINISTRADOR																																																																


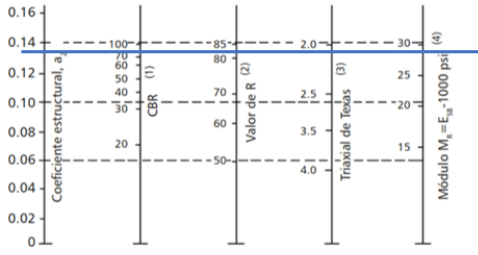
Anexo 13 Resultado de la calicata 2



Anexo 14 Resultado de la calicata 3



Anexo 15 Diseño de pavimento flexible

		DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGÚN LA AASHTO 93																																																																		
VIA GIRON CURIQUINGUE																																																																				
DATOS																																																																				
CALIFORNIA BEARING RATIO	CBR =	7.50 %																																																																		
Proyeccion a 20 años	W18=	322486 Hab																																																																		
Velocidad de diseño	V =	40 km/h																																																																		
DISEÑO																																																																				
<ul style="list-style-type: none"> Heukelom y Foster (1960) y Heukelom y Klomp (1962): $M_r = 10 \text{ CBR (MPa)} \text{ ó } M_r = 1500 \text{ CBR (psi), para CBR < 10\%}$																																																																				
Modulo resiliente	Mr =	11250 psi																																																																		
<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Modulo de elasticidad</td> </tr> <tr> <td>E =</td> <td>6000 MPa</td> </tr> <tr> <td>Conversion</td> <td>870228 psi</td> </tr> </table>			Modulo de elasticidad		E =	6000 MPa	Conversion	870228 psi	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Capa</th> <th>T [°C]</th> <th>f [Hz]</th> <th>v [km/h]</th> <th>E [MPa]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">Cupa</td> <td rowspan="3">10</td> <td>2.5</td> <td>15-25</td> <td>7000</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>35-45</td> <td>8500</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>70-80</td> <td>9500</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">15</td> <td>2.5</td> <td>15-25</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>35-45</td> <td>6000</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>70-80</td> <td>7200</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Rodadura</td> <td rowspan="3">20</td> <td>2.5</td> <td>15-25</td> <td>3000</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>35-45</td> <td>4000</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>70-80</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">25</td> <td>2.5</td> <td>15-25</td> <td>2200</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>35-45</td> <td>2700</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>70-80</td> <td>3500</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">30</td> <td>2.5</td> <td>15-25</td> <td>1200</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>35-45</td> <td>1600</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>70-80</td> <td>2000</td> </tr> </tbody> </table>			Capa	T [°C]	f [Hz]	v [km/h]	E [MPa]	Cupa	10	2.5	15-25	7000	5.0	35-45	8500	10.0	70-80	9500	15	2.5	15-25	5000	5.0	35-45	6000	10.0	70-80	7200	Rodadura	20	2.5	15-25	3000	5.0	35-45	4000	10.0	70-80	5000	25	2.5	15-25	2200	5.0	35-45	2700	10.0	70-80	3500	30	2.5	15-25	1200	5.0	35-45	1600	10.0	70-80	2000
Modulo de elasticidad																																																																				
E =	6000 MPa																																																																			
Conversion	870228 psi																																																																			
Capa	T [°C]	f [Hz]	v [km/h]	E [MPa]																																																																
Cupa	10	2.5	15-25	7000																																																																
		5.0	35-45	8500																																																																
		10.0	70-80	9500																																																																
	15	2.5	15-25	5000																																																																
		5.0	35-45	6000																																																																
		10.0	70-80	7200																																																																
Rodadura	20	2.5	15-25	3000																																																																
		5.0	35-45	4000																																																																
		10.0	70-80	5000																																																																
	25	2.5	15-25	2200																																																																
		5.0	35-45	2700																																																																
		10.0	70-80	3500																																																																
30	2.5	15-25	1200																																																																	
	5.0	35-45	1600																																																																	
	10.0	70-80	2000																																																																	
Calculo del coeficiente estructural																																																																				
<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Coeficiente estructural a1</td> </tr> <tr> <td>a1 =</td> <td>0.561778 -</td> </tr> </table>			Coeficiente estructural a1		a1 =	0.561778 -	$a_1 = 0.184 \times \ln(E_1) - 1.9547$ $a_2 = 0.249 \times \log(E_2) - 0.977$ $a_3 = 0.227 \times \log(E_3) - 0.839$																																																													
Coeficiente estructural a1																																																																				
a1 =	0.561778 -																																																																			
Especificación Técnica MTOP: CBR de bases mayor o igual al 80%																																																																				
<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Coeficiente estructural a2</td> </tr> <tr> <td>a2 =</td> <td>0.137803</td> </tr> </table>			Coeficiente estructural a2		a2 =	0.137803																																																														
Coeficiente estructural a2																																																																				
a2 =	0.137803																																																																			
<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Modulo de resiliencia y elastico</td> </tr> <tr> <td>Mr 2 =</td> <td>29000 psi</td> </tr> <tr> <td>E 2 =</td> <td>30000 psi</td> </tr> </table>			Modulo de resiliencia y elastico		Mr 2 =	29000 psi	E 2 =	30000 psi																																																												
Modulo de resiliencia y elastico																																																																				
Mr 2 =	29000 psi																																																																			
E 2 =	30000 psi																																																																			

Especificación Técnica MTOP: CBR de sub bases mayor o igual al 30%																																															
<p style="text-align: center;">Coeficiente estructural a2</p> <p>a 3 = 0.114095</p> <p style="text-align: center;">Modulo de resiliencia y elastico</p> <p>Mr 3 = 14800 psi</p> <p>E 3 = 15800 psi</p>																																															
<p style="text-align: center;">Serviciabilidad</p> <p>PSI o = 4.2</p> <p>PSI t = 2.2</p> <p>D PSI = 2.0</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo pavimento</th> <th>Serviciabilidad inicial, P_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concreto</td> <td>4.5</td> </tr> <tr> <td>Asfalto</td> <td>4.2</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">Fuente: (AASHTO, 1993, p. 6-10)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de vía</th> <th>Serviciabilidad final, P_f</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Autopista</td> <td>2.5 - 3.0</td> </tr> <tr> <td>Carreteras</td> <td>2.0 - 2.5</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Zonas industriales</td> </tr> <tr> <td>Pavimento urbano principal</td> <td>1.5 - 2.0</td> </tr> <tr> <td>Pavimento urbano secundario</td> <td>1.5 - 2.0</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">Fuente: (AASHTO, 1993, p. 8-10)</p>	Tipo pavimento	Serviciabilidad inicial, P _o	Concreto	4.5	Asfalto	4.2	Tipo de vía	Serviciabilidad final, P _f	Autopista	2.5 - 3.0	Carreteras	2.0 - 2.5	Zonas industriales		Pavimento urbano principal	1.5 - 2.0	Pavimento urbano secundario	1.5 - 2.0																												
Tipo pavimento	Serviciabilidad inicial, P _o																																														
Concreto	4.5																																														
Asfalto	4.2																																														
Tipo de vía	Serviciabilidad final, P _f																																														
Autopista	2.5 - 3.0																																														
Carreteras	2.0 - 2.5																																														
Zonas industriales																																															
Pavimento urbano principal	1.5 - 2.0																																														
Pavimento urbano secundario	1.5 - 2.0																																														
<p style="text-align: center;">Características drenaje</p> <p>Calidad = Bueno</p> <p>Luvia (días) = 55 días</p> <p>Saturacion = 15.06849 %</p> <p style="text-align: center;">Condiciones</p> <p>m2 = 1 -</p> <p>m3 = 1 -</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Calidad del drenaje</th> <th>Tiempo que tarda el agua en ser evacuada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Excelente</td> <td>2 horas</td> </tr> <tr> <td>Bueno</td> <td>1 día</td> </tr> <tr> <td>Regular</td> <td>1 semana</td> </tr> <tr> <td>Pobre</td> <td>1 mes</td> </tr> <tr> <td>Muy malo</td> <td>El agua no evacua</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">Fuente: AASHTO, 1993</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Características del drenaje</th> <th colspan="4">Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación</th> </tr> <tr> <th>Menos del 1%</th> <th>1 - 5%</th> <th>5 - 25%</th> <th>Más de 25%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Excelente</td> <td>1.40 - 1.35</td> <td>1.35 - 1.30</td> <td>1.30 - 1.20</td> <td>1.20</td> </tr> <tr> <td>Bueno</td> <td>1.35 - 1.25</td> <td>1.25 - 1.15</td> <td>1.15 - 1.00</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Regular</td> <td>1.25 - 1.15</td> <td>1.15 - 1.05</td> <td>1.00 - 0.80</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>Pobre</td> <td>1.15 - 1.05</td> <td>1.05 - 0.80</td> <td>0.80 - 0.60</td> <td>0.60</td> </tr> <tr> <td>Muy malo</td> <td>1.05 - 0.95</td> <td>0.95 - 0.75</td> <td>0.75 - 0.40</td> <td>0.40</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">Fuente: AASHTO, 1993</p>	Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada	Excelente	2 horas	Bueno	1 día	Regular	1 semana	Pobre	1 mes	Muy malo	El agua no evacua	Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación				Menos del 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más de 25%	Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20	Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00	Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80	Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60	Muy malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40
Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada																																														
Excelente	2 horas																																														
Bueno	1 día																																														
Regular	1 semana																																														
Pobre	1 mes																																														
Muy malo	El agua no evacua																																														
Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación																																														
	Menos del 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más de 25%																																											
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20																																											
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00																																											
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80																																											
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60																																											
Muy malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40																																											
<p style="text-align: center;">Nivel de confiabilidad</p> <p>R = 90 %</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo de carretera</th> <th colspan="2">Nivel de confiabilidad, R (%)</th> </tr> <tr> <th>Urbana</th> <th>Interurbana</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Autopistas y carreteras importantes</td> <td>85.0 - 99.9</td> <td>80.0 - 99.9</td> </tr> <tr> <td>Arterias principales</td> <td>80.0 - 95.0</td> <td>75.0 - 95.0</td> </tr> <tr> <td>Colectoras</td> <td>80.0 - 95.0</td> <td>75.0 - 95.0</td> </tr> <tr> <td>Locales</td> <td>50.0 - 80.0</td> <td>50.0 - 80.0</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">Fuente: (AASHTO, 1993, p. 4-4)</p>	Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad, R (%)		Urbana	Interurbana	Autopistas y carreteras importantes	85.0 - 99.9	80.0 - 99.9	Arterias principales	80.0 - 95.0	75.0 - 95.0	Colectoras	80.0 - 95.0	75.0 - 95.0	Locales	50.0 - 80.0	50.0 - 80.0																													
Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad, R (%)																																														
	Urbana	Interurbana																																													
Autopistas y carreteras importantes	85.0 - 99.9	80.0 - 99.9																																													
Arterias principales	80.0 - 95.0	75.0 - 95.0																																													
Colectoras	80.0 - 95.0	75.0 - 95.0																																													
Locales	50.0 - 80.0	50.0 - 80.0																																													

<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Desviación estándar</td> </tr> <tr> <td>Zr =</td> <td>-1.282 -</td> </tr> </table>	Desviación estándar		Zr =	-1.282 -	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Confabilidad, %</th> <th>Desviación normal estándar, Zr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>60</td><td>-0.253</td></tr> <tr><td>70</td><td>-0.524</td></tr> <tr><td>75</td><td>-0.674</td></tr> <tr><td>80</td><td>-0.841</td></tr> <tr><td>85</td><td>-1.037</td></tr> <tr><td>90</td><td>-1.282</td></tr> <tr><td>91</td><td>-1.340</td></tr> <tr><td>92</td><td>-1.405</td></tr> <tr><td>93</td><td>-1.476</td></tr> <tr><td>94</td><td>-1.555</td></tr> <tr><td>95</td><td>-1.645</td></tr> <tr><td>96</td><td>-1.751</td></tr> <tr><td>97</td><td>-1.881</td></tr> <tr><td>98</td><td>-2.054</td></tr> <tr><td>99</td><td>-2.327</td></tr> <tr><td>99.9</td><td>-3.090</td></tr> <tr><td>99.99</td><td>-3.750</td></tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">Fuente: (AASHTO, 1993, p.1-42)</p>	Confabilidad, %	Desviación normal estándar, Zr	50	0.000	60	-0.253	70	-0.524	75	-0.674	80	-0.841	85	-1.037	90	-1.282	91	-1.340	92	-1.405	93	-1.476	94	-1.555	95	-1.645	96	-1.751	97	-1.881	98	-2.054	99	-2.327	99.9	-3.090	99.99	-3.750
Desviación estándar																																											
Zr =	-1.282 -																																										
Confabilidad, %	Desviación normal estándar, Zr																																										
50	0.000																																										
60	-0.253																																										
70	-0.524																																										
75	-0.674																																										
80	-0.841																																										
85	-1.037																																										
90	-1.282																																										
91	-1.340																																										
92	-1.405																																										
93	-1.476																																										
94	-1.555																																										
95	-1.645																																										
96	-1.751																																										
97	-1.881																																										
98	-2.054																																										
99	-2.327																																										
99.9	-3.090																																										
99.99	-3.750																																										

<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Error normal combinado</td> </tr> <tr> <td>So =</td> <td>0.45 -</td> </tr> </table>	Error normal combinado		So =	0.45 -	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Proyecto de pavimento</th> <th colspan="2">Desviación estándar, S_e</th> </tr> <tr> <th>Flexible</th> <th>Rígido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Construcción nueva</td> <td>0.40 - 0.50</td> <td>0.30 - 0.40</td> </tr> <tr> <td>Sobrecapas</td> <td>0.45</td> <td>0.35</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.50</td> <td>0.40</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">Fuente: (AASHTO, 1993, p.1-42)</p>	Proyecto de pavimento	Desviación estándar, S _e		Flexible	Rígido	Construcción nueva	0.40 - 0.50	0.30 - 0.40	Sobrecapas	0.45	0.35		0.50	0.40
Error normal combinado																			
So =	0.45 -																		
Proyecto de pavimento	Desviación estándar, S _e																		
	Flexible	Rígido																	
Construcción nueva	0.40 - 0.50	0.30 - 0.40																	
Sobrecapas	0.45	0.35																	
	0.50	0.40																	

Calculo con la ecuacion de la AASHTO

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_o + 9.36 \times \log(SN_i + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

SN 1 =	1.689633	SN 2 =	2.479695	SN 3 =	2.196422
Log (W18)=	5.508511	Log (W18)=	5.508511	Log (W18)=	5.508511
Log (W18)=	5.508736	Log (W18)=	5.508738	Log (W18)=	5.508737

Con el Mr de la base	SN1 =	1.689633
Con el MR de la subbase	SN2 =	2.479695
Con el MR de la subrasante	SN3 =	2.196422

Calculo el espesor de la carpeta asfáltica		<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Calculo espesores</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> $h_1 = \frac{SN_1}{a_1}$ $h_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \times m_2}$ $h_3 = \frac{SN_3 - SN_2^*}{a_3 \times m_3}$ </td> </tr> </table>	Calculo espesores		$h_1 = \frac{SN_1}{a_1}$ $h_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \times m_2}$ $h_3 = \frac{SN_3 - SN_2^*}{a_3 \times m_3}$	
Calculo espesores						
$h_1 = \frac{SN_1}{a_1}$ $h_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \times m_2}$ $h_3 = \frac{SN_3 - SN_2^*}{a_3 \times m_3}$						
h1 =	3.0 in					
h1 =	7.6 cm					
Calculo el espesor de la base						
h2 =	5.7 in					
h2 =	14.6 cm					
Calculo el espesor de la subbase						
h3 =	-2.48 in					
h3 =	-6.3 cm					

Espesores mínimos			
	Capa asfáltica =	3 in	7.62 cm
	Base granular =	6 in	15.24 cm
	Sub base granular =	6 in	15.24 cm
Tomo el espesor mínimo de la carpeta asfáltica			
h1* =	3.00 "	7.62 cm	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Retrocalculo de espesores</div> $h_1 = \frac{SN_1}{a_1}$ $h_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \times m_2}$ $h_3 = \frac{SN_3 - SN_2^*}{a_3 \times m_3}$
SN1* =	1.69	SN1* = h1* x a1	
h2* =	5.76 "	14.64 cm	
Tomo el espesor mínimo de la base			
h2** =	6.00 "	15.24 cm	
SN2* =	2.51	SN2**= (h2** x a2 x m2)+SN1*	
h3* =	-2.77 "	-7.0 cm	
Tomo espesos mínimo de la subbase			
h3 =	6.00 "	15.24 cm	
Resumen estructura final			
	Carpeta asfáltica =	3 in	Carpeta asfáltica Base granular Sub base granular
	Base granular =	6 in	
	Sub base granular =	6 in	

Anexo 16 Cálculo de curvas horizontales

CURVA 1

Radio mínimo	42 m
Grado mín de curva	27.284
Orientación Inicial	56.6306 °
Orientación Final	13.9637 °
Abscisa PI	35.630 *
Coordenada PI (N)	9650479.938
Coordenada PI (E)	707348.049
Radio de Curvatura	50.000 m
Cuerda Unidad	5.000 m

P.K. DE PI	
PUNTO PI	
RADIO	R
Lc	

CAMION 2 EJES:	7.5 m
Nº carriles	2
Radio de curva	50.000 m
Velocidad	35 km/h
SOBREANCHO	1.6 m

MTOP
Considerando la influencia de la velocidad de tránsito y para diferentes número carriles se utiliza la siguiente fórmula empírica.

$$S = \pi \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V^2}{10 \sqrt{R}}$$

Donde:

S = Valor de sobreancho, metros.
n = Número de carriles de la calzada.
R = Radio de la curva circular, metros.
L = Longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo de diseño, metros.
V = Velocidad de diseño, Km/hora.

Grado de curva calculado

Gc=	22.918
------------	---------------

Elementos de la curva horizontal

G	5.730	m	β°
Tangente	6.123	m	T
Cuerda Principal	12.155	m	CL
Longitud de Curva	12.186	m	L
Secante Externa	0.374	m	e
Flacha	0.371	m	

Abscisas

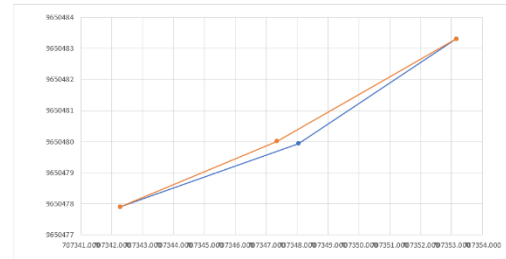
Abscisa (PC)	29.51 m	PC
Abscisa (PT)	41.69 m	PT

Coordenadas

Coordenadas (PC)	1.232 °
Norte	9650477.904
Este	707342.274

Coordenadas (PT)

Norte	9650483.306
Este	707353.163



Deflexión por metro

Deflexión cuerda	2.865	Dc
Deflexión metro	0.573	Dm

Cálculo de azimut

Ángulo interior	166.0363 °		ANGULO INCLUIDO PI
Ángulo exterior	193.9637 °		
Ángulo inicial	56.6306 °		
Azmut=	250.594	=	70.594 °

Abscisa	Cuerda	Deflexión	Deflexión acum.	Deflexión/2	Azimut	D. larga	Coord. Norte	Coord. Este
29.51	0.00	0	0	0	70.594	0.000	9650477.904	707342.274
35.00	5.49	6.295	6.295	3.147	67.447	5.490	9650480.009	707347.345
41.69	6.69	7.669	13.964	6.982	63.612	12.155	9650483.306	707353.163
	CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE	CUMPLE

	NORTE	ESTE
PT	9650483.306	707353.163
PI	9650479.938	707348.049
PC	9650477.904	707342.274

RADIO	CUMPLE
--------------	---------------

CURVA 2
 Radio mínimo 42 m
 Grado mín de curva 27.284
 Orientación Inicial 44.5508 °
 Orientación Final 101.1815 °
 Abscisa PI 132.900
 Coordenada PI (N) 9650533.459
 Coordenada PI (E) 707429.312
 Radio de Curvatura 50.000 m
 Cuerda Unidad 5.000 m

0.778 rad ANGULO FINAL
 1.766 rad INCREMENTO

CAMION 2 EJES:	7.5 m
N° carriles	2
Radio de curva	50.000 m
Velocidad	35 km/h
SOBREANCHO	1.6 m

Grado de curva calculado

Gc= 22.918

Elementos de la curva horizontal

G 5.730
 Tangente 60.851 m
 Cuerda Principal 77.263 m
 Longitud de Curva 88.298 m
 Secante Externa 28.758 m
 Flecha 18.257 m

Abscisas

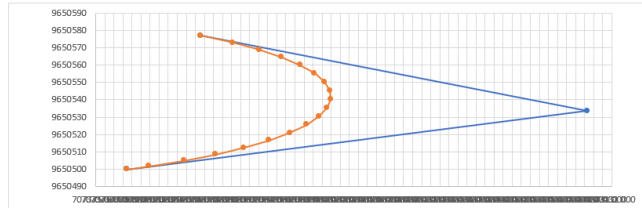
Abscisa (PC) 72.05 m
 Abscisa (PT) 160.35 m

Coordenadas

Coordenadas (PC) -0.908 °
 Norte 9650499.9888
 Este 707378.4932

Coordenadas (PT)

Norte 9650576.823
 Este 707386.6229



Deflexión por metro

Deflexión cuerda 2.865
 Deflexión metro 0.573

Cálculo de azimut

Ángulo interior 281.1815 °
 Ángulo exterior 78.8185 °
 Ángulo inicial 44.5508 °

Azimut= 123.369 = 303.369 ° 303.369

Abscisa	Cuerda	Deflexión	Deflexión acum.	Deflexión/2	Azimut	D. larga	Coord. Norte	Coord. Este
72.05	0.00	0	0	0	303.369	0.000	9650499.989	707378.493
75.00	2.95	3.382	3.382	1.691	305.060	2.951	9650501.684	707380.908
80.00	5.00	5.730	9.111	4.556	307.925	7.943	9650504.871	707384.758
85.00	5.00	5.730	14.841	7.420	310.790	12.915	9650508.426	707388.271
90.00	5.00	5.730	20.570	10.285	313.654	17.855	9650512.314	707391.411
95.00	5.00	5.730	26.300	13.150	316.519	22.750	9650516.496	707394.148
100.00	5.00	5.730	32.029	16.015	319.384	27.588	9650520.991	707396.453
105.00	5.00	5.730	37.759	18.880	322.249	32.358	9650525.573	707398.304
110.00	5.00	5.730	43.489	21.744	325.114	37.047	9650530.378	707399.682
115.00	5.00	5.730	49.218	24.609	327.978	41.643	9650535.295	707400.574
120.00	5.00	5.730	54.948	27.474	330.843	46.134	9650540.278	707400.970
125.00	5.00	5.730	60.677	30.339	333.708	50.511	9650545.274	707400.867
130.00	5.00	5.730	66.407	33.203	336.573	54.761	9650550.236	707400.265
135.00	5.00	5.730	72.136	36.068	339.438	58.875	9650555.113	707399.172
140.00	5.00	5.730	77.866	38.933	342.302	62.841	9650559.856	707397.597
145.00	5.00	5.730	83.596	41.798	345.167	66.650	9650564.418	707395.556
150.00	5.00	5.730	89.325	44.663	348.032	70.293	9650568.754	707393.070
155.00	5.00	5.730	95.055	47.527	350.897	73.760	9650572.820	707390.163
160.35	5.35	6.127	101.182	50.591	353.960	77.263	9650576.823	707386.623
CUMPLE				CUMPLE			CUMPLE	CUMPLE

	NORTE	ESTE
PT	9650576.823	707386.623
PI	9650533.459	707429.312
PC	9650499.989	707378.493

RADIO CUMPLE

CURVA 3

Radio mínimo	42 m
Grado min de curva	27.284
Orientación Inicial	10.4992 °
Orientación Final	55.0500 °
Abscisa PI	234.390
Coordenada PI (N)	9650629.594
Coordenada PI (E)	707334.673
Radio de Curvatura	50.000 m
Cuerda Unidad	5.000 m

0.183 rad ANGULO FINAL
0.961 rad INCREMENTO

CAMION 2 EJES:	7.5 m
N° carriles	2
Radio de curva	50.000 m
Velocidad	35 km/h
SOBREANCHO	1.6 m

Grado de curva calculado

Gc=	22.918
-----	--------

Elementos de la curva horizontal

G	5.730
Tangente	26.056 m
Cuerda Principal	46.214 m
Longitud de Curva	48.040 m
Secante Externa	6.382 m
Flecha	5.660 m

Abscisas

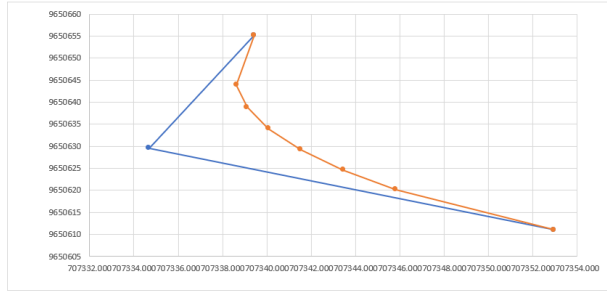
Abscisa (PC)	208.33 m
Abscisa (PT)	256.37 m

Coordenadas

Coordenadas (PC)	-0.778 °
Norte	9650611.0254
Este	707352.9523

Coordenadas (PT)

Norte	9650655.214
Este	707339.4209



Deflexión por metro

Deflexión cuerda	2.865
Deflexión metro	0.573

Cálculo de azimut

Ángulo interior	124.9500 °
Ángulo exterior	235.0500 °
Ángulo inicial	10.4992 °

Azimet= 224.551 = 44.551 ° 44.551

Abscisa	Cuerda	Deflexión	Deflexión acum.	Deflexión/2	Azimet	D. larga	Coord. Norte	Coord. Este
208.33	0.00	0	0	0	44.551	0.000	9650611.025	707352.952
220.00	11.67	13.368	13.368	6.684	37.867	11.640	9650620.214	707345.808
225.00	5.00	5.730	19.098	9.549	35.002	16.589	9650624.614	707343.437
230.00	5.00	5.730	24.828	12.414	32.137	21.497	9650629.229	707341.517
235.00	5.00	5.730	30.557	15.279	29.272	26.351	9650634.012	707340.068
240.00	5.00	5.730	36.287	18.143	26.407	31.140	9650638.916	707339.103
245.00	5.00	5.730	42.016	21.008	23.543	35.850	9650643.891	707338.633
256.37	11.37	13.034	55.050	27.525	17.026	46.214	9650655.214	707339.421
	CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE	CUMPLE

	NORTE	ESTE
PT	9650655.214	707339.421
PI	9650629.594	707334.673
PC	9650611.025	707352.952

RADIO	CUMPLE
-------	--------

CURVA 4

Radio mínimo	42 m
Grado mín de curva	27.284
Orientación Inicial	41.8728 °
Orientación Final	31.3737 °
Abscisa PI	345.880
Coordenada PI (N)	9650743.243
Coordenada PI (E)	707355.735
Radio de Curvatura	60.000 m
Cuerda Unidad	5.000 m

0.731 rad
0.548 rad ANGULO FINAL
INCREMENTO

CAMION 2 EIES:	7.5 m
N° carriles	2
Radio de curva	60.000 m
Velocidad	35 km/h
SOBREANCHO	1.4 m

Grado de curva calculado

Gc= 19.099

Elementos de la curva horizontal

G	4.775
Tangente	16.850 m
Cuerda Principal	32.446 m
Longitud de Curva	32.854 m
Secante Externa	2.321 m
Flacha	2.235 m

Abscisas

Abscisa (PC)	329.03 m
Abscisa(PT)	361.88 m

Coordenadas

Coordenadas (PC)	0.183 °
Norte	9650726.6746
Este	707352.6642

Coordenadas (PT)

Norte	9650755.79
Este	707366.982

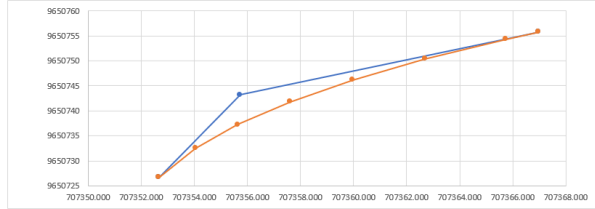
Deflexión por metro

Deflexión cuerda	2.387
Deflexión metro	0.477

Cálculo de azimut

Ángulo interior	148.6263 °
Ángulo exterior	211.3737 °
Ángulo inicial	41.8728 °

Azimut= -169.501 = 10.499 ° 10.499



Abscisa	Cuerda	Deflexión	Deflexión acum.	Deflexión/2	Azimut	D. larga	Coord. Norte	Coord. Este
329.03	0.00	0	0	0	10.499	0.000	9650726.675	707352.664
335.00	5.97	5.701	5.701	2.851	13.350	5.968	9650732.481	707354.042
340.00	5.00	4.775	10.476	5.238	15.737	10.955	9650737.219	707355.636
345.00	5.00	4.775	15.251	7.625	18.124	15.923	9650741.808	707357.618
350.00	5.00	4.775	20.025	10.013	20.512	20.864	9650746.216	707359.975
355.00	5.00	4.775	24.800	12.400	22.899	25.768	9650750.412	707362.691
360.00	5.00	4.775	29.575	14.787	25.286	30.628	9650754.368	707365.747
361.88	1.88	1.799	31.374	15.687	26.186	32.446	9650755.790	707366.982
CUMPLE				CUMPLE			CUMPLE	CUMPLE

	NORTE	ESTE
PT	9650755.790	707366.982
PI	9650743.243	707355.735
PC	9650726.675	707352.664

RADIO	CUMPLE
--------------	---------------

CURVA 5

Radio mínimo	42 m
Grado min de curva	27.284
Orientación Inicial	44.9181 °
Orientación Final	93.2090 °
Abscisa PI	668.390
Coordenada PI (N)	9650984.024
Coordenada PI (E)	707571.569
Radio de Curvatura	50.000 m
Cuerda Unidad	5.000 m

0.784 rad ANGLULO FINAL
1.627 rad INCREMENTO

CAMION 2 EIES:	7.5 m
N° carriles	2
Radio de curva	50.000 m
Velocidad	35 km/h
SOBREANCHO	1.6 m

Grado de curva calculado

Gc= 22.918

Elementos de la curva horizontal

G	5.730
Tangente	52.882 m
Cuerda Principal	72.663 m
Longitud de Curva	81.340 m
Secante Externa	22.777 m
Flecha	15.648 m

Abscisas

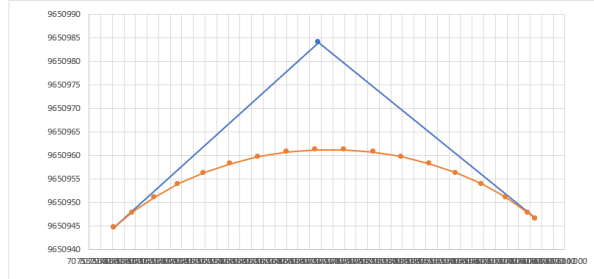
Abscisa (PC)	615.51 m
Abscisa(PT)	696.85 m

Coordenadas

Coordenadas (PC)	2.411 °
Norte	9650944.646
Este	707536.2713

Coordenadas (PT)

Norte	9650946.577
Este	707608.909



Deflexión por metro

Deflexión cuerda	2.865
Deflexión metro	0.573

Cálculo de azimut

Ángulo interior	86.7910 °
Ángulo exterior	273.2090 °
Ángulo inicial	44.9181 °

Azímüt= 318.127 = 138.127 ° 138.127

Abscisa	Cuerda	Deflexión	Deflexión acum.	Deflexión/2	Azimut	D. larga	Coord. Norte	Coord. Este
615.51	0.00	0	0	0	138.127	0.000	9650944.646	707536.271
620.00	4.49	5.147	5.147	2.574	135.553	4.490	9650947.852	707529.416
625.00	5.00	5.730	10.877	5.438	132.689	9.478	9650951.072	707543.238
630.00	5.00	5.730	16.606	8.303	129.824	14.441	9650953.895	707547.362
635.00	5.00	5.730	22.336	11.168	126.959	19.369	9650956.292	707551.748
640.00	5.00	5.730	28.066	14.033	124.094	24.248	9650958.238	707556.351
645.00	5.00	5.730	33.795	16.898	121.230	29.066	9650959.716	707561.126
650.00	5.00	5.730	39.525	19.762	118.365	33.812	9650960.710	707566.024
655.00	5.00	5.730	45.254	22.627	115.500	38.473	9650961.209	707570.997
660.00	5.00	5.730	50.984	25.492	112.635	43.038	9650961.210	707575.995
665.00	5.00	5.730	56.713	28.357	109.770	47.496	9650960.712	707580.968
670.00	5.00	5.730	62.443	31.222	106.906	51.835	9650959.720	707585.866
675.00	5.00	5.730	68.173	34.086	104.041	56.044	9650958.243	707590.641
680.00	5.00	5.730	73.902	36.951	101.176	60.113	9650956.298	707595.245
685.00	5.00	5.730	79.632	39.816	98.311	64.032	9650953.902	707599.631
690.00	5.00	5.730	85.361	42.681	95.446	67.791	9650951.081	707603.756
695.00	5.00	5.730	91.091	45.545	92.582	71.381	9650947.861	707607.580
696.85	1.85	2.118	93.209	46.605	91.523	72.663	9650946.577	707608.909
CUMPLE				CUMPLE			CUMPLE	CUMPLE

	NORTE	ESTE
PT	9650946.577	707608.909
PI	9650984.024	707571.569
PC	9650944.646	707536.271

RADIO	CUMPLE
--------------	---------------

CURVA 6

Radio mínimo	42 m
Grado mín de curva	27.284
Orientación Inicial	43.950 °
Orientación Final	88.868 °
Abscisa PI	905.790
Coordenada PI (N)	9650796.627
Coordenada PI (E)	707756.437
Radio de Curvatura	50.000 m
Cuerda Unidad	5.000 m

0.767 rad ANGULO FINAL
1.551 rad INCREMENTO

CAMION 2 EIES:	7.5 m
N° carriles	2
Radio de curva	50.000 m
Velocidad	35 km/h
SOBREANCHO	1.6 m

Grado de curva calculado

Gc= 22.918

Elementos de la curva horizontal

G	5.730	
Tangente	49.022	m
Cuerda Principal	70.009	m
Longitud de Curva	77.552	m
Secante Externa	20.023	m
Flecha	14.297	m

Abscisas

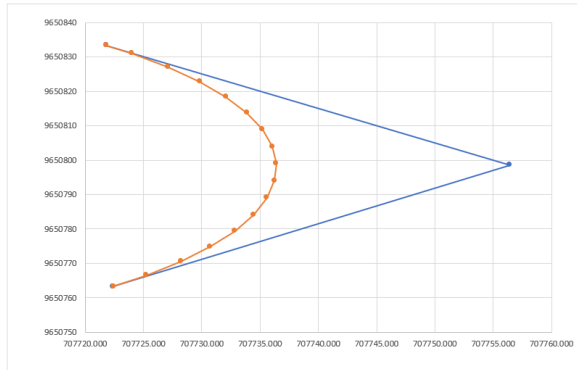
Abscisa (PC)	856.77 m
Abscisa(PT)	934.32 m

Coordenadas

Coordenada (PC)	-0.784 °
Norte	9650833.3400
Este	707721.8225

Coordenadas (PT)

Norte	9650763.334
Este	707722.4138



Deflexión por metro

Deflexión cuerda	2.865
Deflexión metro	0.573

Cálculo de azimut

Ángulo Interior	91.1316 °
Ángulo exterior	268.8684 °
Ángulo inicial	43.9503 °

Azimet= 224.918 = 44.918 ° 44.918

Abscisa	Cuerda	Deflexión	Deflexión acum.	Deflexión/2	Azimet	D. larga	Coord. Norte	Coord. Este
856.77	0.00	0	0	0	44.918	0.000	9650833.340	707721.823
860.00	3.23	3.704	3.704	1.852	43.066	3.232	9650830.979	707724.029
865.00	5.00	5.730	9.433	4.717	40.201	8.223	9650827.060	707727.130
870.00	5.00	5.730	15.163	7.581	37.337	13.194	9650822.850	707729.824
875.00	5.00	5.730	20.892	10.446	34.472	18.131	9650818.392	707732.085
880.00	5.00	5.730	26.622	13.311	31.607	23.024	9650813.732	707733.889
885.00	5.00	5.730	32.352	16.176	28.742	27.859	9650808.914	707735.219
890.00	5.00	5.730	38.081	19.041	25.877	32.624	9650803.987	707736.061
895.00	5.00	5.730	43.811	21.905	23.013	37.308	9650799.001	707736.407
900.00	5.00	5.730	49.540	24.770	20.148	41.898	9650794.006	707736.254
905.00	5.00	5.730	55.270	27.635	17.283	46.384	9650789.051	707735.603
910.00	5.00	5.730	61.000	30.500	14.418	50.753	9650784.185	707734.460
915.00	5.00	5.730	66.729	33.365	11.554	54.996	9650779.458	707732.837
920.00	5.00	5.730	72.459	36.229	8.689	59.102	9650774.916	707730.751
925.00	5.00	5.730	78.188	39.094	5.824	63.060	9650770.606	707728.221
930.00	5.00	5.730	83.918	41.959	2.959	66.860	9650766.569	707725.274
934.32	4.32	4.951	88.868	44.434	0.484	70.009	9650763.334	707722.414
	CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE	CUMPLE

	NORTE	ESTE
PT	9650763.334	707722.414
PI	9650798.627	707756.437
PC	9650833.34	707721.823

RADIO	CUMPLE
-------	--------

CURVA 7

Radio mínimo	42 m
Grado mín de curva	27.284
Orientación Inicial	20.7119 °
Orientación Final	23.2383 °
Abscisa PI	1018.730
Coordenada PI (N)	9650702.561
Coordenada PI (E)	707663.829
Radio de Curvatura	50.000 m
Cuerda Unidad	5.000 m

0.361 rad ANGULO FINAL
0.406 rad INCREMENTO

CAMION 2 EJES:	7.5 m
N° carriles	2
Radio de curva	50.000 m
Velocidad	35 km/h
SOBREANCHO	1.6 m

Grado de curva calculado

GC= 22.918

Elementos de la curva horizontal

G	5.730	
Tangente	10.281	m
Cuerda Principal	20.141	m
Longitud de Curva	20.279	m
Secante Externa	1.046	m
Flecha	1.025	m

Abscisas

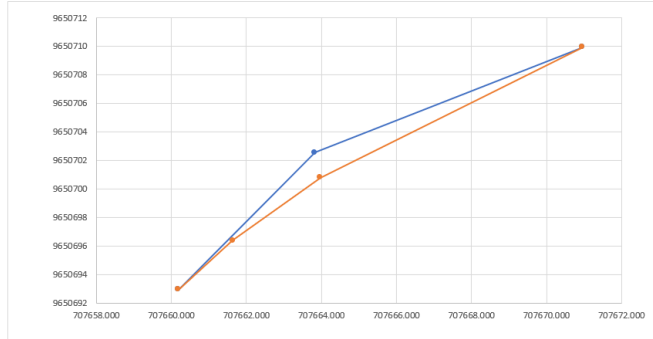
Abscisa (PC)	1008.45 m
Abscisa(PT)	1028.73 m

Coordenadas

Coordenadas (PC)	0.767 °
Norte	9650709.9630
Este	707670.9641

Coordenadas (PT)

Norte	9650692.945
Este	707660.1927



Deflexión por metro

Deflexión cuerda	2.865
Deflexión metro	0.573

Cálculo de azimut

Ángulo interior	156.7617 °
Ángulo exterior	203.2383 °
Ángulo inicial	20.7119 °

Azimut= 223.950 = 43.950 ° 43.950

Abscisa	Cuerda	Deflexión	Deflexión acum.	Deflexión/2	Azimut	D. larga	Coord. Norte	Coord. Este
1008.45	0.00	0	0	0	43.950	0.000	9650709.963	707670.964
1020.00	11.55	13.236	13.236	6.618	37.332	11.525	9650700.799	707663.975
1025.00	5.00	5.730	18.966	9.483	34.467	16.475	9650696.380	707661.640
1028.73	3.73	4.272	23.238	11.620	32.330	20.142	9650692.940	707660.190
CUMPLE				CUMPLE			CUMPLE	CUMPLE

	NORTE	ESTE
PT	9650692.940	707660.190
PI	9650702.561	707663.829
PC	9650709.963	707670.964

RADIO	CUMPLE
--------------	---------------

CURVA 8

Radio mínimo	30 m
Grado min de curva	38.197
Orientacion Inicial	41.1886 °
Orietacion Final	20.482 °
Abscisa PI	1153.790
Coordenada PI (N)	9650575.963
Coordenada PI (E)	707615.961
Radio de Curvatura	50.000 m
Cuerda Unidad	5.000 m

0.719 rad ANGULO FINAL
0.357 rad INCREMENTO

CAMION 2 EJES:	7.5 m
N° carriles	2
Radio de curva	50.000 m
Velocidad	35 km/h
SOBREANCHO	1.6 m

Grado de curva calculado

Gc= 22.918

Elementos de la curva horizontal

G	5.730	
Tangente	9.033	m
Cuerda Principal	17.779	m
Longitud de Curva	17.874	m
Secante Externa	0.809	m
Flecha	0.797	m

Abscisas

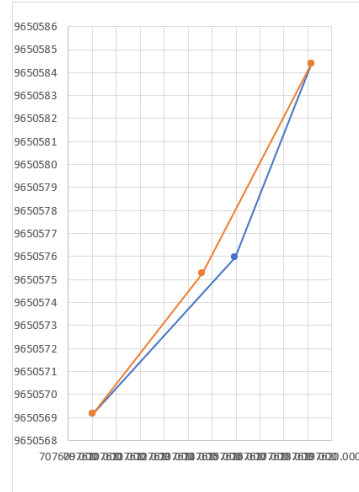
Abscisa (PC)	1144.76 m
Abscisa(PT)	1162.63 m

Coordenadas

Coordenadas (PC)	0.361 °
Norte	9650584.4124
Este	707619.1549

Coordenadas (PT)

Norte	9650569.164
Este	707610.012



Deflexión por metro

Deflexión cuerda	2.865
Deflexión metro	0.573

Cálculo de azimut

Ángulo interior	159.5178 °
Ángulo exterior	200.4822 °
Ángulo inicial	41.1886 °

Azimut= -159.294 = 20.706 + 20.706

Abscisa	Cuerda	Deflexión	Deflexión acum.	Deflexión/2	Azimut	D. larga	Coord. Norte	Coord. Este
1144.76	0.00	0	0	0	20.706	0.000	9650584.412	707619.155
1155.00	10.24	11.738	11.738	5.869	26.575	10.226	9650575.267	707614.580
1162.63	7.63	8.744	20.482	10.241	30.947	17.779	9650569.164	707610.012
CUMPLE				CUMPLE			CUMPLE	CUMPLE

	NORTE	ESTE
PT	9650569.164	707610.012
PI	9650575.963	707615.961
PC	9650584.412	707619.155

RADIO	CUMPLE
--------------	---------------

CURVA 9

Radio mínimo	30 m
Grado mín de curva	38.197
Orientacion Inicial	55.5892 °
Orietacion Final	14.3949 °
Abscisa PI	1425.040
Coordenada PI (N)	9650371.708
Coordenada PI (E)	707437.186
Radio de Curvatura	50.000 m
Cuerda Unidad	5.000 m

0.970 rad ANGULO FINAL
0.251 rad INCREMENTO

7.19745

CAMION 2 EJES:	7.5 m
N° carriles	2
Radio de curva	50.000 m
Velocidad	35 km/h
SOBREANCHO	1.6 m

Grado de curva calculado

Gc= 22.918

Elementos de la curva horizontal

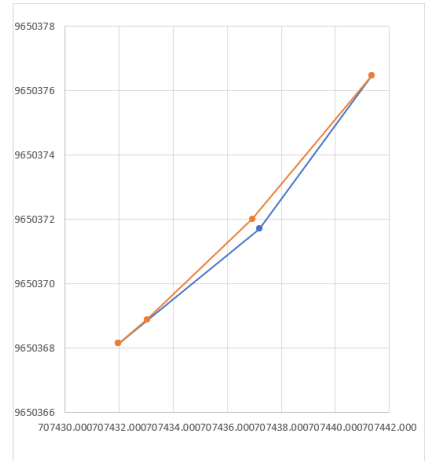
G	5.730
Tangente	6.314 m
Cuerda Principal	12.529 m
Longitud de Curva	12.562 m
Secante Externa	0.397 m
Flecha	0.394 m

Abscisas

Abscisa (PC)	1418.73 m
Abscisa(PT)	1431.29 m

Coordenadas

Coordenadas (PC)	0.719 °
Norte	9650376.4593
Este	707441.3448
Coordenadas (PT)	
Norte	9650368.1397
Este	707431.9769



Deflexión por metro

Deflexión cuerda	2.865
Deflexión metro	0.573

Cálculo de azimut

Ángulo interior	165.6051 °
Ángulo exterior	194.3949 °
Ángulo inicial	55.5892 °
Azimut=	-138.806 = 41.194 ° 41.194

Abscisa	Cuerda	Deflexión	Deflexión acum.	Deflexión/2	Azimut	D. larga	Coord. Norte	Coord. Este
1418.73	0.00	0	0	0	41.194	0.000	9650376.459	707441.345
1425.00	6.27	7.190	7.190	3.595	44.789	6.270	9650372.009	707436.928
1430.00	5.00	5.730	12.919	6.460	47.654	11.250	9650368.881	707433.030
1431.29	1.29	1.476	14.395	7.197	48.391	12.528	9650368.140	707431.980
	CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE	CUMPLE

	NORTE	ESTE
PT	9650368.140	707431.980
PI	9650371.708	707437.186
PC	9650376.459	707441.345

RADIO	CUMPLE
-------	---------------

CURVA 10

Radio mínimo	30 m
Grado min de curva	38.197
Orientacion Inicial	38.2064 °
Orientacion Final	93.7956 °
Abscisa PI	1580.800
Coordenada PI (N)	9650283.645
Coordenada PI (E)	707308.626
Radio de Curvatura	50.000 m
Cuerda Unidad	5.000 m

0.667 rad ANGULO FINAL
1.637 rad INCREMENTO

CAMION 2 EJES:	7.5 m
N° carriles	2
Radio de curva	50.000 m
Velocidad	35 km/h
SOBREANCHO	1.6 m

Grado de curva calculado

Gc= 22.918

Elementos de la curva horizontal

G	5.730	
Tangente	53.427	m
Cuerda Principal	73.014	m
Longitud de Curva	81.852	m
Secante Externa	23.174	m
Flecha	15.835	m

Abscisas

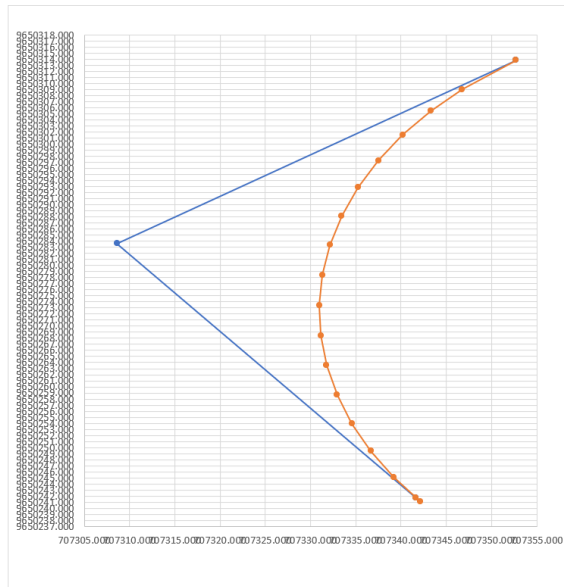
Abscisa (PC)	1527.37 m
Abscisa (PT)	1609.23 m

Coordenadas

Coordenadas (PC)	-0.970 °
Norte	9650313.8380
Este	707352.7037

Coordenadas (PT)

Norte	9650241.6629
Este	707341.6704



Deflexión por metro

Deflexión cuerda	2.865
Deflexión metro	0.573

Cálculo de azimut

Ángulo interior	86.2044 °
Ángulo exterior	273.7956 °
Ángulo inicial	38.2064 °

Azimut= 235.589 = 55.589 + 55.589

Abscisa	Cuerda	Deflexión	Deflexión acum.	Deflexión/2	Azimut	D. larga	Coord. Norte	Coord. Este
1527.37	0.00	0	0	0	55.589	0.000	9650313.838	707352.704
1535.00	7.63	8.740	8.740	4.370	51.219	7.620	9650309.066	707346.764
1540.00	5.00	5.730	14.470	7.235	48.354	12.594	9650305.469	707343.293
1545.00	5.00	5.730	20.199	10.100	45.490	17.536	9650301.545	707340.198
1550.00	5.00	5.730	25.929	12.964	42.625	22.434	9650297.331	707337.511
1555.00	5.00	5.730	31.658	15.829	39.760	27.277	9650292.869	707335.258
1560.00	5.00	5.730	37.388	18.694	36.895	32.051	9650288.206	707333.462
1565.00	5.00	5.730	43.117	21.559	34.030	36.745	9650283.386	707332.140
1570.00	5.00	5.730	48.847	24.424	31.166	41.348	9650278.458	707331.306
1575.00	5.00	5.730	54.577	27.288	28.301	45.847	9650273.471	707330.968
1580.00	5.00	5.730	60.306	30.153	25.436	50.231	9650268.476	707331.129
1585.00	5.00	5.730	66.036	33.018	22.571	54.490	9650263.522	707331.789
1590.00	5.00	5.730	71.765	35.883	19.707	58.613	9650258.658	707332.939
1595.00	5.00	5.730	77.495	38.747	16.842	62.589	9650253.934	707334.570
1600.00	5.00	5.730	83.224	41.612	13.977	66.409	9650249.396	707336.664
1605.00	5.00	5.730	88.954	44.477	11.112	70.062	9650245.089	707339.201
1610.00	5.00	5.730	94.684	47.342	8.247	73.541	9650241.058	707342.154
1609.23	-0.77	-0.888	93.796	46.898	8.691	73.014	9650241.663	707341.670
	CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE	CUMPLE

	NORTE	ESTE
PT	9650241.663	707341.670
PI	9650283.645	707308.626
PC	9650313.838	707352.704

RADIO	CUMPLE
--------------	---------------

CURVA 11

Radio mínimo 30 m
 Grado min de curva 38.197
 Orientacion Inicial 80.8006 °
 Orientacion Final 60.9929 °
 Abscisa PI 1758.110
 Coordenada PI (N) 9650124.674
 Coordenada PI (E) 707433.753
 Radio de Curvatura 50.000 m
 Cuerda Unidad 5.000 m

1.410 rad ANGULO FINAL
 1.065 rad INCREMENTO

CAMION 2 EJES:	7.5 m
N° carriles	2
Radio de curva	50.000 m
Velocidad	35 km/h
SOBREANCHO	1.6 m

Grado de curva calculado

Gc= 22.918

Elementos de la curva horizontal

G 5.730
 Tangente 29.448 m
 Cuerda Principal 50.748 m
 Longitud de Curva 53.226 m
 Secante Externa 8.027 m
 Flecha 6.917 m

Abscisas

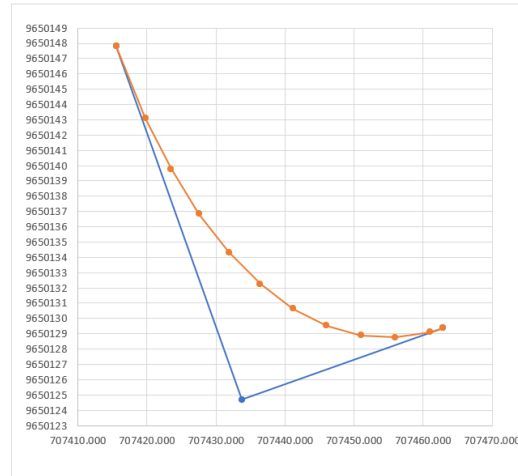
Abscisa (PC) 1728.66 m
 Abscisa(PT) 1781.89 m

Coordenadas

Coordenadas (PC) 2.475 °
 Norte 9650147.8138
 Este 707415.5397

Coordenadas (PT)

Norte 9650129.382
 Este 707462.8226



Deflexión por metro

Deflexión cuerda 2.865
 Deflexión metro 0.573

Cálculo de azimut

Ángulo interior 119.0071 °
 Ángulo exterior 240.9929 °
 Ángulo inicial 80.8006 °

Azimut= 321.794 = 141.794 + 141.794

Abscisa	Cuerda	Deflexión	Deflexión acum.	Deflexión/2	Azimut	D. larga	Coord. Norte	Coord. Este
1728.66	0.00	0	0	0	141.794	0.000	9650147.814	707415.540
1735.00	6.34	7.263	7.263	3.631	138.162	6.334	9650143.095	707419.765
1740.00	5.00	5.730	12.992	6.496	135.297	11.314	9650139.772	707423.498
1745.00	5.00	5.730	18.722	9.361	132.432	16.265	9650136.839	707427.545
1750.00	5.00	5.730	24.452	12.226	129.568	21.177	9650134.325	707431.864
1755.00	5.00	5.730	30.181	15.091	126.703	26.035	9650132.254	707436.413
1760.00	5.00	5.730	35.911	17.955	123.838	30.828	9650130.647	707441.146
1765.00	5.00	5.730	41.640	20.820	120.973	35.544	9650129.522	707446.015
1770.00	5.00	5.730	47.370	23.685	118.109	40.171	9650128.888	707450.973
1775.00	5.00	5.730	53.100	26.550	115.244	44.697	9650128.752	707455.969
1780.00	5.00	5.730	58.829	29.415	112.379	49.113	9650129.115	707460.953
1781.89	1.89	2.164	60.993	30.496	111.297	50.748	9650129.382	707462.823
	CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE	CUMPLE

	NORTE	ESTE
PT	9650129.382	707462.823
PI	9650124.674	707433.753
PC	9650147.814	707415.540

RADIO CUMPLE

CURVA 12

Radio mínimo	30 m
Grado min de curva	38.197
Orientacion Inicial	63.5389 °
Orientacion Final	35.6606 °
Abscisa PI	1962.180
Coordenada PI (N)	9650158.206
Coordenada PI (E)	707640.798
Radio de Curvatura	50.000 m
Cuerda Unidad	5.000 m

1.109 rad ANGULO FINAL
0.622 rad INCREMENTO

CAMION 2 EJES:	7.5 m
N° carriles	2
Radio de curva	50.000 m
Velocidad	35 km/h
SOBREANCHO	1.6 m

Grado de curva calculado

Gc= 22.918

Elementos de la curva horizontal

G	5.730
Tangente	16.082 m
Cuerda Principal	30.620 m
Longitud de Curva	31.120 m
Secante Externa	2.523 m
Flecha	2.402 m

Abscisas

Abscisa (PC)	1946.098 m
Abscisa(PT)	1977.218 m

Coordenadas

Coordenadas (PC)	1.731 °
Norte	9650155.6347
Este	707624.9228

Coordenadas (PT)

Norte	9650151.040
Este	707655.196



Deflexión por metro

Deflexión cuerda	2.865
Deflexión metro	0.573

Cálculo de azimut

Ángulo interior	144.3394 °
Ángulo exterior	215.6606 °
Ángulo inicial	63.5389 °

Azimut= 279.200 = 99.200 99.200

Abscisa	Cuerda	Deflexión	Deflexión acum.	Deflexión/2	Azimut	D. larga	Coord. Norte	Coord. Este
1946.10	0.00	0	0	0	99.200	0.000	9650155.635	707624.923
1950.00	3.90	4.472	4.472	2.236	96.964	3.901	9650156.108	707628.795
1955.00	5.00	5.730	10.201	5.101	94.099	8.891	9650156.270	707633.791
1960.00	5.00	5.730	15.931	7.965	91.234	13.858	9650155.933	707638.777
1965.00	5.00	5.730	21.661	10.830	88.369	18.790	9650155.100	707643.705
1970.00	5.00	5.730	27.390	13.695	85.504	23.675	9650153.779	707648.525
1975.00	5.00	5.730	33.120	16.560	82.640	28.502	9650151.983	707653.190
1977.22	2.22	2.541	35.661	17.830	81.369	30.620	9650151.040	707655.196
CUMPLE				CUMPLE			CUMPLE	CUMPLE

	NORTE	ESTE
PT	9650151.040	707655.196
PI	9650158.206	707640.798
PC	9650155.635	707624.923

RADIO	CUMPLE
--------------	---------------

CURVA 13

Radio mínimo	30 m
Grado min de curva	38.197
Orientacion Inicial	8.1822 °
Orietacion Final	55.3566 °
Abscisa PI	2163.460
Coordenada PI (N)	9650068.055
Coordenada PI (E)	707821.921
Radio de Curvatura	60.000 m
Cuerda Unidad	5.000 m

0.143 rad ANGULO FINAL
0.966 rad INCREMENTO

CAMION 2 EJES:	7.5 m
N° carriles	2
Radio de curva	60.000 m
Velocidad	35 km/h
SOBREANCHO	1.4 m

Grado de curva calculado

Gc= 19.099

Elementos de la curva horizontal

G	4.775	
Tangente	31.472	m
Cuerda Principal	55.741	m
Longitud de Curva	57.969	m
Secante Externa	7.753	m
Flecha	6.866	m

Abscisas

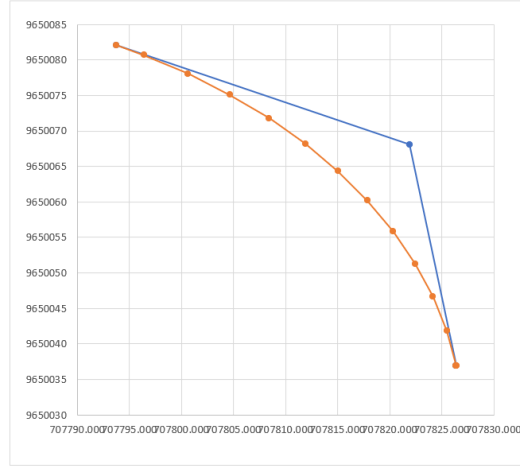
Abscisa (PC)	2131.99 m
Abscisa(PT)	2189.96 m

Coordenadas

Coordenadas (PC)	1.109 °
Norte	9650082.0782
Este	707793.7462

Coordenadas (PT)

Norte	9650036.903
Este	707826.3999



Deflexión por metro

Deflexión cuerda	2.387
Deflexión metro	0.477

Cálculo de azimut

Ángulo interior	124.6434 °
Ángulo exterior	235.3566 °
Ángulo inicial	8.1822 °

Azimut= 243.539 = 63.539 + 63.539

Abscisa	Cuerda	Deflexión	Deflexión acum.	Deflexión/2	Azimut	D. larga	Coord. Norte	Coord. Este
2131.99	0.00	0	0	0	63.539	0.000	9650082.078	707793.746
2135.00	3.01	2.876	2.876	1.438	62.101	3.011	9650080.669	707796.408
2140.00	5.00	4.775	7.651	3.825	59.713	8.006	9650078.041	707800.659
2145.00	5.00	4.775	12.425	6.213	57.326	12.986	9650075.068	707804.677
2150.00	5.00	4.775	17.200	8.600	54.939	17.944	9650071.770	707808.434
2155.00	5.00	4.775	21.975	10.987	52.552	22.871	9650068.172	707811.903
2160.00	5.00	4.775	26.749	13.375	50.164	27.758	9650064.297	707815.061
2165.00	5.00	4.775	31.524	15.762	47.777	32.597	9650060.172	707817.885
2170.00	5.00	4.775	36.299	18.149	45.390	37.379	9650055.827	707820.356
2175.00	5.00	4.775	41.073	20.537	43.002	42.097	9650051.292	707822.457
2180.00	5.00	4.775	45.848	22.924	40.615	46.741	9650046.597	707824.173
2185.00	5.00	4.775	50.622	25.311	38.228	51.304	9650041.776	707825.493
2190.00	5.00	4.775	55.397	27.699	35.840	55.778	9650036.861	707826.406
2189.96	-0.04	-0.041	55.356	27.678	35.861	55.740	9650036.900	707826.400
CUMPLE				CUMPLE			CUMPLE	CUMPLE

	NORTE	ESTE
PT	9650036.900	707826.400
PI	9650068.055	707821.921
PC	9650082.078	707793.746

RADIO	CUMPLE
--------------	---------------

Anexo 17 Curvas verticales

Curva 1: convexa

Velocidad de diseño	40 km/h
D. de visibilidad de parada	40 m
D. de visibilidad de rebasamiento	270 m

1. Cálculo de pendientes

Calcular el valor de las pendientes entre los puntos de quiebre de la rasante.

Pendiente entrante (m)	7.50%	5.2
Pendiente saliente (n)	-7.50%	-2.7
i	15.00%	

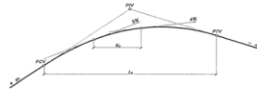


Figura 4.8 Coeficiente angular de una curva vertical

Valor de k da el valor máximo que debe tener la curvatura

2. Cálculo de la longitud de curva vertical

k=	4	Tabla 3
----	---	---------

Lv= 60.00 m

3. Longitud mínima de curva

$$L_{min} = 0.60 \cdot V_D^3$$

Lmin= 24.00 m

Longitud de curva **CUMPLE**

3. Abscisas de curvatura

PCV	50 m	30
PIV	80 m	3
PTV	110 m	-30

4. Cotas de curvatura

Cota PCV	2223.519 msnm
Cota PIV	2225.769 msnm
Cota PTV	2223.519 msnm

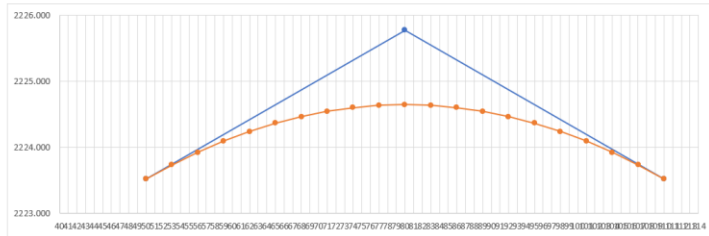
Figura 4.10 Curva vertical cóncava simétrica

$$\text{Abscisa PTV} = \text{Abscisa PIV} + \frac{L}{2} = K5 + 940 + 80 = K6 + 020$$

$$\text{Cota PCV} = \text{Cota PIV} - m \left(\frac{L}{2} \right) = 500 - 0.01(80) = 499.200\text{m}$$

$$\text{Cota PTV} = \text{Cota PIV} + n \left(\frac{L}{2} \right) = 500 + 0.06(80) = 504.800\text{m}$$

ENTRANTE		COTA	ABS
COTA 1	27	2223.744	53
COTA 2	24	2223.969	56
COTA 3	21	2224.194	59
COTA 4	18	2224.419	62
COTA 5	15	2224.644	65
COTA 6	12	2224.869	68
COTA 7	9	2225.094	71
COTA 8	6	2225.319	74
COTA 9	3	2225.544	77
SALIENTE		COTA	ABS
COTA 10	3	2225.544	83
COTA 11	6	2225.319	86
COTA 12	9	2225.094	89
COTA 13	12	2224.869	92
COTA 14	15	2224.644	95
COTA 15	18	2224.419	98
COTA 16	21	2224.194	101
COTA 17	24	2223.969	104
COTA 18	27	2223.744	107



CURVA

PUNTO	COTA	ABS	P. CORREGIDAS	C. CORREGIDAS
PCV	2223.519	50	0.0000	2223.519
COTA 1	2223.744	53	0.0113	2223.733
COTA 2	2223.969	56	0.0450	2223.924
COTA 3	2224.194	59	0.1013	2224.093
COTA 4	2224.419	62	0.1800	2224.239
COTA 5	2224.644	65	0.2813	2224.363
COTA 6	2224.869	68	0.4050	2224.464
COTA 7	2225.094	71	0.5513	2224.543
COTA 8	2225.319	74	0.7200	2224.599
COTA 9	2225.544	77	0.9113	2224.633
PIV	2225.769	80	1.1250	2224.644
COTA 10	2225.544	83	0.9113	2224.633
COTA 11	2225.319	86	0.7200	2224.599
COTA 12	2225.094	89	0.5513	2224.543
COTA 13	2224.869	92	0.4050	2224.464
COTA 14	2224.644	95	0.2813	2224.363
COTA 15	2224.419	98	0.1800	2224.239
COTA 16	2224.194	101	0.1013	2224.093
COTA 17	2223.969	104	0.0450	2223.924
COTA 18	2223.744	107	0.0113	2223.733
PTV	2223.519	110	0.0000	2223.519

$$y = \left(\frac{i}{2L} \right) x^2$$

Ev=	1.125	=	1.125	CUMPLE
-----	-------	---	-------	---------------

Curva 2: cóncava

Velocidad de diseño	40 km/h
D. de visibilidad de parada	40 m
D. de visibilidad de rebasamiento	270 m

1. Cálculo de pendientes

Calcular el valor de las pendientes entre los puntos de quiebre de la rasante.

Pendiente entrante (m)	-7.50%
Pendiente saliente (n)	10.00%
i	-17.50%

2. Cálculo de la longitud mínima de curva

k=	6	Tabla 3
----	---	---------

Lv= 105.00 m

3. Longitud mínima de curva

$$L_{min} = 0.60 \cdot V_D$$

Lmin= 24.00 m

Longitud de curva **CUMPLE**

3. Abscisas de curvatura

PCV	207.5 m	52.5
PIV	260 m	5.25
PTV	312.5 m	-52.5

4. Cotas de curvatura

Cota PCV	2216.205 msnm
Cota PIV	2212.267 msnm
Cota PTV	2217.517 msnm

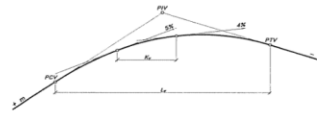


Figura 4.8 Coeficiente angular de una curva vertical

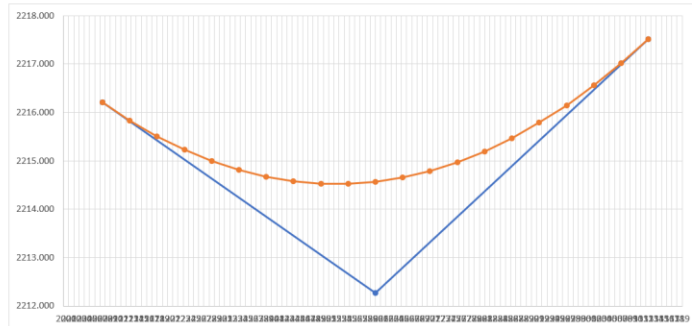
Figura 4.10 Curva vertical cóncava simétrica

$$\text{Abscisa PTV} = \text{Abscisa PIV} + \frac{L_v}{2} = K5 + 940 + 80 = K6 + 020$$

$$\text{Cota PCV} = \text{Cota PIV} - r \cdot \left(\frac{L_v}{2}\right) = 500 - 0.01(80) = 499.200\text{m}$$

$$\text{Cota PTV} = \text{Cota PIV} + r \cdot \left(\frac{L_v}{2}\right) = 500 + 0.06(80) = 504.800\text{m}$$

ENTRANTE		COTA	ABS
COTA 1	47.25	2215.8108	212.750
COTA 2	42	2215.417	218.000
COTA 3	36.75	2215.0233	223.250
COTA 4	31.5	2214.6295	228.500
COTA 5	26.25	2214.2358	233.750
COTA 6	21	2213.842	239.000
COTA 7	15.75	2213.4483	244.250
COTA 8	10.5	2213.0545	249.500
COTA 9	5.25	2212.6608	254.750
SALIENTE		COTA	ABS
COTA 10	5.25	2212.792	265.250
COTA 11	10.5	2213.317	270.500
COTA 12	15.75	2213.842	275.750
COTA 13	21	2214.367	281.000
COTA 14	26.25	2214.892	286.250
COTA 15	31.5	2215.417	291.500
COTA 16	36.75	2215.942	296.750
COTA 17	42	2216.467	302.000
COTA 18	47.25	2216.992	307.250



CURVA

PUNTO	COTA	ABS	P. CORREGIDAS	C. CORREGIDAS
PCV	2216.205	207.5	0.0000	2216.205
COTA 1	2215.811	212.75	-0.0230	2215.834
COTA 2	2215.417	218	-0.0919	2215.509
COTA 3	2215.023	223.25	-0.2067	2215.230
COTA 4	2214.630	228.5	-0.3675	2214.997
COTA 5	2214.236	233.75	-0.5742	2214.810
COTA 6	2213.842	239	-0.8269	2214.669
COTA 7	2213.448	244.25	-1.1255	2214.574
COTA 8	2213.055	249.5	-1.4700	2214.525
COTA 9	2212.661	254.75	-1.8605	2214.521
PIV	2212.267	260	-2.2969	2214.564
COTA 10	2212.792	265.25	-1.8605	2214.652
COTA 11	2213.317	270.5	-1.4700	2214.787
COTA 12	2213.842	275.75	-1.1255	2214.967
COTA 13	2214.367	281	-0.8269	2215.194
COTA 14	2214.892	286.25	-0.5742	2215.466
COTA 15	2215.417	291.5	-0.3675	2215.785
COTA 16	2215.942	296.75	-0.2067	2216.149
COTA 17	2216.467	302	-0.0919	2216.559
COTA 18	2216.992	307.25	-0.0230	2217.015
PTV	2217.517	312.5	0.0000	2217.517

$$y = \left(\frac{i}{2L_v}\right) x^2$$

Ev=	2.296875	=	2.296875	CUMPLE
-----	----------	---	----------	---------------

Curva 3: convexa

Velocidad de diseño	40 km/h
D. de visibilidad de parada	40 m
D. de visibilidad de rebasamiento	270 m

1. Cálculo de pendientes

Calcular el valor de las pendientes entre los puntos de quiebre de la rasante.

Pendiente entrante (m)	10.00%
Pendiente saliente (n)	2.50%
<i>l</i>	7.50%

2. Cálculo de la longitud mínima de curva

<i>k</i> =	4) Tabla 3
------------	-------------------

L_v= 30.00 m

3. Longitud mínima de curva

$$L_{min} = 0.60 \cdot V_D$$

L_{min}= 24.00 m

Longitud de curva **CUMPLE**

3. Abscisas de curvatura

PCV	463 m	15
PIV	478 m	1.5
PTV	493 m	-15

4. Cotas de curvatura

Cota PCV	2232.567 msnm
Cota PIV	2234.067 msnm
Cota PTV	2234.442 msnm

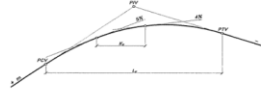


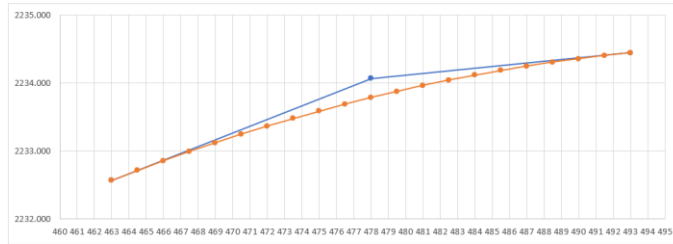
Figura 4.8 Coeficiente angular de una curva vertical

Valor de *k* da el valor máximo que debe tener la curvatura

Figura 4.10 Curva vertical concava simétrica

$$\begin{aligned} \text{Abscisa PTV} &= \text{Abscisa PIV} + \frac{L_v}{2} = K5 + 940 + 80 = K6 + 020 \\ \text{Cota PCV} &= \text{Cota PIV} - m \left(\frac{L_v}{2} \right) = 500 - 0.01(80) = 499.200\text{m} \\ \text{Cota PTV} &= \text{Cota PIV} + n \left(\frac{L_v}{2} \right) = 500 + 0.06(80) = 504.800\text{m} \end{aligned}$$

ENTRANTE		COTA	ABS
COTA 1	13.5	2232.717	464.5
COTA 2	12	2232.867	466
COTA 3	10.5	2233.017	467.5
COTA 4	9	2233.167	469
COTA 5	7.5	2233.317	470.5
COTA 6	6	2233.467	472
COTA 7	4.5	2233.617	473.5
COTA 8	3	2233.767	475
COTA 9	1.5	2233.917	476.5
SALIENTE		COTA	ABS
COTA 10	1.5	2234.1045	479.5
COTA 11	3	2234.142	481
COTA 12	4.5	2234.1795	482.5
COTA 13	6	2234.217	484
COTA 14	7.5	2234.2545	485.5
COTA 15	9	2234.292	487
COTA 16	10.5	2234.3295	488.5
COTA 17	12	2234.367	490
COTA 18	13.5	2234.4045	491.5



CURVA

PUNTO	COTA	ABS	P. CORREGIDAS	C. CORREGIDAS
PCV	2232.567	463	0.0000	2232.567
COTA 1	2232.717	464.5	0.0028	2232.714
COTA 2	2232.867	466	0.0113	2232.856
COTA 3	2233.017	467.5	0.0253	2232.992
COTA 4	2233.167	469	0.0450	2233.122
COTA 5	2233.317	470.5	0.0703	2233.247
COTA 6	2233.467	472	0.1013	2233.366
COTA 7	2233.617	473.5	0.1378	2233.479
COTA 8	2233.767	475	0.1800	2233.587
COTA 9	2233.917	476.5	0.2278	2233.689
PIV	2234.067	478	0.2813	2233.786
COTA 10	2234.105	479.5	0.2278	2233.877
COTA 11	2234.142	481	0.1800	2233.962
COTA 12	2234.180	482.5	0.1378	2234.042
COTA 13	2234.217	484	0.1013	2234.116
COTA 14	2234.255	485.5	0.0703	2234.184
COTA 15	2234.292	487	0.0450	2234.247
COTA 16	2234.330	488.5	0.0253	2234.304
COTA 17	2234.367	490	0.0113	2234.356
COTA 18	2234.405	491.5	0.0028	2234.402
PTV	2234.442	493	0.0000	2234.442

$$y = \left(\frac{l}{2L_v} \right) x^2$$

<i>E_v</i> =	0.28125	=	0.28125	CUMPLE
------------------------	---------	---	---------	---------------

Curva 4: cóncava

Velocidad de diseño	40 km/h
D. de visibilidad de parada	40 m
D. de visibilidad de rebasamiento	270 m

1. Cálculo de pendientes

Calcular el valor de las pendientes entre los puntos de quiebre de la rasante.

Pendiente entrante (m)	2.50%
Pendiente saliente (n)	8.50%
i	-6.00%

2. Cálculo de la longitud mínima de curva

k= 6 **Tabla 3**

Lv= 36.00 m

3. Longitud mínima de curva

$$L_{min} = 0.60 \cdot V_D$$

Lmin= 24.00 m

Longitud de curva **CUMPLE**

3. Abscisas de curvatura

PCV	622 m	18
PIV	640 m	1.8
PTV	658 m	-18

4. Cotas de curvatura

Cota PCV	2237.667 msnm
Cota PIV	2238.117 msnm
Cota PTV	2239.647 msnm

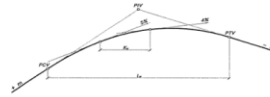


Figura 4.8 Coeficiente angular de una curva vertical

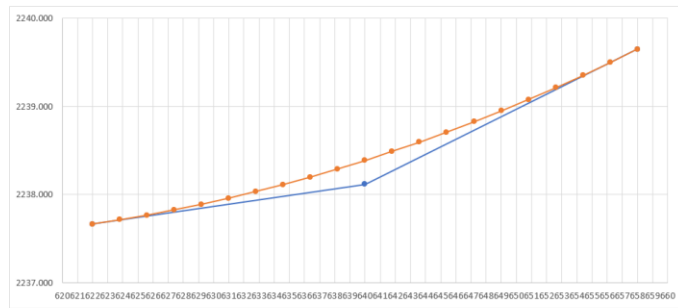
Figura 4.10 Curva vertical cóncava simétrica

$$\text{Abscisa PTV} = \text{Abscisa PIV} + \frac{L_v}{2} = K5 + 940 + 80 = K6 + 020$$

$$\text{Cota PCV} = \text{Cota PIV} - i \left(\frac{L_v}{2} \right) = 500 - 0.01(80) = 499.200\text{m}$$

$$\text{Cota PTV} = \text{Cota PIV} + n \left(\frac{L_v}{2} \right) = 500 + 0.06(80) = 504.800\text{m}$$

ENTRANTE	COTA	ABS
COTA 1	16.2	2237.712
COTA 2	14.4	2237.757
COTA 3	12.6	2237.802
COTA 4	10.8	2237.847
COTA 5	9	2237.892
COTA 6	7.2	2237.937
COTA 7	5.4	2237.982
COTA 8	3.6	2238.027
COTA 9	1.8	2238.072
COTA 10	1.8	2238.27
COTA 11	3.6	2238.423
COTA 12	5.4	2238.576
COTA 13	7.2	2238.729
COTA 14	9	2238.882
COTA 15	10.8	2239.035
COTA 16	12.6	2239.188
COTA 17	14.4	2239.341
COTA 18	16.2	2239.494



CURVA

PUNTO	COTA	ABS	P. CORREGIDAS	C. CORREGIDAS
PCV	2237.667	622	0.0000	2237.667
COTA 1	2237.712	623.8	-0.0027	2237.715
COTA 2	2237.757	625.6	-0.0108	2237.768
COTA 3	2237.802	627.4	-0.0243	2237.826
COTA 4	2237.847	629.2	-0.0432	2237.890
COTA 5	2237.892	631	-0.0675	2237.960
COTA 6	2237.937	632.8	-0.0972	2238.034
COTA 7	2237.982	634.6	-0.1323	2238.114
COTA 8	2238.027	636.4	-0.1728	2238.200
COTA 9	2238.072	638.2	-0.2187	2238.291
PIV	2238.117	640	-0.2700	2238.387
COTA 10	2238.270	641.8	-0.2187	2238.489
COTA 11	2238.423	643.6	-0.1728	2238.596
COTA 12	2238.576	645.4	-0.1323	2238.708
COTA 13	2238.729	647.2	-0.0972	2238.826
COTA 14	2238.882	649	-0.0675	2238.950
COTA 15	2239.035	650.8	-0.0432	2239.078
COTA 16	2239.188	652.6	-0.0243	2239.212
COTA 17	2239.341	654.4	-0.0108	2239.352
COTA 18	2239.494	656.2	-0.0027	2239.497
PTV	2239.647	658	0.0000	2239.647

$$y = \left(\frac{i}{2L} \right) x^2$$

Ev=	0.27	=	0.27	CUMPLE
-----	------	---	------	---------------

Curva 5: convexa

Velocidad de diseño	40 km/h
D. de visibilidad de parada	35 m
D. de visibilidad de rebasamiento	150 m

1. Cálculo de pendientes

Calcular el valor de las pendientes entre los puntos de quiebre de la rasante.

Pendiente entrante (m)	8.50%
Pendiente saliente (n)	1.50%
i	7.00%

2. Cálculo de la longitud mínima de curva

$k=$ 4 **Tabla 3**

$L_v=$ 28.00 m

3. Longitud mínima de curva

$$L_{min} = 0.60 \cdot V_D$$

$L_{min}=$ 24.00 m

Longitud de curva **CUMPLE**

3. Abscisas de curvatura

PCV	944 m	14
PIV	958 m	1.4
PTV	972 m	-14

4. Cotas de curvatura

Cota PCV	2263.957 msnm
Cota PIV	2265.147 msnm
Cota PTV	2265.357 msnm

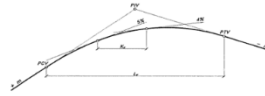
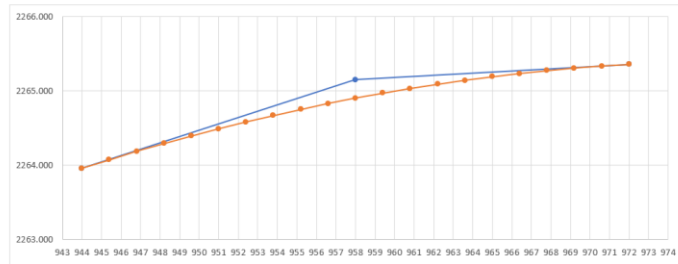


Figura 4.8 Coeficiente angular de una curva vertical

Figura 4.10 Curva vertical cóncava simétrica

$$\begin{aligned} \text{Abscisa PTV} &= \text{Abscisa PIV} + \frac{L_v}{2} = K5 + 940 + 80 = K5 + 020 \\ \text{Cota PCV} &= \text{Cota PIV} - r \left(\frac{L_v}{2} \right) = 500 - 0.01(80) = 499.200\text{m} \\ \text{Cota PTV} &= \text{Cota PIV} + r \left(\frac{L_v}{2} \right) = 500 + 0.06(80) = 504.800\text{m} \end{aligned}$$

ENTRANTE		COTA	ABS
COTA 1	12.6	2264.076	945.4
COTA 2	11.2	2264.195	946.8
COTA 3	9.8	2264.314	948.2
COTA 4	8.4	2264.433	949.6
COTA 5	7	2264.552	951
COTA 6	5.6	2264.671	952.4
COTA 7	4.2	2264.79	953.8
COTA 8	2.8	2264.909	955.2
COTA 9	1.4	2265.028	956.6
SALIENTE		COTA	ABS
COTA 10	1.4	2265.168	959.4
COTA 11	2.8	2265.189	960.8
COTA 12	4.2	2265.21	962.2
COTA 13	5.6	2265.231	963.6
COTA 14	7	2265.252	965
COTA 15	8.4	2265.273	966.4
COTA 16	9.8	2265.294	967.8
COTA 17	11.2	2265.315	969.2
COTA 18	12.6	2265.336	970.6



CURVA

PUNTO	COTA	ABS	P. CORREGIDAS	C. CORREGIDAS
PCV	2263.957	944	0.0000	2263.957
COTA 1	2264.076	945.4	0.0024	2264.074
COTA 2	2264.195	946.8	0.0098	2264.185
COTA 3	2264.314	948.2	0.0221	2264.292
COTA 4	2264.433	949.6	0.0392	2264.394
COTA 5	2264.552	951	0.0613	2264.491
COTA 6	2264.671	952.4	0.0882	2264.583
COTA 7	2264.790	953.8	0.1201	2264.670
COTA 8	2264.909	955.2	0.1568	2264.752
COTA 9	2265.028	956.6	0.1985	2264.830
PIV	2265.147	958	0.2450	2264.902
COTA 10	2265.168	959.4	0.1985	2264.970
COTA 11	2265.189	960.8	0.1568	2265.032
COTA 12	2265.210	962.2	0.1201	2265.090
COTA 13	2265.231	963.6	0.0882	2265.143
COTA 14	2265.252	965	0.0613	2265.191
COTA 15	2265.273	966.4	0.0392	2265.234
COTA 16	2265.294	967.8	0.0221	2265.272
COTA 17	2265.315	969.2	0.0098	2265.305
COTA 18	2265.336	970.6	0.0024	2265.334
PTV	2265.357	972	0.0000	2265.357

$$y = \left(\frac{i}{2L_v} \right) x^2$$

$E_v=$	0.245	=	0.245	CUMPLE
--------	-------	---	-------	---------------

Curva 6: cóncava

Velocidad de diseño	40 km/h
D. de visibilidad de parada	40 m
D. de visibilidad de rebasamiento	270 m

1. Cálculo de pendientes

Calcular el valor de las pendientes entre los puntos de quiebre de la rasante.

Pendiente entrante (m)	1.50%
Pendiente saliente (n)	11.50%
i	-10.00%

2. Cálculo de la longitud mínima de curva

k=	6 Tabla 3
----	-------------

Lv= 60.00 m

3. Longitud mínima de curva

$$L_{min} = 0.60 \cdot V_D^2$$

Lmin= 24.00 m

Longitud de curva **CUMPLE**

3. Abscisas de curvatura

PCV	1528 m	30
PIV	1558 m	3
PTV	1588 m	-30

4. Cotas de curvatura

Cota PCV	2273.679 msnm
Cota PIV	2274.129 msnm
Cota PTV	2277.579 msnm

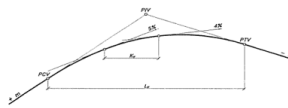


Figura 4.8 Coeficiente angular de una curva vertical

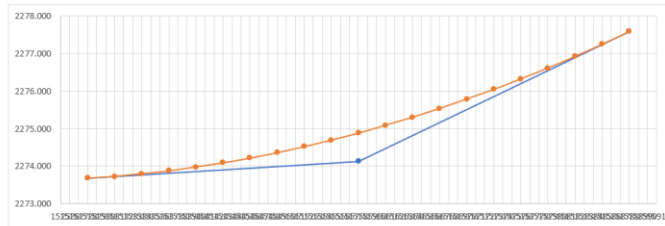
Figura 4.10 Curva vertical cóncava simétrica

$$\text{Abscisa PTV} = \text{Abscisa PIV} + \frac{L_v}{2} = K5 + 940 + 80 = K6 + 020$$

$$\text{Cota PCV} = \text{Cota PIV} - i \left(\frac{L_v}{2} \right) = 500 - 0.01(80) = 499.200\text{m}$$

$$\text{Cota PTV} = \text{Cota PIV} + n \left(\frac{L_v}{2} \right) = 500 + 0.06(80) = 504.800\text{m}$$

ENTRANTE	COTA	ABS
COTA 1	27	2273.724
COTA 2	24	2273.769
COTA 3	21	2273.814
COTA 4	18	2273.859
COTA 5	15	2273.904
COTA 6	12	2273.949
COTA 7	9	2273.994
COTA 8	6	2274.039
COTA 9	3	2274.084
SALIENTE	COTA	ABS
COTA 10	3	2274.474
COTA 11	6	2274.819
COTA 12	9	2275.164
COTA 13	12	2275.509
COTA 14	15	2275.854
COTA 15	18	2276.199
COTA 16	21	2276.544
COTA 17	24	2276.889
COTA 18	27	2277.234



CURVA

PUNTO	COTA	ABS	P. CORREGIDAS	C. CORREGIDAS
PCV	2273.679	1528	0.0000	2273.679
COTA 1	2273.724	1531	-0.0075	2273.732
COTA 2	2273.769	1534	-0.0300	2273.799
COTA 3	2273.814	1537	-0.0675	2273.882
COTA 4	2273.859	1540	-0.1200	2273.979
COTA 5	2273.904	1543	-0.1875	2274.092
COTA 6	2273.949	1546	-0.2700	2274.219
COTA 7	2273.994	1549	-0.3675	2274.362
COTA 8	2274.039	1552	-0.4800	2274.519
COTA 9	2274.084	1555	-0.6075	2274.692
PIV	2274.129	1558	-0.7500	2274.879
COTA 10	2274.474	1561	-0.6075	2275.082
COTA 11	2274.819	1564	-0.4800	2275.299
COTA 12	2275.164	1567	-0.3675	2275.532
COTA 13	2275.509	1570	-0.2700	2275.779
COTA 14	2275.854	1573	-0.1875	2276.042
COTA 15	2276.199	1576	-0.1200	2276.319
COTA 16	2276.544	1579	-0.0675	2276.612
COTA 17	2276.889	1582	-0.0300	2276.919
COTA 18	2277.234	1585	-0.0075	2277.242
PTV	2277.579	1588	0.0000	2277.579

$$y = \left(\frac{i}{2L_v} \right) x^2$$

Ev=	0.75	=	0.75	CUMPLE
-----	------	---	------	---------------

Curva 7: convexa

Velocidad de diseño	40 km/h
D. de visibilidad de parada	40 m
D. de visibilidad de rebasamiento	270 m

1. Cálculo de pendientes

Calcular el valor de las pendientes entre los puntos de quiebre de la rasante.

Pendiente entrante (m)	11.50%
Pendiente saliente (n)	4.50%
i	7.00%

2. Cálculo de la longitud mínima de curva

k= **Tabla 3**

Lv= 28.00 m

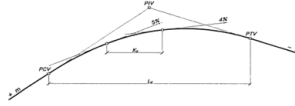


Figura 4.8 Coeficiente angular de una curva vertical

3. Longitud mínima de curva

$$L_{min} = 0.60 \cdot V_D$$

Lmin= 24.00 m

Longitud de curva **CUMPLE**

3. Abscisas de curvatura

PCV	1744 m	14
PIV	1758 m	1.4
PTV	1772 m	-14

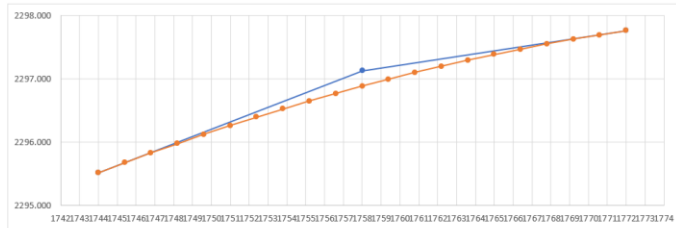
4. Cotas de curvatura

Cota PCV	2295.519 msnm
Cota PIV	2297.129 msnm
Cota PTV	2297.759 msnm

Figura 4.10 Curva vertical concava simétrica

$$\begin{aligned} \text{Abscisa PTV} &= \text{Abscisa PIV} + \frac{L_v}{2} = K5 + 940 + 80 = K6 + 020 \\ \text{Cota PCV} &= \text{Cota PIV} - m \left(\frac{L_v}{2} \right) = 500 - 0.01(80) = 499.200\text{m} \\ \text{Cota PTV} &= \text{Cota PIV} + n \left(\frac{L_v}{2} \right) = 500 + 0.06(80) = 504.800\text{m} \end{aligned}$$

ENTRANTE		COTA	ABS
COTA 1	12.6	2295.68	1745.4
COTA 2	11.2	2295.841	1746.8
COTA 3	9.8	2296.002	1748.2
COTA 4	8.4	2296.163	1749.6
COTA 5	7	2296.324	1751
COTA 6	5.6	2296.485	1752.4
COTA 7	4.2	2296.646	1753.8
COTA 8	2.8	2296.807	1755.2
COTA 9	1.4	2296.968	1756.6
SALIENTE		COTA	ABS
COTA 10	1.4	2297.129	1759.4
COTA 11	2.8	2297.255	1760.8
COTA 12	4.2	2297.318	1762.2
COTA 13	5.6	2297.381	1763.6
COTA 14	7	2297.444	1765
COTA 15	8.4	2297.507	1766.4
COTA 16	9.8	2297.57	1767.8
COTA 17	11.2	2297.633	1769.2
COTA 18	12.6	2297.696	1770.6



CURVA

PUNTO	COTA	ABS	P. CORREGIDAS	C. CORREGIDAS
PCV	2295.519	1744	0.0000	2295.519
COTA 1	2295.680	1745.4	0.0024	2295.678
COTA 2	2295.841	1746.8	0.0098	2295.831
COTA 3	2296.002	1748.2	0.0221	2295.980
COTA 4	2296.163	1749.6	0.0392	2296.124
COTA 5	2296.324	1751	0.0613	2296.263
COTA 6	2296.485	1752.4	0.0882	2296.397
COTA 7	2296.646	1753.8	0.1201	2296.526
COTA 8	2296.807	1755.2	0.1568	2296.650
COTA 9	2296.968	1756.6	0.1985	2296.770
PIV	2297.129	1758	0.2450	2296.884
COTA 10	2297.192	1759.4	0.1985	2296.994
COTA 11	2297.255	1760.8	0.1568	2297.098
COTA 12	2297.318	1762.2	0.1201	2297.198
COTA 13	2297.381	1763.6	0.0882	2297.293
COTA 14	2297.444	1765	0.0613	2297.383
COTA 15	2297.507	1766.4	0.0392	2297.468
COTA 16	2297.570	1767.8	0.0221	2297.548
COTA 17	2297.633	1769.2	0.0098	2297.623
COTA 18	2297.696	1770.6	0.0024	2297.694
PTV	2297.759	1772	0.0000	2297.759

$$y = \left(\frac{x}{2L_v} \right)^2$$

Ev=	0.245	=	0.245	CUMPLE
-----	-------	---	-------	---------------

Curva 8: convexa

Velocidad de diseño	40 km/h
D. de visibilidad de parada	40 m
D. de visibilidad de rebasamiento	270 m

1. Cálculo de pendientes

Calcular el valor de las pendientes entre los puntos de quiebre de la rasante.

Pendiente entrante (m)	4.50%
Pendiente saliente (n)	-2.50%
l	7.00%

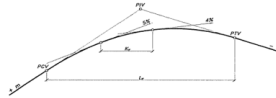


Figura 4.8 Coeficiente angular de una curva vertical

2. Cálculo de la longitud mínima de curva

k=	4	Tabla 3
-----------	----------	----------------

Lv= 28.00 m

3. Longitud mínima de curva

$$L_{min} = 0.60 \cdot V_D$$

Lmin= 24.00 m

Longitud de curva CUMPLE

3. Abscisas de curvatura

PCV	1924 m	1.4
PIV	1938 m	1.4
PTV	1952 m	-1.4

Figura 4.10 Curva vertical concava simétrica

$$\text{Abscisa PTV} = \text{Abscisa PIV} + \frac{L_v}{2} = K5 + 940 + 80 = K6 + 020$$

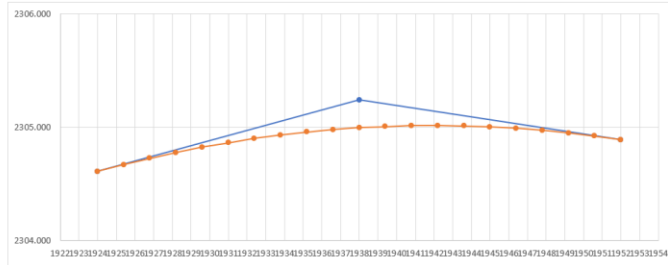
$$\text{Cota PCV} = \text{Cota PIV} - m \left(\frac{L_v}{2} \right) = 500 - 0.01(80) = 499.200\text{m}$$

$$\text{Cota PTV} = \text{Cota PIV} + n \left(\frac{L_v}{2} \right) = 500 + 0.06(80) = 504.800\text{m}$$

4. Cotas de curvatura

Cota PCV	2304.610 msnm
Cota PIV	2305.240 msnm
Cota PTV	2304.89 msnm

ENTRANTE		COTA	ABS
COTA 1	12.6	2304.673	1925.4
COTA 2	11.2	2304.736	1926.8
COTA 3	9.8	2304.799	1928.2
COTA 4	8.4	2304.862	1929.6
COTA 5	7	2304.925	1931
COTA 6	5.6	2304.988	1932.4
COTA 7	4.2	2305.051	1933.8
COTA 8	2.8	2305.114	1935.2
COTA 9	1.4	2305.177	1936.6
SALIENTE		COTA	ABS
COTA 10	1.4	2305.205	1939.4
COTA 11	2.8	2305.17	1940.8
COTA 12	4.2	2305.135	1942.2
COTA 13	5.6	2305.1	1943.6
COTA 14	7	2305.065	1945
COTA 15	8.4	2305.03	1946.4
COTA 16	9.8	2304.995	1947.8
COTA 17	11.2	2304.96	1949.2
COTA 18	12.6	2304.925	1950.6



CURVA

PUNTO	COTA	ABS	P. CORREGIDAS	C. CORREGIDAS
PCV	2304.610	1924	0.0000	2304.610
COTA 1	2304.673	1925.4	0.0024	2304.671
COTA 2	2304.736	1926.8	0.0098	2304.726
COTA 3	2304.799	1928.2	0.0221	2304.777
COTA 4	2304.862	1929.6	0.0392	2304.823
COTA 5	2304.925	1931	0.0613	2304.864
COTA 6	2304.988	1932.4	0.0882	2304.900
COTA 7	2305.051	1933.8	0.1201	2304.931
COTA 8	2305.114	1935.2	0.1568	2304.957
COTA 9	2305.177	1936.6	0.1985	2304.979
PIV	2305.240	1938	0.2450	2304.995
COTA 10	2305.205	1939.4	0.1985	2305.007
COTA 11	2305.170	1940.8	0.1568	2305.013
COTA 12	2305.135	1942.2	0.1201	2305.015
COTA 13	2305.100	1943.6	0.0882	2305.012
COTA 14	2305.065	1945	0.0613	2305.004
COTA 15	2305.030	1946.4	0.0392	2304.991
COTA 16	2304.995	1947.8	0.0221	2304.973
COTA 17	2304.960	1949.2	0.0098	2304.950
COTA 18	2304.925	1950.6	0.0024	2304.923
PTV	2304.890	1952	0.0000	2304.890

$$y = \left(\frac{l}{2L_v} \right) x^2$$

Ev=	0.245	=	0.245	CUMPLE
------------	--------------	----------	--------------	---------------

Curva 9: cóncava

Velocidad de diseño	40 km/h
D. de visibilidad de parada	40 m
D. de visibilidad de rebasamiento	270 m

1. Cálculo de pendientes

Calcular el valor de las pendientes entre los puntos de quiebre de la rasante.

Pendiente entrante (m)	-2.50%
Pendiente saliente (n)	4.00%
i	-6.50%

2. Cálculo de la longitud mínima de curva

k=	6	Tabla 3
----	---	---------

Lv= 39.00 m

3. Longitud mínima de curva

$$L_{min} = 0.60 + V_D$$

Lmin= 24.00 m

Longitud de curva **CUMPLE**

3. Abscisas de curvatura

PCV	2120.5 m	19.5
PIV	2140 m	1.95
PTV	2159.5 m	-19.5

4. Cotas de curvatura

Cota PCV	2300.488 msnm
Cota PIV	2300.000 msnm
Cota PTV	2300.780 msnm

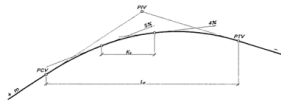


Figura 4.8 Coeficiente angular de una curva vertical

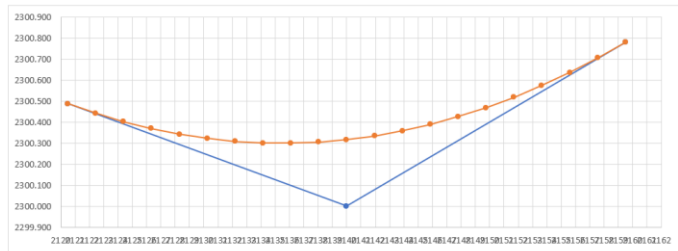
Figura 4.10 Curva vertical cóncava simétrica

$$\text{Abscisa PTV} = \text{Abscisa PIV} + \frac{L_v}{2} = K5 + 940 + 80 = K6 + 020$$

$$\text{Cota PCV} = \text{Cota PIV} - n \left(\frac{L_v}{2} \right) = 500 - 0.01(80) = 499.200\text{m}$$

$$\text{Cota PTV} = \text{Cota PIV} + n \left(\frac{L_v}{2} \right) = 500 + 0.06(80) = 504.800\text{m}$$

ENTRANTE		COTA	ABS
COTA 1	17.55	2300.4388	2122.45
COTA 2	15.6	2300.39	2124.4
COTA 3	13.65	2300.3413	2126.35
COTA 4	11.7	2300.2925	2128.3
COTA 5	9.75	2300.2438	2130.25
COTA 6	7.8	2300.195	2132.2
COTA 7	5.85	2300.1463	2134.15
COTA 8	3.9	2300.0975	2136.1
COTA 9	1.95	2300.0488	2138.05
SALIENTE		COTA	ABS
COTA 10	1.95	2300.078	2141.95
COTA 11	3.9	2300.156	2143.9
COTA 12	5.85	2300.234	2145.85
COTA 13	7.8	2300.312	2147.8
COTA 14	9.75	2300.39	2149.75
COTA 15	11.7	2300.468	2151.7
COTA 16	13.65	2300.546	2153.65
COTA 17	15.6	2300.624	2155.6
COTA 18	17.55	2300.702	2157.55







CURVA

PUNTO	COTA	ABS	P. CORREGIDAS	C. CORREGIDAS
PCV	2300.488	2120.5	0.0000	2300.488
COTA 1	2300.439	2122.45	-0.0032	2300.442
COTA 2	2300.390	2124.4	-0.0127	2300.403
COTA 3	2300.341	2126.35	-0.0285	2300.370
COTA 4	2300.293	2128.3	-0.0507	2300.343
COTA 5	2300.244	2130.25	-0.0792	2300.323
COTA 6	2300.195	2132.2	-0.1141	2300.309
COTA 7	2300.146	2134.15	-0.1553	2300.302
COTA 8	2300.098	2136.1	-0.2028	2300.300
COTA 9	2300.049	2138.05	-0.2567	2300.305
PIV	2300.000	2140	-0.3169	2300.317
COTA 10	2300.078	2141.95	-0.2567	2300.335
COTA 11	2300.156	2143.9	-0.2028	2300.359
COTA 12	2300.234	2145.85	-0.1553	2300.389
COTA 13	2300.312	2147.8	-0.1141	2300.426
COTA 14	2300.390	2149.75	-0.0792	2300.469
COTA 15	2300.468	2151.7	-0.0507	2300.519
COTA 16	2300.546	2153.65	-0.0285	2300.575
COTA 17	2300.624	2155.6	-0.0127	2300.637
COTA 18	2300.702	2157.55	-0.0032	2300.705
PTV	2300.780	2159.5	0.0000	2300.780

$$y = \left(\frac{i}{2L_v} \right) x^2$$

Ev=	0.316875	=	0.316875	CUMPLE
-----	----------	---	----------	---------------

Anexo 18 Evaluación de alcantarillas

	"SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PROYECTO VIAL CHICAN - Y DE UZHUPUD - CERTAG, PROVINCIA DEL AZUAY".		
Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas		N°01	
País	Provincia	Cantón	
Ecuador	Azuay	Girón	
ENTRADA			
	Coordenadas UTM		
	Norte:	9650197	
	Este:	706975	
	Cota invert:	2162.243	
	Estructura		
		SI	NO
	Cabezal		x
	Caja		x
	Observaciones		
	No cuenta con una estructura de hormigón.		
SALIDA			
	Coordenadas UTM		
	Norte:	9650542.98	
	Este:	707391.83	
	Cota invert:	2161.43	
	Estructura		
		SI	NO
	Cabezal		x
	Caja		x
	Observaciones		
	No cuenta con una estructura de hormigón.		
ALCANTARILLA			
Material	Longitud	Observaciones	
PVC	8 m		
Hormigón	Diametro		
Armico	900 mm		
		Sin observaciones.	



“SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PROYECTO VIAL CHICAN – Y DE UZHUPUD - CERTAG, PROVINCIA DEL AZUAY”.



Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas

N°02

Pais Ecuador	Provincia Azuay	Cantón Girón
------------------------	---------------------------	------------------------

ENTRADA



Coordenadas UTM

Norte:	9650553.899
Este:	707401.042
Cota invert:	2239.699

Estructura

	SI	NO
Cabezal		x
Caja		x

Observaciones

No cuenta con estructura de hormigón.

SALIDA



Coordenadas UTM

Norte:	9650549.757
Este:	707389.516
Cota invert:	2239.215

Estructura

	SI	NO
Cabezal		x
Caja		x

Observaciones

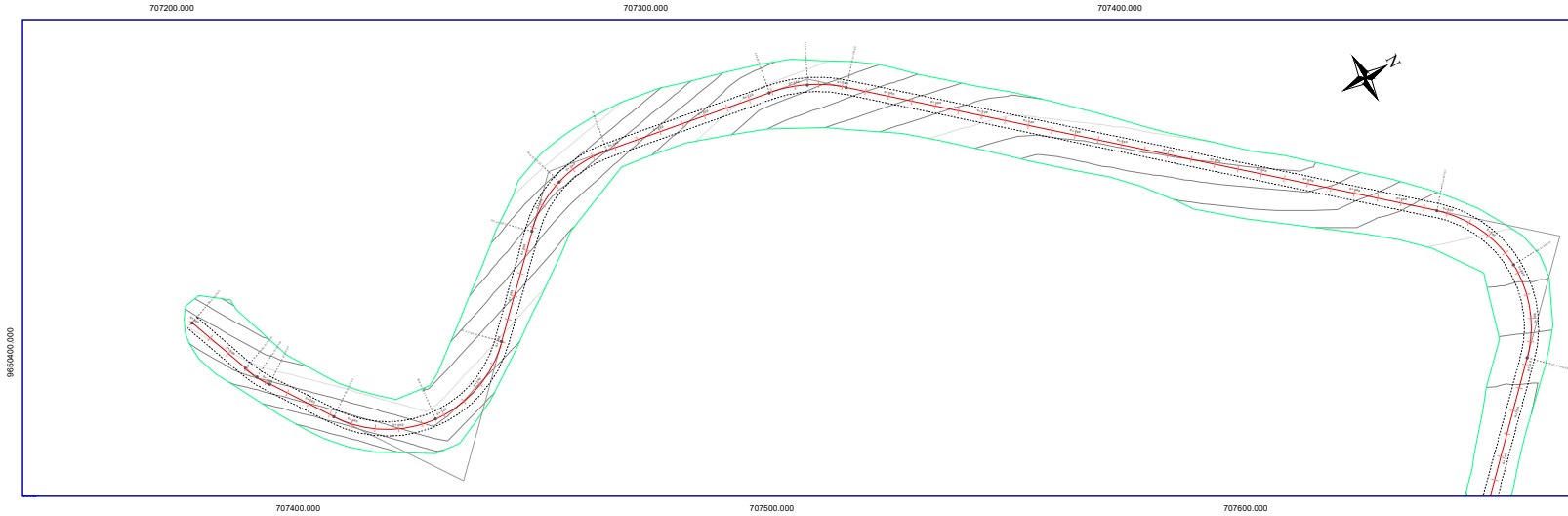
No cuenta con estructura de hormigón.

ALCANTARILLA

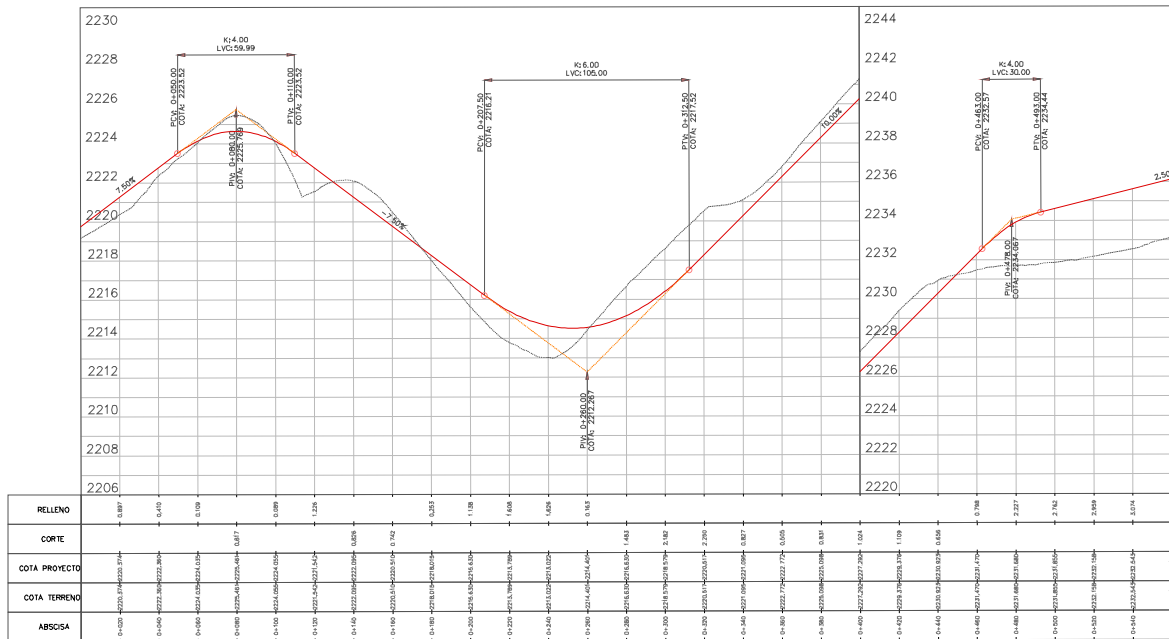
Material	Longitud	Observaciones
PVC	9 m	
Hormigón	Diametro	
Armico	900 mm	

Sin observaciones.

VISTA EN PLANTA
Esc 1:1000



PERFIL LONGITUDINAL 00+000.00 - 00+560.00
Esc H= 1:1000 Esc V= 1:100



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABSCISA 2+140 HASTA LA ABSCISA 4+280 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Girón, Azuay.

Abcísado: 0+000 - 0+560

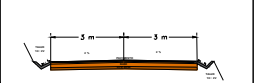
Proyecto de:
Bryam Rene Tacuri Tacuri
Jessica Magali Lojano Guzmán

Fecha: Enero, 2024

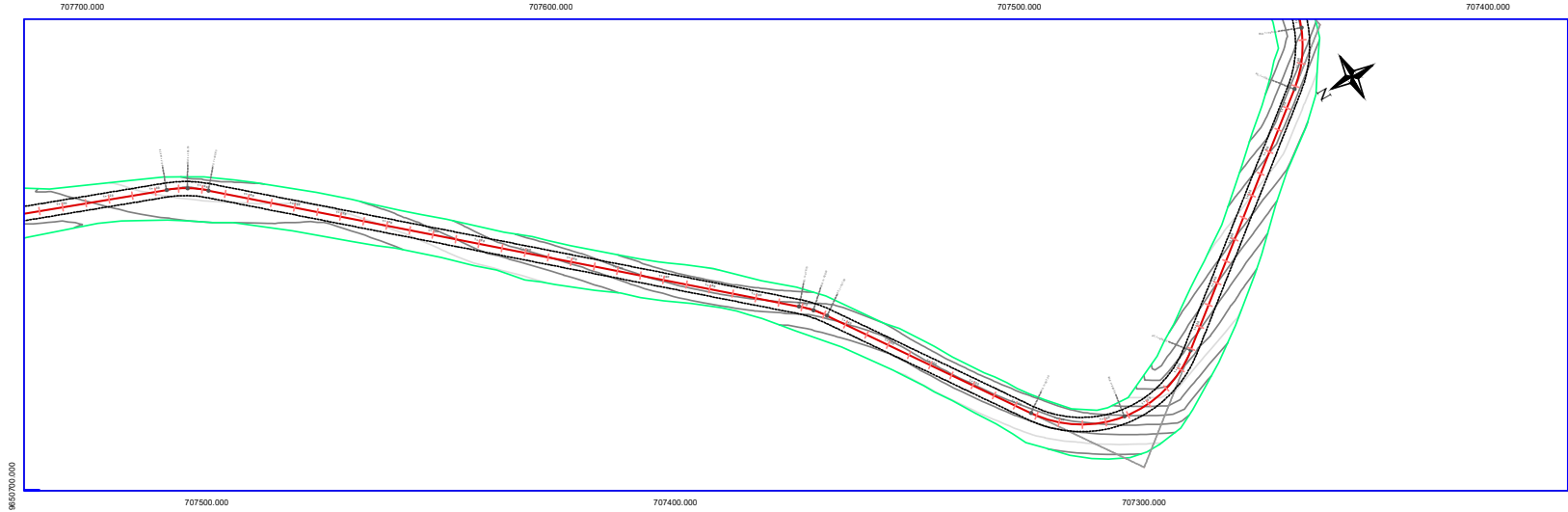
SIMBOLOGÍA

---	Calzada
—	Eje de vía
.....	Terreno natural
Pavimento: 3 in	
Estructura de pavimento: Base granular: 6 in	
Sub base granular: 6 in	
TOTAL: 15 in	

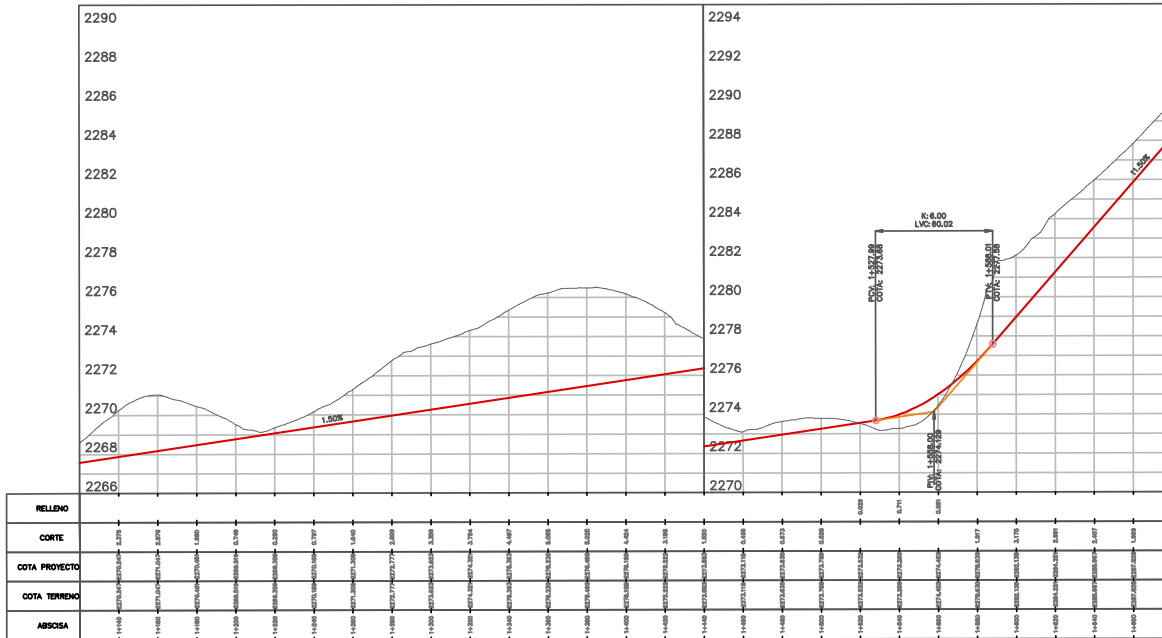
Sección Transversal
Esc 1:100



VISTA EN PLANTA
Esc 1:1000



PERFIL LONGITUDINAL 01+ 120.00 - 01+ 680.00
Esc H= 1:1000 Esc V= 1:100



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABCISCA 2+140 HASTA LA ABCISCA 4+280 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Girón, Azuay.

Abscisado: 1+120 - 1+680

Proyecto de:
Bryam Rene Tacuri Tacuri
Jessica Magali Lojano Guzmán

Fecha: Enero, 2024

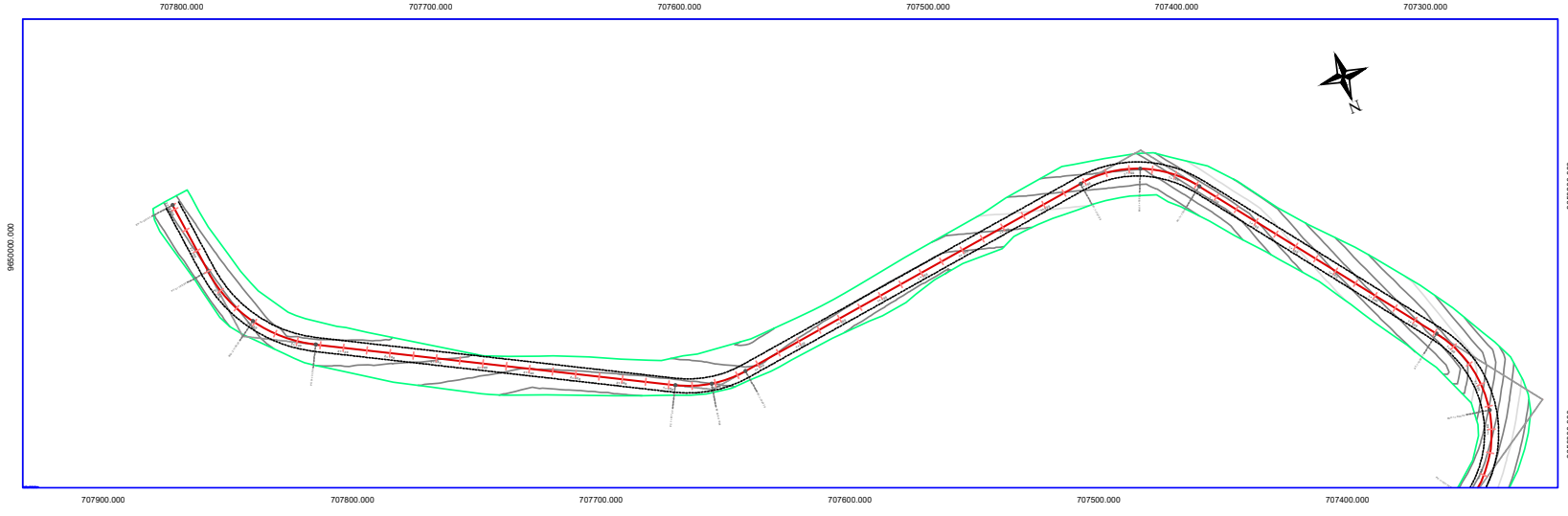
SIMBOLOGÍA

---	Calzada
—	Eje de vía
—	Terreno natural
—	Pavimento: 3 in
—	Base granular: 6 in
—	Sub base granular: 6 in
—	TOTAL: 15 in

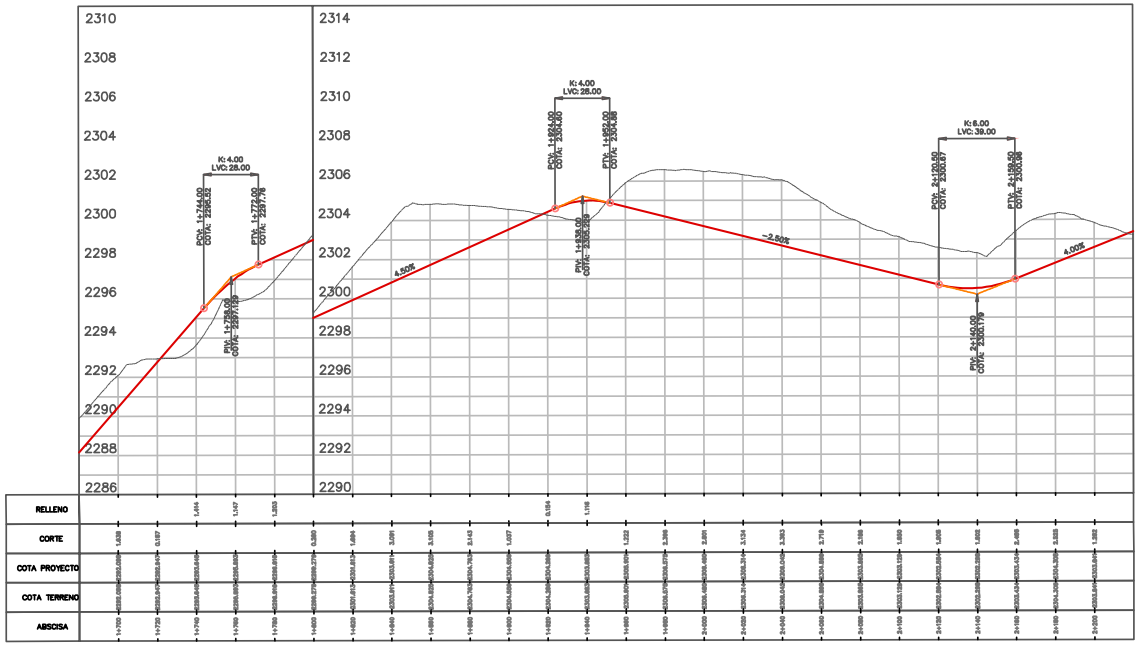
Sección Transversal
Esc 1:100

Lámina 3/4

VISTA EN PLANTA
Esc 1:1000



PERFIL LONGITUDINAL 01+ 680.00 - 02+ 220.00
Esc H= 1:1000 Esc V= 1:100



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABCISCA 2+140 HASTA LA ABCISCA 4+280 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Girón, Azuay.

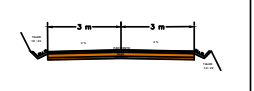
Abscisado: 1+680 - 2+240

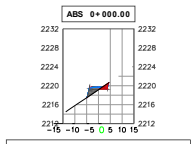
Proyecto de:
Bryam Rene Tacuri Tacuri
Jessica Magali Lojano Guzmán

Fecha: Enero, 2024

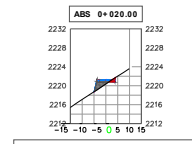
SIMBOLOGÍA	
---	Calzada
—	Eje de vía
—	Terreno natural
Estructura de pavimento	Pavimento: 3 in
	Base granular: 6 in
	Sub base granular: 6 in
	TOTAL: 15 in

Sección Transversal
Esc 1:100

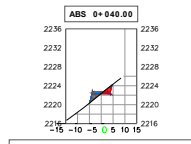




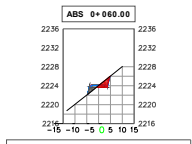
Material en Abscisa 0+000.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	2.11	0.00	0.00	
Ground Fill	3.85	0.00	0.00	



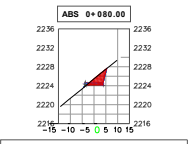
Material en Abscisa 0+020.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	1.16	32.66	32.66	
Ground Fill	5.41	92.64	92.64	



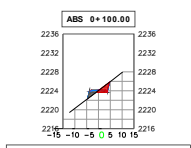
Material en Abscisa 0+040.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	3.53	48.27	60.93	
Ground Fill	3.60	87.54	160.18	



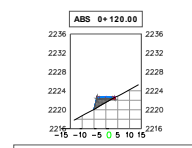
Material en Abscisa 0+060.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	5.07	87.37	168.30	
Ground Fill	2.28	58.53	236.71	



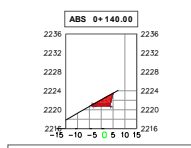
Material en Abscisa 0+080.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	11.78	172.29	342.59	
Ground Fill	0.20	24.24	262.95	



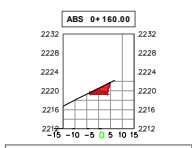
Material en Abscisa 0+100.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	5.07	175.46	516.05	
Ground Fill	1.98	20.38	283.53	



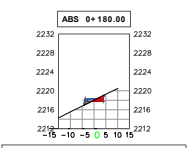
Material en Abscisa 0+120.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	0.18	55.08	571.13	
Ground Fill	7.20	87.41	370.73	



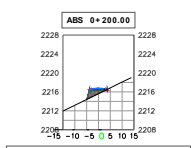
Material en Abscisa 0+140.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	11.07	115.67	686.80	
Ground Fill	0.00	68.92	439.65	



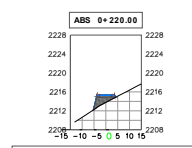
Material en Abscisa 0+160.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	10.19	218.18	904.98	
Ground Fill	0.00	0.01	439.67	



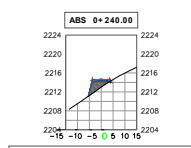
Material en Abscisa 0+180.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	2.94	131.32	1036.30	
Ground Fill	1.32	13.19	452.85	



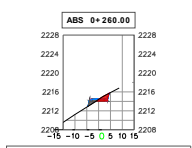
Material en Abscisa 0+200.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	0.13	30.73	1067.03	
Ground Fill	6.09	74.05	526.91	



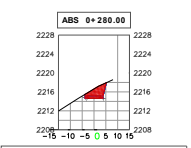
Material en Abscisa 0+220.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	0.00	1.29	1068.32	
Ground Fill	10.52	169.58	696.48	



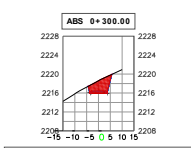
Material en Abscisa 0+240.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	0.01	0.07	1068.40	
Ground Fill	11.21	225.38	921.86	



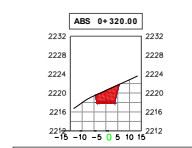
Material en Abscisa 0+260.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	3.97	38.29	1106.68	
Ground Fill	1.69	133.56	1055.43	



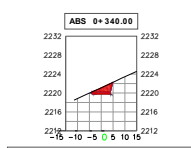
Material en Abscisa 0+280.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	16.61	205.83	1312.51	
Ground Fill	0.00	16.88	1072.31	



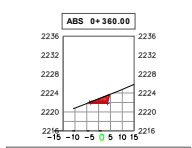
Material en Abscisa 0+300.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	23.28	399.03	1711.54	
Ground Fill	0.00	0.00	1072.31	



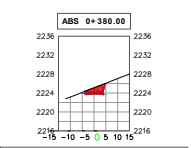
Material en Abscisa 0+320.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	24.11	474.01	2185.55	
Ground Fill	0.00	0.00	1072.31	



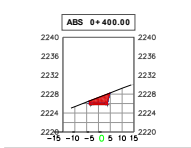
Material en Abscisa 0+340.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	10.87	346.95	2532.50	
Ground Fill	0.00	0.00	1072.31	



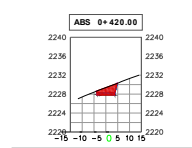
Material en Abscisa 0+360.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	7.93	184.49	2716.99	
Ground Fill	0.00	0.02	1072.33	



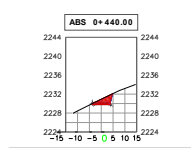
Material en Abscisa 0+380.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	10.87	185.75	2902.74	
Ground Fill	0.00	0.02	1072.35	



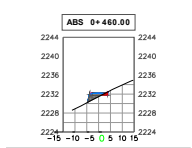
Material en Abscisa 0+400.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	12.37	230.44	3133.18	
Ground Fill	0.00	0.00	1072.35	



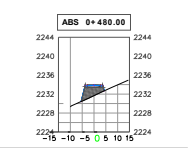
Material en Abscisa 0+420.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	13.08	254.47	3387.64	
Ground Fill	0.00	0.00	1072.35	



Material en Abscisa 0+440.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	9.39	224.61	3612.26	
Ground Fill	0.00	0.03	1072.38	



Material en Abscisa 0+460.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	0.85	102.32	3714.58	
Ground Fill	5.96	39.63	1112.00	



Material en Abscisa 0+480.00				
Material	Area	Volume	V. acumulado	
Ground Removed	0.00	8.47	3723.05	
Ground Fill	15.88	198.42	1310.42	



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABCSISA 2+140 HASTA LA ABCSISA 4+280 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Girón, Azuay.

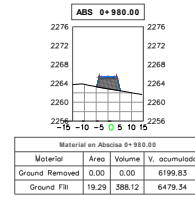
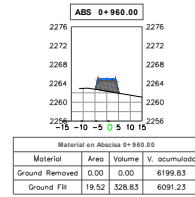
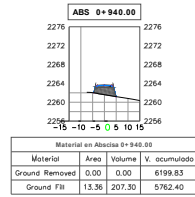
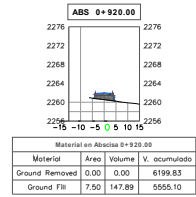
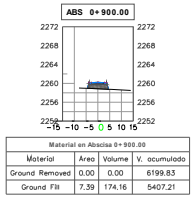
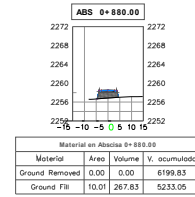
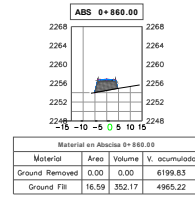
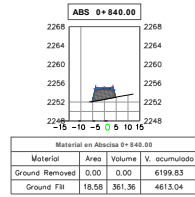
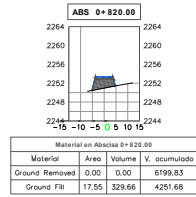
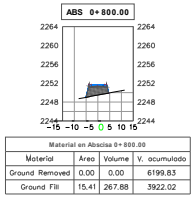
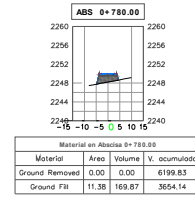
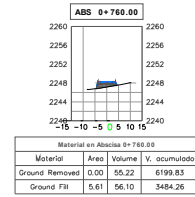
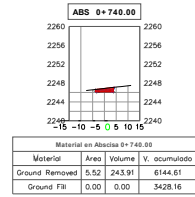
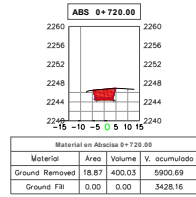
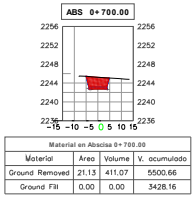
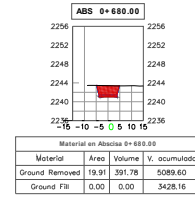
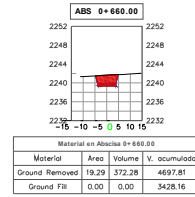
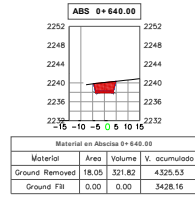
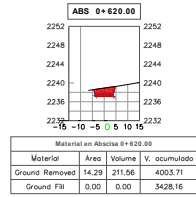
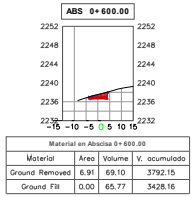
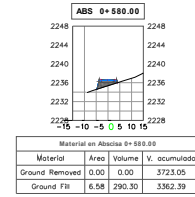
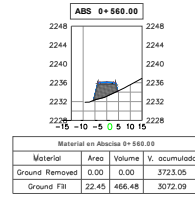
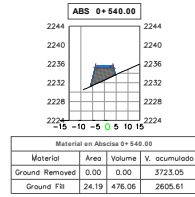
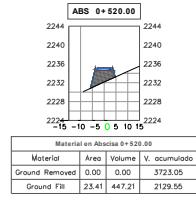
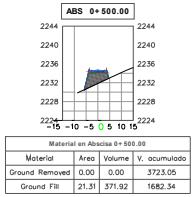
Abscisado: 0+000 - 0+480

Proyecto de:
Brayam Rene Tacuri Tacuri
Jessica Magali Lojano Guzmán

Fecha: Enero, 2024

SIMBOLOGÍA

	Corte
	Relleno
	Terreno
	Pavimento: 3 in
	Base granular: 6 in
	Sub base granular: 6 in
	TOTAL: 15 in



CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABSCISA 2+140 HASTA LA ABSCISA 4+280 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

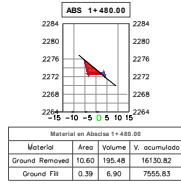
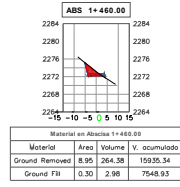
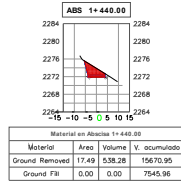
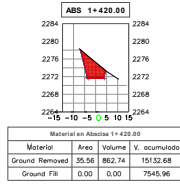
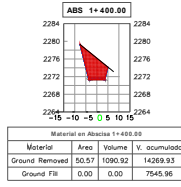
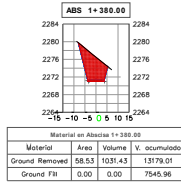
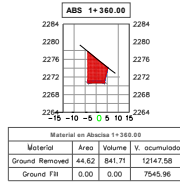
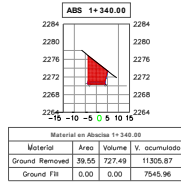
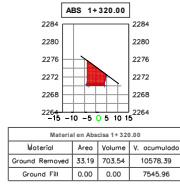
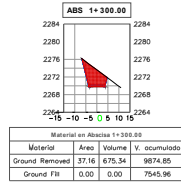
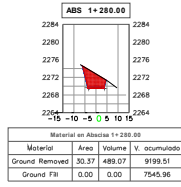
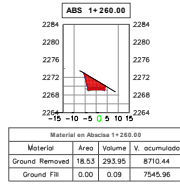
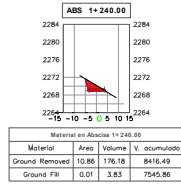
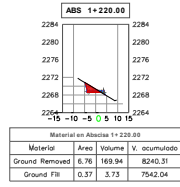
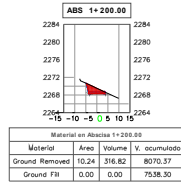
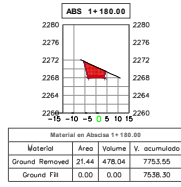
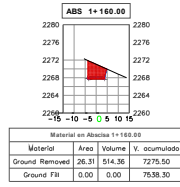
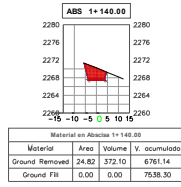
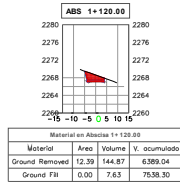
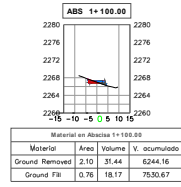
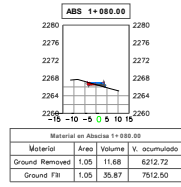
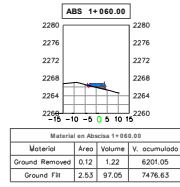
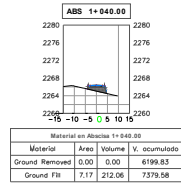
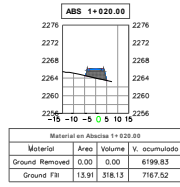
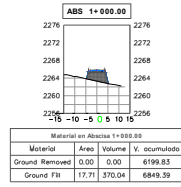
Ubicación: Girón, Azuay.

Abscisado: 0+500 - 0+980

Proyecto de:
Brayam Rene Tacuri Tacuri
Jessica Magali Lojano Guzmán

Fecha: Enero, 2024

SIMBOLOGÍA	
	Corte
	Relleno
	Terreno
Estructura de pavimento	Pavimento: 3 in
	Base granular: 6 in
	Sub base granular: 6 in
TOTAL: 15 in	



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABSCISA 2+140 HASTA LA ABSCISA 4+280 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

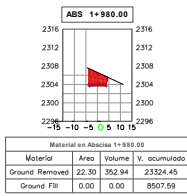
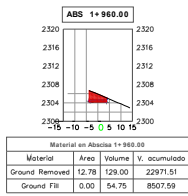
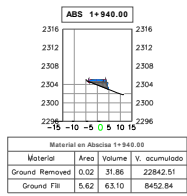
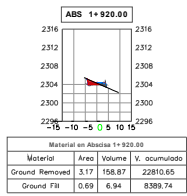
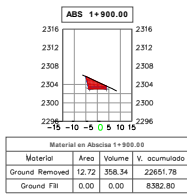
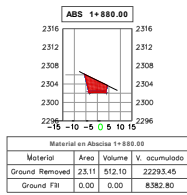
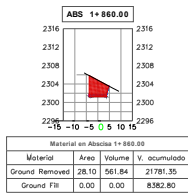
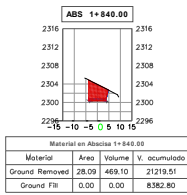
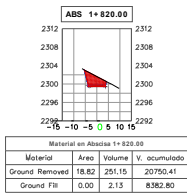
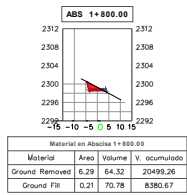
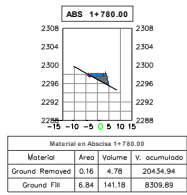
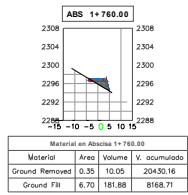
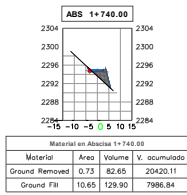
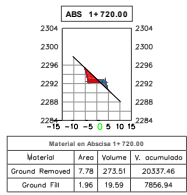
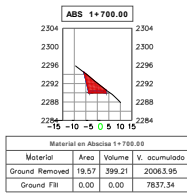
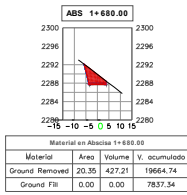
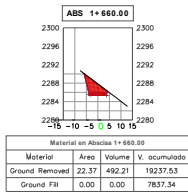
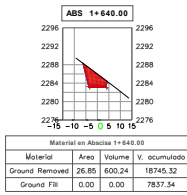
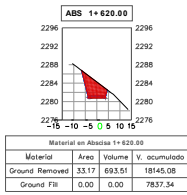
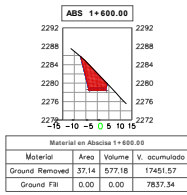
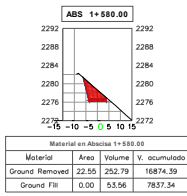
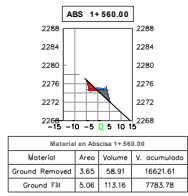
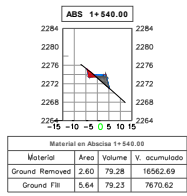
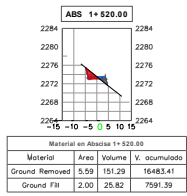
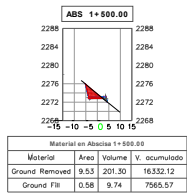
Ubicación: Girón, Azuay.

Abscisado: 1+000 - 1+480

Proyecto de:
Brayam Rene Tacuri Tacuri
Jessica Magali Lojano Guzmán

Fecha: Enero, 2024

SIMBOLOGÍA	
	Corte
	Relleno
	Terreno
	Pavimento: 3 in
	Base granular: 6 in
	Sub-base granular: 6 in
	TOTAL: 15 in



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO
Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA
GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA
ABSCISA 2+140 HASTA LA
ABSCISA 4+280 KM,
PERTENECIENTE AL CANTÓN
GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Girón, Azuay.

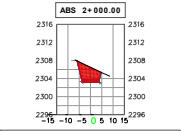
Abscisado: 1+500 - 1+980

Proyecto de:
Brayam Rene Tacuri Tacuri
Jessica Magali Lojano Guzmán

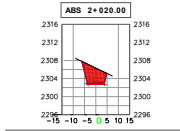
Fecha: Enero, 2024

SIMBOLOGÍA

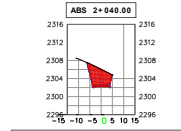
	Corte
	Relleno
	Terreno
	Pavimento: 3 in
	Base granular: 6 in
	Sub-base granular: 6 in
	TOTAL: 15 in



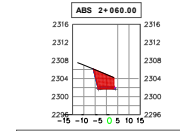
Material en Abscisa 2+000.00			
Material	Area	Volume	V. acumulado
Ground Removed	29.88	521.79	23846.24
Ground Fill	0.00	0.00	8507.59



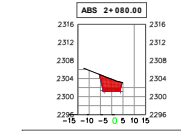
Material en Abscisa 2+020.00			
Material	Area	Volume	V. acumulado
Ground Removed	33.32	634.01	24482.25
Ground Fill	0.00	0.00	8507.59



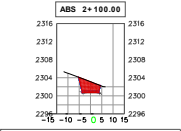
Material en Abscisa 2+040.00			
Material	Area	Volume	V. acumulado
Ground Removed	35.92	694.38	25174.63
Ground Fill	0.00	0.00	8507.59



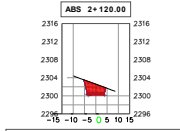
Material en Abscisa 2+060.00			
Material	Area	Volume	V. acumulado
Ground Removed	26.75	626.73	25807.36
Ground Fill	0.00	0.00	8507.59



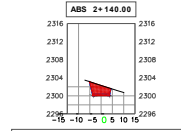
Material en Abscisa 2+080.00			
Material	Area	Volume	V. acumulado
Ground Removed	23.19	499.08	26306.44
Ground Fill	0.00	0.00	8507.59



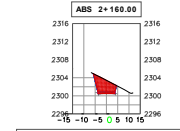
Material en Abscisa 2+100.00			
Material	Area	Volume	V. acumulado
Ground Removed	20.83	439.84	26746.27
Ground Fill	0.00	0.00	8507.59



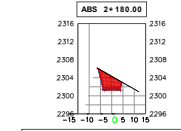
Material en Abscisa 2+120.00			
Material	Area	Volume	V. acumulado
Ground Removed	20.42	412.54	27158.81
Ground Fill	0.00	0.00	8507.59



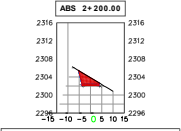
Material en Abscisa 2+140.00			
Material	Area	Volume	V. acumulado
Ground Removed	19.42	400.11	27562.92
Ground Fill	0.00	0.00	8507.59



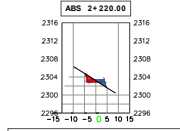
Material en Abscisa 2+160.00			
Material	Area	Volume	V. acumulado
Ground Removed	26.30	463.00	28015.92
Ground Fill	0.00	0.00	8507.59



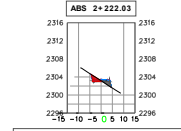
Material en Abscisa 2+180.00			
Material	Area	Volume	V. acumulado
Ground Removed	27.34	544.64	28560.56
Ground Fill	0.00	0.00	8507.59



Material en Abscisa 2+200.00			
Material	Area	Volume	V. acumulado
Ground Removed	14.99	427.05	28987.61
Ground Fill	0.00	0.00	8507.59



Material en Abscisa 2+220.00			
Material	Area	Volume	V. acumulado
Ground Removed	3.96	189.55	29177.16
Ground Fill	1.68	16.78	8524.36



Material en Abscisa 2+222.03			
Material	Area	Volume	V. acumulado
Ground Removed	3.34	7.41	29184.57
Ground Fill	2.20	3.94	8528.30



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA GIRÓN - CURIQUINGUE DE LA ABCISCA 2+140 HASTA LA ABCISCA 4+280 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Girón, Azuay.

Abscisado: 2+000 - 2+222

Proyecto de:
Brayam Rene Tacuri Tacuri
Jessica Magali Lojano Guzmán

Fecha: Enero, 2024

SIMBOLOGÍA	
	Corte
	Relleno
	Terreno
Estructura de pavimento	Pavimento: 3 in
	Base granular: 6 in
	Sub base granular: 6 in
	TOTAL: 15 in