



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Escuela de Ingeniería civil y gerencia de construcciones

**“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DE PAVIMENTO DE LA VÍA DEL BARRIO
PIRINCAY, CANTÓN PAUTE”**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
INGENIERO CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE CONSTRUCCIONES**

Autor:

CHRISTIAN JORGE COBOS AUQUILLA

Director:

ING. PABLO ANDRÉS CARVALLO CORRAL

CUENCA-ECUADOR

2024

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a aquellas personitas que con solo sonreír me hacen el hombre más feliz y quienes se han convertido en mi razón de vida y mi razón de salir adelante, mi hija Lilith Cobos y mi esposa Katherine Gutiérrez.

AGRADECIMIENTOS

Hay muchas personas a las que agradecer por acompañarme en este camino, muchas que han sabido guiarme, aconsejarme y apoyarme en cada decisión tomada, en primer lugar esta mi madre, Ruth Auquilla, que gracias a ella y a su perseverancia conmigo estoy donde estoy, no habrán palabras para describir lo agradecido que estoy por tenerla junto a mí; también estoy muy agradecido con mi tía, Sonia Auquilla, con mi primo, Andrés Auquilla, y con mi abuelita, Laura Figueroa, que siempre han estado presentes en cada momento y siempre listos tanto para aconsejarme como para reprenderme, pero siempre para mi bien, en especial a mi primo Andrés, que gracias a él pude culminar este proyecto, ha sido un gran faro en mi vida, y por ultimo pero no menos importante a mi esposa, gracias por ser mi pilar y darme las fuerzas para siempre levantarme y no dejarme caer, gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
ÍNDICE DE CONTENIDO	III
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE ECUACIONES	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
ANTECEDENTES.....	XV
OBJETIVO GENERAL.....	XVI
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	XVI
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	1
1.1 Parámetros generales de diseño vial.....	1
1.1.1 Diseño de la vía.....	1
1.1.2 Topografía	1
1.1.3 Estudio de tráfico	2
1.1.4 Estudio geotécnico	4
1.2 Diseño geométrico	5
1.2.1 Diseño geométrico horizontal: planta.....	5
1.2.2 Diseño geométrico vertical: rasante	8
1.2.3 Diseño geométrico transversal: secciones.....	11
1.3 Diseño de pavimento.....	12
1.3.1 Superficie de rodadura.....	12
1.3.2 Pavimento	13
1.3.3 Estudio del tránsito para el diseño de pavimentos.....	13
1.3.4 Método AASHTO para diseño de pavimentos flexibles	14

CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	15
2.1 Descripción del proyecto.....	15
2.1.1 Consideraciones previas de diseño	15
2.1.2 Beneficios del proyecto.....	15
2.1.3 Información básica sobre el área del proyecto	16
2.1.4 Características de la zona	19
2.1.5 Tasa de crecimiento y densidad.....	19
2.1.6 Clima.....	20
2.1.7 Vialidad.....	21
2.2 Parámetros generales de diseño vial.....	21
2.2.1 Topografía.....	21
2.2.2 Estudios de tráfico.....	23
2.2.3 Estudio geotécnico	28
2.3 Diseño geométrico	31
2.3.1 Diseño horizontal	31
2.3.2 Diseño vertical.....	35
2.3.3 Diseño transversal.....	38
2.4 Diseño de pavimento	40
2.4.1 Estudio de tránsito para el diseño de pavimento.	40
2.4.2 Método AASHTO	42
2.4.3 Mezclas asfálticas	48
CAPÍTULO III Estudio económico	49
3.1 Rubros	49
3.1.1 Obras preliminares	49
3.1.2 Calzada.....	49
3.1.3 Ambiental	50
3.1.4 Veredas	50
3.2 APU's	50

3.3 Presupuesto.....	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	54
ANEXOS.....	55
Anexo 1: Conteo vehicular.....	55
Anexo 2: Método logit.....	62
Anexo 3: Valores de diseño recomendados por el MTOP.....	63
Anexo 4: APU's.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Elementos geométricos de la curva circular simple	6
Figura 2: Distancia de visibilidad de adelantamiento	9
Figura 3: Parábola de eje vertical	11
Figura 4: Sección transversal típica mixta.	11
Figura 5: Ortofotografía Ciudad Paute	16
Figura 6: Ubicación del Barrio Pirincay	16
Figura 7: Distribución de los Cantones del Azuay	17
Figura 8: Distribución de las Parroquias de Paute	17
Figura 9: Distribución de los Barrios de la Parroquia Paute	18
Figura 10: Evolución poblacional, Cantón Paute	20
Figura 11: Perfil vertical de la vía existente.	22
Figura 12: Regresión lineal	26
Figura 13: Obtención del CBR de diseño al percentil 75% - Barrio Pirincay.	30
Figura 14: Sección transversal	39
Figura 15: Coeficiente estructural a_1 para mezcla de concreto asfáltico.....	42
Figura 16: Coeficiente estructural a_2 para base granular no tratada	43
Figura 17: Coeficiente estructural a_3 para subbase granular no tratada	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación del suelo según el CBR.....	5
Tabla 2: Relación entre la Velocidad de Circulación y la Velocidad de Diseño	7
Tabla 3: Clasificación de superficies de rodadura.....	12
Tabla 4: Tasa de crecimiento Cantón Paute	19
Tabla 5: Conteo vehicular calle del barrio Pirincay.....	23
Tabla 6: Consumo de combustible año 2019 – Azuay (en galones).....	24
Tabla 7: Cálculo de los factores del TPDA	25
Tabla 8: Valores Ts, a, b y R ²	26
Tabla 9: Tasa de crecimiento de los vehículos	27
Tabla 10: Cálculo del tráfico futuro	27
Tabla 11: Clasificación de las Carreteras.....	27
Tabla 12: Coordenadas UTM de calicatas.....	28
Tabla 13: Perfil estratigráfico calicata N° 1	29
Tabla 14: Perfil estratigráfico calicata N° 2.....	29
Tabla 15: Valor percentil para diseño de subrasante de acuerdo al nivel de tránsito.....	30
Tabla 16: Resumen de CBR obtenido en Laboratorio –Barrio Pirincay.....	30
Tabla 17: Cuadro de curvas horizontales	32
Tabla 18: Velocidad de Diseño	33
Tabla 19: Coeficientes de fricción transversales máximos, f_{max}	33
Tabla 20: Radios Mínimos de curvas para valores límites de e y f.	34
Tabla 21: Gradientes (pendientes) longitudinales máximas en porcentaje.	35
Tabla 22: Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínima para parada	36
Tabla 23: Distancia Mínima de Visibilidad para el Rebasamiento de un vehículo.....	36
Tabla 24: Cuadro de curvas verticales.....	37
Tabla 25: Curvas verticales convexas mínimas.....	38
Tabla 26: Curvas verticales cóncavas mínimas.....	38
Tabla 27: Anchos de la calzada.....	39
Tabla 28: Valores de diseño para el ancho de las bermas	39
Tabla 29: Dimensionamiento de la sección.....	39
Tabla 30: Factores de equivalencia.	40

Tabla 31: Número de ejes equivalentes.	41
Tabla 32: Valor de Mr y CBR de cada capa.	43
Tabla 33: Coeficientes estructurales.....	43
Tabla 34: Serviciabilidad final P_f	44
Tabla 35: Valores de m_i recomendados para corregir los coeficientes estructurales de base y subbase granulares.	44
Tabla 36: Coeficientes de drenaje m_i	44
Tabla 37: Niveles de confiabilidad R recomendados.	45
Tabla 38: Valores del fractil de la ley normal centrada Z_r	45
Tabla 39: Error normal combinado S_o	45
Tabla 40: Nivel de confiabilidad, valor del fractil y error normal combinado.....	45
Tabla 41: Cálculo del número estructural.	46
Tabla 42: Espesores mínimos de capas.....	47
Tabla 43: Cálculo de los espesores de cada capa.	47
Tabla 44: Cálculo del SNR requerido.	48
Tabla 45: Espesores finales de las capas.	48
Tabla 46: Presupuesto referencial del diseño geométrico y de pavimento de una vía del barrio Pirincay, cantón Paute.....	51
Tabla 47: Presupuesto referencial vía.....	53
Tabla 48: Conteo tráfico día 1.	55
Tabla 49: Conteo tráfico día 2.....	56
Tabla 50: Conteo tráfico día 3.....	57
Tabla 51: Conteo tráfico día 4.....	58
Tabla 52: Conteo tráfico día 5.	59
Tabla 53: Conteo tráfico día 6.	60
Tabla 54: Conteo tráfico día 7.	61
Tabla 55: Proyección tráfico futuro.	62
Tabla 56: Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción.....	63
Tabla 57: Análisis de precios unitarios de Replanteo y nivelación de Vías.....	64
Tabla 58: Análisis de precios unitarios de Excavación a máquina con excavadora.....	65

Tabla 59: Análisis de precios unitarios de Cargado de material con cargadora.....	66
Tabla 60: Análisis de precios unitarios de Desalojo de material hasta 6 km	67
Tabla 61: Análisis de precios unitarios de Relleno Compactado con Material de Sitio	68
Tabla 62: Análisis de precios unitarios de Conformación y compactación de Subrasante con equipo pesado.....	69
Tabla 63: Análisis de precios unitarios de subbase clase III	70
Tabla 64: Análisis de precios unitarios de Base granular clase 1, tendido y compactado	71
Tabla 65: Análisis de precios unitarios de Imprimación asfáltica con barrido mecánico	72
Tabla 66: Análisis de precios unitarios de Carpeta asfáltica (e=2") Ho Asf. mezclado en planta.....	73
Tabla 67: Análisis de precios unitarios de Señalización con cinta.	74
Tabla 68: Análisis de precios unitarios de Hidratación de vías	75
Tabla 69: Análisis de precios unitarios de Valla de advertencia de obras y desvío.	76
Tabla 70: Análisis de precios unitarios de Suministro y colocación de parante con base de hormigón	77
Tabla 71: Análisis de precios unitarios de Pasos peatonales de tabla (cinco usos)	78
Tabla 72: Análisis de precios unitarios de Excavación a máquina con retroexcavadora.....	79
Tabla 73: Análisis de precios unitarios de Excavación manual material sin clasificar	80
Tabla 74: Análisis de precios unitarios de Cargado de material con cargadora.....	81
Tabla 75: Análisis de precios unitarios de Desalojo de material hasta 6 km.....	82
Tabla 76: Análisis de precios unitarios de Relleno compactado material de mejoramiento.....	83
Tabla 77: Análisis de precios unitarios de Relleno compactado material de mejoramiento	84
Tabla 78: Análisis de precios unitarios de Replanto de piedra e = 15 cm	85
Tabla 79: Análisis de precios unitarios de Malla electrosoldada R-84	86
Tabla 80: Análisis de precios unitarios de Hormigón Simple $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ (losa de hormigón)..	87
Tabla 81: Análisis de precios unitarios de Corte de hormigón de vereda y sellado (junta).....	88
Tabla 82: Análisis de precios unitarios de Bordillo de 25x20x30 cm (incluye encofrado)	89

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuacion_(1) Valor Relativo del soporte normal (CBR)	5
Ecuacion_(2) Longitud crítica	10
Ecuacion_(3) Factor de Expansión (Fe)	24
Ecuacion_(4) TPDA	25
Ecuacion_(5) Tasa de motorización (Tm)	25
Ecuacion_(6) Constantes a+bt	25
Ecuacion_(7) Población futura	26
Ecuacion_(8) Grado de curvatura.....	31
Ecuacion_(9) Radio mínimo	34
Ecuacion_(10) Factor de equivalencia de carga	40
Ecuacion_(11) Factor Camión	41
Ecuacion_(12) Número de ejes equivalentes (N).....	41
Ecuacion_(13) Índice de serviciabilidad	44
Ecuacion_(14) Fórmula empírica para el cálculo de espesores.....	46
Ecuacion_(15) Espesor capa asfáltica	46
Ecuacion_(16) Espesor capa Base granular	46
Ecuacion_(17) Espesor capa Subbase granular	46
Ecuacion_(18) Número estructural (SNR)	47

DISEÑO GEOMÉTRICO Y DE PAVIMENTO DE LA VÍA DEL BARRIO PIRINCAY, CANTÓN PAUTE

RESUMEN

Una carretera proporciona una base esencial para el bienestar, y es de gran importancia que esté respaldada con un buen diseño vial, dado es el caso de la vía del barrio Pirincay, cantón Paute, la misma que actualmente se encuentra a nivel de lastre y no presenta las mejores condiciones para garantizar la seguridad a sus ocupantes, es por ello que se presenta en este trabajo, el diseño geométrico y de pavimento para dicha vía. En el desarrollo de este proyecto se consiguió, a través de diferentes estudios, resultados importantes, de los cuales se puede resaltar lo más relevante, según el estudio topográfico, la zona en cuestión actualmente mantiene un relieve montañoso de carácter suave con gradientes muy variadas que van desde un 2% hasta un 25% y secciones de vía que oscilan entre 4m y 10m de ancho, la vía actualmente no cuenta con veredas; según el estudio de tráfico, proyectado a 20 años de vida útil de la vía, el tráfico futuro será de 247 vehículos por día, en su mayoría livianos, por lo que se clasifica a la vía como colectora de clase IV; y según el estudio geotécnico, el análisis de calidad del suelo resultó con un 60% de arenas y un 30% de grava, la humedad natural entre el 10% y el 13% y finalmente un CBR de 5.8%, clasificando al suelo según el SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como SM (Arena limosa) y según la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) como A-2 (Gravas y arenas, limosas y arcillosas). El diseño geométrico final de la vía se concluyó con el dimensionamiento de la estructura del pavimento y de las secciones de la vía, marcando un ancho de vía de 5.6m de calzada y veredas a cada lado de 1.2m, curvas de mínimo 15m de radio por la topografía, el grosor de las capas del pavimento serán de: 5cm la capa asfáltica, 10cm la capa base granular y 15cm la subbase granular. Mediante estos estudios y cálculos realizados se pretende brindar un diseño vial eficaz, que aproveche la topografía actual y sea de utilidad para el futuro desarrollo urbano, comercial y turístico de la zona.

Palabras clave: Diseño geométrico, Pavimento, Topografía, Suelos, Tráfico, AASHTO, MTOP, CBR, TPDA, APU.

Pablo Andrés Carvallo Corral

Director del trabajo de titulación

Christian Jorge Cobos Auquilla

Autor

GEOMETRIC AND PAVEMENT DESIGN OF THE ROAD OF THE PIRINCAY NEIGHBORHOOD, PAUTE CANTON

ABSTRACT

A road provides an essential basis for well-being, and it is of great importance that it is supported with a good road design, given this is the case of the road in the Pirincay neighborhood, Paute canton, which is currently at ballast level and is not It presents the best conditions to guarantee the safety of its occupants, which is why the geometric and pavement design for said road is presented in this work. In the development of this project, important results were achieved through different studies, of which the most relevant can be highlighted: according to the topographic study, the area in question currently maintains a gentle mountainous relief with very varied gradients that ranging from 2% to 25% and sections of road that range between 4m and 10m wide, the road currently does not have sidewalks; According to the traffic study, projected over a 20-year useful life of the road, future traffic will be 247 vehicles per day, mostly light vehicles, which is why the road is classified as a class IV collector; and according to the geotechnical study, the soil quality analysis resulted in 60% sand and 30% gravel, natural humidity between 10% and 13% and finally a CBR of 5.8%, classifying the soil according to the SUCS (Unified Soil Classification System) as SM (Silty sand) and according to the AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) as A-2 (Gravels and sands, silty and clayey). The final geometric design of the road was concluded with the sizing of the pavement structure and the sections of the road, marking a road width of 5.6m and sidewalks on each side of 1.2m, curves with a minimum radius of 15m. Due to the topography, the thickness of the pavement layers will be: 5cm for the asphalt layer, 10cm for the granular base layer and 15cm for the granular subbase. Through these studies and calculations carried out, it is intended to provide an effective road design that takes advantage of the current topography and is useful for the future urban, commercial and tourist development of the area.

Keywords: Geometric design, Pavement, Topography, Soils, Traffic, AASHTO, MTOP, CBR, TPDA, APU.

Pablo Andrés Carvallo Corral

Director of the degree work

Christian Jorge Cobos Auquilla

Author

INTRODUCCIÓN

“La infraestructura Carretera proporciona una base esencial para el funcionamiento de todas las economías nacionales y genera una amplia gama de beneficios económicos y sociales. Conservar adecuadamente la infraestructura vial es imprescindible para preservar y aumentar estos beneficios. Los responsables de la toma de decisiones deben conocer la importancia de la conservación, así como la de financiarla y administrarla adecuadamente para extraer el máximo valor de la red. La insuficiencia de las inversiones o una mala administración de la red carretera tendrá graves consecuencias para la economía y el bienestar social.”

(Asociación Mundial de la Carretera, 2014)

En esencia, para el Ecuador y su economía es de vital importancia mantener la red vial de carreteras en buen estado, sobre todo aquellos rincones del país que viven gracias a la producción agrícola, floral, turismo, etc., los mismos que hacen uso de esta red al transportar su mercancía, para que llegue a las diferentes partes del territorio ecuatoriano o incluso para que la gente que se encuentra fuera de estas zonas visite, viaje y conozca, y sobre todo sea parte del desarrollo social, como es el caso de la ciudad de Paute dentro de la provincia del Azuay. Es imprescindible que los accesos y salidas a estas ciudades tengan un nivel de serviciabilidad óptimo.

Es por ello que, he decidido dedicar el desarrollo de este trabajo a una de estas zonas que se ha visto afectada por la falta de recursos, dando como parte de la solución al gran problema que amedrenta al bienestar social del barrio Pirincay en el cantón Paute, un diseño geométrico y de pavimento para una de las vías que se conecta y atraviesa dicha zona. Este diseño se presenta como propuesta al GAD de Paute para mejorar la calidad de vida de los habitantes del barrio Pirincay, y de esta manera elevar el nivel de vida del barrio y de todo el cantón.

ANTECEDENTES

El Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Paute, a través del Departamento de Obras Públicas, con la finalidad de culminar con la regeneración de la Red Vial del Cantón Paute, ha definido como eje estratégico la intervención a nivel de pavimento y obras hidrosanitarias de las vías que comprenden varios sectores del Cantón. Dado que estas vías comprenden la integración de zonas de expansión urbana, es de alta prioridad su ejecución.

Por lo tanto, la Universidad del Azuay en su interés de culminar el plan de estudio de los estudiantes de ingeniería civil, en conjunto con el alumno Christian Cobos proponen al GAD de Paute realizar el estudio definitivo del diseño geométrico de una vía en el sector de Pirincay a nivel de tesis.

El proyecto como tal abarca aproximadamente 2 km de longitud, donde se va a realizar los trabajos y estudios necesarios para la reconstrucción de dicha vía. El propósito final de este estudio es dar la pauta inicial para la posterior ejecución de las obras que beneficiaran al cantón proporcionándolo con un sistema vial estable, eficaz, confiable y permanente.

OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño geométrico y de pavimento de una vía que beneficiará al barrio Pirincay en el cantón Paute.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar el estudio topográfico y de tráfico del estado actual de la vía.
2. Realizar un estudio de suelos mediante calicatas para determinar el CBR.
3. Realizar el diseño geométrico de la vía.
4. Realizar el diseño de pavimento de la vía.
5. Determinar el presupuesto referencial.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Parámetros generales de diseño vial

1.1.1 Diseño de la vía

Para el diseño geométrico de una vía es de suma importancia la topografía del terreno, ya que resulta un factor determinante al momento de realizar la elección de valores de los diferentes parámetros que intervienen en el diseño. Además, la incidencia del factor topográfico (corte y relleno) en los costos de construcción de un proyecto vial es considerable y limitante con relación a las características del trazado horizontal, en lo referente a las alineaciones en curva y a la geometría de la sección transversal.

En función de estas consideraciones se ha establecido que en los diseños viales se ponga especial énfasis en el parámetro básico del diseño vial que es TPDA, el cual va íntimamente ligada con la topografía del terreno, de tal manera que, para un terreno o zona consolidada montañosa se asigna un valor bajo de la velocidad por estar en áreas urbanas.

En general en el diseño vial, se describen las características de referencia para determinar todos los parámetros del alineamiento horizontal y vertical, fundamentando en la “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003); sin embargo, hay que tener en cuenta que las vías se encuentran en una zona consolidada o que su geometría ya está definida.

1.1.2 Topografía

Según (Wolf & Ghilani, 2016), definen la topografía como la disciplina que comprende todos los métodos para medir y recopilar información física acerca de la tierra y nuestro medio ambiente, procesar esa información y difundir los diferentes productos resultantes a una amplia variedad de clientes, así también, de manera tradicional se la describe como la ciencia, el arte y la tecnología para encontrar o determinar las posiciones relativas de puntos situados por encima de la superficie de la tierra, sobre dicha superficie y debajo de ella.

1.1.2.1 Levantamiento topográfico.

Un levantamiento topográfico, es el proceso de reunir datos tomados sobre la superficie del terreno en el cual se insinúa va a ser trazado el diseño vial, estos datos pueden ser recolectados mediante varios métodos; antiguamente se implementaban herramientas como cadenas y cintas métricas, luego fue el uso de teodolitos y miras verticales, ahora, gracias a los avances tecnológicos, tenemos el uso de la estación total, que es un método más rápido y más preciso en comparación a los usados en el pasado, actualmente tenemos variedad de métodos que son más sofisticados, aunque para el fin del proyecto el resultado sería el mismo.

El levantamiento topográfico es de gran importancia para la representación gráfica de la configuración del terreno donde se podrá apreciar de manera minuciosa todos los detalles importantes que nos guiaran a la siguiente etapa del diseño.

1.1.3 Estudio de tráfico

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico.

La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos.

(Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)

1.1.3.1 Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Se define el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido por el número de días contados.

(Cal, Reyes Spíndola, & Cárdenas Grisales, 2018)

1.1.3.1.1 Conteo vehicular.

Para el cálculo del TPDA es necesario realizar conteos vehiculares que nos permitan conocer el flujo actual de la vía. Existen dos métodos para obtener los datos necesarios, el

conteo manual y el automático. Para el tiempo estimado de conteo la norma aconseja que se realice un conteo manual de 7 días seguidos y un automático de un mes.

Para el caso de este proyecto, por situaciones atenuantes, se cuenta con recursos limitados y, por ende, solamente se hará un conteo manual durante 7 días seguidos, de donde se pretende sacar toda la información necesaria del tráfico real en la zona.

1.1.3.2 Proyecciones del TPDA: Tráfico Futuro

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en cálculos sobre datos actuales e históricos con estadísticas del crecimiento poblacional. Para el diseño vial se usan proyecciones a 15 o 20 años del crecimiento normal, el generado y el tráfico que está en desarrollo.

Los criterios para determinar el tráfico futuro dependen del tipo de vehículos que comprende el flujo vehicular actual, según estén distribuidos de acuerdo a su categoría, se utiliza un método diferente para cada uno:

⇒ Vehículos livianos: Modelo Logit.

⇒ Buses y camiones: Método de crecimiento poblacional.

1.1.3.3 Clasificación de carreteras

En el Ecuador, el MTOP ha clasificado tradicionalmente las carreteras de acuerdo a un cierto grado de importancia basado más en el volumen del tráfico y el número de calzadas requeridas, que en su función jerárquica.

⇒ RI y RII, son carreteras de calzada separada, es decir autopistas.

⇒ Corredor arterial, pueden ser carreteras de calzadas separadas o calzada única. Estas están unidas a accesos que se realizan a través de vías de servicio y rampas de ingreso/salida adecuadamente diseñadas.

⇒ Colectora, son aquellas que están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional.

⇒ Vecinal, estas incluyen a todos los caminos urbanos o rurales no incluidos en las denominaciones anteriores.

(Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)

1.1.4 Estudio geotécnico

“El estudio geotécnico es el conjunto de actividades que permiten obtener la información geológica y geotécnica del terreno, necesaria para la redacción de un proyecto de construcción”

(Lomoschitz Mora-Figueroa, 2005)

En consecuencia, un estudio geotécnico es necesario para determinar las capacidades portantes del suelo previo a la ejecución de cualquier obra civil, y más aún, aporta información importante para el diseño de carreteras, más puntualmente para el diseño de pavimentos. Es por ello que este estudio se considera parte importante en este tipo de proyectos, poder tomar en consideración todos los parámetros que el terreno aporta, y de esta manera llegar a realizar un diseño más amigable con el medio ambiente y también con la parte económica, y por ende ofrecer seguridad y servicio de calidad.

1.1.4.1 Estudio de suelos

El estudio de suelos consiste en hacer un análisis conciso del tipo de suelo en el que se proyectará la vía, para ello se deberá extraer una muestra de dicho suelo, utilizando el método de las calicatas el cual consiste en la extracción de una pedazo de terreno de 1m x 1m de ancho por mínimo 1.5m de profundidad, utilizando equipos especializados se hará las extracciones en varios puntos de la zona, para de esa manera poder obtener un valor de CBR en un percentil del 75%.

1.1.4.2 Valor relativo del soporte normal (CBR)

El CBR (California Bearing Ratio), es un ensayo que evalúa la resistencia al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación y humedad. Es un valor relativo expresado en porcentaje de la carga necesaria para introducir un pistón de sección circular en una muestra de suelo, en referencia al valor estándar preciso de carga del mismo pistón penetre a la misma profundidad de una muestra de piedra triturada.

Se expresa de la siguiente manera:

$$CBR = \frac{P_2}{P_x} * 100 \quad (1)$$

Donde:

P_2 : es la carga necesaria para introducir el pistón en la muestra de suelo.

P_x : es el valor estándar de la carga del pistón al introducirlo en Piedra triturada, que siempre toma el valor de 1360 kg

Según el valor en porcentaje de como resultado, se puede clasificar el tipo de suelo, así:

Tabla 1: Clasificación del suelo según el CBR

CBR %	Clasificación
0 – 5	Subrasante muy mala
5 – 10	Subrasante mala
10 – 20	Subrasante regular a buena
20 – 30	Subrasante muy buena
30 – 50	Subbase buena
50 - 80	Base Buena
80 - 100	Base muy buena

Fuente: *Mecánica de suelos y cimentaciones de Crespo Villalaz, 2004*

(Crespo Villalaz, 2004)

1.2 Diseño geométrico

Una carretera es un sistema que logra integrar beneficios, conveniencia, satisfacción y seguridad a sus usuarios. El diseño como tal, es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. El diseño vial entonces, queda geoméricamente definido y a la vez involucra tres aspectos fundamentales: el alineamiento horizontal, el alineamiento vertical y la sección transversal.

1.2.1 Diseño geométrico horizontal: planta

El diseño geométrico en planta de una carretera, o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas.

del vehículo. La velocidad de circulación dependerá del volumen del tráfico, teniendo velocidades de circulación menores para volúmenes de tráfico mayores.

La siguiente tabla relaciona todas las velocidades de diseño con las velocidades de circulación según el volumen de tráfico esperado:

Tabla 2: Relación entre la Velocidad de Circulación y la Velocidad de Diseño

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

Fuente: MTOP, 2003

(Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)

1.2.1.3 Peralte.

Cuando un vehículo circula sobre una curva horizontal, actúa sobre él una fuerza centrífuga F que tiende a desviarlo radialmente hacia afuera de su trayectoria normal. Para que la fuerza de fricción producida entre las llantas y el pavimento no sea la única fuerza que contrarreste el movimiento lateral del vehículo, se le da una inclinación transversal a la calzada conocida como peralte “e”. Este peralte hace que la calzada absorba parte de la fuerza F , además de provocar que parte del peso del vehículo actúe hacia el centro de la curva.

El valor del peralte es adimensional (m/m), aunque usualmente se expresa en porcentaje, el valor del peralte, según el (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003), tendrá como máximo 10% para velocidades mayores a 50 km/h y 8% para velocidades menores a 50 km/h.

Para evitar accidentes debido a peraltes excesivos, investigaciones han determinado que se contrarreste la fuerza centrífuga aproximadamente en un 55% con el peralte y el restante 45% con la fricción lateral.

1.2.1.3.1 Coeficiente de fricción lateral

El coeficiente de fricción lateral f es la fuerza de fricción dividida por la componente del peso perpendicular a la superficie del pavimento. El límite superior del coeficiente de fricción lateral es el punto en el cual la llanta comienza a patinar. El coeficiente es determinado con un margen de seguridad amplio para evitar que los vehículos derrapen. El coeficiente de fricción lateral que evita que patine la llanta depende de otros factores, entre los que se destacan la velocidad del vehículo, el tipo y la condición de la superficie de rodadura, y las condiciones en las que se encuentran los neumáticos del vehículo.

Estudios muestran que los valores de la fricción decrecen cuando aumenta la velocidad. Para la determinación de los coeficientes de fricción lateral para las vías, se utilizará los valores de la tabla de coeficientes de fricción transversal máximos. Los valores expuestos en la tabla de coeficientes de fricción máximos, son inferiores que los recomendados por la AASHTO, por lo tanto, se está trabajando en el lado de la seguridad.

1.2.1.4 Radio mínimo.

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e_{\max}) adoptado y el coeficiente (f_{\max}) de fricción lateral correspondiente.

(Grisales, 2013)

1.2.2 Diseño geométrico vertical: rasante

El diseño geométrico vertical de una carretera, o alineamiento en perfil, es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido a este paralelismo, dicha proyección mostrará la longitud real del eje de la vía.

A este eje también se le denomina rasante o subrasante. El eje del alineamiento vertical está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes verticales, enlazados entre sí por curvas verticales.

1.2.2.1 Gradientes longitudinales máximas y mínimas.

Este parámetro también depende del volumen de tránsito, de la topografía del terreno y de la velocidad de diseño. Mientras menores sean sus valores, mejor será la circulación del tráfico en la vía y facilitará la operación de los vehículos.

La gradiente y la longitud pueden adaptarse a los siguientes valores:

⇒ 1000 m para gradientes del 8 – 10 %

⇒ 500 m para gradientes del 10 – 12 %

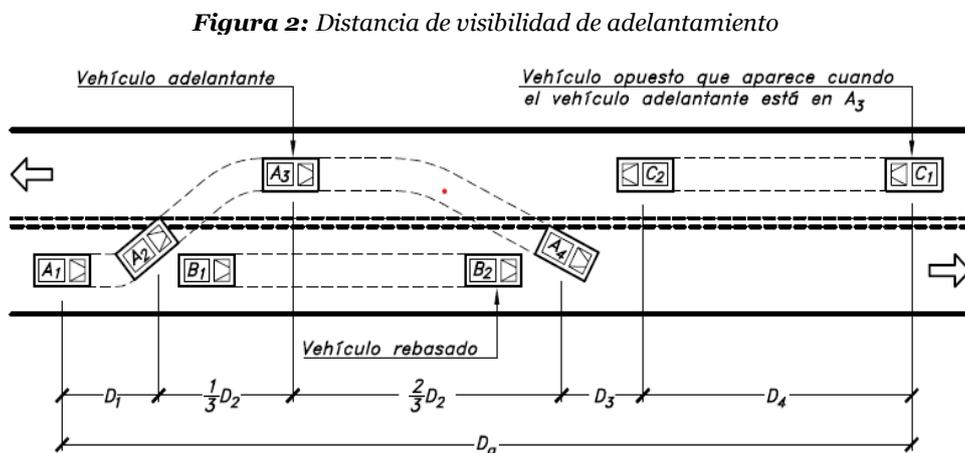
⇒ 250 m para gradientes del 12 – 14 %

1.2.2.2 Distancias de visibilidad .

Se le denomina distancia de visibilidad a la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él. En la distancia de visibilidad existen dos aspectos:

⇒ La distancia requerida para la parada de un vehículo, sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en la línea vertical.

⇒ La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo.



Fuente: Diseño geométrico de carreteras, Grisales 2013

(Grisales, 2013)

1.2.2.3 Tangentes verticales.

Las tangentes verticales se caracterizan por su longitud y pendiente. Están limitadas por dos curvas sucesivas y su longitud se mide horizontalmente desde el final de la curva anterior al principio de la siguiente.

En los parámetros generales del diseño, ya se definieron las gradientes longitudinales máximas y mínimas para ambos tipos de vías. Otro parámetro que controla las tangentes verticales y que está en relación directa con la gradiente, es la longitud crítica.

Se define la longitud crítica de una pendiente como la máxima longitud en subida sobre la cual un camión cargado puede operar sin ver reducida su velocidad por debajo de un valor prefijado. El MTOP considera un camión cargado tal que su relación peso-potencia (libras por cada HP) sea aproximadamente igual a 400, y la velocidad prefijada de 25 km/h. Para el cálculo de esta longitud, se utiliza la siguiente ecuación:

$$L_{crítica} = (240/G)^{1/0.705} \quad (2)$$

Dónde:

$L_{crítica}$ = Longitud crítica, m

G = Gradiente longitudinal, %

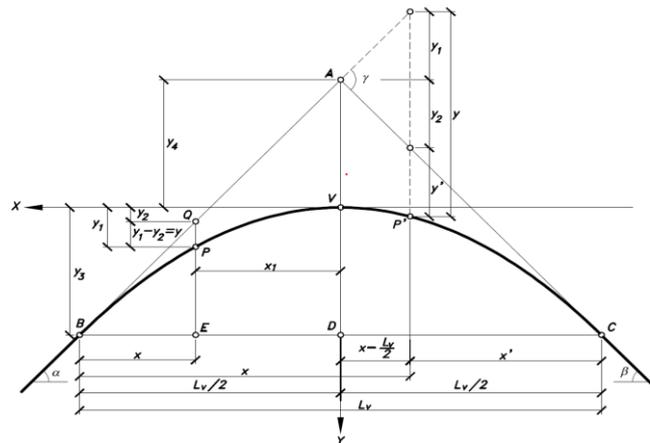
(Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)

1.2.2.4 Curvas verticales.

Una curva vertical es el elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida.

Existen dos tipos de curvas verticales: las convexas o en cresta, son aquellas en las que al restar la tangente de entrada de la de salida el resultado es siempre positivo; y las cóncavas o en columpio, son lo inverso, al efectuar la resta de la tangente de entrada con la de salida el resultado siempre será negativo.

Figura 3: Parábola de eje vertical



Fuente: *Diseño Geométrico de Carreteras, Grisales 2013*

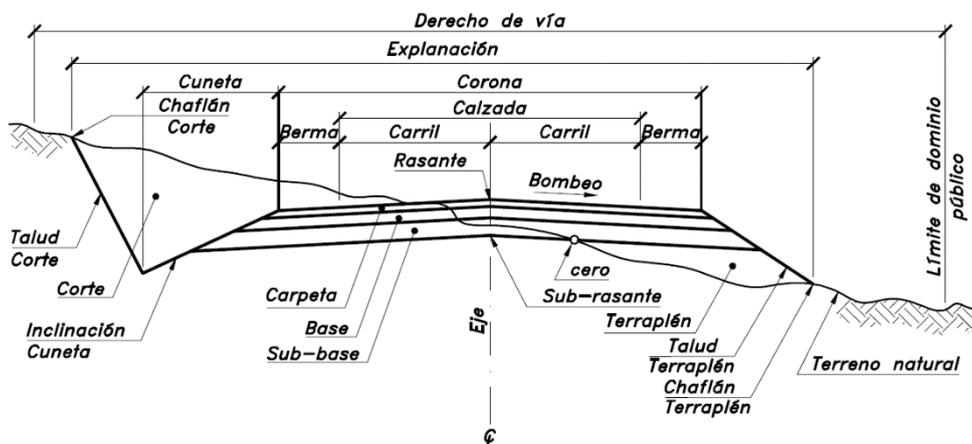
(Grisales, 2013)

1.2.3 Diseño geométrico transversal: secciones

El diseño geométrico transversal de una carretera consiste en la definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que componen la carretera. En el diseño de la sección transversal de una vía, generalmente depende casi exclusivamente; del volumen de tráfico, del terreno y, en consecuencia, de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera

El ancho de la sección transversal típica está constituido por varios elementos que nos da el ancho de vía, estos son: derecho de vía, ancho de explanación, ancho de banca, corona, calzada, carriles, bermas, cunetas, taludes, etc.

Figura 4: Sección transversal típica mixta.



Fuente: *Diseño Geométrico de Carreteras, Grisales 2013*

(Grisales, 2013)

La importancia de los elementos mencionados y que componen la sección transversal se debe a que sus características modulan las expectativas del conductor sobre la jerarquía de la carretera e incide en la elección de su velocidad deseada. Si los alineamientos de la carretera no están acordes con esa velocidad, la causa de la mayor parte de los frecuentes accidentes será por exceso de velocidad o velocidad inmoderada.

En vías montañosas se recomienda colocar la cuneta a 0.3m de profundidad con respecto a la rasante, para ello se tendrá que revestir a la cuneta para proteger el pavimento del camino.

El ancho del pavimento se determinará en función del volumen y composición del tráfico y de las características del terreno. El ancho debe ser suficiente para evitar el deterioro de la superficie por efecto de las cargas de los vehículos.

(Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)

1.3 Diseño de pavimento

1.3.1 Superficie de rodadura

La relación entre el tipo de superficie de rodadura y el diseño geométrico tiene importancia en lo referente a la no deformación de la superficie y a la facilidad de escurrimiento de las aguas que ésta ofrezca, así como a la influencia ejercida en la operación de los vehículos.

El tipo de rodadura que se adopte depende en gran parte de la velocidad de diseño escogida.

Tabla 3: Clasificación de superficies de rodadura.

Categoría de la vía	TPDA Esperado	Tipo de superficie	Gradiente Transversal %
RI – RII	>8000	<u>Alto grado estructural</u> : concreto asfáltico u hormigón.	1.5 – 2
I	3000 - 8000	<u>Alto grado estructural</u> : concreto asfáltico u hormigón.	1.5 – 2
II	1000 – 3000	<u>Grado estructural intermedio</u> .	2
III	300 – 1000	<u>Bajo grado estructural</u> : Doble tratamiento superficial bituminoso. D.T.S.B.	2
IV	100 – 300	<u>Grava o D.T.S.B.</u>	2.5 – 4
V	<100	<u>Grava, Empedrado, Tierra</u>	4

Fuente: MTOP, 2003

(Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)

1.3.2 Pavimento

Un pavimento está constituido por capas superpuestas relativamente horizontales, diseñados apropiadamente con materiales seleccionados y adecuadamente compactados. Esta estructura se apoya sobre la subrasante, que es aquella capa de suelo que tiene la capacidad de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas de tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura de pavimento.

1.3.2.1 Clasificación de los pavimento.

Los pavimentos se clasifican dependiendo su funcionalidad y resistencia a la cual van a ser sometidos a lo largo del periodo de diseño

⇒ Pavimento flexible.

⇒ Pavimento semirrígido.

⇒ Pavimento rígido.

⇒ Pavimento articulado.

1.3.2.2 Factores a considerar

⇒ El tránsito.

⇒ La subrasante.

⇒ El clima.

⇒ Materiales disponibles.

⇒ Obras de drenaje.

⇒ Obras de subdrenaje.

1.3.3 Estudio del tránsito para el diseño de pavimentos

El estudio de tránsito es un paso primordial en el diseño de un pavimento, esto debido a que, de este estudio tendremos como resultado el volumen y dimensiones de los vehículos que transitaran y de ellos el número y peso de los ejes, los cuales son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento, además de la clasificación de los mismos.

Este estudio usa como punto de comparación un eje sencillo de 8.2 Tn, según la AASHTO ROAD TEST es la carga máxima legal, esto debido a la diversidad en las

características de los vehículos que originan una amplia gama de esfuerzos y deformaciones aplicados a un punto en la estructura.

Un parámetro igual de importante es, el factor camión, es un parámetro que tiene como función pasar el número de vehículos a número de ejes con su respectiva masa para luego convertir el daño que genera cada eje en comparación con el de referencia, el estándar de 8.2Tn. En contexto, es el número de ejes simples equivalentes de referencia que producirán el mismo daño en el pavimento al de una pasada de un vehículo comercial promedio.

Finalmente, el propósito del estudio del tránsito es determinar el número de ejes equivalentes (N), el cual usa una proyección del tráfico futuro y los factores antes mencionados.

(Montejo Fonseca, 2002)

1.3.4 Método AASHTO para diseño de pavimentos flexibles

El método AASHTO es uno de los varios métodos que existen para determinar los espesores de cada capa de un pavimento y es el método utilizado en el Ecuador según el MTOP. Este método hace uso de algunas variables necesarias para emplear el método, obtenidas mediante varios estudios previos, entre estos tenemos:

- ⇒ La subrasante
- ⇒ El tránsito
- ⇒ Propiedades mecánicas de los materiales
- ⇒ Índice de serviciabilidad.
- ⇒ Condiciones ambientales y drenaje.
- ⇒ Confiabilidad (R).

(Rondón Quintana & Reyes Lizcano, 2015)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Descripción del proyecto

2.1.1 Consideraciones previas de diseño

En el sector de Pirincay perteneciente al cantón Paute, se ubica una de las principales arterias viales que une a la zona urbana del mismo cantón con la parte rural, la misma que es motivo de este proyecto, por lo tanto; es necesario establecer las condiciones actuales de la vía: la sección actual de la vía es de 6m aproximadamente de ancho, la calzada actualmente se encuentra a nivel de lastre, abarca una extensión de aproximadamente 2km; la zona en cuestión no cuenta con redes de alcantarillado, a lo largo de la vía existe muy poca iluminación aunque si cuenta con agua potable, está ubicado en una zona topográfica montañosa, lo que da que en algunos tramos exista cambios de pendiente bruscos y con curvas cerradas.

Es necesario que, para definir el eje vial, se tome como datos prioritarios los obtenidos en campo mediante un levantamiento topográfico, se respetará las pendientes máximas y mínimas apegándose lo más posible a la topografía del terreno, todo según la normativa vigente y los lineamientos establecidos por el GAD de Paute.

El presente estudio vial, tiene como fundamento ampliar y mejorar las características del trazado geométrico tanto horizontal como vertical, aportar con un diseño de pavimento que favorezca al tráfico futuro y beneficie a toda la comunidad y sus alrededores, e incentivar a que las autoridades se involucren más en el mejoramiento de estos sectores.

2.1.2 Beneficios del proyecto

La mayor parte de los planes de regeneración vial, comprenden vías que contienen un considerable flujo vehicular, de tal forma que los beneficios intangibles tienen mayor importancia en estos tipos de proyectos, de los que se puede mencionar:

- ⇒ Mejoramiento de la imagen del sector.
- ⇒ Reducción de accidentes peatonales por inexistencia de aceras.
- ⇒ Disminución de los niveles de contaminación ambiental del área del proyecto.
- ⇒ Aumento de plusvalía en la zona del proyecto.

⇒ Mejoramiento de las condiciones de vida en la zona del proyecto.

⇒ Mejorar la movilidad.

⇒ Mejoras en la accesibilidad en la zona del proyecto.

2.1.3 Información básica sobre el área del proyecto

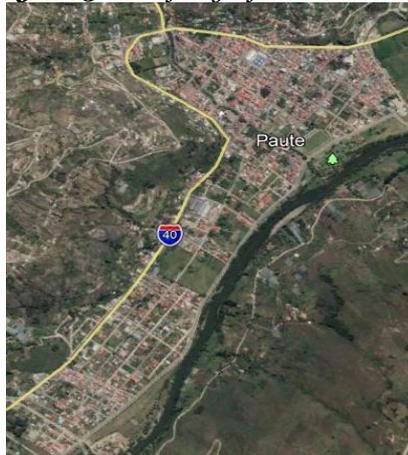
2.1.3.1 Localización.

Provincia: Azuay

Cantón: Paute

Barrio: Pirincay

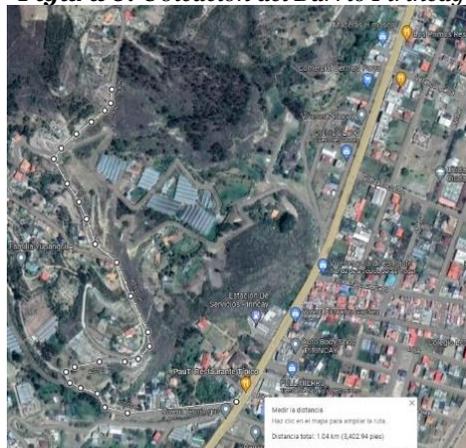
Figura 5: Ortofotografía Ciudad Paute



Fuente: Ubicación Geográfica, Google-Maps, 2023.

El proyecto se sitúa en la zona urbana del cantón, en el barrio Pirincay. Es una vía de aproximadamente 2 km de longitud, esta vía es la principal de este barrio de donde se conectan todas las vías locales que dan acceso a las viviendas. El barrio Pirincay es uno de los ocho barrios que conforman el centro cantonal de paute, es una zona tranquila de donde se ve mayoritariamente la producción de flores con sus viveros en varios puntos de la zona.

Figura 6: Ubicación del Barrio Pirincay

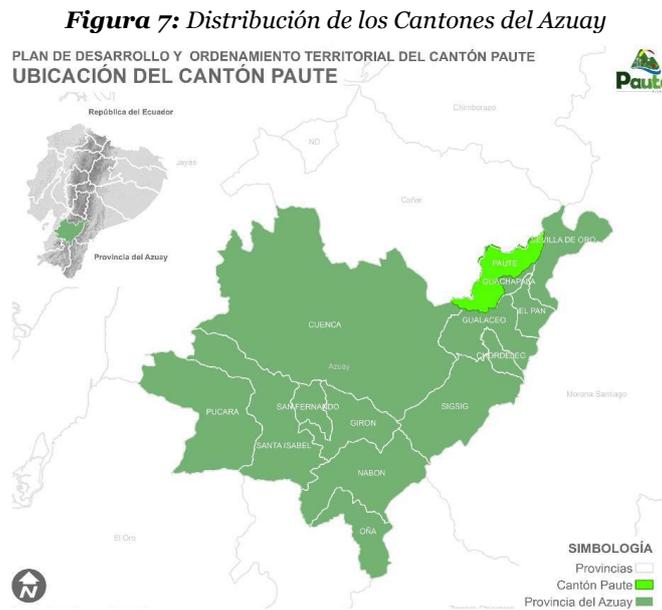


Fuente: Ubicación Geográfica, Google-Maps, 2023.

2.1.3.2 Límites

La ciudad de Paute es la cabecera del cantón del mismo nombre. El cantón Paute, limita:

- ⇒ Al norte, con el cantón Azogues.
- ⇒ Al Sur, con los cantones Cuenca y Gualaceo.
- ⇒ Al Este, con los cantones Guachapala y Sevilla de Oro.
- ⇒ Al Oeste, con el cantón Azogues.

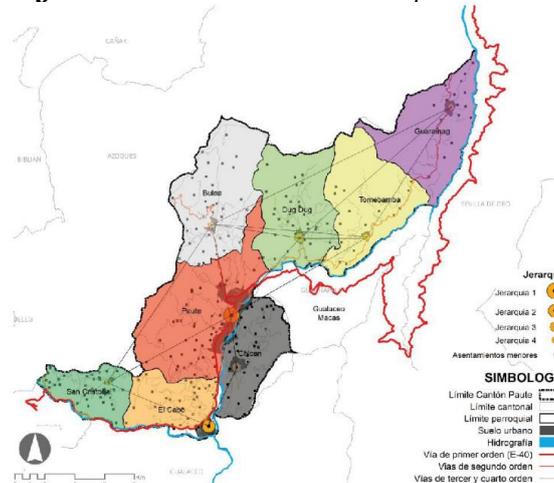


Fuente: PDOT – Paute, 2020

2.1.3.3 División político administrativa

El Cantón Paute, está dividido en 1 parroquia urbana y 7 parroquias rurales:

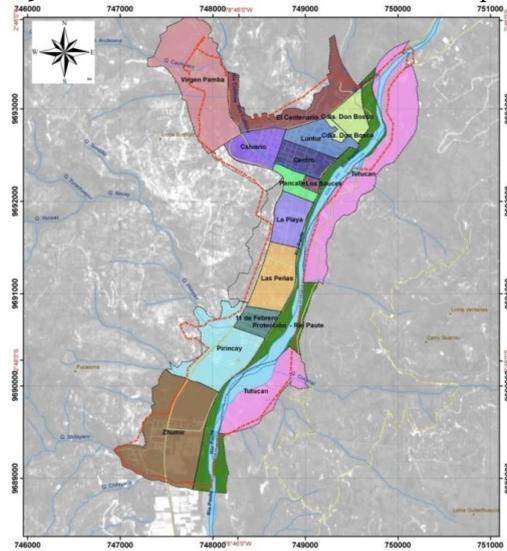
Figura 8: Distribución de las Parroquias de Paute



Fuente: PDOT – Paute, 2020

La parroquia de Paute a su vez está conformadas por los siguientes barrios:

Figura 9: Distribución de los Barrios de la Parroquia Paute



Fuente: Municipio Paute

- ⇒ Virgen Pamba
- ⇒ Pancalle
- ⇒ Calvario
- ⇒ La Playa
- ⇒ El Centenario
- ⇒ Las Peñas
- ⇒ Cdla. Don Bosco
- ⇒ 11 de Febrero
- ⇒ Luntur
- ⇒ Pirincay
- ⇒ Centro
- ⇒ Zhumir
- ⇒ Los Sauces
- ⇒ Tutucán

2.1.4 Características de la zona

Paute está ubicado dentro de un valle cuya topografía es bastante irregular, típico de los andes, se encuentra rodeado por montañas de hasta 3.750 m.s.n.m., mientras que la parte más baja puede llegar hasta los 2320 m.s.n.m., la zona montañosa en varias partes es bastante accidentada.

A través de la parroquia atraviesa el Rio Paute, un rio de gran caudal que se forma por la extensión del Rio Cuenca, sobre este desembocan varias corrientes naturales de la zona que son, entre las más importantes: quebradas que nacen de las laderas de la ciudad, el Rio Cutilcay que atraviesa el centro parroquial, el Rio Santa Bárbara proveniente del cantón aledaño Gualaceo.

2.1.5 Tasa de crecimiento y densidad

La tasa de crecimiento indica los cambios en la población a causa de fenómenos demográficos fundamentales como: migración, mortalidad y fecundidad; dentro del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial se encuentra con detalle los cambios históricos que ha sufrido el cantón las últimas décadas, mostrando un decrecimiento y un posterior crecimiento en su población.

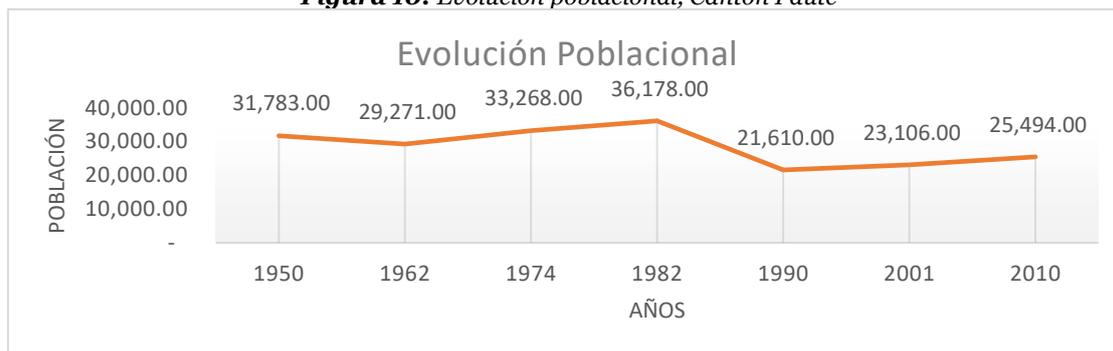
La forma más utilizada para medir los cambios experimentados por la población a través del tiempo es mediante el cálculo de la tasa de crecimiento de los últimos censos poblacionales, la cual mide el aumento o disminución de la población en un periodo de tiempo determinado.

Tabla 4: Tasa de crecimiento Cantón Paute

Año	Censo de Población y Vivienda						Tasa de crecimiento anual			
	1962	1974	1982	1990	2001	2010	62-82	82-90	90-2001	2001-2010
Población	29,271	33,268	36,178	21,610	23,106	25,494	1.18%	-5.03%	0.63%	1.15%

Fuente: PDOT – Paute, 2020

Figura 10: Evolución poblacional, Cantón Paute



Fuente: PDOT – Paute, 2020

(Paute, 2020)

En el periodo de 1982 a 1990, existe un decrecimiento poblacional debido a un desmembramiento cantonal, en este año se produce la cantonización de las parroquias de: El Pan, Sevilla de oro y Guachapala, mismas que pertenecían al cantón Paute, y por ello es que la población de la ciudad disminuyó en 14,568 habitantes, pero luego de esto su crecimiento fue positivo hasta la fecha.

2.1.6 Clima

De acuerdo con la información geográfica registrada por el Ministerio de Ambiente del Ecuador y a la clasificación del clima en el Ecuador, el cantón Paute tiene 2 tipos de clima:

2.1.6.1 Ecuatorial mesotérmico semi – húmedo.

Este clima es el más característico de la zona, predomina sobre el 85% de su territorio. Aquí las temperaturas anuales oscilan entre los 12° y los 20°C, aunque dependiendo de la época puede llegar a no más de 30°C. La humedad relativa varía entre el 65% y el 85% y la insolación puede ir entre 1000 y 2000 horas anuales.

Las precipitaciones a lo largo del año están entre los 500 y 2000 mm, dando como resultado dos estaciones lluviosas, una al inicio del año y la segunda a finales.

2.1.6.2 Ecuatorial frío de alta montaña.

Este clima es particular en las montañas donde las alturas fácilmente pasan los 3000 m.s.n.m. Las temperaturas medias anuales varían entre los 4° y los 8°C, las precipitaciones por su parte están entre los 800 y 2000 mm, con prolongadas lluvias ligeras, la humedad siempre es superior a 80%. Este clima frío de alta montaña cubre el 15% del cantón.

(Instituto de Estudios de Regimen Seccional - IERSE, 2022)

2.1.7 Vialidad

El objetivo de diseñar una red de vías que conecten a los diferentes pueblos o ciudades, es siempre tratar de garantizar la movilidad segura, cómoda y estable a través de los recursos que se pone a disposición de los habitantes del sector, ya sean carreteras, senderos, vías de primer, segundo o tercer orden, estas siempre deben garantizar la conectividad con un servicio de calidad, mejorando el desarrollo de los diferentes aspectos, productivo, económico, salud, educación, etc., y gracias a los trabajos de regeneración vial que se están ejecutando en el cantón Paute, se pretende llegar al 100% de la conectividad, trabajando sobre las vías que se encuentran deterioradas o ya cumplieron su vida útil.

2.2 Parámetros generales de diseño vial

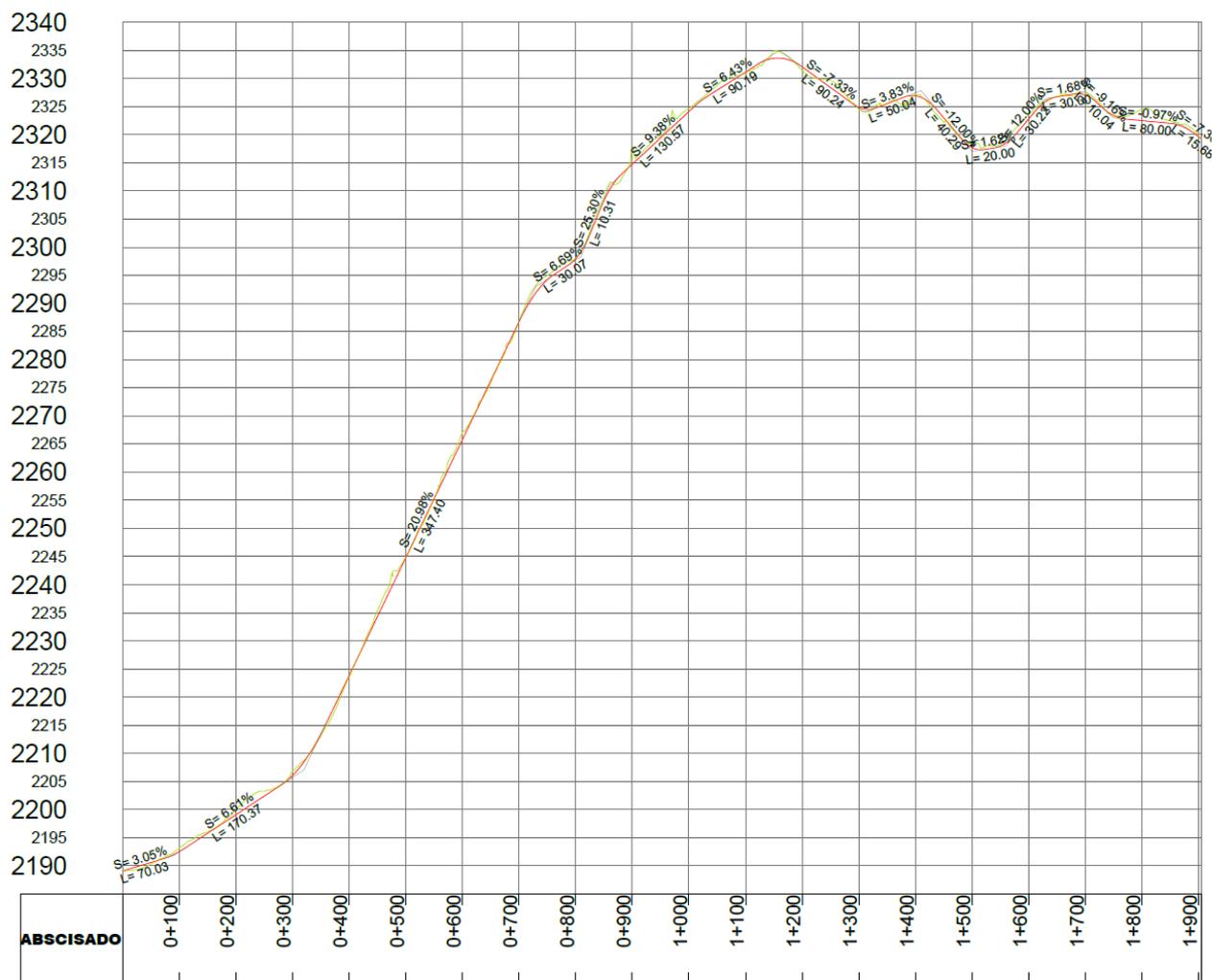
2.2.1 Topografía

Previo al diseño de la vía, se realizó un levantamiento topográfico a lo largo de la vía iniciando desde la vía principal, para ello fue necesario el empleo de una estación total marca Trimble modelo M3 de 2 segundos de precisión, para el levantamiento de los detalles del terreno, y a su vez un receptor GNSS con tecnología RTK de marca Sokkia modelo GRX2, este para la recolección de puntos de precisión y ubicación de las diferentes estaciones.

Dentro del levantamiento se detalló el ancho de vía, cerramientos, postes de luz, accesos a calles secundarias, detalles de terreno cubriendo una franja a 10m de ambos costados de la vía paralelos a ella, puentes, puntos de referencia, quebradas, cunetas, entre otros.

De la topografía se ha logrado determinar varios parámetros, entre ellos tenemos: que la vía cuenta con una sección que varía entre los 4 y los 10m de ancho, no cuenta con veredas lo que hace peligroso el tránsito de los peatones, cunetas con un máximo de profundidad de 20cm y un ancho de hasta 50cm, no cuenta con una red de alcantarillado; el relieve es montañoso de carácter suave, donde las pendientes máximas alcanzan hasta un 25% a lo largo de la primera mitad de la vía, seguido de pendientes más suaves pero con más variedad, oscilando entre el 2% y el 12% en tramos más cortos.

Figura 11: Perfil vertical de la vía existente.



Fuente: Autor.

2.2.2 Estudios de tráfico

Posterior y parte de los estudios previos al diseño, también se realizó un estudio de tráfico basado en un conteo vehicular manual, el cual se realizó desde las 5:00 hasta las 19:00 horas, durante 7 días, desde el lunes 12 de junio hasta el domingo 19 de junio del 2023; en este estudio se pudo determinar que la mayor parte de afluencia de tráfico se da con vehículos livianos mayoritariamente de transporte mixto, pocos vehículos pesados divididos entre volquetas y buses.

El promedio de vehículos que circularon en esa semana fue de 107.71 livianos, 2.86 buses y 2.43 volquetas, dando un total de 113 vehículos que circulan diario por la vía al barrio Pirincay.

Tabla 5: Conteo vehicular calle del barrio Pirincay

ESTACIÓN 1:PIRINCAY																
COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO EN EL CONTEO																
	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo		Promedio	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%								
Livianos	124	95%	112	95%	119	95%	127	95%	120	95%	82	94%	70	97%	107.71	95.32%
Buses	3	2%	3	3%	3	2%	3	2%	3	2%	3	3%	2	3%	2.86	2.53%
Cam 2 ejes	3	2%	3	3%	3	2%	3	2%	3	2%	2	2%	0	0%	2.43	2.15%
Cam 3 ejes	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0.00	0.00%
Cam 4 ejes	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0.00	0.00%
	130	100%	118	100%	125	100%	133	100%	126	100%	87	100%	72	100%	113.00	100%

Fuente: Autor

2.2.2.1 Análisis del TPDA.

Continuando con el estudio de tráfico, y utilizando los resultados de la composición del tráfico mediante el conteo, se hizo el análisis del tráfico promedio diario anual (TPDA), obteniendo algunos factores de variación:

El factor hora (Fh): transforma el volumen del conteo registrado en horas a un volumen diario promedio y se calcula dividiendo el total del conteo automático del día sobre la sumatoria del conteo automático de las horas que corresponden al conteo manual del mismo día.

El factor diario (Fd): transforma el volumen diario promedio en un volumen semanal promedio, el cálculo es la división del promedio diario semanal del conteo automático sobre el total del conteo del día.

El factor semanal (FS): transforma el volumen semanal promedio en un volumen mensual promedio, se calcula dividiendo el promedio semanal del mes del conteo automático para el total del conteo de la semana del conteo automático, cuando no existe la información del mes el factor se calcula con las semanas del mes.

El factor mensual (FM): transforma el volumen mensual promedio en tráfico promedio diario anual, para este factor necesitamos el consumo del combustible del año más cercano a la fecha del conteo, se divide el promedio mensual del año para el consumo total del mes correspondiente al mes del conteo.

Tabla 6: Consumo de combustible año 2019 – Azuay (en galones).

	ECO	SUPER	PREMIUM	TOTAL
ENERO	6,106,889	637,968	5,173,659	11,918,516
FEBRERO	5,770,463	613,513	4,623,330	11,007,306
MARZO	6,395,713	677,260	5,489,085	12,562,058
ABRIL	5,979,145	601,707	4,856,436	11,437,288
MAYO	6,495,412	656,891	5,448,859	12,601,162
JUNIO	6,262,569	633,654	5,639,632	12,535,855
JULIO	6,276,841	668,119	5,847,766	12,792,726
AGOSTO	5,867,398	787,983	6,370,330	13,025,711
SEPTIEMBRE	6,314,134	825,896	6,154,294	13,294,324
OCTUBRE	6,286,763	861,657	6,205,703	13,354,123
NOVIEMBRE	6,192,104	895,740	6,296,270	13,384,114
DICIEMBRE	6,714,837	972,230	5,796,634	13,483,701
TOTAL	74,662,268	8,832,618	67,901,998	151,396,884
CONSUMO PROMEDIO MENSUAL DE COMBUSTIBLES AL AÑO (EN GALONES):				12,616,407

Fuente: Balance mensual regional hidrocarburos y actas de despachos Petro comercial.

En este caso solo contamos con el conteo manual, entonces todos los cálculos que requieren el conteo automático se los hará con la información del conteo manual. Y por último se calcula el factor de expansión de cada día, multiplicando los factores correspondientes de cada uno de los días de la semana.

$$Fe = FH \times FD \times FS \times FM \quad (3)$$

Tabla 7: Cálculo de los factores del TPDA

CALCULO DE FACTORES DE MAYORACIÓN PARA <i>TPDA</i> ₂₀₂₃							
Factor	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Factor Horario (FH) =	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Factor Diario (FD) =	0.869	0.958	0.904	0.850	0.897	1.299	1.569
Factor Semanal (FS) =	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071	1.071
Factor Mensual (FM) =	1.006	1.006	1.006	1.006	1.006	1.006	1.006
Factor de Expansión (Fe) =	0.937	1.032	0.975	0.916	0.967	1.400	1.692

Fuente: Autor

Mediante la ecuación:

$$TPDA = T_o * Fe \quad (4)$$

tenemos que nuestro TPDA es:

$$TPDA = 113.00 * 1.692 = 191.20$$

2.2.2.2 Tráfico futuro.

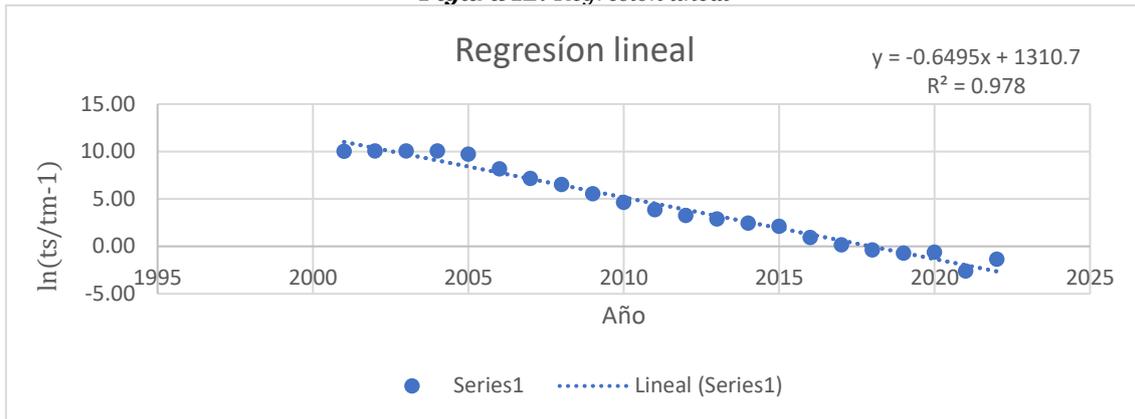
Para el tráfico futuro se toma como base el historial de los vehículos matriculados en la zona y el crecimiento poblacional; para la proyección de los vehículos livianos se usa el método LOGIT, este método usa como parámetro base la tasa de saturación (Ts), y consiste en obtener la tasa de motorización (Tm), en base a la fórmula:

$$Tm = \frac{Ts}{1 + e^{a+bt}} \quad (5)$$

Se emplea varios procesos matemáticos para determinar el Tm ajustado, iniciando con una tasa de saturación arbitraria y mediante una regresión lineal en la formula despejada:

$$a + bt = \ln \frac{Ts}{Tm} - 1 \quad (6)$$

Figura 12: Regresión lineal



Fuente: Autor

Obtenemos la línea de tendencia, esta regresión lineal se irá modificando haciendo varias iteraciones cambiando el valor de T_s hasta que R^2 sea lo más próximo a 1, encontramos el valor de T_s , con el cual se encuentran los valores de las constantes a y b , luego, con este resultado se procede a calcular la tasa de motorización para cada año y con esto la cantidad de vehículos livianos para cada uno de los años futuros según el periodo de diseño.

Tabla 8: Valores T_s , a , b y R^2

T_s	989.00
a	1310.73
b	-0.6495
R^2	0.978

Fuente: Autor

Por último, se calcula la tasa de crecimiento de los vehículos livianos por periodos de cada cinco años, mediante la fórmula de la población futura:

$$Pf = PA(1 + i)^n \quad (7)$$

Tomando las variables P_f y PA los valores de los vehículos ajustados, con este porcentaje se calcula el tráfico futuro de los vehículos livianos por cada periodo, tomando al TPDA calculado como base.

Para la proyección de los buses y camiones, se usó el método de crecimiento poblacional, el cual usa la fórmula de la población futura, se realiza el cálculo obteniendo la tasa de crecimiento de la población para los mismos periodos que en los vehículos livianos, se usa esta tasa de crecimiento para calcular el tráfico futuro de buses y camiones hasta el año final según el periodo de diseño.

Tabla 9: Tasa de crecimiento de los vehículos

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2023-2028	1.815%	1.099%	1.099%
2028-2033	1.127%	1.099%	1.099%
2033-2038	1.100%	1.099%	1.099%
2038-2043	1.099%	1.099%	1.099%

Fuente: Autor

Se suma el total de los vehículos livianos, buses y camiones y se obtiene el tráfico futuro total de vehículos para el final del periodo de diseño.

Tabla 10: Cálculo del tráfico futuro

Vehículo	Conteo	Fe	TPDA 2023	TPDA 2028	TPDA 2033	TPDA 2038	TPDA 2043				
LIVIANOS	107.71	1.692	182.26	1.815%	199.42	1.127%	210.9	1.100%	222.78	1.099%	235.30
BUSES	2.86	1.692	4.83	1.099%	5.11	1.099%	5.4	1.099%	5.71	1.099%	6.04
CAMIONES	2.43	1.692	4.11	1.099%	4.35	1.099%	4.6	1.099%	4.86	1.099%	5.14
Total	113.00		191.20		208.88		220.92		233.35		247.00

Fuente: Autor

2.2.2.3 Clasificación de la carretera

Para la clasificación de la carretera se tomó como parámetro, la clasificación de las carreteras según el MTOP, y con ello se determinó que, según la proyección del tráfico futuro de los vehículos, la carretera tiene como función ser Colectora de clase IV, ya que esta sería la conexión entre la vía principal, que es un corredor arterial y las calles vecinales que son los ingresos a las viviendas.

Tabla 11: Clasificación de las Carreteras.

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (SEGÚN MTOP)	TPDA (AÑO FINAL DE DISEÑO)
Corredor arterial	RI – RII	>8000
Corredor arterial o colectora	I	3000 - 8000
Corredor arterial o colectora	II	1000 – 3000
Colectora	III	300 – 1000
Colectora o vecinal	IV	100 – 300
Vecinal	V	<100

Fuente: MTOP, 2003.

2.2.3 Estudio geotécnico

2.2.3.1 Estudio de suelos

Según los “ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DE PAVIMENTACIÓN PARA VARIAS VÍAS DEL CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY”, realizados por el GAD municipal del cantón Paute a través de la empresa *SueloTec*, realizado en el año 2019, se realizaron 16 calicatas a cielo abierto en varios sectores del cantón, ubicando dos de ellas en el barrio Pirincay, estas tuvieron a una profundidad de hasta 2 m.

En dicho estudio se realizaron varias pruebas de laboratorio, entre ellas tenemos: Granulometría basado en la norma ASTM D422-63, para obtener una muestra representativa de la masa del suelo; contenido de humedad natural (ASTM D2216); plasticidad, a través de las pruebas llamadas “Límites de Atterberg”, siendo estas las de limite líquido (ASTM 423-66) y limite plástico (ASTM 424-59); pruebas de compactación de materiales, en esta oportunidad se realizó el ensayo de Proctor Modificado regido bajo las normas ASSHTO T180-70; y por último la prueba del valor relativo de soporte CBR (ASTM D1883-73).

Tabla 12: *Coordenadas UTM de calicatas.*

CALICATA N°	NORTE	ESTE
P1	9690447	748434
P2	9690522	748466

Fuente: *Consultor.*

Tabla 13: Perfil estratigráfico calicata N° 1

CALICATA N° P1		DESCRIPCION					
0.1			MATERIAL GRANULAR TIPO LASTRE e=20cm				
0.2							
0.3	ARENAS GRAVO-LIMOSAS, NO PLASTICAS, COLOR CAFÉ OSCURO, CON PRESENCIA DE BOLEOS DE DIAMETROS MAYORES A 15cm						
0.4							
0.5							
0.6			Pozo P1				
0.7			GRAVA G =	30%	Humedad Natural	HN =	10%
0.8			ARENA S =	58%	Limite Liquido	LL =	NP
0.9			FINOS F =	12%	Limite Plastico	LP =	NP
1					Indice de Plasticidad	IP =	NP
1.1			CLASIFICACION				
1.2			SUCS	SM	Densidad Maxima	γ=	1970%
1.3			AASHO	A-2	Humedad Optima	OP=	11%
1.4					CBR	%	6.4%
1.5							
1.6							
1.7							
1.8							
1.9							
2							

Fuente: Consultor

Tabla 14: Perfil estratigráfico calicata N° 2

CALICATA N° P2		DESCRIPCION					
0.1			MATERIAL GRANULAR TIPO LASTRE e=15cm				
0.2							
0.3	ARENAS - LIMOSAS, NO PLASTICAS, COLOR CAFÉ OSCURO, CON PRESENCIA DE BOLEOS DE DIAMETROS MAYORES A 15cm						
0.4							
0.5							
0.6			Pozo P2				
0.7			GRAVA G =	30%	Humedad Natural	HN =	13%
0.8			ARENA S =	60%	Limite Liquido	LL =	NP
0.9			FINOS F =	10%	Limite Plastico	LP =	NP
1					Indice de Plasticidad	IP =	NP
1.1			CLASIFICACION				
1.2			SUCS	SM	Densidad Maxima	γ=	1960%
1.3			AASHO	A-2	Humedad Optima	OP=	14%
1.4					CBR	%	5.2%
1.5							
1.6							
1.7							
1.8							
1.9							
2							

Fuente: Consultor

2.2.3.2 Valor relativo soporte normal (CBR)

Con los datos obtenidos en el estudio de suelos, se procedió a calcular el CBR ajustado al percentil del 75% según el nivel de tránsito calculado con el nivel de ESAL's obtenido mediante el estudio de tránsito.

Tabla 15: Valor percentil para diseño de subrasante de acuerdo al nivel de tránsito.

Nivel de tránsito	Valor percentil para diseño de subrasante
< 10,000 ESAL's	60%
10,000 – 1,000,000 ESAL's	75%
> 1,000,000 ESAL's	87.5%

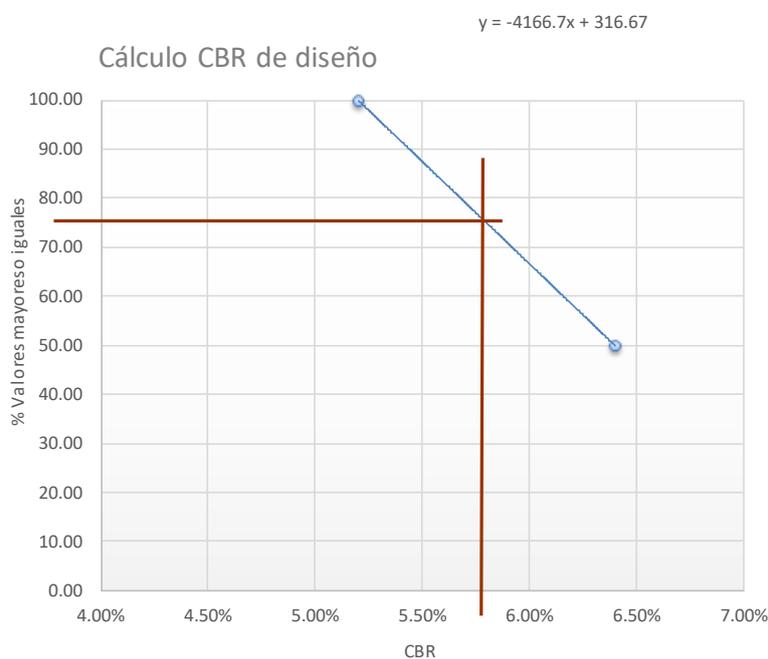
Fuente: Consultor

Tabla 16: Resumen de CBR obtenido en Laboratorio –Barrio Pirincay.

CALICATA N°	VALOR DE CBR AL 95%	N° de valores	%
P1	6.40%	2	50
P2	5.20%	1	100

Fuente: Consultor

Figura 13: Obtención del CBR de diseño al percentil 75% - Barrio Pirincay.



Fuente: Consultor

Mediante estos datos y con los cálculos respectivos se determinó que el CBR de diseño para la subrasante de la vía en el barrio Pirincay en el cantón Paute es igual a 5.80%.

2.3 Diseño geométrico

Para el diseño geométrico se estudió todos los parámetros que influyen en el dimensionamiento y estructura de una vía, partiendo por un análisis minucioso de cada variable, luego se buscó y comparó los resultados con los recomendados por (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003), con el objetivo de tener un diseño que cumpla con las normas ecuatorianas y poder asegurar un tránsito seguro y confiable.

2.3.1 Diseño horizontal

2.3.1.1 Grado de curvatura

El grado de curvatura se calculó aplicando la fórmula que relaciona el arco de la curva, este es:

$$Gs = \frac{180^\circ * s}{\pi * R} \quad (8)$$

Esto se aplicó a cada curva que el diseño mostro, sin embargo, ya que este valor es inversamente proporcional al radio, y para asegurar una movilidad segura, el valor máximo que se podía utilizar para el diseño es, según el radio mínimo y una unidad “s” igual a 30m:

$$Gs_{max} = 114.5916^\circ$$

Tabla 17: Cuadro de curvas horizontales

Número	Tipo	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura por arco	Longitud de cuerda
1	Curva	33.808m	0+125.28m	0+159.08m	300.000m	005.7296 (g)	33.790m
2	Curva	32.862m	0+172.57m	0+205.43m	200.000m	008.5944 (g)	32.825m
3	Curva	33.073m	0+210.90m	0+243.97m	45.000m	038.1972 (g)	32.334m
4	Curva	23.880m	0+253.25m	0+277.13m	45.000m	038.1972 (g)	23.601m
5	Curva	39.280m	0+311.85m	0+351.13m	15.000m	114.5916 (g)	28.980m
6	Curva	10.230m	0+407.61m	0+417.84m	150.000m	011.4592 (g)	10.228m
7	Curva	72.715m	0+439.53m	0+512.24m	40.000m	042.9718 (g)	63.108m
8	Curva	14.428m	0+513.86m	0+528.28m	200.000m	008.5944 (g)	14.425m
9	Curva	22.281m	0+535.08m	0+557.36m	200.000m	008.5944 (g)	22.270m
10	Curva	20.315m	0+580.24m	0+600.56m	70.000m	024.5553 (g)	20.243m
11	Curva	52.092m	0+609.38m	0+661.47m	70.000m	024.5553 (g)	50.899m
12	Curva	55.770m	0+667.62m	0+723.39m	70.000m	024.5553 (g)	54.306m
13	Curva	22.820m	0+726.99m	0+749.81m	70.000m	024.5553 (g)	22.720m
14	Curva	21.586m	0+775.53m	0+797.11m	70.000m	024.5553 (g)	21.501m
15	Curva	9.211m	0+811.09m	0+820.30m	20.000m	085.9437 (g)	9.130m
16	Curva	19.024m	0+826.42m	0+845.44m	15.000m	114.5916 (g)	17.774m
17	Curva	14.221m	0+864.90m	0+879.12m	70.000m	024.5553 (g)	14.196m
18	Curva	18.168m	0+917.20m	0+935.37m	70.000m	024.5553 (g)	18.117m
19	Curva	50.070m	0+942.85m	0+992.92m	50.000m	034.3775 (g)	48.004m
20	Curva	10.547m	1+000.42m	1+010.97m	100.000m	017.1887 (g)	10.542m
21	Curva	13.472m	1+045.05m	1+058.53m	100.000m	017.1887 (g)	13.462m
22	Curva	16.815m	1+059.72m	1+076.53m	70.000m	024.5553 (g)	16.774m
23	Curva	21.201m	1+100.40m	1+121.60m	40.000m	042.9718 (g)	20.954m
24	Curva	16.769m	1+124.19m	1+140.95m	15.000m	114.5916 (g)	15.909m
25	Curva	54.925m	1+188.04m	1+242.97m	70.000m	024.5553 (g)	53.527m
26	Curva	19.757m	1+297.05m	1+316.81m	40.000m	042.9718 (g)	19.557m
27	Curva	23.522m	1+319.72m	1+343.24m	30.000m	057.2958 (g)	22.924m
28	Curva	13.760m	1+373.14m	1+386.90m	30.000m	057.2958 (g)	13.640m
29	Curva	13.375m	1+396.03m	1+409.41m	70.000m	024.5553 (g)	13.354m
30	Curva	11.657m	1+484.33m	1+495.98m	70.000m	024.5553 (g)	11.643m
31	Curva	11.736m	1+509.78m	1+521.52m	70.000m	024.5553 (g)	11.722m
32	Curva	12.524m	1+534.55m	1+547.07m	15.000m	114.5916 (g)	12.163m
33	Curva	84.595m	1+557.49m	1+642.08m	90.000m	019.0986 (g)	81.515m
34	Curva	26.074m	1+663.01m	1+689.08m	40.000m	042.9718 (g)	25.614m
35	Curva	41.820m	1+690.38m	1+732.20m	70.000m	024.5553 (g)	41.201m
36	Curva	22.545m	1+748.52m	1+771.06m	40.000m	042.9718 (g)	22.248m
37	Curva	18.919m	1+772.93m	1+791.85m	70.000m	024.5553 (g)	18.861m
38	Curva	35.996m	1+803.22m	1+839.21m	30.000m	057.2958 (g)	33.875m

Fuente: Autor.

2.3.1.2 Velocidad de diseño

La velocidad de diseño depende del tipo de vía y de la topografía del lugar, el MTOP nos da un rango de valores que, según estos parámetros, la velocidad de diseño es, para una topografía montañosa y una tipo de vía colectora de clase IV:

$$V = 50 \text{ km/h}, \text{ la recomendada}$$

$$V = 25 \text{ km/h}, \text{ la absoluta}$$

Tabla 18: Velocidad de Diseño

Categoría de la vía	Velocidad de diseño [km/h]											
	Básica				Permisible en tramos difíciles							
	Relieve llano		Relieve ondulado		Relieve montañoso							
	Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
	Recomendada	Absoluta	Recomendada	Absoluta	Recomendada	Absoluta	Recomendada	Absoluta	Recomendada	Absoluta	Recomendada	Absoluta
RI o RII	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: MTOP, 2003

2.3.1.3 Peralte y coeficiente de fricción

Según el MTOP el peralte máximo que se debe manejar para el diseño de una carretera cuya velocidad sea menor a 50 km/h será de:

$$e = 8\%$$

Y, así mismo, también nos da un valor del coeficiente de fricción según la velocidad de diseño, esto es:

$$f = 0.19$$

Para una velocidad de diseño de 50 km/h.

$$f = 0.315$$

Para una velocidad de diseño de 25 km/h.

Tabla 19: Coeficientes de fricción transversales máximos, f_{max}

Velocidad específica. [V _{CH}]	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Coeficiente de fricción. [f _{max}]	0.315	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

Fuente: Diseño geométrico de carreteras, 2013

2.3.1.4 Radio mínimo

Y con estos valores ya establecidos procedemos a calcular el radio mínimo, haciendo los cálculos respectivos mediante la formula:

$$R_{min} = \frac{V_{CH}^2}{127(e_{max} + f_{max})} \quad (9)$$

Obtenemos un valor de 72.908m para una velocidad de 50km/h y 12.459m para la velocidad absoluta de 25km/h:

Valores recomendados por el MTOP para el radio mínimo:

Tabla 20: Radios Mínimos de curvas para valores límites de e y f.

Velocidad de Diseño (kph)	Peralte Máximo e _{max} %	Fricción transversal f _{max}	Radio Mínimo Rmin (m)	
			Calculado	Redondeado
25	8%	0.315	12.459	20
40	8%	0.23	40.640	42
50	8%	0.19	72.908	75
60	10%	0.17	104.987	100
70	10%	0.15	154.331	160
80	10%	0.14	209.974	210
90	10%	0.13	277.302	280
100	10%	0.12	357.910	360
110	10%	0.11	453.693	460
120	10%	0.09	596.768	600

Fuente: MTOP, 2003.

Nota: EL MTOP también nos indica que se puede tomar como Rmin = 15m, siempre y cuando se trate de:

⇒ Aprovechar la infraestructura existente.

⇒ Relieve difícil (escarpado).

⇒ Caminos de bajo costo.

Esto nos da entonces:

$$R_{min} = 15 \text{ m}$$

Para bajas velocidades y caminos difíciles y,

$$R_{min} = 75 \text{ m}$$

Para caminos con velocidades de 50 km/h en adelante.

2.3.2 Diseño vertical

2.3.2.1 Gradientes longitudinales máximas

Las gradientes longitudinales máximas también dependen de la topografía y del tipo de vía, según los valores recomendados por el MTOP, para un relieve montañoso y una carretera de tipo colectora de clase IV la gradiente recomendada es del 8% y la absoluta del 12%.

Según estas pendientes máximas recomendadas, las longitudes máximas permitidas son 1000m para el 8% y 500m para el 12%.

Tabla 21: Gradientes (pendientes) longitudinales máximas en porcentaje.

Categoría de la vía	TPDA Esperado	Valor Recomendado			Valor Absoluto		
		LL	O	M	LL	O	M
RI – RII	>8000	2	3	4	3	4	6
I	3000 - 8000	3	4	6	3	5	7
II	1000 – 3000	3	4	7	4	6	8
III	300 – 1000	4	6	7	6	7	9
IV	100 – 300	5	6	8	6	8	12
V	<100	5	6	8	6	8	14

Fuente: MTOP, 2003

Debido a la topografía actual las gradientes máximas pueden llegar hasta un 20%, si bien no cumple la Normativa se debe considerar la realidad del sector, ya que si es que se plantea mantener el máximo permitido se deberá realizar un corte importante dejando viviendas del sector sin accesos.

2.3.2.2 Distancia de visibilidad de parada y de rebasamiento

Tanto para la visibilidad de parada como para la de rebasamiento se tiene que hacer varios cálculos matemáticos para determinar las distancias mínimas en las que se pueden realizar ciertas maniobras de manera segura, pero buscando en la teoría y en las normas de diseño, se establecen ciertos valores mínimos que se debe respetar para su correcto análisis y diseño, estos valores son:

Visibilidad de parada o frenado, según el MTOP para la velocidad de diseño de 50 km/h la distancia recomendada es de 55m y una distancia absoluta es de 25m.

Tabla 22: Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínima para parada

Categoría de la vía	TPDA Esperado	Valor Recomendado			Valor Absoluto		
		LL	O	M	LL	O	M
RI – RII	>8000	220	180	135	180	135	110
I	3000 - 8000	180	160	110	160	110	70
II	1000 – 3000	160	135	90	135	110	55
III	300 – 1000	135	110	70	110	70	40
IV	100 – 300	110	70	55	70	35	25
V	<100	70	55	40	55	35	25

Fuente: MTOP, 2003

Visibilidad de rebasamiento, dentro de la teoría estudiada por (Grisales, 2013), recomienda distancias mínimas según la velocidad de diseño, esto es para 50 km/h una distancia de rebasamiento mínima de 345m.

Tabla 23: Distancia Mínima de Visibilidad para el Rebasamiento de un vehículo

Velocidad de diseño (Km/h)	Velocidad de Circulación asumida (Km/h)	Velocidad del Vehículo Rebasante (Km/h)	Mínima Distancia de Visibilidad para el Rebasamiento (m)	
			Calculada	Redondeada
40	35	51	266	270
50	43	59	341	345
60	50	66	407	410
70	58	74	482	485
80	66	82	538	540
90	73	89	613	615
100	79	95	670	670
110	87	103	727	730

Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, Grisales 2013

2.3.2.3 Tangentes verticales

Como ya se habló en la teoría, para definir las tangentes verticales se necesitan dos parámetros, las gradientes que ya se establecieron en el apartado anterior y la longitud de la curva vertical, esta se mide por su longitud crítica. Esto nos da para las gradientes recomendadas una longitud de 70m para una pendiente del 12% y 125m para el 8%.

Dado que la topografía actual de la vía supera estos valores de gradientes y longitudes, no se podrá cumplir con dichas especificaciones en todo el trayecto de la vía, abran ciertos tramos cuya longitud crítica será superior a la recomendada. Esto será justificado debido a que, la norma nos indica que esta longitud es limitada para que un camión representativo cargado pueda operar sin mayor reducción de su velocidad y sin producir interferencias mayores en el flujo de tráfico.

Según el estudio de tráfico realizado para este proyecto, el tráfico en la mayor parte de la trayectoria de esta vía se da con vehículos livianos, siendo los pesados los de menor circulación y también que estos solo acceden a la primera parte del acceso donde las pendientes no superan el 10%, por lo tanto, los trayectos con gradiente y longitudes críticas superiores a las recomendadas, solo serán transitados por vehículos livianos que si pueden operar en estas circunstancias.

2.3.2.4 Curvas verticales

Para las curvas verticales tanto cóncavas como convexas, usan formulas basadas en las tangentes verticales, y para estas fórmulas se calcula una constante “k” para cada tipo de curva, esta constante tiene valores mínimos, MTOP nos da una lista de valores mínimos que se deben usar para el dimensionamiento de las curvas verticales, este valor es, para un relieve montañoso, una vía de clase IV y con velocidad de diseño de 50 km/h el k mínimo recomendado para curvas convexas es 7 y para curvas cóncavas 10, y para una velocidad de 25 km/h se recomienda un k de 2 para las convexas y 3 para las cóncavas como mínimo.

Tabla 24: Cuadro de curvas verticales.

Nº	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	Cambio de pendiente	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud de curva de perfil
1	0+090.00m	2191.797m	3.05%	6.61%	3.56%	Cóncavo	11.229	40.000m
2	0+320.00m	2207.000m	6.61%	20.98%	14.37%	Cóncavo	5.569	80.000m
3	0+730.00m	2293.000m	20.98%	6.69%	14.29%	Convexo	4.2	60.000m
4	0+810.00m	2298.352m	6.69%	25.30%	18.61%	Cóncavo	3.15	40.000m
5	0+860.00m	2311.000m	25.30%	9.38%	15.92%	Convexo	2.512	40.000m
6	1+020.00m	2326.000m	9.38%	6.43%	2.95%	Convexo	6.788	20.000m
7	1+160.00m	2335.000m	6.43%	-7.33%	13.76%	Convexo	5.813	80.000m
8	1+310.00m	2324.000m	-7.33%	3.83%	11.16%	Cóncavo	3.584	40.000m
9	1+410.00m	2327.827m	3.83%	-12.00%	15.83%	Convexo	3.791	60.000m
10	1+500.00m	2317.027m	-12.00%	1.62%	13.62%	Cóncavo	2.936	40.000m
11	1+560.00m	2318.000m	1.62%	12.00%	10.38%	Cóncavo	3.854	40.000m
12	1+630.00m	2326.400m	12.00%	1.68%	10.32%	Convexo	3.877	40.000m
13	1+700.00m	2327.578m	1.68%	-9.16%	10.84%	Convexo	3.69	40.000m
14	1+750.00m	2323.000m	-9.16%	-0.97%	8.19%	Cóncavo	4.887	40.000m
15	1+870.00m	2321.835m	-0.97%	-7.30%	6.33%	Convexo	6.32	40.000m

Fuente: Autor.

Valores recomendados para el coeficiente k para las distintas tipos de curvas verticales:

Tabla 25: Curvas verticales convexas mínimas

Velocidad de diseño (Km/h)	Distancia de visibilidad para paradas (m)	Coeficiente $K=S^2 / 426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	55	7.1	7
60	70	11.5	12
70	90	19.01	19
80	110	28.4	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80
120	220	113.62	115

Fuente: MTOP, 2003

Tabla 26: Curvas verticales cóncavas mínimas

Velocidad de diseño (Km/h)	Distancia de visibilidad para paradas (m)	Coeficiente $K=S^2 / 122+ 3.5 * S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente: MTOP, 2003

2.3.3 Diseño transversal

En el diseño transversal describe la sección típica de una vía, esto es las dimensiones que tendrá cada parte de la vía, según la función que cumplirá la vía el MTOP establece dimensiones específicas, estas son: para una vía de categoría IV con relieve montañoso, el ancho de la calzada será de 6m y para el ancho de las bermas 0.6m cada una, dando un ancho total de corona de 7.2m; la cuneta de mínimo 0.3m de profundidad con respecto a la rasante; y el bombeo será de mínimo 2.5% y máximo de 4%.

Tabla 27: Anchos de la calzada.

Categoría de la vía	TPDA Esperado	Ancho de la calzada (m)	
		Recomendable	Absoluto
RI – RII	>8000	7.3	7.3
I	3000 - 8000	7.3	7.3
II	1000 – 3000	7.3	6.5
III	300 – 1000	6.7	6.0
IV	100 – 300	6.0	6.0
V	<100	4.0	4.0

Fuente: MTOP, 2003

Tabla 28: Valores de diseño para el ancho de las bermas

Categoría de la vía	TPDA Esperado	Valor Recomendado			Valor Absoluto		
		LL	O	M	LL	O	M
RI – RII	>8000	3.0	3.0	2.5	3.0	3.0	2.0
I	3000 - 8000	2.5	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5
II	1000 – 3000	2.5	2.5	1.5	2.5	2.0	1.5
III	300 – 1000	2.0	1.5	1.0	1.5	1.0	0.5
IV	100 – 300	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
V	<100	-	-	-	-	-	-

Fuente: MTOP, 2003

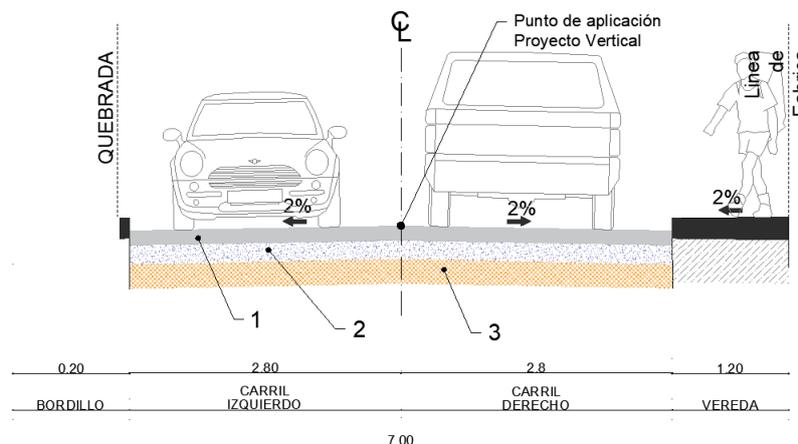
Sin embargo, según los lineamientos determinados por el GAD municipal del Cantón Paute, los dimensionamientos serán:

Tabla 29: Dimensionamiento de la sección.

CALLE	ANCHO DE CALZADA	ANCHO DE ACERA
JOSEFINA	5.6m	1.20m

Fuente: GAD municipal paute

Figura 14: Sección transversal
SECCION TRANSVERSAL



1. Carpeta Asfáltica.
2. Base Clase 1.
3. Sub Base.

Fuente: Autor.

Dádonos un dimensionamiento de 8m para el ancho total de la sección de la vía, sin embargo, en algunos tramos de la vía, los cuales estén junto a quebradas o construcciones existentes y se vea afectado el dimensionamiento, por estos motivos, se tendrá que ajustar a las medidas reales, disminuyendo las mismas en los anchos de vereda dejando la sección de la calzada sin modificar.

2.4 Diseño de pavimento

2.4.1 Estudio de tránsito para el diseño de pavimento.

2.4.1.1 Clasificación de los vehículos

⇒ Vehículos livianos

⇒ Buses

⇒ Camiones

2.4.1.2 Carga equivalente

Para evaluar el efecto en un pavimento flexible de las diferentes cargas a la estándar de 8.2Tn, se ha determinado que la equivalencia entre cargas diferentes se expresa como:

$$\text{Factor de equivalencia de carga} = \left(\frac{P_1}{P_o}\right)^4 \quad (10)$$

Donde:

P_o = carga estándar.

P_1 = carga cuya equivalencia con la estándar se desea calcular.

En el estudio de tránsito se determinó que por la vía pasa a diario dos tipos de vehículos pesados, un bus y un camión de 2 ejes simples, por lo que las cargas equivalentes se calculó para esos dos tipos de vehículos.

Tabla 30: Factores de equivalencia.

Tipo de vehículo	% Vehículos	Cantidad	Factor de equivalencia
Buses	2.53%	2.86	0.91
Camiones	2.15%	2.43	3.24

Fuente: Autor

2.4.1.3 Factor camión

Se entiende por factor camión al número de aplicaciones de ejes sencillos con carga equivalente de 8.2Tn, correspondiente al paso de un vehículo comercial (bus o camión).

La expresión para el factor de camión es la siguiente:

$$Fc = \sum_{i=1}^m p_i * F_i * P \quad (11)$$

Donde:

P_i = porcentaje del total de repeticiones para i -ésimo grupo de vehículos.

F_i = Factor de equivalencia de carga por eje, del i -ésimo grupo de carga.

P = Promedio de ejes por camión pesado.

Para el factor camión se utilizó los dos factores de equivalencia, dando como resultado:

$$Fc = \frac{(2.86 * 0.91 + 2.43 * 3.24)}{2.86 + 2.43} = 1.977$$

2.4.1.4 Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2tn en el carril y periodo de diseño

Una vez determinado el número de vehículos que transitaran en el carril de diseño durante el periodo proyectado, se procede a convertir esta cantidad de vehículos comerciales a ejes simples equivalentes de 8.2Tn mediante el factor de camión, con la siguiente expresión:

$$N = \left(\sum_{\text{Año inicial}}^{\text{Año final}} TPDA \right) * \frac{k1 * k2}{10000} * 365 * Fc \quad (12)$$

N = número de ejes equivalentes.

$k1$ = es el porcentaje de vehículos pesados (buses y camiones).

$k2$ = es el factor carril, tiene en cuenta el porcentaje de vehículos que circulan por el carril de diseño, el valor depende de la cantidad de carriles, para vías de 1 carril: 100%; y para vías de 2 carriles (uno en cada dirección): 50%.

Tabla 31: Número de ejes equivalentes.

k1	k2	Σ TPDA 2023-2043	Fc	N
4.68%	50%	4,628.87	1.978	78,143.70

Fuente: Autor

2.4.2 Método AASHTO

El método AASHTO es uno de los métodos más utilizados para determinar los espesores mínimos en un pavimento, para ello se necesita calcular algunas variables importantes las cuales se detallan a continuación:

2.4.2.1 Variables esenciales para el diseño.

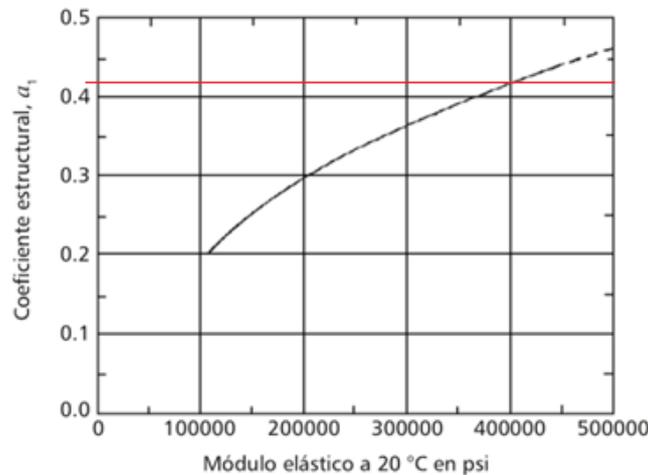
2.4.2.1.1 Módulo resiliente (M_r).

El módulo resiliente está basado en el CBR de cada material:

Para la capa asfáltica, según (Rondón Quintana & Reyes Lizcano, 2015) establece que según la temperatura media anual promedio (TMAP) y la velocidad de diseño, el módulo resiliente tendrá un valor específico; para la temperatura promedio de paute, la cual está entre los 20 y los 25°, el valor del módulo es 2,700 Mpa, transformando a psi nos da 391,601, por un mejor manejo de las gráficas se toma como valor redondeado 400,000 psi.

Para la base y la subbase, se calculó el M_r en base a las gráficas siguientes:

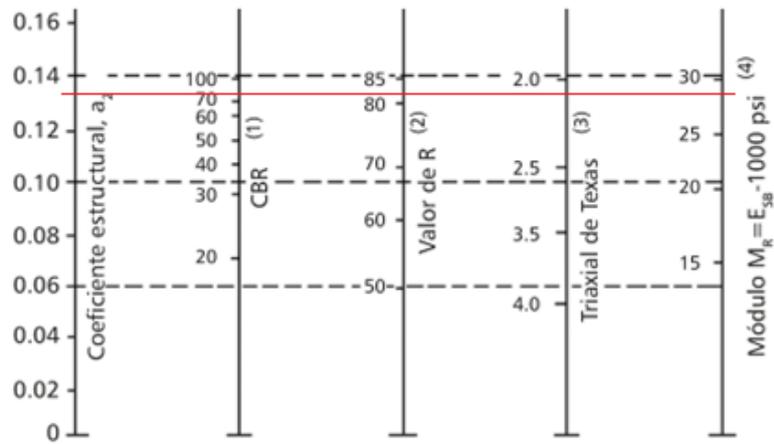
Figura 15: Coeficiente estructural a_1 para mezcla de concreto asfáltico



Fuente: Pavimentos: Materiales, construcción y diseño, Rondón y Reyes, 2015.

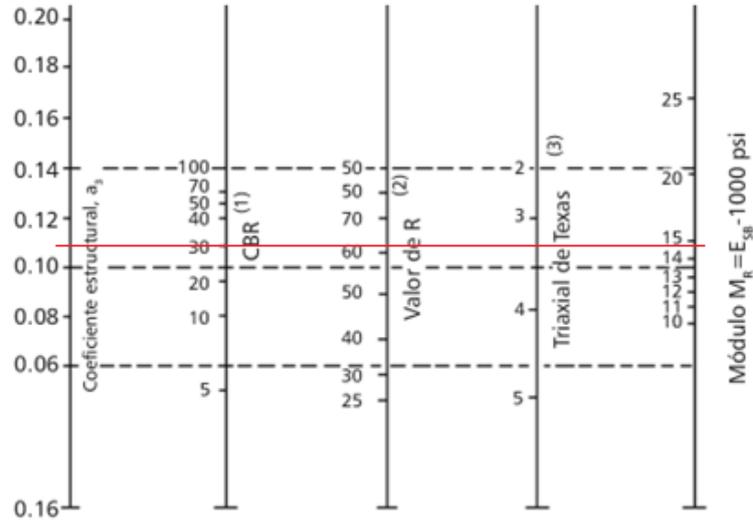
Fuente:

Figura 16: Coeficiente estructural a_2 para base granular no tratada



Fuente: Autor

Figura 17: Coeficiente estructural a_3 para subbase granular no tratada



Fuente: Autor

Obteniendo:

Tabla 32: Valor de M_r y CBR de cada capa.

Material	CBR	Clasificación	M_r [psi]	M_r [Mpa]
Capa asfáltica	-	-	400,000.00	2,757.90
Base	80.0%	Base muy buena	28,954.10	199.63
Subbase	30.0%	Subbase buena	14,648.81	101.00
Subrasante	5.8%	Subrasante mala	7,870.18	54.26

Fuente: Autor

De estos resultados se calculó los valores de los coeficientes estructurales a_i :

Tabla 33: Coeficientes estructurales

a_1 (capa asfáltica)	0.419
a_2 (base)	0.134
a_3 (subbase)	0.107

Fuente: Autor

2.4.2.1.2 El índice de serviciabilidad.

Este se calculó dando un valor inicial de serviciabilidad de 4.2, y según las tablas el índice final para carreteras es de 2.0, por lo tanto, el índice de serviciabilidad es:

$$\Delta PSI = P_0 - P_f \quad (13)$$

Tabla 34: Serviciabilidad final P_f

Tipo de vía	Serviciabilidad final, P_f
Autopista	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5
Zonas industriales	
Pavimento urbano principal	1.5 – 2.0
Pavimento urbano secundario	1.5 – 2.0

Fuente: Pavimentos: Materiales, construcción y diseño, Rondón y Reyes 2015

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

2.4.2.1.3 Coeficientes de drenaje.

Los coeficiente de drenaje m_i se miden a través de las condiciones climáticas, según los datos recolectados en campo y con la teoría tenemos como resultados:

Tabla 35: Valores de m_i recomendados para corregir los coeficientes estructurales de base y subbase granulares.

Tiempo que tarda el agua en ser evacuada	Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
		Menos del 1%	1 – 5%	5 – 25%	Más del 25%
2 horas	Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
1 día	Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
1 semana	Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
1 mes	Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
El agua no evacua	Muy malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Pavimentos: Materiales, construcción y diseño, Rondón y Reyes 2015

Tabla 36: Coeficientes de drenaje m_i

Tiempo de evacuación	Calidad drenaje	Días que llueve	% que llueve	Capa asfáltica [m1]	Base [m2]	Subbase [m3]
1 día	Bueno	80	21.92%	1.00	1.15	1.00

Fuente: Autor

2.4.2.1.4 El nivel de confiabilidad.

El nivel de confiabilidad (R), el valor del fractil de la ley normal centrada (Z_r) y el error normal combinado (S_o), se toma de acuerdo al tipo de vía y al tipo de construcción; en este caso se trata de una vía colectora ubicada en la zona urbana del cantón, su construcción se considera como nueva y el tipo de pavimento será flexible según el recomendado por el MTOP, que dice que para este tipo de carreteras la superficie de rodadura será de grava o doble tratamiento superficial bituminoso (D.T.S.B.).

Tabla 37: Niveles de confiabilidad R recomendados.

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad R (%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 – 99.9	80.0 – 99.9
Arterias principales	80.0 – 99.0	75.0 – 95.0
Colectoras	80.0 – 95.0	75.0 – 95.0
Locales	50.0 – 80.0	50.0 – 80.0

Fuente: Pavimentos: Materiales, construcción y diseño, Rondón y Reyes 2015

Tabla 38: Valores del fractil de la ley normal centrada Z_r .

R (%)	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.99
Z_r	0.000	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.750

Fuente: Pavimentos: Materiales, construcción y diseño, Rondón y Reyes 2015

Tabla 39: Error normal combinado S_o

Proyecto de pavimento	S_o	
	Flexible	Rígido
	0.40 – 0.50	0.30 – 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobre capas	0.50	0.40

Fuente: Pavimentos: Materiales, construcción y diseño, Rondón y Reyes 2015

Tabla 40: Nivel de confiabilidad, valor del fractil y error normal combinado.

R	Z_r	S_o
80%	-0.841	0.45

Fuente: Autor

2.4.2.2 Cálculo de espesores.

Por último, tomando todos los valores de las variables antes mencionadas, las combinamos en una sola fórmula, esto para encontrar el número estructural (SN), y con este número podremos calcular los respectivos espesores de las capas del pavimento. Este proceso requiere de seguir ciertos pasos esenciales:

Primero se calcula el logaritmo en base 10 del número de ejes equivalentes (N), este será nuestro valor buscado en la igualdad, entonces aplicamos la ecuación:

$$\text{Log } N = Z_r * S_o + 9.36 * \text{Log}(SN_i + 1) - 0.20 + \left[\frac{\text{Log} \left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}} \right] + 2.32 * \text{Log}(M_r) - 8.07 \quad (14)$$

Se requiere hacer varias iteraciones en la segunda parte de la formula, variando el valor del número estructural (SN) hasta que el resultado sea igual a Log(N).

Para calcular los espesores de las capas (h_i) que conforman la estructura del pavimento, se utilizan las siguientes formulas:

$$h_1 = \frac{SN_1}{a_1} \quad (15)$$

$$h_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 * m_2} \quad (16)$$

$$h_3 = \frac{SN_3 - SN_2^*}{a_3 * m_3} \quad (17)$$

Para obtener el espesor de la capa de rodadura (h_1) se hacen los cálculos utilizando el Mr de la base, para el cálculo de la base (h_2) se usa el Mr de la subbase y para la subbase (h_3) el Mr de la subrasante; al obtener el SN1 para la capa asfáltica se calcula su espesor, este se redondea para tener un valor cerrado y con este espesor se vuelve a calcular el SN1, siendo estos los valores definitivos, se hace el mismo procedimiento para el SN2 al encontrar h_2 .

Tabla 41: Cálculo del número estructural.

log N	SN1	SN1 ajustado	SN2	SN2 ajustado	SN3	Z _r	S _o	ΔPSI	log (SNi+1)	$\frac{\text{Log} \left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}}$	log(Mr)	Resultado
									0.341	-0.0047015	4.462	4.8927
4.893	1.1944	1.256	1.60	1.564	2.0447	-0.841	0.45	2.20	0.415	-0.0110551	4.166	4.8928
									0.484	-0.0235063	3.896	4.8928

Fuente: Autor

Según (Rondón Quintana & Reyes Lizcano, 2015), las capas de un pavimento deben tener un espesor mínimo:

Tabla 42: Espesores mínimos de capas.

N (10 ⁶)	Espesores mínimos en pulgadas	
	Capa asfáltica	Base granular
<0.05	TSD	4.0
0.05 – 0.15	2.0	4.0
0.15 – 0.50	2.5	4.0
0.50 – 2.00	3.0	6.0
2.00 – 7.00	3.5	6.0
>7.00	4.0	6.0

Fuente: Pavimentos: Materiales, construcción y diseño, Rondón y Reyes 2015

En la siguiente tabla se muestra los espesores calculados y comparados con los espesores mínimos que la teoría especifica:

Tabla 43: Cálculo de los espesores de cada capa.

Tipo de Capa	Espesor en pulgadas				Espesor en cm		
	Calculado	Ajustado	Min	Final	Calculado	mini	Final Redondeado
Capa asfáltica [h ₁]=	2.85	3.00	2.00	3.00	7.62	5.08	8.00
Base [h ₂] =	2.25	2.00	4.00	4.00	10.16	10.16	10.00
Subbase [h ₃] =	4.50	4.50	4.50	4.50	11.43	11.43	11.00

Fuente: Autor

Por lo general en el cálculo de espesores los valores finales no son realistas al momento de construir, y se hace muy difícil cumplir con estas medidas, por ello se realiza un último reajuste el número estructural final (SNR) utilizando la siguiente formula:

$$SNR = h_3(a_3 * m_3) + h_2(a_2 * m_2) + h_1 * a_1 \quad (18)$$

Se hace una comparación entre el SNR (requerido), el cual es igual al número estructural final calculado (SN₃) y el SNR (calculado), este se obtiene modificando los espesores hasta obtener un valor más cercano a la realidad y a lo comercial, esto para tratar de minimizar costos sin alterar la estructura y resistencia deseada.

Tabla 44: Cálculo del SNR requerido.

SNR (requerido)	2.044738691	Capa asfáltica [h1]=	5.00	cm
SNR (calculado)	2.060608519	Base [h2] =	10.00	cm
		Subbase [h3] =	15.00	cm

Fuente: Autor

Para que esto cumpla siempre el SNR (calculado) tiene que ser igual o mayor al SNR (requerido), con estos resultados tenemos los valores finales para los espesores de cada capa de la estructura del pavimento:

Tabla 45: Espesores finales de las capas.

	Calculado		Definido
	pulgadas	cm	cm
Capa asfáltica [h1]=	3.00	8.00	5.00
Base [h2] =	4.00	10.00	10.00
Subbase [h3] =	4.50	11.00	15.00

Fuente: Autor

2.4.3 Mezclas asfálticas

Para concluir con el diseño del pavimento, el determinar cuál es la mejor opción para la mezcla asfáltica que se deberá usar, dependerá en su totalidad del tipo de propiedades que se le quiera atribuir al pavimento, y del tipo de uso que se le vaya a dar a la vía, en referencia al tipo de tráfico esperado, del mismo modo; tener en cuenta las características ambientales de la zona, es decir; que dichas propiedades dependerán de los estudios respectivos y de los datos recolectados previos al diseño. En definitiva, el diseñador recomendará la mejor opción para el diseño según su experiencia y los resultados, de tal manera que, la mezcla asfáltica resultante brinde seguridad, comodidad, durabilidad y precios económicos, entre otros aspectos.

CAPÍTULO III

ESTUDIO ECONÓMICO

3.1 Rubros

De acuerdo a los estudios realizados y a la información proporcionada por el GAD municipal del Cantón Paute, se pudo determinar los rubros necesarios para la ejecución de la obra regeneración de la calle Josefina.

Cabe recalcar que los rubros, precios unitarios y presupuesto, son solo referenciales y se los presenta en forma de propuesta, del GAD municipal del Cantón Paute dependerá los valores y rubros finales, así mismo como la ejecución de la obra.

La obra a ejecutar se han dividido en cinco actividades, las mismas que se desglosan en sus rubros respectivos, a continuación, se detallan cada una de ellas.

3.1.1 Obras preliminares

⇒ Replanteo y nivelación de Vías

3.1.2 Calzada

⇒ Excavación a máquina con excavadora

⇒ Cargado de material con cargadora

⇒ Desalojo de material hasta 6 km

⇒ Relleno Compactado con Material de Sitio

⇒ Conformación y compactación de Subrasante con equipo pesado

⇒ Subbase clase III

⇒ Base granular clase 1, tendido y compactado

⇒ Imprimación asfáltica con barrido mecánico

⇒ Carpeta asfáltica (e=2") Ho Asf. mezclado en planta

3.1.3 Ambiental

- ⇒ Señalización con cinta.
- ⇒ Hidratación de vías
- ⇒ Valla de advertencia de obras y desvío.
- ⇒ Suministro y colocación de parante con base de hormigón
- ⇒ Pasos peatonales de tabla (cinco usos)

3.1.4 Veredas

- ⇒ Excavación a máquina con retroexcavadora
- ⇒ Excavación manual material sin clasificar
- ⇒ Cargado de material con cargadora
- ⇒ Desalojo de material hasta 6 km
- ⇒ Relleno compactado material de mejoramiento
- ⇒ Replanteo de piedra e = 15 cm
- ⇒ Malla electrosoldada R-84
- ⇒ Hormigón Simple $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ (losa de hormigón)
- ⇒ Corte de hormigón de vereda y sellado (junta)
- ⇒ Bordillo de 25x20x30 cm (incluye encofrado)

En el presente listado de rubros no se integran los que pertenecen al diseño de señalética, debido a que este proyecto no integra el estudio de tránsito para el diseño de señalización.

3.2 APU's

El análisis de precios unitarios (APU), de cada rubro se detallará en la sección de Anexos, los valores y detalles presentados de equipo, herramienta, materiales, transporte y mano de obra, en cada APU, se obtuvieron a través de obras reales llevadas a cabo mediante el GAD municipal del cantón Paute, actualizados a los últimos valores que a la fecha maneja dicha institución.

3.3 Presupuesto

Tabla 46: Presupuesto referencial del diseño geométrico y de pavimento de una vía del barrio Pirincay, cantón Paute.

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1		OBRAS PRELIMINARES				4,726.88
1.1	500001	Replanteo y nivelación de Vías	m	1,906.00	2.48	4,726.88
2		CALZADA				330,176.00
2.1	500147	Excavación a máquina con excavadora	m3	13,199.27	1.74	22,966.73
2.2	500004	Cargado de material con cargadora	m3	13,028.46	1.44	18,760.98
2.3	500005	Desalojo de material hasta 6 km	m3	13,028.46	2.11	27,490.05
2.4	500270	Relleno Compactado con Material de Sitio	m3	2,342.22	5.62	13,163.28
2.5	500010	Conformación y compactación de Subrasante con equipo pesado	m2	10,640.00	1.55	16,492.00
2.6	500281	Sub base clase III	m3	1,596.00	24.98	39,868.08
2.7	500143	Base granular clase 1, tendido y compactado	m3	1,064.00	34.02	36,197.28
2.8	500013	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	10,640.00	1.56	16,598.40
2.9	500431	Carpeta asfáltica (e=2") Ho Asf. mezclado en planta	m2	10,640.00	13.03	138,639.20
3		AMBIENTAL				5,852.05
3.1	500015	Señalización con cinta.	m	1,300.00	0.46	598.00
3.2	500016	Hidratación de vías	m2	10,640.00	0.37	3,936.80
3.3	500017	Valla de advertencia de obras y desvío.	u	15.00	33.71	505.65
3.4	500018	Suministro y colocación de parante con base de hormigón	u	20.00	2.86	57.20
3.5	500019	Pasos peatonales de tabla (cinco usos)	u	10.00	75.44	754.40
4		VEREDAS				126,915.42
4.1	500120	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	529.79	3.90	2,066.18
4.2	500006	Excavación manual material sin clasificar	m3	70.00	10.78	754.60
4.3	500004	Cargado de material con cargadora	m3	719.75	1.44	1,036.44
4.4	500005	Desalojo de material hasta 6 km	m3	719.75	2.11	1,518.67
4.5	500030	Relleno compactado material de mejoramiento	m3	595.00	22.42	13,339.90
4.6	500079	Replanteo de piedra e = 15 cm	m2	3,532.00	7.78	27,478.96
4.7	500127	Malla electrosoldada R-84	m2	3,532.00	3.54	12,503.28
4.8	500128	Hormigón Simple f'c = 180 kg/cm2 (losa de hormigón)	m3	160.10	159.30	25,503.93
4.9	500129	Corte de hormigón de vereda y sellado (junta)	m	1,906.00	3.40	6,480.40
4.10	500148	Bordillo de 25x20x30 cm (incluye encofrado)	m	1,906.00	19.01	36,233.06
SUBTOTAL						467,670.35
IVA					12 %	56,120.44
TOTAL						523,790.79

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dentro de la práctica, poder llegar a elaborar un diseño geométrico de carreteras conlleva una amplia secuencia de pasos a seguir previos al diseño como tal, cada uno de estos pasos nos da una mejor visión de lo que llegara a ser el producto final, así como también, nos presenta situaciones únicas en las que se ve dificultoso cumplir en su totalidad las normas y la teoría.

En fin, el diseño geométrico y de pavimento de la vía del barrio Pirincay, concluyó con éxito, dando ciertos resultados importantes de mencionar como:

Según el estudio topográfico, la zona en cuestión es de relieve montañosa con pendientes muy variables yendo desde el 2% hasta el 20% de pendiente, en algunas partes las secciones de la vía no superan los 3m y los costados de la vía están, en su mayoría, entre taludes de gran altura y riscos con pendientes muy pronunciadas, haciendo imposible modificar la topografía en gran medida para mejorar el diseño, esto por su alto costo y la ubicación de algunas construcciones que se sitúan en la parte alta de la montaña, no obstante, eso no impide que se pueda realizar el trazado de la vía con las dimensiones resultantes. Por otra parte, el estudio de tráfico revelo que hay un bajo nivel de tráfico en la zona y que en su mayoría son vehículos livianos, lo que facilita el flujo del tránsito.

Gracias al GAD municipal del cantón Paute, pudimos obtener los resultados de un estudio de suelo que se hizo en la zona, en este estudio se expuso que el suelo en todo el cantón es muy variable con respecto a su calidad, pero que en su mayoría no es de buena calidad, siendo el porcentaje de CBR para el barrio en cuestión de 5.8%, mientras que en el resto del cantón varía entre 3% y 5%, para el barrio Pirincay este porcentaje de CBR clasifica al suelo como un suelo apto para subrasante de mala calidad, necesariamente se tiene que cubrir con material de mejor calidad para aumentar las capacidades portantes del suelo, en obra.

El diseño geométrico tuvo ciertas consideraciones para su diseño: las curvas horizontales según la Norma, tendrán un radio mínimo de 20m, pero debido a la topografía del estado actual de la vía, éstas se podrán disminuir a 15m según el MTOP, la gradientes máximas serán de 25% en un tramo de 10m de longitud y la más crítica de 20% en un tramo

de 347m, por otra parte, las velocidades de diseño serán de máximo 50km/h aunque la mayor parte de la vía, por la topografía, será de 25km/h, no existe un tramo seguro de rebasamiento debido a la cantidad de curvas horizontales existentes en tramos cortos, según la norma mínimo tiene que haber un tramo recto de 345m pero el tramo más largo no supera los 125m. La sección de la vía será de 8m, esto incluye 1.2m de vereda a cada lado y 5.6m de calzada.

En cuanto al diseño de pavimento, el dimensionamiento de los grosores de las capas asfálticas resulto en lo mínimo permisible, siendo estos de: 5cm para la capa asfáltica y 10cm para la base, esto repercute en que los costos finales de construcción serán entonces los más bajos del mercado, aunque debido a que la calidad del suelo de Paute no es de buena calidad, la cantidad de material de mejoramiento que se debe incorporar para mejorar la calidad de la subrasante, esto sería la subbase, es muy alto, siendo este de: 15cm; resultando en un aumento en el costo de los materiales y por ende en la construcción en sí.

Y, finalmente, viendo terminado el diseño geométrico y de pavimento se realizó un estudio económico para obtener un presupuesto referencial de lo que costaría la ejecución de esta obra, tomando en cuenta los rubros básicos esenciales para la vía, sin tomar en cuenta detalles como la señalización o construcciones complementarias como: la estabilidad de taludes o protección de la quebrada, etc., se ha obtenido rubros referente a: obras preliminares, calzada, el ambiente y veredas que es lo que se consideró como lo básico, obtenido de los precios y rubros que maneja el GAD municipal de Paute actualmente, tenemos los presupuestos preliminares:

Tabla 47: Presupuesto referencial vía

Actividad	Costo total \$
Obras preliminares	4,726.8
Calzada	330,176.00
Ambiente	5,852.05
Veredas	126,915.42
Subtotal	467,670.35
IVA	120.44
TOTAL	523,790.79

Fuente: Autor.

Cabe recalcar que los precios tomados para este presupuesto son valores que fueron oficiales al momento de hacer la investigación, y esto puede variar según la fecha que se vaya a ejecutar la obra.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Mundial de la Carretera. (2014). *Importancia de la conservación de carreteras*. La Défense cedex, Paris: SETRA.
- Cal, R., Reyes Spíndola, M., & Cárdenas Grisales, J. (2018). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones*. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Casanova Matera, L. (2002). TOPOGRAFIA PLANA. *Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería, Departamento de Vías.*, 201-220.
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. México: LIMUSA.
- Fernández-Coppel, I. A. (2001). La Proyección UTM. *Area de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Palencia. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*, 5-22.
- Grisales, J. C. (2013). *Diseño geométrico de carreteras*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Hernández Valencia, L. (2011). *MANUAL DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN TOTAL*. Mexico.
- Instituto de Estudios de Regimen Seccional - IERSE. (2022). *Paute Atlas Cantonal*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Lawrence, L. (2001). *GPS fácil. Uso del sistema de posicionamiento global*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Lomoschitz Mora-Figueroa, A. (2005). ¿Qué es y para qué sirve un Estudio Geotécnico en Edificación? *JORNADAS TÉCNICAS SOBRE EDIFICACIÓN EN TERRENOS CANARIOS*, 3.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras* (Vol. 2A). Quito: T.A.M.S. - ASTEC.
- Montejo Fonseca, A. (2002). *INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Morales Sosa, H. A. (2006). *Ingeniería Vial I*. Santo Domingo: Búho.
- Paute, G. (2020). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Canton Paute. *PDOT*, 64-68.
- Rondón Quintana, H. A., & Reyes Lizcano, F. A. (2015). *Pavimentos: Materiales, construcción y diseño*. Bogotá: Ecoe Ediciones Ltda.
- Wolf, P. R., & Ghilani, C. D. (2016). *TOPOGRAFÍA*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor.

ANEXOS

Anexo 1: Conteo vehicular

Tabla 48: Conteo tráfico día 1.

LUGAR	Pirincay Paute		FECHA	lunes, 12 de junio de 2023				
ESTACIÓN	1		ESTADO DE TIEMPO	MAÑANA	Despejada			
ENCUESTADOR	Pablo Barahona			TARDE	Soleada			
DIRECCIÓN DEL TRAFICO	Este - Oeste		HORA FINAL	19:05	NOCHE			
HORA DE INICIO	5:10				Despejada			
HORA	LIVIANOS	BUSES		CAMIONES			TOTAL	H.P
		BUSETA	BUS	LIVIANOS	MEDIANOS	GRANDES		
05:00 a 05:20	1						1	
05:20 a 05:40	0						0	1
05:40 a 06:00	0						0	
06:00 a 06:20	5						5	
06:20 a 06:40	4						4	12
06:40 a 07:00	3						3	
07:00 a 07:20	2		1				3	
07:20 a 07:40	2						2	11
07:40 a 08:00	6						6	
08:00 a 08:20	5				1		6	
08:20 a 08:40	4						4	14
08:40 a 09:00	4						4	
09:00 a 09:20	1						1	
09:20 a 09:40	1				1		2	4
09:40 a 10:00	1						1	
10:00 a 10:20	2						2	
10:20 a 10:40	4						4	7
10:40 a 11:00	1						1	
11:00 a 11:20	8				1		9	
11:20 a 11:40	3						3	17
11:40 a 12:00	5						5	
12:00 a 12:20	3		1				4	
12:20 a 12:40	3						3	13
12:40 a 13:00	6						6	
13:00 a 13:20	4						4	
13:20 a 13:40	3						3	9
13:40 a 14:00	2						2	
14:00 a 14:20	1						1	
14:20 a 14:40	1						1	3
14:40 a 15:00	1						1	
15:00 a 15:20	2						2	
15:20 a 15:40	3						3	7
15:40 a 16:00	2						2	
16:00 a 16:20	1						1	
16:20 a 16:40	2						2	8
16:40 a 17:00	5						5	
17:00 a 17:20	5		1				6	
17:20 a 17:40	7						7	15
17:40 a 18:00	2						2	
18:00 a 18:20	5						5	
18:20 a 18:40	2						2	9
18:40 a 19:00	2						2	
TOTALES	124	0	3	0	3	0	130	
	95.38%	2.31%			2.31%		100.00%	

Fuente: Autor

Tabla 49: Conteo tráfico día 2.

LUGAR		Pirincay Paute		FECHA		martes, 13 de junio de 2023			
ESTACIÓN		1		ESTADO DE TIEMPO		MAÑANA		Despejada	
ENCUESTADOR		Pablo Barahona				TARDE		Soleada	
DIRECCIÓN DEL TRAFICO		Este - Oeste		HORA FINAL		19:00		NOCHE	
HORA DE INICIO		5:00						Despejada	
HORA	LIVIANOS	BUSES		CAMIONES			TOTAL	H.P	
		BUSETA	BUS	LIVIANOS	MEDIANOS	GRANDES			
05:00 a 05:20	0						0	0	
05:20 a 05:40	0						0		
05:40 a 06:00	0						0		
06:00 a 06:20	1						1	6	
06:20 a 06:40	3						3		
06:40 a 07:00	2						2		
07:00 a 07:20	1						1	11	
07:20 a 07:40	2		1				3		
07:40 a 08:00	7						7		
08:00 a 08:20	4				1		5	8	
08:20 a 08:40	1						1		
08:40 a 09:00	2						2		
09:00 a 09:20	3				1		4	8	
09:20 a 09:40	2						2		
09:40 a 10:00	2						2		
10:00 a 10:20	2						2	9	
10:20 a 10:40	5				1		6		
10:40 a 11:00	1						1		
11:00 a 11:20	7						7	14	
11:20 a 11:40	3						3		
11:40 a 12:00	4						4		
12:00 a 12:20	3		1				4	10	
12:20 a 12:40	3						3		
12:40 a 13:00	3						3		
13:00 a 13:20	5						5	11	
13:20 a 13:40	3						3		
13:40 a 14:00	3						3		
14:00 a 14:20	2						2	7	
14:20 a 14:40	4						4		
14:40 a 15:00	1						1		
15:00 a 15:20	1						1	5	
15:20 a 15:40	3						3		
15:40 a 16:00	1						1		
16:00 a 16:20	2						2	7	
16:20 a 16:40	1						1		
16:40 a 17:00	4						4		
17:00 a 17:20	3		1				4	16	
17:20 a 17:40	6						6		
17:40 a 18:00	6						6		
18:00 a 18:20	3						3	6	
18:20 a 18:40	1						1		
18:40 a 19:00	2						2		
TOTALES	112	0	3	0	3	0	118		
	94.92%	0.00%			2.54%		2.54%		

Fuente: Autor

Tabla 50: Conteo tráfico día 3.

LUGAR		Pirincay Paute		FECHA		miércoles, 14 de junio de 2023		
ESTACIÓN	ENCUESTADOR	1		ESTADO DE TIEMPO		MAÑANA	Despejada	
DIRECCIÓN DEL TRAFICO		Este - Oeste		HORA FINAL		TARDE	Soleada	
HORA DE INICIO		5:05		19:00		NOCHE	Despejada	
HORA	LIVIANOS	BUSES		CAMIONES			TOTAL	H.P
		BUSETA	BUS	LIVIANOS	MEDIANOS	GRANDES		
05:00 a 05:20	0						0	2
05:20 a 05:40	0						0	
05:40 a 06:00	2						2	
06:00 a 06:20	2						2	9
06:20 a 06:40	5						5	
06:40 a 07:00	2						2	
07:00 a 07:20	2		1				3	9
07:20 a 07:40	2						2	
07:40 a 08:00	4						4	
08:00 a 08:20	5						5	11
08:20 a 08:40	2						2	
08:40 a 09:00	3				1		4	
09:00 a 09:20	4						4	8
09:20 a 09:40	3						3	
09:40 a 10:00	1						1	
10:00 a 10:20	2						2	9
10:20 a 10:40	4						4	
10:40 a 11:00	3						3	
11:00 a 11:20	5				1		6	16
11:20 a 11:40	4						4	
11:40 a 12:00	6						6	
12:00 a 12:20	2		1				3	7
12:20 a 12:40	1						1	
12:40 a 13:00	3						3	
13:00 a 13:20	3						3	10
13:20 a 13:40	3						3	
13:40 a 14:00	4						4	
14:00 a 14:20	2						2	6
14:20 a 14:40	3						3	
14:40 a 15:00	1						1	
15:00 a 15:20	2				1		3	6
15:20 a 15:40	1						1	
15:40 a 16:00	2						2	
16:00 a 16:20	1						1	6
16:20 a 16:40	2						2	
16:40 a 17:00	3						3	
17:00 a 17:20	5		1				6	17
17:20 a 17:40	8						8	
17:40 a 18:00	3						3	
18:00 a 18:20	4						4	9
18:20 a 18:40	3						3	
18:40 a 19:00	2						2	
TOTALES	119	0	3	0	3	0	125	
	95.20%	2.40%					2.40%	

Fuente: Autor

Tabla 51: Conteo tráfico día 4.

LUGAR		Pirincay Paute		FECHA		Jueves, 15 de junio de 2023			
ESTACIÓN	ENCUESTADOR	1		ESTADO DE TIEMPO		MAÑANA	TARDE	Despejada	
DIRECCIÓN DEL TRAFICO		Este - Oeste		HORA FINAL		19:00	NOCHE	Despejada	
HORA DE INICIO		5:00							
HORA	LIVIANOS	BUSES		CAMIONES			TOTAL	H.P	
		BUSETA	BUS	LIVIANOS	MEDIANOS	GRANDES			
05:00 a 05:20	0						0	2	
05:20 a 05:40	1						1		
05:40 a 06:00	1						1		
06:00 a 06:20	6						6	12	
06:20 a 06:40	2						2		
06:40 a 07:00	4						4		
07:00 a 07:20	6		1				7	13	
07:20 a 07:40	3						3		
07:40 a 08:00	3						3		
08:00 a 08:20	4				1		5	12	
08:20 a 08:40	3						3		
08:40 a 09:00	4						4		
09:00 a 09:20	3						3	6	
09:20 a 09:40	1						1		
09:40 a 10:00	1				1		2		
10:00 a 10:20	1						1	8	
10:20 a 10:40	4						4		
10:40 a 11:00	3						3		
11:00 a 11:20	5						5	15	
11:20 a 11:40	5						5		
11:40 a 12:00	5						5		
12:00 a 12:20	3		1		1		5	14	
12:20 a 12:40	4						4		
12:40 a 13:00	5						5		
13:00 a 13:20	4						4	9	
13:20 a 13:40	3						3		
13:40 a 14:00	2						2		
14:00 a 14:20	2						2	5	
14:20 a 14:40	2						2		
14:40 a 15:00	1						1		
15:00 a 15:20	2						2	5	
15:20 a 15:40	1						1		
15:40 a 16:00	2						2		
16:00 a 16:20	1						1	6	
16:20 a 16:40	2						2		
16:40 a 17:00	3						3		
17:00 a 17:20	6		1				7	17	
17:20 a 17:40	7						7		
17:40 a 18:00	3						3		
18:00 a 18:20	3						3	9	
18:20 a 18:40	4						4		
18:40 a 19:00	2						2		
TOTALES	127	0	3	0	3	0	133		
	95.49%	2.26%					2.26%		

Fuente: Autor

Tabla 52: Conteo tráfico día 5.

LUGAR		Pirincay Paute		FECHA		viernes, 16 de junio de 2023		
ESTACIÓN	1		ESTADO DE TIEMPO		MAÑANA	Despejada		
ENCUESTADOR	Pablo Barahona				TARDE	Soleada		
DIRECCIÓN DEL TRAFICO	Este - Oeste		HORA FINAL		19:15	NOCHE	Despejada	
HORA DE INICIO	5:10							
HORA	LIVIANOS	BUSES		CAMIONES			TOTAL	H.P
		BUSETA	BUS	LIVIANOS	MEDIANOS	GRANDES		
05:00 a 05:20	0						0	0
05:20 a 05:40	0						0	
05:40 a 06:00	0						0	
06:00 a 06:20	5						5	14
06:20 a 06:40	4						4	
06:40 a 07:00	5						5	
07:00 a 07:20	2		1		1		4	11
07:20 a 07:40	3						3	
07:40 a 08:00	4						4	
08:00 a 08:20	6						6	12
08:20 a 08:40	4						4	
08:40 a 09:00	2						2	
09:00 a 09:20	1						1	5
09:20 a 09:40	2						2	
09:40 a 10:00	1				1		2	
10:00 a 10:20	2						2	6
10:20 a 10:40	4						4	
10:40 a 11:00	0						0	
11:00 a 11:20	6						6	15
11:20 a 11:40	4						4	
11:40 a 12:00	5						5	
12:00 a 12:20	1		1				2	5
12:20 a 12:40	0						0	
12:40 a 13:00	3						3	
13:00 a 13:20	4						4	11
13:20 a 13:40	5						5	
13:40 a 14:00	2						2	
14:00 a 14:20	1						1	6
14:20 a 14:40	1						1	
14:40 a 15:00	4						4	
15:00 a 15:20	2				1		3	7
15:20 a 15:40	2						2	
15:40 a 16:00	2						2	
16:00 a 16:20	2						2	9
16:20 a 16:40	2						2	
16:40 a 17:00	5						5	
17:00 a 17:20	6		1				7	19
17:20 a 17:40	7						7	
17:40 a 18:00	5						5	
18:00 a 18:20	4						4	6
18:20 a 18:40	1						1	
18:40 a 19:00	1						1	
TOTALES	120	0	3	0	3	0	126	
	95.24%		2.38%				2.38%	

Fuente: Autor

Tabla 53: Conteo tráfico día 6.

LUGAR		Pirincay Paute		FECHA		sábado, 17 de junio de 2023			
ESTACIÓN	1		ESTADO DE TIEMPO		MAÑANA	TARDE		Despejada	
ENCUESTADOR	Pablo Barahona						Soleada		
DIRECCIÓN DEL TRAFICO	Este - Oeste		HORA FINAL		19:15	NOCHE		Despejada	
HORA DE INICIO	5:15								
HORA	LIVIANOS	BUSES		CAMIONES			TOTAL	H.P	
		BUSETA	BUS	LIVIANOS	MEDIANOS	GRANDES			
05:00 a 05:20	0						0	0	
05:20 a 05:40	0						0		
05:40 a 06:00	0						0		
06:00 a 06:20	2						2	7	
06:20 a 06:40	2						2		
06:40 a 07:00	2				1		3		
07:00 a 07:20	2		1				3	11	
07:20 a 07:40	4						4		
07:40 a 08:00	4						4		
08:00 a 08:20	2						2	7	
08:20 a 08:40	3						3		
08:40 a 09:00	2						2		
09:00 a 09:20	3						3	8	
09:20 a 09:40	2						2		
09:40 a 10:00	3						3		
10:00 a 10:20	2						2	7	
10:20 a 10:40	3						3		
10:40 a 11:00	2						2		
11:00 a 11:20	4						4	9	
11:20 a 11:40	1						1		
11:40 a 12:00	3				1		4		
12:00 a 12:20	1		1				2	7	
12:20 a 12:40	2						2		
12:40 a 13:00	3						3		
13:00 a 13:20	2						2	7	
13:20 a 13:40	3						3		
13:40 a 14:00	2						2		
14:00 a 14:20	1						1	2	
14:20 a 14:40	0						0		
14:40 a 15:00	1						1		
15:00 a 15:20	2						2	4	
15:20 a 15:40	0						0		
15:40 a 16:00	2						2		
16:00 a 16:20	0						0	4	
16:20 a 16:40	2						2		
16:40 a 17:00	2						2		
17:00 a 17:20	5		1				6	11	
17:20 a 17:40	3						3		
17:40 a 18:00	2						2		
18:00 a 18:20	1						1	3	
18:20 a 18:40	2						2		
18:40 a 19:00	0						0		
TOTALES	82	0	3	0	2	0	87		
	94.25%		3.45%				2.30%		

Fuente: Autor

Tabla 54: Conteo tráfico día 7.

LUGAR		Pirincay Paute		FECHA		domingo, 18 de junio de 2023		
ESTACIÓN	1	ESTADO DE TIEMPO		MAÑANA	Despejada		Despejada	
ENCUESTADOR	Pablo Barahona			TARDE	Soleada			
DIRECCIÓN DEL TRAFICO	Este - Oeste			HORA FINAL	19:00	NOCHE	Despejada	
HORA DE INICIO	5:00							
HORA	LIVIANOS	BUSES		CAMIONES			TOTAL	H.P
		BUSETA	BUS	LIVIANOS	MEDIANOS	GRANDES		
05:00 a 05:20	0						0	0
05:20 a 05:40	0						0	
05:40 a 06:00	0						0	
06:00 a 06:20	2						2	6
06:20 a 06:40	1						1	
06:40 a 07:00	3						3	
07:00 a 07:20	2		1				3	8
07:20 a 07:40	2						2	
07:40 a 08:00	3						3	
08:00 a 08:20	3						3	8
08:20 a 08:40	2						2	
08:40 a 09:00	3						3	
09:00 a 09:20	1						1	4
09:20 a 09:40	2						2	
09:40 a 10:00	1						1	
10:00 a 10:20	2						2	7
10:20 a 10:40	4						4	
10:40 a 11:00	1						1	
11:00 a 11:20	4						4	9
11:20 a 11:40	3						3	
11:40 a 12:00	2						2	
12:00 a 12:20	1		1				2	8
12:20 a 12:40	3						3	
12:40 a 13:00	3						3	
13:00 a 13:20	1						1	5
13:20 a 13:40	3						3	
13:40 a 14:00	1						1	
14:00 a 14:20	1						1	2
14:20 a 14:40	1						1	
14:40 a 15:00	0						0	
15:00 a 15:20	2						2	3
15:20 a 15:40	0						0	
15:40 a 16:00	1						1	
16:00 a 16:20	0						0	4
16:20 a 16:40	2						2	
16:40 a 17:00	2						2	
17:00 a 17:20	2						2	5
17:20 a 17:40	3						3	
17:40 a 18:00	0						0	
18:00 a 18:20	2						2	3
18:20 a 18:40	1						1	
18:40 a 19:00	0						0	
TOTALES	70	0	2	0	0	0	72	
	97.22%	2.78%					0.00%	

Fuente: Autor

Anexo 2: Método logit

Tabla 55: Proyección tráfico futuro.

Años	PAUTE			ln(ts/tm-1)	Ts=	989.143
	Población Total	Vehículos Livianos	Tm		Tm ajustado	Vehículos livianos ajustado
2001	23,106.00	1.00	0.04	10.04	0.02	0.00
2002	23,359.88	1.00	0.04	10.05	0.03	1.00
2003	23,616.56	1.00	0.04	10.06	0.06	1.00
2004	23,876.05	1.00	0.04	10.07	0.12	3.00
2005	24,138.40	1.41	0.06	9.73	0.22	5.00
2006	24,403.62	6.72	0.28	8.19	0.42	10.00
2007	24,671.77	19.12	0.78	7.15	0.81	20.00
2008	24,942.85	35.73	1.43	6.54	1.55	39.00
2009	25,216.92	96.15	3.81	5.55	2.96	75.00
2010	25,494.00	240.42	9.43	4.64	5.65	144.00
2011	25,774.12	515.14	19.99	3.88	10.76	277.00
2012	26,057.32	939.85	36.07	3.27	20.39	531.00
2013	26,343.64	1,378.45	52.33	2.88	38.33	1,010.00
2014	26,633.09	2,109.09	79.19	2.44	70.87	1,887.00
2015	26,925.73	2,840.00	105.48	2.13	127.34	3,429.00
2016	27,221.59	7,643.00	280.77	0.93	218.13	5,938.00
2017	27,520.69	12,485.00	453.66	0.17	347.55	9,565.00
2018	27,823.08	16,339.00	587.25	-0.38	503.59	14,011.00
2019	28,128.80	18,642.00	662.74	-0.71	657.86	18,505.00
2020	28,437.87	18,197.00	639.89	-0.61	783.16	22,271.00
2021	28,750.34	26,475.00	920.859	-2.60	869.68	25,004.00
2022	29,066.25	22,797.00	784.31	-1.34	922.93	26,826.00
2023	29,385.62	22,797.00	775.79	-1.29	953.42	28,017.00
2024	29,708.50	22,797.00	767.36	-1.24	970.16	28,822.00
2025	30,034.93	22,797.00	759.02	-1.19	979.13	29,408.00
2026	30,364.95	22,797.00	750.77	-1.15	983.89	29,876.00
2027	30,698.59	22,797.00	742.61	-1.10	986.39	30,281.00
2028	31,035.90	22,797.00	734.54	-1.06	987.70	30,654.00
2029	31,376.92	22,797.00	726.55	-1.02	988.39	31,013.00
2030	31,721.68	22,797.00	718.66	-0.98	988.75	31,365.00
2031	32,070.24	22,797.00	710.85	-0.94	988.94	31,715.00
2032	32,422.62	22,797.00	703.12	-0.90	989.04	32,067.00
2033	32,778.87	22,797.00	695.48	-0.86	989.09	32,421.00
2034	33,139.04	22,797.00	687.92	-0.83	989.11	32,778.00
2035	33,503.16	22,797.00	680.44	-0.79	989.13	33,139.00
2036	33,871.29	22,797.00	673.05	-0.76	989.13	33,503.00
2037	34,243.46	22,797.00	665.73	-0.72	989.14	33,872.00
2038	34,619.72	22,797.00	658.50	-0.69	989.14	34,244.00
2039	35,000.11	22,797.00	651.34	-0.66	989.14	34,620.00
2040	35,384.69	22,797.00	644.26	-0.62	989.14	35,000.00
2041	35,773.49	22,797.00	637.26	-0.59	989.14	35,385.00
2042	36,166.56	22,797.00	630.33	-0.56	989.14	35,774.00
2043	36,563.95	22,797.00	623.48	-0.53	989.14	36,167.00

Fuente: Autor

Anexo 3: Valores de diseño recomendados por el MTOP

Tabla 56: Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción.

Normas	CLASE I 3000-8000 TPDA						CLASE II 1000-3000 TPDA						CLASE III 300-1000 TPDA						CLASE IV 100-300 TPDA						CLASE V MENOS DE 100 TPDA											
	Recomendable			Absoluta			Recomendable			Absoluta			Recomendable			Absoluta			Recomendable			Absoluta			Recomendable			Absoluta								
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25	60	50	40	50	35	25	60	50	40	50	35	25
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20	110	75	42	75	30	20
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25	70	55	40	55	35	25
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110	290	210	150	210	150	110
Peralte	MÁXIMO = 10%																		10%(Para V >50 km/h)						8%(Para V <50 km/h)											
Coefficiente "K" para:																																				
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2	12	7	4	7	3	2
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3	13	10	6	10	5	3
Gradiente longitudinal máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14	5	6	8	6	8	14
Gradiente longitudinal mínima (%)	0.5%																																			
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,7			6,0			6,0			6,0						4,0											
Clase de pavimento	Carpeta asfáltica y hormigón						Carpeta asfáltica						Carpeta asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B. capa granular o Empedrado						Capa granular o Empedrado											
Ancho de espaldones estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,6 (C.V. Tipo 6 y 7)						-											
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V. Tipo 5 y SE)						4,0											
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y SE)						-											
Curva de transición	ÚSENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																			
Puentes	Carga de diseño HS - 20-44; HS -MTOP; HS - 25																																			
	Ancho de la calzada (m) SERA LA DIMENSIÓN DE LA CALZADA DE LA VÍA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																																			
	Ancho de Aceras (m) 0,50 m mínimo a cada lado																																			
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																																			
LL = TERRENO PLANO										O = TERRENO ONDULADO										M = TERRENO MONTAÑOSO																

Fuente: MTOP, 2003

Anexo 4: APU's

Tabla 57: Análisis de precios unitarios de Replanteo y nivelación de Vías

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			0.07	3.38%
100002	Equipo de Nivelación	Hora	1.00000	2.00	0.16667	0.33	15.94%
Subtotal de Equipo:						0.40	19.32%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200001	Estacas de madera 4 x 5 cm	u	0.50000	0.10		0.05	2.42%
200002	Tiras de eucalipto 2 x 5 x 300 cm	u	0.10000	0.80		0.08	3.86%
200003	Clavos	Kg	0.05000	1.91		0.10	4.83%
Subtotal de Materiales:						0.23	11.11%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	1.00	4.05	0.16667	0.68	32.85%	
401002	Topógrafo 2 título experiencia mayor a cinco años	1.00	4.55	0.16667	0.76	36.71%	
Subtotal de Mano de Obra:						1.44	69.57%

Costo Directo Total: 2.07

COSTOS INDIRECTOS		
20 %		0.41

Precio Unitario Total	2.48
------------------------------------	-------------

Fuente: Autor

Tabla 58: Análisis de precios unitarios de Excavación a máquina con excavadora

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			0.02	1.38%
100007	Excavadora	Hora	1.00000	45.00	0.02501	1.13	77.93%
Subtotal de Equipo:						1.15	79.31%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	1.00	4.05	0.02280	0.09	6.21%	
401003	Operador Retroexcavadora(C1-grupo)	1.00	4.55	0.02501	0.11	7.59%	
404005	Engrasador o abastecedor responsable Estr. oc. D2	1.00	4.10	0.02501	0.10	6.90%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.30	20.69%

Costo Directo Total: 1.45

COSTOS INDIRECTOS		
	20 %	0.29

Precio Unitario Total	1.74
------------------------------------	-------------

Fuente: Autor

Tabla 59: Análisis de precios unitarios de Cargado de material con cargadora

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100005	Cargadora	Hora	1.00000	19.00	0.04300	0.82	68.33%
Subtotal de Equipo:						0.82	68.33%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
404005	Engrasador o abastecedor responsable Estr. oc. D2	1.00	4.10	0.04300	0.18	15.00%	
401006	Operador Cargadora frontal (C1-grupo1)	1.00	4.55	0.04300	0.20	16.67%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.38	31.67%

Costo Directo Total: 1.20

COSTOS INDIRECTOS							
20 %						0.24	

Precio Unitario Total						1.44
------------------------------------	--	--	--	--	--	-------------

Fuente: Autor

Tabla 60: Análisis de precios unitarios de Desalojo de material hasta 6 km

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100006	Volqueta 8 m3	Hora	1.00000	27.00	0.05350	1.44	81.82%
Subtotal de Equipo:						1.44	81.82%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
402007	Chofer de volqueta	1.00	5.95	0.05350	0.32	18.18%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.32	18.18%

Costo Directo Total: 1.76

COSTOS INDIRECTOS							
20 %						0.35	

Precio Unitario Total						2.11
------------------------------------	--	--	--	--	--	-------------

Fuente: Autor

Tabla 61: Análisis de precios unitarios de Relleno Compactado con Material de Sitio

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			0.18	3.85%
100018	Plancha vibratoria	Hora	1.00000	2.80	0.30000	0.84	17.95%
Subtotal de Equipo:						1.02	21.79%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	2.00	4.05	0.30000	2.43	51.92%	
404026	Operador de equipo liviano (Est. Ocup. D2)	1.00	4.10	0.30000	1.23	26.28%	
Subtotal de Mano de Obra:						3.66	78.21%

Costo Directo Total: 4.68

COSTOS INDIRECTOS							
--------------------------	--	--	--	--	--	--	--

20 % 0.94

Precio Unitario Total						5.62
------------------------------------	--	--	--	--	--	-------------

Fuente: Autor

Tabla 62: Análisis de precios unitarios de Conformación y compactación de Subrasante con equipo pesado

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100008	Motoniveladora	Hora	1.00000	48.00	0.01002	0.48	37.21%
100009	Rodillo vibratorio	Hora	1.00000	38.00	0.01002	0.38	29.46%
100010	Tanquero de agua	Hora	1.00000	20.00	0.01002	0.20	15.50%
Subtotal de Equipo:						1.06	82.17%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	1.00	4.05	0.01002	0.04	3.10%	
404005	Engrasador o abastecedor responsable Estr. oc. D2	1.00	4.10	0.01002	0.04	3.10%	
402007	Chofer de volqueta	1.00	5.95	0.01002	0.06	4.65%	
401008	Operador motoniveladora (C1-grupo1)	1.00	4.55	0.01002	0.05	3.88%	
403009	Operador de rodillo autopropulsado (C2-grupoII)	1.00	4.33	0.01002	0.04	3.10%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.23	17.83%

Costo Directo Total: 1.29

COSTOS INDIRECTOS		
20 %		0.26

Precio Unitario Total	1.55
------------------------------------	-------------

Fuente: Autor

Tabla 63: Análisis de precios unitarios de subbase clase III

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			0.02	0.10%
100008	Motoniveladora	Hora	1.00000	48.00	0.01000	0.48	2.31%
100009	Rodillo vibratorio	Hora	1.00000	38.00	0.01000	0.38	1.83%
100010	Tanquero de agua	Hora	1.00000	20.00	0.01000	0.20	0.96%
Subtotal de Equipo:						1.08	5.19%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200250	subbase clase 3	m3	1.25000	15.45		19.31	92.75%
Subtotal de Materiales:						19.31	92.75%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	4.00	4.05	0.01000	0.16	0.77%	
401008	Operador motoniveladora (C1-grupo1)	1.00	4.55	0.01000	0.05	0.24%	
403009	Operador de rodillo autopropulsado (C2-grupoII)	1.00	4.33	0.01000	0.04	0.19%	
402008	Chofer Tanqueros	1.00	5.95	0.01000	0.06	0.29%	
405012	Ayudante de Operador de equipo (E2)	3.00	4.05	0.01000	0.12	0.58%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.43	2.07%

Costo Directo Total: 20.82

COSTOS INDIRECTOS		
	20 %	4.16

Precio Unitario Total	24.98
------------------------------------	--------------

Fuente: Autor

Tabla 64: Análisis de precios unitarios de Base granular clase 1, tendido y compactado

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			0.05	0.18%
100005	Cargadora	Hora	1.00000	19.00	0.03000	0.57	2.01%
100008	Motoniveladora	Hora	1.00000	48.00	0.03000	1.44	5.08%
100009	Rodillo vibratorio	Hora	1.00000	38.00	0.03000	1.14	4.02%
100010	Tanquero de agua	Hora	1.00000	20.00	0.03000	0.60	2.12%
Subtotal de Equipo:						3.80	13.40%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200005	Base Clase I 100 % triturada	m3	1.30000	18.00		23.40	82.54%
Subtotal de Materiales:						23.40	82.54%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
300001	VOLQUETE	Km	24.00000	0.20	0.04	0.19	0.67%
Subtotal de Transporte:						0.19	0.67%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	1.00	4.05	0.03000	0.12	0.42%	
404005	Engrasador o abastecedor responsable Estr. oc. D2	2.00	4.10	0.03000	0.25	0.88%	
401006	Operador Cargadora frontal (C1-grupo1)	1.00	4.55	0.03000	0.14	0.49%	
402007	Chofer de volqueta	1.00	5.95	0.03000	0.18	0.63%	
401008	Operador motoniveladora (C1-grupo1)	1.00	4.55	0.03000	0.14	0.49%	
403009	Operador de rodillo autopropulsado (C2-grupoll)	1.00	4.33	0.03000	0.13	0.46%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.96	3.39%

Costo Directo Total: 28.35

COSTOS INDIRECTOS

20 % 5.67

Precio Unitario Total	34.02
------------------------------------	--------------

Fuente: Autor

Tabla 65: Análisis de precios unitarios de Imprimación asfáltica con barrido mecánico

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100011	Tanquero distribuidor de asfalto	Hora	1.00000	27.00	0.00799	0.22	16.92%
100012	Escoba mecánica	Hora	1.00000	8.00	0.00799	0.06	4.62%
Subtotal de Equipo:						0.28	21.54%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200006	Asfalto	gl	0.26000	2.10		0.55	42.31%
200007	Diesel	gl	0.13200	1.90		0.25	19.23%
Subtotal de Materiales:						0.80	61.54%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	4.00	4.05	0.00799	0.13	10.00%	
403010	Operador de Distribuidor de asfalto (C2-grupoll)	1.00	4.33	0.00799	0.03	2.31%	
403011	Operador de barredora autopropulsada(C2-grupoll)	1.00	4.33	0.00799	0.03	2.31%	
404005	Engrasador o abastecedor responsable Estr. oc. D2	1.00	4.10	0.00799	0.03	2.31%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.22	16.92%

Costo Directo Total: 1.30

COSTOS INDIRECTOS		
20 %		0.26

Precio Unitario Total	1.56
------------------------------------	-------------

Fuente: Autor

Tabla 66: Análisis de precios unitarios de Carpeta asfáltica (e=2") Ho Asf. mezclado en planta

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100005	Cargadora	Hora	1.00000	19.00	0.00570	0.11	1.01%
100009	Rodillo vibratorio	Hora	1.00000	38.00	0.00570	0.22	2.03%
100013	Planta Asfáltica	Hora	1.00000	140.00	0.00570	0.80	7.37%
100014	Rodillo Neumático	Hora	1.00000	28.00	0.00570	0.16	1.47%
100015	Terminadora de asfalto	Hora	1.00000	30.00	0.00570	0.17	1.57%
Subtotal de Equipo:						1.46	13.44%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200007	Diesel	gl	0.46000	1.90		0.87	8.01%
200009	Aditivo para carpetas asfálticas	gl	0.01100	13.00		0.14	1.29%
200394	Sum, Mezcla Asfaltica en Obra	m3	0.06500	125.00		8.13	74.86%
Subtotal de Materiales:						9.14	84.16%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	4.00	4.05	0.00570	0.09	0.83%	
401006	Operador Cargadora frontal (C1-grupo1)	1.00	4.55	0.00570	0.03	0.28%	
403009	Operador de rodillo autopropulsado (C2-grupoll)	2.00	4.33	0.00570	0.05	0.46%	
405012	Ayudante de Operador de equipo (E2)	2.00	4.05	0.00570	0.05	0.46%	
403013	Operador responsable de planta asfáltica(C2-grupoll)	1.00	4.33	0.00570	0.02	0.18%	
403014	Operador de acabadora de pavimento asfáltico (C2-grupoll)	1.00	4.33	0.00570	0.02	0.18%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.26	2.39%

Costo Directo Total: 10.86

COSTOS INDIRECTOS	
--------------------------	--

20 % 2.17

Precio Unitario Total	13.03
------------------------------------	--------------

Fuente: Autor

Tabla 67: Análisis de precios unitarios de Señalización con cinta.

COSTOS DIRECTOS							
Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			0.00	0.00%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%
Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
200010	Cinta plástica	m	1.00000	0.30		0.30	78.95%
Subtotal de Materiales:						0.30	78.95%
Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%
Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	1.00	4.05	0.01900	0.08	21.05%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.08	21.05%
Costo Directo Total:						0.38	
COSTOS INDIRECTOS							
20 %						0.08	
Precio Unitario Total						0.46	

Fuente: Autor

Tabla 68: Análisis de precios unitarios de Hidratación de vías

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100010	Tanquero de agua	Hora	1.00000	20.00	0.01000	0.20	64.52%
Subtotal de Equipo:						0.20	64.52%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200011	Agua	lt	1.00000	0.01		0.01	3.23%
Subtotal de Materiales:						0.01	3.23%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
402007	Chofer de volqueta	1.00	5.95	0.01000	0.06	19.35%	
405001	Peón	1.00	4.05	0.01000	0.04	12.90%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.10	32.26%

Costo Directo Total: 0.31

COSTOS INDIRECTOS		
	20 %	0.06

Precio Unitario Total	0.37
------------------------------------	-------------

Fuente: Autor

Tabla 69: Análisis de precios unitarios de Valla de advertencia de obras y desvío.

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			0.42	1.50%
Subtotal de Equipo:						0.42	1.50%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200003	Clavos	Kg	0.10000	1.91		0.19	0.68%
200012	Tiras de eucalipto 4 x 5 x 300 cm	u	1.30000	2.00		2.60	9.26%
200013	Tela para publicidad	m	1.00000	15.00		15.00	53.40%
200014	Pingos de eucalipto	m	1.50000	1.00		1.50	5.34%
Subtotal de Materiales:						19.29	68.67%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405015	Estructura ocupacional E2	1.00	4.05	1.00000	4.05	14.42%	
403016	Dibujante (Estruc. ocup C2)	1.00	4.33	1.00000	4.33	15.41%	
Subtotal de Mano de Obra:						8.38	29.83%

Costo Directo Total: 28.09

COSTOS INDIRECTOS		
20 %		5.62

Precio Unitario Total	33.71
------------------------------------	--------------

Fuente: Autor

Tabla 70: Análisis de precios unitarios de Suministro y colocación de parante con base de hormigón

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			0.08	3.36%
100016	Concretera un saco	Hora	1.00000	3.12	0.15000	0.47	19.75%
Subtotal de Equipo:						0.55	23.11%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200014	Pingos de eucalipto	m	0.07500	1.00		0.08	3.36%
200015	Cemento puesto en obra	saco	0.00800	8.00		0.06	2.52%
200016	Tabla de encofrado 24 x 3 cm x 300 cm	u	0.03000	3.00		0.09	3.78%
200017	Pintura esmalte	Gln	0.00200	16.00		0.03	1.26%
200018	Arena puesta en obra	m3	0.00100	18.00		0.02	0.84%
200019	Grava puesta en obra	m3	0.00150	17.50		0.03	1.26%
Subtotal de Materiales:						0.31	13.03%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405015	Estructura ocupacional E2	1.00	4.05	0.18700	0.76	31.93%	
404017	Estructura ocupacional D2	1.00	4.10	0.18600	0.76	31.93%	
Subtotal de Mano de Obra:						1.52	63.87%

Costo Directo Total: 2.38

COSTOS INDIRECTOS		
20 %		0.48

Precio Unitario Total	2.86
------------------------------------	-------------

Fuente: Autor

Tabla 71: Análisis de precios unitarios de Pasos peatonales de tabla (cinco usos)

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			2.44	3.88%
Subtotal de Equipo:						2.44	3.88%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200003	Clavos	Kg	0.73500	1.91		1.40	2.23%
200012	Tiras de eucalipto 4 x 5 x 300 cm	u	0.50000	2.00		1.00	1.59%
200016	Tabla de encofrado 24 x 3 cm x 300 cm	u	1.00000	3.00		3.00	4.77%
200020	vigas de madera	u	1.00000	3.00		3.00	4.77%
200021	pingos de madera	u	0.50000	1.50		0.75	1.19%
200022	Malla hexagonal de 5/8	m2	1.00000	2.48		2.48	3.94%
Subtotal de Materiales:						11.63	18.50%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405015	Estructura ocupacional E2	2.00	4.05	4.00000	32.40	51.53%	
404017	Estructura ocupacional D2	1.00	4.10	4.00000	16.40	26.09%	
Subtotal de Mano de Obra:						48.80	77.62%

Costo Directo Total: 62.87

COSTOS INDIRECTOS		
	20 %	12.57

Precio Unitario Total	75.44
------------------------------------	--------------

Fuente: Autor

Tabla 72: Análisis de precios unitarios de Excavación a máquina con retroexcavadora

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			0.05	1.54%
100003	Retroexcavadora	Hora	1.00000	25.00	0.08489	2.12	65.23%
Subtotal de Equipo:						2.17	66.77%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	1.00	4.05	0.08489	0.34	10.46%	
401003	Operador Retroexcavadora(C1-grupo)	1.00	4.55	0.08489	0.39	12.00%	
404005	Egrasador o abastecedor responsable Estr. oc. D2	1.00	4.10	0.08489	0.35	10.77%	
Subtotal de Mano de Obra:						1.08	33.23%

Costo Directo Total: 3.25

COSTOS INDIRECTOS		
	20 %	0.65

Precio Unitario Total	3.90
------------------------------------	-------------

Fuente: Autor

Tabla 73: Análisis de precios unitarios de Excavación manual material sin clasificar

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			0.43	4.79%
Subtotal de Equipo:						0.43	4.79%
Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%
Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%
Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	1.00	4.05	2.11200	8.55	95.21%	
Subtotal de Mano de Obra:						8.55	95.21%
Costo Directo Total:							8.98
COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	1.80
Precio Unitario Total							10.78

Fuente: Autor

Tabla 74: Análisis de precios unitarios de Cargado de material con cargadora

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100005	Cargadora	Hora	1.00000	19.00	0.04300	0.82	68.33%
Subtotal de Equipo:						0.82	68.33%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
404005	Engrasador o abastecedor responsable Estr. oc. D2	1.00	4.10	0.04300	0.18	15.00%	
401006	Operador Cargadora frontal (C1-grupo1)	1.00	4.55	0.04300	0.20	16.67%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.38	31.67%

Costo Directo Total: 1.20

COSTOS INDIRECTOS							
20 %						0.24	

Precio Unitario Total						1.44
------------------------------------	--	--	--	--	--	-------------

Fuente: Autor

Tabla 75: Análisis de precios unitarios de Desalojo de material hasta 6 km

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100006	Volqueta 8 m3	Hora	1.00000	27.00	0.05350	1.44	81.82%
Subtotal de Equipo:						1.44	81.82%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
402007	Chofer de volqueta	1.00	5.95	0.05350	0.32	18.18%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.32	18.18%

Costo Directo Total: 1.76

COSTOS INDIRECTOS							
20 %						0.35	

Precio Unitario Total						2.11	
------------------------------------	--	--	--	--	--	-------------	--

Fuente: Autor

Tabla 76: Análisis de precios unitarios de Relleno compactado material de mejoramiento

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			0.04	0.21%
100018	Plancha vibratoria	Hora	1.00000	2.80	0.10000	0.28	1.50%
Subtotal de Equipo:						0.32	1.71%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200004	Material de mejoramiento	m3	1.30000	13.50		17.55	93.95%
Subtotal de Materiales:						17.55	93.95%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	2.00	4.05	0.10000	0.81	4.34%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.81	4.34%

Costo Directo Total: 18.68

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	3.74

Precio Unitario Total						22.42
------------------------------------	--	--	--	--	--	--------------

Fuente: Autor

Tabla 77: Análisis de precios unitarios de Relleno compactado material de mejoramiento

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			0.04	0.21%
100018	Plancha vibratoria	Hora	1.00000	2.80	0.10000	0.28	1.50%
Subtotal de Equipo:						0.32	1.71%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200004	Material de mejoramiento	m3	1.30000	13.50		17.55	93.95%
Subtotal de Materiales:						17.55	93.95%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	2.00	4.05	0.10000	0.81	4.34%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.81	4.34%

Costo Directo Total: 18.68

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	3.74

Precio Unitario Total						22.42
------------------------------------	--	--	--	--	--	--------------

Fuente: Autor

Tabla 78: Análisis de precios unitarios de Replanto de piedra e = 15 cm

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			0.14	2.16%
Subtotal de Equipo:						0.14	2.16%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200019	Grava puesta en obra	m3	0.03000	17.50		0.53	8.18%
200062	Piedra puesta en obra	m3	0.16000	19.00		3.04	46.91%
Subtotal de Materiales:						3.57	55.09%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	1.00	4.05	0.34000	1.38	21.30%	
404017	Estructura ocupacional D2	1.00	4.10	0.34000	1.39	21.45%	
Subtotal de Mano de Obra:						2.77	42.75%

Costo Directo Total: 6.48

COSTOS INDIRECTOS		
	20 %	1.30

Precio Unitario Total	7.78
------------------------------------	-------------

Fuente: Autor

Tabla 79: Análisis de precios unitarios de Malla electrosoldada R-84

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			0.04	1.36%
Subtotal de Equipo:						0.04	1.36%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200081	Malla electrosoldada R-84 (15 x 15 x 4 mm)	u	0.07000	30.00		2.10	71.19%
Subtotal de Materiales:						2.10	71.19%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	2.00	4.05	0.10000	0.81	27.46%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.81	27.46%

Costo Directo Total: 2.95

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	0.59

Precio Unitario Total						3.54
------------------------------------	--	--	--	--	--	-------------

Fuente: Autor

Tabla 80: Análisis de precios unitarios de Hormigón Simple $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ (losa de hormigón)

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			2.03	1.53%
100016	Concretera un saco	Hora	1.00000	3.12	1.00000	3.12	2.35%
100021	Vibrador	Hora	1.00000	1.80	1.00000	1.80	1.36%
Subtotal de Equipo:						6.95	5.24%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200011	Agua	lt	180.00000	0.01		1.80	1.36%
200015	Cemento puesto en obra	saco	6.90000	8.00		55.20	41.58%
200018	Arena puesta en obra	m3	0.60000	18.00		10.80	8.14%
200019	Grava puesta en obra	m3	1.00000	17.50		17.50	13.18%
Subtotal de Materiales:						85.30	64.26%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	7.00	4.05	1.00000	28.35	21.36%	
405015	Estructura ocupacional E2	3.00	4.05	1.00000	12.15	9.15%	
Subtotal de Mano de Obra:						40.50	30.51%

Costo Directo Total: 132.75

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	26.55

Precio Unitario Total						159.30	
------------------------------------	--	--	--	--	--	---------------	--

Fuente: Autor

Tabla 81: Análisis de precios unitarios de Corte de hormigón de vereda y sellado (junta)

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100001	Herramientas manuales	%MO	5%MO			0.01	0.35%
100024	Cortadora Disco de diamante	Hora	1.00000	12.00	0.05056	0.61	21.55%
Subtotal de Equipo:						0.62	21.91%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200082	sellador de juntas de poliuretano	u	0.11000	18.00		1.98	69.96%
Subtotal de Materiales:						1.98	69.96%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
401021	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	4.55	0.05056	0.23	8.13%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.23	8.13%

Costo Directo Total: 2.83

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	0.57

Precio Unitario Total						3.40
------------------------------------	--	--	--	--	--	-------------

Fuente: Autor

Tabla 82: Análisis de precios unitarios de Bordillo de 25x20x30 cm (incluye encofrado)

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendimiento	Total	%
100004	Herramientas varias	Hora	1.00000	0.40	0.25000	0.10	0.63%
Subtotal de Equipo:						0.10	0.63%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200084	Encofrado de bordillos	ml	2.00000	1.90		3.80	23.99%
200089	Hormigón S. f'c=210 kg/cm2	m3	0.06750	146.62		9.90	62.50%
Subtotal de Materiales:						13.70	86.49%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendimiento	Total	%	
405001	Peón	1.00	4.05	0.25000	1.01	6.38%	
404004	Albañil	1.00	4.10	0.25000	1.03	6.50%	
Subtotal de Mano de Obra:						2.04	12.88%

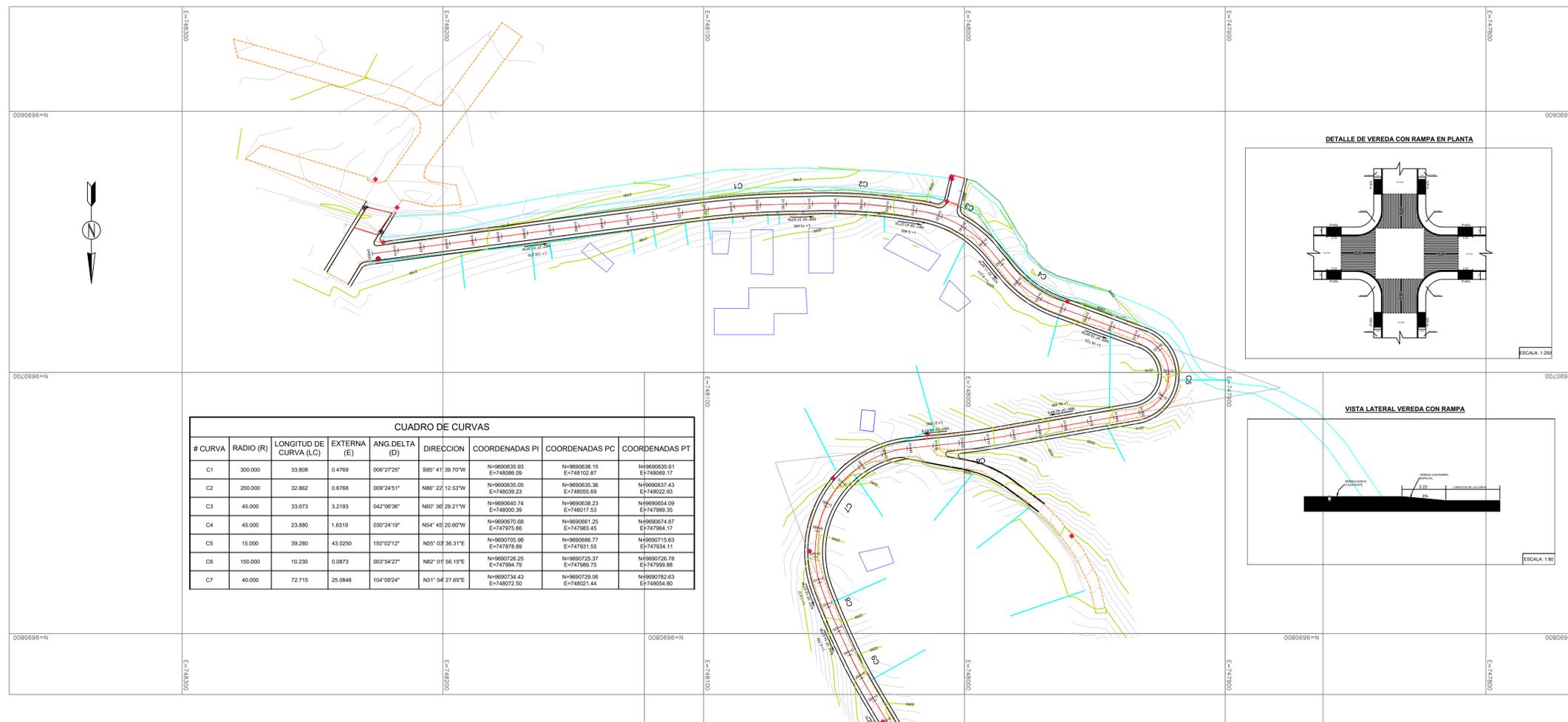
Costo Directo Total: 15.84

COSTOS INDIRECTOS		
	20 %	3.17

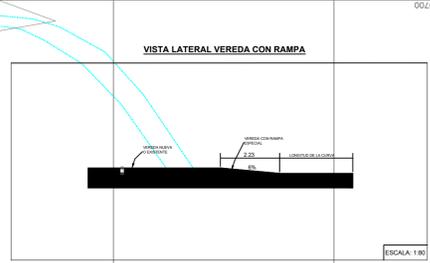
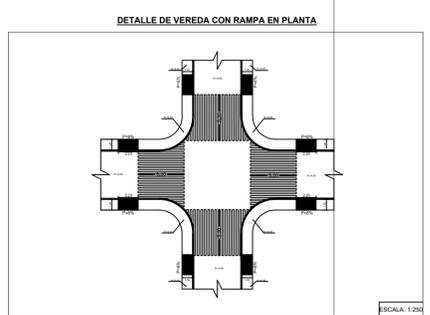
Precio Unitario Total	19.01
------------------------------------	--------------

Fuente: Autor

Anexo 5: Planos



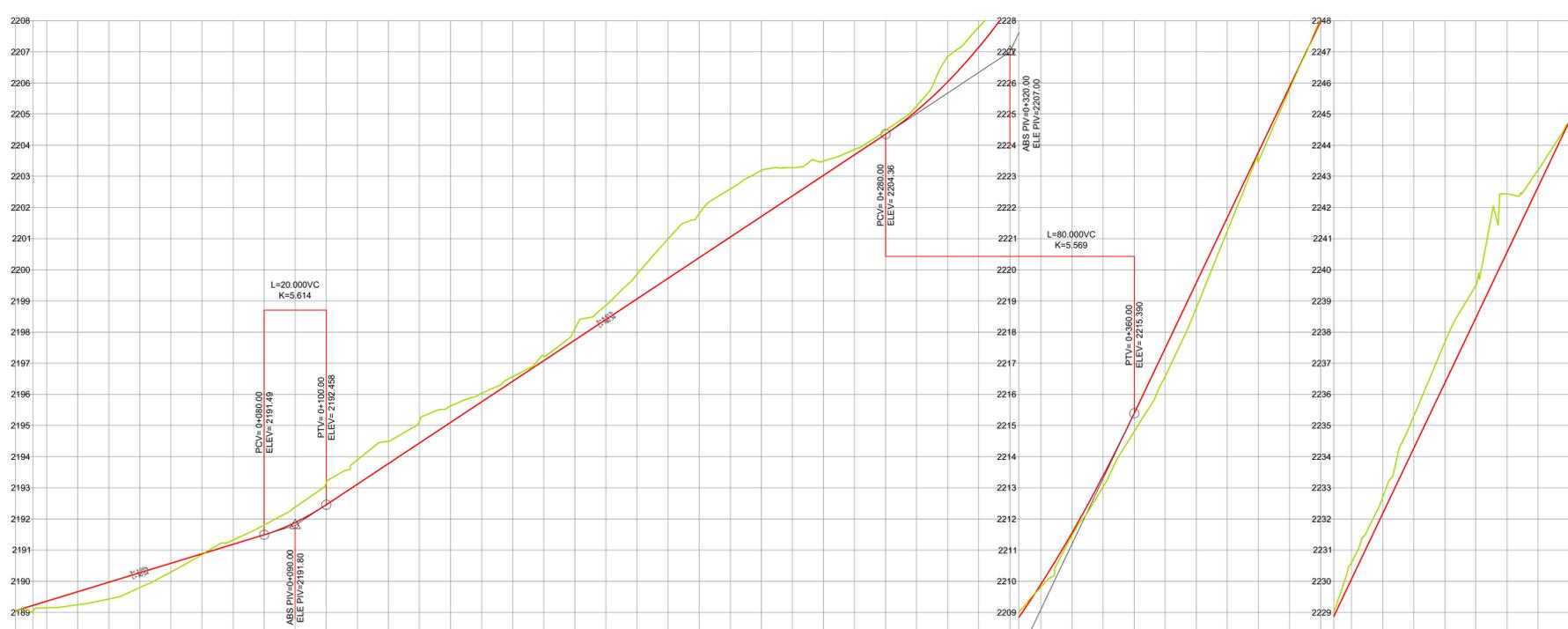
CUADRO DE CURVAS								
# CURVA	RADIO (R)	LONGITUD DE CURVA (LC)	EXTERNA (E)	ANG. DELTA (D)	DIRECCION	COORDENADAS PI	COORDENADAS PC	COORDENADAS PT
C1	300.000	33.808	0.4789	006°27'25"	S85°41'39.70"W	N=9690036.93 E=7480069.09	N=9690038.15 E=7480069.07	N=9690035.61 E=7480069.17
C2	200.000	32.862	0.6788	009°24'51"	N86°22'12.55"W	N=9690035.36 E=7480059.23	N=9690037.43 E=7480059.69	N=9690037.43 E=7480059.93
C3	45.000	33.073	3.2193	042°06'30"	N60°36'29.21"W	N=9690040.74 E=7480039.39	N=9690038.23 E=7480017.23	N=9690035.09 E=7479995.35
C4	45.000	23.880	1.6319	030°24'19"	N54°45'20.60"W	N=9690070.68 E=747975.66	N=9690061.25 E=747983.45	N=9690074.87 E=747964.17
C5	15.000	39.280	43.0250	150°02'12"	N05°02'36.31"E	N=9690075.98 E=747979.89	N=9690066.77 E=747931.55	N=9690075.63 E=747934.11
C6	150.000	10.230	0.0873	003°54'27"	N82°01'56.15"E	N=9690078.25 E=747994.79	N=9690075.37 E=747989.75	N=9690078.78 E=747999.88
C7	40.000	72.715	25.0948	104°09'24"	N31°54'27.60"E	N=9690074.43 E=7480072.50	N=9690072.06 E=748021.44	N=9690072.63 E=748054.80



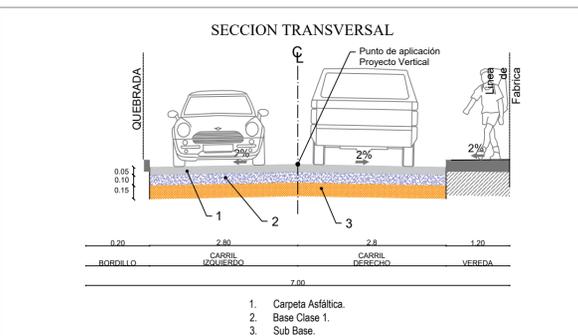
UBICACIÓN

CUADRO DE COORDENADAS

VERTICE	NORTE	ESTE	ELEVACION
PUNTOS DE REFERENCIA			
REF 1	9690646.308	748223.836	2189.128
REF 2	9690636.976	748230.143	2189.294
REF 3	9690656.572	748224.785	2189.173
REF 4	9690636.909	748217.538	2189.178
REF 5	9690625.064	748004.847	2202.172
REF 6	9690894.282	747996.256	2274.289
REF 7	9690899.509	748001.706	2274.28
REF 8	9690934.459	747963.009	2289.014
REF 9	9691373.766	748084.455	2330.143
REF 10	9691365.006	748075.54	2330.71
REF 11	9691426.894	748080.063	2328.805
REF 12	9691834.716	748172.111	2329.096



RELLENO	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60																																																																														
CORTE	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60																																																																														
COTAS	PROYECTO	2188.15	2188.20	2188.25	2188.30	2188.35	2188.40	2188.45	2188.50	2188.55	2188.60	2188.65	2188.70	2188.75	2188.80	2188.85	2188.90	2188.95	2189.00	2189.05	2189.10	2189.15	2189.20	2189.25	2189.30	2189.35	2189.40	2189.45	2189.50	2189.55	2189.60	2189.65	2189.70	2189.75	2189.80	2189.85	2189.90	2189.95	2190.00	2190.05	2190.10	2190.15	2190.20	2190.25	2190.30	2190.35	2190.40	2190.45	2190.50	2190.55	2190.60	2190.65	2190.70	2190.75	2190.80	2190.85	2190.90	2190.95	2191.00	2191.05	2191.10	2191.15	2191.20	2191.25	2191.30	2191.35	2191.40	2191.45	2191.50	2191.55	2191.60	2191.65	2191.70	2191.75	2191.80	2191.85	2191.90	2191.95	2192.00	2192.05	2192.10	2192.15	2192.20	2192.25	2192.30	2192.35	2192.40	2192.45	2192.50	2192.55	2192.60	2192.65	2192.70	2192.75	2192.80	2192.85	2192.90	2192.95	2193.00	2193.05	2193.10	2193.15	2193.20	2193.25	2193.30	2193.35	2193.40	2193.45	2193.50	2193.55	2193.60	2193.65	2193.70	2193.75	2193.80	2193.85	2193.90	2193.95	2194.00	2194.05	2194.10	2194.15	2194.20	2194.25	2194.30	2194.35	2194.40	2194.45	2194.50	2194.55	2194.60	2194.65	2194.70	2194.75	2194.80	2194.85	2194.90	2194.95	2195.00
ABSCISADO		0+00	0+10	0+20	0+30	0+40	0+50	0+60	0+70	0+80	0+90	0+100	0+110	0+120	0+130	0+140	0+150	0+160	0+170	0+180	0+190	0+200	0+210	0+220	0+230	0+240	0+250	0+260	0+270	0+280	0+290	0+300	0+310	0+320	0+330	0+340	0+350	0+360	0+370	0+380	0+390	0+400	0+410	0+420	0+430	0+440	0+450	0+460	0+470	0+480	0+490	0+500	0+510	0+520	0+530	0+540	0+550	0+560	0+570	0+580	0+590	0+600																																																																													



SIMBOLOGIA

PROYECTO HORIZONTAL Y VERTICAL

- EJE DE LA VÍA
- VEREDA PROYECTADA
- VÍA PROYECTADA
- VÍA EXISTENTE
- REFERENCIAS
- LINDEROS
- POSTES
- PROYECTO VERTICAL
- PERFIL DEL TERRENO
- CURVA PRINCIPAL c5 m.
- CURVA SECUNDARIA c1 m.
- KM
- EDIFICACIONES
- SUMIDERO

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO Y E PAVIMENTO DE LA VIA DEL BARRIO PIRINCAY, CANTON PAUTE.

CONTENIDO: TOPOGRAFIA Y DISEÑOS GEOMETRICOS
Diseño en planta y vertical
Sección transversal tipo.
Cuadros de coordenadas para replanteo

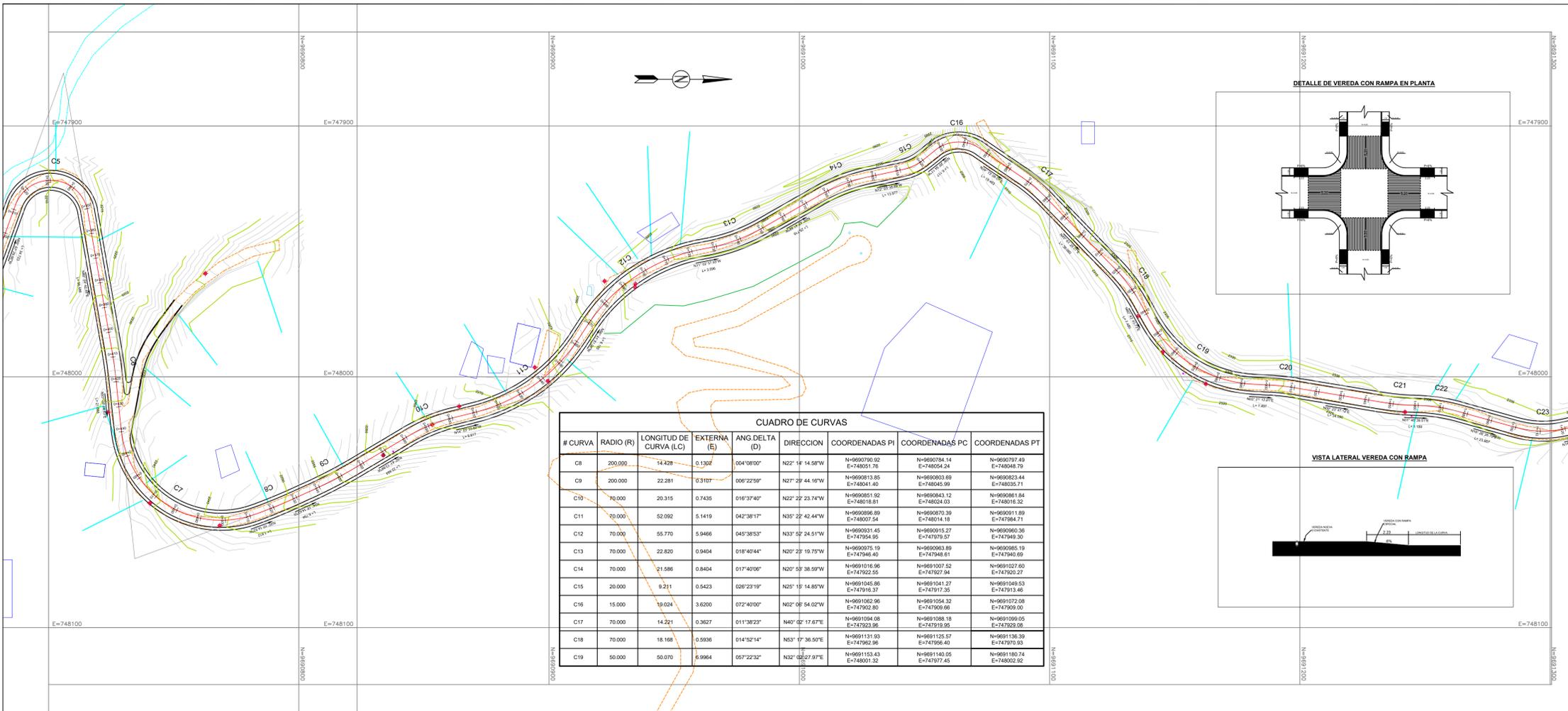
REALIZADO POR: Christian Cobos Auquiza

ESCALAS PLANTA: H 1:1000
ESCALAS PERFIL: H 1:1000
V 1:100

FECHA: 17/10/2023

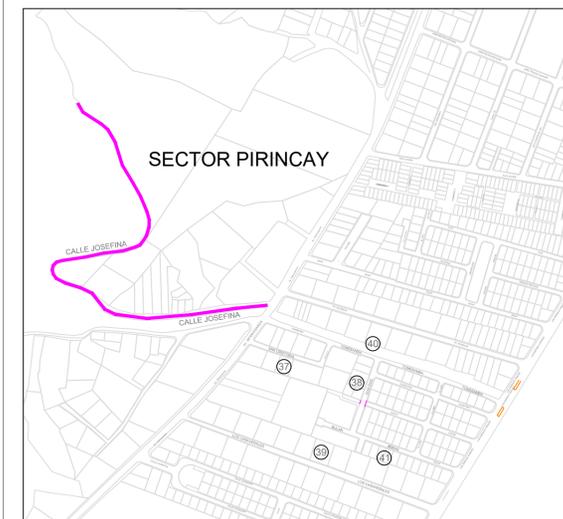
ARCHIVO: ACADAO-PRESENTAR-TS-PLANOS.dwg

PLANO No: PLANO-TES-1



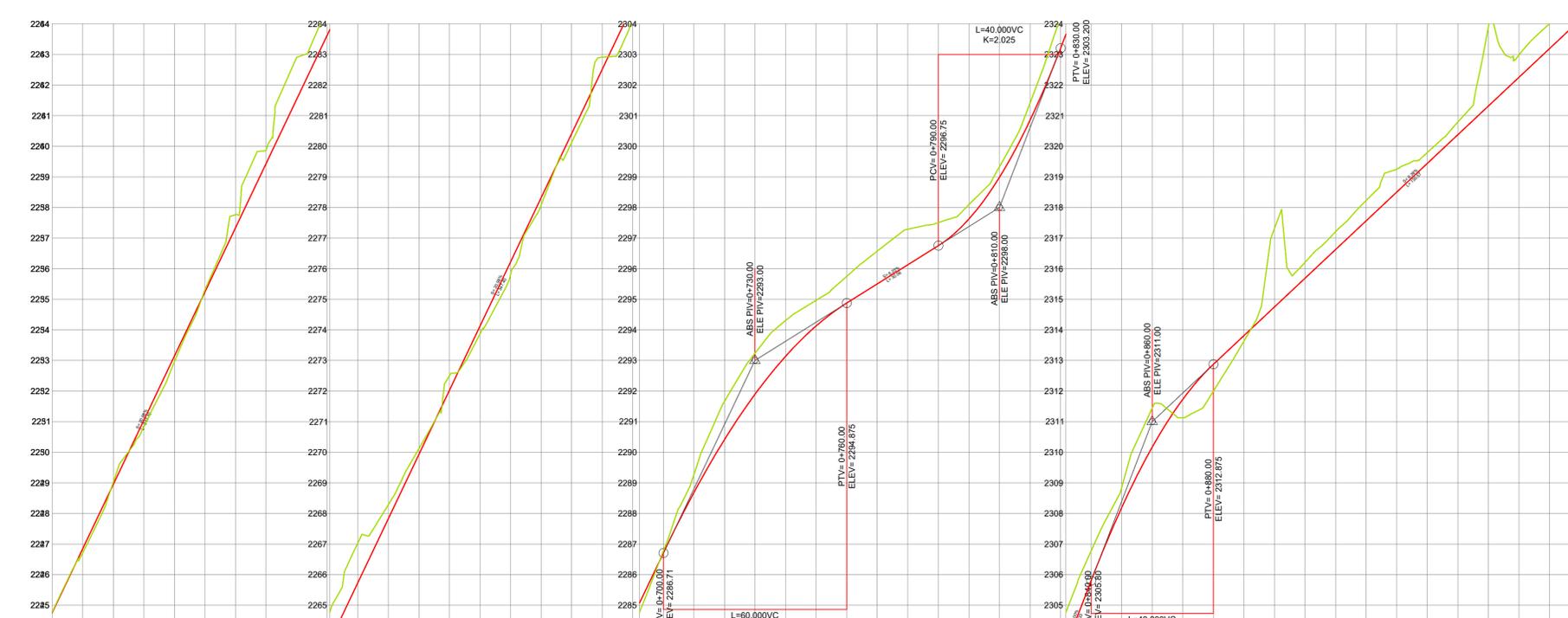
CUADRO DE CURVAS								
# CURVA	RADIO (R)	LONGITUD DE CURVA (LC)	EXTERNA (E)	ANG DELTA (D)	DIRECCION	COORDENADAS PI	COORDENADAS PC	COORDENADAS PT
C8	200.000	14.428	0.1302	104°08'00"	N22° 14' 14.58"W	N=9690790.92 E=748051.76	N=9690794.14 E=748054.24	N=9690797.49 E=748048.79
C9	200.000	22.281	0.3107	006°22'59"	N27° 29' 44.16"W	N=9690813.85 E=748041.40	N=9690803.89 E=748045.99	N=9690803.44 E=748053.71
C10	70.000	20.315	0.7435	016°37'40"	N22° 22' 23.74"W	N=9690851.92 E=748018.81	N=9690843.12 E=748024.03	N=9690861.84 E=748018.32
C11	70.000	52.092	5.1419	042°38'17"	N35° 02' 42.44"W	N=9690896.89 E=748007.54	N=9690870.39 E=747979.57	N=9690911.59 E=748004.71
C12	70.000	55.770	5.9466	045°38'53"	N33° 02' 24.51"W	N=9690901.45 E=747954.95	N=9690915.27 E=747979.57	N=9690903.39 E=747949.30
C13	70.000	22.820	0.9404	018°40'44"	N20° 23' 19.75"W	N=9690975.19 E=747946.40	N=9690963.89 E=747946.40	N=9690985.19 E=747949.69
C14	70.000	21.586	0.8404	017°40'06"	N20° 03' 38.59"W	N=9691016.96 E=747922.55	N=9691007.32 E=747927.94	N=9691027.60 E=747934.71
C15	20.000	9.211	0.5423	028°23'19"	N25° 10' 14.85"W	N=9691045.86 E=747916.37	N=9691041.27 E=747917.35	N=9691049.53 E=747913.46
C16	15.000	19.024	3.6200	072°40'00"	N02° 05' 54.02"W	N=9691082.96 E=747902.40	N=9691054.32 E=747906.86	N=9691072.08 E=747903.00
C17	70.000	14.221	0.3627	011°36'23"	N40° 02' 17.67"E	N=9691094.08 E=747923.96	N=9691098.18 E=747919.95	N=9691099.65 E=747928.06
C18	70.000	18.168	0.5936	014°52'14"	N53° 07' 36.50"E	N=9691131.93 E=748001.32	N=9691125.57 E=747997.45	N=9691136.39 E=748002.92
C19	50.000	50.070	6.9964	067°22'32"	N32° 02' 57.97"E	N=9691153.43 E=748001.32	N=9691140.05 E=747977.45	N=9691180.74 E=748002.92

UBICACIÓN



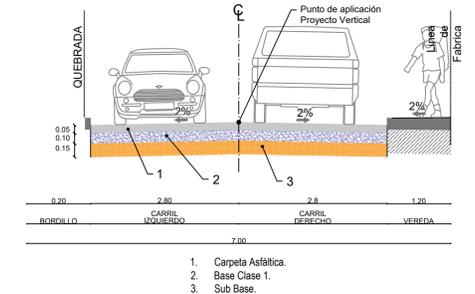
CUADRO DE COORDENADAS

VERTICE	NORTE	ESTE	ELEVACION
PUNTOS DE REFERENCIA			
REF 1	9690646.308	748223.836	2189.128
REF 2	9690636.976	748230.143	2189.294
REF 3	9690656.572	748224.785	2189.173
REF 4	9690636.909	748217.538	2189.178
REF 5	9690625.064	748004.847	2202.172
REF 6	9690894.282	747996.256	2274.289
REF 7	9690899.509	748001.706	2274.28
REF 8	9690934.459	747963.009	2289.014
REF 9	9691373.766	748084.455	2330.143
REF 10	9691426.894	748075.54	2330.71
REF 11	9691426.894	748080.063	2328.805
REF 12	9691834.716	748172.111	2329.096



RELLENO	CORTE	COTAS PROYECTO	COTAS TERRENO	ABSCISADO
0.01	0.13	2285.12	2285.12	0+000
0.07	0.07	2285.19	2285.19	0+050
0.19	0.19	2285.31	2285.31	0+100
0.22	0.22	2285.34	2285.34	0+150
0.26	0.26	2285.37	2285.37	0+200
0.31	0.31	2285.40	2285.40	0+250
0.36	0.36	2285.43	2285.43	0+300
0.41	0.41	2285.46	2285.46	0+350
0.46	0.46	2285.49	2285.49	0+400
0.51	0.51	2285.52	2285.52	0+450
0.56	0.56	2285.55	2285.55	0+500
0.61	0.61	2285.58	2285.58	0+550
0.66	0.66	2285.61	2285.61	0+600
0.71	0.71	2285.64	2285.64	0+650
0.76	0.76	2285.67	2285.67	0+700
0.81	0.81	2285.70	2285.70	0+750
0.86	0.86	2285.73	2285.73	0+800
0.91	0.91	2285.76	2285.76	0+850
0.96	0.96	2285.79	2285.79	0+900
1.01	1.01	2285.82	2285.82	0+950

SECCION TRANSVERSAL



SIMBOLOGIA

PROYECTO HORIZONTAL Y VERTICAL	
	EJE DE LA VÍA
	VEREDA PROYECTADA
	VÍA PROYECTADA
	VÍA EXISTENTE
	REFERENCIAS
	LINDEROS
	POSTES
	PROYECTO VERTICAL
	PERFIL DEL TERRENO
	CURVA PRINCIPAL c5 m.
	CURVA SECUNDARIA c1 m.
	KM
	EDIFICACIONES
	SUMIDERO

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

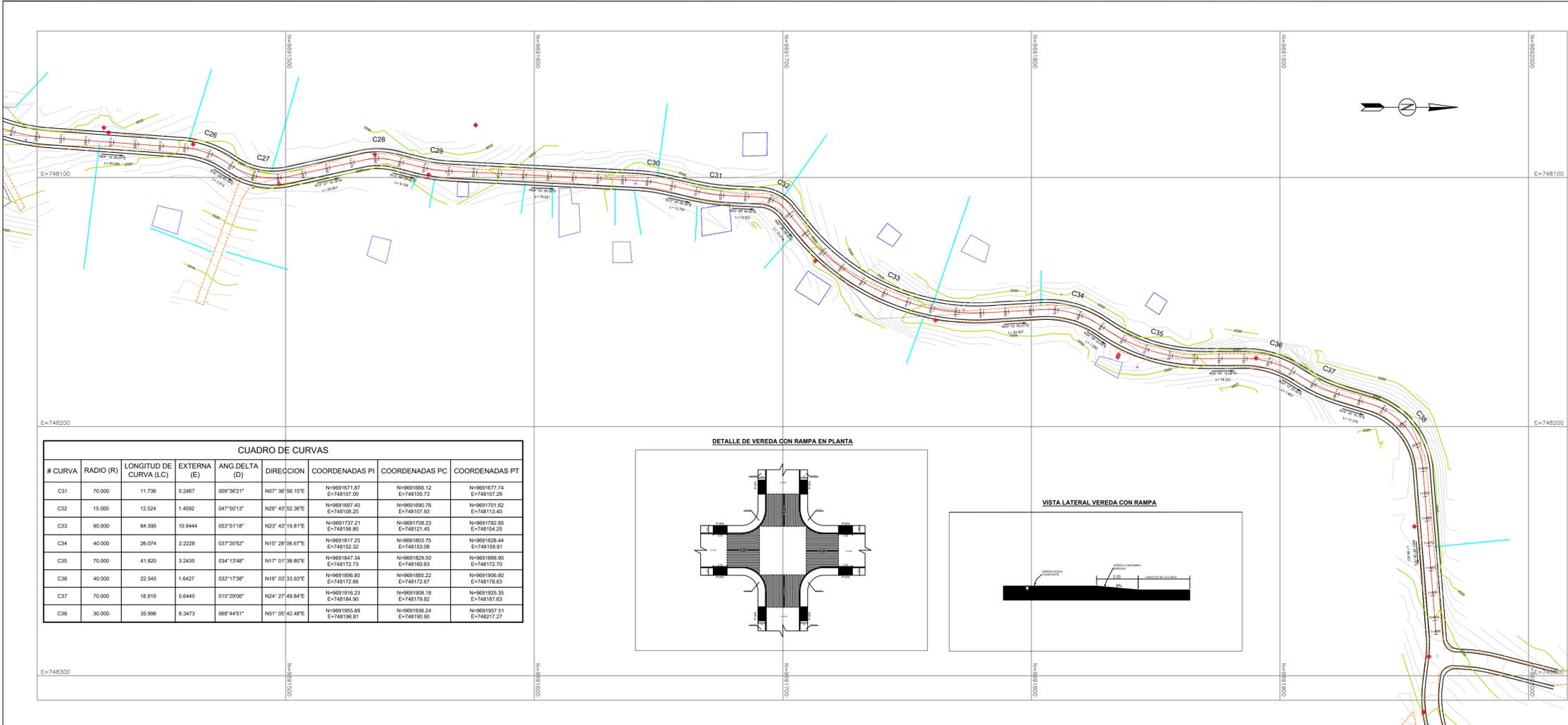


PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO Y PAVIMENTO DE LA VIA DEL BARRIO PIRINCAY, CANTON PAUTE.

CONTENIDO: TOPOGRAFIA Y DISEÑOS GEOMETRICOS
Diseño en planta y vertical
Sección transversal tipo.
Cuadros de coordenadas para replanteo

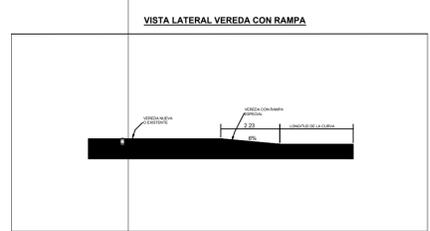
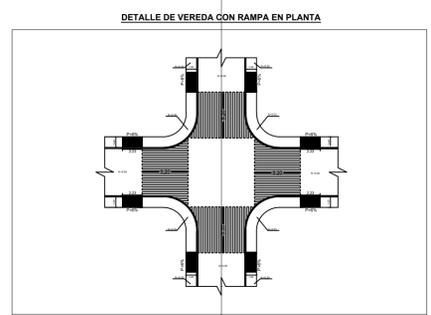
REALIZADO POR: Christian Cobos Auquiza

ESCALAS PLANTA: H 1:1000
ESCALAS PERFIL: H 1:1000
FECHA: 17/10/2023
ARCHIVO: ACADAO-PRESENTAR-TS-PLANO2.dwg
PLANO No: PLANO-TES-2



CUADRO DE CURVAS

# CURVA	RADIO (R)	LONGITUD DE CURVA (LC)	EXTERNA (E)	ANG DELTA (D)	DIRECCION	COORDENADAS PI	COORDENADAS PC	COORDENADAS PT
C31	70.000	11.736	0.2467	009°36'21"	N07° 36' 56.15"E	N=9691671.87 E=748107.00	N=9691666.12 E=748105.73	N=9691677.74 E=748107.29
C32	15.000	12.524	1.4092	047°50'13"	N26° 43' 52.36"E	N=9691697.40 E=748108.25	N=9691690.76 E=748107.93	N=9691701.62 E=748113.40
C33	90.000	84.995	10.8444	053°51'18"	N23° 43' 19.81"E	N=9691737.21 E=748156.80	N=9691708.23 E=748121.45	N=9691762.85 E=748154.25
C34	40.000	26.074	2.2228	037°20'52"	N15° 28' 06.67"E	N=9691817.25 E=748153.32	N=9691803.75 E=748153.08	N=9691828.44 E=748159.91
C35	70.000	41.820	3.2435	034°13'48"	N17° 01' 38.80"E	N=9691847.34 E=748172.73	N=9691835.50 E=748160.63	N=9691868.90 E=748172.70
C36	40.000	22.545	1.8427	032°17'38"	N16° 03' 33.63"E	N=9691850.80 E=748172.66	N=9691845.22 E=748172.67	N=9691866.60 E=748176.63
C37	70.000	18.919	0.6440	015°29'06"	N24° 27' 49.84"E	N=9691916.23 E=748184.90	N=9691908.16 E=748187.53	N=9691925.35 E=748197.53
C38	30.000	35.996	6.3473	988°44'51"	N51° 05' 42.48"E	N=9691955.89 E=748190.81	N=9691936.24 E=748190.90	N=9691957.51 E=748217.27

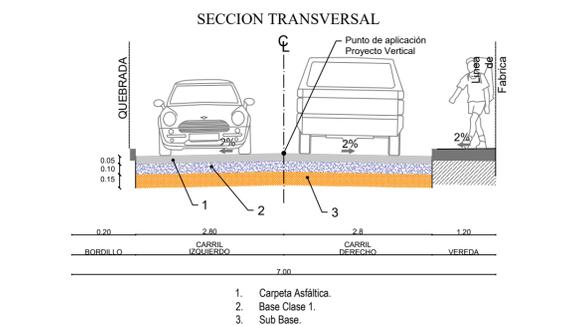
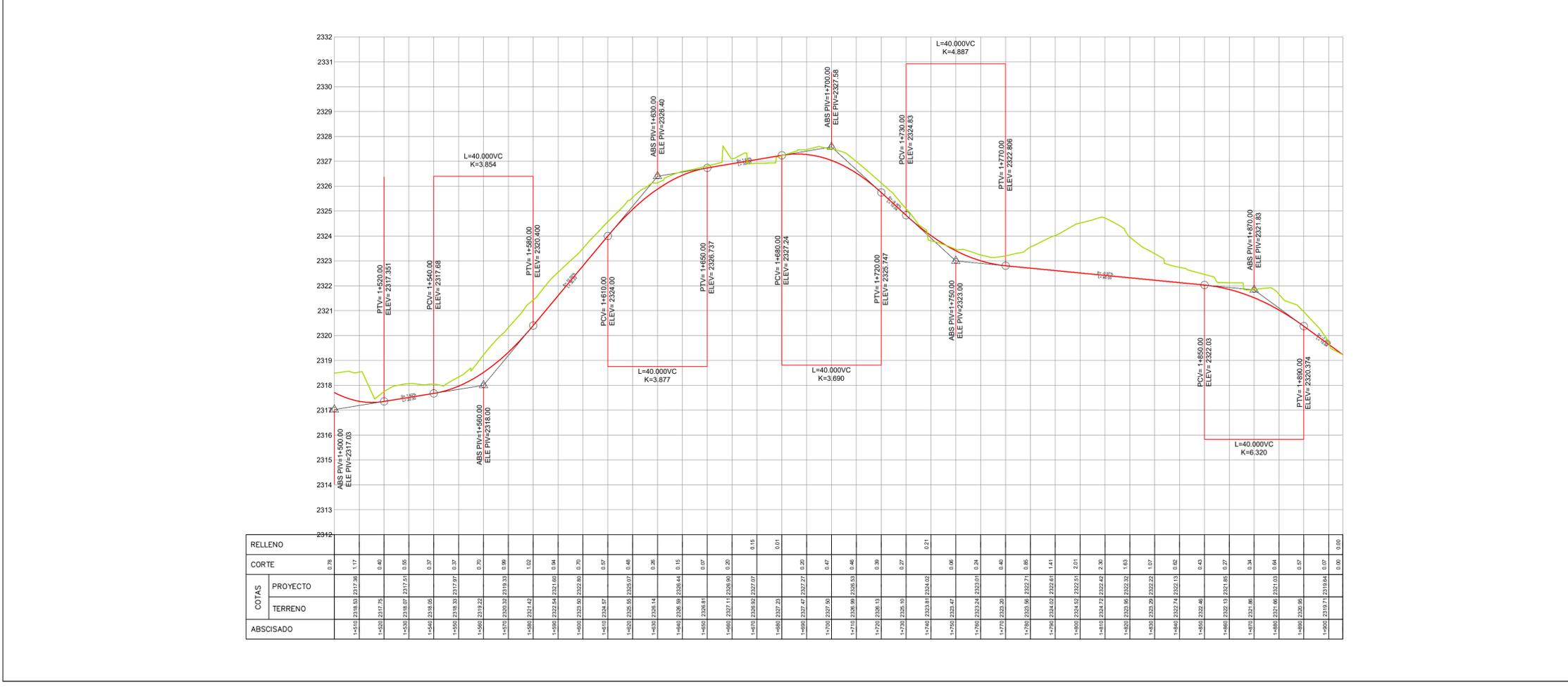


UBICACIÓN

CUADRO DE COORDENADAS

VERTICE	NORTE	ESTE	ELEVACION
REF 1	9690646.308	748223.836	2189.128
REF 2	9690636.976	748230.143	2189.294
REF 3	9690656.572	748224.785	2189.173
REF 4	9690636.909	748217.538	2189.178
REF 5	9690625.064	748004.847	2202.172
REF 6	9690894.282	747996.256	2274.289
REF 7	9690899.509	748001.706	2274.28
REF 8	9690934.459	747963.009	2289.014
REF 9	9691373.766	748084.455	2330.143
REF 10	9691365.006	748075.54	2330.71
REF 11	9691426.894	748080.063	2328.805
REF 12	9691834.716	748172.111	2329.096

PUNTOS DE REFERENCIA



SIMBOLOGIA

PROYECTO HORIZONTAL Y VERTICAL

- EJE DE LA VÍA
- VEREDA PROYECTADA
- VÍA PROYECTADA
- VÍA EXISTENTE
- REFERENCIAS
- LINDEROS
- POSTES
- PROYECTO VERTICAL
- PERFIL DEL TERRENO
- CURVA PRINCIPAL c5 m.
- CURVA SECUNDARIA c1 m.
- KM
- EDIFICACIONES
- SUMIDERO

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO Y E PAVIMENTO DE LA VIA DEL BARRIO PIRINCAY, CANTON PAUTE.

CONTENIDO: TOPOGRAFIA Y DISEÑOS GEOMETRICOS
Diseño en planta y vertical
Sección transversal tipo.
Cuadros de coordenadas para replanteo

REALIZADO POR: Christian Cobos Auquiza

ESCALAS PLANTA: H 1:500
ESCALAS PERFIL: H 1:1000
V 1:100

FECHA: 17/10/2023

ARCHIVO: ACAD-00-PRESENTAR-TS-PLANOS.dwg

PLANO No: PLANO-TES-4