



Facultad de Ciencia y Tecnología

Ingeniería Civil

**Evaluación y propuesta de mejora del tramo vial de 2.1 km de la vía a  
San Antonio de Gapal, ubicada en el cantón Cuenca, provincia del  
Azuay**

TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Autores:

Abad Contreras David Leonardo

Nivelo Noguera Iván Santiago

Director:

Ing. Pablo Andrés Carvallo Corral

Cuenca – Ecuador

2024

## **DEDICATORIA**

Dedicado a las personas que son mi mayor ejemplo y apoyo incondicional en la vida; mis hermanos Xavier y Karla. Siempre me han inspirado a ser mejor persona y me han guiado para ser un buen profesional. Gracias por siempre creer en mí. Gracias por todo su amor y consejos. Los amo.

**DAVID ABAD CONTRERAS**

Este trabajo se lo dedico a mi papá Wilson y mi mamá Betzabeth, que con su gran cariño e inenarrable apoyo me han brindado las herramientas necesarias para poder culminar una etapa más en mi vida.

**IVAN NIVEL NOGUERA**

## **AGRADECIMIENTO**

Primero, agradezco a Dios por la fuerza que me ha dado para superar los momentos más difíciles que se han presentado.

Agradezco a mi mamá, Elizabeth, por todo el esfuerzo descomunal que ha hecho para sacarme siempre adelante. Gracias por tanto mamá.

A mi papá, Arturo, por sus sabios consejos y apoyo en momentos difíciles. Gracias por estar ahí a pesar de la distancia.

Finalmente; agradezco a la persona que me ayudó durante todos estos años, mi novia Pamela. Eres mi luz, mi inspiración y mi aliento. Te amo.

**DAVID ABAD CONTRERAS**

Agradezco enormemente a mi padre y madre por poner su confianza y fe en mí a lo largo de este trayecto de mi vida. A su vez, agradezco a mis hermanas Daniela y Antonella por apoyarme innumerables veces en los momentos más complicados y cuando más lo necesitaba.

**IVAN NIVEL NOGUERA**

## **RESUMEN**

San Antonio de Gapal es una comunidad rural que posee dos vías que conectan con la zona urbana de Cuenca, una de ellas conecta con la vía a El Valle y la otra con la ciudadela Santa María del Vergel; en la primera existe un alto flujo vehicular con grandes tiempos de espera por lo cual se requiere una vía de desfogue. Debido a esto se decidió evaluar el tramo alternativo que conecta con la ciudadela y proponer un diseño basado en normativas nacionales e internacionales. Se obtuvo como resultado un TPDA de 1492 vehículos livianos equivalentes del año 2024 y con proyección de tráfico futuro de 3255 V. L. E. para el año 2049. Se realizó el levantamiento topográfico a lo largo de los 2.1 km de vía, para el diseño de pavimentos se realizó un ensayo de suelos de 4 calicatas obteniendo un CBR promedio de 5.87%. Como resultado se obtuvo una propuesta de mejora al diseño geométrico de la vía presentado en planos, y una alternativa de diseño de pavimentos flexible, dando como resultado más favorable una estructura de pavimento asfáltico con un espesor de capa de rodadura de 8cm, base y subbase de 20cm y un mejoramiento de 5cm.

**Palabras clave:** Diseño vial, Pavimentos, Estudio de suelos, Alineamiento, Tráfico, Topografía, Aforo vehicular.

## **ABSTRACT**

San Antonio de Gapal is a rural community with two routes connecting it to the urban area of Cuenca. One route connects to El Valle, and the other to the Santa María del Vergel neighborhood. The first route experiences heavy traffic with long waiting times, necessitating an alternative route. Consequently, an evaluation of the alternate route connecting to the neighborhood was undertaken, and a design based on national and international standards was proposed. The result was an AADT of 1492 light vehicle equivalents for 2024, with a projected future traffic of 3255 LVE for 2049. A topographic survey was conducted along the 2.1 km of road, and a soil test was performed on four boreholes, obtaining an average CBR of 5.87%. The result was an improvement proposal for the road's geometric design presented in plans, and an alternative flexible pavement design, with the most favorable result being an asphalt pavement structure with a wearing course thickness of 8cm, a base and sub-base of 20cm, and a subgrade improvement of 5cm.

**Keywords:** Road design, Pavements, Soil study, Alignment, Traffic, Topography, Traffic survey.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
1. ANÁLISIS DE ANTECEDENTES.....	2
1.1. Justificación.....	2
1.2. Descripción del área del proyecto.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Estado del arte.....	3
1.5. Alcance.....	4
1.6. Metodología.....	5
1.7. Delimitación del problema.....	5
1.7.1. Delimitación del contenido.....	5
1.7.2. Delimitación espacial y temporal.....	5
2. ESTUDIOS PREVIOS.....	7
2.1. Tráfico Promedio Diario Anual TPDA.....	7
2.2. TPDA: Método de los factores.....	10
2.2.1. Factor horario (Fh).....	10
2.2.2. Factor diario (Fd).....	10
2.2.3. Factor semanal (Fs).....	11
2.2.4. Factor mensual (Fm).....	11
2.3. Proyección del tráfico.....	11
2.3.1. Tráfico futuro $T_F$ .....	11
2.3.2. Tráfico actual $T_A$ .....	11
2.3.3. Incremento del tráfico IT.....	12
2.3.4. Crecimiento normal del tránsito (CNT).....	12
2.3.5. Tránsito generado (TG).....	13
2.3.6. Tránsito desarrollado (TD).....	13

2.3.7.	Cálculo de la tasa de crecimiento de vehículos .....	13
2.3.8.	Vehículo liviano equivalente .....	14
2.3.9.	Clasificación de la vía en función del tráfico proyectado .....	14
2.4.	Estudio de suelos .....	14
2.4.1.	Granulometría del suelo.....	15
2.4.2.	Límites de Atterberg.....	15
2.4.3.	Ensayos Proctor .....	15
2.4.4.	Ensayo CBR .....	15
3.	DISEÑO GEOMÉTRICO .....	17
3.1.	Levantamiento topográfico .....	17
3.2.	Características topográficas del terreno del proyecto .....	21
3.3.	Velocidad de diseño (Vd) .....	21
3.4.	Velocidad de circulación (Vc) .....	22
3.5.	Diseño horizontal .....	22
3.5.1.	Curva circular simple.....	23
3.5.2.	Relaciones geométricas que relacionan a los elementos de una curva circular simple .....	23
3.5.3.	Radio mínimo de curvatura horizontal .....	24
3.5.4.	Peralte (e).....	24
3.5.5.	Factor de fricción lateral (f).....	25
3.5.6.	Transición del peralte .....	25
3.5.7.	Longitud de transición .....	26
3.5.8.	Longitud de aplanamiento .....	26
3.5.9.	Tangente intermedia mínima .....	26
3.6.	Diseño vertical .....	26
3.6.1.	Distancia de visibilidad .....	26
3.6.2.	Distancia de la visibilidad de parada .....	27
3.6.3.	Distancia de visibilidad de adelantamiento .....	28
3.6.4.	Gradientes máximas y gradiente mínima .....	30
3.6.5.	Curvas verticales convexas.....	30
3.6.6.	Curvas verticales cóncavas.....	31
3.7.	Diseño transversal.....	32
3.7.1.	Calzada .....	32
3.7.2.	Espaldón o berma .....	33
3.7.3.	Corona .....	34
3.7.4.	Derecho de vía .....	34
3.7.5.	Plataforma.....	34

3.7.6.	Chaflán .....	35
3.7.7.	Rasante y subrasante.....	35
3.7.8.	Drenajes .....	35
3.7.9.	Taludes .....	35
4.	DISEÑO DE PAVIMENTOS .....	37
4.1.	Tipología de pavimentos.....	37
4.2.	Generalidades para la determinación de tipo de pavimento .....	37
4.3.	Periodo de diseño .....	37
4.4.	Tránsito .....	38
4.5.	Confiabilidad .....	39
4.6.	Serviciabilidad .....	39
4.7.	Desviación estándar .....	39
4.8.	Módulo de resiliencia.....	39
4.9.	Coeficiente de capas .....	40
4.10.	Coeficiente de drenaje.....	40
4.11.	Número estructural.....	41
5.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	42
5.1.	Aforo Volumen de tránsito .....	42
5.1.1.	Aforo vehicular Cámara 1: .....	42
5.1.2.	Aforo vehicular Cámara 2: .....	42
5.1.3.	Conteo automático Cámara 2 .....	43
5.2.	Obtención TPDA .....	43
5.2.1.	Obtención Factor horario.....	44
5.2.2.	Obtención Factor diario .....	44
5.2.3.	Obtención Factor semanal .....	44
5.2.4.	Obtención Factor mensual .....	45
5.2.5.	Obtención Factor Expansión .....	46
5.2.6.	TPDA <sub>2024</sub> .....	46
5.3.	Proyección de tránsito.....	46
5.3.1.	Resultados Crecimiento Normal del Tránsito .....	46
5.3.2.	Resultados TA .....	49
5.3.3.	Resultados IT .....	50
5.3.4.	Resultados Tráfico Futuro TF <sub>2049</sub> .....	50
5.3.5.	Resultados de clasificación según el tráfico proyectado .....	50
5.4.	Resultados ensayo de suelos .....	50
5.5.	Levantamiento topográfico .....	52

5.5.1.	Puntos levantados .....	52
5.5.2.	Características topográficas del terreno.....	52
5.6.	Resultados diseño horizontal .....	53
5.6.1.	Trazado de tangentes .....	53
5.6.2.	Superficie.....	53
5.6.3.	Velocidad de diseño, radios, peralte y fricción lateral .....	54
5.6.4.	Resumen diseño horizontal.....	56
5.7.	Resultados diseño vertical .....	57
5.7.1.	Distancia de visibilidad de parada.....	57
5.7.2.	Distancia de visibilidad de adelantamiento .....	58
5.7.3.	Longitud mínima de curvas verticales.....	58
5.7.4.	Gradientes longitudinales .....	58
5.7.5.	Resumen diseño vertical.....	58
5.8.	Resultados diseño transversal .....	59
5.9.	Resultados diseño de pavimentos .....	61
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
7.	LISTA DE REFERENCIAS .....	65
	ANEXOS.....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Coordenadas del proyecto .....	6
Tabla 2-1: Clasificación vehicular aforo .....	8
Tabla 2-2: Factor VLE para las vías rurales de Cuenca .....	14
Tabla 2-3: Clasificación en función del TF .....	14
Tabla 2-4: Límites de tamaño de suelos separados .....	15
Tabla 3-1: Clasificación según las características geométricas de la vía .....	21
Tabla 3-2: Velocidad de diseño Km/h.....	22
Tabla 3-3: Velocidad de circulación en Km/h.....	22
Tabla 3-4: Peralte máximo según su descripción .....	25
Tabla 3-5: Radios mínimos y recomendados en función de Vd, peralte (e) y coeficiente de fricción (f).....	25
Tabla 3-6: Gradiente longitudinal (i) en función de Vd.....	26
Tabla 3-7: Elementos de la distancia de visibilidad para rebasamiento en condiciones de seguridad para carreteras de dos carriles .....	29
Tabla 3-8: Velocidad de vehículos y distancia de rebasamiento mínima.....	29
Tabla 3-9: Distancias mínimas de visibilidad para el rebasamiento .....	30
Tabla 3-10: Gradientes longitudinales máximas en función de la clase de carretera.....	30
Tabla 3-11: Curvas verticales convexas mínimas en función de Vd – valores de kv ...	31
Tabla 3-12: Curvas verticales cóncavas mínimas en función de Vd – valores de kv.....	31
Tabla 3-13: Dimensiones de anchos de calzada .....	32
Tabla 3-14: Rango de pendiente de calzada .....	33
Tabla 3-15: Anchos mínimos de la calzada en vías de dos carriles .....	33
Tabla 3-16: Dimensión de anchos de bermas.....	34
Tabla 3-17: Gradiente para bermas, tipo de superficie.....	34
Tabla 4-1: Periodo de diseño en función del tipo de vía AASHTO-93.....	38
Tabla 4-2: Porcentaje de ESAL según el número de carriles en cada dirección.....	38
Tabla 4-3: Niveles sugeridos de confiabilidad para varias clasificaciones funcionales..	39
Tabla 4-4: Nivel de serviciabilidad final .....	39
Tabla 4-5: Módulo de resiliencia (MR) en función del CBR.....	39
Tabla 4-6: Espesores de capas de distintos materiales .....	40
Tabla 4-7: Calidad de drenaje según el tiempo esperado sobre una estructura de pavimento .....	41
Tabla 4-8: ESALS determinados para el proyecto .....	41
Tabla 4-9: Espesores de estratos de las capas de pavimento flexible.....	41
Tabla 5-1: Ejemplo de tabla utilizada para aforo vehicular.....	42
Tabla 5-2: Resumen aforo vehicular Cámara 1 .....	42
Tabla 5-3: Resumen aforo vehicular Cámara 2 .....	43
Tabla 5-4: Conteo automático Cámara 2 .....	43
Tabla 5-5: Resumen de aforo general de Cámara 2.....	44
Tabla 5-6: Obtención Fs .....	45
Tabla 5-7: Consumo de combustibles del cantón Cuenca 2023.....	45
Tabla 5-8: Resumen factores obtenidos .....	46
Tabla 5-9: Resultados TPDA 2024 vehículos livianos equivalentes.....	46
Tabla 5-10: Tasa de crecimiento de la población del Azuay.....	47
Tabla 5-11: Proyección de población para la provincia del Azuay.....	47
Tabla 5-12: Vehículos matriculados en Azuay.....	48
Tabla 5-13: Coeficiente de variabilidad $R^2$ .....	48

Tabla 5-14: Tasa de crecimiento vehicular provincia del Azuay .....	49
Tabla 5-15: Crecimiento Normal del Tránsito .....	49
Tabla 5-16: VLE del Crecimiento Normal del Tráfico .....	49
Tabla 5-17: Resultados del Tráfico Actual.....	49
Tabla 5-18: Resultados Incremento de Tránsito.....	50
Tabla 5-19: Tráfico futuro 2049 .....	50
Tabla 5-20: Consideraciones de diseño en base a la velocidad absoluta.....	54
Tabla 5-21: Radios mínimos usando valores límites de e y f.....	55
Tabla 5-22: Resultados de velocidades de diseño y radios .....	55
Tabla 5-23: Resumen de diseño horizontal .....	56
Tabla 5-24: Resultado distancia de visibilidad de parada .....	57
Tabla 5-25: Resultado distancia de visibilidad de adelantamiento .....	58
Tabla 5-26: Diseño geométrico vertical .....	59
Tabla 5-27: Taludes recomendables .....	60
Tabla 5-28: Valores elegidos para el cálculo de SN.....	61
Tabla 5-29: Coeficientes de drenaje para las capas del pavimento flexible.....	61
Tabla 5-30: Estratos y espesores del pavimento flexible a utilizarse .....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Sección curva de la vía .....	2
Figura 1-2: Exceso de gravilla.....	3
Figura 1-3: Vía del proyecto.....	6
Figura 2-1: Cámara utilizada para conteo vehicular.....	7
Figura 2-2: Ubicación puntos de observación .....	9
Figura 2-3: Vista de cámara, punto de observación 1 .....	9
Figura 2-4: Vista de cámara, punto de observación 2 .....	9
Figura 2-5: Relación esfuerzo de CBR.....	16
Figura 3-1: Estación total Nikon XS .....	17
Figura 3-2: Puntos de control para referenciar la estación .....	18
Figura 3-3: Armado y configuración de la estación .....	19
Figura 3-4: Puntos georreferenciados.....	20
Figura 3-5: Predios urbanos y rurales colindantes.....	20
Figura 3-6: Detalle de una curva circular simple .....	23
Figura 3-7: Visibilidad de parada y sus elementos.....	27
Figura 3-8: Distancia de visibilidad de adelantamiento de vehículo A.....	28
Figura 3-9: Elementos de sección transversal en corte y relleno .....	32
Figura 3-10: Componentes del talud de la vía.....	35
Figura 4-1: Comportamiento de la fuerza según el tipo de pavimento .....	37
Figura 5-1: Iteración correspondiente al valor más cercano a 1 de $R^2$ .....	48
Figura 5-2: Calicatas 1 y 3 a 1.50 metros de profundidad.....	51
Figura 5-3: Resultados límites de Atterberg de calicatas 1 y 3 .....	51
Figura 5-4: CBR% de las calicatas 1 y 3 .....	52
Figura 5-5: Trazado de tangentes .....	53
Figura 5-6: Creación de superficie, líneas de ruptura.....	54
Figura 5-7: Dimensiones de sección transversal .....	59
Figura 5-8: Cuneta Tipo .....	60
Figura 5-9: Diferentes secciones de la calzada.....	60

## INTRODUCCIÓN

El diseño geométrico y de pavimentos de vías es un aspecto crucial en la planificación y desarrollo de infraestructuras de transporte eficientes y seguras. La vía que conduce a San Antonio de Gapal, con una longitud de 2.1 km, representa una conexión indirecta vital entre la parroquia de El Valle y la ciudad de Cuenca. Actualmente, la alta demanda de tráfico en la vía principal al Valle exige la búsqueda de alternativas para reducir la congestión vehicular, y la mejora del tramo San Antonio de Gapal-Santa María del Vergel emerge como una opción viable.

Mejorar la calidad de esta vía no solo podría desviar parte del tráfico del Valle, reduciendo su volumen, sino también ofrecer un flujo vehicular más eficiente y seguro para ambos tramos. Ya que actualmente, la vía en cuestión se encuentra cubierta por una capa de fresado, careciendo de estudios esenciales como los topográficos, de suelos, hidráulicos y de tráfico, necesarios para un correcto diseño vial. Esta situación demanda la recolección de datos para evaluar y proponer mejoras a la configuración actual de la vía.

El área del proyecto comienza en la ciudadela Santa María del Vergel, un tramo inicial sin viviendas, y se extiende hasta la comunidad de San Antonio de Gapal, pasando por áreas residenciales y curvas cerradas con pendientes pronunciadas que carecen de señalización adecuada. Además, la presencia de gravilla suelta en ciertos tramos genera polvo, afectando la seguridad y calidad de vida de los usuarios y residentes cercanos.

El principal objetivo de este estudio es evaluar el tramo de 2.1 km de la vía a San Antonio de Gapal de acuerdo con la normativa del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). Para lograrlo, se determinarán los índices de Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de la vía, se realizará un levantamiento topográfico detallado, se analizará el estudio de suelos del área del proyecto, y se propondrán mejoras en el diseño geométrico y de pavimentos. Estos pasos permitirán desarrollar un diseño integral que aborde las necesidades actuales y futuras de la vía, asegurando una infraestructura vial segura y eficiente; siguiendo normativas técnicas locales e internacionales, incluyendo MTO, NEVI-12 y AASHTO.

Para cumplir con los objetivos planteados, se requerirán diseños geométricos precisos de la vía y la determinación de los espesores de las capas estructurales del pavimento, basados en estudios geotécnicos, topográficos y de tráfico. Normativas como la MOP (2003), aunque es útil, necesita complementarse con guías más actualizadas como AASHTO (2018) e INVIAS (2022) para un diseño geométrico y de pavimentos más preciso y actualizado.

## 1. ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

### 1.1. Justificación

La vía que conduce a San Antonio de Gapal, es una vía de 2.1 km que conecta de manera indirecta la parroquia de El Valle y la ciudad de Cuenca. Debido a la alta demanda de tráfico que existe en la vía al Valle es necesario buscar vías alternas para disminuir la congestión vehicular; siendo la vía del proyecto una de las opciones.

Por tal motivo, al mejorar la calidad del tramo vial que conduce desde San Antonio de Gapal a la ciudadela de Santa María del Vergel; es probable que parte del tráfico existente en la vía al Valle, se redirija al tramo de San Antonio de Gapal. Generando así una disminución del volumen de tráfico y proporcionando un flujo eficiente para ambos tramos viales.

Actualmente la vía del proyecto se encuentra constituida por una capa de fresado (pavimento reciclado). Adicionalmente, la vía carece de estudios topográficos, de suelos, hidráulicos, de tráfico, entre otros que son propios de un correcto diseño vial. Por esta problemática, es necesario levantar datos con la finalidad de poder evaluar el tramo y proponer una mejora a la configuración de la vía actual.

### 1.2. Descripción del área del proyecto

La vía inicia desde la ciudadela Santa María del Vergel, esta carece de viviendas en su primer kilómetro, después se encuentran casas establecidas a lo largo de la vía para finalmente conectar con la comunidad de San Antonio de Gapal. A lo largo de la vía existen varias curvas cerradas con pendientes pronunciadas que carecen de señalización tal y como se aprecia en la Figura 1-1.

Figura 1-1: *Sección curva de la vía*



*Fuente:* Elaboración propia

En ciertos tramos existe exceso de gravilla como se muestra en la Figura 1-2 que conjuntamente con el paso de los vehículos se genera polvo; estos son factores que no brindan una buena seguridad ni calidad de vida a los usuarios de vehículos, la comunidad y viviendas adyacentes a la vía.

Figura 1-2: Exceso de gravilla



Fuente: Elaboración propia

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar el tramo de 2.1 km de la vía a San Antonio de Gapal rigiéndonos bajo la normativa MOP.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar índices de Trafico Promedio Diario Anual de la vía a San Antonio de Gapal.
- Realizar el levantamiento topográfico de la vía a San Antonio de Gapal.
- Analizar el estudio de suelos del área del proyecto.
- Proponer una mejora del diseño geométrico y de pavimentos de la vía a San Antonio de Gapal.

### **1.4. Estado del arte**

El diseño de carreteras y pavimentos abarca la planificación, diseño y construcción de infraestructuras viales. Dentro de este campo se desarrollan investigaciones en diferentes campos para la mejora continua tanto de las carreteras como del diseño de pavimentos.

Entre las investigaciones que se desarrollan se puede encontrar campos de interés como: tecnologías innovadoras en el diseño y construcción, materiales sostenibles y resilientes, gestión de mantenimiento y rehabilitación, seguridad vial, y finalmente la integración de Tecnologías de Transporte Inteligente (ITS).

El diseño de carreteras y pavimentos es fundamental para la planificación y construcción de infraestructuras que garanticen una conectividad segura y eficiente entre dos puntos geográficos. El diseño de vías abarca la configuración y diseño de elementos geométricos

de una vía como son las curvas, peraltes, intersecciones, bombeo, cunetas, pendientes y entre otros que garanticen la seguridad y comodidad de los usuarios. Actualmente se realizan investigaciones centradas en la aplicación de medidas de diseño urbano orientadas a la incorporación de elementos de seguridad para proteger a los usuarios de la vía. Del mismo modo, existen investigaciones centradas en la optimización geométrica de la vía mediante técnicas de modelado y aplicación de criterios que se adaptan a las necesidades de diferentes variables como son el tráfico y el clima.

En cuanto al diseño de pavimentos, es el campo que abarca la selección de materiales adecuados y la configuración de las capas que conforman la estructura del pavimento para garantizar durabilidad y resistencia. Las investigaciones se enfocan en el desarrollo de mezclas asfálticas modificadas, técnicas de compactación, mezclas para la conformación de bases más resistentes y métodos para rehabilitar o prolongar la vida útil del pavimento.

La integración de ITS en el diseño de vías implica la aplicación de sistemas de control de tráfico adaptativo, sensores de vehículos para el análisis de capacidad de las vías, sistemas de información en tiempo real, entre otros. La implementación de estas investigaciones ayuda a mejorar la gestión y flujo del tráfico reduciendo la congestión vehicular y ofreciendo al usuario mayor seguridad vial.

En cuanto manuales y normas de diseño, en el Ecuador se aplica la MOP (2003) en el cual se dan las directrices y recomendaciones para el correcto diseño geométrico. El problema con este manual es su año de publicación, al ser antiguo no se encuentra actualizado en muchos criterios; por lo tanto, como referencia también se utiliza el manual de diseño estadounidense AASHTO (2018) que por su año de publicación sí se encuentra actualizado en definiciones importantes del diseño. Por otro lado, también se puede utilizar normas o guías internacionales donde las condiciones son parecidas al país, como el manual colombiano de diseño INVIAS (2022).

Si nos referimos a manuales o criterios de diseño de pavimentos nos podemos basar en la AASHTO (1993), que nos da fundamentos y criterios de pavimentos.

### **1.5. Alcance**

Para conseguir satisfacer los objetivos de evaluar y realizar una propuesta de mejora del tramo vial se requiere de diseños geométricos de la vía y espesores de las capas estructurales que constituyen un pavimento.

Para el diseño geométrico se necesita de estudios geotécnicos, topográficos y de tráfico. A su vez, para la determinación de las capas que conforman el pavimento, se requiere del cálculo del número estructural el cual se obtiene a partir de conocer los Ejes Equivalentes (por sus siglas en inglés, ESALs) de los vehículos que transitan por la vía a San Antonio de Gapal.

Estos procedimientos estarán regidos bajo normativas técnicas, tanto locales como internacionales. Entre las normativas que servirán de guía se encuentran: Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12) y *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO).

## **1.6. Metodología**

Se realizará un conteo vehicular de 7 días continuos para determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA). Posteriormente, se utilizará esta información para categorizar la vía, conocer los tipos de vehículos que transitan en esta y realizar el cálculo de las velocidades de diseño.

Para los estudios de suelo se realizarán calicatas conforme dicta la norma del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). Posteriormente, se llevarán las muestras para realizar los ensayos de laboratorio. Con los datos obtenidos en laboratorio se podrá determinar el Ensayo de Relación de Soporte de California (por sus siglas en inglés CBR) y otros parámetros que son necesarios para el diseño de la vía.

Es necesario obtener información precisa sobre el área de la vía, lo cual requiere la ejecución de un levantamiento topográfico en la zona designada del proyecto. Los datos recopilados en este proceso serán tabulados y procesados mediante software de diseño. Completado esto, se podrá dar inicio al diseño horizontal, vertical y transversal.

Con la información obtenida del TPDA y CBR, se calculará cada parámetro de diseño necesario para determinar el número estructural (SN). Con el SN calculado, se diseñará las capas estructurales del pavimento para que sean capaces de satisfacer las solicitudes de tráfico vehicular.

## **1.7. Delimitación del problema**

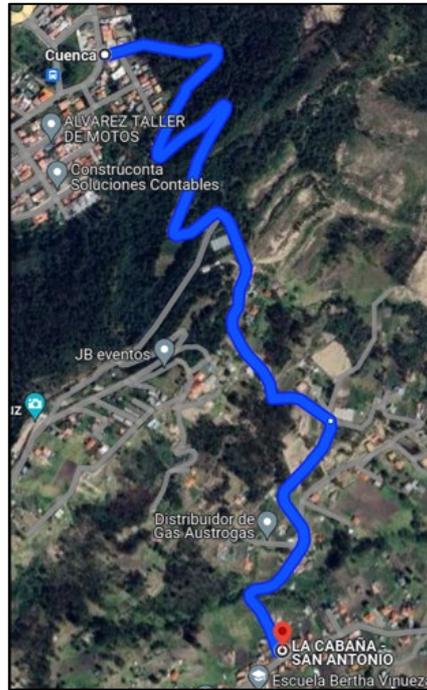
### **1.7.1. Delimitación del contenido**

El proyecto de los 2.1 km de la vía a San Antonio de Gapal abarca diversas subramas de la ingeniería civil como la topografía, hidráulica, mecánica de suelos, diseño de carreteras, análisis de tránsito y diseño de pavimentos.

### **1.7.2. Delimitación espacial y temporal**

El tramo del proyecto está comprendido entre las coordenadas que se aprecian en la Tabla 1-1, estas marcan el inicio y fin del trazado vial que se visualiza en la Figura 1-3.

Figura 1-3: *Vía del proyecto*



*Fuente:* Elaboración propia, Google Maps

Tabla 1-1: *Coordenadas del proyecto*

Descripción	Zona	Coordenada Este	Coordenada Norte
Punto inicio	17 S	723142.7	9677067.6
Punto fin	17 S	723455.6	9675934.9

*Fuente:* Elaboración propia

## 2. ESTUDIOS PREVIOS

### 2.1. Tráfico Promedio Diario Anual TPDA

Al realizar una evaluación y propuesta de diseño de la vía se consideran varios datos y factores entre los cuales, el tráfico en la vía es uno de estos. García, (2022) indica que el tráfico es un factor que incide en características del diseño como: número de carriles, pendientes de la vía y anchos de los elementos que componen a la misma.

En este caso, al ser una vía ya constituida, este dato influye para determinar la clasificación del tipo de vía; en base a esto se puede obtener otros criterios como la distancia de visibilidad, radio mínimo de curvas horizontales, velocidad de diseño y determinar las capas del pavimento. Esta información recopilada debe incluir los días y horas del conteo; así como una clasificación de los vehículos que transitan en carretera. Esto permitirá determinar el tráfico presente, así como estimar el tráfico futuro de la vía.

Debido a esto, este es el primer elemento del diseño que se calcula para la posterior determinación de otras características. Las MOP (2003) en su Capítulo 3 nos señala los sentidos del flujo vehicular en los cuales proceder a aforar; en este caso al ser una vía de dos sentidos se determina el tráfico en ambas direcciones.

Entre los factores a tomar en cuenta para realizar un aforo vehicular según las MOP (2003): el método, día, horario, clasificación vehicular y ubicación del punto de observación.

En cuanto al método a usar, se escogió el indicado en MOP (2003) llamado método de los factores el cual es reconocido y avalado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. Se definió realizar un conteo manual del tráfico observado, que debe ser de por lo menos 7 días seguidos en una semana.

Figura 2-1: Cámara utilizada para conteo vehicular



Fuente: Elaboración propia

Para facilitar el conteo manual se adquirió dos cámaras Xiaomi modelo AW200 como las que se aprecia en la Figura 2-1 los cuales facilitaron el proceso. Entre las ventajas de realizar el conteo a través de cámaras están: uso de la aplicación propia de la cámara, grabar el día transcurrido, guardar la información en tarjeta de memoria, respaldo de información en nube, facilidad de retroceder y acelerar el día grabado, y entre otras la

ventaja de no estar a la intemperie en cambios climáticos. Para la instalación de estas cámaras se solicitó el permiso de dos viviendas privadas en las cuales se nos dio el acceso a la red wifi y tomacorriente para la conexión.

El período de observación no debe verse afectado por eventos especiales por lo cual fue descartado que sea realizado en fechas de navidad, año nuevo e incluso fin de exámenes ya que pueden alterar los datos obtenidos. La fecha definida para el aforo fue la semana desde el martes 2 al lunes 8 de enero del 2024; esta fecha es justo después del feriado de fin de año y una semana antes de fin de exámenes, por lo que no será influenciada por estos eventos.

El horario de observación debe ser mínimo de 12 horas. Se determinó que sea entre las 06:00 am y las 07:00 pm (13 horas continuas) ya que son horarios que abarcan horas de salida y retorno de las actividades diarias. Se tomó intervalos de 15 minutos para tener un mejor control y eficiencia en el conteo.

En la clasificación vehicular se decidió diferenciar los vehículos según la Tabla 2-1:

Tabla 2-1: *Clasificación vehicular aforo*

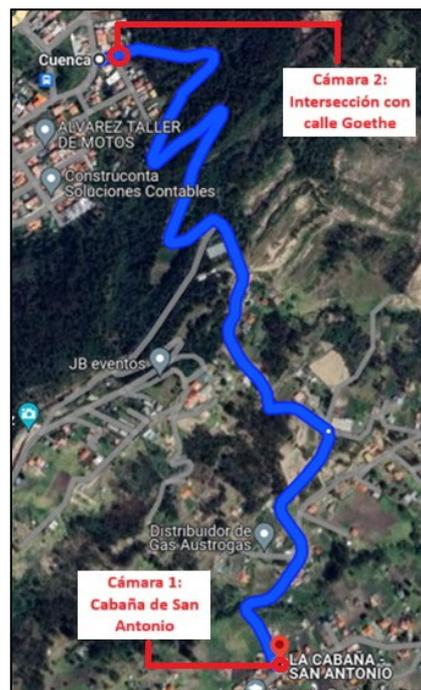
Coches	Sedán
	SUV
	Camioneta
Motos	Motonetas
	Motos
Buses	Urbanos
	Escolares
	Rurales
2D	Camión 2 ejes pequeño
2DA	Camión 2 ejes mediano
2DB	Camión 2 ejes grande
V3A	Volqueta de tres ejes 10 - 14 m <sup>3</sup>
V2DB	Volqueta de dos ejes 8 m <sup>3</sup>

*Fuente:* Elaboración propia

Para decidir la ubicación del punto de observación se debe tomar en cuenta en que tramos de la vía se puede encontrar un mayor volumen vehicular. Al ser una vía que conecta la zona rural con la urbana, no se definió únicamente por solo un punto de aforo.

En este caso se determinó por dos puntos de observación, los cuales son estratégicos al ser la entrada y salida tanto de San Antonio de Gapal como de la ciudadela Santa María del Vergel. Siendo los de la Figura 2-2 los puntos de interés ya que son los que conectan para ser una vía de desfogue del tráfico existente en la Vía al Valle.

Figura 2-2: Ubicación puntos de observación



Fuente: Elaboración propia, Google Maps

Como podemos observar en la Figura 2-3 y Figura 2-4 se indican las líneas determinadas para hacer el control del conteo vehicular:

Figura 2-3: Vista de cámara, punto de observación 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-4: Vista de cámara, punto de observación 2



Fuente: Elaboración propia

## 2.2. TPDA: Método de los factores

Como se mencionó anteriormente, el método de los factores es un procedimiento avalado por el MTOP en el cual se calcula un factor de expansión que afecta al tráfico observado durante 12 horas, obteniendo como resultado el TPDA. Expresado por la Ecuación 2-1 dado por MOP (2003).

$$TPDA_{2024} = T_O \cdot FE \quad \text{Ecuación 2-1}$$

Donde;

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual

T<sub>O</sub>: Tráfico observado

FE: Factor de Expansión

De la misma forma el Factor de Expansión es el resultado de multiplicar factores de corrección de tráfico siendo la Ecuación 2-2 dado por MOP (2003):

$$FE = F_h \cdot F_d \cdot F_s \cdot F_m \quad \text{Ecuación 2-2}$$

Donde;

FE: Factor de Expansión

F<sub>h</sub>: Factor horario

F<sub>d</sub>: Factor diario

F<sub>s</sub>: Factor semanal

F<sub>m</sub>: Factor mensual

### 2.2.1. Factor horario (F<sub>h</sub>)

Nos permite convertir de tráfico observado en un tiempo determinado a un volumen de tráfico diario. Se obtiene mediante la Ecuación 2-3 dado por MOP (2003).

Ecuación 2-3

$$F_h = \frac{\text{Tráfico del día del conteo automático del día del conteo automático}}{\text{Tráfico del conteo automático del periodo del conteo manual}}$$

En el nuestro caso, al ser un conteo durante las 24 horas, el factor F<sub>h</sub> es 1.

### 2.2.2. Factor diario (F<sub>d</sub>)

Convierte de volumen de tráfico diario a un volumen de tráfico semanal. Se obtiene mediante la Ecuación 2-4 dado por MOP (2003).

Ecuación 2-4

$$F_d = \frac{\text{Promedio diario de una semana del conteo automático}}{\text{Conteo automático total del día que se realizó el conteo manual}}$$

En el nuestro caso, al ser un conteo durante 7 días seguidos, el factor F<sub>d</sub> es 1.

### 2.2.3. Factor semanal (Fs)

Convierte de volumen de tráfico semanal a un volumen de tráfico mensual. Se obtiene mediante la Ecuación 2-5 o la Ecuación 2-6 dado por MOP (2003).

Ecuación 2-5

$$F_s = \frac{\text{Promedio del tráfico semanal del conteo automático}}{\text{Conteo automático de la semana que contiene el día del conteo manual}}$$

O mediante:

Ecuación 2-6

$$F_s = \frac{\frac{\text{Número de días del mes correspondiente al conteo}}{\text{Número de días que conforman una semana (7)}}}{\text{Número de semanas que conforman un mes (4)}}$$

### 2.2.4. Factor mensual (Fm)

Convierte de volumen de tráfico mensual a un volumen de tráfico anual. Se obtiene mediante la Ecuación 2-7 dado por MOP (2003).

Ecuación 2-7

$$F_m = \frac{\text{Consumo promedio mensual de combustibles al año}}{\text{Consumo total del mes que contenga al día del conteo manual}}$$

## 2.3. Proyección del tráfico

Una vez obtenido el TPDA este debe ser proyectado para que la obra a realizarse tenga una vida útil según los años que los recursos disponibles permitan. Los componentes que conforman la proyección del tráfico serán explicados a continuación basados en la MOP (2003).

### 2.3.1. Tráfico futuro $T_F$

El tráfico de diseño futuro  $T_F$  se debe constar de la sumatoria del tráfico de diseño del año del inicio de los estudios realizados, más los años que se demore la licitación y más los años que se requiere que la vía esté en operación. Según la Ecuación 2-8 dado por MOP (2003):

$$T_F = T_A + IT \quad \text{Ecuación 2-8}$$

Donde;

$T_F$ : Tráfico futuro

$T_A$ : Tráfico actual

IT: Incremento de tráfico

### 2.3.2. Tráfico actual $T_A$

El tráfico actual es aquel que será usado en el proyecto para entrar a servicio. Está compuesto de la siguiente manera, según la Ecuación 2-9 dado por MOP (2003):

$$T_A = T_E + T_{At} \quad \text{Ecuación 2-9}$$

Donde;

$T_A$ : Tráfico actual

$T_E$ : Tráfico existente

$T_{At}$ : Tráfico atraído

En el caso de ser una nueva vía el tráfico actual se compone únicamente del tráfico atraído, pero en este caso al ser una vía ya consolidada se considera principalmente el tráfico existente.

Para el cálculo del tránsito atraído se debe conocer el origen destino de los vehículos, la existencia de vías saturadas existentes y la atracción que conllevaría el proyecto. Entre los factores que pueden determinar la atracción de una vía están: la mejora de tiempos en llegar al destino; las distancias a recorrerse; la seguridad y comodidad que proporciona la vía; las características geométricas como curvas y velocidades permitidas.

En este proyecto no se considera el tránsito atraído debido a que la vía no cuenta con los suficientes factores antes mencionados. Si lo comparamos con la Vía al Valle (cuando no está congestionada), esta tiene mejor características geométricas que ofrecen mayor comodidad y seguridad al usuario; así mismo brinda menor tiempo y distancias de recorrido.

### 2.3.3. Incremento del tráfico IT

Es el volumen que se espera que exista en el año proyectado. Está representado por la Ecuación 2-10 dado por MOP (2003):

$$IT = CNT + T_G + T_D \quad \text{Ecuación 2-10}$$

Donde;

IT: Incremento de tráfico

CNT: Crecimiento normal del tráfico

$T_G$ : Tráfico generado

$T_D$ : Tráfico desarrollado

### 2.3.4. Crecimiento normal del tránsito (CNT)

La MOP (2003) la define como el aumento del tránsito debido al incremento del uso de vehículos y se la define por medio de la siguiente Ecuación 2-11:

$$CNT = T_A \times (1 + i)^n \quad \text{Ecuación 2-11}$$

Donde;

CNT: Crecimiento normal del tránsito

$T_A$ : Tránsito actual

i: Tasa de crecimiento anual

n: Número de años proyectado

Para esto se debe realizar un correcto cálculo de la tasa de crecimiento de vehículos.

### 2.3.5. Tránsito generado (TG)

En la MOP (2003) se la define como el tránsito que está conformado por los viajes excluyendo al transporte público que no se realizarían si no se construye o mejora la vía. La AASHTO (2018) le asigna tasas entre el 5% al 25% del tránsito actual, generado por un periodo de uno o dos años después de que la vía entra a servicio.

### 2.3.6. Tránsito desarrollado (TD)

Este incremento de tránsito se debe al aumento del volumen debido a las mejoras en el suelo colindante a la vía. Estas mejoras en el suelo generan un tránsito adicional del 5% del tránsito actual. (MOP, 2003)

### 2.3.7. Cálculo de la tasa de crecimiento de vehículos

Para el cálculo de la tasa de crecimiento de vehículos se eligió el modelo LOGIT presentado en la MOP (2003) que parte de la tasa de motorización ( $T_m$ ) la cual define el número de vehículos por cada mil habitantes para un año específico.

El primer paso es recopilar las estadísticas de censos poblacionales históricos y vehículos matriculados históricos de la ciudad a ejecutarse el proyecto. Con los censos se puede calcular la tasa de crecimiento poblacional para realizar una proyección de población hasta el año definido del fin de servicio del proyecto.

El siguiente paso es calcular  $T_m$  para cada año con la Ecuación 2-12 dado por MOP (2003):

$$T_m = \frac{\text{Vehículos matriculados en el año } i}{\text{Población del año } i \div 1000} \quad \text{Ecuación 2-12}$$

Se procede a realizar varias iteraciones de la Ecuación 2-13, cambiando la tasa de saturación ( $T_s$ ) hasta que el coeficiente de variabilidad  $R^2$  se aproxime a 1. (MOP, 2003)

$$(a + bt) = \ln \left( \frac{T_s}{T_m} - 1 \right) \quad \text{Ecuación 2-13}$$

Con esto se obtiene los valores de  $T_s$ ,  $a$  y  $b$ . Con estos se podrá aplicar la Ecuación 2-14 para obtener una tasa de motorización ajustada.

$$T_m = \frac{T_s}{1 + e^{(a+bt)}} \quad \text{Ecuación 2-14}$$

Donde;

$T_m$ : Tasa de Motorización para un año  $k$  (vehículos/1000 habitantes)

$T_s$ : Tasa de Saturación (vehículos/1000 habitantes)

$e$ : Base del logaritmo natural

$a, b$ : Constantes a determinar

$t$ : Tiempo en años

Finalmente se multiplica esta tasa por la población y tener un valor de automóviles ajustados con los cuales se puede determinar la tasa de crecimiento de vehículos livianos con la Ecuación 2-15 y la tasa de crecimiento de buses y camiones con la Ecuación 2-16. (MOP, 2003)

$$i = \sqrt[n]{\frac{\text{Veh Ajust Futura}}{\text{Veh Ajust Actual}}} \quad \text{Ecuación 2-15}$$

$$i = \sqrt[n]{\frac{\text{Poblacion Futura}}{\text{Población Actual}}} \quad \text{Ecuación 2-16}$$

Donde;

i: Tasa de crecimiento

n: Tiempo del pronóstico

### 2.3.8. Vehículo liviano equivalente

La MOP (2003) nos indica que para el diseño es necesario considerar el número de vehículos livianos equivalentes, para esto se debe transformar de tráfico mixto a Vehículo Liviano Equivalente (VLE) mediante los factores indicados en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2: Factor VLE para las vías rurales de Cuenca

Vehículo Tipo	Factor VLE
Liviano	1
Bus	3
Camión	3

Fuente: Sanchez et al. (2020)

### 2.3.9. Clasificación de la vía en función del tráfico proyectado

Según la MOP (2003) las vías se pueden clasificar en función de lo obtenido en la proyección de tráfico siguiendo la Tabla 2-3.

Tabla 2-3: Clasificación en función del TF

Clase de vía	Tráfico Futuro TPDA
R-I o R-II	> 8000
I	3000 - 8000
II	1000 - 3000
III	300 - 1000
IV	100 - 300
V	< 100

Fuente: Obtenido de MOP (2003)

## 2.4. Estudio de suelos

Los estudios de suelo son imperativos para conocer las características y propiedades que poseen las distintas capas de una vía, ya que sobre las mismas se colocará toda la estructura de pavimento para que conjuntamente soporten las cargas y distribuyan los esfuerzos hacia el terreno natural. Tener conocimiento de cómo está configurado el estrato de suelo ayuda a la toma de decisiones y cumplimiento de normas del MTOP que se encuentran en la MOP (2003) y están relacionadas con la subrasante del proyecto.

### 2.4.1. Granulometría del suelo

El ensayo granulométrico tiene como finalidad determinar la distribución de tamaño del diámetro de las partículas presentes en una muestra de suelo. El ensayo utiliza la clasificación que se indica en (Das, 2015) para los diámetros de las partículas proporcionada por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) como se puede apreciar en la Tabla 2-4.

Tabla 2-4: Límites de tamaño de suelos separados

Tamaño del grano (mm)			
Grava	Arena	Limo	Arcilla
76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	< 0.002

Fuente: Adaptado de Das (2015)

### 2.4.2. Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg son parámetros que se utilizan para proporcionar información acerca de la naturaleza de los suelos cohesivos; dentro de estos límites se encuentran el límite plástico (LP) el cuál determina la cantidad mínima de agua con la que el suelo puede permanecer en estado plástico. Y el límite líquido (LL) que nos muestra el contenido de humedad en porcentaje, de una muestra que pasa de un estado plástico a un estado líquido. (Das, 2015)

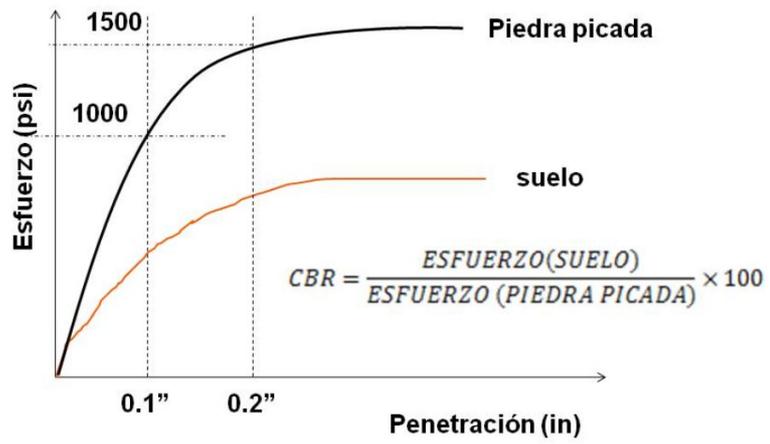
### 2.4.3. Ensayos Proctor

Los ensayos Proctor Estándar con norma AASHTO T-99 y Proctor Modificado con norma AASHTO T-180, son ensayos útiles para determinar la densidad seca máxima y la humedad óptima para alcanzar dicha densidad de una muestra de suelo. Esto se consigue al humedecer el suelo con partes variables de agua y dejar caer un pisón numerosas veces para lograr una compactación de la muestra. La diferencia entre ambas variantes radica en que el Proctor Modificado busca representar de mejor manera las condiciones de campo. (Das, 2015)

### 2.4.4. Ensayo CBR

Para obtener el *Californian Bearing Ratio* (CBR), se hace uso de un ensayo que mida la penetración por punzonamiento entre un vástago y una muestra de suelo compactada en un molde rígido. A su vez, se mide la expansión del material luego del cuarto día sumergido en agua. El parámetro de CBR se define como la relación de carga para penetrar 0.1” (0.25cm) y 0.2” (0.5cm) de suelo ensayado y penetrar esa misma distancia en piedra picada. Como se puede apreciar en la Figura 2-5 el CBR de la muestra ensayada debe asemejarse al de la curva de color tomate. (Aashto, 1993)

Figura 2-5: Relación esfuerzo de CBR



Fuente: Tomado del sitio web RAMCODES.com

### 3. DISEÑO GEOMÉTRICO

#### 3.1. Levantamiento topográfico

Realizar el levantamiento topográfico de la vía es el primer paso dentro de la planificación y ejecución del diseño geométrico de cualquier proyecto vial. Implica la aplicación de técnicas para la obtención y análisis de datos de la superficie del terreno. Hoy en día existen diversos equipos con los cuales se puede ejecutar un levantamiento, entre estos están: drones RTK, drones con tecnología LIDAR, láser escáner terrestre, equipos de posicionamiento global, teodolito y la estación total. Como se puede observar en la Figura 3-1 el equipo utilizado en este proyecto es una estación total marca Nikon XS.

Figura 3-1: Estación total Nikon XS



Fuente: Elaboración propia

Este es un equipo multifuncional que sirve tanto para hacer levantamientos topográficos como replanteos. Por medio de telemetría láser a un prisma, medición angular y de distancia electrónica se puede obtener mediciones precisas de ángulos y distancias a lo largo del proyecto vial. El programa Survey Pro es el encargado de calcular los puntos observados por medio de estaciones de control y de técnicas como la trilateración y triangulación. La primera es la técnica que determina la ubicación de un punto utilizando distancias y la segunda utilizando ángulos y distancias según Cárdenas Grisales (2013).

La ventaja del uso de una estación total está caracterizada por dar detalles del terreno con errores milimétricos, a comparación de drones que llegan a dar errores de centímetros. Entre los datos obtenidos tras un levantamiento están la altimetría, perfiles longitudinales, curvas del terreno, entre otros datos esenciales para un diseño óptimo del proyecto.

El primer paso para un levantamiento topográfico es la planeación, esto implica determinar cuántos puntos se va a tomar transversalmente a la vía; distancia entre puntos; determinación de nomenclaturas; control de puntos de referencia de estación; determinar la localización de inicio y final del levantamiento; determinación de puntos de referencia para la posterior georreferenciación; entre otros.

Para este proyecto se decidió tomar mínimo 3 puntos y máximo 5 por temas de agilizar el proceso. Se determinó una distancia longitudinal entre puntos no mayor a 15 metros para aumentar la precisión, Los puntos importantes a tomar, con sus respectivas nomenclaturas son: lindero (L), eje (E), cuneta (C), poste (P), referencias (REF), estación (EST#), auxiliar (AUX) y punto final (PF).

En cuanto al control de puntos de referencia de estación se decidió mínimo de 2 puntos por cada estación instalada. Como se puede observar en la Figura 3-2 es necesario pintar los puntos de referencia, así como el punto donde la plomada láser de la estación que nos indica donde está ubicada.

Figura 3-2: Puntos de control para referenciar la estación



Fuente: Elaboración propia

Se determinó que la ubicación más apropiada para el inicio del levantamiento sea a la altura de la Cabaña de San Antonio debido a las pendientes del terreno y visibilidad. Por lo tanto, el punto final de la ejecución de esta actividad es la ciudadela Santa María del Vergel. En este punto final se decidió que se observe el punto de georreferenciación ya que, a falta de equipos profesionales de GPS, es la única ubicación con la que se cuenta con datos que ayuden a georreferenciar dentro del área del proyecto.

Siguiente a la planificación, se procede a armar la primera estación como se muestra en la Figura 3-3. Esto implica colocar el trípode, atornillar la estación, nivelar, configurar el programa y referenciar la estación.

Figura 3-3: Armado y configuración de la estación



Fuente: Elaboración propia

Se procura que en cada punto donde se estacione el equipo se tenga visibilidad a la mayor cantidad de puntos observables de lado a lado. Para esto se utilizan características del programa de la estación total que nos facilita la instalación del equipo en otro lugar cuando ya no se puede observar más puntos de la vía.

Estas opciones que posee el instrumento y que fueron utilizadas en el levantamiento topográfico del proyecto son la de poder estacionar el equipo: en un punto conocido y en un punto desconocido. El primero implica estacionar en un punto ya observado y realizar lo que se conoce como vista atrás, en donde se observa otro punto conocido para obtener una referencia. El segundo en cambio se trata de estacionar en un lugar en donde no se haya alcanzado a observar, pero teniendo en cuenta que se deben observar mínimo dos puntos ya conocidos para que el programa pueda referenciar el nuevo punto de la estación.

De esta manera se procede a levantar la mayor cantidad de puntos tomando en cuenta el tiempo de trabajo y la exactitud que se requiere del terreno. Llegando así desde nuestro punto inicial al final en 4 días planificados. En donde se obtuvo un total de 667 puntos en los 2.1 km de vía.

Una vez obtenido estos datos se procede a transferir la información a la computadora en donde se realiza el análisis de los puntos para el posterior diseño de la vía con la ayuda de software especializado. Como se puede observar en la Figura 3-4 los puntos obtenidos finalmente son georreferenciados en el programa.

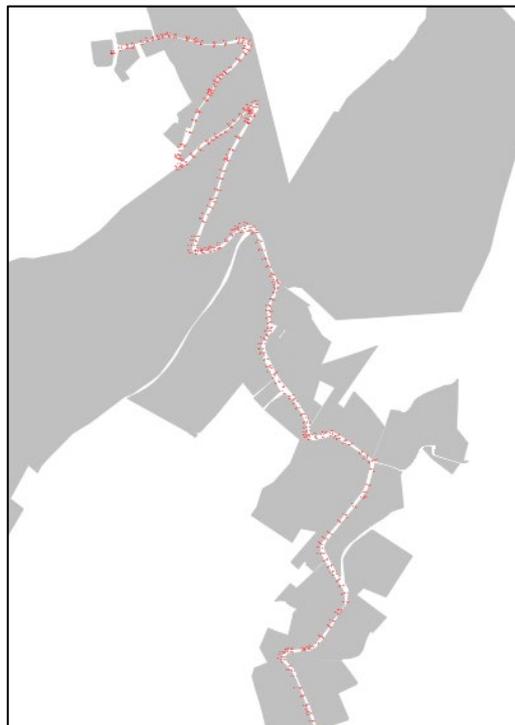
Figura 3-4: *Puntos georreferenciados*



*Fuente:* Elaboración propia

Como podemos observar en la Figura 3-5 se solicitó al Municipio de Cuenca, en la Dirección de Avalúos y Catastros, el mapa de predios que colindan a la vía del proyecto; esta solicitud se puede encontrar en el Anexo 5. En este mapa se puede observar el cómo los puntos levantados concuerdan en su mayoría con los predios, tomando en cuenta que puede existir error de cabida de los predios.

Figura 3-5: *Predios urbanos y rurales colindantes*



*Fuente:* Municipio de Cuenca

### 3.2. Características topográficas del terreno del proyecto

Para determinar el tipo de terreno nos podemos basar en las definiciones que INVIAS (2022) describe en su manual o en la MOP (2003).

Según INVIAS (2022) el terreno se puede clasificar en cuatro tipos mientras que en la MOP (2003) las clasifica en tres tipos uniendo los dos últimos (montañoso y escarpado) en uno solo (montañoso). La clasificación se da de la siguiente manera:

**Plano:** terreno del proyecto cuyas pendientes longitudinales son menores al 3% y las pendientes transversales menores a 5 grados. Caracterizado en la construcción de vías por un mínimo movimiento de tierras.

**Ondulado:** terreno del proyecto cuyas pendientes longitudinales son entre 3 al 6% y las pendientes transversales entre 6 a 9 grados. Caracterizado en la construcción de vías por un moderado movimiento de tierras.

**Montañoso:** terreno del proyecto cuyas pendientes longitudinales son entre 6 al 8% y las pendientes transversales entre 13 a 40 grados. Caracterizado en la construcción de vías por un movimiento de tierras mucho mayor a las anteriores.

**Escarpado:** terreno del proyecto cuyas pendientes longitudinales son mayores 8% y las pendientes transversales pasan los 40 grados. Caracterizado en la construcción de vías por un movimiento de tierras máximo comparado a las anteriores.

Podemos observar en la Tabla 3-1 una adaptación que resume la clasificación según la geometría de la vía; esta se puede encontrar en Rosas Palomino & Calero (2020).

Tabla 3-1: *Clasificación según las características geométricas de la vía*

Tipo de terreno	Radio (m)	Deflexión (Grados)	Pendientes %
Plano	> 500	< 30	< 4
Ondulado	100 – 500	30 - 80	4 - 7
Montañoso	40	80 - 120	7 - 9
Escarpado	< 40	> 120	> 9

Fuente: Adaptado de Rosas Palomino & Calero (2020) e INVIAS (2022)

### 3.3. Velocidad de diseño (Vd)

Dentro del diseño geométrico de una vía, la velocidad es un factor que es de vital importancia para tener una visualización previa del tipo de vía con la que se va a trabajar, sea esta colectora, arterial o vecinal. La velocidad de diseño también es un criterio que sirve como conocer la velocidad ideal para un tramo de carretera siempre y cuando en éste también se cumplan ciertas condiciones ambientales, así como de un volumen de tráfico que no sature el tramo vial Cárdenas Grisales (2013). Según las MOP (2003) la velocidad de diseño es la velocidad máxima en la cual dos vehículos pueden circular seguros en condiciones ambientales favorables.

García (2022) menciona que es recomendable utilizar velocidades mayores al mínimo con la finalidad de facilitar el paso de una vía de menor a mayor categoría a futuro, ya que de no hacerlo, la carretera vería su tiempo de vida útil reducido; siendo necesario una ampliación o rediseño previo a lo planificado. Se analiza en la Tabla 3-2 donde se aprecian las distintas velocidades en función de su TPDA y categoría de vía.

Tabla 3-2: *Velocidad de diseño Km/h*

CATEGORÍA DE LA VÍA	TPDA ESPERADO	BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES							
		Relieve Llano				Relieve Ondulado				Relieve Montañoso			
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros	
		Rec	Abs	Rec	Abs	Rec	Abs	Rec	Abs	Rec	Abs	Rec	Abs
	R-I o R-II (Tipo) > 8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
<b>I</b>	Todos 3000-8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
<b>II</b>	Todos 1000-3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
<b>III</b>	Todos 300-1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
<b>IV</b>	Tipo 5, 5E, 6 y 7 100-300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
<b>V</b>	4 y 4E < 100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Abs = Absoluta / Rec = Recomendada

Fuente: Adaptado de MOP (2003)

### 3.4. Velocidad de circulación (Vc)

La MOP (2003) define a la velocidad de circulación como la velocidad real a la que circula un vehículo en un tramo determinado de la carretera. La norma también hace hincapié entre la relación existente entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño que depende del TPDA, dado que, si el volumen de tráfico aumenta la velocidad de circulación disminuye a causa del incremento de vehículos. Analizado en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3: *Velocidad de circulación en Km/h*

Velocidad de diseño (km/h)	Velocidad de circulación (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	46
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: Adaptado de MOP (2003)

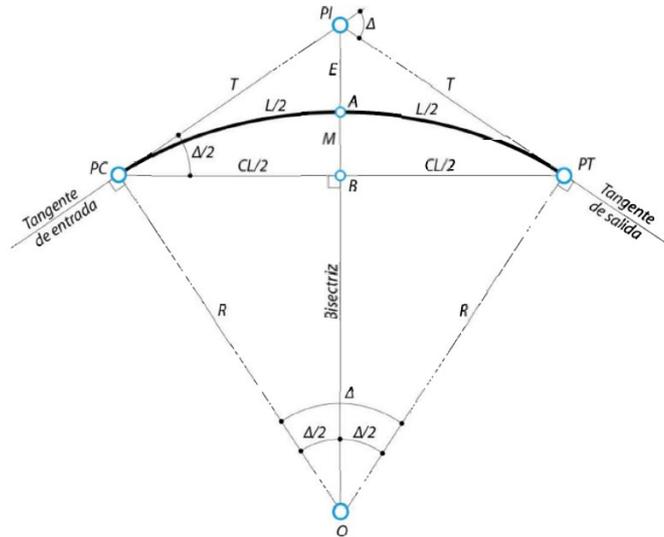
### 3.5. Diseño horizontal

Autores como García (2022) y Cárdenas Grisales (2013) definen al diseño horizontal como una proyección de punto elevado sobre un plano horizontal y los elementos que integran esta proyección son denominados tangentes y curvas que pueden ser circulares o espirales de transición.

### 3.5.1. Curva circular simple

Una curva circular simple tal y como la describe García (2022) es un arco circular de radio único que es tangente a dos rectas consecutivas. En la Figura 3-6 se puede apreciar el esquema de una curva circular simple con sus elementos.

Figura 3-6: Detalle de una curva circular simple



Fuente: García (2022)

Elementos de una curva circular simple:

- PI: Punto de intersección entre las tangentes
- PC: Principio de curva
- PT: Principio de tangente
- $\Delta$ : Ángulo de deflexión de las tangentes
- R: Radio de la curva simple
- T: Tangente o sub-tangente
- L: Longitud de la curva
- CL: Cuerda larga
- E: Externa
- M: Ordenada media

### 3.5.2. Relaciones geométricas que relacionan a los elementos de una curva circular simple

Las siguientes ecuaciones fueron tomadas de García (2022) y MOP (2003):

$$T = R * \tan \frac{\Delta}{2} \quad \text{Ecuación 3-1}$$

$$CL = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2} \quad \text{Ecuación 3-2}$$

$$E = R * \left( \frac{1}{\cos \frac{\Delta}{2}} - 1 \right) \quad \text{Ecuación 3-3}$$

$$M = R * \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right) \quad \text{Ecuación 3-4}$$

$$L = \pi * R * \tan \frac{\Delta}{180} \quad \text{Ecuación 3-5}$$

$$L = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2} \quad \text{Ecuación 3-6}$$

$$PC = PI - T \quad \text{Ecuación 3-7}$$

$$PT = PC + L \quad \text{Ecuación 3-8}$$

### 3.5.3. Radio mínimo de curvatura horizontal

Según la norma ecuatoriana el radio mínimo de una curva horizontal está definido como “el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente.” (MTO, 2003, p. 36). Este radio mínimo puede calcularse con la siguiente Ecuación 3-9 establecida por la norma ecuatoriana:

$$R = \frac{Vd^2}{127(e + f)} \quad \text{Ecuación 3-9}$$

En dónde:

- R: Radio mínimo de curvatura horizontal (m)
- Vd: Velocidad de diseño (Km/h)
- e: Peralte de la curva (m/m, metro por metro ancho de la calzada)
- f: Coeficiente de fricción lateral

### 3.5.4. Peralte (e)

El peralte, analizado en la Tabla 3-4, es un elemento de gran importancia dentro de la seguridad vial. Como menciona García (2022) existen cuatro factores como el tipo de área, las condiciones climáticas, las condiciones del terreno y la frecuencia de vehículos en movimiento lento que determinan el porcentaje máximo de peralte que puede ser usado para una vía.

Tabla 3-4: Peralte máximo según su descripción

Descripción	Peralte máximo
Vías de dos carriles, carreteras. Caminos con rodadura asfáltica, concreto o empedrado. Velocidad mayor a 50 Km/h.	10%
Caminos con capa granular de rodadura, caminos vecinales (4, 5 y 6). Velocidad hasta 50 Km/h	8%

Fuente: Redactado y adaptado de MOP (2003)

### 3.5.5. Factor de fricción lateral (f)

El factor de fricción lateral o también llamado demanda de fricción lateral por García (2022), es un coeficiente que representa la fuerza de aceleración lateral que actúa sobre un vehículo. Dicha fuerza es ocasionada por el constante movimiento del vehículo durante una curva, generando un empuje lateral a la llanta el cual es contrarrestado por la fricción generada entre el pavimento y el neumático.

En la siguiente Tabla 3-5 proporcionada por el MOP (2003) se detallan los radios mínimos y recomendados en función de la velocidad de diseño (Vd), el peralte (e) y el coeficiente de fricción (f).

Tabla 3-5: Radios mínimos y recomendados en función de Vd, peralte (e) y coeficiente de fricción (f)

Velocidad de Diseño km/h	"f" máx.	RADIO MINIMO CALCULADO				RADIO MINIMO RECOMENDADO			
		e = 0.10	e = 0.08	e = 0.06	e = 0.04	e = 0.10	e = 0.08	e = 0.06	e = 0.04
20	0,950		7,32	7,58	8,08		18,00	20,00	20,00
25	0,315		12,46	13,12	13,86		20,00	25,00	25,00
30	0,284		19,47	20,60	21,87		25,00	30,00	30,00
35	0,255		28,79	30,62	32,70		30,00	35,00	35,00
40	0,221		41,86	44,83	48,27		42,00	45,00	50,00
45	0,206		55,75	59,94	64,82		60,00	60,00	65,00
50	0,190		72,91	78,74	85,59		75,00	80,00	90,00
60	0,165	106,97	115,70	125,98	138,28	110,00	120,00	130,00	140,00
70	0,150	154,33	167,75	183,73	203,07	160,00	170,00	185,00	205,00
80	0,140	209,97	229,06	251,97	279,97	210,00	230,00	255,00	280,00
90	0,134	272,56	298,04	328,76	366,55	275,00	300,00	330,00	370,00
100	0,130	342,35	374,95	414,42	463,18	350,00	375,00	415,00	465,00
110	0,124	425,34	467,04	517,80	580,95	430,00	470,00	520,00	585,00
120	0,120	515,39	566,93	629,92	708,66	620,00	670,00	630,00	710,00

Fuente: Adaptado de MOP (2003)

### 3.5.6. Transición del peralte

La longitud necesaria para que el peralte pueda desarrollarse de manera correcta viene dada según García (2022) por la diferencia máxima entre el borde del pavimento y las pendientes longitudinales del eje de rotación; a su vez este mismo eje puede rotar la calzada sobre su eje interior, exterior o central. El MOP (2003) menciona que cuando no existe una curva de enlace, la transición se distribuye en 2/3 para la sección recta y 1/3 dentro de la curva circular. Así mismo la norma dice que para casos difíciles que no tengan espirales, el peralte puede generarse un 50% en la recta y el 50% restante en la curva circular.

En la Tabla 3-6 se proporcionan las distintas gradientes longitudinales en función de Vd.

Tabla 3-6: *Gradiente longitudinal (i) en función de Vd*

Vd (Km/h)	Valor de (i) %	Máxima pendiente equivalente
20	0,800	1:125
25	0,775	1:129
30	0,750	1:133
35	0,725	1:138
40	0,700	1:143
50	0,650	1:157
60	0,600	1:167
70	0,550	1:182
80	0,500	1:200
90	0,470	1:213
100	0,430	1:233
110	0,400	1:250
120	0,370	1:270

Fuente: Tomado de MOP (2003)

### 3.5.7. Longitud de transición

La longitud de transición es descrita por Cárdenas Grisales (2013) como la sección transversal en donde la nivelación es completa o carece de pendiente de bombeo.

### 3.5.8. Longitud de aplanamiento

La longitud de aplanamiento según Cárdenas Grisales (2013) es una distancia necesaria que permite a un carril exterior terminar con la pendiente de bombeo o, dicho de otra manera, la distancia necesaria para que dicho tramo se aplane.

### 3.5.9. Tangente intermedia mínima

Viene definida como la distancia entre el punto final de la primera curva y el punto inicial de la segunda curva. Si existe una curva circular continua, el MOP (2003) describe que esa distancia es entre PT de la curva inicial y el PC de la última curva.

## 3.6. Diseño vertical

El diseño geométrico vertical o también llamado alineamiento vertical es “la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo” (García, 2022, p. 203). Este alineamiento a su vez se compone de elementos como tangentes y curvas verticales respectivamente. Las pendientes de las tangentes y distancias de las curvas dependerán de aspectos intrínsecos de la vía como la topografía, valores calculados como la velocidad de diseño (Vd), estudio de tráfico, presupuesto del proyecto, entre otros descritos por García (2022).

### 3.6.1. Distancia de visibilidad

Dentro de los factores de seguridad tenemos la distancia de visibilidad. Mientras mayor sea este valor, los conductores poseen más tiempo de captar la información delante de ellos, haciendo que la eficiencia y seguridad de estos sea mayor.

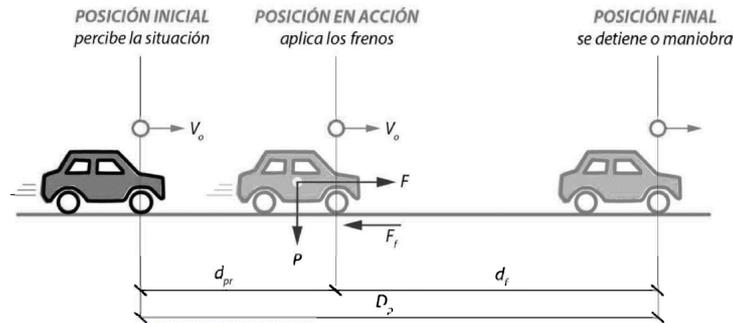
El MOP (2003) proporciona dos criterios base para considerar esta visibilidad:

- La distancia que necesita un vehículo para rebasar a otro.
- La distancia que requiere un vehículo para detenerse.

### 3.6.2. Distancia de la visibilidad de parada

La distancia mínima para que un vehículo pueda detenerse es proporcional a la distancia de visibilidad, por este motivo se la conoce como la distancia de visibilidad de parada. En la Figura 3-7 se aprecia que un esquema de las distintas posiciones de un vehículo a lo largo de un trayecto determinado. La norma MOP (2003) redacta que el tiempo de percepción de cada conductor es variable, dando un equivalente de 1,5 segundos en condiciones normales. Sin embargo, según la AASHTO (2018) por motivos de seguridad el tiempo mínimo a considerarse es de 2,5 segundos.

Figura 3-7: Visibilidad de parada y sus elementos



Fuente: Tomado de García (2022)

Las siguientes ecuaciones tomadas de Cárdenas Grisales (2013) y MOP (2003) relacionan los elementos de la Figura 3-7 en la Ecuación 3-10, Ecuación 3-11 y la Ecuación 3-12:

$$D_p = d_{pr} + d_f \quad \text{Ecuación 3-10}$$

$$d_{pr} = \frac{V_c * t * 1000}{3600} \quad \text{Ecuación 3-11}$$

$$d_f = \frac{V_c^2}{254 * (f + G)} \quad \text{Ecuación 3-12}$$

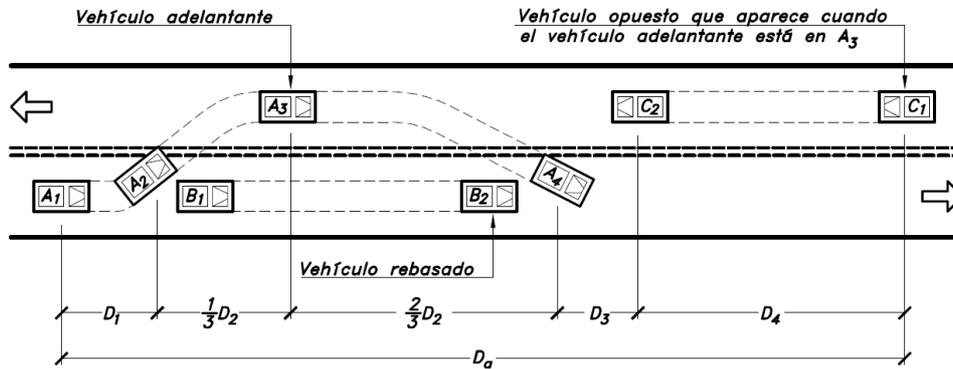
En donde;

- $D_p$ : distancia de visibilidad de parada.
- $d_{pr}$ : distancia recorrida desde que se visualiza el obstáculo hasta que el conductor frena.
- $d_f$ : distancia requerida para que el conductor detenga por completo el vehículo luego de haber accionado el freno.
- $V_c$ : velocidad de circulación del vehículo [Km/h]
- $f$ : coeficiente de fricción longitudinal
- $t$ : tiempo de percepción más reacción [seg]
- $G$ : gradiente longitudinal, cuesta arriba (+), cuesta abajo (-) unidad en [m/m]

### 3.6.3. Distancia de visibilidad de adelantamiento

Es un comportamiento común entre los conductores que aquellos con menor peso transiten a una velocidad más alta que los vehículos pesados. Debido a esto los vehículos más rápidos buscarán adelantar a los que viajan a una velocidad menor, para realizar la maniobra de adelantamiento es importante considerar las velocidades de los vehículos involucrados y la mayor distancia de visibilidad para el conductor.

Figura 3-8: Distancia de visibilidad de adelantamiento de vehículo A



Fuente: Tomado de (Cárdenas Grisales, 2013)

En la Figura 3-8 se puede observar el recorrido que un vehículo A, necesita realizar para adelantar a un vehículo B teniendo en cuenta que invadirá el carril del vehículo C. Tanto la MOP (2003) como Cárdenas Grisales (2013) brindan las ecuaciones Ecuación 3-13, Ecuación 3-14, Ecuación 3-15, Ecuación 3-16 que sirven para calcular las distintas distancias mostradas en la Figura 3-8:

$$d_1 = 0.14 * t_1 * (2 * V - 2 * m + a * t_2) \quad \text{Ecuación 3-13}$$

$$d_2 = 0.28 * V * t_2 \quad \text{Ecuación 3-14}$$

$$d_3 = 0.187 * V * t_2 \text{ ó [30 metros a 90 metros]} \quad \text{Ecuación 3-15}$$

$$d_4 = 0.18 * V * t_2 \quad \text{Ecuación 3-16}$$

En donde;

- $d_1$ : distancia que recorre el vehículo que rebasa en el tiempo de reacción y durante el inicio de aumento de aceleración para ingresar al carril izquierdo.
- $d_2$ : distancia que el vehículo recorre mientras se encuentra en el carril izquierdo.
- $d_3$ : distancia entre el vehículo que rebasa y el vehículo que circula en sentido opuesto. Según el MOP (2003) esta distancia puede ser asumida entre 30 m y 90m.
- $d_4$ : distancia que el vehículo en sentido opuesto recorre en los 2/3 del tiempo usado por el vehículo que rebasa. Es 2/3 de  $d_2$ . Se asume que la velocidad de ambos vehículos es igual.

- $t_1$ : tiempo en que se realiza la primera maniobra [seg].
- $t_2$ : tiempo total en el que el vehículo que rebasa ocupa el carril izquierdo [seg].
- $V$ : velocidad promedio del vehículo que rebasa [Km/h]
- $m$ : diferencia de velocidades entre el vehículo que rebasa y el que es rebasado [Km/h]. Según MOP (2003) se toma un promedio de 16 Km/h.
- $a$ : aceleración promedio del vehículo que rebasa [Km/h/seg].

En la Tabla 3-7 proporcionada por el MOP (2003) se dan los valores para el tiempo, aceleración y distancias recorridas en base a grupos de velocidades.

Tabla 3-7: 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
<b>Maniobra inicial:</b>				
a = aceleración promedio-kph/seg	2.24	2.29	2.35	2.40
t1 = tiempo - seg	3.60	4.00	4.30	4.50
d1 = distancia recorrida - m	44.00	66.00	88.00	112.00
<b>Ocupación del carril del lado izquierdo:</b>				
t2 = tiempo - seg	9.30	10.00	10.70	11.30
d2 = distancia recorrida - m	145.00	196.00	251.00	313.00
<b>Vehículo opuesto:</b>				
d3= distancia libre entre el vehículo rebasante y el opuesto	30.00	55.00	76.00	91.00
d4 = distancia recorrida - m	30.00	55.00	76.00	91.00
<b>Distancia de visibilidad para rebasamiento - m</b>				
dr = d1 + d2 + d3 + d4	316.00	448.00	583.00	725.00

Fuente: Tomado de MOP (2003)

A su vez el MOP (2003) también proporciona la Tabla 3-8 y Tabla 3-9 para distancia mínima de visibilidad que un vehículo necesita para poder rebasar.

Tabla 3-8: Velocidad de vehículos y distancia de rebasamiento mínima

$V_D$ (km/h)	Velocidades de los vehículos (km/h)		Distancia mínima de rebasamiento (m)	
	Rebasado	Rebasante	Rebasado	Rebasante
25	24	40	----	(80)
30	28	44	----	(110)
35	33	49	----	(130)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830 *
120	94	110	831	830

Nota:

“\*” valor utilizado con margen de seguridad por sobrepasar velocidad de rebasamiento 100 Km/h.

() valores utilizados para los caminos vecinales.

Fuente: Tomado de MOP (2003)

Tabla 3-9: Distancias mínimas de visibilidad para el rebasamiento

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	830,00	830,00	640,00	830,00	640,00	565,00
I 3000 a 8000 TPDA	830,00	690,00	565,00	690,00	565,00	415,00
II 1000 a 3000 TPDA	690,00	640,00	490,00	640,00	565,00	345,00
III 300 a 1000 TPDA	640,00	565,00	415,00	565,00	415,00	270,00
IV 100 a 300 TPDA	480,00	290,00	210,00	290,00	150,00	110,00
V Menos de 100 TPDA	290,00	210,00	150,00	210,00	150,00	110,00

Donde:

L = Terreno llano; O = Terreno ondulado; M = Terreno montañoso

Fuente: Tomado de MOP (2003)

### 3.6.4. Gradientes máximas y gradiente mínima

Las gradientes longitudinales de una vía siempre se encuentran en función de la topografía del terreno, el MOP (2003) menciona que estos valores deben ser bajos en medida de lo posible para procurar velocidades de circulación adecuadas y que los vehículos puedan conducirse de manera adecuada. La Tabla 3-10 presenta las gradientes longitudinales máximas en función de la clase de carretera. El MOP (2003) también menciona que la gradiente y las longitudes máximas pueden adaptarse a los siguientes valores:

- 8 – 10 % longitud máxima = 1000 metros.
- 10 – 12 % longitud máxima = 500 metros.
- 12 – 14 % longitud máxima = 250 metros.

Tabla 3-10: Gradientes longitudinales máximas en función de la clase de carretera

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	2,00	3,00	4,00	3,00	4,00	6,00
I 3000 a 8000 TPDA	3,00	4,00	6,00	3,00	5,00	7,00
II 1000 a 3000 TPDA	3,00	4,00	7,00	4,00	6,00	8,00
III 300 a 1000 TPDA	4,00	6,00	7,00	6,00	7,00	9,00
IV 100 a 300 TPDA	5,00	6,00	8,00	6,00	8,00	12,00
V Menos de 100 TPDA	5,00	6,00	8,00	6,00	8,00	14,00

Fuente: Tomado de MOP (2003)

En cuanto a la gradiente mínima, el MOP (2003) establece que un valor del 0.5% es un valor predeterminado, que puede llegar al 0% solo en el caso que se tenga un relleno de 1 metro o más de altura.

### 3.6.5. Curvas verticales convexas

La norma MOP (2003) establece que la longitud mínima de una curva vertical debe determinarse en base a información como la altura del ojo del conductor que es de 1,15 metros en promedio y la altura del objeto o elemento que se encuentra más adelante igual a 0,15 metros. En la siguiente Tabla 3-11 se aprecia los valores del coeficiente “K” en función de la velocidad de diseño (Vd).

Tabla 3-11: *Curvas verticales convexas mínimas en función de Vd – valores de kv*

Velocidad de diseño Km/h	Distancia de Visibilidad para Parada- "s" (metros)	Coeficiente k	
		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: Tomado de (MOP, 2003)

Debemos considerar a su vez que, por temas de seguridad, el (MOP, 2003) establece que la longitud mínima absoluta en metros (m) de las curvas verticales convexas viene dada por la Ecuación 3-17:

$$L_{min} = 0.60 * V \quad \text{Ecuación 3-17}$$

Siendo  $V_D$  la velocidad de diseño en km/h

### 3.6.6. Curvas verticales cóncavas

Del mismo modo que el punto anterior, para mantener un margen de seguridad para los conductores, es necesario contar con curvas cóncavas lo suficientemente largas para que la luz producida por los faros de los vehículos sea aproximadamente semejante a la distancia de visibilidad de parada, esta expresión ya viene establecida por la norma (MOP, 2003) al igual que los distintos valores de “k” en función de la velocidad de diseño (Vd) según la Tabla 3-12.

Tabla 3-12: *Curvas verticales cóncavas mínimas en función de Vd – valores de kv*

Velocidad de diseño km/h	Distancia de Visibilidad para parada "s" (m)	Coeficiente k	
		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

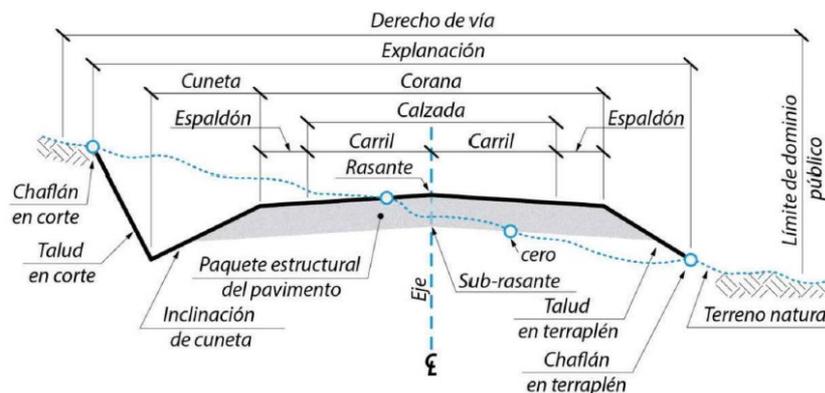
Fuente: Tomado de (MOP, 2003)

La norma (MOP, 2003) también comparte que la longitud mínima absoluta para las curvas verticales cóncavas viene establecida en la Ecuación 3-17, misma que para las curvas verticales convexas.

### 3.7. Diseño transversal

El diseño transversal consiste en determinar la ubicación y las dimensiones de los elementos que constituyen la carretera y que se muestran en la Figura 3-9. Estos elementos son secciones en dirección normal al alineamiento horizontal o eje de la vía. García, (2022) indica que la determinación de estas dimensiones definirá las áreas y volúmenes a cortar o rellenar del terreno del proyecto.

Figura 3-9: Elementos de sección transversal en corte y relleno



Fuente: García (2022)

#### 3.7.1. Calzada

La calzada o superficie de rodamiento, como nos indica Chocontá (2004), es aquella sección en la cual los vehículos circularán. Está conformado por uno o más carriles, los cuales cada uno tiene un sentido de circulación; teniendo cada carril un ancho que permita la circulación de una sola fila de vehículos. La MOP (2003) afirma que la determinación de las medidas de la calzada y el número de carriles depende del volumen de tránsito y de la superficie del terreno por lo tanto también de la velocidad de diseño.

En la Tabla 3-13 podemos observar los valores de diseño del ancho de calzada que indica la MOP (2003) según el TPDA.

Tabla 3-13: Dimensiones de anchos de calzada

Clase de Vía	Dimensiones de calzada	
	Ancho de calzada (m)	
	Recomendable	Absoluto
R-I o R-II > 8000 TPDA	7,30	7,30
I 3000 a 8000 TPDA	7,30	7,30
II 1000 a 3000 TPDA	7,30	6,50
III 300 a 1000 TPDA	6,70	6,00
IV 100 a 300 TPDA	6,00	6,00
V Menos de 100 TPDA	4,00	4,00

Fuente: Adaptado de MOP (2003)

Por otro lado, García (2022) detalla que el número de carriles se determina según un análisis de capacidad y el nivel del servicio final que se desea del diseño; mientras que la dimensión de la calzada y espaldón se determina en base a la velocidad de diseño.

El bombeo que es definido por ser la pendiente, en este caso de la sección transversal; permite la circulación y evacuación del agua que cae en la calzada. Teniendo en cuenta la Tabla 3-14 podemos observar la diferencia de la pendiente en vías que están o no pavimentadas. La pendiente es mayor en vías no pavimentadas ya que, como señala García (2022), el agua escurre en un tiempo más prolongado debido a la presencia de tierra o material triturado.

Tabla 3-14: *Rango de pendiente de calzada*

Tipo de superficie	Rango de pendiente de la sección transversal para un solo carril (%)
Pavimentada	1,5 - 2
No pavimentada	2 - 6

Fuente: AASHTO (2018)

En cuanto a los anchos mínimos de calzada, la AASHTO (2018) define la relación de la velocidad de diseño con respecto al volumen de tráfico; dependiendo si es para caminos vecinales, colectoras o vías arteriales. Se puede observar en la Tabla 3-15 que se muestra a continuación:

Tabla 3-15: *Anchos mínimos de la calzada en vías de dos carriles*

Velocidad de diseño (km/h)	Vecinales TMDA (veh/día)				Colectoras TMDA (veh/día) <sup>a</sup>				Arteriales TMDA (veh/día) <sup>a</sup>			
	<400	400-1500	1500-2000	>2000	<400	400-1500	1500-2000	>2000	<400	400-1500	1500-2000	>2000
20	5.4	6.0 <sup>b</sup>	6.0	6.6	-	-	-	-	-	-	-	-
30	5.4	6.0 <sup>b</sup>	6.6	7.2 <sup>a</sup>	6.0 <sup>c</sup>	6.0	6.6	7.2	-	-	-	-
40	5.4	6.0 <sup>b</sup>	6.6	7.2 <sup>a</sup>	6.0 <sup>c</sup>	6.0	6.6	7.2	-	-	-	-
50	5.4	6.0 <sup>b</sup>	6.6	7.2 <sup>a</sup>	6.0 <sup>c</sup>	6.0	6.6	7.2	-	-	-	-
60	5.4	6.0 <sup>b</sup>	6.6	7.2 <sup>a</sup>	6.0 <sup>c</sup>	6.6	6.6	7.2	6.6	6.6	6.6	7.2
70	6.0	6.6	6.6	7.2 <sup>a</sup>	6.0	6.6	6.6	7.2	6.6	6.6	6.6	7.2
80	6.0	6.6	6.6	7.2 <sup>a</sup>	6.0	6.6	6.6	7.2	6.6	6.6	7.2	7.2
90	6.6	6.6	7.2 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	6.6	6.6	7.2	7.2	6.6	6.6	7.2	7.2

<sup>a</sup> En las carreteras que se van a reconstruir, se puede retener una calzada de 6.6 m cuando la alineación sea segura y no haya un patrón de siniestros que sugiera la necesidad de ensanchamiento.

<sup>b</sup> Usar 5.4 m de ancho de calzada y berma de 0.6 m para carreteras en terreno montañoso con un volumen de diseño entre 400 a 600 veh/día.

<sup>c</sup> Se puede usar un ancho mínimo de 5.4 m para carreteras con volúmenes de diseño menores a 250 veh/día.

Fuente: Adaptado de AASHTO (2018)

### 3.7.2. Espaldón o berma

Adyacente a la calzada se encuentran las bermas, o también llamados espaldones, las cuales sirven para el confinamiento de la superficie de rodadura y ayudan a controlar la erosión de la calzada. Otro de sus principales funciones es servir para el estacionamiento momentáneo de emergencia y así garantizar la seguridad del usuario evitando accidentes.

Entre otras funciones de las bermas, la MOP (2003) nos menciona la sensación de amplitud, mejora en la visibilidad en curvas, soporte del pavimento, espacio para señalización, entre otros. En la Tabla 3-16 la MOP (2003) indica las dimensiones para el ancho de las bermas.

Tabla 3-16: *Dimensión de anchos de bermas*

Clase de vía	Ancho de bermas (m)	
	Recomendable	Absoluto
	M (1.2)	M (1.2)
R-I o R-II > 8000 TPDA	2.5*	2.0*
I 3000 a 8000 TPDA	2.0*	1.5**
II 1000 a 3000 TPDA	1.5*	1.5
III 300 a 1000 TPDA	1.0*	0.5
IV 100 a 300 TPDA	0.6	0.6
V Menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodamiento	

\*La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico  
 \*\*Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente  
 M = Terreno Montañoso

Fuente: Adaptado de MOP (2003)

Como señala Cárdenas Grisales (2013) la pendiente o bombeo de la berma puede ser la suma del bombeo de la calzada más un 2%. Si la berma es continuación de la calzada se mantendrá la misma pendiente.

También la MOP (2003) nos indica el bombeo transversal recomendado según el tipo de superficie en relación con la clase de carretera; como se puede observar en la Tabla 3-17:

Tabla 3-17: *Gradiente para bermas, tipo de superficie*

Clase de Vía	Tipo de superficie (m)	Gradiente %
R-I o R-II > 8000 TPDA	Carpeta de concreto asfáltico	4,00
I 3000 a 8000 TPDA	DTSB o carpeta	4,00
II 1000 a 3000 TPDA	DTSB o superficie estabilizada	4,00
III 300 a 1000 TPDA	Superficie estabilizada, grava	4,00
IV 100 a 300 TPDA	DTSB o capa granular	4,00

\*D.T.S.B: Doble tratamiento superficial bituminoso

Fuente: Adaptado de MOP (2003)

### 3.7.3. Corona

Llamamos corona al conjunto que está formado por la calzada y las bermas o espaldones; como se pudo observar en la Figura 3-9.

### 3.7.4. Derecho de vía

Como se indica en Cárdenas Grisales (2013) el derecho de vía es aquel terreno delimitado el cual está destinado a la construcción de la carretera, incluyendo su mantenimiento y futuras ampliaciones que puedan suceder debido a un aumento de la demanda de tráfico. En este proyecto existe la necesidad de saber por dónde limitan los predios ya que, debido al tema económico, no se pueden adquirir para ampliar la vía. Por lo que únicamente se utilizará el ancho de zona disponible sin propietarios.

### 3.7.5. Plataforma

Como lo denominan Cárdenas Grisales (2013) y Chocontá (2004) es la medida que comprende entre el exterior de la cuneta de lado a lado, siendo medida transversal al eje.

### 3.7.6. Chaflán

Cárdenas Grisales (2013) lo describe como el punto en donde une o da continuidad entre el talud y el terreno natural.

### 3.7.7. Rasante y subrasante

Según describe Cárdenas Grisales (2013) la rasante es la proyección del desarrollo de la superficie o estructura de rodadura, en este caso de pavimento. Mientras que la subrasante es la superficie donde esta se apoya, esta debe estar adecuada estructuralmente para soportar las cargas de la rasante. Es necesario conocer que al nivel de la subrasante se le llaman cotas rojas al ser las cotas del proyecto; y al nivel del terreno natural se le llama cotas negras.

### 3.7.8. Drenajes

Las cunetas son zanjas construidas al borde de la calzada o berma cuyo objetivo es ayudar con el drenaje superficial en la longitud de la vía. Sus dimensiones son calculadas según estudios hidráulicos de la zona del proyecto. Estas pueden tener diferentes características, como ser o no revestidas; o diferenciarse por su forma ya sea trapezoidal o triangular. (Cárdenas Grisales, 2013)

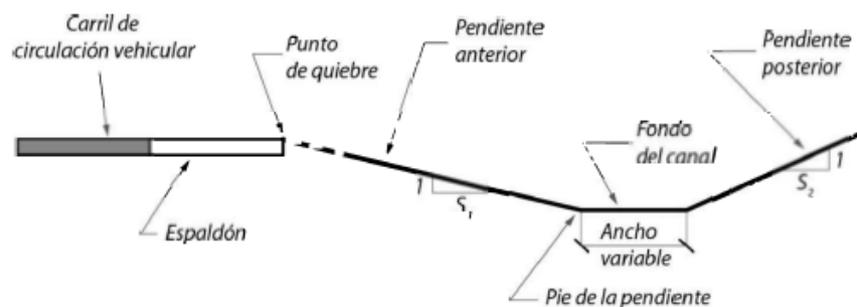
### 3.7.9. Taludes

Cárdenas Grisales (2013) define a los taludes como la superficie inclinada que se encuentra al lateral de la vía, misma que limita la carretera. Esta puede ser en corte o terraplén. La primera se refiere a la sección donde el talud empieza seguido a la cuneta; la segunda, la sección que inicia en el borde de la berma. Para el dimensionamiento y diseño de inclinación de estas deben realizarse estudios geológicos y geotécnicos.

Como indica García (2022) la función de los taludes debe ser el proporcionar una mejora en la estabilidad de la carrera, incluso brindando una oportunidad de recuperar la estabilidad de un vehículo en caso de que esté fuera de control.

Ante esto podemos dividir el talud en tres partes importantes las cuales nos ayudan a reducir la pérdida de control del vehículo según la AASHTO (2018). Podemos observar en la Figura 3-10.

Figura 3-10: Componentes del talud de la vía



Fuente: Adaptado de García (2022)

Según García (2022) la parte superior serviría para contribuir en la pérdida de la dirección del vehículo, ya que tienden a volar encima del fondo del canal. La parte de la pendiente anterior sirve en caso de que el conductor intente una maniobra para recuperar el control o necesite reducir la velocidad. Y finalmente el pie de la pendiente que ofrece una transición entre los dos anteriores.

En la MOP (2003) se nos indica que el talud debe diseñarse con la menor pendiente posible tomando en cuenta el principal factor que es el económico, siendo este también el menor.

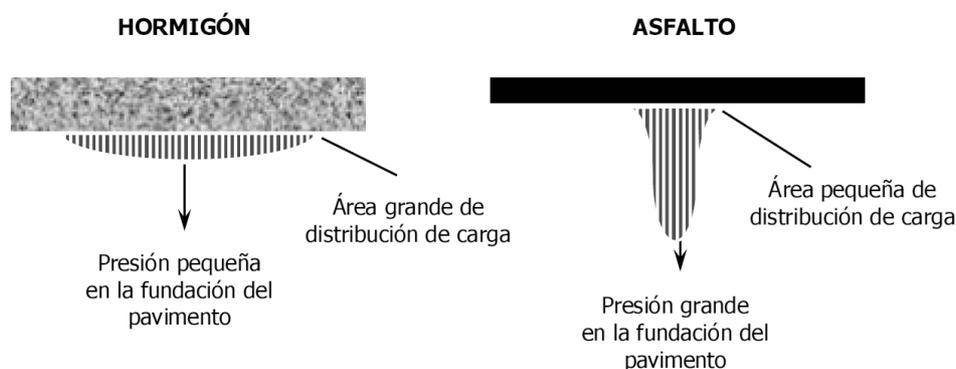
## 4. DISEÑO DE PAVIMENTOS

### 4.1. Tipología de pavimentos

Los pavimentos son estructuras que pueden clasificarse en flexibles y rígidas. Si bien en el Ecuador contamos con un tercer tipo de pavimento denominado articulado, este no será considerado puesto que es más antiguo e incluso considerado artesanal para las ciudades que lo poseen.

Los pavimentos flexibles están conformados por una carpeta asfáltica que transmite la carga de los vehículos a través de un área pequeña; por tal motivo las tensiones que transmiten a la subrasante suelen ser altas en comparación al pavimento rígido. En la Figura 4-1 se puede apreciar un esquema del comportamiento de la carga dependiendo del tipo de pavimento.

Figura 4-1: Comportamiento de la fuerza según el tipo de pavimento



Fuente: Tomado de (Cordo V, 2006)

El pavimento rígido posee una carpeta conformada de concreto, lo que produce una mejor distribución de la carga dando como resultado una transmisión de tensión menor a la subrasante.

### 4.2. Generalidades para la determinación de tipo de pavimento

Dentro de los parámetros más importantes para determinar qué tipo de pavimento es el más adecuado para una vía, la norma (AASHTO, 1993) menciona que conocer el período de análisis y el tiempo de vida útil son necesarios para dar comienzo en la toma de decisiones del tipo de pavimento.

En resumen, con la información obtenida de los diversos estudios realizados, la configuración de la vía de 2.1 km a San Antonio de Gapal posee:

- Distancia de la vía: 2.10 km
- Tipo de vía: CLASE IV (a considerar en los resultados)
- Tipo de topografía: Montañosa
- Condición de vía: Rural de alto volumen

### 4.3. Período de diseño

En la Tabla 4-1 proporcionada por la AASHTO (1993) podemos determinar que el período de diseño recomendado para la vía de nuestro proyecto se encuentra en un rango de 15-25 años por lo que el valor con el que se trabajará es de 25 años.

Tabla 4-1: *Periodo de diseño en función del tipo de vía AASHTO-93*

Tipo de vía	Periodo de diseño (años)
Urbana de tránsito elevado	30-50
Inter urbana de tránsito elevado	20-50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15-25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava.	10-20

Fuente: Tomado de (AASHTO, 1993)

Con la información adicional mencionada con anterioridad, el tipo de pavimento con el que se trabajará será pavimento flexible, la (AASHTO, 1993) proporciona la fórmula de diseño para pavimento flexible que se expresa en la Ecuación 4-1.

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log(\Delta PSI)}{0.40 + \frac{4.2 - 1.5}{1094(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_r - 8.07 \quad \text{Ecuación 4-1}$$

Dónde;

$W_{18}$ : Número acumulado de ejes simples equivalente a 80 kN (18000 lb) para el periodo de diseño

$Z_R$ : Desviación normal estándar (confiabilidad)

$S_0$ : Error estándar combinado en la predicción del tránsito (desviación estándar)

$SN$ : Número estructural que indica el espesor total del pavimento

$\Delta PSI$ : Pérdida de serviciabilidad (serviciabilidad)

$M_r$ : Módulo resiliente de la subrasante (módulo de resiliencia)

#### 4.4. Tránsito

Para las carreteras de dos carriles, la (AASHTO, 1993) establece que se use el 100% de los ejes simples equivalentes a 18 kN. Como vemos en la Tabla 4-2 proporcionada por la norma antes mencionada, el número de líneas determina el porcentaje a usarse; en nuestro caso tenemos un carril en cada sentido, por lo que corresponde usar el valor completo.

Tabla 4-2: *Porcentaje de ESAL según el número de carriles en cada dirección*

Número de carriles en cada dirección	Porcentaje de 18 kN ESAL en carril de diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Fuente: Tomado de (AASHTO, 1993)

#### 4.5. Confiabilidad

La confiabilidad según la (AASHTO, 1993) es un parámetro de certeza designado en el proceso para garantizar el correcto funcionamiento del pavimento a futuro en base a sus diseños. Se puede ver los niveles sugeridos en la Tabla 4-3

Tabla 4-3: Niveles sugeridos de confiabilidad para varias clasificaciones funcionales

Clasificación Funcional	Nivel Recomendado de Confiabilidad	
	Urbana	Rural
Autopistas interestatales y otras	85-99,9	80-99,9
Arteriales principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuente: Tomado de (AASHTO, 1993)

A esta confiabilidad, se la relaciona con una distribución normal estándar ( $Z_R$ ) que suele obtenerse mediante la realización de una campana de Gauss.

#### 4.6. Serviciabilidad

En la norma (AASHTO, 1993) se menciona que para las carreteras que cuentan con pavimento flexible, el número de serviciabilidad inicial es de 4.2 y para las de pavimento rígido es de 4.5. Por tal motivo el valor que se usará es de 4.2 para serviciabilidad inicial.

Para la serviciabilidad final se hará uso de la Tabla 4-4, el valor que se utilizará es el de 2.0 debido a que este valor es el más usado para carreteras.

Tabla 4-4: Nivel de serviciabilidad final

Nivel de Serviciabilidad Final	Porcentaje de personas que lo consideran inaceptable
3.0	12
2.5	55
2.0	85

Fuente: Tomado de (AASHTO, 1993)

#### 4.7. Desviación estándar

Para el caso del pavimento flexible, la literatura y norma (AASHTO, 1993) mencionan que este parámetro se encuentra en un rango de 0.40 a 0.50 para el pavimento flexible. El valor con el que se trabajará es de 0.50 debido a que es el más indicado cuando ya se tiene una vía carretera existente.

#### 4.8. Módulo de resiliencia

La norma (AASHTO, 1993) declara que este factor está ligado directamente con el CBR del suelo, por lo que dependiendo de cuánto sea este último, el módulo de resiliencia podrá elegirse en base a criterios como los que se encuentran en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5: Módulo de resiliencia (MR) en función del CBR

$$MR = 1500 * CBR \text{ valor en } \left[ \frac{lb}{in^2} \right] \text{ si el } CBR < 10$$

$$MR = 3000 * CBR^{0.65} \text{ valor en } \left[ \frac{lb}{in^2} \right] \text{ si el } 10 < CBR < 20$$

$$MR = 4326 * \ln(CBR) + 241 \text{ valor en } \left[ \frac{lb}{in^2} \right] \text{ si son suelos granulares}$$

Fuente: (AASHTO, 1993)

#### 4.9. Coeficiente de capas

Toda carpeta asfáltica cuenta con diversas capas de diferentes espesores que aportan características adecuadas para el correcto desempeño de una carretera, dependiendo de lo que se requiera en el proyecto y cumpliendo las distintas normas para cada elemento. En la Tabla 4-6 se detalla el espesor en centímetros de distintas capas que pueden utilizarse para conformar una carpeta asfáltica.

Tabla 4-6: *Espesores de capas de distintos materiales*

CLASE DE MATERIAL	NORMA	COEFICIENTE
<b>CAPA DE SUPERFICIE</b>		
CONCRETO ASFÁLTICO	ESTABILIDAD DE MARSHALL 1000 A 1800 LBS	0.134 - 0.173
ARENA ASFÁLTICA	ESTABILIDAD DE MARSHALL 500 A 600 LBS	0.079 - 0.118
CARPETA BITUMINOSA MEZCLADA EN EL CAMINO	ESTABILIDAD DE MARSHALL 300 A 600 LBS	0.059 - 0.098
CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE	Módulo 2.965 Mpa (430000 PSI), a 20°C, todo tipo de tráfico	0.170 - 0.170
CARPETA ASFÁLTICA EN FRIO	Mezcla asfáltica con emulsión, para tráfico $\leq 1\ 000\ 000$ EE	0.125 - 0.125
MICROPAVIMENTO 25 mm	Recomendada para tráfico $< 1\ 000\ 000$ EE	0.130 - 0.130
<b>CAPA DE BASE</b>		
BASE GRANULAR CBR 100%	CBR $> 100\%$ , recomendada para tráfico $> 10\ 000\ 000$ EE, Compactada al 100% de la MDS	0.054 - 0.054
BASE GRANULAR CBR 80%	CBR 80%, recomendada para tráfico $\leq 10\ 000\ 000$ EE, Compactada al 100% de la MDS	0.052 - 0.052
CONCRETO ASFÁLTICO, (Tratada con asfalto)	ESTABILIDAD DE MARSHALL 1500 LBS	0.115 - 0.115
ARENA ASFÁLTICA	ESTABILIDAD DE MARSHALL 500 - 600 LBS	0.059 - 0.098
AGREGADO GRUESO ESTABILIZADO CON CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESION 28 - 46kg/cm <sup>2</sup>	0.079 - 0.139
AGREGADO GRUESO ESTABILIZADO CON CAL	RESISTENCIA A LA COMPRESION 7kg/cm <sup>2</sup>	0.089 - 0.119
SUELO - CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESION 18 - 32 kg/cm <sup>2</sup>	0.047 - 0.079
<b>CAPA DE SUB - BASE</b>		
SUBBASE GRANULAR	CBR 40%, COMPACTADA AL 100% DE LA MDS	0.047 - 0.047
SUELO - CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESION 18 - 22 kg/cm <sup>2</sup>	0.025 - 0.071
SUELO - CAL	RESISTENCIA A LA COMPRESION 8 kg/cm <sup>2</sup>	0.059 - 0.071
<b>MEJORAMIENTO DE SUB - RASANTE</b>		
ARENA O SUELO SELECCIONADO	P.I. 0 - 10	0.020 - 0.025
SUELO CON CAL	3% MINIMO DE CAL EN PESO DE LOS SUELOS	0.028 - 0.029

Fuente: (AASHTO, 1993)

#### 4.10. Coeficiente de drenaje

Para el coeficiente de drenaje la (AASHTO, 1993) redacta que existen diversos casos en los que el agua puede comportarse a lo largo de una sección de carretera, en la Tabla 4-7 se visualiza que porcentaje de humedad se espera para un determinado tramo de pavimento según se categoría de drenaje esperado.

Tabla 4-7: Calidad de drenaje según el tiempo esperado sobre una estructura de pavimento

Calidad de drenaje	Porcentaje de tiempo en el que una estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos del 1%	1-5%	5-25%	Mayor al 25%
Excelente	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Bueno	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Justo	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Pobre	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80
Muy pobre	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

Fuente: (AASHTO, 1993)

#### 4.11. Número estructural

Para hallar el número estructural de las distintas capas del pavimento primero se debe hallar la carga axial equivalente simple (ESALS) o también llamada ejes equivalentes. Conociendo las proyecciones del tráfico futuro, TPDA y clasificación vehicular los ESALS que se muestran en la Tabla 4-8 se determinaron en el Anexo 9.

Tabla 4-8: ESALS determinados para el proyecto

N8,2	787637,2054	ESALS	CON AUTOMOVILES
N8,2	772097,3381	ESALS	SIN AUTOMOVILES
<b>ESALS a utilizarse:</b>		772097,3381	

Fuente: Elaboración propia

Con el número de ESALS establecido y mediante los cálculos que se muestran en el Anexo 9 el número estructural de las distintas capas son los que se muestran en la Tabla 4-9. El mejoramiento escogido es de suelo con cal hidratada al 3% en peso de los suelos, la subbase granular será con CBR 40%.

Tabla 4-9: Espesores de estratos de las capas de pavimento flexible

ITEM	CAPAS	ESTRUCTURAL (a)	DRENAJE (m)	ESPESOR (d) (cm)	SN Parcial
Rodadura	Concreto asfáltico	0.15	1	8	1.2
Base	Base granular	0.052	0.8	20	0.832
	CBR 80%				
Sub-base	Sub-base granular	0.047	0.8	20	0.752
Subrasante	Mejoramiento	0.025	0.8	5	0.1
<b>Suma:</b>					2.884

Fuente: Elaboración propia

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. Aforo Volumen de tránsito

A continuación, en la Tabla 5-1 se presenta una fracción como ejemplo de la tabla que se elaboró para el conteo de los vehículos observados.

Tabla 5-1: *Ejemplo de tabla utilizada para aforo vehicular*

Conteo vehicular enero 2024									
Martes 2/1/2024									
HORA	06:00	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00
Coches	4	13	113	87	42	35	39	19	9
Motos			1	2		2		1	
Buses									
2 D	1			1					
2DA	1						1		
2DB									
V3A									
V2DB									
TOTAL	6	13	114	90	42	37	40	20	9

Fuente: Elaboración propia

#### 5.1.1. Aforo vehicular Cámara 1:

El aforo manual se realizó de 6am a 7pm, cada 15 minutos. A continuación, la tabla resumen del aforo de la cámara 1 se presenta en intervalos de 1 hora, es la que podemos observar en la Tabla 5-2. El conteo vehicular lo podemos observar en el Anexo 6.

Tabla 5-2: *Resumen aforo vehicular Cámara 1*

HORAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
06:00 - 07:00	251	223	222	255	242	16	12
07:00 - 08:00	148	139	139	149	131	30	10
08:00 - 09:00	23	32	36	27	29	19	19
09:00 - 10:00	26	27	16	22	14	25	16
10:00 - 11:00	13	24	16	13	15	33	16
11:00 - 12:00	26	17	15	17	21	27	17
12:00 - 13:00	40	30	36	40	29	22	23
13:00 - 14:00	26	19	22	28	16	37	24
14:00 - 15:00	17	28	19	16	21	32	25
15:00 - 16:00	19	25	25	20	15	28	24
16:00 - 17:00	17	16	16	25	15	31	16
17:00 - 18:00	24	30	21	27	28	28	18
18:00 - 19:00	50	39	51	48	58	37	22
TOTAL	680	649	634	687	634	365	242

Fuente: Elaboración propia

#### 5.1.2. Aforo vehicular Cámara 2:

A continuación, la tabla resumen del aforo de la cámara 2 se presenta en intervalos de 1 hora, es la que podemos observar en la Tabla 5-3. También se puede observar que el día de mayor volumen de vehículos en el conteo manual es el miércoles. El conteo vehicular lo podemos observar en el Anexo 7.

Tabla 5-3: Resumen aforo vehicular Cámara 2

HORAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
06:00 - 07:00	310	324	295	337	251	16	14
07:00 - 08:00	215	186	203	186	131	34	29
08:00 - 09:00	68	50	83	59	64	37	32
09:00 - 10:00	54	59	42	40	35	32	49
10:00 - 11:00	54	52	47	54	44	52	65
11:00 - 12:00	66	53	57	52	18	67	66
12:00 - 13:00	65	63	84	76	41	72	64
13:00 - 14:00	58	52	51	73	50	51	48
14:00 - 15:00	47	60	73	59	58	64	63
15:00 - 16:00	60	54	60	54	43	72	74
16:00 - 17:00	51	64	65	62	36	76	59
17:00 - 18:00	71	90	78	48	60	59	49
18:00 - 19:00	106	107	105	103	49	50	64
<b>TOTAL</b>	1225	1214	1243	1203	880	682	676

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.3. Conteo automático Cámara 2

El conteo automático fue realizado en intervalos de 1h durante las horas que no se hizo el conteo manual. Teniendo los siguientes resultados, como se puede observar en la Tabla 5-4.

Tabla 5-4: Conteo automático Cámara 2

HORAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
00:00 - 01:00	5	0	1	2	1	28	25
01:00 - 02:00	0	1	0	0	2	18	8
02:00 - 03:00	0	0	0	0	0	11	0
03:00 - 04:00	0	0	0	0	0	5	1
04:00 - 05:00	0	1	0	0	1	1	0
05:00 - 06:00	5	4	4	3	3	1	1
19:00 - 20:00	94	108	87	70	56	52	59
20:00 - 21:00	56	48	62	61	44	36	38
21:00 - 22:00	23	22	21	12	26	50	13
22:00 - 23:00	20	16	11	14	19	27	16
23:00 - 00:00	13	10	7	10	21	28	11

Fuente: Elaboración propia

## 5.2. Obtención TPDA

Al comparar y observar las tablas Tabla 5-2 y Tabla 5-3, se puede determinar que el aforo para obtener el TPDA es el del aforo de la cámara 2. Esto debido a que tiene mayor cantidad de vehículos, mismo que influye en el impacto de la estructura de la carretera. En la Tabla 5-5 podemos observar el resumen de conteo manual y automático (remarcado el conteo manual).

Tabla 5-5: Resumen de aforo general de Cámara 2

HORAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
00:00 - 01:00	5	0	1	2	1	28	25
01:00 - 02:00	0	1	0	0	2	18	8
02:00 - 03:00	0	0	0	0	0	11	0
03:00 - 04:00	0	0	0	0	0	5	1
04:00 - 05:00	0	1	0	0	1	1	0
05:00 - 06:00	5	4	4	3	3	1	1
06:00 - 07:00	<b>310</b>	<b>324</b>	<b>295</b>	<b>337</b>	<b>251</b>	<b>16</b>	<b>14</b>
07:00 - 08:00	<b>215</b>	<b>186</b>	<b>203</b>	<b>186</b>	<b>131</b>	<b>34</b>	<b>29</b>
08:00 - 09:00	<b>68</b>	<b>50</b>	<b>83</b>	<b>59</b>	<b>64</b>	<b>37</b>	<b>32</b>
09:00 - 10:00	<b>54</b>	<b>59</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>49</b>
10:00 - 11:00	<b>54</b>	<b>52</b>	<b>47</b>	<b>54</b>	<b>44</b>	<b>52</b>	<b>65</b>
11:00 - 12:00	<b>66</b>	<b>53</b>	<b>57</b>	<b>52</b>	<b>18</b>	<b>67</b>	<b>66</b>
12:00 - 13:00	<b>65</b>	<b>63</b>	<b>84</b>	<b>76</b>	<b>41</b>	<b>72</b>	<b>64</b>
13:00 - 14:00	<b>58</b>	<b>52</b>	<b>51</b>	<b>73</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>48</b>
14:00 - 15:00	<b>47</b>	<b>60</b>	<b>73</b>	<b>59</b>	<b>58</b>	<b>64</b>	<b>63</b>
15:00 - 16:00	<b>60</b>	<b>54</b>	<b>60</b>	<b>54</b>	<b>43</b>	<b>72</b>	<b>74</b>
16:00 - 17:00	<b>51</b>	<b>64</b>	<b>65</b>	<b>62</b>	<b>36</b>	<b>76</b>	<b>59</b>
17:00 - 18:00	<b>71</b>	<b>90</b>	<b>78</b>	<b>48</b>	<b>60</b>	<b>59</b>	<b>49</b>
18:00 - 19:00	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>105</b>	<b>103</b>	<b>49</b>	<b>50</b>	<b>64</b>
19:00 - 20:00	94	108	87	70	56	52	59
20:00 - 21:00	56	48	62	61	44	36	38
21:00 - 22:00	23	22	21	12	26	50	13
22:00 - 23:00	20	16	11	14	19	27	16
23:00 - 00:00	13	10	7	10	21	28	11

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.1. Obtención Factor horario

Utilizando la Ecuación 2-3 se puede determinar el factor horario de cada día del conteo. Sin embargo, como se dijo en ese apartado al realizarse el conteo durante las 24 horas el factor horario es 1.

Por lo tanto, el Factor horario es:

$$Fh = 1$$

### 5.2.2. Obtención Factor diario

Utilizando la Ecuación 2-4 se puede determinar el factor diario de cada día del conteo. Al realizarse el conteo los 7 días de la semana el factor diario es 1.

Por lo tanto, el Factor horario es:

$$Fd = 1$$

### 5.2.3. Obtención Factor semanal

Utilizando la Ecuación 2-6 se determinó el factor semanal del aforo como se muestra en la Tabla 5-6

Tabla 5-6: Obtención Fs

	DIAS		Fs
<b>ENERO</b>	<b>31</b>	<b>4.43</b>	<b>1.107</b>
FEBRERO	29	4.14	1.036
MARZO	31	4.43	1.107
ABRIL	30	4.29	1.071
MAYO	31	4.43	1.107
JUNIO	30	4.29	1.071
JULIO	31	4.43	1.107
AGOSTO	31	4.43	1.107
SEPTIEMBRE	30	4.29	1.071
OCTUBRE	31	4.43	1.107
NOVIEMBRE	30	4.29	1.071
DICIEMBRE	31	4.43	1.107

MES DE CONTEO                      ENERO

Fuente: Elaboración propia

Por lo que el Factor semanal obtenido es:

$$F_s = 1.107$$

#### 5.2.4. Obtención Factor mensual

Utilizando la Ecuación 2-7 se determinó el factor mensual del aforo con los datos que se muestran en la Tabla 5-7

Tabla 5-7: Consumo de combustibles del cantón Cuenca 2023

	SUPER	EXTRA	DIESEL PREMIUM	TOTAL
<b>ENERO</b>	<b>197382</b>	<b>4734269</b>	<b>2935649</b>	<b>7867300</b>
FEBRERO	259221	4418138	2743897	7421256
MARZO	207975	4825781	3042964	8076720
ABRIL	191839	4529015	2753265	7474119
MAYO	204800	4870024	3064637	8139461
JUNIO	219303	4761549	2932013	7912865
JULIO	220851	4713006	3092119	8025976
AGOSTO	325562	4685808	3126654	8138024
SEPTIEMBRE	216799	4711482	3065795	7994076
OCTUBRE	215255	4824723	3193395	8233373
NOVIEMBRE	210278	4790589	3028224	8029091
DICIEMBRE	229761	5032119	3114990	8376870
<b>CONSUMO PROMEDIO MENSUAL EN GALONES</b>				<b>7974094</b>

Fuente: Adaptado de base de datos de Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (2024)

Por lo que el Factor mensual obtenido es:

$$F_m = 1.014$$

### 5.2.5. Obtención Factor Expansión

Tabla 5-8: Resumen factores obtenidos

FACTOR	
Fh	1.000
Fd	1.000
Fs	1.107
Fm	1.014

Fuente: Elaboración propia

Con la Ecuación 2-2 y con la Tabla 5-8 podemos obtener el Factor de Expansión que se observa a continuación:

$$FE = 1.122$$

### 5.2.6. TPDA 2024

A partir de la Ecuación 2-1 obtenemos el TPDA del año 2024 de vehículos mixtos de la vía de estudio.

$$TPDA_{2024} = T_0 \cdot FE$$

$$TPDA_{2024} = 1217 \cdot 1.122$$

$$TPDA_{2024} = 1365$$

Con la Tabla 2-2 se puede transformar esto a vehículos livianos equivalentes como se observa en la Tabla 5-9.

Tabla 5-9: Resultados TPDA 2024 vehículos livianos equivalentes

Descripción	%	Total	Factor de conversión	Vehículo liviano equivalente
Livianos	95.269%	1301	1	1300
Buses	1.923%	26	3	78
Camiones	2.808%	38	3	114
	100%	1365		1492 V. L. E.

Fuente: Elaboración propia

## 5.3. Proyección de tránsito

### 5.3.1. Resultados Crecimiento Normal del Tránsito

A partir de los datos recopilados de censos poblacionales del INEC Instituto nacional de estadística y censos (2022b) se pudo determinar la tasa de crecimiento poblacional para realizar la proyección de población que podemos observar en la Tabla 5-10 y Tabla 5-11 respectivamente.

Tabla 5-10: Tasa de crecimiento de la población del Azuay

Censos realizados en la provincia del Azuay		
Año	Población	Tasa de crecimiento
1950	250975	
1962	274642	0.754%
1974	367324	2.453%
1982	442019	2.341%
1990	506090	1.706%
2001	599546	1.552%
2010	712127	1.930%
2022	801609	0.991%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-11: Proyección de población para la provincia del Azuay

Proyección de población para la provincia del Azuay							
Año	Total	Año	Total	Año	Total	Año	Total
1950	250,975	1975	375,922	2000	590,380	2025	833,363
1951	252,867	1976	384,722	2001	599,546	2026	841,624
1952	254,773	1977	393,728	2002	611,120	2027	849,967
1953	256,693	1978	402,945	2003	622,917	2028	858,392
1954	258,628	1979	412,377	2004	634,942	2029	866,901
1955	260,578	1980	422,030	2005	647,199	2030	875,494
1956	262,542	1981	431,909	2006	659,693	2031	884,172
1957	264,521	1982	442,019	2007	672,428	2032	892,936
1958	266,515	1983	449,562	2008	685,409	2033	901,787
1959	268,524	1984	457,233	2009	698,640	2034	910,726
1960	270,548	1985	465,035	2010	712,127	2035	919,754
1961	272,587	1986	472,970	2011	725,874	2036	928,871
1962	274,642	1987	481,041	2012	739,887	2037	938,078
1963	281,378	1988	489,250	2013	754,170	2038	947,377
1964	288,279	1989	497,599	2014	768,729	2039	956,768
1965	295,350	1990	506,090	2015	783,569	2040	966,252
1966	302,594	1991	513,947	2016	798,695	2041	975,830
1967	310,016	1992	521,926	2017	814,113	2042	985,503
1968	317,620	1993	530,029	2018	829,829	2043	995,272
1969	325,410	1994	538,257	2019	845,848	2044	1,005,138
1970	333,391	1995	546,613	2020	862,177	2045	1,015,101
1971	341,568	1996	555,099	2021	878,821	2046	1,025,163
1972	349,946	1997	563,717	2022	801,609	2047	1,035,325
1973	358,529	1998	572,468	2023	817,084	2048	1,045,588
1974	367,324	1999	581,355	2024	825,183	2049	1,055,952

Fuente: Elaboración propia

Con los datos recopilados de INEC Instituto nacional de estadística y censos (2022a) y INEC Instituto nacional de estadística y censos (2024) se pudo obtener la Tabla 5-12.

Tabla 5-12: Vehículos matriculados en Azuay

Vehículos matriculados en Azuay					
Año	Livianos	Año	Livianos	Año	Livianos
1969	1935	1987	18847	2005	63779
1970	2435	1988	18806	2006	71180
1971	3173	1989	23028	2007	73909
1972	3529	1990	20648	2008	76638
1973	3921	1991	22202	2009	63472
1974	4638	1992	22353	2010	87815
1975	5710	1993	22504	2011	92319
1976	6588	1994	21940	2012	95944
1977	8106	1995	25658	2013	99972
1978	8877	1996	27067	2014	105178
1979	11193	1997	30957	2015	124069
1980	11632	1998	31006	2016	120331
1981	12070	1999	35703	2017	141848
1982	13383	2000	42924	2018	154697
1983	14695	2001	44586	2019	145729
1984	15453	2002	44282	2020	152676
1985	16113	2003	52737	2021	163598
1986	18887	2004	56664	2022	185674
				2023	131284

Fuente: Recopilado de INEC Instituto nacional de estadística y censos (2022a) e INEC Instituto nacional de estadística y censos (2024)

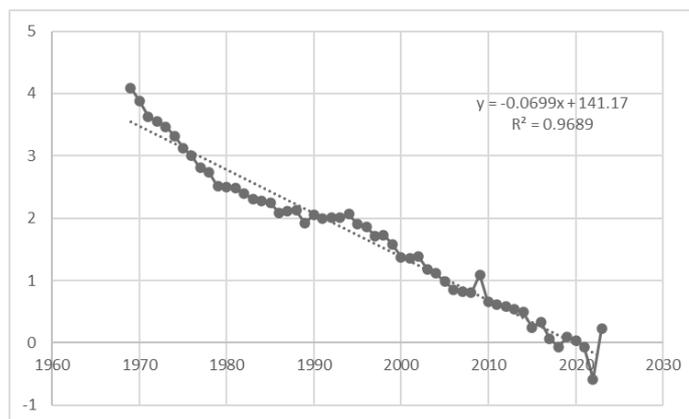
Al realizar el modelo LOGIT para el cálculo del crecimiento vehicular que se encuentra en Anexo 1 se obtuvo un valor  $R^2$  lo más cercano a 1 teniendo como resultado la Tabla 5-13 y la Figura 5-1. Conseguidas con la Ecuación 2-12, Ecuación 2-13 y Ecuación 2-14.

Tabla 5-13: Coeficiente de variabilidad  $R^2$

<b>Ts</b>	361
<b>R2</b>	0.96887
<b>a</b>	141.17
<b>b</b>	-0.0699

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-1: Iteración correspondiente al valor más cercano a 1 de  $R^2$



Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, la tasa de crecimiento vehicular obtenida se refleja en la Tabla 5-14, conseguidas con la Ecuación 2-15 y Ecuación 2-16:

Tabla 5-14: Tasa de crecimiento vehicular provincia del Azuay

Año	Livianos	Buses	Camiones
2024 - 2029	3.724%	0.991%	0.991%
2029 - 2034	3.158%	0.991%	0.991%
2034 - 2039	2.666%	0.991%	0.991%
2039 - 2044	2.258%	0.991%	0.991%
2044 - 2049	1.933%	0.991%	0.991%

Fuente: Elaboración propia

Con estos valores pudimos calcular el CNT con la Ecuación 2-11, obteniendo la Tabla 5-15.

Tabla 5-15: Crecimiento Normal del Tránsito

	Tf(2024-2029)	Tf(2029-2034)	Tf(2034-2039)	Tf(2039-2044)	Tf(2044-2049)
Livianos	1562	1824	2081	2326	2560
Buses	28	29	30	32	34
Camiones	40	42	44	47	49

Fuente: Elaboración propia

Al haberse realizado con datos de vehículos mixtos se procedió a utilizar la Tabla 2-2 transformando a vehículos livianos equivalentes como se muestra en Tabla 5-16.

Tabla 5-16: VLE del Crecimiento Normal del Tráfico

Tf (2049)	Factor de conversión	Tf_e +(2049)
2560	1	2560
34	3	101
49	3	147
		<b>2808</b>

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.2. Resultados TA

Podemos observar en la Tabla 5-17. Se utilizó la Ecuación 2-9 y los criterios revisados en ese capítulo.

Tabla 5-17: Resultados del Tráfico Actual

<b>TA=TE + Tat</b>	1492
--------------------	------

TE	1492	No se considera
Tat	0	

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.3. Resultados IT

Se puede observar en la Tabla 5-18 los criterios elegidos para considerar el TG y el TD. Se utilizó la Ecuación 2-10 para determinar el Incremento de Tránsito

Tabla 5-18: Resultados Incremento de Tránsito

<b>IT=CNT+TG+TD</b>	1763		
CNT	1316	<b>TASAS</b>	<b>ELEGIDO</b>
TG=TI+TC+TT	373	LOGIT	LOGIT
TD	74	0.05 - 0.25	0.15
		0.05	0.05

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.4. Resultados Tráfico Futuro TF<sub>2049</sub>

En la podemos observar el resultado del tráfico a diseñarse, utilizando la Ecuación 2-8.

Tabla 5-19: Tráfico futuro 2049

<b>TF=TA+IT</b>	3255		
TA	1492		
IT	1763		

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.5. Resultados de clasificación según el tráfico proyectado

Con un tráfico proyectado al año 2049 de 2348 vehículos livianos equivalentes, se pudo determinar según la Tabla 2-3 que la vía corresponde a una Clase I teniendo entre 3000 a 8000 vehículos. Sin embargo, para el diseño se clasificará como una vía clase IV por sus características geométricas y por la velocidad límite de circulación de 50 K.P.H en áreas urbanas que indica la Agencia Nacional de Tránsito (2021a).

## 5.4. Resultados ensayo de suelos

Se realizaron cuatro calicatas para el tramo del proyecto, de donde se extrajo material a una profundidad de 1.50 metros para todas las muestras con la ayuda de maquinaria pesada, en la Figura 5-2 se aprecia a simple vista los estratos dentro del suelo comprendido en su mayoría por grava limosa.

Figura 5-2: Calicatas 1 y 3 a 1.50 metros de profundidad



Fuente: Elaboración propia

Mediante una clasificación de suelos previa, se determinó que la litología de las calicatas 1 y 2 son similares, así como la calicata 3 y 4, dado que se clasifican como grava limosa y grava limosa con arena respectivamente ver Anexo 13. Dada la similitud en el 50% de las muestras se decidió realizar el ensayo para obtener el CBR de la calicata 1 y 3 ya que son las más distantes entre sí.

Los límites de Atterberg para el proyecto obtenidos por las calicatas 1 y 3 son los que se muestran en la Figura 5-3.

Figura 5-3: Resultados límites de Atterberg de calicatas 1 y 3

<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318</b>	
Límite líquido	44
Límite plástico	34
Índice de plasticidad	10
Índice de consistencia (ic)	3,3
Índice de liquidez (il)	-2,3
Método de ensayo de límite líquido	Multipunto

Calicata 1 en abscisa: 1+908    X:723407.123    Y:9676039.526

<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318</b>	
Límite líquido	53
Límite plástico	38
Índice de plasticidad	15
Índice de consistencia (ic)	2,8
Índice de liquidez (il)	-1,8
Método de ensayo de límite líquido	Multipunto

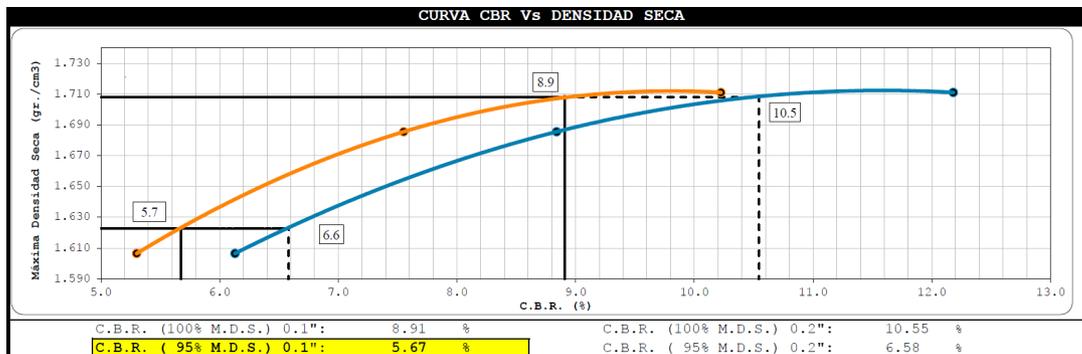
Calicata 3 en abscisa: 0+446    X:723253.017    Y:9676725.429

Fuente: Elaboración propia

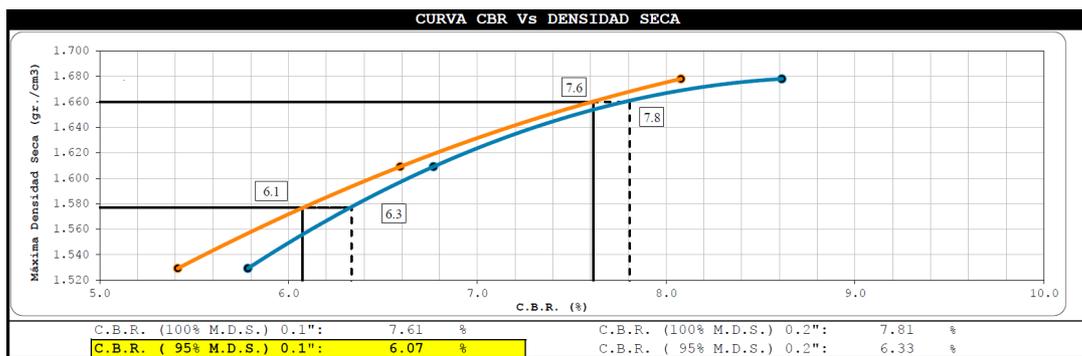
La determinación del CBR para las calicatas 1 y 3 dieron como resultados 5.67% y 6.07% respectivamente como se aprecia en la Figura 5-4. Dado que tenemos menos de 6 muestras de suelo a lo largo del proyecto, la norma ASTM D1833-99 menciona que se

debe realizar un promedio entre los CBR obtenidos. Dando como resultado que nuestro CBR es de 5.87%, es el que se usó para determinar el número estructural del pavimento.

Figura 5-4: CBR% de las calicatas 1 y 3



Calicata 1 en abscisa: 1+908 X:723407.123 Y:9676039.526



Calicata 3 en abscisa: 0+446 X:723253.017 Y:9676725.429

Fuente: Elaboración propia

## 5.5. Levantamiento topográfico

### 5.5.1. Puntos levantados

Los puntos, obtenidos después del proceso del levantamiento explicado anteriormente, se pueden encontrar en el Anexo 8.

### 5.5.2. Características topográficas del terreno

El terreno presenta al inicio mayormente incrementos de pendiente de manera abrupta conforme avanza por la carretera, dentro de las abscisas 0+000 km y 0+200 km el terreno se desarrolla de forma ascendente progresivamente, la vegetación contigua a la carretera es abundante y propia de la zona. El tramo comprendido entre la abscisa 0+200 km y 1+100 km, el terreno presenta pendientes empinadas que se elevan rápidamente desde el valle, los barrancos verticales son evidentes pese a estar cubiertos con un poco de vegetación y la aparición de laderas llenas de vegetación son más frecuentes.

A partir de la abscisa 1+100 km y la 2+100 km la elevación empieza a disminuir gradualmente, las laderas son observables únicamente desde un lado del terreno y los valles comienzan a ser más comunes por sobre los barrancos. En este tramo también se

observan los primeros asentamientos rurales de personas hasta llegar a las comunidades más grandes en la abscisa 2+100 km en donde prácticamente ya no existen barrancos ni laderas.

Basado en la Tabla 3-1 se puede definir que el tipo de terreno es escarpado según INVIA (2022) y montañoso según la MOP (2003). Esto debido a sus pendientes longitudinales mayores a 9% y curvas con radios menores a 40m.

## 5.6. Resultados diseño horizontal

### 5.6.1. Trazado de tangentes

Al ser una vía ya establecida se trazan las tangentes que definirán el eje de la vía, se puede observar en la Figura 5-5.

Figura 5-5: Trazado de tangentes

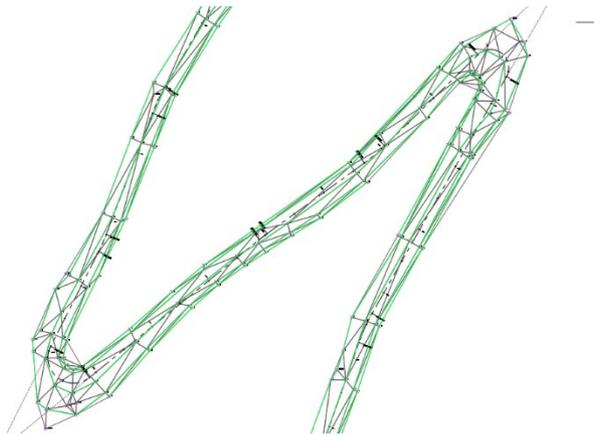


Fuente: Elaboración propia

### 5.6.2. Superficie

A través de los puntos levantados se creó la superficie, tomando en cuenta que mediante líneas de ruptura se debe corregir la superficie que el programa triangula. Se pueden observar las líneas de ruptura en la Figura 5-6.

Figura 5-6: Creación de superficie, líneas de ruptura



Fuente: Elaboración propia

### 5.6.3. Velocidad de diseño, radios, peralte y fricción lateral

Según la recomendación que nos da la MOP (2003) en la Tabla 3-2, al ser considerado una carretera clase IV, la velocidad de diseño recomendable de este proyecto es 50 K.P.H y radio mínimo de 75m. Esta velocidad de diseño también se fundamenta en la indicación de la Agencia Nacional de Tránsito (2021) en donde se señala que para zonas urbanas el límite de velocidad es de 50 K.P.H. Sin embargo, se debe considerar el relieve escarpado y composición geométrica de la vía; por lo que se tiene que valorar el uso de la velocidad absoluta de 25 K.P.H con radio mínimo de 20m, como se puede observar en las consideraciones de diseño de la Tabla 5-20. El peralte máximo elegido es el que se indica en la Tabla 3-4 de 8% al tener velocidades máximas de 50 km/h.

Tabla 5-20: Consideraciones de diseño en base a la velocidad absoluta

Ancho de carril [b] (m)	3.00	En base al MOP 2003
Velocidad de diseño (km/h)	25.00	Dato
Pendiente de bombeo (%)	2.00	En base al MOP 2003
Peralte máximo [p] (%)	8.00	En base al MOP 2003
Pendiente longitudinal [i]	0.775	Depende de la velocidad de diseño
Radio mínimo calculado [Rm] (m)	12.46	En base a la AASTHO
Radio mínimo asumido [Rm] (m)	20.00	En base al MOP 2003
Coefficiente fricción lateral [f] (m)	0.315	Coef. De fricción conservador
Número de Carriles [n]	2	Común para caminos vecinales
Longitud de ejes de vehículo [L] (m)	15	Según el vehículo tipo determinado
Velocidad de circulación (km/h)	26.50	

Fuente: Elaboración propia

Se tuvo presente el literal nueve de los valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de la MOP (2003), en el cual se indica que para mejoramientos de vía y de relieve difícil se puede utilizar velocidades de diseño de 20 km/h y radios de 15m.

También, ya que la vía del proyecto ya se encuentra constituida, con radio de curvas pequeños y en un terreno escarpado; la velocidad de diseño en ciertos tramos se determinó por el radio de las curvas ya establecidas. En los casos que se presentan estos radios, menores al literal antes mencionado, se procedió con la aplicación de la Tabla 5-21 que indica la velocidad de diseño, peralte, factor de fricción y radio mínimo de la curva.

Tabla 5-21: Radios mínimos usando valores límites de  $e$  y  $f$

Velocidad de diseño (km/h)	$e_{MAX}$ (%)	$f_{MAX}$	Radio (m)
15	8.00	0.40	4
20	8.00	0.35	5
30	8.00	0.28	20
40	8.00	0.23	41
50	8.00	0.19	73

Fuente: Adaptado de AASHTO (2018)

Se puede observar las velocidades y radios utilizados en la Tabla 5-22:

Tabla 5-22: Resultados de velocidades de diseño y radios

Número de curva	Velocidad (Km/h)	Radio (m)
1	50	75
2	50	75
3	20**	11
4	50	75
5	50	75
6	50	75
7	20**	7
8	50	75
9	50	75
10	15**	5
11	50	75
12	50	75
13	50	75
14	50	75
15	20**	12
16	50	75
17	20**	18
18	30*	30
19	30*	40
20	30*	30
21	20**	15
22	50	75
23	50	75
24	40*	50
25	20**	10
26	30*	35
27	25*	20
28	50	75
29	25*	20
30	30*	35
31	50	75
32	30*	30
33	20**	12
34	50	75
35	50	75

\* Cumple con la velocidad absoluta

\*\* Cumple con AASHTO (2018)

Fuente: Elaboración propia

En curvas, donde los radios son menores al recomendado y absoluto, se tendrá que colocar reductores de velocidad y señalética que indique las velocidades máximas permitidas. Esto para controlar que los usuarios cumplan con los límites establecidos en este proyecto. Los peraltes calculados se encuentran en Anexo 10.

### 5.6.4. Resumen diseño horizontal

En la Tabla 5-23 podemos observar el resumen del diseño horizontal.

Tabla 5-23: Resumen de diseño horizontal

Elemento	Curva	Longitud (m)	Tangente Intermedia (m)	Radio (m)	PC	PT	Angulo deflexión [°]	Cuerda (m)	LT (m)	Externa (m)	ABS PI (km)
		64.24			0+000.00	0+064.24					
Curva 1	Derecha	39.38		75.00	0+064.24	0+103.62	30.09	38.93	20.16	2.66	278.86
			40.73		0+103.62	0+144.35					
Curva 2	Izquierda	30.71		75.00	0+144.35	0+175.06	23.46	30.50	15.58	1.60	692.24
			27.01		0+175.06	0+202.08					
Curva 3	Derecha	27.76		11.00	0+202.08	0+229.83	144.57	20.96	34.44	25.15	950.39
			66.01		0+229.83	0+295.84					
Curva 4	Izquierda	17.28		75.00	0+295.84	0+313.12	13.20	17.24	8.68	0.50	1263.19
			44.74		0+313.12	0+357.86					
Curva 5	Izquierda	12.03		75.00	0+357.86	0+369.89	9.19	12.02	6.03	0.24	1493.25
			32.54		0+369.89	0+402.43					
Curva 6	Derecha	7.69		75.00	0+402.43	0+410.12	5.87	7.68	3.85	0.10	1494.25
			28.07		0+410.12	0+438.18					
Curva 7	Izquierda	19.04		7.00	0+438.18	0+457.23	155.88	13.69	32.76	26.50	1495.25
			58.48		0+457.23	0+515.70					
Curva 8	Derecha	6.34		75.00	0+515.70	0+522.04	4.84	6.34	3.17	0.07	1496.25
			22.89		0+522.04	0+544.93					
Curva 9	Izquierda	13.45		75.00	0+544.93	0+558.38	10.28	13.44	6.74	0.30	1497.25
			37.27		0+558.38	0+595.65					
Curva 10	Derecha	14.35		5.00	0+595.65	0+609.99	164.39	9.91	36.47	31.81	1498.25
			68.97		0+609.99	0+678.96					
Curva 11	Izquierda	15.41		75.00	0+678.96	0+694.37	11.77	15.38	7.73	0.40	1499.25
			41.27		0+694.37	0+735.64					
Curva 12	Izquierda	2.44		75.00	0+735.64	0+738.08	1.86	2.44	1.22	0.01	1500.25
			26.57		0+738.08	0+764.64					
Curva 13	Derecha	13.77		75.00	0+764.64	0+778.41	10.52	13.75	6.90	0.32	1501.25
			32.18		0+778.41	0+810.59					
Curva 14	Izquierda	10.27		75.00	0+810.59	0+820.86	7.84	10.26	5.14	0.18	1502.25
			29.39		0+820.86	0+850.25					
Curva 15	Izquierda	28.08		12.00	0+850.25	0+878.33	134.09	22.10	28.33	18.77	1503.25
			22.62		0+878.33	0+900.96					
Curva 16	Izquierda	18.85		75.00	0+900.96	0+919.81	14.40	18.81	9.48	0.60	1504.25
			25.80		0+919.81	0+945.61					
Curva 17	Derecha	33.45		18.00	0+945.61	0+979.07	106.49	28.84	24.10	12.08	1505.25
			87.04		0+979.07	1+066.10					
Curva 18	Derecha	23.49		30.00	1+066.10	1+089.59	44.86	22.90	12.38	2.46	1506.25
			21.22		1+089.59	1+110.81					
Curva 19	Izquierda	22.62		40.00	1+110.81	1+133.43	32.40	22.32	11.62	1.65	1507.25
			4.12		1+133.43	1+137.54					
Curva 20	Derecha	22.56		30.00	1+137.54	1+160.10	43.09	22.03	11.84	2.25	1508.25
			14.31		1+160.10	1+174.41					
Curva 21	Izquierda	15.45		15.00	1+174.41	1+189.86	59.02	14.78	8.49	2.24	1509.25

			42.81		1+189.86	1+232.67					
Curva 22	Izquierda	19.30		75.00	1+232.67	1+251.96	14.74	19.24	9.70	0.62	1510.25
			24.03		1+251.96	1+275.99					
Curva 23	Derecha	10.14		75.00	1+275.99	1+286.13	7.74	10.13	5.08	0.17	1511.25
			26.39		1+286.13	1+312.51					
Curva 24	Derecha	30.18		50.00	1+312.51	1+342.69	34.58	29.72	15.57	2.37	1512.25
			1.17		1+342.69	1+343.87					
Curva 25	Izquierda	18.36		10.00	1+343.87	1+362.22	105.19	15.89	13.08	6.46	1513.25
			12.87		1+362.22	1+375.10					
Curva 26	Derecha	30.06		35.00	1+375.10	1+405.15	49.20	29.14	16.02	3.49	1514.25
			57.10		1+405.15	1+462.25					
Curva 27	Derecha	24.05		20.00	1+462.25	1+486.30	68.89	22.62	13.72	4.25	1515.25
			19.26		1+486.30	1+505.56					
Curva 28	Derecha	36.82		75.00	1+505.56	1+542.38	28.13	36.45	18.79	2.32	1516.25
			86.25		1+542.38	1+628.63					
Curva 29	Izquierda	25.50		20.00	1+628.63	1+654.13	73.05	23.81	14.81	4.89	1517.25
			63.22		1+654.13	1+717.35					
Curva 30	Derecha	43.38		35.00	1+717.35	1+760.72	71.01	40.65	24.97	7.99	1518.25
			10.47		1+760.72	1+771.19					
Curva 31	Derecha	3.62		75.00	1+771.19	1+774.81	2.77	3.62	1.81	0.02	1519.25
			52.74		1+774.81	1+827.55					
Curva 32	Derecha	26.15		30.00	1+827.55	1+853.70	49.95	25.33	13.97	3.09	1520.25
			21.16		1+853.70	1+874.87					
Curva 33	Izquierda	26.67		12.00	1+874.87	1+901.53	127.32	21.51	24.24	15.04	1521.25
			6.91		1+901.53	1+908.44					
Curva 34	Derecha	21.49		75.00	1+908.44	1+929.93	16.42	21.42	10.82	0.78	1522.25
			50.55		1+929.93	1+980.48					
Curva 35	Derecha	4.91		75.00	1+980.48	1+985.38	3.75	4.91	2.45	0.04	1523.25
		40.75			1+985.38	2+026.13					

Fuente: Elaboración propia

## 5.7. Resultados diseño vertical

### 5.7.1. Distancia de visibilidad de parada

Para la distancia de visibilidad de parada, la determinamos según la Tabla 5-24 proporcionado por la AASHTO (2018), que da la distancia de parada en función de la velocidad de diseño. Por lo tanto, en este proyecto en función de la velocidad de diseño absoluta de 20 km/h, la velocidad de parada corresponde a 20 m.

Tabla 5-24: Resultado distancia de visibilidad de parada

V <sub>D</sub> (km/h)	Distancia de reacción de frenado	Distancia de frenado en nivel	Distancia de visibilidad de frenado	
			Calculado (m)	Diseño (m)
20	13.9	4.6	18.5	20

Fuente: Adaptado de AASHTO (2018)

### 5.7.2. Distancia de visibilidad de adelantamiento

En cambio, para la distancia de visibilidad de adelantamiento la determinamos según la Tabla 5-25 proporcionada por la MOP (2003) en la cual nos da la distancia de adelantamiento en función de la velocidad de diseño. En este caso, la velocidad mínima de diseño para este factor es de 25 km/h, por lo cual se dispondrá de líneas continuas de adelantamiento únicamente en las zonas que cumplan este criterio. Por lo tanto, en este proyecto la velocidad de parada corresponde a 80 m.

Tabla 5-25: Resultado distancia de visibilidad de adelantamiento

V <sub>D</sub> (km/h)	Velocidades vehículos (km/h)		Distancia de visibilidad de frenado
	Rebasado	Rebasante	Diseño (m)
25	24	40	80

Fuente: Adaptado de MOP (2003)

### 5.7.3. Longitud mínima de curvas verticales

Según las Normas AASHTO (2018) la longitud mínima para las curvas verticales en general a considerar es:

$$L_{\text{mínima}} = 0.7V_D$$

Para nuestro caso con una VD = 20 km/hora, lo que corresponde a L<sub>min</sub>=14m

Mientras que la MOP (2003) establece la Ecuación 3-17 como se mencionó en capítulos anteriores dando un resultado de L<sub>min</sub>=12m.

### 5.7.4. Gradientes longitudinales

Para este proyecto existen varios factores para considerar las gradientes longitudinales. Empezando en que la infraestructura de este proyecto debe determinarse tomando en cuenta el nivel de la entrada de casas y otras calles existentes. El siguiente factor a considerarse es la Tabla 3-10, donde se describen las gradientes máximas según la clase de carretera, con un valor recomendable de 8%, valor absoluto de 12% y valor mínimo de 0.5%.

También debe considerarse las longitudes máximas que se permiten para esas gradientes, indicadas en el capítulo de gradientes máximas y gradiente mínima. Finalmente, el último factor a considerarse es la anotación de la MOP (2003) en donde se nos indica que para carreteras clase IV se puede aumentar la gradiente hasta un 3% de lo indicado anteriormente, para terrenos montañosos y hasta máximo longitudes de 750 m.

### 5.7.5. Resumen diseño vertical

El diseño de las Curvas Verticales, las longitudes de las curvas, y valor K para el diseño se exponen en Tabla 5-26.

Tabla 5-26: *Diseño geométrico vertical*

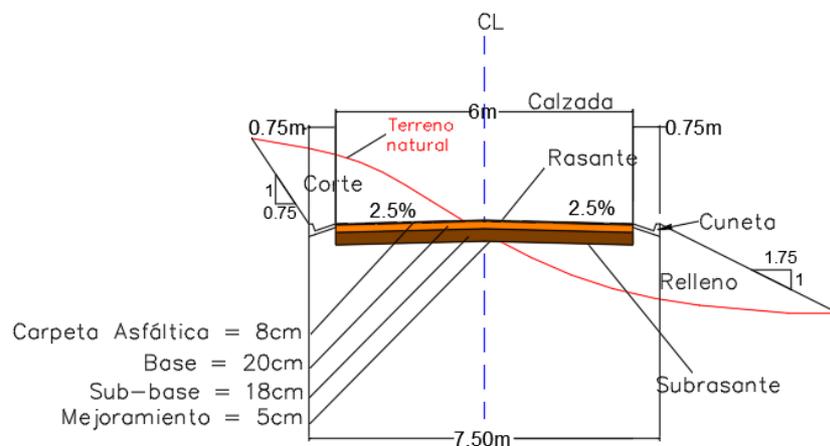
No	PVI Abscisa (m)	PVI Cota (m)	Inclinación entrada (%)	Inclinación salida (%)	Delta G	Tipo de curva	Longitud (m)	Valor K	Radio de curva (m)
1	0+000.00	2551.924		4.50%					
2	0+011.47	2552.441	4.50%	11.00%	6.50%	Convexa	15.000m	2.308	230.769
3	0+026.19	2554.059	11.00%	6.00%	5.00%	Cóncava	12.000m	2.4	240.000
4	0+061.41	2556.172	6.00%	15.00%	9.00%	Convexa	35.000m	3.889	388.889
5	0+183.47	2574.482	15.00%	12.00%	3.00%	Cóncava	30.000m	10	1000.000
6	0+399.67	2600.426	12.00%	15.00%	3.00%	Convexa	40.000m	4	400.000
7	0+510.05	2616.982	15.00%	14.00%	1.00%	Cóncava	40.000m	12	1200.000
8	0+771.69	2653.612	14.00%	11.25%	2.75%	Cóncava	40.000m	4.364	436.364
9	0+954.12	2674.136	11.25%	15.00%	3.75%	Convexa	40.000m	3.2	320.000
10	1+082.53	2693.398	15.00%	14.00%	1.00%	Cóncava	20.000m	12	1200.000
11	1+129.03	2699.907	14.00%	-8.00%	22.00%	Cóncava	30.000m	0.545	54.545
12	1+190.55	2694.986	-8.00%	10.00%	18.00%	Convexa	20.000m	0.667	66.667
13	1+249.55	2700.887	10.00%	-3.50%	13.50%	Cóncava	40.000m	0.889	88.889
14	1+304.05	2698.979	-3.50%	-12.00%	8.50%	Cóncava	20.000m	1.412	141.176
15	1+338.93	2694.793	-12.00%	-15.00%	3.00%	Cóncava	20.000m	4	400.000
16	1+621.38	2652.426	-15.00%	-12.00%	3.00%	Convexa	40.000m	4	400.000
17	1+751.79	2636.777	-12.00%	-5.50%	6.50%	Convexa	40.000m	1.846	184.615
18	1+807.06	2633.737	-5.50%	-0.50%	5.00%	Convexa	40.000m	2.4	240.000
19	1+899.63	2633.274	-0.50%	13.50%	14.00%	Convexa	40.000m	0.857	85.714
20	1+965.22	2642.129	13.50%	7.00%	6.50%	Cóncava	40.000m	1.846	184.615
21	2+023.36	2646.199	7.00%						

Fuente: Elaboración propia

### 5.8. Resultados diseño transversal

Para el diseño transversal de la vía se determinó, basado en las recomendaciones de la MOP (2003), una calzada de 3m de ancho con gradiente transversal de 2.5% como se observa en la Figura 5-7.

Figura 5-7: *Dimensiones de sección transversal*



Fuente: Elaboración propia

También se determinaron los taludes de corte y relleno. Siendo de 0.75:1 para talud de corte y 1.75:1 para talud de relleno (H:V). Cumpliendo así con factores de seguridad de taludes según la Tabla 5-27. Se debe tomar en cuenta que estos valores solo son referenciales y que para inclinaciones definitivas se tendrá que realizar el respectivo estudio de taludes a lo largo de toda la vía.

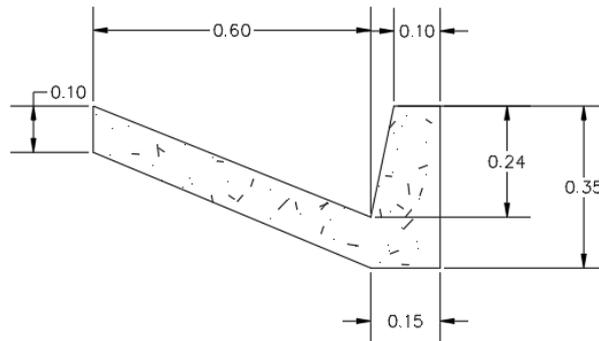
Tabla 5-27: Taludes recomendables

Tipo de material	Talud de corte recomendable	
	Hasta 8m	De 8m a 16m
Arenas Limosas	0.75:1	1:1
Limos arenosos	0.25:1	0.5:1
Arcillas poco arenosas	0.5:1	0.5:1

Fuente: Adaptado de BERGER INTERNACIONAL Y PROTECVIA CIA. LTDA, Quito, Ecuador, 1984, Manual de Diseño de Caminos Vecinales, MOP.

Para determinar los espesores de la estructura de la vía se analizará en la siguiente sección. Por otro lado, para la cuneta se definió una “cuneta tipo” de otro proyecto con características similares; pero debe considerarse que para el correcto diseño de esta debe realizarse un estudio hidrológico. Las dimensiones de la “cuneta tipo” se observan en la Figura 5-8.

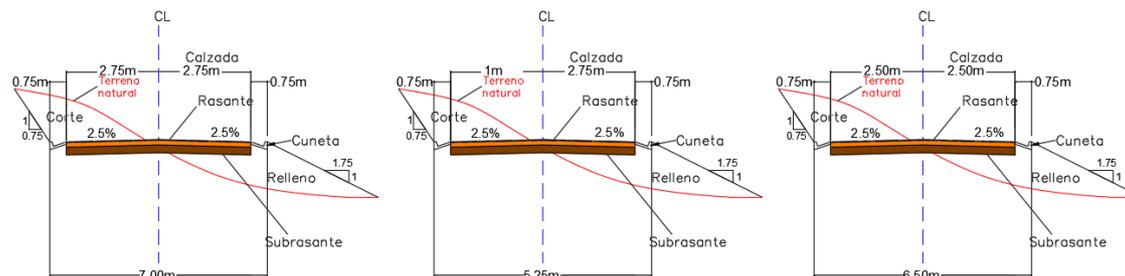
Figura 5-8: Cuneta Tipo



Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el ancho total de la vía sería de 7.5m. Sin embargo, se realizó el análisis topográfico considerando la restricción del proyecto, el cual debe diseñarse tomando como límites los predios ya establecidos. Se determinó que a lo largo de la vía no se puede cumplir siempre con los 3m de calzada que se muestra en la Figura 5-7. Dando como resultado las secciones de la Figura 5-9.

Figura 5-9: Diferentes secciones de la calzada



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que, para la sección transversal de 1m de calzada, se deberá señalar la vía alertando al conductor sobre la reducción de la vía y colocando señalización de ceda el paso como corresponda. Los volúmenes se pueden encontrar en el Anexo 11.

## 5.9. Resultados diseño de pavimentos

Los valores con los cuales se trabajó para determinar el diseño de pavimentos son los siguientes:

Tabla 5-28: Valores elegidos para el cálculo de SN

<b>ESALS:</b>	772097,3381	
<b>CBR (%):</b>	5,87	
<b>Periodo de diseño:</b>	20	años
<b>SERVICIABILIDAD</b>		
PSIo:	4,2	
PSIf:	2	
ΔPSI:	2,2	
<b>CONFIABILIDAD</b>		
R:	80	
Zr:	-0,842	
<b>DESVIACION ESTANDAR COMBINADA</b>		
So:	0,45	
<b>MODULO DE RESILIENCIA</b>		
Mr:	8805 lb/in <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración propia

Dando como resultado un SN de 2.85 para satisfacer la Ecuación 4-1:

$$\log W_{18} = Z_R S_O + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log(\Delta PSI)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_r - 8.07$$

Se estableció que para capas granulares el drenaje va a carecer de las propiedades adecuadas para escurrir el agua, por lo que las capas adoptan los siguientes coeficientes de drenaje como se muestra en la Tabla 5-29.

Tabla 5-29: Coeficientes de drenaje para las capas del pavimento flexible

<b>COEFICIENTE DE DRENAJE</b>		
CAPA DE RODADURA	1	JUSTA
CAPAS GRANULARES	0.8	POBRE

Fuente: Elaboración propia

Los espesores de las distintas capas que conformaran la carpeta asfáltica de pavimento flexible son los que se observan en la Tabla 5-30. Como se mencionó anteriormente, el mejoramiento escogido para el proyecto es suelo con cal hidratada al 3% en peso de los suelos, mientras que para la subbase granular será con material de CBR 40% compactado al 100% de la M.D.S.

Tabla 5-30: Estratos y espesores del pavimento flexible a utilizarse

ITEM	CAPAS	ESTRUCTURAL (a)	DRENAJE (m)	ESPESOR (d) (cm)	SN Parcial
Rodadura	Concreto asfáltico	0.15	1	8	1.2
Base	Base granular CBR 80%	0.052	0.8	20	0.832
Sub-base	Sub-base granular	0.047	0.8	20	0.752
Subrasante	Mejoramiento	0.025	0.8	5	0.1
				<b>Suma:</b>	2.884

<b>SN Parcial</b>	$\geq$	<b>SN</b>
<b>2.884</b>	$\geq$	<b>2.85</b>

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar todo el proceso de diseño en el Anexo 12.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se determinaron los índices de Tráfico Promedio Diario Anual de la vía a San Antonio de Gapal los cuales dieron un resultado de TPDA<sub>2024</sub> igual a 1365 vehículos mixtos que al transformar a vehículos livianos dan 1492 vehículos livianos equivalentes.

En cuanto a la proyección de tránsito se la realizó para 25 años que incluyen: procesos legales, de concurso, licitación a los cuales definimos como un periodo de 5 años; sumado a 20 años como recomienda la normativa para mejoramiento de vías. Esto dio un resultado de un Tráfico Futuro o proyectado para el año 2049 con un total de 3255 vehículos livianos equivalentes. Este resultado implica que la carretera según la normativa es Clase I; sin embargo, se determinó que por sus características geométricas y velocidad límite de circulación (50 km/h) se debe considerar para los criterios de diseño como una vía Clase IV.

El área del proyecto mostró estar conformado principalmente por grava limosa en la primera mitad y grava limosa con arena en la segunda mitad. El suelo presenta buenas características en todo el tramo del proyecto, al ser un suelo que soporta gran capacidad de carga, éste no se deformará por el paso de los vehículos de manera alarmante o notoria. De las calicatas ensayadas 1 y 3 por Proctor modificado, el contenido óptimo de humedad es de 22% y 23% respectivamente, revelando así el porqué de la extensa vegetación en la zona global. El cálculo de CBR para ambas muestras demostró que todo el tramo es en parte homogéneo y no existen estratos de suelos tan diferentes a lo largo de los 2.1 kilómetros.

Se realizó el levantamiento de la vía, con lo que se determinó el levantamiento topográfico de la superficie dando resultados incluidos en los anexos de este documento. También se concluye que el levantamiento tiene que realizarse con equipos más precisos y calibrados, tomando en cuenta que deben georreferenciarse correctamente con referencias estatales o municipales. Se recomienda el levantamiento o actualización de los predios urbanos y rurales, ya que se evidenció que la información municipal, los mapas satelitales y el actual levantamiento de este proyecto se contradicen en varios tramos.

Se procedió con la propuesta de mejora del diseño geométrico. Concluyendo que, con el hecho de realizar un diseño se está contribuyendo a la mejora de la vía, ya que esta carece de diseño como se comentó al inicio. Dando como resultados en el diseño horizontal: el cumplimiento de radios mínimos en relación a las velocidades de diseño según las normas; definición de peraltes y coeficientes de fricción. También se concluye que se deben colocar reductores de velocidad y señalética para que los usuarios de la vía respeten los límites de velocidades de circulación permitidas; sobre todo debido a las curvas de radios pequeños que se presentaron por las características topográficas del terreno.

En el trazado vertical se puede concluir que se diseñó intentando cumplir con una gradiente longitudinal máximo del 15%. Esto debido a que la topografía de nuestro terreno es escarpada; en muchas zonas no se puede bajar de esta gradiente, ya que la vía de este proyecto debe quedar a un nivel cercano a la entrada de casas y otras carreteras que se conectan con la de este proyecto.

En el diseño transversal se definieron las dimensiones de la sección transversal de la vía, concluyendo así que en tramos de la vía se deberá colocar la señalización correspondiente a reducciones de vía, de ceda el paso y de reducción de velocidad. También se concluyó

que, para el correcto dimensionamiento de inclinaciones de taludes y dimensiones de cunetas, se deben realizar estudios de taludes e hidrológicos respectivamente para obtener valores confiables y concretos; ya que los datos en este proyecto únicamente son referenciales.

La vía de San Antonio de Gapal al no contar con ningún tipo de pavimento hasta la fecha, carece de elementos que sirvan para salvaguardar la seguridad de los conductores. Si bien el tramo posee un TPDA bastante elevado, la vía fue clasificada como CLASE IV y un pavimento flexible se adapta mejor a estas características particulares de la carretera.

La propuesta para la vía es una carpeta asfáltica flexible de 53 centímetros de grosor, en el que constan la capa de rodadura de 8 centímetros, base granular de 20 centímetros con un CBR 80%, una subbase granular de 20 centímetros de CBR 40% y un mejoramiento con cal hidratada de 5 centímetros. Si bien existen varias alternativas para satisfacer el diseño, se priorizó utilizar la menor cantidad de espesor posible en las distintas capas de la carpeta asfáltica flexible.

Finalmente, al evaluar la vía se determinó que, por el antecedente de no constar con ningún tipo de estudio de diseño, al presentar los resultados obtenidos en este proyecto implica un mejoramiento en la vía. Definiendo así características de diseño horizontal, vertical, transversal y de pavimentos mencionados anteriormente.

Respecto a las recomendaciones se tiene en primera instancia, realizar un estudio de los taludes que existen a lo largo de la vía ya que, al ser grandes elementos de suelo, los esfuerzos a los que estos están constantemente sometidos presentan un punto crítico, ya sea por condiciones ambientales o del cambio de la morfología del terreno y por consecuencia fallen.

Se recomienda realizar un estudio hidrológico de la cuenca hidrográfica en la que se encuentra la vía para poder conocer el caudal que afecta al tramo y así diseñar un drenaje eficiente a la vía. El exceso de agua que no puede ser drenada con rapidez en una vía acelerará el deterioro de la misma y por consecuencia la estructura no cumplirá con su propósito.

Otro punto a considerar es realizar una actualización de los predios urbanos y rurales aledaños a la vía y conjuntamente realizar un levantamiento topográfico del tramo con equipos de mayor precisión. Tener información actualizada y de mayor precisión es de vital importancia para que futuros proyectos en la zona se desarrollen con mayor rapidez y menor costo.

Como última recomendación se menciona el adquirir el derecho de vida para los tramos donde la carretera se ve afectada dejando anchos de carril reducidos, imposibilitando el paso de dos vehículos de manera simultánea y con ello generando interrupciones e inseguridad para el segmento de vía.

## 7. LISTA DE REFERENCIAS

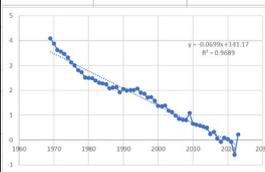
- AASHTO. (1993). *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993*.
- AASHTO. (2018). *THE GREEN BOOK A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. [www.transportation.org](http://www.transportation.org)
- Aashto, T. (1993). Standard method of test for the California bearing ratio. *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington DC*.
- Agencia Nacional de Tránsito. (2021a). *Manual de seguridad vial urbana de ecuador*.
- Agencia Nacional de Tránsito. (2021b). *Manual de seguridad vial urbana de ecuador*.
- Cárdenas Grisales, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras* (Ecoe Ediciones, Ed.; Segunda).
- Chocontá, P. (2004). *Diseño Geométrico de Vías* (Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Ed.; Segunda). Nuevas ediciones Ltda.
- Cordo V, O. (2006). *DISEÑO DE PAVIMENTOS (AASHTO-93)*.
- Das, B. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (4ta ed.). Cengage Learning.
- García, Y. (2022). Diseño geométrico y operación de carreteras de dos carriles. In Ediciones de la U (Ed.), *Ediciones de la U* (Primera).  
[https://books.google.com.ec/books?id=kRp\\_EAAAQBAJ&source=gbs\\_slider\\_cls\\_metadata\\_9\\_mylibrary&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books?id=kRp_EAAAQBAJ&source=gbs_slider_cls_metadata_9_mylibrary&redir_esc=y)
- INEC Instituto nacional de estadística y censos. (2022a). *Anuario de Estadísticas de Transportes*.
- INEC Instituto nacional de estadística y censos. (2022b). *ESTADÍSTICAS CRECIMIENTO POBLACIONAL AZUAY*.
- INEC Instituto nacional de estadística y censos. (2024). *Estadísticas de Transporte (ESTRA) - Vehículos matriculados, 2023*.
- INVIAS. (2022). *Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles* (3ra ed.).
- MOP. (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras*.
- Rosas Palomino, A., & Calero, C. A. (2020). Determinación de la velocidad específica de curvas horizontales en carreteras rurales sobre terreno montañoso. *SOSTENIBILIDAD URBANA, ESPACIO PÚBLICO Y MOVILIDAD COTIDIANA*, 231–251. <https://doi.org/10.22518/book/9789585158252>
- Sanchez, L., Siguenza Marín, F. A., & Jamil, H. (2020). *Determinación del Factor de Vehículo Liviano Equivalente (VLE) en vías rurales de la ciudad de Cuenca-Ecuador*.

# ANEXOS

## Anexo 1: Modelo LOGIT Azuay

Año	Poblacion	Automoviles	TM	LN(Ts/Tm-1)	Tm ajustado	Automoviles ajustados
1969	325410	1935	5.94634461	4.08949224	10.2092075	3322
1970	333391	2435	7.30373645	3.88005247	10.9259925	3642
1971	341568	3173	9.2895119	3.63392235	11.6914254	3993
1972	349946	3529	10.084413	3.54955473	12.5085655	4377
1973	358529	3921	10.9363538	3.46602253	13.3806297	4797
1974	367324	4638	12.6264551	3.31748108	14.3109952	5256
1975	375922	5710	15.1893212	3.12529883	15.303202	5752
1976	384722	6588	17.1240532	2.99979688	16.3609537	6294
1977	393728	8106	20.587817	2.80545769	17.4881184	6885
1978	402945	8877	22.0303019	2.73349185	18.6887265	7530
1979	412377	11193	27.1426389	2.50960796	19.9669686	8233
1980	422030	11632	27.5608369	2.49306462	21.3271909	9000
1981	431909	12070	27.9457015	2.47804214	22.7738885	9836
1982	442019	13383	30.2758479	2.39093436	24.3116968	10746
1983	449562	14695	32.6873713	2.30697749	25.9453801	11664
1984	457233	15453	33.7967732	2.27021614	27.6798175	12656
1985	465035	16113	34.6490049	2.24270447	29.5199858	13727
1986	472970	18887	39.9327653	2.08445338	31.470939	14884
1987	481041	18847	39.1785731	2.10586682	33.5377838	16133
1988	489250	18806	38.4384262	2.1272364	35.725652	17478
1989	497599	23028	46.2782281	1.91701737	38.0396678	18928
1990	506090	20648	40.7990674	2.06028949	40.4849116	20489
1991	513947	22202	43.1990069	1.99560787	43.066379	22133
1992	521926	22353	42.8279105	2.00540239	45.7889348	23898
1993	530029	22504	42.4580542	2.01523754	48.6572635	25789
1994	538257	21940	40.7611977	2.06133638	51.6758147	27814
1995	546613	25658	46.939974	1.9007145	54.8487437	29981
1996	555099	27067	48.7606715	1.8568459	58.1798495	32295
1997	563717	30957	54.9158532	1.71805798	61.6725084	34765
1998	572468	31006	54.1619794	1.73434081	65.329605	37399
1999	581355	35703	61.4134221	1.58477504	69.1534613	40202
2000	590380	42924	72.705715	1.37756179	73.1457646	43183
2001	599546	44586	74.3662705	1.34920271	77.3074957	46349
2002	611120	44282	72.4604006	1.38179212	81.6388587	49891
2003	622917	52737	84.6613594	1.18296778	86.1392128	53657
2004	634942	56664	89.242797	1.11354832	90.8070097	57657
2005	647199	63779	98.5461968	0.97954964	95.6397365	61897
2006	659693	71180	107.898674	0.85259732	100.633867	66387
2007	672428	73909	109.913626	0.82610215	105.78482	71132
2008	685409	76638	111.81353	0.80136891	111.086937	76139
2009	698640	63472	90.8507958	1.08975586	116.533461	81414
2010	712127	87815	123.313679	0.65622049	122.116539	86962
2011	725874	92319	127.18323	0.60890897	127.827238	92786
2012	739887	95944	129.673856	0.5788061	133.655575	98890
2013	754170	99972	132.558972	0.54425047	139.590568	105275
2014	768729	105178	136.820648	0.49377548	145.620297	111942
2015	783569	124069	158.338321	0.24680396	151.731993	118892
2016	798695	120331	150.659513	0.33370517	157.91213	126123
2017	814113	141848	174.236255	0.06943226	164.146543	133633
2018	829829	154697	186.420335	-0.06562282	170.420547	141419
2019	845848	145729	172.287456	0.09106059	176.719078	149477
2020	862177	152676	177.081968	0.03787746	183.026835	157801
2021	878821	163598	186.156225	-0.06269338	189.328425	166385
2022	801609	185674	231.626641	-0.58242429	195.608516	156801
2023	817084	131284	160.673811	0.22057069	201.851985	164930
2024	825183				208.044062	171674
2025	833363				214.170467	178481
2026	841624				220.217539	185340
2027	849967				226.172348	192239
2028	858392				232.0228	199166
2029	866901				237.75772	206112
2030	875494				243.366922	213066
2031	884172				248.84126	220018
2032	892936				254.172666	226959
2033	901787				259.354165	233882
2034	910726				264.379879	240777
2035	919754				269.245016	247639
2036	928871				273.945842	254460
2037	938078				278.479646	261235
2038	947377				282.844693	267960
2039	956768				287.040166	274630
2040	966252				291.066107	281243
2041	975830				294.923347	287795
2042	985503				298.613439	294284
2043	995272				302.138584	300710
2044	1005138				305.501561	307071
2045	1015101				308.705655	313367
2046	1025163				311.754584	319599
2047	1035325				314.652439	325767
2048	1045588				317.403616	331873
2049	1055952				320.012757	337918
2050	1066419				322.484696	343903

Ts	361
R2	0.96887
a	141.17
b	-0.0699





**Anexo 4: Cálculo Tráfico Futuro**

RESULTADOS EN VEHICULOS LIVIANOS EQUIVALENTES					
TA=TE+Tat	1492				
	TE	1492			
	Tat	0	No se considera		
IT=CNT+TG+TD	1763				
				TASAS	ELEGIDO
	CNT	1316		LOGIT	LOGIT
	TG=TI+TC+TT	373		0.05 - 0.25	0.15
	TD	74		0.05	0.05
TF=TA+IT	3255				
	TA	1492			
	IT	1763			

**Anexo 5: Solicitud Avalúos y Catastros, solicitud Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburo**

Cuenca, 05 de abril de 2024

Magíster

Rómulo Ortega

**DIRECTOR GENERAL DE AVALUOS Y CATASTROS**

Su despacho,

De mi consideración:

Por medio del presente y esperando la colaboración para con la formación Universitaria; mucho agradeceré a usted, se sirva de autorizar y permitirse disponer de la información necesaria para la realización del proyecto de graduación para la obtención del título de Ingeniero Civil, para el señor David Leonardo Abad Contreras, con número de cédula 0106228414, estudiante de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay.

El proyecto consta del diseño geométrico y de pavimentos para la vía que comprende desde intersección de las calles Jhoan Moliere y Vía a Ictocruz hasta la intersección con la Vía San José; buscando contar con la siguiente información:

Mapa de los predios URBANOS y RURALES adyacentes a la vía que comienza desde la ciudadela Santa María del Vergel (intersección de las calles Jhoan Moliere y Vía a Ictocruz) hasta la intersección con la Vía San José como referencia la Escuela de Educación Básica Bertha Vinuesa de Vintimilla y el Cementerio San Antonio. Las coordenadas de referencia las siguientes:

Descripción	Coordenada Este	Coordenada Norte
Punto inicio	723122.639209277113	9677059.144108513370
Punto intermedio	723373.616982562351	9676565.879637133330
Punto fin	723460.779802599689	9675931.351985190064

Clave predio de referencia, inicio de vía: 1201053003000

En cualquiera de los siguientes formatos: .dxf, .shp, .dwg

Correo del estudiante: dlac3456@es.uazuay.edu.ec

De ser positiva su respuesta el señor se acogerá a las políticas de la Institución, seguro de contar con una favorable acogida a mi solicitud, anticipo mi agradecimiento.

Atentamente:

Ing. José Vázquez Calero

Director de la Escuela de Ingeniería Civil

Cuenca, 02 de mayo de 2024

Ingeniero

Juan Manuel Rodríguez Camacho

**DIRECTOR DE LA AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES**

Su despacho,

De mi consideración:

Por medio del presente y esperando la colaboración para con la formación Universitaria; mucho agradeceré a usted, se sirva de autorizar y permitirse disponer de la información necesaria para la realización del proyecto de graduación para la obtención del título de Ingeniero Civil, para el señor David Leonardo Abad Contreras, con número de cédula 0106228414, estudiante de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay.

El proyecto consta del diseño geométrico y de pavimentos para la vía que comprende desde intersección de las calles Jhoan Moliere y Vía a Ictocruz hasta la intersección con la Vía San José; buscando contar con la siguiente información:

**Consumo de combustibles en la ciudad de Cuenca en el año 2023**

Correo del estudiante: dlac3456@es.uazuay.edu.ec

De ser positiva su respuesta el señor se acogerá a las políticas de la Institución, seguro de contar con una favorable acogida a mi solicitud, anticipo mi agradecimiento.

Atentamente:

David Leonardo Abad Contreras

Estudiante de Ingeniería Civil

Oficio Nro. ARCERNNR-CZA-2024-0852-OF

Cuenca, 10 de mayo de 2024

**Asunto:** Quipux ARCERNNR-PE-OT-2024-0532-EX. Atención a solicitud de información sobre despacho de combustibles para el cantón Cuenca, durante el año 2023.

David Leonardo Abad Contreras  
En su Despacho

De mi consideración:

En atención al Oficio Nro. S/N de fecha 02 de mayo de 2024, mediante el cual solicita información de los despachos de combustible desde los terminales de EP PETROECUADOR a los diferentes puntos de consumo de combustible del cantón Cuenca, durante el año 2023. Por medio del presente me permito adjuntar el detalle de despachos de combustibles para el cantón Cuenca, realizados por EP PETROECUADOR en los diferentes segmentos de consumo, durante el periodo solicitado.

La información que se adjunta, está elaborada en función de la base de datos de despachos a nivel nacional, que reporta la EP PETROECUADOR a esta Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables.

*Suscribo el presente Oficio, conforme las atribuciones y responsabilidades constantes en el Estatuto Orgánico de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, emitido mediante Resolución Nro. ARCERNNR-ARCERNNR-2021-0027-RES de 16 de junio de 2021.*

Atentamente,

*Documento firmado electrónicamente*

Ing. Juan Manuel Rodríguez Camacho  
**COORDINADOR ZONAL AZUAY**

Referencias:  
- ARCERNNR-PE-OT-2024-0532-EX

Anexos:  
- qpx\_arcernnr-pe-ot-2024-0532-ex\_base\_despachos\_cuenca\_2023.xls

Copia:  
Señor Magíster  
Pablo David Gorzalez Loaiza  
**Analista Regional en Control y Fiscalización**

pg1







		Conteo vehicular enero 2024																																																							
		Sábado 6/1/2024																																																							
		06:00	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00			
Coches		3	2	5	5	0	7	10	10	7	3	4	5	2	5	9	6	4	3	13	11	7	7	6	4	7	8	2	3	8	6	5	16	10	6	9	5	6	7	8	2	6	4	4	12	11	4	4	5	9	8	9	5				
Motos				1			1	1								1			2		2			1	1							1	1					2	1	1	1		1		1	1	1	1	3		1	2					
Buses																																																									
2 D						1									1																																										
2DA																1																																									
2DB																												1																													
V3A																																																									
V2DB																																																									
		3	2	5	6	0	8	11	11	7	3	4	5	2	6	10	7	4	3	15	11	9	7	6	5	8	9	2	3	10	6	5	16	11	6	10	5	6	9	9	4	8	6	5	12	12	5	5	6	12	8	10	7	0			

		Conteo vehicular enero 2024																																																									
		Domingo 7/1/2024																																																									
		06:00	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00					
Coches		0	7	2	1	1	1	1	6	4	8	3	4	3	0	3	8	5	3	5	1	7	2	4	4	6	4	8	3	5	5	6	6	4	4	11	3	5	2	5	11	1	6	6	2	3	7	3	5	7	4	2	6						
Motos															1			1		1								1		1																								1					
Buses																																																											
2 D		1		1			1										1																																					1		1			
2DA																																																											
2DB																																																											
V3A																																																											
V2DB																																																											
		1	7	3	1	1	2	1	6	4	8	3	4	3	1	3	9	6	3	5	2	7	2	4	4	7	4	9	3	7	5	6	6	6	5	11	3	5	3	5	3	5	11	1	7	6	2	3	7	3	5	8	5	2	7	0			



Conteo vehicular enero 2024																																																							
Miércoles 3/1/2024																																																							
	06:00	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	TOTAL		
Coches	3	22	123	138	68	44	52	30	14	24	24	14	6	9	10	13	8	13	10	11	6	24	11	12	15	18	24	19	9	7	18	9	16	16	14	17	21	10	11	12	9	9	15	18	26	19	12	13	15	26	28	24	1139		
Motos	0	0	1	3	0	1	2	3	1	3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	2	0	0	1	2	2	3	2	0	1	0	0	0	2	1	0	1	4	0	0	3	0	2	1	1	0	47		
Buses	0	0	0	1	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	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2			
2 D	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	17	
2DA	0	0	1	1	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	14	
2DB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	9	
V3A	0	0	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	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	0	1	
V2DB	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	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	2	1	0	1	1	0	0	0	14
	3	22	126	144	68	45	55	35	16	29	24	14	6	12	10	14	9	15	11	12	6	26	12	13	16	19	27	22	9	10	21	11	20	18	16	19	23	11	12	14	13	10	18	24	29	20	15	14	20	31	30	24	1243		

Conteo vehicular enero 2024																																																							
Jueves 4/1/2024																																																							
	06:00	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	TOTAL		
Coches	3	31	136	155	61	43	36	38	17	12	10	14	9	5	9	8	10	9	17	12	8	13	11	14	8	19	22	17	19	14	21	15	14	14	12	14	12	19	15	3	10	12	18	18	6	8	8	23	18	13	27	32	1112		
Motos	1	0	1	1	0	0	2	1	1	0	1	1	1	1	0	2	1	2	0	0	0	0	0	2	0	3	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	2	1	2	1	1	35	
Buses	0	0	0	1	0	0	0	0	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
2 D	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	18
2DA	0	1	1	1	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	18	
2DB	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	8		
V3A	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	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	0	0	0	0	
V2DB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	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	0	0	10
	4	32	141	160	62	43	39	42	18	14	12	15	11	6	11	12	12	12	18	12	9	14	11	18	8	23	25	20	20	17	21	15	14	15	13	17	14	20	17	3	11	13	20	18	7	8	8	25	22	17	30	34	1203		

Conteo vehicular enero 2024																																																								
Viernes 5/1/2024																																																								
	06:00	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	TOTAL			
Coches	3	33	130	81	25	26	37	33	13	14	19	15	8	7	4	14	12	12	10	7	7	6	3	1	5	10	5	15	10	15	10	7	16	16	8	8	13	7	7	9	7	5	7	14	16	23	5	11	6	9	15	17	816			
Motos	0	0	0	1	1	1	2	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	0	0	2	0	2	0	1	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	1	0	0	29		
Buses	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	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	0	0	0	1		
2 D	0	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
2DA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	9		
2DB	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
V3A	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	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	0	0	0	0	0	
V2DB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	3	34	132	82	26	27	39	39	15	15	19	15	9	7	5	14	13	12	11	8	7	6	3	2	5	11	6	19	13	19	11	7	18	18	13	9	18	7	9	9	8	5	8	15	17	27	5	11	6	10	16	17	880			

Conteo vehicular enero 2024																																																								
Sábado 6/1/2024																																																								
	06:00	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	TOTAL			
Coches	1	4	4	6	6	4	8	8	13	5	9	8	8	4	9	9	9	16	11	14	14	19	10	21	27	21	7	15	13	10	18	6	15	16	16	12	19	18	16	14	21	21	11	16	19	12	11	16	13	14	12	9	638			
Motos	0	1	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	3	0	0	1	0	1	1	1	0	2	4	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	29
Buses	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	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	0	0	0	0		
2 D	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
2DA	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
2DB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
V3A	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	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	0	0	0	0		
V2DB	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	0	0	0	1	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	0	1
	1	5	4	6	6	6	14	8	14	5	9	9	8	4	11	9	9	16	13	14	14	20	12	21	27	21	8	16	14	11	19	7	15	19	17	13	20	18	18	16	22	21	13	20	19	12	12	16	13	15	12	10	682			



**Anexo 8: Puntos levantamiento topográfico**

1 723446.4304 9675963.7826 2644.4150 "EST1"	40 723416.2247 9676063.1886 2632.1880 "L"	79 723498.2661 9676175.4561 2641.3460 "L"	118 723543.7933 9676321.4207 2665.2380 "L"
2 723461.6427 9675936.7366 2646.1470 "Cabana"	41 723416.4187 9676066.1576 2632.3410 "E"	80 723502.1591 9676177.6651 2641.7740 "E"	119 723540.6093 9676323.5287 2665.6130 "E"
3 723456.2047 9675934.7896 2645.7890 "L"	42 723421.8387 9676068.7966 2632.2630 "L"	81 723499.3803 9676187.5521 2642.7000 "L"	120 723545.5753 9676324.6017 2665.7060 "L"
4 723459.1697 9675936.2026 2646.1790 "E"	43 723421.3077 9676062.9396 2632.2870 "L"	82 723494.2983 9676184.9091 2642.8930 "L"	121 723546.0273 9676323.8357 2666.1890 "EST6"
5 723457.1687 9675949.1466 2645.4740 "L"	44 723421.6167 9676066.0376 2632.4100 "E"	83 723496.4813 9676186.1531 2643.0280 "E"	122 723557.9610 9676382.7188 2674.4180 "EST7"
6 723451.3507 9675947.4356 2645.3150 "L"	45 723438.4727 9676068.9547 2632.9950 "L"	84 723493.1763 9676196.1911 2644.0190 "L"	123 723542.5405 9676337.3768 2666.2000 "L"
7 723454.8947 9675949.2376 2645.4290 "E"	46 723439.2877 9676063.7207 2633.0900 "L"	85 723490.1613 9676201.9151 2644.5670 "L"	124 723546.2665 9676337.0118 2666.9910 "E"
8 723453.5634 9675960.1966 2644.7950 "L"	47 723440.5097 9676066.2617 2633.2420 "E"	86 723487.2053 9676200.8481 2645.0120 "E"	125 723553.7065 9676347.4978 2668.5430 "L"
9 723446.3154 9675958.7666 2644.7980 "REF"	48 723469.1748 9676083.3787 2633.6060 "EST3"	87 723485.1353 9676211.6291 2645.5790 "L"	126 723546.6475 9676350.7098 2668.7920 "L"
10 723444.5364 9675967.5336 2644.1790 "P"	49 723443.1327 9676063.8367 2633.2830 "C"	88 723481.8673 9676210.2471 2645.9990 "E"	127 723550.5315 9676349.3148 2669.1500 "E"
11 723446.9201 9675975.9796 2643.9960 "L"	50 723442.4727 9676069.2777 2633.1040 "C"	89 723477.6070 9676221.8781 2646.6290 "L"	128 723557.5913 9676363.3618 2671.8800 "L"
12 723441.9111 9675974.3016 2643.6170 "L"	51 723442.9247 9676066.5417 2633.3340 "E"	90 723474.6760 9676220.8441 2647.0430 "E"	129 723550.8833 9676367.5208 2671.6180 "L"
13 723444.6431 9675974.0866 2643.9620 "E"	52 723449.4837 9676065.9127 2633.5180 "L"	91 723463.0290 9676238.8279 2649.2880 "EST5"	130 723554.5893 9676366.6128 2672.3910 "E"
14 723439.9169 9675990.6746 2642.7810 "L"	53 723448.5077 9676070.7357 2633.1700 "L"	92 723487.5823 9676194.2591 2644.1570 "L"	131 723546.3870 9676377.0468 2673.9560 "L"
15 723435.3999 9675989.0116 2642.4890 "L"	54 723449.9577 9676068.4147 2633.5150 "E"	93 723484.0393 9676199.4691 2644.6800 "L"	132 723553.1150 9676381.1508 2674.7430 "L"
16 723437.6399 9675989.8826 2642.7220 "E"	55 723454.6297 9676067.6597 2633.7150 "P"	94 723478.9833 9676207.3961 2645.5090 "L"	133 723549.6910 9676380.3508 2674.8170 "E"
17 723434.6609 9676003.5146 2641.2940 "L"	56 723452.5627 9676073.5987 2633.0690 "L"	95 723470.0940 9676219.3531 2646.9950 "L"	134 723541.1710 9676384.6718 2675.7970 "L"
18 723432.6549 9676002.4776 2641.2600 "E"	57 723454.7377 9676071.4567 2633.5160 "E"	96 723473.4575 9676232.0181 2647.9860 "L"	135 723546.7730 9676389.9478 2675.9010 "L"
19 723417.0660 9676039.9976 2634.5670 "EST2"	58 723471.8068 9676096.4317 2633.4760 "L"	97 723463.6645 9676231.0701 2648.2250 "L"	136 723543.8810 9676387.3068 2676.2260 "E"
20 723430.3699 9676002.3406 2640.8670 "L"	59 723476.7548 9676091.8607 2633.6430 "L"	98 723468.2395 9676230.9141 2648.0630 "E"	137 723534.0780 9676392.3138 2677.4720 "L"
21 723426.3151 9676022.3566 2637.8820 "L"	60 723473.7918 9676095.1037 2633.7940 "E"	99 723468.6310 9676235.3099 2648.5440 "L"	138 723537.9390 9676397.4408 2677.5590 "L"
22 723422.1241 9676021.0966 2637.4600 "L"	61 723485.3948 9676113.3047 2634.7760 "L"	100 723474.1723 9676244.6507 2649.5340 "L"	139 723535.3790 9676395.1168 2678.0600 "E"
23 723423.8920 9676030.3466 2636.2740 "L"	62 723489.7468 9676109.5977 2635.0760 "L"	101 723468.7723 9676248.0097 2650.1450 "L"	140 723513.1055 9676406.4333 2681.3640 "L"
24 723414.3600 9676032.5676 2634.8660 "P"	63 723487.6238 9676111.2757 2635.0160 "E"	102 723471.2973 9676246.8767 2650.1090 "E"	141 723514.8965 9676408.1123 2681.6230 "E"
25 723419.2960 9676032.9036 2635.5850 "E"	64 723489.6177 9676123.0107 2635.6390 "L"	103 723481.0713 9676252.6697 2651.0570 "L"	142 723506.3605 9676410.5433 2683.0330 "L"
26 723404.1677 9676045.5806 2633.0330 "L"	65 723494.5737 9676119.5107 2635.9100 "L"	104 723475.7893 9676258.0577 2651.2440 "L"	143 723508.0635 9676413.1743 2683.1650 "E"
27 723408.8547 9676050.0436 2633.0770 "L"	66 723492.4777 9676121.4527 2636.0630 "E"	105 723478.9073 9676255.7517 2651.6400 "E"	144 723494.0865 9676417.1391 2685.1340 "L"
28 723405.8317 9676048.7986 2633.1560 "E"	67 723500.1417 9676135.5047 2637.0660 "L"	106 723490.5613 9676260.7897 2653.3840 "L"	145 723496.6715 9676419.6331 2685.5620 "E"
29 723398.8247 9676051.2216 2633.1530 "P"	68 723504.8727 9676132.0047 2637.5790 "L"	107 723484.1063 9676266.6917 2652.8130 "L"	146 723489.3415 9676420.1811 2686.2040 "L"
30 723401.0387 9676057.0876 2632.6130 "C"	69 723503.3297 9676134.0907 2637.5710 "E"	108 723486.6123 9676264.3327 2653.4470 "E"	147 723491.4335 9676423.5741 2686.6600 "E"
31 723407.2877 9676053.8146 2632.6790 "C"	70 723512.8887 9676151.3407 2639.1060 "EST4"	109 723506.6953 9676280.5237 2656.9630 "L"	148 723484.6595 9676429.5221 2687.8590 "EST8"
32 723404.1427 9676054.3996 2632.7400 "E"	71 723508.8007 9676135.8927 2638.1440 "P"	110 723501.2993 9676285.1417 2656.9610 "L"	149 723478.9945 9676429.8591 2688.4350 "L"
33 723403.5427 9676061.5796 2632.5090 "C"	72 723503.8147 9676139.9627 2637.3470 "L"	111 723503.7743 9676282.5877 2657.3830 "E"	150 723483.3535 9676424.8841 2688.0360 "E"
34 723408.8817 9676060.0236 2632.1440 "C"	73 723506.9827 9676138.7857 2638.0110 "E"	112 723516.5543 9676289.9747 2659.5120 "P"	151 723477.4175 9676425.8081 2688.9320 "L"
35 723406.7057 9676061.9796 2632.4350 "E"	74 723506.4617 9676152.7067 2638.7940 "L"	113 723510.5833 9676295.1497 2659.2440 "L"	152 723472.7515 9676428.9581 2689.3030 "L"
36 723410.4617 9676067.0596 2632.4090 "L"	75 723502.9444 9676166.4888 2640.5440 "L"	114 723513.1863 9676293.4517 2659.5920 "E"	153 723518.9205 9676409.2783 2680.7060 "L"
37 723412.4007 9676062.3126 2632.0710 "L"	76 723510.4064 9676167.8608 2640.3390 "L"	115 723530.5243 9676306.2037 2662.4060 "L"	154 723509.4085 9676416.5313 2682.8960 "L"
38 723411.7657 9676065.5816 2632.3400 "E"	77 723506.7724 9676167.9158 2640.5400 "E"	116 723525.3853 9676311.5377 2662.3610 "L"	155 723497.1315 9676424.4981 2685.6800 "L"
39 723415.5707 9676068.4296 2632.2700 "L"	78 723505.4361 9676178.2381 2641.4520 "L"	117 723527.8383 9676308.8007 2662.8370 "E"	156 723492.0665 9676418.4301 2685.5360 "L"

157 723491.7635 9676423.6091 2686.6270 "E"	198 723411.9409 9676500.3125 2700.3460 "L"	245 723379.6986 9676597.7565 2698.1230 "L"	284 723371.1224 9676729.4395 2681.6250 "E"
158 723482.2835 9676420.5881 2687.6420 "L"	199 723409.3699 9676498.8925 2700.6380 "E"	246 723380.9268 9676606.2085 2698.8550 "L"	285 723371.8864 9676741.7445 2678.8040 "L"
159 723473.2985 9676420.3021 2689.0050 "L"	200 723403.8275 9676509.3175 2700.3870 "L"	247 723386.9148 9676607.0945 2699.1930 "L"	286 723362.9564 9676740.3195 2678.2870 "L"
160 723473.5865 9676429.0881 2689.0450 "L"	201 723402.1225 9676507.8485 2700.6260 "E"	248 723384.1448 9676607.7145 2699.3110 "E"	287 723366.5744 9676743.4575 2678.4610 "E"
161 723472.0045 9676424.4251 2689.6610 "L"	202 723394.3392 9676523.5475 2700.2590 "EST10"	249 723380.1358 9676613.8795 2699.2780 "L"	288 723362.0990 9676761.1626 2675.5260 "L"
162 723462.8305 9676418.6171 2690.9190 "L"	203 723419.7639 9676479.5615 2700.0350 "L"	250 723386.0638 9676615.4455 2699.5060 "L"	289 723354.1830 9676758.2006 2675.1520 "L"
163 723460.0335 9676425.7051 2691.1280 "L"	204 723411.5349 9676487.6485 2700.3660 "L"	251 723382.9078 9676616.2485 2699.6110 "E"	290 723357.7610 9676760.7176 2675.5610 "E"
164 723459.4415 9676421.1691 2691.7500 "E"	205 723405.5329 9676493.7855 2700.1430 "L"	252 723377.4475 9676625.7835 2699.1160 "L"	291 723355.9440 9676769.9676 2674.0900 "L"
165 723449.1145 9676416.2641 2693.0710 "L"	206 723396.8325 9676505.4305 2700.1950 "L"	253 723381.0675 9676626.5445 2699.3820 "E"	292 723349.4930 9676764.6696 2673.6500 "L"
166 723452.3975 9676425.2011 2692.6830 "L"	207 723392.6855 9676513.5615 2700.1420 "L"	254 723380.0075 9676634.2755 2698.6160 "L"	293 723350.8340 9676768.9766 2673.9750 "E"
167 723449.5295 9676421.4441 2693.4060 "E"	216 723392.7832 9676519.6675 2700.4650 "E"	255 723385.9045 9676633.3095 2698.7720 "L"	294 723345.8000 9676775.7686 2672.9850 "L"
168 723443.4345 9676420.1021 2693.8200 "L"	217 723384.1799 9676525.0465 2699.6800 "L"	256 723383.7775 9676635.6165 2698.6730 "E"	295 723341.5090 9676766.9746 2673.0160 "L"
169 723447.3485 9676422.6501 2693.7740 "E"	218 723389.1599 9676532.0725 2699.3910 "L"	257 723383.2722 9676646.2275 2697.4740 "L"	296 723346.0110 9676762.8716 2673.7680 "ICTO"
170 723441.6115 9676423.7551 2694.1520 "L"	219 723381.6239 9676532.6495 2698.8720 "L"	258 723388.3522 9676642.9425 2697.6630 "L"	297 723335.5490 9676760.3026 2673.4490 "ICTO"
171 723447.8744 9676443.3041 2696.2080 "EST9"	220 723385.2789 9676534.0725 2699.2620 "E"	259 723386.1582 9676644.9955 2697.7150 "E"	298 723341.3680 9676776.4766 2672.5560 "L"
172 723443.3475 9676420.7181 2693.7920 "AUX"	221 723387.7999 9676535.6595 2698.9980 "L"	260 723388.8932 9676657.5895 2696.3330 "L"	299 723342.1010 9676771.1776 2672.9570 "E"
173 723441.5335 9676423.9521 2694.1190 "L"	222 723376.4152 9676544.0705 2697.0700 "L"	261 723392.2242 9676656.9675 2696.3720 "E"	300 723332.7110 9676774.3986 2671.6940 "L"
174 723446.4465 9676424.8281 2693.9750 "E"	223 723382.1962 9676546.7955 2697.3010 "L"	262 723391.4492 9676664.4875 2695.2960 "L"	301 723334.3280 9676764.4316 2671.4880 "L"
175 723440.8735 9676428.0771 2694.5090 "L"	224 723379.1472 9676546.1485 2697.3540 "E"	263 723394.4912 9676663.9595 2695.5610 "E"	302 723331.8300 9676768.6466 2671.5890 "E"
176 723448.5305 9676430.3121 2694.1510 "L"	225 723370.3299 9676554.9705 2695.9590 "L"	264 723397.1502 9676665.2955 2695.4430 "L"	303 723327.5980 9676770.6306 2670.9220 "L"
177 723444.7545 9676429.5341 2694.6620 "E"	226 723376.5139 9676557.0365 2695.7720 "L"	265 723398.1862 9676670.4075 2694.7120 "L"	304 723331.3340 9676763.9746 2670.8250 "L"
178 723441.6925 9676435.3421 2695.2370 "L"	227 723373.5279 9676555.8345 2696.0590 "E"	266 723397.0642 9676673.8335 2694.1960 "L"	305 723329.7530 9676767.2306 2671.2300 "E"
179 723448.6165 9676436.6791 2695.3670 "L"	228 723367.4336 9676562.5385 2695.8540 "L"	267 723395.1082 9676675.2235 2693.8220 "E"	306 723321.1710 9676765.4956 2669.9150 "AUX"
180 723444.9555 9676436.5181 2695.5590 "L"	229 723373.1616 9676563.2225 2695.2160 "L"	268 723395.0522 9676677.7295 2693.3960 "L"	307 723322.0060 9676764.6266 2670.1570 "AUX"
181 723440.8904 9676443.0011 2696.5360 "L"	230 723370.1436 9676562.7985 2695.6830 "E"	269 723359.9260 9676764.8726 2674.9680 "EST12"	308 723326.9080 9676765.9726 2670.8040 "AUX"
182 723443.6714 9676445.1571 2696.6200 "E"	231 723365.0677 9676571.7035 2695.8320 "L"	270 723391.7072 9676668.5025 2694.4590 "L"	309 723295.9190 9676737.2956 2667.4190 "EST13"
183 723445.6863 9676451.3161 2696.9200 "L"	232 723371.5917 9676571.9865 2695.7670 "L"	271 723390.1982 9676673.8275 2693.5060 "L"	310 723326.9990 9676762.0716 2670.1900 "L"
184 723434.7282 9676455.9491 2697.0030 "L"	233 723368.5917 9676572.2495 2696.0350 "E"	272 723392.1852 9676678.4355 2693.0560 "E"	311 723323.0430 9676758.7216 2669.5350 "L"
185 723441.2502 9676459.5081 2697.2320 "L"	234 723369.8547 9676581.0865 2696.4610 "L"	273 723392.5824 9676686.3725 2691.5210 "L"	312 723319.9450 9676760.2956 2669.7330 "E"
186 723437.4002 9676458.7621 2697.3070 "E"	235 723375.3687 9676578.4525 2696.5760 "L"	274 723386.1564 9676685.1385 2691.0540 "L"	313 723317.1100 9676761.9166 2669.2570 "L"
187 723431.8110 9676462.1865 2698.0610 "L"	236 723372.2027 9676579.0615 2696.6220 "E"	275 723388.9344 9676687.4515 2691.2050 "E"	314 723308.7120 9676753.3396 2668.2690 "L"
188 723438.5940 9676465.0285 2698.1450 "L"	237 723378.9237 9676584.2445 2697.1870 "L"	276 723386.3121 9676699.7805 2688.5460 "L"	315 723310.3620 9676751.0166 2668.5700 "E"
189 723434.8210 9676464.6925 2698.5450 "E"	238 723377.1747 9676586.4995 2697.4430 "E"	277 723379.7251 9676698.5135 2688.1540 "L"	316 723312.2290 9676748.5496 2668.2800 "L"
190 723426.3899 9676470.6455 2700.1110 "L"	239 723379.0657 9676593.2545 2698.0940 "E"	278 723382.6841 9676701.1255 2688.1790 "E"	317 723308.9610 9676749.2606 2668.4630 "E"
193 723432.4859 9676475.4975 2699.2490 "L"	240 723383.9137 9676592.5425 2698.5880 "L"	279 723381.4884 9676712.5345 2685.6090 "L"	318 723297.4970 9676746.6956 2667.2780 "L"
194 723429.4569 9676480.0955 2699.6560 "L"	241 723382.8236 9676596.9005 2698.4650 "E"	280 723374.9144 9676711.6765 2685.1640 "L"	319 723300.2610 9676738.8806 2667.3510 "L"
195 723426.3829 9676477.6765 2699.9410 "E"	242 723385.9496 9676599.2885 2698.6720 "L"	281 723378.0094 9676713.3725 2685.4120 "E"	320 723297.5180 9676742.3356 2667.6320 "E"
196 723425.8819 9676486.2195 2700.3360 "L"	243 723383.7035 9676625.5935 2699.2800 "EST"	282 723375.2534 9676727.6035 2682.0490 "L"	321 723290.4370 9676733.0997 2666.5390 "L"
197 723420.1939 9676484.6635 2700.4500 "E"	244 723375.6627 9676592.2735 2697.6320 "L"	283 723367.6574 9676726.7655 2681.4880 "L"	322 723288.8980 9676736.9367 2667.1230 "E"

323 723283.4160 9676738.3977 2666.4870 "L"	362 723283.3055 9676815.9985 2655.0140 "L"	401 723343.5210 9676959.2434 2631.1360 "L"	441 723330.1410 9676954.4054 2625.4410 "L"
324 723276.1270 9676734.6255 2665.8030 "L"	363 723285.2875 9676816.0465 2655.1040 "E"	402 723347.2690 9676955.5734 2631.5150 "E"	442 723317.2850 9676950.1514 2623.5090 "L"
325 723277.1430 9676731.7795 2666.1620 "E"	364 723288.3555 9676818.2835 2654.8380 "AUX"	403 723349.3670 9676953.7224 2631.5170 "L"	443 723318.9450 9676946.9774 2623.7750 "E"
326 723269.2790 9676734.0095 2664.6500 "L"	365 723305.4923 9676884.9885 2643.7600 "EST15"	404 723357.9140 9676971.6264 2630.7020 "L"	444 723308.6250 9676942.1444 2621.9350 "C"
327 723268.9410 9676730.1925 2665.1540 "E"	366 723285.0355 9676800.9775 2656.0130 "L"	405 723355.6480 9676975.6284 2630.5690 "L"	445 723309.1960 9676941.3484 2622.1700 "L"
328 723265.9160 9676729.3825 2664.7830 "E"	367 723290.2885 9676811.1445 2655.1820 "L"	406 723351.5780 9676970.0094 2630.3490 "E"	446 723310.8830 9676939.1854 2622.4010 "E"
329 723258.5960 9676730.1555 2663.8130 "E"	368 723289.1245 9676812.0095 2655.3920 "L"	407 723353.1930 9676981.8274 2631.7100 "EST16"	447 723312.6970 9676937.1134 2622.3940 "L"
330 723249.5140 9676727.3795 2663.9830 "EST14"	369 723296.1573 9676830.4355 2652.7670 "C"	408 723342.8270 9676944.0684 2632.2020 "C"	448 723313.6870 9676936.6884 2622.1790 "C"
331 723283.4340 9676729.3325 2665.9150 "C"	370 723295.0193 9676830.7395 2653.0760 "L"	409 723342.1030 9676944.8284 2632.5950 "L"	449 723300.7823 9676926.8435 2620.4920 "C"
332 723282.9440 9676730.1735 2666.5390 "L"	371 723292.7653 9676831.3845 2653.0890 "E"	410 723338.5000 9676951.5994 2631.9510 "L"	450 723300.0773 9676927.8295 2620.8920 "L"
333 723281.0280 9676736.0875 2666.2440 "C"	372 723289.2003 9676832.9545 2652.4970 "C"	411 723339.1510 9676951.2584 2632.1920 "L"	451 723291.8543 9676925.4135 2619.9790 "E"
334 723281.5560 9676733.1815 2666.5650 "E"	373 723293.6393 9676851.9595 2649.7620 "L"	412 723342.1940 9676949.8744 2632.3330 "E"	452 723292.5263 9676922.8745 2619.8490 "L"
335 723272.5930 9676726.1575 2665.0820 "C"	374 723297.6173 9676850.7315 2649.9010 "E"	413 723352.5840 9676955.7344 2631.0040 "C"	453 723292.7983 9676921.9675 2619.5670 "C"
336 723272.0060 9676727.3435 2665.5070 "L"	375 723300.5073 9676850.0075 2649.8070 "L"	414 723351.7390 9676956.7234 2631.2510 "L"	454 723285.7863 9676917.3995 2618.5150 "C"
337 723270.3840 9676734.1135 2664.9150 "L"	376 723301.5203 9676849.6255 2649.5380 "C"	415 723349.1360 9676959.1584 2631.1850 "EE"	455 723285.2303 9676918.3205 2618.9230 "L"
338 723270.2850 9676730.8035 2665.2950 "E"	377 723305.0883 9676862.9195 2646.9560 "C"	416 723345.0580 9676961.8934 2630.8360 "L"	456 723283.8923 9676919.9585 2618.9300 "E"
339 723260.5760 9676723.7785 2664.2480 "C"	378 723304.0813 9676863.2805 2647.2820 "L"	417 723344.2630 9676962.1544 2630.3880 "C"	457 723280.0783 9676913.6695 2617.6400 "C"
340 723260.4010 9676725.0965 2664.5040 "L"	379 723301.3253 9676863.9435 2647.4710 "E"	418 723344.5940 9676963.6554 2629.7630 "C"	458 723279.4273 9676914.3155 2618.0520 "L"
341 723261.0620 9676731.1475 2663.9080 "E"	380 723297.4603 9676865.1205 2647.2090 "L"	419 723345.5980 9676963.9764 2630.4320 "L"	459 723277.7933 9676916.4055 2618.1600 "E"
342 723263.4180 9676736.0255 2662.9010 "L"	381 723311.0193 9676878.9505 2644.0540 "C"	421 723356.9340 9676975.4734 2630.5610 "L"	460 723272.6563 9676908.3815 2616.8380 "C"
343 723248.9240 9676739.1715 2662.4000 "L"	382 723309.9413 9676879.5635 2644.3540 "L"	422 723350.3870 9676971.0974 2630.1730 "E"	461 723272.1193 9676909.2895 2617.0890 "L"
344 723254.9410 9676740.4415 2662.1020 "E"	383 723303.7333 9676882.2205 2644.3390 "L"	423 723348.5990 9676979.2924 2630.0030 "L"	462 723233.6636 9676875.9076 2610.0670 "AUX"
345 723248.2780 9676731.5775 2663.3670 "L"	384 723307.8443 9676882.2185 2644.2560 "E"	424 723346.6280 9676973.1684 2629.6290 "E"	463 723231.8966 9676875.3936 2609.9580 "AUX"
346 723261.7790 9676738.5525 2662.2550 "L"	385 723307.1043 9676890.2125 2642.8270 "P"	425 723344.0860 9676965.2394 2629.2160 "C"	464 723231.0386 9676875.0486 2609.9190 "AUX"
347 723261.1290 9676745.2825 2660.9800 "L"	386 723309.5316 9676899.5325 2640.9940 "L"	426 723344.9290 9676966.1734 2629.5780 "L"	466 723225.1866 9676868.7256 2611.3560 "EST17"
348 723252.4000 9676748.3695 2661.0610 "L"	387 723313.1856 9676898.4505 2641.1740 "E"	427 723342.8570 9676966.4054 2628.2580 "C"	467 723283.7813 9676923.6305 2618.6930 "C"
349 723257.4020 9676747.1645 2661.2960 "E"	388 723316.0246 9676897.5275 2640.9890 "L"	428 723343.4870 9676967.2484 2628.6290 "L"	468 723268.8153 9676913.9025 2617.0760 "C"
350 723254.9070 9676754.8195 2660.5290 "L"	389 723317.0126 9676896.9565 2640.7420 "C"	429 723341.9880 9676971.3984 2628.8380 "E"	469 723268.8853 9676912.7805 2617.1330 "L"
351 723259.2530 9676754.0825 2660.7240 "E"	390 723328.8336 9676918.3674 2636.8900 "C"	430 723340.3690 9676974.2054 2628.8600 "L"	470 723265.4516 9676902.0386 2614.8100 "C"
352 723264.0370 9676753.4955 2660.2240 "L"	391 723328.0956 9676918.9064 2637.2580 "L"	431 723339.4460 9676975.1774 2628.6230 "C"	471 723264.7076 9676902.6616 2615.1550 "L"
353 723273.4894 9676777.3665 2658.3540 "L"	392 723322.1886 9676922.0674 2637.1900 "P"	432 723342.2350 9676966.5664 2627.8430 "C"	472 723259.9736 9676906.5246 2614.9070 "C"
354 723272.5034 9676777.8655 2658.7200 "L"	393 723323.0666 9676921.5784 2637.2900 "L"	433 723341.9760 9676967.5004 2628.3320 "L"	473 723261.4426 9676903.3386 2615.0470 "E"
355 723269.4124 9676779.6885 2658.8580 "E"	394 723325.3316 9676920.5334 2637.3590 "E"	434 723339.2260 9676964.3064 2626.9770 "C"	474 723248.3056 9676896.2816 2612.6880 "C"
356 723266.8354 9676784.7785 2658.5970 "P"	395 723335.9600 9676947.2994 2632.6530 "C"	435 723338.6430 9676965.1674 2627.4360 "L"	475 723248.7426 9676895.3956 2612.8380 "L"
357 723267.5354 9676784.7465 2658.3320 "L"	396 723336.7780 9676946.9424 2632.8330 "L"	436 723336.2280 9676966.6764 2627.4160 "E"	476 723253.8506 9676890.2146 2612.5640 "C"
358 723270.1494 9676792.8675 2657.6370 "P"	397 723339.0110 9676945.4734 2632.9840 "E"	437 723333.9800 9676967.8264 2627.1820 "L"	477 723253.0216 9676890.7746 2612.8940 "L"
359 723276.8315 9676805.2875 2656.2300 "L"	398 723341.3890 9676943.8304 2632.7440 "L"	438 723333.1070 9676968.4324 2626.8980 "C"	478 723250.0486 9676892.5846 2612.8060 "E"
360 723280.2175 9676803.3125 2656.5110 "E"	399 723342.2070 9676943.1414 2632.3680 "C"	439 723326.6890 9676960.4844 2625.3500 "C"	479 723242.7966 9676877.6336 2610.5300 "C"
361 723278.4964 9676790.6905 2657.5910 "L"	400 723343.0250 9676959.7574 2630.8590 "C"	440 723328.1450 9676957.1214 2625.5610 "E"	480 723241.6896 9676878.6716 2610.7450 "L"

481 723238.9356 9676881.7086 2610.6470 "E"	520 723254.8586 9676964.3105 2595.2710 "L"	559 723304.4776 9677027.6523 2585.5390 "L"	598 723291.0150 9677079.6148 2571.2100 "L"
482 723235.1926 9676885.8276 2609.6780 "C"	521 723258.0406 9676962.9105 2595.3550 "E"	560 723305.3926 9677026.9683 2585.2190 "C"	599 723290.5710 9677076.7738 2571.3830 "E"
483 723235.9266 9676884.8186 2610.1820 "L"	522 723267.0076 9676983.4995 2592.5230 "L"	561 723324.5670 9677045.2055 2582.0900 "C"	600 723290.2030 9677073.4098 2571.4660 "L"
484 723221.6636 9676893.3516 2606.9260 "REF"	523 723269.3586 9676981.8245 2592.8240 "E"	562 723323.6320 9677046.0915 2582.4380 "L"	601 723290.1140 9677071.8928 2571.1010 "C"
485 723227.8216 9676907.1786 2604.2750 "REF"	524 723271.6866 9676980.2835 2592.7340 "L"	563 723321.7170 9677047.8545 2582.5740 "E"	602 723269.2620 9677072.9085 2568.6170 "C"
486 723230.7306 9676911.5266 2603.5940 "REF"	525 723272.5126 9676979.6565 2592.4100 "C"	564 723320.1920 9677049.7285 2582.4010 "L"	603 723269.5610 9677074.2285 2568.9270 "L"
487 723233.5646 9676872.5696 2610.1920 "L"	526 723278.2826 9676987.8565 2591.1320 "C"	565 723319.3540 9677050.4375 2582.1080 "C"	604 723270.1100 9677076.2575 2568.9230 "E"
488 723232.5416 9676878.4856 2609.8050 "E"	527 723277.2786 9676988.5245 2591.4950 "L"	566 723329.4610 9677061.4685 2580.9230 "L"	605 723270.7890 9677079.5475 2568.6310 "L"
489 723232.7016 9676884.0186 2609.2480 "L"	528 723275.4256 9676989.9765 2591.5270 "E"	567 723331.5680 9677059.5895 2581.1560 "E"	606 723265.8960 9677077.9345 2568.3180 "AUX"
490 723232.7966 9676885.0926 2608.9050 "C"	529 723272.2096 9676991.8815 2591.1900 "C"	568 723333.2920 9677057.2085 2581.3120 "L"	607 723262.5350 9677078.1215 2567.8750 "AUX"
491 723225.3576 9676874.1496 2609.5970 "L"	530 723274.9816 9676995.6795 2590.6640 "L"	569 723334.0020 9677056.2395 2580.9650 "C"	608 723258.9960 9677079.6275 2567.3330 "AUX"
492 723227.6326 9676880.7266 2608.9780 "E"	531 723277.0756 9676994.2515 2590.8490 "E"	570 723340.0380 9677063.2885 2580.5470 "C"	609 723209.4790 9677092.5870 2560.1820 "EST21"
493 723230.0636 9676885.3556 2608.2600 "L"	532 723279.6016 9676992.8515 2590.7960 "L"	571 723338.6640 9677063.9575 2580.9300 "L"	610 723270.9870 9677080.5045 2568.3710 "C"
494 723230.7526 9676886.3176 2607.7870 "C"	533 723280.7106 9676992.1675 2590.5450 "C"	572 723335.7770 9677065.5535 2580.5720 "E"	611 723259.8900 9677083.4285 2566.9190 "C"
495 723221.8176 9676890.0796 2607.5040 "L"	534 723281.9096 9676996.1625 2589.7330 "C"	573 723345.4018 9677076.4258 2580.4710 "L"	612 723259.5450 9677082.7625 2567.1670 "L"
496 723222.8956 9676876.0336 2609.2780 "L"	535 723281.2216 9676996.5625 2590.1130 "L"	574 723344.7548 9677080.1318 2580.1250 "L"	613 723258.3320 9677077.9095 2567.2330 "L"
497 723225.1056 9676888.1726 2607.6540 "E"	536 723278.7816 9676997.7715 2590.2660 "E"	575 723342.1928 9677086.6558 2579.2970 "EST20"	614 723258.0240 9677076.9805 2566.9700 "C"
498 723228.6466 9676888.2886 2607.4040 "L"	537 723276.5516 9676998.8885 2590.1430 "L"	576 723330.7780 9677066.5595 2579.7350 "C"	615 723245.2340 9677080.7245 2564.9110 "C"
499 723229.9826 9676888.2006 2607.1360 "C"	538 723286.0126 9677004.0495 2588.3770 "C"	577 723331.7130 9677066.3035 2580.2100 "L"	616 723245.4400 9677081.7195 2565.2590 "L"
500 723223.7026 9676895.8116 2606.5910 "L"	539 723285.0796 9677004.6025 2588.8380 "L"	578 723335.0508 9677077.6608 2578.7540 "C"	617 723246.2370 9677084.2785 2565.3470 "E"
501 723226.9056 9676895.0246 2606.4530 "E"	540 723282.6886 9677006.5835 2588.9780 "E"	579 723335.8908 9677078.0278 2579.1430 "L"	618 723246.5990 9677086.4405 2565.2540 "L"
502 723229.9196 9676893.7446 2606.2930 "L"	541 723293.3486 9677025.7803 2586.4680 "EST"	580 723338.7318 9677080.7138 2579.4180 "E"	619 723246.8230 9677087.2565 2565.0230 "C"
503 723230.9956 9676893.0926 2605.8610 "C"	542 723297.3656 9677025.3463 2586.4070 "E"	581 723341.2398 9677084.3988 2579.5330 "L"	620 723225.8800 9677090.9385 2562.1570 "C"
504 723231.5656 9676911.0746 2603.3950 "L"	543 723301.8416 9677028.8403 2585.7550 "E"	582 723335.9390 9677088.1019 2577.9280 "L"	621 723225.8430 9677090.2845 2562.3820 "L"
505 723234.2796 9676909.7856 2603.5850 "E"	544 723308.8236 9677038.5563 2584.2190 "EST19"	583 723335.5840 9677086.8689 2578.3290 "L"	622 723225.5340 9677088.2305 2562.4230 "E"
506 723229.5096 9676900.8096 2605.3520 "E"	545 723274.1256 9676996.0505 2590.6170 "L"	584 723334.4190 9677084.0369 2578.1150 "E"	623 723225.0970 9677085.5145 2562.4170 "L"
507 723254.9389 9676960.9415 2595.6520 "EST18"	546 723275.6006 9676999.3985 2590.0340 "L"	585 723332.9260 9677080.9439 2577.6420 "L"	624 723225.0390 9677084.5545 2561.9750 "C"
508 723236.7516 9676907.8096 2603.5520 "L"	547 723288.7646 9677009.0245 2587.6940 "L"	586 723332.3100 9677079.7189 2577.1080 "C"	625 723215.1340 9677085.1965 2560.4950 "C"
509 723239.6326 9676910.6656 2602.4120 "C"	548 723288.1596 9677009.5805 2588.0780 "L"	587 723325.3400 9677088.9760 2576.3780 "C"	626 723215.1670 9677086.4015 2560.8560 "L"
510 723240.9129 9676928.2275 2599.9520 "L"	549 723286.1116 9677011.1975 2588.2630 "E"	588 723325.4440 9677087.8980 2576.6850 "L"	627 723215.2090 9677088.8585 2560.9280 "E"
511 723243.5519 9676927.0515 2600.1400 "E"	550 723283.6786 9677013.4075 2588.0780 "L"	589 723325.6280 9677085.0400 2576.5870 "E"	628 723214.8040 9677091.6985 2560.9370 "L"
512 723245.9479 9676926.0275 2600.0330 "L"	551 723289.3266 9677020.0635 2587.0120 "L"	590 723325.8000 9677081.6650 2576.3490 "L"	629 723205.5750 9677085.7420 2558.5410 "C"
513 723247.2019 9676926.5785 2599.7130 "C"	552 723290.0676 9677019.2745 2587.2400 "L"	591 723325.8670 9677080.0200 2575.8530 "C"	630 723205.1360 9677086.8180 2559.0060 "L"
514 723248.7739 9676949.0505 2597.1920 "L"	553 723291.5886 9677017.8815 2587.2950 "E"	592 723309.4020 9677074.4348 2572.8640 "C"	631 723204.5720 9677089.4380 2559.1850 "E"
515 723251.6099 9676947.6525 2597.3620 "E"	554 723293.6156 9677015.9735 2587.0730 "L"	593 723309.1200 9677075.5538 2573.2960 "L"	632 723203.4240 9677092.2730 2559.1070 "E"
516 723254.3199 9676946.8815 2597.0810 "L"	555 723294.5046 9677015.4005 2586.5950 "C"	594 723308.9790 9677078.4208 2573.4070 "E"	633 723198.5590 9677083.9950 2557.5720 "L"
517 723255.0779 9676946.4015 2596.8960 "C"	556 723300.3656 9677031.5003 2585.4460 "C"	595 723308.1740 9677081.5668 2573.0820 "L"	634 723198.3120 9677084.6860 2557.9340 "L"
518 723260.8936 9676960.8015 2594.9680 "C"	557 723300.9726 9677030.8783 2585.6140 "L"	596 723307.9770 9677082.3188 2572.7420 "C"	635 723197.8590 9677087.4540 2558.0380 "E"
519 723259.9016 9676960.9525 2595.3040 "L"	558 723302.5286 9677029.3533 2585.6670 "E"	597 723291.0520 9677080.6868 2570.8810 "C"	636 723197.1830 9677089.6950 2557.9370 "L"

637 723187.6050 9677086.8750 2556.5140 "L"
638 723187.9720 9677084.1780 2556.7790 "E"
639 723188.6510 9677081.4130 2556.7610 "L"
640 723179.8820 9677078.4190 2555.9400 "L"
641 723178.9630 9677081.1880 2556.0600 "E"
642 723178.1530 9677084.5730 2555.7390 "L"
643 723168.3890 9677081.9050 2555.0180 "L"
644 723169.8570 9677078.8280 2555.4230 "E"
645 723170.5340 9677075.5580 2555.4200 "L"
646 723156.3480 9677069.9390 2554.0520 "C"
647 723155.8910 9677070.7510 2554.3480 "L"
648 723155.0230 9677073.6140 2554.2570 "E"
649 723154.0430 9677076.5070 2554.0900 "L"
650 723153.8670 9677077.2210 2553.8160 "C"
651 723155.4960 9677068.9550 2554.4580 "L"
652 723150.6580 9677067.4680 2554.4440 "REF"
653 723147.4680 9677069.0390 2553.3320 "L"
654 723147.4480 9677068.1710 2553.0170 "C"
655 723145.5410 9677074.6620 2552.9880 "C"
656 723145.6740 9677073.9680 2553.2430 "L"
657 723145.7000 9677071.3980 2553.2410 "E"
658 723145.9960 9677068.7290 2553.1780 "L"
659 723146.1810 9677067.7170 2552.9230 "C"
660 723134.1710 9677063.9780 2551.9570 "L"
661 723133.8510 9677067.7390 2551.9070 "E"
662 723133.7200 9677070.9140 2551.8810 "L"
663 723121.2170 9677060.6190 2552.0100 "REF"
664 723121.2200 9677060.6200 2552.0120 "REF"
665 723121.7580 9677060.1820 2552.0000 "POSTE"
666 723121.0870 9677064.6410 2551.9090 "REF"
667 723121.3800 9677059.1290 2552.0170 "PF"

**Anexo 9: Determinación de los ESALS**

PERIODO DE DISEÑO		
n:	20	años

Porcentaje de asignación vehicular								
Tipo de vehículo	2024	2029	2034	2039	2044	2049	% CON AUTOS	% SIN AUTOS
	TPDAo					TPDAf		
Automóviles 45%	422	493	562	628	691	751	43,46%	
Camionetas 55%	516	603	688	769	846	920	53,24%	94,17%
Buses (BP)	19	20	21	22	23	24	1,39%	2,46%
Camiones 2 ejes 2D	11	12	13	14	15	16	0,93%	1,64%
Camiones 2 ejes 2DA	8	8	8	8	8	8	0,46%	0,82%
Camiones 2 ejes 2DB	5	5	5	5	5	5	0,29%	0,51%
Volqueta 3 ejes V3A	1	1	1	1	1	1	0,06%	0,10%
Volqueta 2 ejes V2DB	3	3	3	3	3	3	0,17%	0,31%
<b>TOTAL CON AUTOMÓVILES</b>	<b>985</b>	<b>1145</b>	<b>1301</b>	<b>1450</b>	<b>1592</b>	<b>1728</b>	<b>100,00%</b>	
<b>TOTAL SIN AUTOMÓVILES</b>	<b>563</b>	<b>652</b>	<b>739</b>	<b>822</b>	<b>901</b>	<b>977</b>		<b>100,00%</b>

DETERMINACION DE FCE					
TIPO	CARGA TOTAL PESO Tn.	Carga Parcial por eje	FCE Parcial	FCE Parcial*%TIPO (AUTOS)	FCE Parcial*%TIPO (NO AUTOS)
Automoviles	3	1,5	0,0027		
		1,5	0,0027	0,002346875	
			0,0054		
Camionetas	5	1,5	0,0027		
		3,5	0,0791	0,043550926	0,077027636
			0,0818		
Bus (BP)	13,1	3,9	0,1219		
		9,2	1,5845	0,0237	0,041917707
			1,7064		
Camion 2D	7	2	0,0084		
		5	0,3294	0,003127778	0,005532037
			0,3378		
Camion 2DA	10	2,5	0,0206		
		7,5	0,6998	0,003335185	0,005898874
			0,7204		
Camion 2DB	18	7	1,2654		
		11	3,2383	0,013031539	0,023048618
			4,5037		
Volqueta V3A	27	7	1,2654		
		20	3,0776	0,00251331	0,004445241
			4,343		
Volqueta V2DB	18	7	1,2654		
		11	3,2383	0,007818924	0,013829171
			4,5037		
<b>FCE TOTAL:</b>			<b>0,099424537</b>	<b>0,171699284</b>	

DISTRIBUCION DE TRAFICO			
	Fd	Fc	Dt
Dt	1	0,8	<b>0,8</b>
1 Calzada 1 Sentido 2 Carriles			
<b>NUMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 8,2 TONELADAS</b>			

N8,2	787637,2054	ESALS	CON AUTOMOVILES
N8,2	772097,3381	ESALS	SIN AUTOMOVILES

**ESALS a utilizarse: 772097,3381**

**Anexo 10: Peralte calculado de curvas**

Peralte de curvas	Inicio	Fin	Longitud	P Izquierda	P Derecha
Curva.1					
Región de Transición de Entrada	0+000.59m	0+085.90m	85.312m		
Salida	0+000.59m	0+020.90m	20.312m		
Fin de Corona Normal	0+000.59m			-2.50%	-2.50%
Corona Nivelada	0+020.90m			0.00%	-2.50%
Salida	0+020.90m	0+085.90m	65.000m		
Corona Nivelada	0+020.90m			0.00%	-2.50%
Corona Inversa	0+041.22m			2.50%	-2.50%
Inicio de Curva	0+064.24m				
Inicio de Super Elevación Completa	0+085.90m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	0+081.96m	0+081.96m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+081.96m			8.00%	-8.00%
Curva.2					
Región de Transición de Entrada	0+166.01m	0+166.01m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	0+166.01m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	0+153.40m	0+153.40m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+153.40m			-8.00%	8.00%
Curva.3					
Región de Transición de Entrada	0+223.91m	0+223.91m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	0+223.91m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	0+208.30m	0+208.30m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+208.30m			8.00%	-8.00%
Curva.4					
Región de Transición de Entrada	0+317.80m	0+317.80m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	0+317.80m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	0+291.54m	0+291.54m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+291.54m			-8.00%	8.00%
Curva.5					
Región de Transición de Entrada	0+380.01m	0+380.01m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	0+380.01m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	0+348.13m	0+348.13m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+348.13m			-8.00%	8.00%
Curva.6					
Región de Transición de Entrada	0+424.57m	0+424.57m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	0+424.57m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	0+388.34m	0+388.34m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+388.34m			8.00%	-8.00%

Curva.7					
Región de Transición de Entrada	0+460.04m	0+460.04m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	0+460.04m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	0+435.75m	0+435.75m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+435.75m			-8.00%	8.00%
Curva.8					
Región de Transición de Entrada	0+537.55m	0+537.55m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	0+537.55m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	0+500.56m	0+500.56m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+500.56m			8.00%	-8.00%
Curva.9					
Región de Transición de Entrada	0+566.14m	0+566.14m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	0+566.14m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	0+537.53m	0+537.53m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+537.53m			-8.00%	8.00%
Curva.10					
Región de Transición de Entrada	0+616.92m	0+616.92m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	0+616.92m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	0+587.96m	0+587.96m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+587.96m			8.00%	-8.00%
Curva.11					
Región de Transición de Entrada	0+700.46m	0+700.46m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	0+700.46m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	0+671.72m	0+671.72m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+671.72m			-8.00%	8.00%
Curva.12					
Región de Transición de Entrada	0+756.73m	0+756.73m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	0+756.73m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	0+715.84m	0+715.84m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+715.84m			-8.00%	8.00%
Curva.13					
Región de Transición de Entrada	0+785.73m	0+785.73m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	0+785.73m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	0+756.17m	0+756.17m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+756.17m			8.00%	-8.00%
Curva.14					
Región de Transición de Entrada	0+831.68m	0+831.68m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	0+831.68m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	0+798.62m	0+798.62m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+798.62m			-8.00%	8.00%

Curva.15					
Región de Transición de Entrada	0+871.34m	0+871.34m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	0+871.34m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	0+856.10m	0+856.10m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+856.10m			-8.00%	8.00%
Curva.16					
Región de Transición de Entrada	0+922.05m	0+922.05m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	0+922.05m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	0+897.57m	0+897.57m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+897.57m			-8.00%	8.00%
Curva.17					
Región de Transición de Entrada	0+966.70m	0+966.70m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	0+966.70m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	0+956.83m	0+956.83m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	0+956.83m			8.00%	-8.00%
Curva.18					
Región de Transición de Entrada	1+087.19m	1+087.19m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+087.19m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	1+067.35m	1+067.35m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+067.35m			8.00%	-8.00%
Curva.19					
Región de Transición de Entrada	1+131.90m	1+131.90m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+131.90m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	1+111.19m	1+111.19m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+111.19m			-8.00%	8.00%
Curva.20					
Región de Transición de Entrada	1+158.63m	1+158.63m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+158.63m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	1+137.87m	1+137.87m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+137.87m			8.00%	-8.00%
Curva.21					
Región de Transición de Entrada	1+195.50m	1+195.50m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+195.50m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	1+167.62m	1+167.62m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+167.62m			-8.00%	8.00%
Curva.22					
Región de Transición de Entrada	1+253.76m	1+253.76m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+253.76m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	1+229.72m	1+229.72m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+229.72m			-8.00%	8.00%
Curva.23					
Región de Transición de Entrada	1+297.08m	1+297.08m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+297.08m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	1+263.89m	1+263.89m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+263.89m			8.00%	-8.00%
Curva.24					
Región de Transición de Entrada	1+333.60m	1+333.60m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+333.60m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	1+320.45m	1+320.45m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+320.45m			8.00%	-8.00%

Curva.25					
Región de Transición de Entrada	1+364.96m	1+364.96m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+364.96m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	1+339.99m	1+339.99m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+339.99m			-8.00%	8.00%
Curva.26					
Región de Transición de Entrada	1+396.19m	1+396.19m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+396.19m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	1+382.91m	1+382.91m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+382.91m			8.00%	-8.00%
Curva.27					
Región de Transición de Entrada	1+483.34m	1+483.34m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+483.34m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	1+464.06m	1+464.06m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+464.06m			8.00%	-8.00%
Curva.28					
Región de Transición de Entrada	1+526.65m	1+526.65m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+526.65m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	1+520.14m	1+520.14m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+520.14m			8.00%	-8.00%
Curva.29					
Región de Transición de Entrada	1+649.72m	1+649.72m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+649.72m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	1+631.89m	1+631.89m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+631.89m			-8.00%	8.00%
Curva.30					
Región de Transición de Entrada	1+738.44m	1+738.44m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+738.44m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	1+738.48m	1+738.48m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+738.48m			8.00%	-8.00%
Curva.31					
Región de Transición de Entrada	1+792.28m	1+792.28m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+792.28m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	1+752.57m	1+752.57m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+752.57m			-8.00%	8.00%
Curva.32					
Región de Transición de Entrada	1+848.64m	1+848.64m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+848.64m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	1+831.47m	1+831.47m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+831.47m			8.00%	-8.00%
Curva.33					
Región de Transición de Entrada	1+896.48m	1+896.48m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+896.48m			-8.00%	8.00%
Región de Transición de Salida	1+879.61m	1+879.61m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+879.61m			-8.00%	8.00%
Curva.34					
Región de Transición de Entrada	1+930.98m	1+930.98m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	1+930.98m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	1+907.85m	1+907.85m	0.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+907.85m			8.00%	-8.00%
Curva.35					
Región de Transición de Entrada	2+002.99m	2+002.99m	0.000m		
Inicio de Super Elevación Completa	2+002.99m			8.00%	-8.00%
Región de Transición de Salida	1+963.35m	2+048.66m	85.312m		
Salida	1+963.35m	2+028.35m	65.000m		
Fin de Super Elevación Completa	1+963.35m			8.00%	-8.00%
Fin de Curva	1+985.02m				
Corona Inversa	2+008.04m			2.50%	-2.50%
Corona Nivelada	2+028.35m			0.00%	-2.50%
Salida	2+028.35m	2+048.66m	20.312m		
Corona Nivelada	2+028.35m			0.00%	-2.50%
Inicio de Corona Normal	2+048.66m			-2.50%	-2.50%

*Anexo 11: Áreas, volúmenes de corte y relleno*

Estación	Área de corte	Volumen de corte	Volumen reusable	Área de relleno	Volumen de relleno	Acum. Vol. Corte	Acum. Vol. Reusable	Acum. Vol. Relleno	Acum. Vol. Neto
0+000.000	4.41	0	0	0	0	0	0	0	0
0+020.000	5.44	98.53	98.53	0	0	98.53	98.53	0	98.53
0+040.000	6.25	116.93	116.93	0	0	215.46	215.46	0	215.46
0+060.000	4.83	110.85	110.85	0	0	326.31	326.31	0	326.31
0+070.000	5.18	49.89	49.89	0	0	376.2	376.2	0	376.2
0+080.000	6.19	56.88	56.88	0	0	433.08	433.08	0	433.08
0+090.000	7.97	70.73	70.73	0	0	503.81	503.81	0	503.81
0+100.000	6.97	74.34	74.34	0	0	578.15	578.15	0	578.15
0+120.000	5.59	125.53	125.53	0	0	703.67	703.67	0	703.67
0+140.000	4.71	102.96	102.96	0	0	806.63	806.63	0	806.63
0+150.000	3.41	40.65	40.65	0	0	847.28	847.28	0	847.28
0+160.000	1.73	25.74	25.74	0.43	2.03	873.02	873.02	2.03	871
0+170.000	0	8.67	8.67	2.12	12.28	881.69	881.69	14.31	867.38
0+180.000	0	0	0	4.2	31.36	881.69	881.69	45.67	836.02
0+200.000	2.23	22.34	22.34	0.36	45.59	904.02	904.02	91.25	812.77
0+210.000	7.01	47.19	47.19	0	1.52	951.22	951.22	92.78	858.44
0+220.000	14.02	107.04	107.04	0	0	1058.26	1058.26	92.78	965.48
0+240.000	3.83	179.4	179.4	0	0	1237.65	1237.65	92.78	1144.87
0+260.000	0.63	44.63	44.63	0.22	2.24	1282.28	1282.28	95.02	1187.26
0+280.000	0.3	9.34	9.34	0.2	4.22	1291.62	1291.62	99.25	1192.38
0+300.000	0	3.01	3.01	2.18	23.84	1294.63	1294.63	123.09	1171.54
0+310.000	0	0	0	2.2	22.08	1294.63	1294.63	145.17	1149.46
0+320.000	0.09	0.45	0.45	1.01	16.14	1295.08	1295.08	161.32	1133.76
0+340.000	1.39	14.75	14.75	0.15	11.58	1309.83	1309.83	172.9	1136.93
0+360.000	0.68	20.64	20.64	0.2	3.5	1330.48	1330.48	176.39	1154.08
0+380.000	0.85	15.23	15.23	0.14	3.5	1345.71	1345.71	179.89	1165.81
0+400.000	1.11	19.61	19.61	0.23	3.73	1365.32	1365.32	183.62	1181.7
0+410.000	3.25	21.55	21.55	0.03	1.34	1386.87	1386.87	184.96	1201.91
0+420.000	6.68	49.63	49.63	0	0.15	1436.5	1436.5	185.11	1251.39
0+440.000	25.54	289.96	289.96	0	0	1726.46	1726.46	185.11	1541.35
0+450.000	13.31	20.78	20.78	0	0	1747.25	1747.25	185.11	1562.14
0+460.000	22.29	110.45	110.45	0	0	1857.7	1857.7	185.11	1672.58
0+480.000	12.99	352.76	352.76	0	0	2210.45	2210.45	185.11	2025.34
0+500.000	11.39	243.76	243.76	0	0	2454.21	2454.21	185.11	2269.1
0+520.000	8.5	198.83	198.83	0	0	2653.04	2653.04	185.11	2467.92
0+540.000	4.34	128.26	128.26	0	0	2781.29	2781.29	185.11	2596.18
0+550.000	1.66	29.95	29.95	0.01	0.03	2811.25	2811.25	185.14	2626.11
0+560.000	0.58	11.14	11.14	2.34	14.2	2822.39	2822.39	199.34	2623.06
0+580.000	0.14	7.21	7.21	5.75	80.9	2829.6	2829.6	280.24	2549.36
0+600.000	4.97	49.92	49.92	3.33	26.47	2879.52	2879.52	306.71	2572.81
0+620.000	0.15	47.22	47.22	4.13	24.88	2926.74	2926.74	331.59	2595.15
0+640.000	0.28	4.32	4.32	5.46	95.89	2931.06	2931.06	427.48	2503.58
0+660.000	0	2.77	2.77	2.77	82.3	2933.83	2933.83	509.78	2424.05
0+680.000	0.06	0.58	0.58	1.3	40.68	2934.41	2934.41	550.47	2383.94
0+690.000	0.81	4.25	4.25	0.37	8.58	2938.65	2938.65	559.05	2379.61

0+700.000	3.33	20.62	20.62	0	1.86	2959.27	2959.27	560.91	2398.37
0+720.000	6.83	101.6	101.6	0	0	3060.87	3060.87	560.91	2499.96
0+740.000	12.52	193.49	193.49	0	0	3254.36	3254.36	560.91	2693.46
0+760.000	13.5	260.2	260.2	0	0	3514.57	3514.57	560.91	2953.66
0+770.000	13.97	137.36	137.36	0	0	3651.92	3651.92	560.91	3091.02
0+780.000	12.89	134.15	134.15	0	0	3786.07	3786.07	560.91	3225.16
0+800.000	10.1	229.89	229.89	0	0	4015.96	4015.96	560.91	3455.05
0+820.000	4.56	146.15	146.15	0.06	0.64	4162.11	4162.11	561.54	3600.57
0+840.000	0	45.58	45.58	2.3	23.64	4207.69	4207.69	585.18	3622.51
0+850.000	0	0	0	4.13	32.18	4207.69	4207.69	617.36	3590.32
0+860.000	0	0	0	1.86	29.35	4207.69	4207.69	646.72	3560.97
0+870.000	2.9	14.8	14.8	0.2	8.6	4222.49	4222.49	655.31	3567.18
0+880.000	3.55	32.58	32.58	0	0.76	4255.07	4255.07	656.07	3599
0+900.000	0	35.46	35.46	2.31	23.08	4290.53	4290.53	679.14	3611.38
0+910.000	0	0	0	6.43	43.77	4290.53	4290.53	722.92	3567.61
0+920.000	0	0	0	8.46	74.5	4290.53	4290.53	797.42	3493.11
0+940.000	0	0	0	9.76	182.24	4290.53	4290.53	979.66	3310.87
0+950.000	0	0	0	10.29	102.34	4290.53	4290.53	1082	3208.53
0+960.000	0	0	0	10.8	109.16	4290.53	4290.53	1191.15	3099.37
0+970.000	0	0	0	12.78	121.65	4290.53	4290.53	1312.8	2977.72
0+980.000	0	0	0	14.08	136.03	4290.53	4290.53	1448.83	2841.69
1+000.000	0	0	0	11.63	257.11	4290.53	4290.53	1705.95	2584.58
1+020.000	0	0	0	2.6	142.3	4290.53	4290.53	1848.25	2442.27
1+040.000	7.02	70.21	70.21	0	25.98	4360.73	4360.73	1874.23	2486.5
1+060.000	12.98	200.06	200.06	0	0	4560.79	4560.79	1874.23	2686.55
1+070.000	16.15	145.05	145.05	0	0	4705.84	4705.84	1874.23	2831.61
1+080.000	15.82	158.85	158.85	0	0	4864.69	4864.69	1874.23	2990.46
1+100.000	10.29	259.77	259.77	0	0	5124.47	5124.47	1874.23	3250.23
1+120.000	6.55	169.83	169.83	0	0	5294.3	5294.3	1874.23	3420.06
1+130.000	5.41	59.39	59.39	0	0	5353.68	5353.68	1874.23	3479.45
1+140.000	4.59	50.09	50.09	0	0	5403.77	5403.77	1874.23	3529.54
1+150.000	5.3	49.38	49.38	0	0	5453.15	5453.15	1874.23	3578.91
1+160.000	5.78	54.54	54.54	0	0	5507.68	5507.68	1874.23	3633.45
1+180.000	4.04	98.99	98.99	0	0	5606.67	5606.67	1874.23	3732.44
1+200.000	5.63	96.71	96.71	0	0	5703.38	5703.38	1874.23	3829.15
1+220.000	10.47	160.98	160.98	0	0	5864.37	5864.37	1874.23	3990.13
1+240.000	7.78	182.12	182.12	0	0	6046.49	6046.49	1874.23	4172.25
1+250.000	5.08	63.68	63.68	0.12	0.6	6110.17	6110.17	1874.84	4235.33
1+260.000	4.36	47.16	47.16	0	0.58	6157.33	6157.33	1875.42	4281.91
1+280.000	8.67	130.18	130.18	0	0.01	6287.51	6287.51	1875.44	4412.08
1+300.000	5.86	144.96	144.96	0	0	6432.47	6432.47	1875.44	4557.04
1+320.000	3.87	96.81	96.81	0	0	6529.28	6529.28	1875.44	4653.84
1+330.000	9.02	63.67	63.67	0	0	6592.94	6592.94	1875.44	4717.51
1+340.000	7.59	82.41	82.41	0	0	6675.35	6675.35	1875.44	4799.92
1+350.000	9.27	84.53	84.53	0	0	6759.88	6759.88	1875.44	4884.45
1+360.000	8.45	84.89	84.89	0	0	6844.77	6844.77	1875.44	4969.33

1+380.000	7.36	158.04	158.04	0	0	7002.81	7002.81	1875.44	5127.37
1+390.000	7.21	72.55	72.55	0	0	7075.36	7075.36	1875.44	5199.92
1+400.000	5.22	61.77	61.77	0	0.01	7137.13	7137.13	1875.44	5261.68
1+420.000	0.63	58.38	58.38	0.38	3.91	7195.51	7195.51	1879.36	5316.15
1+440.000	0.1	7.29	7.29	0.54	9.26	7202.8	7202.8	1888.62	5314.18
1+460.000	0.18	2.81	2.81	0.36	9.07	7205.61	7205.61	1897.69	5307.93
1+470.000	0.55	3.55	3.55	0.03	2.05	7209.16	7209.16	1899.73	5309.43
1+480.000	0.08	3.04	3.04	0.99	4.93	7212.2	7212.2	1904.66	5307.54
1+500.000	0	0.76	0.76	5.75	67.67	7212.96	7212.96	1972.34	5240.63
1+510.000	0	0	0	7.1	64.38	7212.96	7212.96	2036.72	5176.25
1+520.000	0	0	0	5.39	62.41	7212.96	7212.96	2099.12	5113.84
1+530.000	0	0	0	2.65	40.06	7212.96	7212.96	2139.18	5073.78
1+540.000	0	0	0	1.86	22.56	7212.96	7212.96	2161.74	5051.22
1+560.000	0	0.05	0.05	1.15	30.11	7213.01	7213.01	2191.85	5021.16
1+580.000	0	0.05	0.05	1.87	30.22	7213.06	7213.06	2222.08	4990.98
1+600.000	0	0	0	2.47	43.36	7213.06	7213.06	2265.44	4947.62
1+620.000	0	0	0	4.52	69.91	7213.06	7213.06	2335.35	4877.71
1+630.000	0	0	0	4.03	42.89	7213.06	7213.06	2378.24	4834.82
1+640.000	0	0	0	5.16	47.23	7213.06	7213.06	2425.47	4787.59
1+650.000	0	0	0	4.04	47.97	7213.06	7213.06	2473.44	4739.62
1+660.000	0	0	0	2.27	31.94	7213.06	7213.06	2505.38	4707.68
1+680.000	2.11	21.07	21.07	0	22.66	7234.13	7234.13	2528.04	4706.1
1+700.000	3.49	56	56	0	0	7290.13	7290.13	2528.04	4762.1
1+720.000	4.72	81.97	81.97	0	0	7372.11	7372.11	2528.04	4844.07
1+730.000	5.33	49.18	49.18	0	0	7421.29	7421.29	2528.04	4893.25
1+740.000	7.65	63.93	63.93	0	0	7485.22	7485.22	2528.04	4957.18
1+750.000	8.21	79.38	79.38	0	0	7564.6	7564.6	2528.04	5036.56
1+760.000	9.24	88.13	88.13	0	0	7652.73	7652.73	2528.04	5124.69
1+780.000	4.66	138.77	138.77	0	0	7791.5	7791.5	2528.04	5263.47
1+800.000	2.15	68.04	68.04	0	0	7859.54	7859.54	2528.04	5331.51
1+820.000	2.38	45.28	45.28	0	0	7904.82	7904.82	2528.04	5376.79
1+830.000	2.24	23.21	23.21	0	0	7928.03	7928.03	2528.04	5400
1+840.000	2.01	21.52	21.52	0	0	7949.55	7949.55	2528.04	5421.52
1+850.000	1.07	15.56	15.56	0	0.01	7965.11	7965.11	2528.04	5437.07
1+860.000	0	5.32	5.32	0.98	4.91	7970.44	7970.44	2532.96	5437.48
1+880.000	0	0	0	2.75	37.53	7970.44	7970.44	2570.48	5399.95
1+890.000	0	0	0	2.55	28.55	7970.44	7970.44	2599.04	5371.4
1+900.000	0.01	0.04	0.04	1.8	23.49	7970.48	7970.48	2622.53	5347.95
1+910.000	0.82	4.19	4.19	0.19	10	7974.67	7974.67	2632.52	5342.15
1+920.000	1.38	10.92	10.92	0	1	7985.59	7985.59	2633.52	5352.07
1+940.000	4.88	62.55	62.55	0	0	8048.14	8048.14	2633.52	5414.62
1+960.000	6.27	111.43	111.43	0	0	8159.57	8159.57	2633.52	5526.05
1+980.000	6.37	126.33	126.33	0	0	8285.9	8285.9	2633.52	5652.38
2+000.000	4.96	113.13	113.13	0	0	8399.02	8399.02	2633.52	5765.5
2+020.000	3.1	80.6	80.6	0	0	8479.62	8479.62	2633.52	5846.1
2+026.175	1.38	13.81	13.81	0	0	8493.44	8493.44	2633.52	5859.92

**Anexo 12: Diseño de pavimento flexible**

<b>ESALS:</b>	772097,3381
<b>CBR (%):</b>	5,87
<b>PERIODO DE DISEÑO:</b>	20 años
<b>SERVICIABILIDAD</b>	
PSIo:	4,2
PSIf:	2
ΔPSI:	2,2
<b>CONFIABILIDAD</b>	
R:	80
Zr:	-0,842
<b>DESVIACION ESTANDAR COMBINADA</b>	
So:	0,45
<b>MODULO DE RESILIENCIA</b>	
Mr:	8805 lb/in <sup>2</sup>

<b>SN: 2,85 mm</b>							
$\log_{10}(W_{18})$	=	ZrSo+	$9.36\log_{10}(SN+1)$	-0,2	$+\log_{10}(\Delta PSI/4.2-1.5)$	/ $0.4+(1094/(SN+1))^5.19$	$+2.32\log_{10}(Mr)-8.07$
5,887672055		-0,3789	5,479912428	-0,2	-0,088941083	1,401096945	1,081772116
<hr/>							
5,887672055	=	5,919304937					

**OK**

<b>COEFICIENTE DE DRENAJE</b>		
<b>CAPA DE RODADURA:</b>	1	JUSTA
<b>CAPAS GRANULARES:</b>	0,8	POBRE

ITEM	CAPAS	ESTRUCTURAL (a)	DRENAJE (m)	ESPESOR (d)		SN Parcial
				(cm)		
Rodadura	Concreto asfáltico	0,15	1	8		1,2
Base	Base granular CBR 80%	0,052	0,8	20		0,832
Sub-base	Sub-base granular	0,047	0,8	20		0,752
Subrasante	Mejoramiento	0,025	0,8	5		0,1
<b>Suma:</b>						<b>2,884</b>

SN Parcial	≥	SN
2,884	≥	2,85

**OK**

## *Anexo 13: Estudio de suelos*

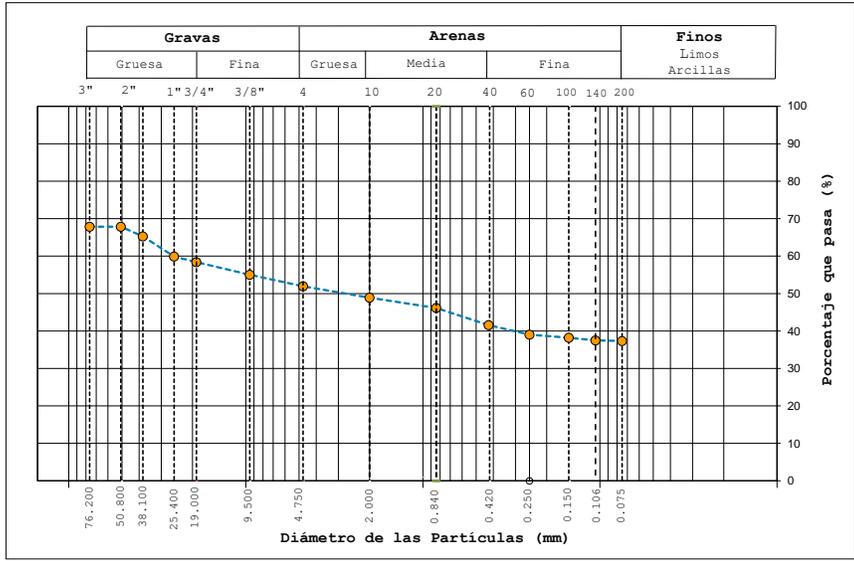
Ingeniería y Geotecnia  
Laboratorio de suelos, asfalto y hormigón

Proyecto:	---	Muestreado por :	InGeotec
Solicitante:	---	Ensayado por :	InGeotec
Código del Proyecto:	---	Fecha de Ensayo:	10/05/2024
Ubicación de Proyecto:	---	Página:	1 de 1
Material:	Perforación		
Código de Muestra:	---	Profundidad:	--- m
Sondaje / Calicata:	C1	Norte:	---
N° de Muestra:	01	Este:	---
Progresiva:	---	Cota:	---

Masa inicial seca = 3586.00 g  
Masa lavada y seca = 2245.00 g

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D6913**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA (g)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	1153.11	67.84
2"	50.800	0.00	67.8
1 1/2"	38.100	92.03	65.3
1"	25.400	192.63	59.9
3/4"	19.000	54.04	58.4
3/8"	9.500	120.74	55.0
N° 4	4.750	110.41	52.0
N° 10	2.000	110.00	48.9
N° 20	0.840	98.70	46.1
N° 40	0.425	164.33	41.6
N° 60	0.250	90.35	39.0
N° 100	0.150	29.92	38.2
N° 140	0.106	25.15	37.5
N° 200	0.075	5.50	37.3



**CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216**

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.8
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"A"
MATERIALES EXCLUÍDOS	Ninguno

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"A"

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318**

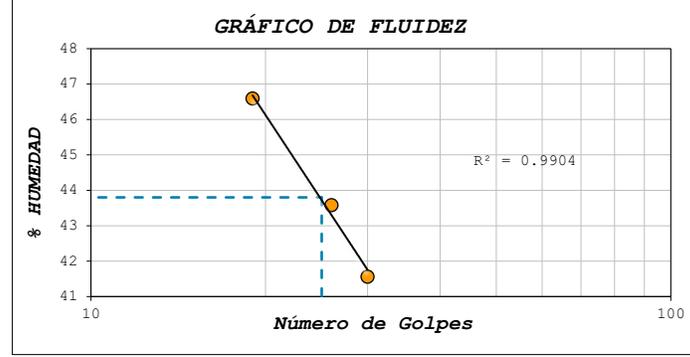
LÍMITE LÍQUIDO	44
LÍMITE PLÁSTICO	34
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10
INDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	3.3
INDICE DE LIQUIDEZ (IL)	-2.3
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

**COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS**

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	48.0
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	14.6
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	37.3

PERDIDA POR PROCESAMIENTO		
CRITERIO	0.5%	0.5%
FASE DE ENSAYO	Lavado	Tamizado
TOLERANCIA	-0.1%	-0.1%

NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo
------------------------	--



**CLASIFICACIÓN DEL SUELO**

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-5 (0)

NOMBRE DEL GRUPO	Grava limosa
------------------	--------------

**Ingeniería y Geotécnia  
Laboratorio de suelos, asfalto y hormigón**

Proyecto:	---	Muestreado por :	---
Consultor:	---	Ensayado por :	InGeotec
Administrador:	---	Fecha de Ensayo:	16/05/2024
Ubicación de Proyecto:	---	Página:	1 de 3
Material:	Subrasante	Código del proceso:	---
		Profundidad:	--- m
		Sondaje / Calicata:	C1
		Norte:	---
		N° de Muestra:	01
		Este:	---
Abscisa:	---	Cota:	---

**Datos del Molde**

Peso (gr): 5093.0	Diámetro (cm): 15.20	Altura (cm): 11.70
	Área (cm²): 181.46	Volumen (cm³): 2123.06

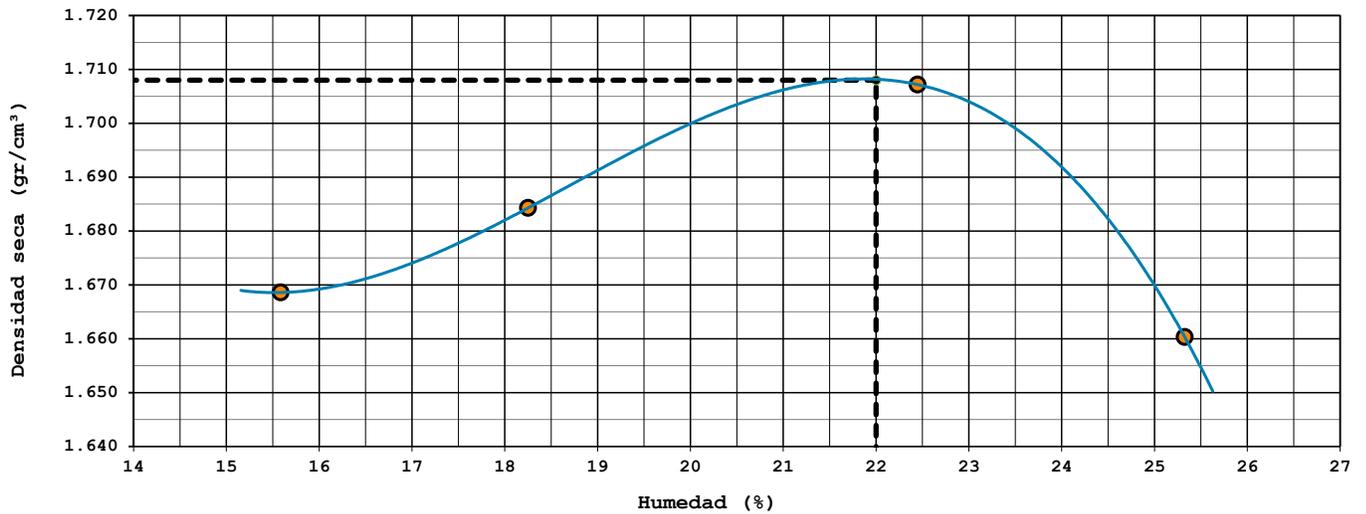
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
NORMA: AASHTO T-180 70 MÉTODO D**

NUMERO DE ENSAYOS	1				2				3				4				
	Peso Suelo + Molde	gr. 9,180				9,320				9,532				9,516			
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr. 4,087				4,227				4,439				4,423				
Peso Volumétrico Húmedo	gr. 1.925				1.991				2.091				2.083				
Tara Numero	1		4		6		9		9		25		4		17		
Peso de la Tara	gr.	16.81	17.15	PROM	17.61	17.34	PROM	17.34	17.37	PROM	17.15	18.07	PROM	64.21	71.06		
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	70.21	78.01		81.04	87.00		65.67	53.74		54.70	60.25					
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	63.01	70.00		71.25	76.29		56.81	47.06		54.70	60.25					
Peso del agua	gr.	7.20	8.01	7.61	9.79	10.71	10.25	8.86	6.68	7.77	9.51	10.81	10.16				
Peso del suelo seco	gr.	46.20	52.85	49.53	53.64	58.95	56.30	39.47	29.69	34.58	37.55	42.18	39.87				
Contenido de agua	%	15.58	15.16	15.37	18.25	18.17	18.21	22.45	22.50	22.47	25.33	25.63	25.48				
Densidad Seca	gr/cm³	1.669				1.684				1.707				1.660			

Densidad Máxima Seca (gr/cm3): 1.708

Contenido Humedad Óptima (%): 22.0

**RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



OBSERVACIONES:

Proyecto:	---	Muestreado por :	---
Consultor:	---	Ensayado por :	InGeotec
Administrador:	---	Fecha de Ensayo:	16/05/2024
Ubicación de Proyecto:	---	Página:	2 de 3
Material:	Subrasante	Profundidad(m) :	---
Código del proceso:	---	Norte:	---
Sondaje / Calicata:	C1	Este:	---
N° de Muestra:	01	Cota:	---
Abscisa:	---		

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
NORMA: ASTM D1883-73**

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Molde N°	56A		25A		11A	
	Número de capas	5		5		5
Número de golpes	56		25		11	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,705	12,822	12,595	12,595	12,455	12,501
Peso molde (gr.)	8,284	8,284	8,261	8,261	8,317	8,317
Peso suelo compactado (gr.)	4,421	4,538	4,334	4,334	4,138	4,184
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	2,116	2,116	2,105	2,105	2,113	2,113
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2.089	2.145	2.059	2.059	1.958	1.980
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	1.711	1.692	1.686	1.657	1.607	1.598

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	56A	25A	11A
Peso de tara (gr.)	17.2	16.4	17.2
Tara + suelo húmedo (gr.)	58.5	59.1	56.4
Tara + suelo seco (gr.)	51.0	51.5	49.4
Peso de agua (gr.)	7.5	7.6	7.0
Peso de suelo seco (gr.)	33.8	34.4	32.0
Humedad (%)	22.1	22.2	21.9

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01 mm		Expansión		Dial 0.01 mm		Expansión		Dial 0.01 mm		Expansión	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
											mm	%	mm	%
		0	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
		24	65	0.65	<b>0.56</b>	21	0.21	10	<b>0.18</b>	10	0.10	10	<b>0.09</b>	

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	56A				25A				11A			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		95	4.9			57	2.9			43	2.2		
0.050		127	6.6			84	4.3			60	3.1		
0.075		149	7.7			105	5.4			73	3.8		
0.100	70.307	165	8.5	8.6	<b>12.2</b>	120	6.2	6.2	<b>8.8</b>	83	4.3	4.3	<b>6.1</b>
0.150		190	9.8			140	7.2			98	5.1		
0.200	105.460	210	10.8	10.8	<b>10.2</b>	155	8.0	8.0	<b>7.6</b>	109	5.6	5.6	<b>5.3</b>
0.250		228	11.8			169	8.7			118	6.1		
0.300		245	12.6			181	9.4			126	6.5		
0.400		278	14.3			207	10.7			142	7.3		
0.500		302	15.6			224	11.5			157	7.9		

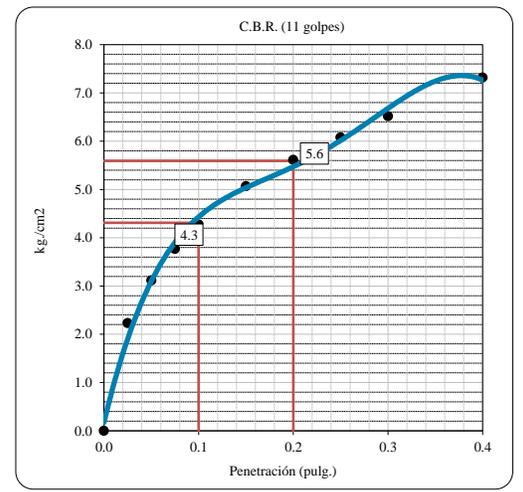
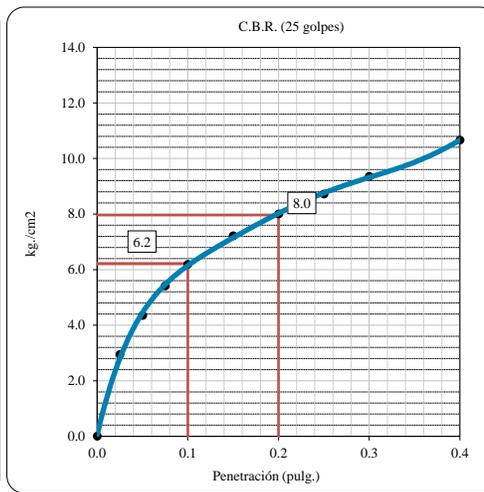
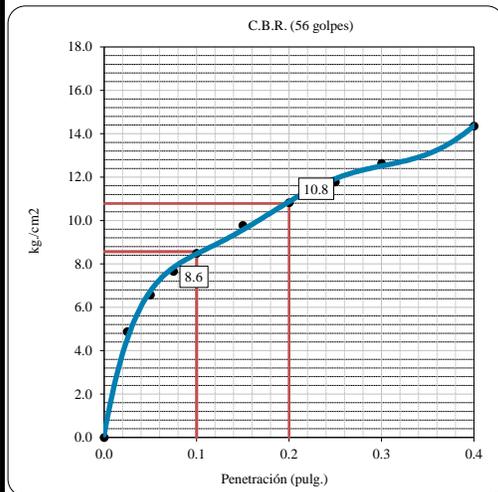
OBSERVACIONES:

Proyecto:	---	Muestreado por :	---
Consultor:	---	Ensayado por :	InGeotec
Administrador:	---	Fecha de Ensayo:	16/05/2024
Ubicación de Proyecto:	---	Página:	3 de 3
Material:	Subrasante	Profundidad (m):	---
Código del proceso:	---	Norte:	---
Sondaje / Calicata:	C1	Este:	---
N° de Muestra:	01	Cota:	---
Abscisa:	---		

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA. NORMA ASTM D1883-73

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca	1.708 gr./cm <sup>3</sup>	Óptimo Contenido de Humedad	22.00 %
Máxima Densidad Seca al 95%	1.623 gr./cm <sup>3</sup>		

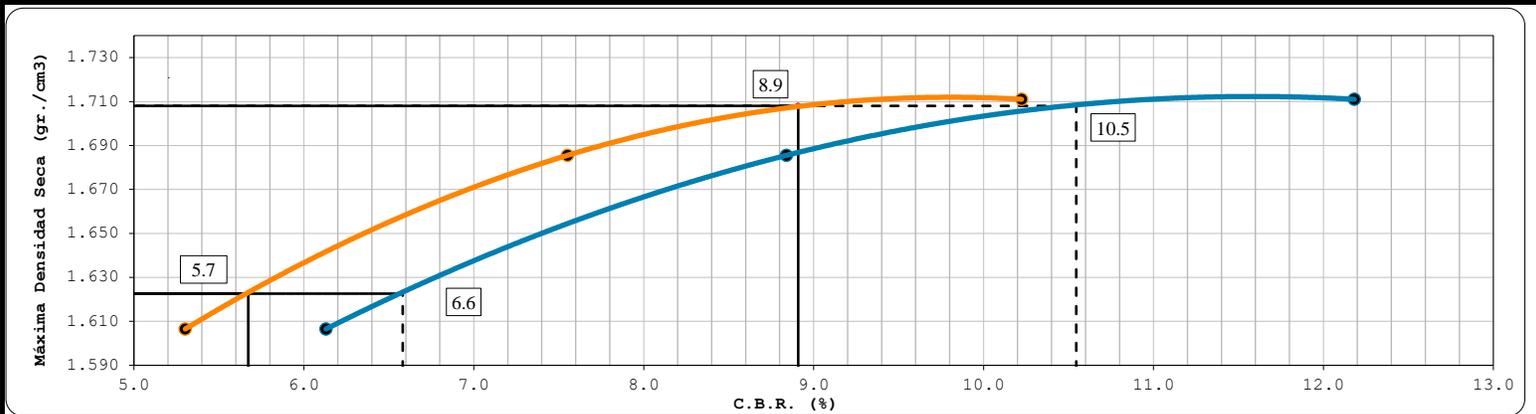


C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :	12.2 %
C.B.R. (0.2") 56 GOLPES :	10.8 %

C.B.R. (0.1") 25 GOLPES :	8.8 %
C.B.R. (0.2") 56 GOLPES :	8.0 %

C.B.R. (0.1") 11 GOLPES :	6.1 %
C.B.R. (0.2") 56 GOLPES :	5.6 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	8.91 %	C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	10.55 %
<b>C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1":</b>	<b>5.67 %</b>	C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2":	6.58 %

OBSERVACIONES:

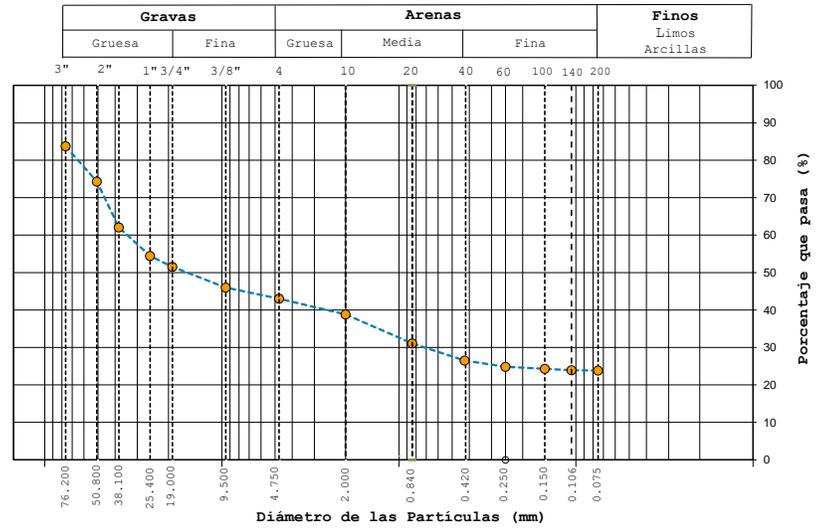
**Ingeniería y Geotécnica  
Laboratorio de suelos, asfalto y hormigón**

Proyecto:	---	Muestreado por :	InGeotec
Solicitante:	---	Ensayado por :	InGeotec
Código del Proyecto:	---	Fecha de Ensayo:	10/05/2024
Ubicación de Proyecto:	---	Página:	1 de 1
Material:	Perforación		
Código de Muestra:	---	Profundidad:	--- m
Sondaje / Calicata:	C3	Norte:	---
N° de Muestra:	01	Este:	---
Progresiva:	---	Cota:	---

Masa inicial seca = 3604.00 g  
Masa lavada y seca = 2746.00 g

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D6913**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA (g)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	586.64	83.72
2"	50.800	340.27	74.3
1 1/2"	38.100	441.43	62.0
1"	25.400	273.32	54.4
3/4"	19.000	105.82	51.5
3/8"	9.500	198.78	46.0
N° 4	4.750	107.04	43.0
N° 10	2.000	150.92	38.8
N° 20	0.840	280.31	31.1
N° 40	0.425	163.72	26.5
N° 60	0.250	61.17	24.8
N° 100	0.150	18.43	24.3
N° 140	0.106	13.56	23.9
N° 200	0.075	4.15	23.8


**CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216**

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.7
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"A"
MATERIALES EXCLUÍDOS	Ninguno

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"A"

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318**

LÍMITE LÍQUIDO	53
LÍMITE PLÁSTICO	38
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15
INDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	2.8
INDICE DE LIQUIDEZ (IL)	-1.8
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

**COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS**

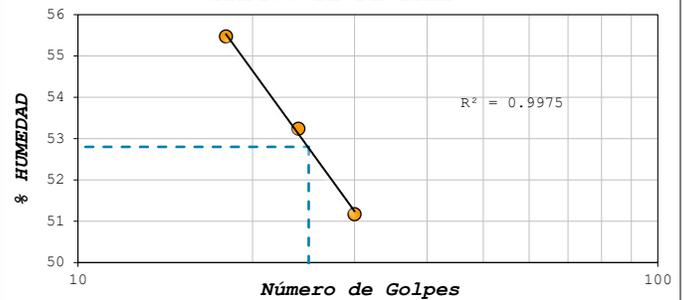
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	57.0
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	19.2
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	23.8

**PERDIDA POR PROCESAMIENTO**

CRITERIO	0.5%	0.5%
FASE DE ENSAYO	Lavado	Tamizado
TOLERANCIA	0.0%	0.0%

**NOTAS SOBRE LA MUESTRA**

Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

**GRÁFICO DE FLUIDEZ**

**CLASIFICACIÓN DEL SUELO**

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-7 (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Grava limosa con arena

**Ingeniería y Geotécnica  
Laboratorio de suelos, asfalto y hormigón**

Proyecto:	---	Muestreado por :	---
Consultor:	---	Ensayado por :	InGeotec
Administrador:	---	Fecha de Ensayo:	16/05/2024
Ubicación de Proyecto:	---	Página:	1 de 3
Material:	Subrasante	Código del proceso:	---
		Profundidad:	--- m
		Sondaje / Calicata:	C3
		N° de Muestra:	01
		Abscisa:	---
		Norte:	---
		Este:	---
		Cota:	---

**Datos del Molde**

Peso (gr): 5093.0	Diámetro (cm): 15.20	Altura (cm): 11.70
	Área (cm²): 181.46	Volumen (cm³): 2123.06

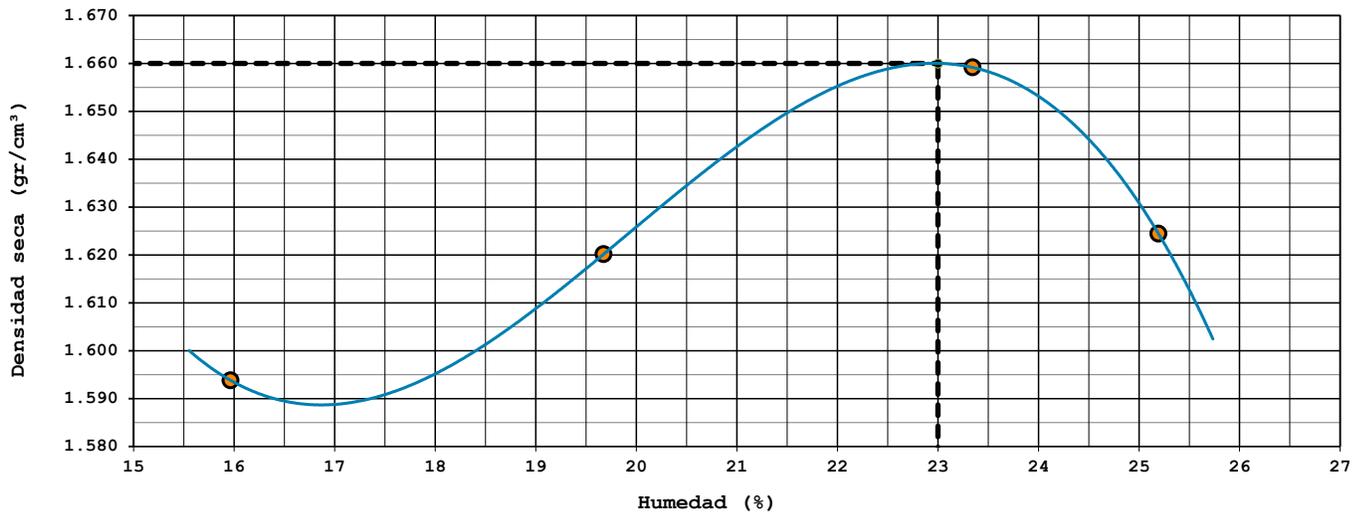
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
NORMA: AASHTO T-180 70 MÉTODO D**

NUMERO DE ENSAYOS	1				2				3				4				
	Peso Suelo + Molde	gr.	9,010				9,210				9,436				9,420		
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	3,917				4,117				4,343				4,327			
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1.845				1.939				2.046				2.038			
Tara Numero		2	12		24	43		46	47		42	20					
Peso de la Tara	gr.	17.23	17.22	PROM	17.57	17.48	PROM	16.43	17.18	PROM	17.21	17.44	PROM				
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	73.38	79.63		71.34	68.02		46.60	48.36		62.53	54.23					
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	65.65	71.23		62.50	59.70		40.89	42.48		53.41	46.70					
Peso del agua	gr.	7.73	8.40	8.06	8.84	8.32	8.58	5.71	5.88	5.80	9.12	7.53	8.33				
Peso del suelo seco	gr.	48.42	54.01	51.22	44.93	42.22	43.58	24.46	25.30	24.88	36.20	29.26	32.73				
Contenido de agua	%	15.96	15.55	15.76	19.68	19.71	19.69	23.34	23.24	23.29	25.19	25.73	25.46				
Densidad Seca	gr/cm³	1.594				1.620				1.659				1.624			

Densidad Máxima Seca (gr/cm3): 1.660

Contenido Humedad Óptima (%): 23.0

**RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



OBSERVACIONES:

Proyecto:	---	Muestreado por :	---
Consultor:	---	Ensayado por :	InGeotec
Administrador:	---	Fecha de Ensayo:	16/05/2024
Ubicación de Proyecto:	---	Página:	2 de 3
Material:	Subrasante	Profundidad(m) :	---
Código del proceso:	---	Norte:	---
Sondaje / Calicata:	C3	Este:	---
N° de Muestra:	01	Cota:	---
Abscisa:	---		

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
NORMA: ASTM D1883-73**
**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Molde N°	56B		25B		11B	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		11	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,627	12,639	11,595	11,740	11,314	11,422
Peso molde (gr.)	8,245	8,245	7,482	7,482	7,385	7,385
Peso suelo compactado (gr.)	4,382	4,394	4,113	4,258	3,929	4,037
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	2,125	2,125	2,080	2,080	2,086	2,086
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2.062	2.068	1.977	2.047	1.883	1.935
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	1.678	1.652	1.609	1.583	1.529	1.504

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

	56B	25B	11B
Peso de tara (gr.)	17.7	17.8	17.3
Tara + suelo húmedo (gr.)	55.9	61.0	60.5
Tara + suelo seco (gr.)	48.7	52.3	50.9
Peso de agua (gr.)	7.1	8.7	9.6
Peso de suelo seco (gr.)	31.1	34.6	33.6
Humedad (%)	22.9	25.2	28.6

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01 mm		Expansión		Dial 0.01 mm		Expansión		Dial 0.01 mm		Expansión	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%		
		0	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00
		24	77	0.77	<b>0.66</b>	75	0.75	47	<b>0.64</b>	47	0.47	0.47	<b>0.40</b>	

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	56B				25B				11B			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		75	3.9			33	1.7			25	1.3		
0.050		90	4.6			55	2.8			45	2.3		
0.075		104	5.4			75	3.9			64	3.3		
0.100	70.307	117	6.0	6.1	<b>8.6</b>	92	4.7	4.8	<b>6.8</b>	79	4.1	4.1	<b>5.8</b>
0.150		141	7.2			116	6.0			98	5.0		
0.200	105.460	166	8.6	8.5	<b>8.1</b>	136	7.0	7.0	<b>6.6</b>	111	5.7	5.7	<b>5.4</b>
0.250		192	9.9			152	7.8			122	6.3		
0.300		221	11.4			166	8.6			130	6.7		
0.400		0	0.0			193	9.9			142	7.3		
0.500		0	0.0			40	2.1			27	1.4		

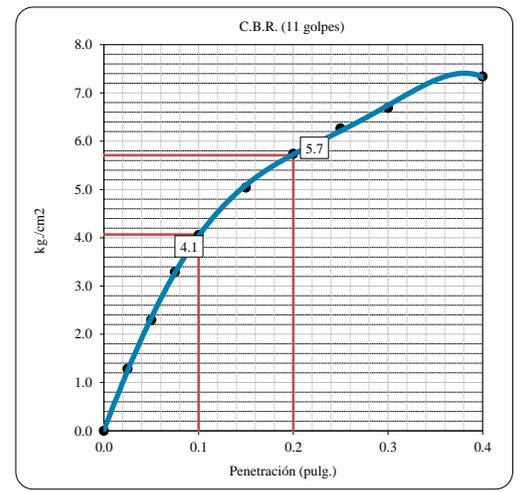
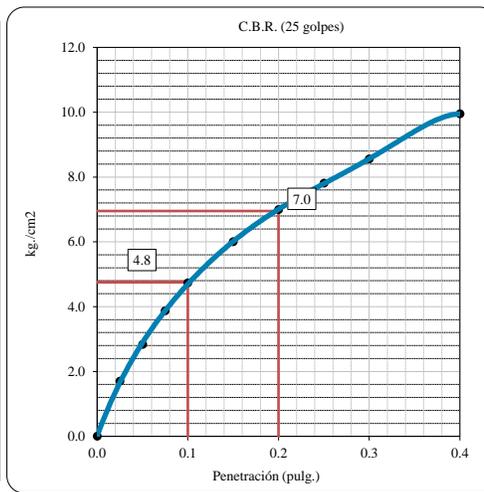
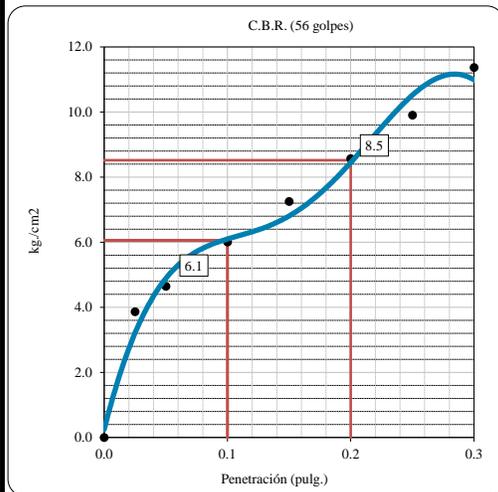
**OBSERVACIONES:**

Proyecto:	---	Muestreado por :	---
Consultor:	---	Ensayado por :	InGeotec
Administrador:	---	Fecha de Ensayo:	16/05/2024
Ubicación de Proyecto:	---	Página:	3 de 3
Material:	Subrasante	Profundidad (m):	---
Código del proceso:	---	Norte:	---
Sondaje / Calicata:	C3	Este:	---
N° de Muestra:	01	Cota:	---
Abscisa:	---		

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA. NORMA ASTM D1883-73

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca	1.660 gr./cm <sup>3</sup>	Optimo Contenido de Humedad	23.00 %
Máxima Densidad Seca al 95%	1.577 gr./cm <sup>3</sup>		

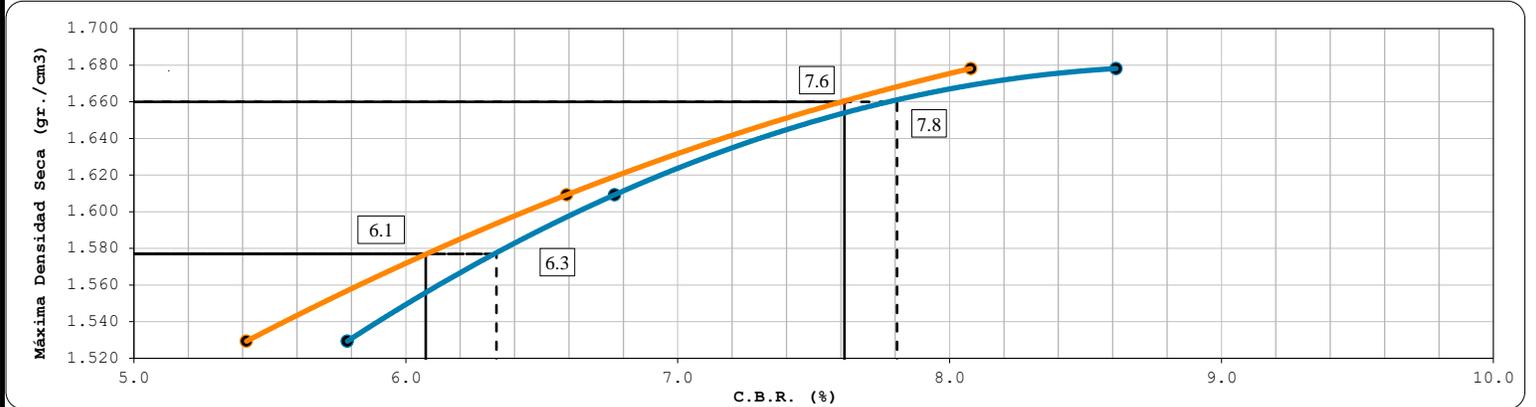


C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :	8.6 %
C.B.R. (0.2") 56 GOLPES :	8.5 %

C.B.R. (0.1") 25 GOLPES :	6.8 %
C.B.R. (0.2") 56 GOLPES :	7.0 %

C.B.R. (0.1") 11 GOLPES :	5.8 %
C.B.R. (0.2") 56 GOLPES :	5.7 %

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	7.61 %	C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	7.81 %
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1":	6.07 %	C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2":	6.33 %

OBSERVACIONES:

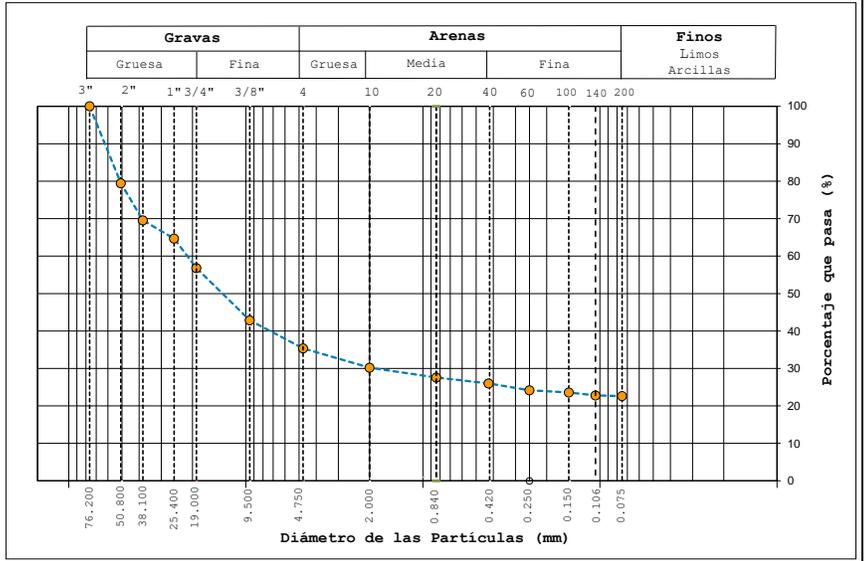
Ingeniería y Geotecnia  
Laboratorio de suelos, asfalto y hormigón

Proyecto:	---	Muestreado por :	InGeotec
Solicitante:	---	Ensayado por :	InGeotec
Código del Proyecto:	---	Fecha de Ensayo:	10/05/2024
Ubicación de Proyecto:	---	Página:	1 de 1
Material:	Perforación		
Código de Muestra:	---	Profundidad:	--- m
Sondaje / Calicata:	C2	Norte:	---
N° de Muestra:	01	Este:	---
Progresiva:	---	Cota:	---

Masa inicial seca = 3905.00 g  
Masa lavada y seca = 3028.00 g

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D6913

TAMIZ	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA (g)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	0.00	100.00
2"	50.800	802.49	79.4
1 1/2"	38.100	386.11	69.6
1"	25.400	190.31	64.7
3/4"	19.000	307.14	56.8
3/8"	9.500	545.25	42.9
N° 4	4.750	292.60	35.4
N° 10	2.000	201.95	30.2
N° 20	0.840	102.00	27.6
N° 40	0.425	62.61	26.0
N° 60	0.250	70.72	24.2
N° 100	0.150	22.28	23.6
N° 140	0.106	30.62	22.8
N° 200	0.075	6.86	22.6



CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.6
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"A"
MATERIALES EXCLUÍDOS	Ninguno

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"A"

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318

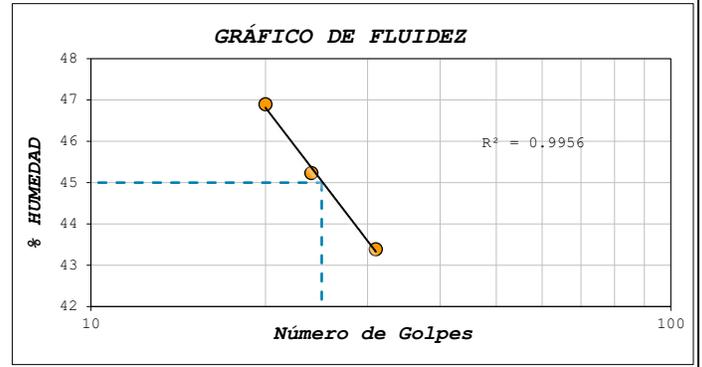
LÍMITE LÍQUIDO	45
LÍMITE PLÁSTICO	36
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	9
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	3.7
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	-2.7
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	64.6
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	12.7
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	22.6

PERDIDA POR PROCESAMIENTO		
CRITERIO	0.5%	0.5%
FASE DE ENSAYO	Lavado	Tamizado
TOLERANCIA	0.2%	0.2%

NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo
------------------------	--



CLASIFICACIÓN DEL SUELO

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-5 (0)

NOMBRE DEL GRUPO	Grava limosa
------------------	--------------

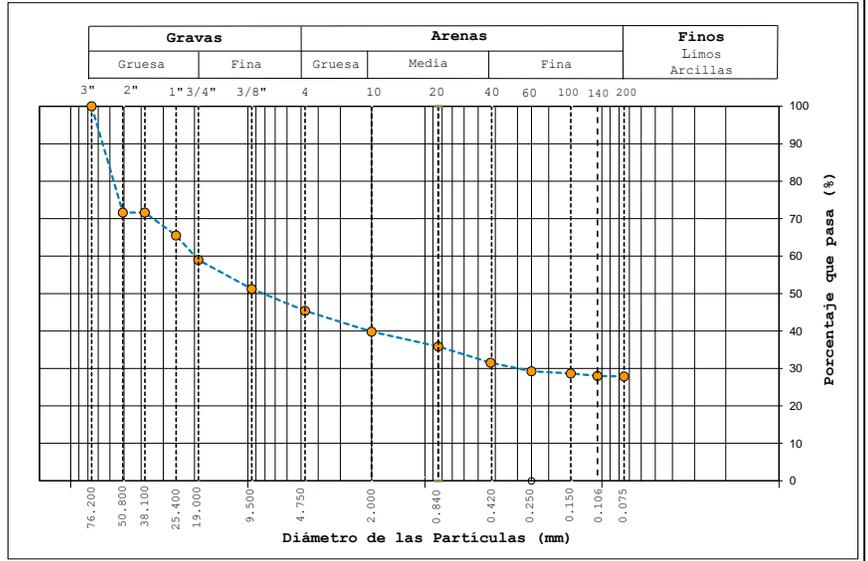
Ingeniería y Geotécnica  
Laboratorio de suelos, asfalto y hormigón

Proyecto:	---	Muestreado por :	InGeotec
Solicitante:	---	Ensayado por :	InGeotec
Código del Proyecto:	---	Fecha de Ensayo:	10/05/2024
Ubicación de Proyecto:	---	Página:	1 de 1
Material:	Subrasante		
Código de Muestra:	---	Profundidad:	--- m
Sondaje / Calicata:	C4	Norte:	---
N° de Muestra:	01	Este:	---
Progresiva:	---	Cota:	---

Masa inicial seca = 3511.00 g  
Masa lavada y seca = 2532.00 g

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D6913**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA (g)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	0.00	100.00
2"	50.800	996.05	71.6
1 1/2"	38.100	0.00	71.6
1"	25.400	214.87	65.5
3/4"	19.000	229.46	59.0
3/8"	9.500	272.70	51.2
N° 4	4.750	203.60	45.4
N° 10	2.000	196.00	39.8
N° 20	0.840	138.75	35.9
N° 40	0.425	151.80	31.6
N° 60	0.250	80.85	29.2
N° 100	0.150	20.82	28.7
N° 140	0.106	22.63	28.0
N° 200	0.075	5.00	27.9



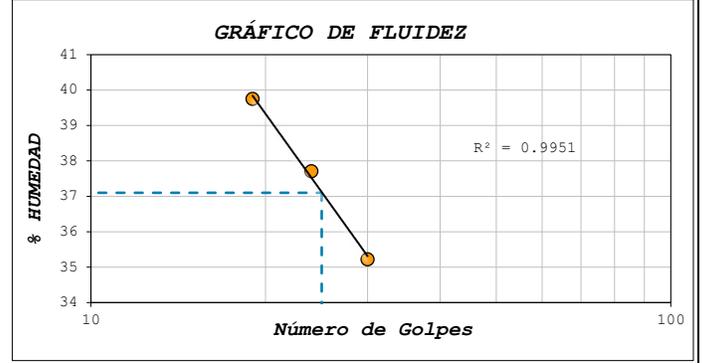
**CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216**

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.5
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"A"
MATERIALES EXCLUÍDOS	Ninguno
PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"A"

NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo
------------------------	--

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318**

LÍMITE LÍQUIDO	37
LÍMITE PLÁSTICO	30
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7
INDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	3.6
INDICE DE LIQUIDEZ (IL)	-2.6
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto



**COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS**

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	54.6
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	17.5
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	27.9

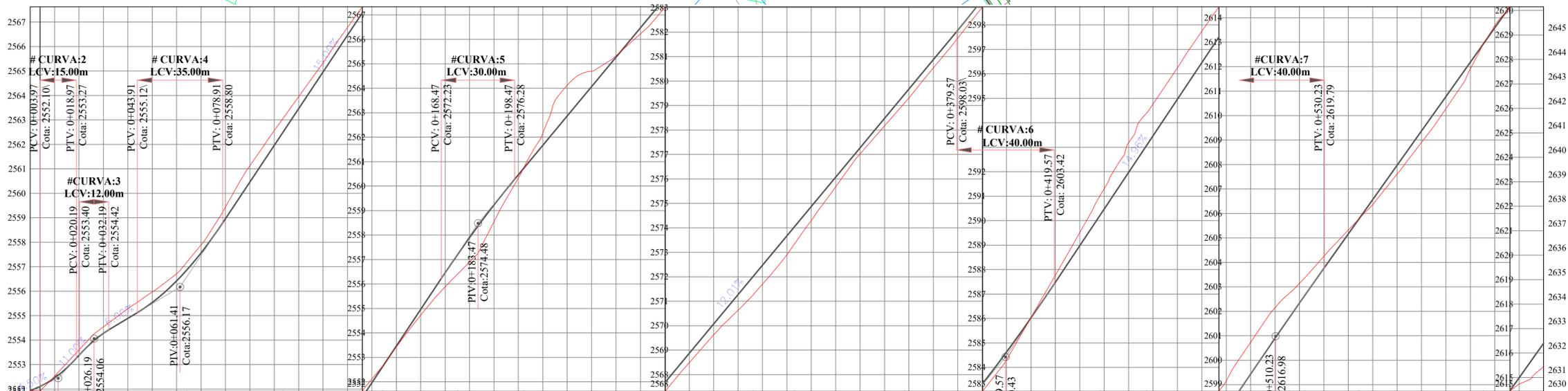
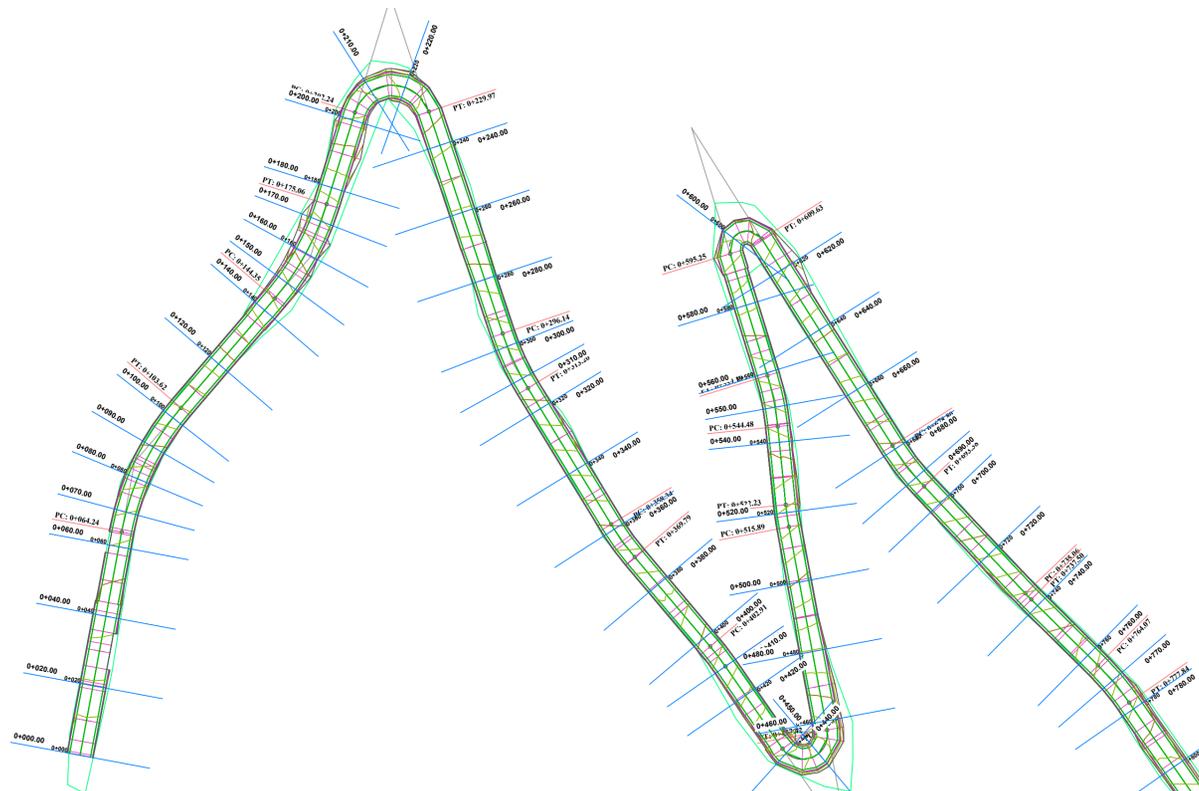
**CLASIFICACIÓN DEL SUELO**

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Grava limosa con arena

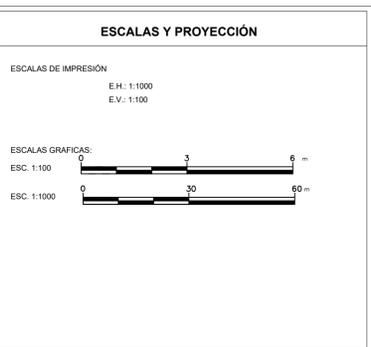
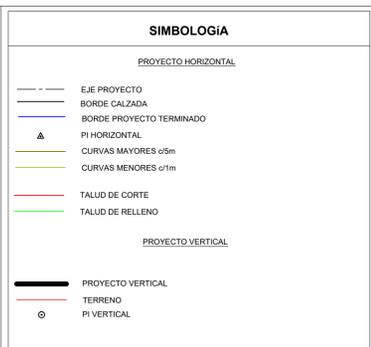
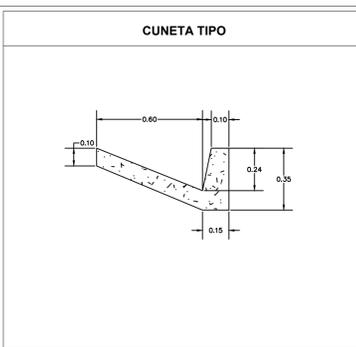
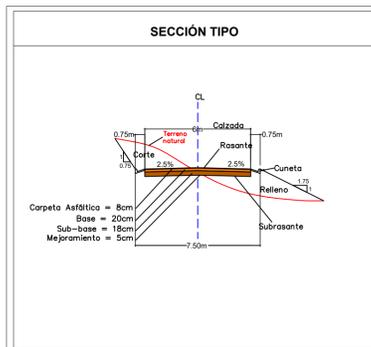
**PERDIDA POR PROCESAMIENTO**

CRITERIO	0.5%	0.5%
FASE DE ENSAYO	Lavado	Tamizado
TOLERANCIA	0.0%	0.0%

## *Anexo 14: Planos del proyecto*



ABSCISA	C. TERRENO	C. PROYECTO	CORTE	RELLENO
0+000	2551.92	2551.92	0.00	0.00
0+010	2552.45	2552.45	0.07	0.07
0+020	2553.38	2553.60	0.22	0.22
0+030	2554.28	2554.54	0.26	0.26
0+040	2554.89	2555.28	0.40	0.40
0+050	2555.54	2555.97	0.43	0.43
0+060	2556.42	2556.71	0.29	0.29
0+070	2557.56	2557.89	0.32	0.32
0+080	2558.96	2559.44	0.48	0.48
0+090	2560.46	2561.12	0.66	0.66
0+100	2561.96	2562.57	0.61	0.61
0+110	2563.46	2563.95	0.49	0.49
0+120	2564.96	2565.34	0.37	0.37
0+130	2566.46	2566.78	0.32	0.32
0+140	2567.96	2568.12	0.16	0.16
0+150	2569.46	2569.42	0.04	0.04
0+160	2570.96	2570.73	0.23	0.23
0+170	2572.46	2571.88	0.58	0.58
0+180	2573.96	2572.90	1.00	1.00
0+190	2575.23	2574.54	0.69	0.69
0+200	2576.47	2576.33	0.13	0.13
0+210	2577.67	2578.16	0.49	0.49
0+220	2578.87	2580.12	1.26	1.26
0+230	2580.07	2580.70	0.63	0.63
0+240	2581.27	2581.33	0.06	0.06
0+250	2582.47	2582.22	0.25	0.25
0+260	2583.67	2583.31	0.36	0.36
0+270	2584.87	2584.09	0.38	0.38
0+280	2586.07	2585.63	0.44	0.44
0+290	2587.27	2586.63	0.64	0.64
0+300	2588.47	2587.70	0.77	0.77
0+310	2589.67	2588.90	0.77	0.77
0+320	2590.87	2590.30	0.58	0.58
0+330	2592.07	2591.68	0.39	0.39
0+340	2593.27	2593.03	0.25	0.25
0+350	2594.48	2594.17	0.31	0.31
0+360	2595.68	2595.31	0.37	0.37
0+370	2596.88	2596.54	0.34	0.34
0+380	2598.08	2597.76	0.32	0.32
0+390	2599.32	2599.01	0.31	0.31
0+400	2600.63	2600.32	0.32	0.32
0+410	2602.02	2602.04	0.02	0.02
0+420	2603.48	2603.77	0.28	0.28
0+430	2604.98	2605.51	0.54	0.54
0+440	2606.48	2607.31	0.84	0.84
0+450	2607.97	2609.19	1.22	1.22
0+460	2609.47	2610.76	1.30	1.30
0+470	2610.96	2612.25	1.28	1.28
0+480	2612.46	2613.75	1.29	1.29
0+490	2613.96	2615.15	1.20	1.20
0+500	2615.44	2616.74	1.30	1.30
0+510	2616.90	2618.14	1.24	1.24
0+520	2618.34	2619.14	0.80	0.80
0+530	2619.76	2620.25	0.49	0.49
0+540	2621.16	2621.32	0.16	0.16
0+550	2622.57	2622.36	0.21	0.21
0+560	2623.97	2623.61	0.36	0.36
0+570	2625.37	2624.90	0.47	0.47
0+580	2626.78	2626.28	0.50	0.50
0+590	2628.18	2627.91	0.27	0.27
0+600	2629.59	2629.69	0.10	0.10
0+610	2630.99	2630.73	0.26	0.26
0+620	2632.39	2631.47	0.93	0.93



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

NOMBRE DEL PROYECTO

"Evaluación y propuesta de mejora del tramo vial de 2.1 km de la vía a San Antonio de Gapal, ubicada en el cantón Cuenca, provincia del Azuay"

CONTIENE:

DESIGNO GEOMETRICO PLANTA Y PERFIL

ABS: 0+000 - 0+620 Km

Fecha: Mayo 2024

Dibujo: David Abad

Director de proyecto:

Ing. Pablo Carvallo

Estudiante:

David Abad Contreras

Estudiante:

Ivan Nivelto Noguera

Director de proyecto:

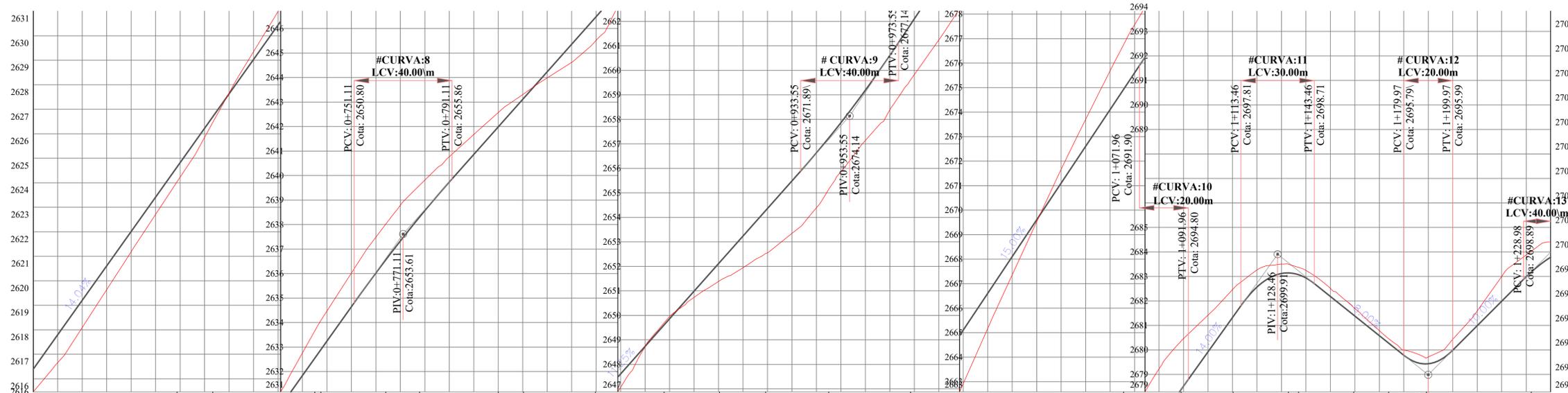
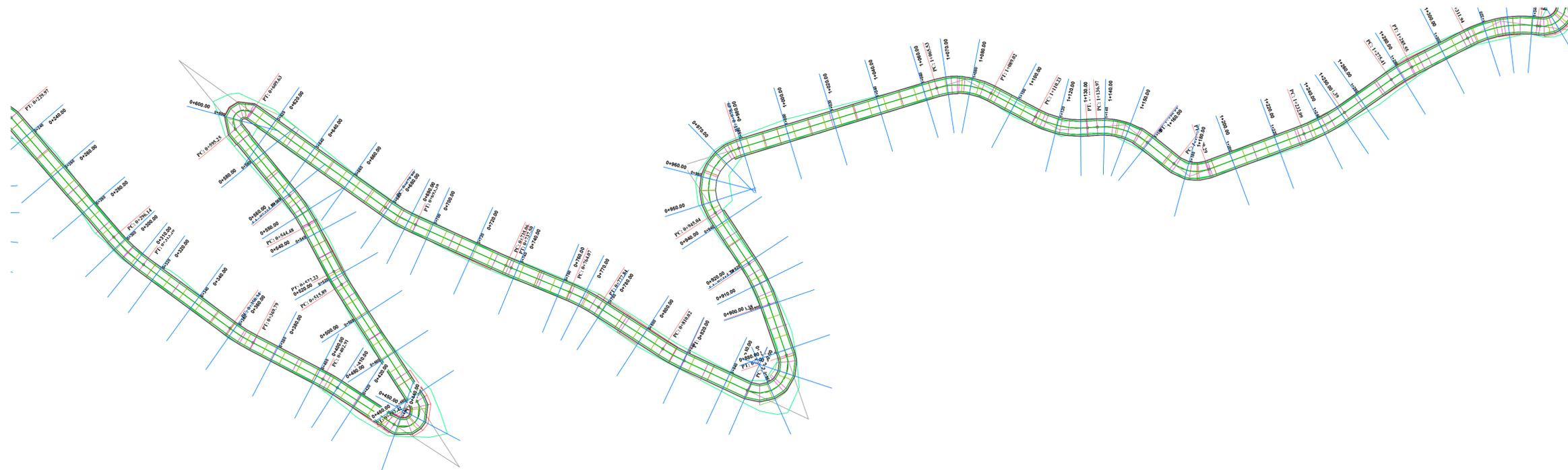
Ing. Pablo Carvallo

Escalas:

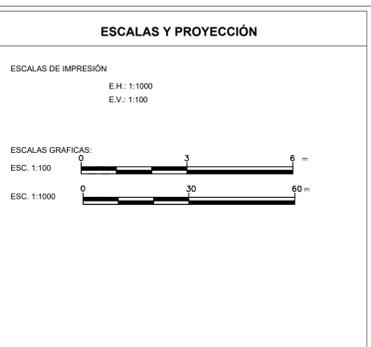
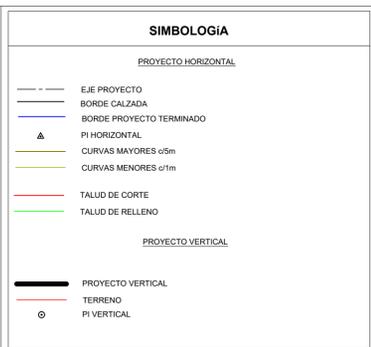
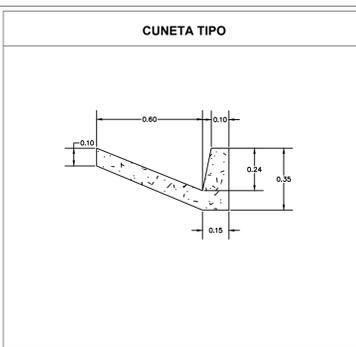
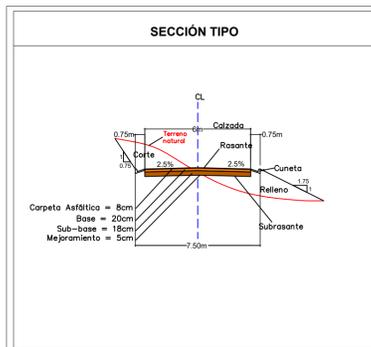
H: 1:1000

V: 1:100

Lámina: 01 / 06



ABSCISA	C. TERRENO	C. PROYECTO	CORTE	RELLENO
0+620	2623.39	2623.39	0.93	
0+630	2633.30	2632.66	1.14	
0+640	2633.30	2634.09	1.11	
0+650	2636.61	2635.63	0.97	
0+660	2638.07	2637.19	0.83	
0+670	2639.42	2638.71	0.70	
0+680	2640.82	2640.23	0.59	
0+690	2642.22	2641.85	0.37	
0+700	2643.63	2643.66	0.03	
0+710	2645.03	2645.35	0.32	
0+720	2646.44	2646.99	0.55	
0+730	2647.84	2648.76	0.92	
0+740	2649.24	2650.47	1.23	
0+750	2650.65	2652.02	1.37	
0+760	2652.02	2653.49	1.46	
0+770	2653.32	2654.79	1.46	
0+780	2654.57	2655.82	1.25	
0+790	2655.74	2656.77	1.03	
0+800	2656.86	2657.68	0.81	
0+810	2657.99	2658.57	0.59	
0+820	2659.11	2659.31	0.19	
0+830	2660.24	2659.99	0.25	
0+840	2661.36	2660.62	0.74	
0+850	2662.49	2661.35	0.97	
0+860	2663.61	2662.06	0.55	
0+870	2664.74	2662.71	0.02	
0+880	2665.86	2663.35	0.09	
0+890	2666.99	2663.93	0.25	
0+900	2668.11	2664.58	0.73	
0+910	2669.24	2665.25	1.29	
0+920	2670.36	2665.85	1.81	
0+930	2671.49	2666.34	2.14	
0+940	2672.63	2666.79	2.24	
0+950	2673.86	2667.36	2.00	
0+960	2675.19	2667.84	2.05	
0+970	2676.61	2668.40	2.21	
0+980	2678.12	2668.82	2.28	
0+990	2679.60	2669.24	2.37	
1+000	2681.10	2669.52	2.19	
1+010	2682.60	2669.81	1.43	
1+020	2684.10	2669.83	0.74	
1+030	2685.60	2669.53	0.08	
1+040	2687.10	2668.67	0.56	
1+050	2688.60	2668.70	1.10	
1+060	2690.10	2691.69	1.59	
1+070	2691.60	2693.57	1.96	
1+080	2693.10	2695.23	2.14	
1+090	2694.60	2696.47	1.94	
1+100	2696.10	2697.42	1.50	
1+110	2697.60	2698.46	1.14	
1+120	2699.10	2699.26	0.70	
1+130	2700.60	2700.50	0.38	
1+140	2702.10	2701.25	0.31	
1+150	2703.60	2701.85	0.33	
1+160	2705.10	2702.69	0.31	
1+170	2706.60	2703.79	0.20	
1+180	2708.10	2705.09	0.20	
1+190	2709.60	2706.51	0.27	
1+200	2711.10	2708.04	0.45	
1+210	2712.60	2709.59	0.60	
1+220	2714.10	2711.00	1.01	
1+230	2715.60	2712.58	0.89	
1+240	2717.10	2714.14	0.62	



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

NOMBRE DEL PROYECTO

"Evaluación y propuesta de mejora del tramo vial de 2.1 km de la vía a San Antonio de Gapal, ubicada en el cantón Cuenca, provincia del Azuay"

CONTIENE:

DISÑO GEOMÉTRICO PLANTA Y PERFIL

ABS: 0+620 - 1+240 Km

Fecha: Mayo 2024

Dibujo: David Abad

Director de proyecto:

Ing. Pablo Carvallo

Estudiante:

David Abad Contreras

Estudiante:

Ivan Nivelu Noguera

Director de proyecto:

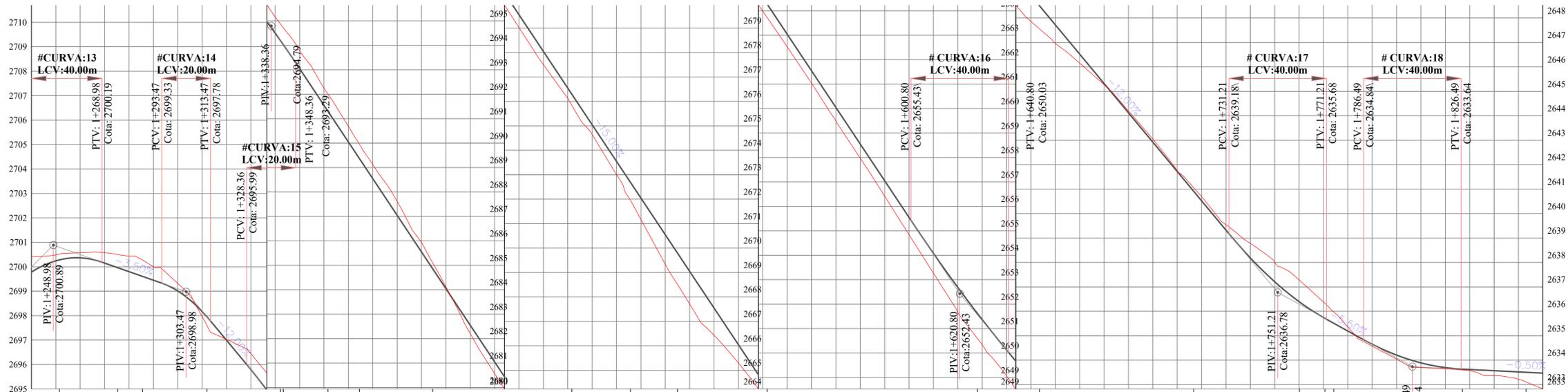
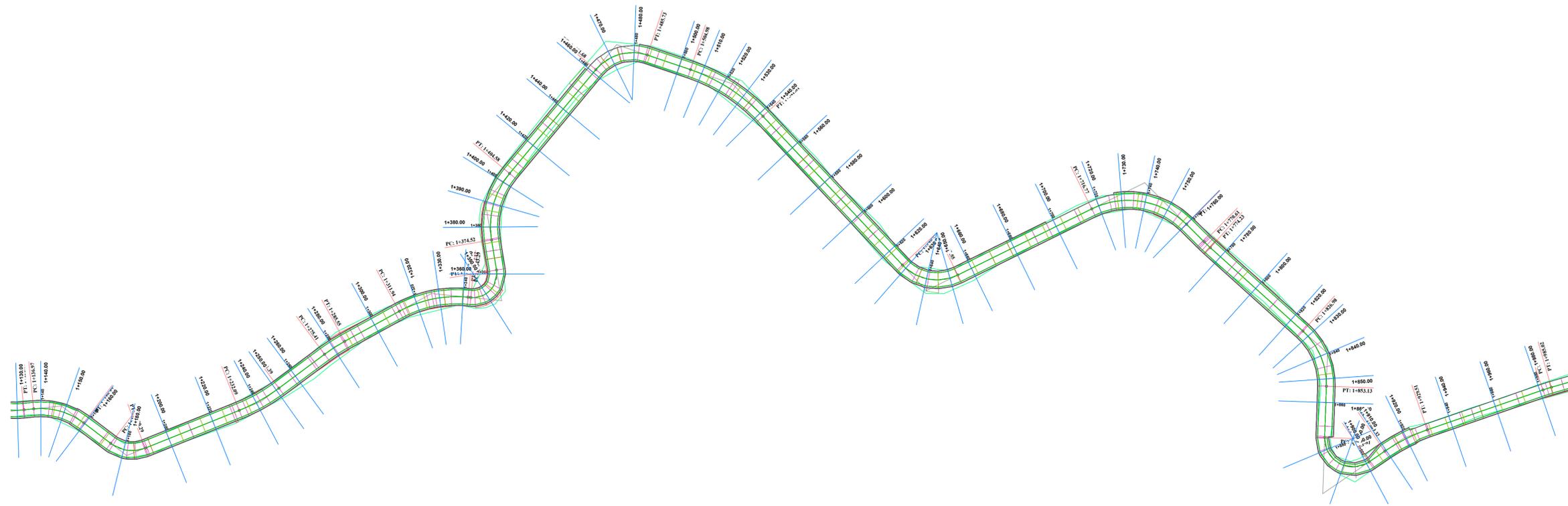
Ing. Pablo Carvallo

Escalas:

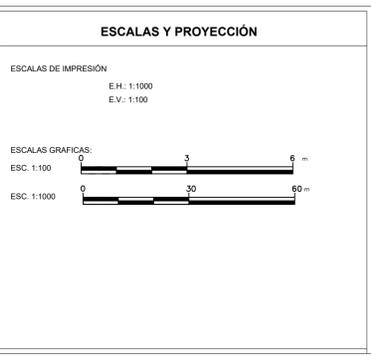
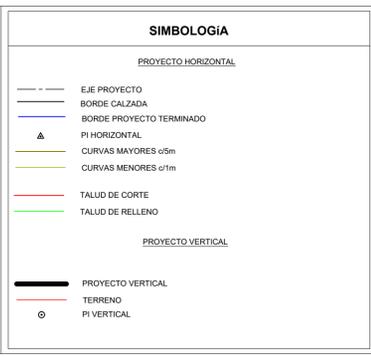
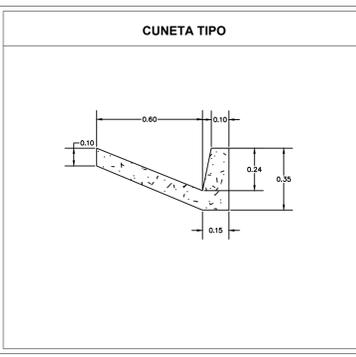
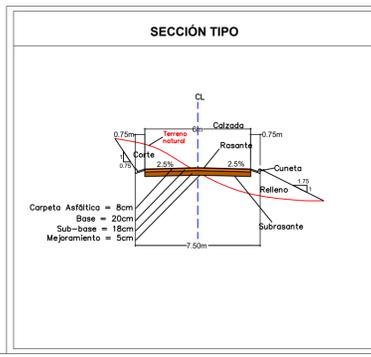
H: 1:1000

V: 1:100

Lámina: 02 / 06



ABSCISA	C. TERRENO	C. PROYECTO	CORTE	RELLENO
1+240	2699.78	2700.41	0.62	
1+250	2700.24	2700.48	0.24	
1+260	2700.36	2700.58	0.21	
1+270	2700.15	2700.57	0.42	
1+280	2699.80	2700.44	0.63	
1+290	2699.45	2700.00	0.55	
1+300	2699.01	2699.33	0.31	
1+310	2698.17	2697.97	0.20	
1+320	2697.00	2697.03	0.03	
1+330	2695.79	2696.45	0.65	
1+340	2694.49	2695.16	0.66	
1+350	2693.05	2693.78	0.73	
1+360	2691.55	2692.25	0.70	
1+370	2690.05	2690.69	0.84	
1+380	2688.55	2689.12	0.57	
1+390	2687.05	2687.62	0.57	
1+400	2685.55	2686.53	0.39	
1+410	2684.05	2684.12	0.07	
1+420	2682.55	2682.21	0.34	
1+430	2681.05	2680.57	0.48	
1+440	2679.55	2679.02	0.53	
1+450	2678.05	2677.50	0.54	
1+460	2676.55	2676.13	0.41	
1+470	2675.05	2674.65	0.40	
1+480	2673.55	2673.01	0.54	
1+490	2672.05	2671.17	0.87	
1+500	2670.55	2669.34	1.21	
1+510	2669.05	2667.71	1.33	
1+520	2667.55	2666.43	1.12	
1+530	2666.05	2665.30	0.75	
1+540	2664.55	2663.98	0.56	
1+550	2663.05	2662.53	0.52	
1+560	2661.55	2661.04	0.51	
1+570	2660.05	2659.49	0.55	
1+580	2658.55	2657.97	0.58	
1+590	2657.05	2656.41	0.63	
1+600	2655.55	2654.84	0.71	
1+610	2654.08	2653.27	0.81	
1+620	2652.68	2651.67	1.02	
1+630	2651.37	2650.34	1.03	
1+640	2650.12	2649.06	1.06	
1+650	2648.92	2647.86	1.06	
1+660	2647.72	2646.96	0.76	
1+670	2646.52	2646.15	0.37	
1+680	2645.32	2645.27	0.05	
1+690	2644.12	2644.20	0.08	
1+700	2642.92	2643.05	0.12	
1+710	2641.72	2641.76	0.04	
1+720	2640.52	2640.69	0.17	
1+730	2639.32	2639.54	0.22	
1+740	2638.19	2638.78	0.60	
1+750	2637.21	2638.01	0.80	
1+760	2636.40	2637.29	0.89	
1+770	2635.74	2636.38	0.64	
1+780	2635.19	2635.36	0.17	
1+790	2634.65	2634.57	0.08	
1+800	2634.21	2634.04	0.17	
1+810	2633.89	2633.70	0.19	
1+820	2633.70	2633.64	0.05	
1+830	2633.62	2633.57	0.05	
1+840	2633.57	2633.36	0.21	
1+850	2633.52	2633.22	0.30	
1+860	2633.47	2632.82	0.65	



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

NOMBRE DEL PROYECTO: "Evaluación y propuesta de mejora del tramo vial de 2.1 km de la vía a San Antonio de Gapal, ubicada en el cantón Cuenca, provincia del Azuay"

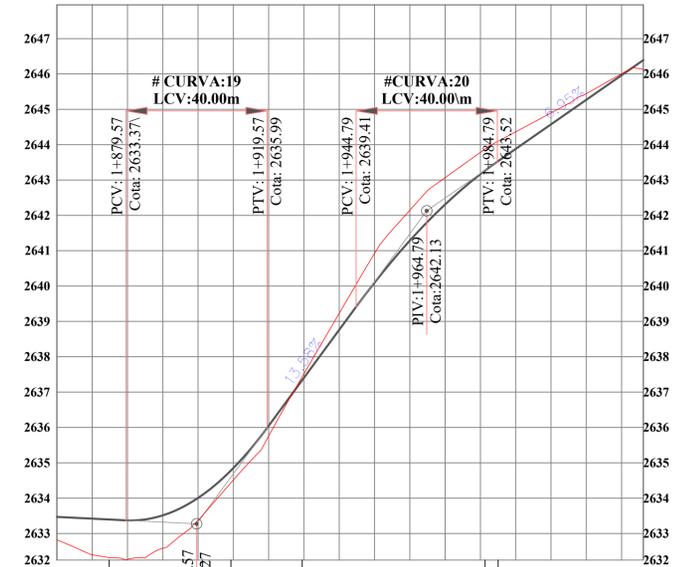
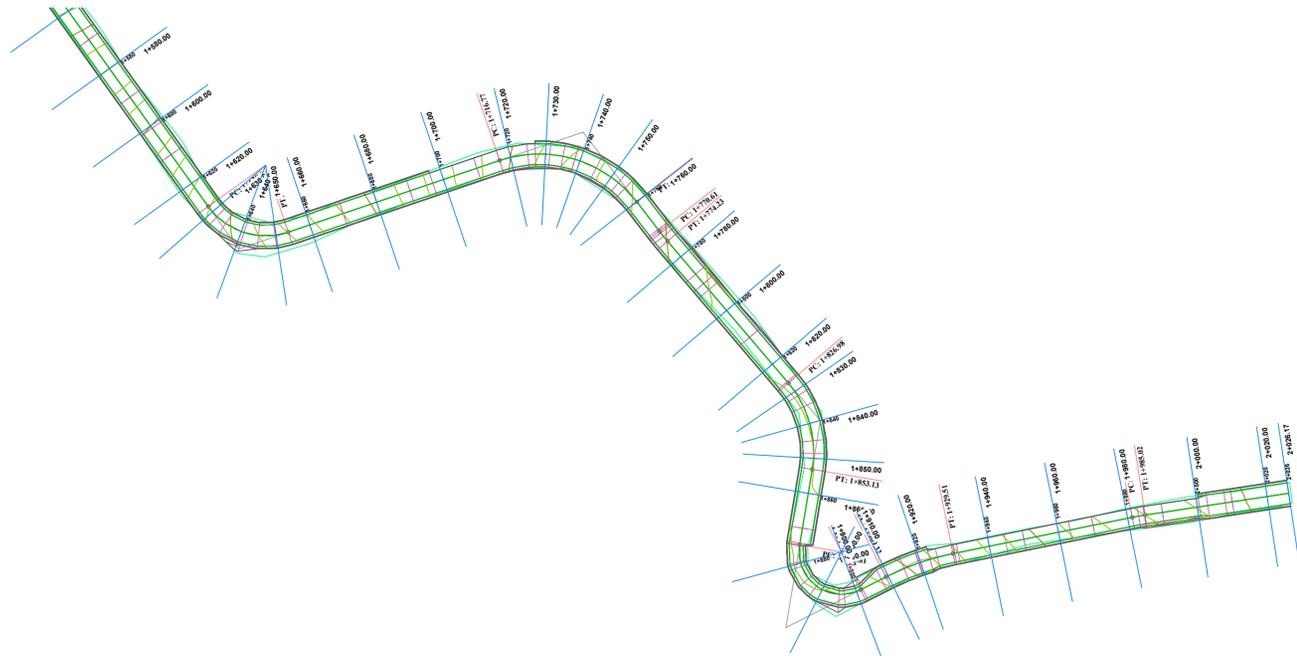
CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO PLANTA Y PERFIL  
ABS: 1+240 - 1+860 Km

Fecha: Mayo 2024  
Dibujo: David Abad

Estudiante: David Abad Contreras  
Estudiante: Ivan Nivel Noguera  
Director de proyecto: Ing. Pablo Carvallo

Escala: H: 1:1000  
V: 1:100

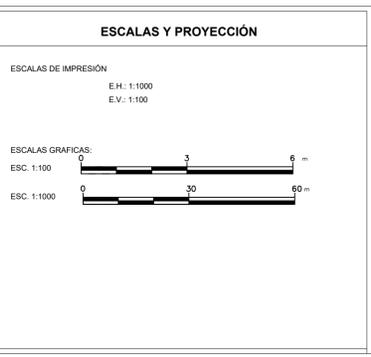
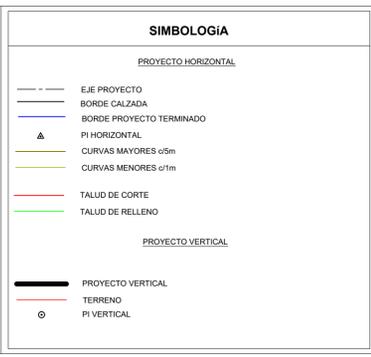
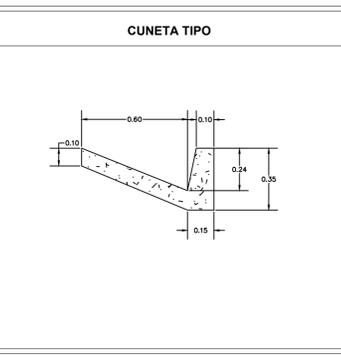
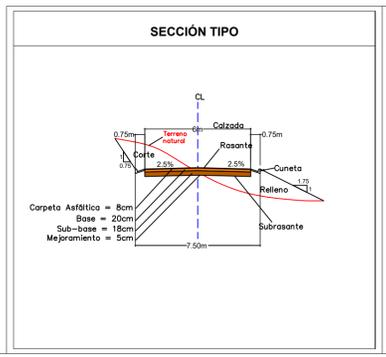
Lámina: 03 / 06



ABSCISA	C. TERRENO	C. PROYECTO	CORTE	RELLENO
1860	2633.47	2633.47	0.65	
1870	2633.42	2633.40	1.02	
1880	2633.37	2633.27	1.10	
1890	2633.31	2632.38	0.93	
1900	2634.01	2633.37	0.63	
1910	2634.85	2634.51	0.34	
1920	2636.05	2635.76	0.29	
1930	2637.40	2637.52	0.11	
1940	2638.76	2639.23	0.46	
1950	2640.10	2640.92	0.83	
1960	2641.29	2642.14	0.86	
1970	2642.31	2643.07	0.76	
1980	2643.17	2643.78	0.62	
1990	2643.88	2644.36	0.48	
2000	2644.57	2644.90	0.32	
2010	2645.27	2645.44	0.17	
2020	2645.96	2646.01	0.08	
2026	2646.39	2646.13	0.26	

Elemento	Curva	Longitud [m]	Tangente Intermedia "m" (m)	Radio [m]	PC	PT	Ángulo de desviación [°]	Curva [m]	Longitud Tangente (E.T. en)	Extremal (m)	ABS PT [km]
Curva 1	Derecha	64.240	0-064.24	0-064.24	0-064.24	0-064.24	30.0858	38.9	20.156	2.6613167	0-278.860
Curva 2	Izquierda	30.714	0-103.62	0-103.62	0-103.62	0-103.62	0	0	15.776	1.6002853	0-692.240
Curva 3	Derecha	27.756	0-202.08	0-202.08	0-202.08	0-202.08	144.5711	21.0	34.438	25.1517082	0-950.390
Curva 4	Izquierda	17.277	0-312.12	0-312.12	0-312.12	0-312.12	13.1988	17.2	8.677	0.5002671	1-263.190
Curva 5	Izquierda	12.030	0-357.86	0-357.86	0-357.86	0-357.86	9.1902	12.0	6.028	0.24184735	1-493.250
Curva 6	Derecha	7.686	0-402.43	0-402.43	0-402.43	0-402.43	5.8715	7.7	3.846	0.0985592	1-494.250
Curva 7	Izquierda	19.044	0-438.18	0-438.18	0-438.18	0-438.18	155.8793	13.7	32.763	26.502142	1-495.250
Curva 8	Derecha	6.337	0-515.70	0-515.70	0-515.70	0-515.70	4.8411	6.3	3.170	0.06697877	1-496.250
Curva 9	Izquierda	13.453	0-544.53	0-544.53	0-544.53	0-544.53	10.2774	13.4	6.745	0.3026568	1-497.250
Curva 10	Derecha	14.345	0-595.65	0-595.65	0-595.65	0-595.65	164.3863	9.9	36.468	31.8096298	1-498.250
Curva 11	Izquierda	15.407	0-609.99	0-609.99	0-609.99	0-609.99	11.7702	15.4	7.731	0.39738076	1-499.250
Curva 12	Izquierda	2.439	0-735.64	0-735.64	0-735.64	0-735.64	1.8631	2.4	1.220	0.00991394	1-500.250
Curva 13	Derecha	13.771	0-738.08	0-738.08	0-738.08	0-738.08	10.5203	13.8	6.905	0.31718308	1-501.250
Curva 14	Izquierda	10.267	0-778.41	0-778.41	0-778.41	0-778.41	7.8431	10.3	5.441	0.17601513	1-502.250
Curva 15	Izquierda	28.083	0-820.86	0-820.86	0-820.86	0-820.86	134.0882	22.1	28.331	18.767455	1-503.250
Curva 16	Izquierda	18.854	0-900.96	0-900.96	0-900.96	0-900.96	14.4037	18.8	9.477	0.59640621	1-504.250
Curva 17	Derecha	33.454	0-919.81	0-919.81	0-919.81	0-919.81	106.4861	22.9	24.099	12.0791187	1-505.250
Curva 18	Derecha	23.491	1-066.10	1-066.10	1-066.10	1-066.10	44.864	22.9	12.385	2.45583363	1-506.250
Curva 19	Izquierda	22.621	1-110.81	1-110.81	1-110.81	1-110.81	32.4025	22.3	11.622	1.65418782	1-507.250
Curva 20	Derecha	22.561	1-137.54	1-137.54	1-137.54	1-137.54	43.0878	22.0	11.844	2.5333119	1-508.250
Curva 21	Izquierda	15.452	1-174.41	1-174.41	1-174.41	1-174.41	50.0239	14.8	8.491	2.23636741	1-509.250
Curva 22	Izquierda	42.806	1-189.86	1-189.86	1-189.86	1-189.86	0	0	0	0	1-510.250
Curva 23	Derecha	10.136	1-251.96	1-251.96	1-251.96	1-251.96	14.7406	19.2	9.701	0.62482806	1-511.250
Curva 24	Derecha	30.180	1-275.99	1-275.99	1-275.99	1-275.99	7.7434	10.1	5.076	0.17156016	1-511.250
Curva 25	Izquierda	18.359	1-296.13	1-296.13	1-296.13	1-296.13	0	0	0	0	1-512.250
Curva 26	Derecha	30.056	1-312.51	1-312.51	1-312.51	1-312.51	34.584	29.7	15.566	2.36686107	1-512.250
Curva 27	Derecha	24.046	1-342.69	1-342.69	1-342.69	1-342.69	14.7406	19.2	9.701	0.62482806	1-513.250
Curva 28	Derecha	19.258	1-343.87	1-343.87	1-343.87	1-343.87	105.1872	15.9	13.076	6.16618654	1-513.250
Curva 29	Derecha	36.822	1-362.22	1-362.22	1-362.22	1-362.22	0	0	0	0	1-514.250
Curva 30	Derecha	43.377	1-405.15	1-405.15	1-405.15	1-405.15	49.202	29.1	16.025	3.49415937	1-514.250
Curva 31	Derecha	25.499	1-462.25	1-462.25	1-462.25	1-462.25	0	0	0	0	1-515.250
Curva 32	Derecha	19.258	1-486.30	1-486.30	1-486.30	1-486.30	68.8869	22.6	13.717	4.25168924	1-515.250
Curva 33	Derecha	36.822	1-505.56	1-505.56	1-505.56	1-505.56	0	0	0	0	1-516.250
Curva 34	Derecha	43.377	1-542.38	1-542.38	1-542.38	1-542.38	0	0	0	0	1-517.250
Curva 35	Derecha	25.499	1-628.63	1-628.63	1-628.63	1-628.63	73.0485	23.8	14.812	4.88784806	1-517.250
Curva 36	Derecha	63.218	1-654.13	1-654.13	1-654.13	1-654.13	0	0	0	0	1-518.250
Curva 37	Derecha	10.465	1-717.35	1-717.35	1-717.35	1-717.35	71.0091	40.7	24.969	7.99387739	1-518.250
Curva 38	Derecha	43.377	1-760.72	1-760.72	1-760.72	1-760.72	0	0	0	0	1-519.250
Curva 39	Derecha	3.621	1-771.19	1-771.19	1-771.19	1-771.19	0	0	0	0	1-520.250
Curva 40	Derecha	52.743	1-774.81	1-774.81	1-774.81	1-774.81	2.7662	3.6	1.811	0.02185741	1-520.250
Curva 41	Derecha	26.153	1-827.55	1-827.55	1-827.55	1-827.55	49.9485	25.3	13.973	3.09440535	1-520.250
Curva 42	Derecha	21.163	1-853.70	1-853.70	1-853.70	1-853.70	0	0	0	0	1-521.250
Curva 43	Derecha	26.665	1-874.87	1-874.87	1-874.87	1-874.87	127.3169	21.5	24.236	15.0440092	1-521.250
Curva 44	Derecha	21.491	1-908.44	1-908.44	1-908.44	1-908.44	0	0	0	0	1-522.250
Curva 45	Derecha	50.545	1-929.93	1-929.93	1-929.93	1-929.93	16.4181	21.4	10.820	0.77642878	1-522.250
Curva 46	Derecha	4.906	1-980.48	1-980.48	1-980.48	1-980.48	0	0	0	0	1-523.250
Curva 47	Derecha	40.750	1-985.38	1-985.38	1-985.38	1-985.38	2-026.13	0	0	0	1-523.250

No.	PVI Abscisa	PVI Cota	Inclinación entrada (%)	Inclinación salida (%)	Delta G	Tipo de curva	Longitud (m)	Valor K	Radio de curva
1	0+000.00m	2551.924m		4.50%					
2	0+011.47m	2552.441m	4.50%	11.00%	6.50%	Convexa	15.000m	2.308	230.769m
3	0+026.19m	2554.059m	11.00%	6.00%	5.00%	Convexa	12.000m	2.4	240.000m
4	0+061.41m	2556.172m	6.00%	15.00%	9.00%	Convexa	35.000m	3.889	388.889m
5	0+183.47m	2574.482m	15.00%	12.00%	3.00%	Convexa	30.000m	10	1000.000m
6	0+399.67m	2600.426m	12.00%	15.00%	3.00%	Convexa	40.000m	4	400.000m
7	0+510.05m	2616.982m	15.00%	14.00%	1.00%	Convexa	40.000m	12	1200.000m
8	0+771.69m	2653.612m	14.00%	11.25%	2.75%	Convexa	40.000m	4.364	436.364m
9	0+954.12m	2674.136m	11.25%	15.00%	3.75%	Convexa	40.000m	3.2	320.000m
10	1+082.53m	2693.398m	15.00%	14.00%	1.00%	Convexa	20.000m	12	1200.000m
11	1+129.03m	2699.907m	14.00%	8.00%	22.00%	Convexa	30.000m	0.545	54.445m
12	1+190.55m	2694.086m	-8.00%	10.00%	18.00%	Convexa	20.000m	0.667	66.667m
13	1+249.55m	2700.887m	10.00%	-3.50%	13.50%	Convexa	40.000m	0.889	88.889m
14	1+304.05m	2698.979m	-3.50%	-12.00%	8.50%	Convexa	20.000m	1.412	141.176m
15	1+338.93m	2694.793m	-12.00%	-15.00%	3.00%	Convexa	20.000m	4	400.000m
16	1+621.38m	2652.426m	-15.00%	-12.00%	3.00%	Convexa	40.000m	4	400.000m
17	1+751.79m	2636.777m	-12.00%	-5.50%	6.50%	Convexa	40.000m	1.846	184.615m
18	1+807.06m	2633.737m	-5.50%	-0.50%	5.00%	Convexa	40.000m	2.4	240.000m
19	1+899.63m	2633.274m	-0.50%	13.50%	14.00%	Convexa	40.000m	0.857	85.714m
20	1+965.22m	2642.129m	13.50%	7.00%	6.50%	Convexa	40.000m	1.846	184.615m
21	2+023.36m	2646.199m	7.00%						



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

NOMBRE DEL PROYECTO: "Evaluación y propuesta de mejora del tramo vial de 2.1 km de la vía a San Antonio de Galap, ubicada en el cantón Cuenca, provincia del Azuay"

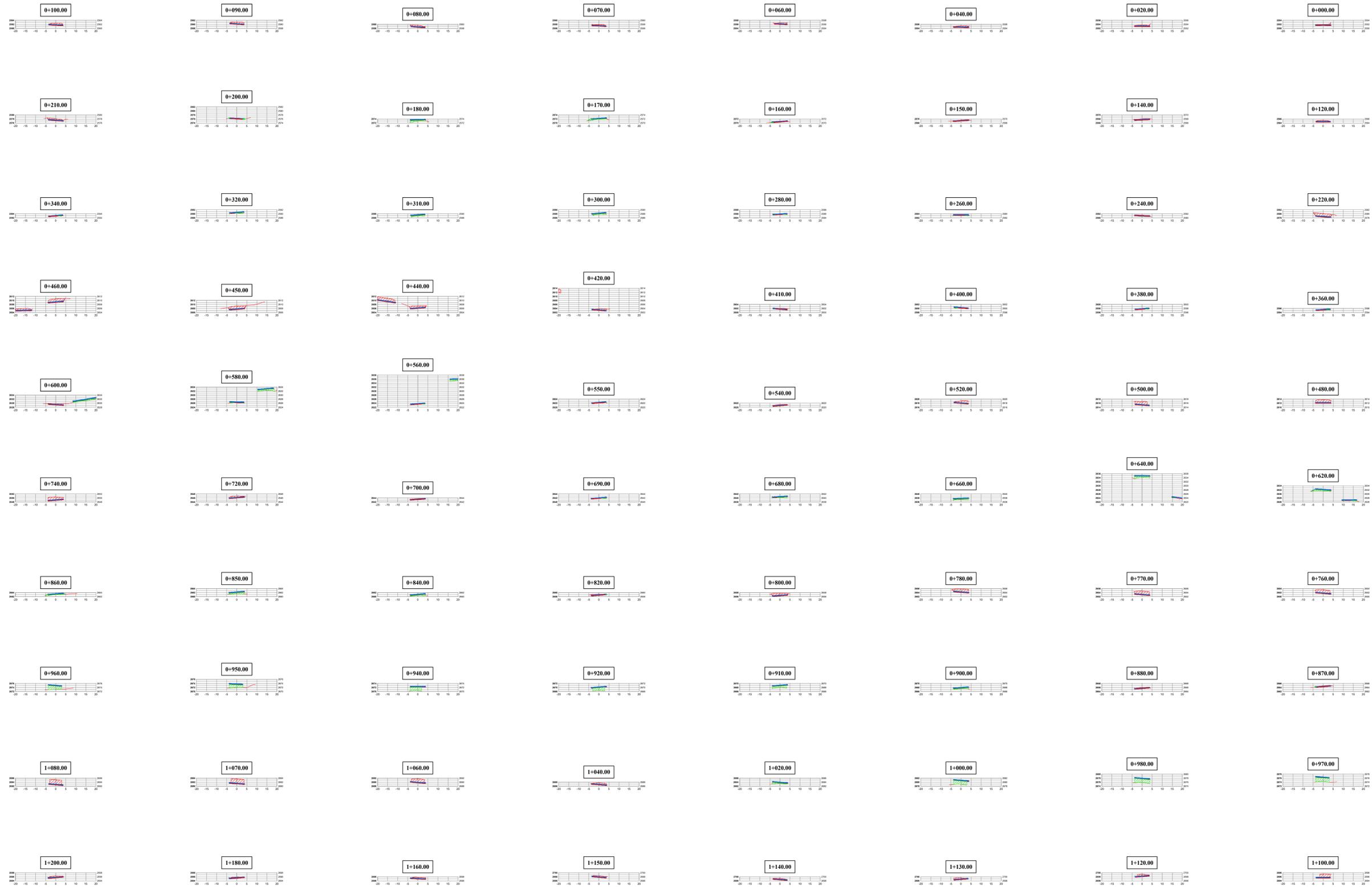
CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO PLANTA Y PERFIL  
ABS: 1+860 - 2+026 Km

Fecha: Mayo 2024  
Dibujo: David Abad

Estudiante: David Abad Contreras  
Estudiante: Ivan Nivelto Noguera  
Director de proyecto: Ing. Pablo Carvallo

Escalas: H: 1:1000  
V: 1:100

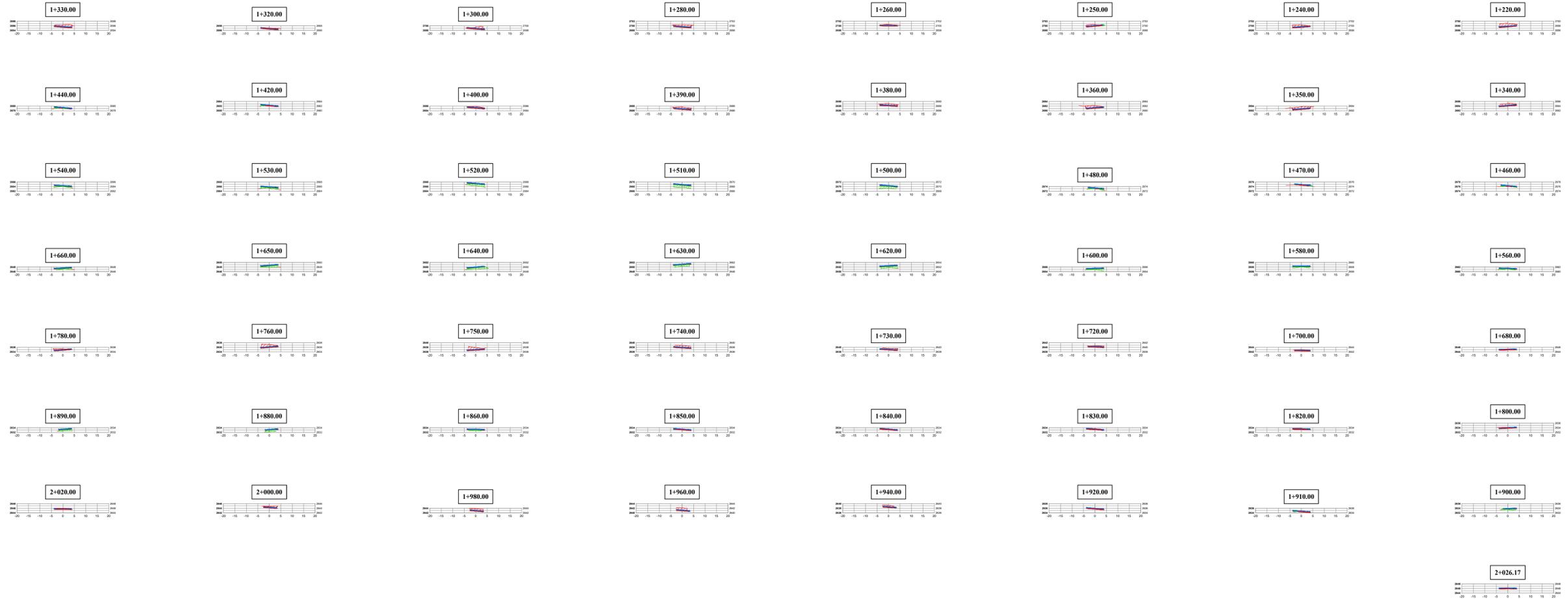
Lámina: 04 / 06



SIMBOLOGÍA	
	TERRENO NATURAL
	CUNETA
	BORDE DE RELLENO
	BORDE DE CORTE
	CARPETA ASFÁLTICA = 6cm
	BASE = 20cm
	SUB BASE = 20cm
	MEJORAMIENTO = 5cm

ESCALAS Y PROYECCIÓN	
ESCALAS GRÁFICAS:	
ESC. 1:1000	

<b>UNIVERSIDAD DEL AZUAY</b>		
NOMBRE DEL PROYECTO		
"Evaluación y propuesta de mejora del tramo vial de 2.1 km de la vía a San Antonio de Gapal, ubicada en el cantón Cuenca, provincia del Azuay"		
CONTIENE:		Fecha: Junio 2022
SECCIONES TRANSVERSALES ABS 0+000 - 1+200 Km		Dibujo: David Abad
Estudiante:	Estudiante:	Director de proyecto:
David Abad Contreras	Ivan Niveló Noguera	Ing. Pablo Carvallo
Escala: H: 1:1000 V: 1:100		Lámina: 05 / 06



Volumen de corte	Volumen reusable	Área de relleno	Volumen de relleno	Acum. Vol. Corte	Acum. Vol. Reusable	Acum. Vol. Relleno	Acum. Vol. Neto
0	0	0	0	0	0	0	0
98.53	98.53	0	0	98.53	98.53	0	98.53
116.93	116.93	0	0	215.46	215.46	0	215.46
110.85	110.85	0	0	326.31	326.31	0	326.31
49.89	49.89	0	0	376.2	376.2	0	376.2
56.88	56.88	0	0	433.08	433.08	0	433.08
70.73	70.73	0	0	503.81	503.81	0	503.81
74.34	74.34	0	0	578.15	578.15	0	578.15
125.53	125.53	0	0	703.67	703.67	0	703.67
102.96	102.96	0	0	806.63	806.63	0	806.63
40.65	40.65	0	0	847.28	847.28	0	847.28
25.74	25.74	0.43	2.03	873.02	873.02	2.03	871
8.67	8.67	2.12	12.28	881.69	881.69	14.31	867.38
0	0	4.2	31.36	885.89	885.89	45.67	840.22
22.34	22.34	0.36	45.59	904.02	904.02	91.25	812.77
47.19	47.19	1.52	94.12	951.22	951.22	92.78	858.44
107.04	107.04	0	0	1058.26	1058.26	92.78	965.48
179.4	179.4	0	0	1237.65	1237.65	92.78	1144.87
44.63	44.63	0.22	2.24	1282.28	1282.28	95.02	1187.26
9.34	9.34	0.2	4.22	1291.62	1291.62	99.25	1192.38
3.01	3.01	2.18	23.84	1294.63	1294.63	123.09	1171.54
0	0	2.2	22.08	1296.83	1296.83	145.17	1151.66
0.45	0.45	1.01	16.14	1297.88	1297.88	161.32	1131.56
14.75	14.75	0.15	11.58	1309.85	1309.85	172.9	1136.95
20.64	20.64	0.2	3.5	1330.48	1330.48	176.39	1154.08
15.23	15.23	0.14	3.5	1345.71	1345.71	179.89	1165.81
19.61	19.61	0.23	3.73	1365.32	1365.32	183.62	1181.7
21.55	21.55	0.03	1.34	1386.87	1386.87	184.96	1201.91
49.63	49.63	0	0.15	1436.5	1436.5	185.11	1251.39
289.94	289.94	0	0	1726.44	1726.44	185.11	1541.33
20.78	20.78	0	0	1747.22	1747.22	185.11	1522.14
110.45	110.45	0	0	1857.7	1857.7	185.11	1637.59
352.76	352.76	0	0	2210.45	2210.45	185.11	2025.34
243.76	243.76	0	0	2454.21	2454.21	185.11	2269.1
198.83	198.83	0	0	2653.04	2653.04	185.11	2483.93
144.96	144.96	0	0	2797.99	2797.99	185.11	2599.08
29.95	29.95	0.01	0.03	2811.25	2811.25	185.14	2626.11
11.14	11.14	2.34	14.2	2822.39	2822.39	199.34	2623.06
7.21	7.21	5.75	80.9	2829.6	2829.6	280.24	2549.36
49.92	49.92	3.33	26.47	2879.52	2879.52	306.71	2572.81
47.22	47.22	4.13	24.88	2926.74	2926.74	331.99	2544.75
4.32	4.32	5.46	95.89	2931.06	2931.06	427.48	2503.58
2.77	2.77	2.77	82.3	2933.83	2933.83	509.78	2424.05
0.58	0.58	1.3	40.68	2934.41	2934.41	550.47	2383.94
4.25	4.25	0.37	8.58	2938.65	2938.65	599.05	2374.6
20.62	20.62	0	1.86	2959.27	2959.27	560.91	2398.37
101.6	101.6	0	0	3060.87	3060.87	560.91	2499.96
193.49	193.49	0	0	3254.36	3254.36	560.91	2660.45
260.2	260.2	0	0	3514.57	3514.57	560.91	2921.46
137.36	137.36	0	0	3651.92	3651.92	560.91	3091.02

Volumen de corte	Volumen reusable	Área de relleno	Volumen de relleno	Acum. Vol. Corte	Acum. Vol. Reusable	Acum. Vol. Relleno	Acum. Vol. Neto
134.15	134.15	0	0	3786.07	3786.07	560.91	3225.16
229.89	229.89	0	0	4015.96	4015.96	560.91	3455.05
146.15	146.15	0.06	0.64	4162.11	4162.11	561.54	3600.57
45.38	45.38	2.3	23.64	4207.69	4207.69	585.18	3622.51
0	0	4.13	32.18	4207.69	4207.69	617.36	3590.32
0	0	1.86	20.31	4207.69	4207.69	646.72	3560.6
14.8	14.8	0.2	8.4	4222.49	4222.49	655.31	3567.18
32.58	32.58	0	0.76	4255.07	4255.07	656.07	3599
35.46	35.46	2.31	23.08	4290.53	4290.53	679.14	3611.38
0	0	6.43	43.77	4290.53	4290.53	722.92	3588.46
0	0	8.46	74.5	4290.53	4290.53	797.42	3491.11
0	0	9.76	182.24	4290.53	4290.53	979.66	3310.87
0	0	10.29	102.34	4290.53	4290.53	1082	3208.83
0	0	10.8	109.14	4290.53	4290.53	1191.15	3099.37
0	0	12.78	121.65	4290.53	4290.53	1312.8	2977.72
0	0	14.08	136.03	4290.53	4290.53	1448.83	2841.69
0	0	11.63	257.11	4290.53	4290.53	1705.95	2584.56
0	0	2.6	14.23	4290.53	4290.53	1848.25	2442.27
70.21	70.21	0	25.98	4360.73	4360.73	1874.23	2486.5
200.06	200.06	0	0	4560.79	4560.79	1874.23	2673.56
145.05	145.05	0	0	4705.84	4705.84	1874.23	2861.31
158.85	158.85	0	0	4864.69	4864.69	1874.23	2950.06
299.77	299.77	0	0	5124.47	5124.47	1874.23	3230.23
169.83	169.83	0	0	5294.3	5294.3	1874.23	3420.06
59.39	59.39	0	0	5353.68	5353.68	1874.23	3479.45
50.09	50.09	0	0	5403.77	5403.77	1874.23	3529.54
49.38	49.38	0	0	5453.15	5453.15	1874.23	3578.91
54.54	54.54	0	0	5507.68	5507.68	1874.23	3633.45
98.99	98.99	0	0	5606.67	5606.67	1874.23	3722.44
96.71	96.71	0	0	5703.38	5703.38	1874.23	3820.15
160.98	160.98	0	0	5864.37	5864.37	1874.23	3991.13
182.12	182.12	0	0	6046.49	6046.49	1874.23	4172.25
63.68	63.68	0.12	0.6	6110.17	6110.17	1874.84	4235.33
47.16	47.16	0	0.58	6157.33	6157.33	1875.42	4281.91
130.18	130.18	0	0.01	6287.51	6287.51	1875.44	4412.08
144.96	144.96	0	0	6432.47	6432.47	1875.44	4557.04
96.81	96.81	0	0	6529.28	6529.28	1875.44	4653.84
63.07	63.07	0	0	6592.94	6592.94	1875.44	4717.51
82.41	82.41	0	0	6675.35	6675.35	1875.44	4799.92
84.53	84.53	0	0	6799.88	6799.88	1875.44	4884.45
84.89	84.89	0	0	6844.77	6844.77	1875.44	4969.33
158.04	158.04	0	0	7002.81	7002.81	1875.44	5127.27
72.55	72.55	0	0	7075.36	7075.36	1875.44	5199.92
61.77	61.77	0	0.01	7137.13	7137.13	1875.44	5261.68
58.38	58.38	0.38	3.91	7195.51	7195.51	1879.36	5316.15
7.29	7.29	0.54	9.26	7202.8	7202.8	1888.62	5314.18
2.81	2.81	0.36	9.07	7205.61	7205.61	1897.69	5307.93
3.55	3.55	0.03	2.05	7209.16	7209.16	1899.73	5309.43
3.04	3.04	0.99	4.93	7212.2	7212.2	1904.66	5307.54
0.76	0.76	5.75	67.67	7212.96	7212.96	1922.34	5280.63

Volumen de corte	Volumen reusable	Área de relleno	Volumen de relleno	Acum. Vol. Corte	Acum. Vol. Reusable	Acum. Vol. Relleno	Acum. Vol. Neto
0	0	7.1	64.38	7212.96	7212.96	2036.72	5176.25
0	0	5.39	62.41	7212.96	7212.96	2099.12	5133.84
0	0	2.65	40.06	7212.96	7212.96	2139.18	5073.78
0	0	1.86	22.56	7212.96	7212.96	2161.74	5051.22
0.05	0.05	1.15	30.11	7213.01	7213.01	2191.85	5021.14
0.05	0.05	1.87	30.22	7213.06	7213.06	2222.06	4990.98
0	0	2.47	43.36	7213.06	7213.06	2264.44	4947.52
0	0	4.52	69.91	7213.06	7213.06	2334.35	4877.71
0	0	4.03	42.89	7213.06	7213.06	2378.24	4834.82
0	0	5.16	47.23	7213.06	7213.06	2425.47	4787.93
0	0	4.04	47.97	7213.06	7213.06	2473.44	4739.62
0	0	2.27	31.94	7213.06	7213.06	2505.38	4707.68
21.07	21.07	0	22.66	7234.13	7234.13	2528.04	4766.1
56	56	0	0	7290.13	7290.13	2528.04	4762.1
81.97	81.97	0	0	7372.11	7372.11	2528.04	4844.07
49.18	49.18	0	0	7421.29	7421.29	2528.04	4893.25
63.93	63.93	0	0	7485.22	7485.22	2528.04	4957.18
79.38	79.38	0	0	7564.6	7564.6	2528.04	5036.56
88.13	88.13	0	0	7652.73	7652.73	2528.04	5124.69
138.77	138.77	0	0	7791.5	7791.5	2528.04	5263.47
68.04	68.04	0	0	7859.54	7859.54	2528.04	5331.51
45.28	45.28	0	0	7944.82	7944.82	2528.04	5376.79
23.21	23.21	0	0	7928.03	7928.03	2528.04	5400
21.52	21.52	0	0	7949.55	7949.55	2528.04	5421.52
15.56	15.56	0	0.01	7965.11	7965.11	2528.04	5437.07
5.32	5.32	0.98	4.91	7970.44	7970.44	2532.96	5437.48
0	0	2.75	37.53	7970.44	7970.44	2570.48	5399.95
0	0	2.35	28.55	7970.44	7970.44	2599.04	5371.4
0.04	0.04	1.8	25.49	7970.48	7970.48	2622.53	5347.95
0.19	0.19	10	7974.67	7974.67	2622.53	5342.15	
10.02	10.02	0	11	7985.59	7985.59	2633.52	5352.67
62.51	62.51	0	0	8048.14	8048.14	2633.52	5414.62
111.43	111.43	0	0	8159.57	8159.57	2633.52	5526.05
126.33	126.33	0	0	8285.9	8285.9	2633.52	5622.38
113.13	113.13	0	0	8399.02	8399.02	2633.52	5765.5
80.6	80.6	0	0	8479.62	8479.62	2633.52	5846.1
138.1	138.1	0	0	8493.44	8493.44	2633.52	5889.92

### SIMBOLOGÍA

- TERRENO NATURAL
- CARPETA ASFALTICA + 8cm
- CUNETA