PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA.

ESCUELA DE CIVIL.

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERÍA CIVIL

REDISEÑO GEOMÉTRICO Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL GUALEA CRUZ - URCUTAMBO

AUTOR:

Heber Andrés Murillo Home.

DIRECTOR:

Ing. Gonzalo Moya.

QUITO, 2019.

Dedicatoria

A Dios por la fuerza para llegar a este punto de mi vida y de mi carrera ya que por su mano y su presencia he logrado culminar esta gran meta caminando por la senda correcta a pesar de todos los momentos difíciles.

A mi madre Jenny Home, por enseñarme a jamás rendirme y luchar por obtener mis metas a pesar de los obstáculos que se presenten, por siempre darme los mejores consejos de vida para ser un hombre de bien, ya que ella me enseño que la vida es para los fuertes de espíritu y que es preferible estar rojo un momento en la vida que pálido para siempre.

Agradecimientos.

A la empresa Thesa Consultores Cia . Ltda., por brindarme el apoyo técnico para la elaboración de mi tema de disertación y principalmente al Ing. Byron Ruiz López Gerente General el cual en el transcurso de estos años de mi carrera me ha permitido ser parte de esta prestigiosa empresa.

A mis hermanos, por su apoyo siempre incondicional y ser el ejemplo que he necesitado para salir adelante y no dejarme vencer por las adversidades.

A Ximena Rodríguez, que siempre ha estado a mi lado en las buenas y malas. Ella ha sido una persona en la cual me motive para alcanzar este objetivo.

Al tribunal asignado para la dirección y revisión de esta disertación, el Ing. Paul Enríquez, el Ing. Guillermo Realpe y sobre todo a mi Director de Tesis el Ing. Gonzalo Moya, por su tan acertado criterio, el modo práctico de guiarme en la elaboración de este tema y su modo objetivo de buscar las soluciones y mejoras.

Contenido

CAPITULO 1: GENERALIDADES 1

1.1. Introducción 1

1.2. Antecedentes. 1

1.3. Justificación. 2

1.4. Objetivos. 3

1.4.1. Objetivo general: 3

1.4.2. Objetivos Específicos: 3

1.5. Alcance. 4

1.6. Metodología. 4

1.7. Definiciones. 5

1.7.1. Clase de carretera 5

1.7.2. Clasificación de red vial nacional. 5

1.7.3. Capacidad (Función del TPDA). 5

1.7.4. Clasificación por Jerarquía en la red vial. 6

1.7.5. Clasificación por las condiciones orográficas. 7

1.7.6. Clasificación según el número de calzadas. 7

1.7.7. Clasificación de acuerdo a la superficie de rodamiento. 7

1.8. Velocidad de diseño 8

1.9. Distancia de visibilidad de parada 8

1.10. Radio mínimo 10

1.11. Curvas horizontales 11

1.11.1. Curvas Circulares. 11

1.11.2. Curvas de Transición. 12

1.12. Sobre anchos 13

1.13. Alineamiento vertical 14

1.13.1. Curvas verticales 14

1.13.2. Pendientes. 15

1.13.3. Sección Transversal. 16

CAPITULO 2: EVALUACIÓN DE LA VÍA EXISTENTE. 16

2.1. Ubicación del Proyecto 16

2.2. Coordenadas de sitios importantes. 18

2.3. Descripción de la vía existente. 20

2.4. Ancho de la vía existente. 23

2.5. Radios existentes 24

2.6. Peraltes existentes. 25

2.7. Sobreanchos existentes 25

2.8. Pendientes longitudinales existentes 26

2.9. Drenaje existente. 27

2.10. Inventario Vial. 28

CAPITULO 3: REDISEÑO GEOMÉTRICO 30

3.1. Tráfico promedio diario anual (TPDA) 30

3.2. Tráfico Promedio Diario Mensual 33

3.3. Asignación del TPDA al proyecto..... 35

3.3.1. Tráfico vehicular existente..... 35

3.3.2. Tráfico vehicular Generado..... 35

3.3.3. Asignación del TPDA futuro..... 37

3.4. Clase de vía propuesta..... 39

3.5. Sección Típica a utilizarse..... 39

3.6. Velocidad de Diseño Adoptada..... 41

3.7. Espesor del Pavimento Adoptado..... 42

3.8. Cuneta tipo adoptada..... 43

3.9. Taludes Adoptados..... 44

3.10. Alineamiento Horizontal..... 46

3.10.1. Radios mínimos..... 47

3.10.2. Longitudes mínimas de transición..... 48

3.10.3. Peralte Adoptado..... 49

3.10.4. Sobreanchos Adoptados..... 50

3.11. Alineamiento Vertical..... 51

3.12. Secciones Transversales..... 53

3.13. Movimiento de tierras..... 54

CAPITULO 4: COMPARACION DEL REDISEÑO VIAL PROPUESTO CON RESPECTO AL DISEÑO EXISTENTE..... 55

4.1. Comparación del alineamiento horizontal..... 55

4.2. Comparación del alineamiento vertical..... 59

CAPÍTULO 5: PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN 62

5.1. Introducción 62

5.2. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS 62

5.2.1. Equipos 63

5.2.2. Materiales 63

5.2.3. Mano de Obra 64

5.3. Costos Directos 64

5.4. Costos Indirectos 65

5.5. Precio Unitario 67

5.6. Presupuesto de construcción 67

5.6.1. Cantidades de Obra. 67

5.7. fuente de Materiales 72

CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 74

6.1. Conclusiones 74

6.2. Recomendaciones 75

Bibliografía. 77

Contenido de cuadros

Cuadro No. 1: Tráfico Promedio Diario Semanal “Estación Gualea” 34

Cuadro No. 2: Tráfico Promedio Diario Semanal “Estación Bellavista” 34

Cuadro No. 3: Tráfico Promedio Diario Anual Generado “Estación Gualea” 36

Cuadro No. 4: Tráfico Promedio Diario Anual Generado “Estación Bellavista” 36

Cuadro No. 5: Tráfico Promedio Diario Anual asignado al proyecto “Estación Gualea” 36

Cuadro No. 6: Tráfico Promedio Diario Anual Generado “Estación Bellavista” 36

Cuadro No. 7: Proyección del TPDA asignado 38

Cuadro No. 8: Espesores de pavimento proyectados 43

Cuadro No. 9: Resumen del movimiento de tierras 54

Cuadro No. 10: Geometría horizontal existente con respecto al rediseño horizontal propuesto. . 56

Cuadro No. 11: Geometría vertical existente con respecto al rediseño vertical propuesto. 60

Cuadro No. 12: Lista de materiales 64

Cuadro No. 13: Mano de obra 64

Cuadro No. 14: Costos indirectos 66

Cuadro No. 15: Presupuesto de construcción 72

Contenido de tablas

Tabla No. 1: Clasificación funcional de las vías en base al TPDA. 6

Tabla No. 2: Denominación de las carreteras por condiciones orográficas. 7

Tabla No. 3: Distancia de visibilidad de frenado. 10

Tabla No. 4: Tasa de sobrelevación “e” en (%). 10

Tabla No. 5: Radios mínimos para diferentes velocidades de diseño. 11

Tabla No. 6: Índice K para curvas convexas. 14

Tabla No. 7: Índice K para curvas cóncavas..... 15

Tabla No. 8: Pendientes Máximas. 15

Tabla No. 9: Coordenadas sitios importantes. 18

Tabla No. 10: Inventario Vial 29

Tabla No. 11: Factor de consumo de combustible mensual. 34

Tabla No. 12: Tasas de crecimiento del tráfico (%) 38

Tabla No. 13: Radios mínimos de curvas horizontales para distintas velocidades de diseño. 47

Tabla No. 14: Elementos de diseño para curvas horizontales en función de la velocidad para un peralte del 10%. 48

Tabla No. 15: Tasa de sobreelevación en (%)..... 50

Tabla No. 16: Sobreancho en curvas circulares. 51

Contenido de figuras

Figura No. 1: Componentes de la curva de transición. 12

Figura No. 2: Mapa de ubicación de la parroquia Gualea 17

Figura No. 3: Ubicación del proyecto. 17

Figura No. 4: Matriz para conteo de tráfico. 30

Figura No. 5: Ubicación de las estaciones de conteo. 31

Figura No. 6: Dimensiones adoptadas para el ancho de la vía propuesta. 39

Figura No. 7: Sección Típica de cunetas. 44

Figura No. 8: Resultados de los ensayos para estabilidad de taludes..... 45

Figura No. 9: Ubicación de la mina..... 73

Contenido de gráficos

Gráfico No. 1: Radios existentes. 24

Gráfico No. 2: Radios existentes. 25

Gráfico No. 3: Pendiente longitudinal existente. 26

Gráfico No. 4: Secciones típicas adoptadas. 40

Gráfico No. 5: Sección Transversal. 53

Contenido de Ecuaciones

Ecuación 1: Distancia que recorre desde que el conductor se percata del peligro y pisa el freno del vehículo 9

Ecuación 2: distancia desde que presionó el freno hasta que el vehículo se detiene 9

Ecuación 3: Radio mínimo 11

Ecuación 4:Longitud Espiral (Le) 13

Ecuación 5:Longitud de la curva vertical 14

Ecuación 6: TPDA 32

Ecuación 7:TPDM, tráfico promedio diario mensual 33

Ecuación 8: TPDAf, Tráfico promedio diario anual futuro 37

Ecuación 9: Le, Longitud mínima de la espiral 49

Contenido de Fotos

Foto No. 1:Poblado Gualea Cruz (Inicio del proyecto 0+000) 18

Foto No. 2:Barrio Manchuri (Km 8+900) 18

Foto No. 3:Poblacion Urcutambo (Km 9+800) 19

Foto No. 4:Ingreso al Barrio Bellavista (Km 11+500) 19

Foto No. 5: Zona Montañosa (Km 12+000 en adelante) 19

Foto No. 6: Fin del proyecto (Km 19+295.047) 20

Foto No. 7: Fin del proyecto (Km 19+295.047) 23

Foto No. 8: Drenaje Existente 27

Foto No. 9: Recorrido del vehículo y toma de velocidad de circulación actual 42

CAPITULO 1: GENERALIDADES

1.1. Introducción

En los últimos años una de las mayores preocupaciones ha sido mejorar la movilidad en la provincia, que se ha visto afectada principalmente por el desarrollo urbano, rural (Actualización PDOT, 2016).

El incremento del número de vehículos en la Provincia de Pichincha genera dificultades como: congestión, tiempo de operación alto, niveles de servicio deficientes, tanto en zonas urbanas como rurales (INEC TRANSPORTE, 2018), debido a esto, se busca proyectos que mejoren las condiciones actuales y a futuro satisfacer las condiciones de operación de los sistemas de la provincia, mejorando la movilidad, comodidad y seguridad tanto de conductores, peatones, bicicletas o usuarios de los sistemas de transporte.

La demanda de viajes, desde las carreteras periféricas principales y desde distintos sitios de la provincia, ha conllevado a la necesidad de mejorar las vías secundarias, con un nivel de estructura del pavimento y drenaje especialmente, para que soporten de mejor manera el tráfico existente, dando comodidades al conductor y ahorrando los tiempos de viaje. (GADP. GESTION VIALIDAD, 2017)

1.2. Antecedentes.

La vía actual fue construida hace 10 años aproximadamente, cuyas características son de un camino vecinal.

La vía inicia a 10 Km de la población de Nanegalito en el Poblado de Gualea Cruz continua hacia la población de Urcutambo límite provincial entre las provincias de Pichincha e Imbabura y tiene una longitud de 18 Km.

Este camino se desarrolla en sus primeros 12 Km por línea de cumbre atravesando los poblados de El Porvenir y Bellavista desde el kilómetro 12 hacia el kilómetro 18 desciende hacia el rio Guayllabamba donde termina el proyecto en el puente con el mismo nombre del rio.

El ancho de la vía actual es de 6m su capa de rodadura es lastrada y no tiene obras de arte menor. La vía mantiene una sección mixta un talud de corte y un talud de relleno, las pendientes longitudinales varían entre el 5% en los primeros kilómetros hasta 15% en la parte del descenso hacia el rio Guayllabamba.

La situación de la vía actual estaría afectada por la falta de drenaje longitudinal y deficiencias en la protección de la estructura del pavimento por la falta de una capa de rodadura definitiva de características adecuadas para evacuar el agua lluvia.

El nivel de servicio de la vía se vería afectado por el diseño geométrico deficiente en radios de curvatura y en pendientes longitudinales.

1.3. Justificación.

Los poblados de Gualea Cruz y Urcutambo se encuentran al noroccidente de la provincia de Pichincha límite con la provincia de Imbabura siendo una zona potencialmente agrícola y ganadera, así como los recintos que se encuentran entre estos dos poblados. (PDOT PARROQUIA GUALEA, 2015-2019). Con el fin de mejorar la comercialización de los productos generados por las actividades agrícolas y ganaderas de estas poblaciones se planteará una solución vial al trazado actual del camino mejorando sus características geométricas tratando de mantener una armonía entre el diseño y el costo.

Primero se hará una evaluación del camino actual determinando los parámetros actuales como son radios, tangentes, gradientes longitudinales, drenaje longitudinal y transversal para definir la geometría actual de la vía y chequear si cumple con las normas.

Luego se hará el rediseño geométrico del eje vial tanto horizontal como vertical según las normas vigentes NEVI-12_VOLUMEN 2A.

Se hará una propuesta al drenaje longitudinal y drenaje transversal para evacuar de mejor manera el agua producto de las lluvias.

Finalmente se obtendrá resultados y se hará una comparación entre el rediseño geométrico y el diseño actual del camino para confirmar las mejoras y la bondad del nuevo trazado y obtener un presupuesto aproximado de construcción de la vía mejorada.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo general:

Rediseño geométrico y mejoramiento de la vía Gualea Cruz – Urcutambo de 19 Km de longitud mediante la utilización de las normas NEVI-2012_ VOLUMEN 2A para una fase preliminar de diseño.

1.4.2. Objetivos Específicos:

- Evaluación de la geometría actual de la vía.
- Comparar las características geométricas actuales de la vía con las propuestas en el rediseño basado en la norma NEVI 2012 _VOLUMEN 2A, y determinar las diferencias entre los dos diseños.
- Definir los radios, distancias y pendientes longitudinales acordes con las normas de diseño geométrico vial NEVI 2012_VOLUMEN 2A.
- Proponer una alternativa preliminar al drenaje longitudinal para mejorar el drenaje del agua lluvia en la vía.
- Realizar un presupuesto referencial de construcción.
- Conclusiones y recomendaciones de la propuesta.

1.5. Alcance.

El alcance para este trabajo de disertación es llegar a determinar la geometría del eje vial mediante un rediseño geométrico para una fase preliminar según las normas NEVI-12_VOLUMEN 2A, hacer una comparación del rediseño de la propuesta con respecto al eje actual, correlacionar esta información y determinar las mejoras obtenidas para finalmente obtener un presupuesto referencial de construcción.

1.6. Metodología.

Con la colocación de los hitos GPs en campo enlazados a la red del IGM (Instituto Geográfico Militar), se obtendrá las coordenadas y cotas geométricas las cuales servirán para implantar la poligonal base a lo largo de todo el proyecto. Este polígono será realizado con doble lectura de ángulos horizontales, adelante y tras para asegurar su precisión.

Se realizará también una nivelación geométrica de todos los vértices del polígono base, con el fin de garantizar la precisión de los levantamientos topográficos, esta nivelación se hará en circuitos cerrados de 500 m para garantizar su precisión la misma que será amarrada a la red de control vertical del IGM mediante la placa de control vertical.

A partir del polígono Principal, se realizará el Levantamiento de una franja de 80 m. de ancho, 40 a cada lado del eje de la vía. En esta franja se levantará todos los detalles encontrados en el terreno como casas, caminos, líneas de fábrica, postes, aceras, veredas líneas de transmisión, taludes, quebradas y riachuelos y en general todos los detalles encontrados en la franja del camino.

A partir de esta franja levantada y dibujada, se procederá al diseño de la nueva vía.

1.7. Definiciones.

1.7.1. Clase de carretera

El diseño geométrico de una vía se lo realiza utilizando para el efecto las normas vigentes que tiene el MTOP (Ministerio de Transportes y Obras Publicas), en este caso por ser una tesis con fines investigativos y comparativos se utilizará las normas NEVI 2013_VOLUMEN 2A, las cuales se basan fundamentalmente en las recomendaciones de la AASTHO.

1.7.2. Clasificación de red vial nacional

La red vial nacional se clasifica por:

- Capacidad (función del TPDA)
- Jerarquía en la red vial
- Condiciones orográficas
- Numero de calzadas
- Superficie de rodamiento

1.7.3. Capacidad (Función del TPDA).

Según los conteos de tráfico las vías están clasificadas según el volumen de tráfico que tienen en el momento actual o el cual se estima tendrán en el periodo de diseño.

De acuerdo con esta clasificación las vías deberían estar diseñadas o ser diseñadas con las características geométricas adecuadas a su clase, con esto brindar seguridad y comodidad al usuario

A continuación, se muestra la tabla de la clasificación según su capacidad.

Tabla No. 1: Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.

Clasificaciòn Funcional de las Vìas en base al $TPDA_d$			
Descripciòn	Clasificaciòn Funcional	Tràfico Promedio Diario Anual ($TPDA_d$) al año de horizonte	
		Lìmite Inferior	Limite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovìa o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: *Norma Ecuatoriana Vial NEVI- 12-MTOP_VOLUMEN 2A, p.64*

C1= Carretera de mediana capacidad

C2= Carretera convencional básica y camino básico

C3= Camino agrícola

1.7.4. Clasificación por Jerarquía en la red vial.

Según la norma ecuatoriana vial (NEVI-12-mtop_volumen 2A,2012), la clasificación por jerarquía de la red vial nacional es:

- **Corredores Arteriales. -** Son aquellas vías que conectan las principales ciudades del continente entre sí, pasos fronterizos, provincias y a puertos marítimos. Estas deben ofrecer las condiciones adecuadas de maniobrabilidad y deben estar diseñadas bajo las normas correspondientes brindando seguridad y comodidad.
- **Vías colectoras. -** Son vías de mediana jerarquía cuya función es recolectar el tráfico de las zonas rurales y conducirlas hacia la red vial principal, estas deben cumplir con los requerimientos geométricos adecuados para cumplir esta función.

- **Caminos vecinales. -** Estas vías son las encargadas de receptar el tráfico proveniente de zonas rurales de producción agrícola y zonas turísticas y conducirlas a las vías de más jerarquía.

1.7.5. Clasificación por las condiciones orográficas.

Esta clasificación se basa en el tipo de morfología del terreno por el cual se emplaza la vía, se encuentra en función de la pendiente máxima media del terreno natural.

A continuación, se muestra la tabla de dicha clasificación.

Tabla No. 2: Denominación de las carreteras por condiciones orográficas.

TIPO DE RELIEVE	MÁXIMA INCLINACIÓN MEDIA
Llano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Accidentado	$15 < i \leq 25$
Muy accidentado	$25 < i$

Fuente: *Norma Ecuatoriana Vial NEVI- 12-MTOP_VOLUMEN 2A, p.69*

1.7.6. Clasificación según el número de calzadas.

- **Vías de calzadas separadas. -** Estas vías se caracterizan por tener una separación física con una altura mayor a 15 cm entre sentidos de circulación pueden tener uno o varios carriles en el mismo sentido.
- **Vías de calzada única. -**Estas vías se caracterizan por no tener una separación física entre sentidos de circulación independiente del número de carriles que tenga en cada sentido.

1.7.7. Clasificación de acuerdo a la superficie de rodamiento.

- **Pavimentos Flexibles. -** Formados por una capa bituminosa de asfalto.
- **Pavimentos Rígidos. -** Aquellos que están formados por una estructura de hormigón hidráulico armado o no armado.

- **Afirmados.** - Son superficies conformadas de material granular de dos y media pulgada más un porcentaje de agregado fino debidamente compactado.
- **Superficie natural.** - la superficie de rodadura es el terreno natural debidamente compactado.

1.8. Velocidad de diseño

Uno de los parámetros más importantes para el diseño de una carretera es la velocidad, ya que de este parámetro se calcula los elementos que conforma la geometría de la vía y sus componentes.

Entonces la velocidad directriz o de diseño que rige a una vía es la que se escoge con el fin de diseñar los elementos que influyen en la operación de los vehículos. Esta velocidad de diseño debe ser la máxima velocidad donde las condiciones como seguridad, comodidad y funcionalidad de la vía deben ser garantizadas, proporcionando las características geométricas adecuadas para toda la carretera.

La velocidad ideal debería ser constante en todo el tramo, determinando el tiempo de viaje en el transporte de personas y bienes de un sitio a otro.

1.9. Distancia de visibilidad de parada

Es la distancia que necesita un conductor para detener el vehículo en vista de un obstáculo o situación de peligro.

Es la distancia minina de visibilidad con la que se debe diseñar la vía y está compuesta por dos velocidades:

- **D1** Es la distancia que recorre desde que el conductor se percata del peligro y pisa el freno del vehículo. Según estudios el tiempo que demora esta reacción es de 2.5 segundos.
- **D2** Esla distancia desde que presionó el freno hasta que el vehículo se detiene.
- **D** Distancia de visibilidad de parada. Es la suma de D1+D2

La distancia D1 involucra la velocidad a la que se desplaza el vehículo y el tiempo que demora el conductor en frenar, se calcula mediante la expresión matemática:

$$D1= 0.278\ v*t \text{ (metros)}$$

Ecuación 1:

Donde:

v= velocidad KPH

t= tiempo de percepción y reacción 2.5 s

La distancia D2 se calcula mediante la expresión:

$$D2= v^2/254*(f+-G)$$

Ecuación 2:

Donde:

f= factor según tipo de capa de rodadura, condiciones meteorológicas y tipo de frenos.

G= porcentaje de la pendiente de la vía positiva de subida, negativa de najada.

A continuación, se muestra las distancias de visibilidad de frenado en subidas y bajadas.

Tabla No. 3: Distancia de visibilidad de frenado.

Velocidad de Diseño	Distancia de Parada en Bajadas (m)			Distancia de Parada en Subidas (m)		
Km/h	3%	6%	9%	3%	6%	9%
30	30.4	31.2	32.2	29.0	28.5	28.0
40	45.7	47.5	49.5	43.2	42.1	41.2
50	65.5	68.6	72.6	55.5	53.8	52.4
60	88.9	94.2	100.8	71.3	68.7	66.6
70	117.5	125.8	136.3	89.7	85.9	82.8
80	148.8	160.5	175.5	107.1	102.2	98.1
90	180.6	195.4	214.4	124.2	118.8	113.4
100	220.8	240.6	256.9	147.9	140.3	133.9
110	267.0	292.9	327.1	168.4	159.1	151.3

Fuente: *Norma Ecuatoriana Vial NEVI- 12-MTOP_VOLUMEN 2A, p.128*

1.10. Radio mínimo

Un vehículo puede salirse de control en una curva debido a varios factores como, falta en la sobre elevación o peralte en la curva o insuficiente fricción entre las ruedas y el pavimento produciendo el deslizamiento del vehículo.

Para contrarrestar este problema debe calcularse un radio mínimo que es un valor límite para una velocidad de diseño a la cual el vehículo se desplaza con seguridad en la vía en función del peralte y la fricción.

A continuación, se muestra los valores de la sobre elevación que se debe utilizar según el tipo de terreno:

Tabla No. 4: Tasa de sobrelevación "e" en (%).

Tasa de Sobreelevación, "e" en (%)	Tipo de Area
10	Rural montañosa
8	Rural plana
6	Suburbana
4	Urbana

Fuente: *Norma Ecuatoriana Vial NEVI- 12-MTOP_VOLUMEN 2A, p.132*

Una vez establecido el valor del peralte y el factor de fricción lateral se puede calcular el valor del radio mínimo con la expresión matemática:

$R= v^2 /(127(e+f))$

Ecuación 3:

Donde:

R= Radio mínimo de curvatura, en metros

e= Tasa de sobreelevación en fracción decimal

F= Factor de fricción lateral

V= Velocidad de diseño, en KPH

A continuación, se indica una tabla de los radios mínimos en función de la velocidad, factor de fricción lateral y peralte máximo:

Tabla No. 5: Radios mínimos para diferentes velocidades de diseño.

Velocidad de Diseño(Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 8%			Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	28.3	30	38° 12`	26.2	25	45° 50`
40	0.17	50.4	50	22° 55`	46.7	45	25° 28`
50	0.16	82.0	80	14° 19`	75.7	75	15° 17`
60	0.15	123.2	120	9° 33`	113.4	115	9° 58`
70	0.14	175.4	175	6° 33`	160.8	160	7° 10`
80	0.14	229.1	230	4° 59`	210.0	210	5° 27`
90	0.13	303.7	305	3° 46`	277.3	275	4° 10`
100	0.12	393.7	395	2° 54`	357.9	360	3° 11`
110	0.11	501.5	500	2° 17`	453.7	455	2° 31`
120	0.09	667.0	665	1° 43`	596.8	595	1° 56`

Fuente: *Norma Ecuatoriana Vial NEVI- 12-MTOP_VOLUMEN 2A, p.134*

1.11. Curvas horizontales

1.11.1. Curvas Circulares.

Estas curvas son arcos unidos por dos tangentes consecutivas las cuales sirven en el diseño geométrico vial. Estas curvas tienen como elementos principales un grado de curvatura y el radio de curvatura.

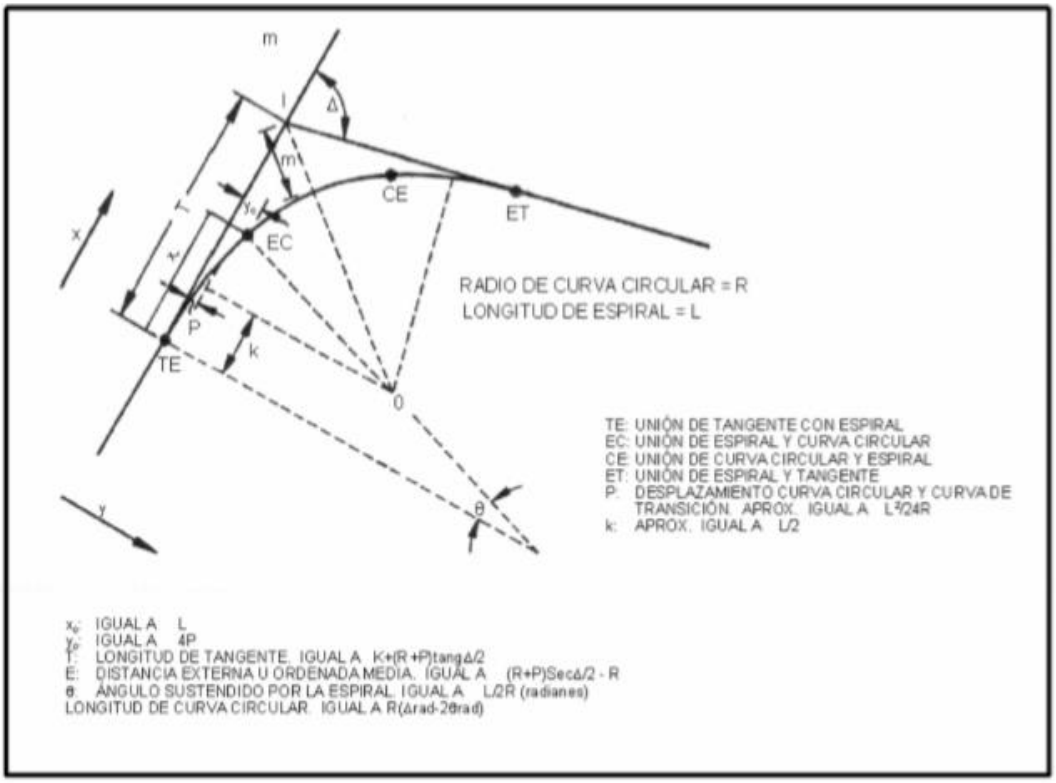
Son utilizadas generalmente en vías de topografía ondulada o llana donde se tiene la distancia suficiente para desarrollar el peralte y brindar una adecuada distancia entre final de curva e inicio de la siguiente curva.

1.11.2. Curvas de Transición.

Con el fin de bridar seguridad y comodidad al usuario se utiliza esta curva, debido a que están formadas por un tramo espiral y un tramo circular. El tramo espiral permite que la fuerza que ejerce la aceleración centrípeta sea la menor posible y se disipe suavemente en un radio infinito hasta tener el radio del tramo circular y lo mismo ocurre a la salida de la curva, pero en sentido inverso.

A continuación, se muestra una figura de la curva de transición simétrica.

Figura No. 1: Componentes de la curva de transición.



Fuente: *Norma Ecuatoriana Vial NEVI- 12-MTOP_VOLUMEN 2A, p.135*

Para el cálculo de la longitud del tramo espiral se utiliza la expresión matemática:

$Le = 0.0702 (v^3 / RC)$ (metros)

Ecuación 4:

Donde:

V= velocidad de diseño, en KPH

R= radio central de la curva, en metros

C= tasa de incremento de la aceleración centrípeta

Este último parámetro es un valor empírico obtenido del diseño de ferrocarriles y es aplicado al diseño de vías el cual varía de 1 a 3.

1.12. Sobre anchos

Los sobre anchos se diseñan en las curvas con radios pequeños generalmente en vías de dos carriles en sentido contrario, estos sobre anchos permiten hacer las maniobras de giro en las curvas cerradas de una mejor manera evitando accidentes por invasión del vehículo hacia el carril en sentido opuesto en el momento de girar.

Se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- En curvas circulares se debe proporcionar este sobre ancho únicamente en la parte interior de la curva.
- En curvas de transición debe colocarse el sobre ancho tanto en el borde externo como interno, aunque se permite colocar solamente en el borde interno de la curva.
- El sobre ancho debe realizarse dentro de la longitud de transición y en proporción uniforme y suave para inducir su uso al conductor.

1.13. Alineamiento vertical

Está formado por arcos verticales unidos por tangentes consecutivas que permiten formar una transición entre las pendientes de diferente valor, estas curvas deben proporcionar la visibilidad adecuada al conductor y para esto de sebe proporción la longitud del arco adecuada.

1.13.1. Curvas verticales.

Los tramos en tangente serán unidos por curvas parabólicas, estas tangentes deben tener al menos una diferencia del 1% en sus pendientes. Las curvas verticales deben proporcionar la distancia de visibilidad de parada.

Para el cálculo de la longitud de la curva vertical se utiliza el índice de curvatura (K). Entonces el valor de la longitud de la curva vertical será el valor de la multiplicación del valor (K) por la diferencia algebraica de las pendientes.

$$L = K*A$$

Ecuación 5:

A continuación, se muestra las tablas para obtener los valores del índice K para diferentes velocidades en curvas cóncavas y convexas.

Tabla No. 6: Índice K para curvas convexas.

Velocidad (Km/h)	Longitud Controlada por Visibilidad de Frenado		Longitud Controlada por Visibilidad de Adelantamiento	
	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Indice de Curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)	Indice de Curvatura K
20	20	0,6	-	-
30	35	1,9	200	46
40	50	3,8	270	84
50	65	6,4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438
El indice de curvatura es la Longitud (L) de la curva de las pendientes (A) K= L/A por el porcentaje de la diferencia algebraica				

Fuente: *Norma Ecuatoriana Vial NEVI- 12-MTOP_VOLUMEN 2A, p.144*

Tabla No. 7: Índice K para curvas cóncavas.

Velocidad (Km/h)	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Indice de Curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38
El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) K = L/A por el porcentaje de la diferencia algebraica.		

Fuente: *Norma Ecuatoriana Vial NEVI- 12-MTOP_VOLUMEN 2A, p.144*

1.13.2. Pendientes.

Las pendientes que debe tener un diseño vertical serán limitadas según la clase de vía, generalmente se utiliza como valor mínimo el 2% de pendiente para brindar el drenaje por gravedad de las aguas y evitar que el agua inunde la calzada.

A continuación, se indica una tabla con los valores permitidos máximos para deferentes velocidades de diseño y tipo de terreno.

Tabla No. 8: Pendientes Máximas.

Orografia	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
Velocidad (Km/h)				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7
90	6	6	6	6
100	6	5	5	5
110	5	5	5	5

Fuente: *Norma Ecuatoriana Vial NEVI- 12-MTOP_VOLUMEN 2A, p.145*

1.13.3. Sección Transversal.

La sección transversal de la vía muestra que características tendrá la carretera transversamente terminada y está formada por:

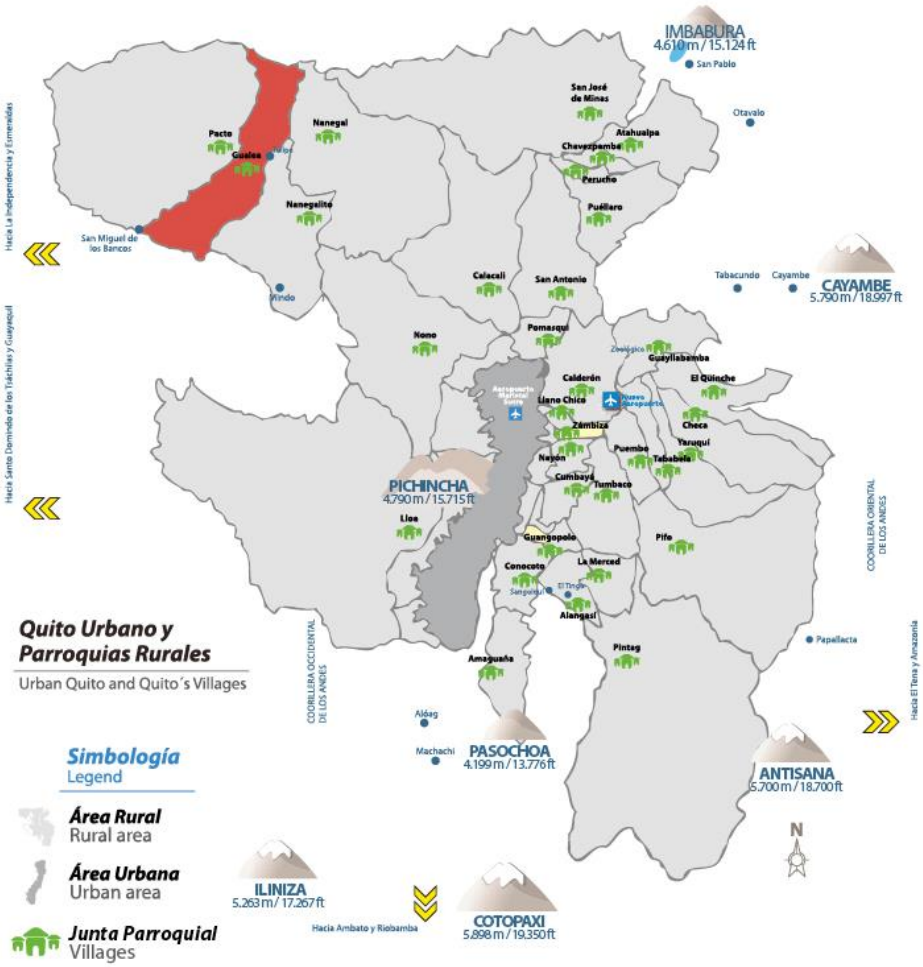
- Número de carriles y su ancho
- Espesores de pavimento
- Ancho de los espaldones si los tuviese
- Inclinación de los taludes de corte y/o relleno
- Cunetas
- Señalética

CAPITULO 2: EVALUACIÓN DE LA VÍA EXISTENTE.

2.1. Ubicación del Proyecto.

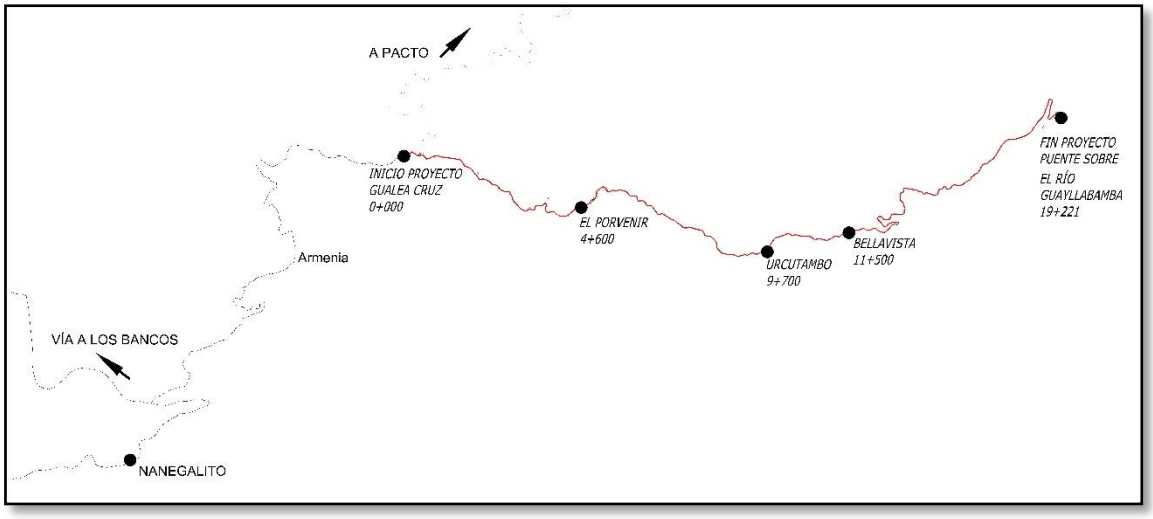
El Proyecto se encuentra ubicado en el sector Noroccidente de la provincia de Pichincha, cantón Quito, Distrito Metropolitano de Quito a 78 Km de Quito, tomando como referencia la Vía Calacalí-Nanegalito-Los Bancos-Puerto Quito-Quinindé, en un recorrido de aproximadamente 15 minutos, desde la Población de Nanegalito hacia Los Bancos, se llega a una Intersección en forma de "Y", con destinos hacia los Bancos y a la Población de Tulipe, siguiendo por la Vía hacia Tulipe, con dirección nor-oeste en una longitud de 13 Km, por una vía que está asfaltada se llega a otra "Y" de ingreso al Proyecto en la población de Gualea Cruz.

Figura No. 2: Mapa de ubicación de la parroquia Gualea en el Distrito Metropolitano de Quito.



Fuente: *Quito cultura*

Figura No. 3: Ubicación del proyecto.



Elaborado por*: El Autor*

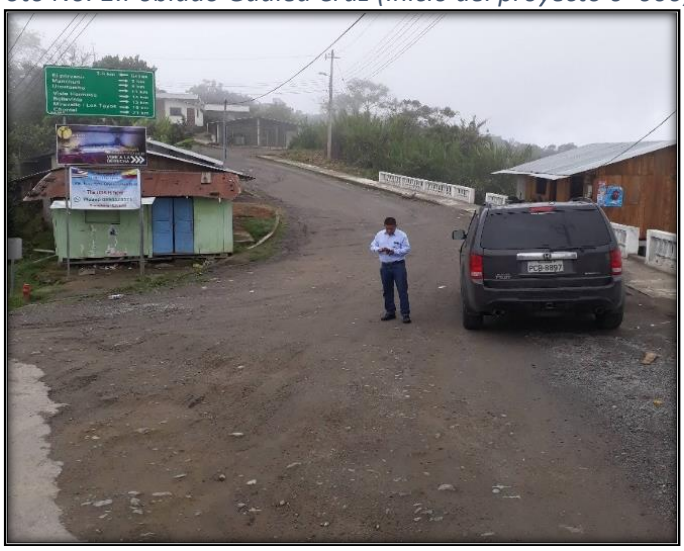
2.2. Coordenadas de sitios importantes.

Tabla No. 9: Coordenadas sitios importantes.

INICIO: GALEA CRUZ (0+000)		12.540 N	751805 E
HACIENDA EL PORVENIR (4+000)		15.614 N	752908 E
BARRIO El PORVENIR (4+600)		16.091 N	752839 E
INGRESO YUMBO SPA (6+000)		17.158 N	752539 E
BARRIO MANCHURI (8+900)		19.508 N	753808 E
POBLAC. DE URCUTAMBO (9+800)		20.129 N	753508 E
BARRIO BELLAVISTA (11+500)		21.880 N	753292 E
FIN PROYECTO PUENTE R.G (19+295.047)		26.054 N	750998 E

***Elaborado por**: El Autor*

Foto No. 1:Poblado Gualea Cruz (Inicio del proyecto 0+000)



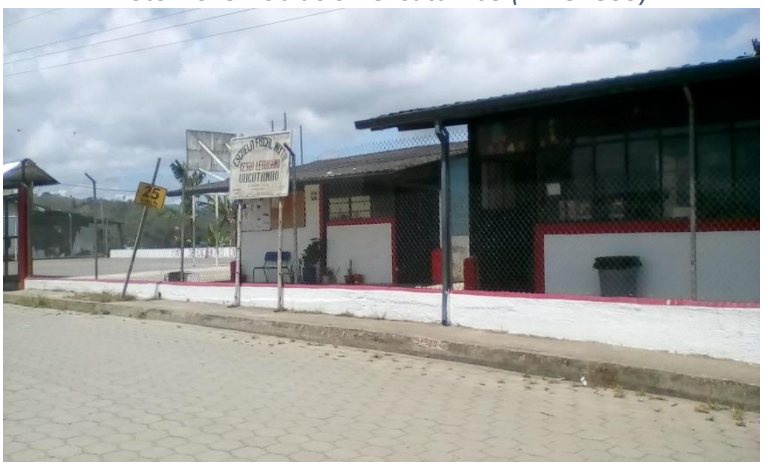
***Elaborado por**: El Autor*

Foto No. 2:Barrio Manchuri (Km 8+900)



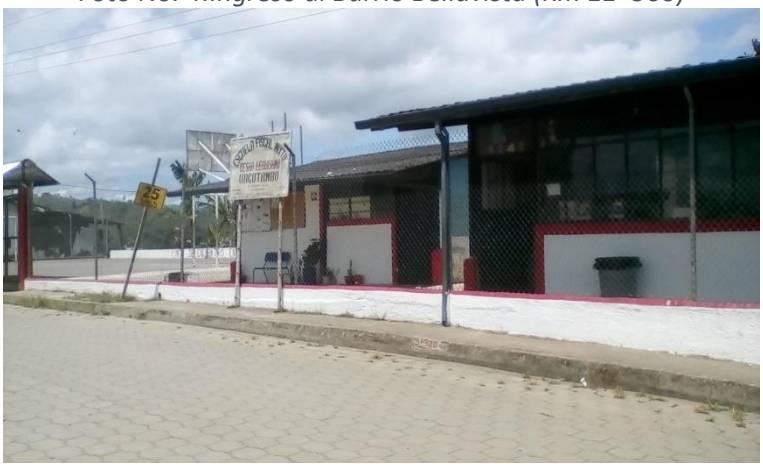
***Elaborado por**: El Autor*

Foto No. 3:Poblacion Urcutambo (Km 9+800)



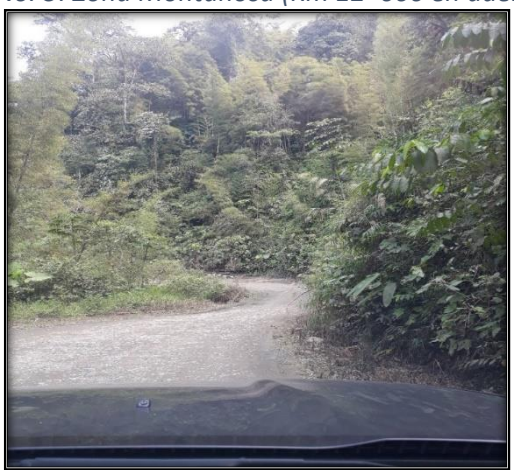
***Elaborado por**: El Autor*

Foto No. 4:Ingreso al Barrio Bellavista (Km 11+500)



***Elaborado por**: El Autor*

Foto No. 5: Zona Montañosa (Km 12+000 en adelante)



Elaborado por: El Autor

Foto No. 6: Fin del proyecto (Km 19+295.047)



***Elaborado por**: El Autor*

2.3. Descripción de la vía existente.

A continuación, se presenta un resumen de las condiciones actuales de la vía.

Gualea Cruz, es una población pequeña de la parroquia Gualea perteneciente al canto Quito, compuesta por alrededor de 400 habitantes (censo INEC 2010), dispone de los servicios básicos como, agua tratada, alcantarillado combinado, energía eléctrica.

Los primeros 200 m. Se asciende, con una vía lastrada de 8 m. de ancho, con bordillos y algunos tramos con aceras. Desde la 0+200 se inicia el descenso hacia el Barrio Porvenir Km 4+600. Este tramo se caracteriza por una vía lastrada de un ancho promedio de 6 m. y se desarrolla por terrenos aprovechados para la agricultura, especialmente de caña de azúcar por lo que existe la presencia de muchas fincas junto a la vía.

Este tramo se desarrolla por línea de cumbre, con pendientes fuertes a cada lado de la vía. Los radios de curvatura horizontal son muy pequeños y tomando un promedio del número de curvas por kilómetro se tiene 14 curvas promedio.

El Barrio Porvenir (Km 4+600), tiene un tramo de vía que está adoquinado, en una longitud de 300 m. y un ancho promedio de 5,30 m. Esta población tiene igualmente los servicios básicos como, agua tratada, alcantarillado combinado, energía eléctrica. Saliendo del Porvenir, la ruta sigue en descenso hasta el Barrio Manchuri (Km 8+900). Este tramo se caracteriza por una vía lastrada de un ancho promedio de 6,30 m. y se desarrolla por terrenos aprovechados para la agricultura, especialmente de caña de azúcar y potreros con presencia de muchas fincas junto a la vía.

Este tramo se desarrolla por tramos en línea de cumbre, con pendientes fuertes a cada lado de la vía.

Las pendientes de la vía están alrededor de un 5 %. Los radios de curvatura horizontal son muy pequeños y el número de curvas por kilómetro es alto, alrededor de 12 curvas.

El Barrio Manchuri (Km 8+900), es una pequeña población de unas 60 personas. A partir de esta población la vía sigue en descenso con un camino lastrado de ancho variable de alrededor de 6,00 m. hasta la población de Urcutambo (Km 9+800). Este tramo se caracteriza por una vía lastrada de un ancho promedio de 6,20 m siendo también un sector agrícola.

Es importante señalar que la vía no tiene drenaje, el agua escurre por la calzada lo que daña la capa de lastre existente. Los taludes no son muy altos para el corte, se estima que están en el orden de los 7 m. Las pendientes de la vía están alrededor de un 5 %. Los radios de curvatura horizontal son muy pequeños y el número de curvas por kilómetro es alto, alrededor de 13 curvas.

En la población de Urcutambo la calzada es adoquinada en una longitud de 300 m. con un ancho promedio de 7 m. En esta población de unas 500 personas aproximadamente, se dedican a la producción agrícola y al comercio de algunos productos como panela, trago artesanal, leche, entre otros.

A partir de esta población de Urcutambo, la vía sigue en descenso con un camino lastrado de ancho variable de alrededor de 6,20 m. hasta el barrio Bellavista (Km 11+500).

Es importante señalar que la vía no tiene drenajes, lo que ocasiona el deterioro de la capa de lastrado.

El Barrio Bellavista (Km 11+500) tiene alrededor de unos 130 habitantes la calzada está adoquinada en una longitud pequeña de alrededor de 100 m. A partir de esta población de Bellavista, la vía sigue en descenso con un camino lastrado de ancho variable de alrededor de 6,00 m. hasta el Fin del Proyecto.

Los primeros tres kilómetros la vía se desarrolla por un terreno montañoso, en donde se evidencia pendientes verticales bien fuerte de más del 10 %, y se desarrolla por terrenos con vegetación alta, sin sembríos. En este tramo hay bastantes quebradas y pasos de agua

Y como la vía tiene un déficit de drenaje, afecta el estado de la calzada.

Los taludes para el corte son altos alrededor de los 20 m aproximadamente. Los radios de curvatura horizontal igualmente son pequeños por la dificultad del trazado por zona montañosa. Hay más o menos unas 14 curvas por kilómetro, con radios bastante cerrados, hasta el Km 14 aproximadamente.

A partir del Km 12, la topografía cambia a ondulada-montañosa con taludes muy altos que sobre pasan los 20 m de altura se observa la presencia de fincas con producción de caña de azúcar y potreros para el ganado, hasta el final del Proyecto en el inicio del Puente sobre el Río Guayllabamba. Este puente tiene una longitud de 40 m y un ancho de 4 m. Además de 2 aceras de 0,80 m. a cada lado del puente.

2.4. Ancho de la vía existente.

Desde el inicio del proyecto hasta los primeros 200 m la vía es lastrada y tiene aproximadamente 8 m. de ancho, con bordillos y algunos tramos con aceras, desde esta abscisa hasta el Barrio Porvenir Km 4+600 el ancho de la vía existente es de 6m aproximadamente.

El Barrio Porvenir (Km 4+600), tiene una longitud de 300 m y un ancho promedio de 5,30 m. A partir de esta población la vía sigue en descenso con un camino lastrado de ancho variable de alrededor de 6,00 m. hasta la población de Urcutambo (Km 9+800).

A partir de Urcutambo, la vía sigue en descenso con un camino lastrado de ancho variable de alrededor de 6,20 m. hasta el barrio Bellavista (Km 11+500).

El Barrio Bellavista (Km 11+000) tiene la calzada está adoquinada en una longitud pequeña de alrededor de 100 m. A partir de esta población de Bellavista, la vía sigue en descenso con un camino lastrado de ancho variable de alrededor de 6,00 m. hasta el Fin del Proyecto.

Foto No. 7: Fin del proyecto (Km 19+295.047)



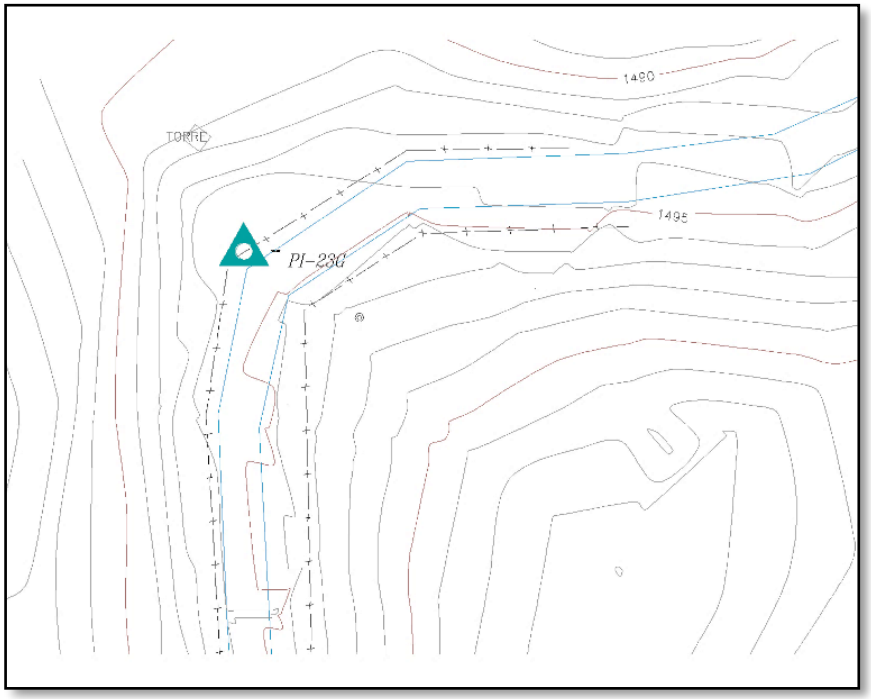
***Elaborado por**: El Autor*

2.5. Radios existentes.

Desde el inicio del proyecto hasta el kilómetro doce, la vía tiene un 20% de curvas horizontales que llegan a los 20m de radio esto se debe que el diseño geométrico actual se ajustó a la morfología del terreno evitando grandes movimientos de tierra. Desde el kilómetro 12 hasta el fin del proyecto la vía tiene un gran número de curvas horizontales con radios menores a los 20m especialmente en los retornos. Esta deficiencia en el diseño horizontal dificulta la operación de los vehículos grandes generando aumento de los tiempos de viaje y sobre todo no brinda seguridad al usuario.

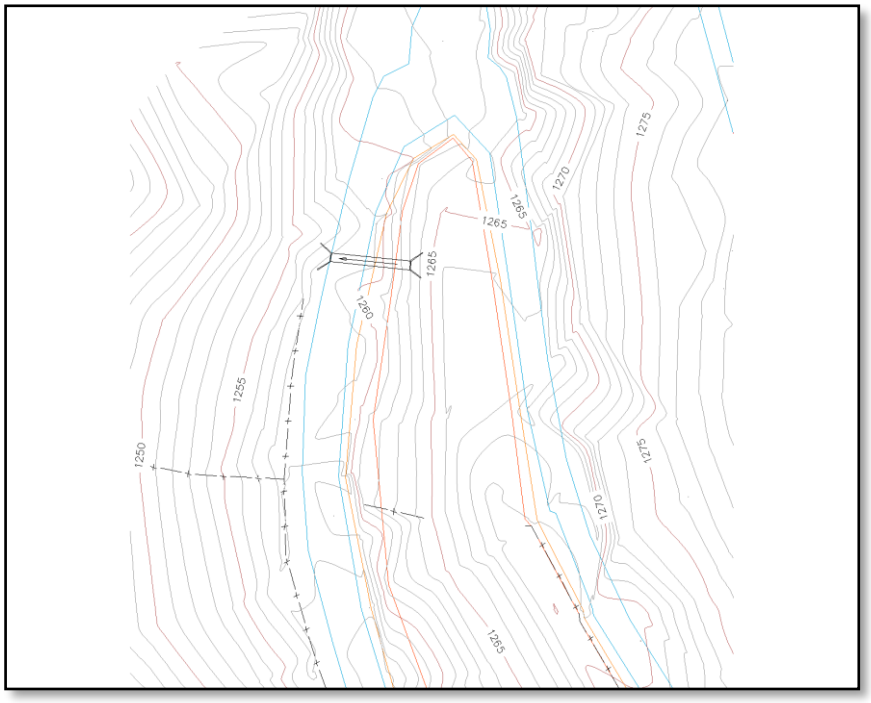
A continuación, se muestra unos ejemplos de los radios deficientes existentes en la vía.

Gráfico No. 1: Radios existentes.



***Elaborado por**: El Autor*

Gráfico No. 2: Radios existentes.



Elaborado por: *El Autor*

2.6. Peraltes existentes.

La calzada actual según mediciones en campo tiene un peralte del 8% aproximadamente, lo que se deduce que para el tipo de diseño geométrico existente con radios pequeños y una capa de rodadura en lastre pues estaría acorde.

Cabe señalar que no todas las curvas tienen un peralte adecuado ya que algunas curvas tienen radios muy pequeños y un gran peralte podría ocasionar el derrape o volcamiento de vehículos pesados. También se observó que algunas curvas no tienen el peralte adecuado dando una sensación de inseguridad en la maniobra de giro de los vehículos.

2.7. Sobreanchos existentes.

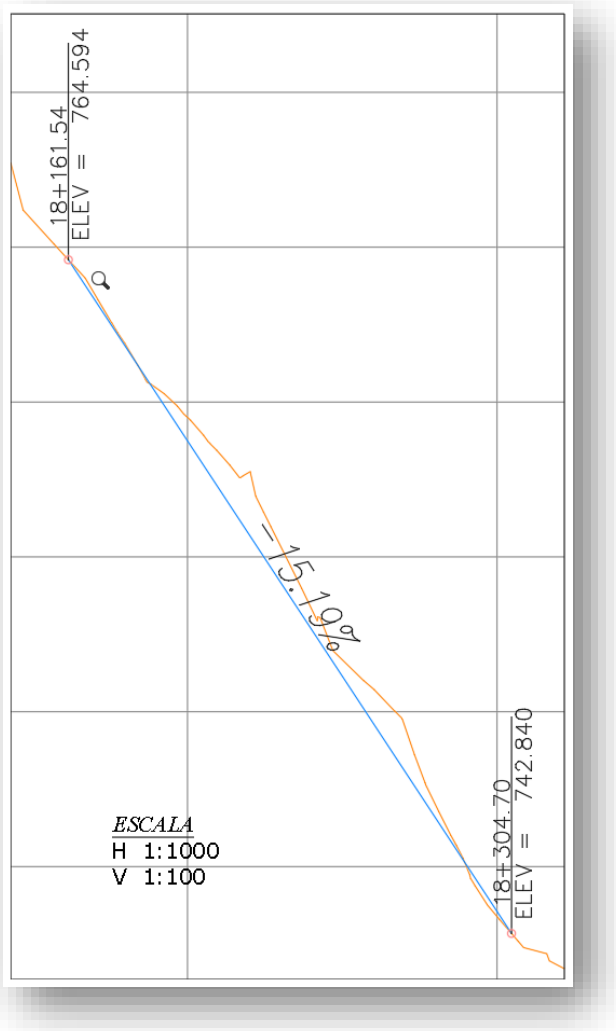
El sobre ancho en esta vía es nulo, se observó que las curvas cerradas de radio insuficiente y las curvas de los retornos carecen de este espacio de calzada para lograr una maniobra segura en

el giro y evitar invadir el carril opuesto, obviamente esto podría generar accidentes entre los vehículos que circulan en sentido opuesto en la maniobra de dichas curvas.

2.8. Pendientes longitudinales existentes.

A lo largo del proyecto se ha encontrado pendientes del 11% sin embargo desde el kilómetro 12 hasta el fin del proyecto se tiene un descenso brusco para llegar a la cota del cruce del puente. La vía actual desde el kilómetro 12 tiene pendientes que rodean el 15 % en ciertos tramos, dificultando el ascenso de vehículos con carga y provocando inseguridad en el descenso.

Gráfico No. 3: Pendiente longitudinal existente.



Elaborado por: El Autor

2.9. Drenaje existente.

En esta vía, existen pocas alcantarillas existentes, especialmente en el tramo de descenso al Rio Guayllabamba, después de la Población de Bella Vista Alto. El trazado general entre el 0+000 y 12+000 se desarrolla por la línea de cumbres, donde es menor la densidad de las alcantarillas y priman los desfogues laterales, directamente sobre los terrenos junto a la vía.

La vía existente se encuentra en lastre, existen cunetas conformadas con moto niveladora, pero están tapadas por maleza o sedimentos, en mucho de los casos se encuentran totalmente deterioradas lo que obstaculiza el flujo del agua lluvia y proveniente de los taludes causando que la capa de rodadura actual se sature de agua provocando el deterioro de la misma.

En el recorrido de campo realizado se constató la deficiencia de la capa de rodadura debido a la ausencia de cunetas en la vía, dificultando las condiciones de manejo y afectando la velocidad de circulación.

A continuación, se adjunta una fotografía de la vía donde se evidencia el problema de la calzada por déficit de un drenaje adecuado.

Foto No. 8: Drenaje Existente



Elaborado por: El Autor

2.10. Inventario Vial.

El inventario vial es el registro de las características físicas y técnicas de la vía existente.

Sirve para saber como se encuentra el estado de la vía y las obras civiles que también son parte de la misma.

Para esta disertación de grado se tomó como referencia la (Guía Práctica para Elaboración de Inventarios de Vías Terrestres, USAID, 2016).

Se realizó un recorrido de campo en el cual se registró según el kilometraje dado por el odómetro del vehículo lo siguiente:

- Lectura del odómetro
- Altura sobre el nivel del mar
- Coordenadas de la abscisa
- Ancho de la calzada
- Tipo de terreno
- Tipo de superficie
- Estado de la superficie
- Alcantarillas
- Muros de contención
- Puentes
- Cunetas
- Sitios críticos

A continuación, se muestra el inventario vial realizado en el recorrido de campo en el cual están registrados por abscisas los sitios más representativos con las características existentes de la carretera.

Tabla No. 10: Inventario Vial

TOMA DE LA INFORMACION DE CAMPO - INVETARIO VIAL

TIPO DE VÍA: Vía de cuarto orden

FECHA: 7 de septiembre de 2019 — PROVINCIA: Pichincha — ORIGEN: Gualea Cruz

NOMBRE DE LA VÍA: Gualea Cruz - Urcutambo — CANTON: Quito — DESTINO: Urcutambo y Puente Limite provincial Pichincha - Imbabura

NUMERO CONSECUTIVO	PUNTO: LECTURA ODÓMETRO (ABSCISA)	PUNTO: ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	COORDENADAS: N	COORDENADAS: E	ANCHO DE CALZADA (m)	TIPO DE TERRENO: PLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO	ESCARPADO	TIPO DE SUPERFICIE: TIERRA	AFIRMADO	ADOQUIN	PAV. RIGIDO	PAV. FLEXIBLE	OTRO	ESTADO SUPERFICIE: BUENA	REGULAR	MALA	ALCANTARILLA: LONGITUD	DIÁMETRO	HORMIGÓN	METÁLICO	ESTADO: BUENO	REGULAR	MALO	MURO DE CONTECION: LARGO	ALTO	DERECHA	IZQUIERDA	CONCRETO	GAVIONES	OTRO	ESTADO: BUENO	REGULAR	MALO	PUENTE: LONGITUD TOTAL	HORMIGÓN	METÁLICO	MADERA	OTRO	ESTADO: BUENO	REGULAR	MALO	CUNETA: EN TIERRA	REVESTIDA	DERECHA	IZQUIERDA	LONGITUD	ESTADO: BUENO	REGULAR	MALO	SITIO CRÍTICO: DERRUMBE	PERDIDA DE MESA	PERDIDA DE PAVIMENT	CAUCE NATURAL	DAÑO PARCIAL	DAÑO TOTAL
1	0+000	1521.86	12537	751795	18.00		x					x				x																													x	x	x		x								
2	0+080	1524.8	12607	751765	8.00		x					x				x										14.0	2.5	x					x												x	x	x		x								
3	0+280	1531.5	12775	751729	5.50		x					x				x																													x	x	x		x								
4	0+281	1531.5	12775	751729	5.50		x				x						x																											x							x						
5	0+870	1518.56	13230	751767	3.50		x				x							x																																		x	x			x	
6	1+680	1514.972	13990	752119	7.00			x			x						x									88.0	2.0		x	x			x											x							x						
7	2+740	1487.2	14782	752676	5.00			x			x						x																											x							x						
8	3+200	1473.2	15138	752855	3.00		x				x							x																										x							x		x			x	
9	3+280	1469.9	15211	752881	5.00		x				x						x		6.0	1.0		x			x																			x							x				x		
10	4+530	1413.1	16123	752831	5.20			x				x				x																													x	x	x		x								
11	4+660	1404.3	16247	752808	6.20			x				x				x										71.0		x		x			x												x	x	x		x								
12	4+890	1416.2	16434	752674	6.30			x				x				x																													x	x	x		x								
13	4+891	1416.2	16434	752674	6.30			x			x					x																												x						x							
14	6+380	1428.5	17548	752786	5.50		x				x						x		6.0	1.0		x		x																				x		x				x							
15	7+200	1408.2	18212	753177	6.00		x				x						x																																								
16	8+000	1407.3	18896	753464	4.80		x				x						x																																								
17	9+650	1347.1	20138	753945	7.00		x					x				x																													x	x	x		x								
18	10+080	1336.8	20507	753395	6.30		x					x				x																													x	x	x		x								
19	10+081	1336.8	20507	753395	6.30		x				x						x																											x		x	x				x						
20	11+380	1332.1	21729	753318	7.00			x				x				x																													x	x	x		x								
21	11+650	1316.2	21987	753252	6.80			x				x				x																													x	x	x		x								
22	11+651	1316.2	21987	753252	6.80			x			x						x																											x		x	x				x						
23	12+115	1284.3	22395	753340	4.00			x			x						x		6.0			x		x																				x		x				x					x		
24	13+640	1252.4	22749	752952	3.80			x			x						x																																			x	x			x	
25	14+040	1153.8	22730	752651	4.80			x			x							x																										x							x		x			x	
26	14+740	1077.078	23222	752547	5.40			x			x						x		7.0	1.2		x																						x		x				x					x		
27	15+060	1062.6	23506	752547	4.50			x			x						x		6.5	1.2		x																						x		x				x					x		
28	16+300	943.65	24410	751978	4.70			x			x						x		7.0	1.2		x																						x		x				x					x		
29	16+430	926.4	24526	751931	6.00			x			x						x		7.0	1.2		x		x																				x		x				x					x		
30	17+400	832.4	25254	751382	6.00			x			x						x																											x		x	x			x							
31	17+940	784.13	25630	751012	3.80			x			x							x																																						x	
32	18+180	756.3	25739	750801	3.50			x			x						x																											x		x	x										
33	18+860	675.2	25801	750997	10.00			x			x						x																											x		x	x			x							
34	19+180	643.2	26013	750984	5.80			x					x			x																				40.0	x				x																
35	19+221	643.2	26054	750995	5.80			x					x			x																				40.0	x				x																

ELABORADO POR: ANDRÉS MURILLO HOME

***Elaborado por**: El Autor*

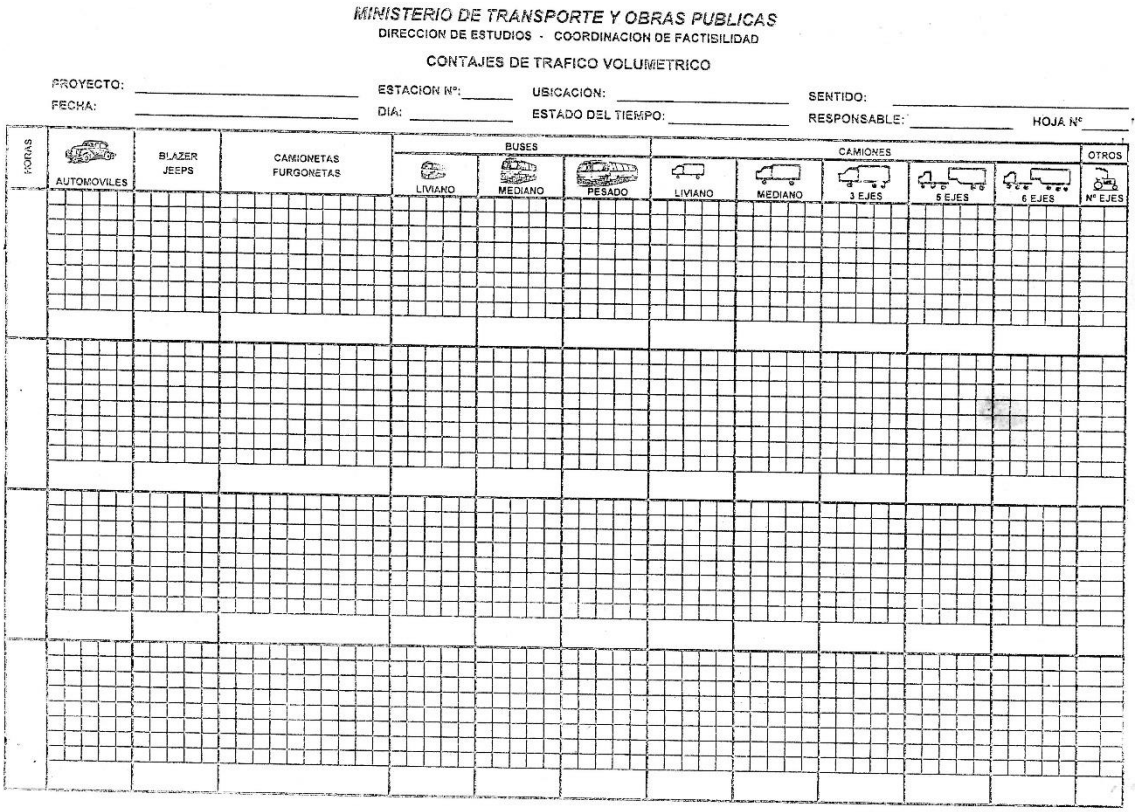
CAPITULO 3: REDISEÑO GEOMÉTRICO

3.1. Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Para calcular el TPDA en este proyecto se utilizó el conteo manual de tráfico vehicular, este conteo se hizo con una persona que se denomina encuestador.

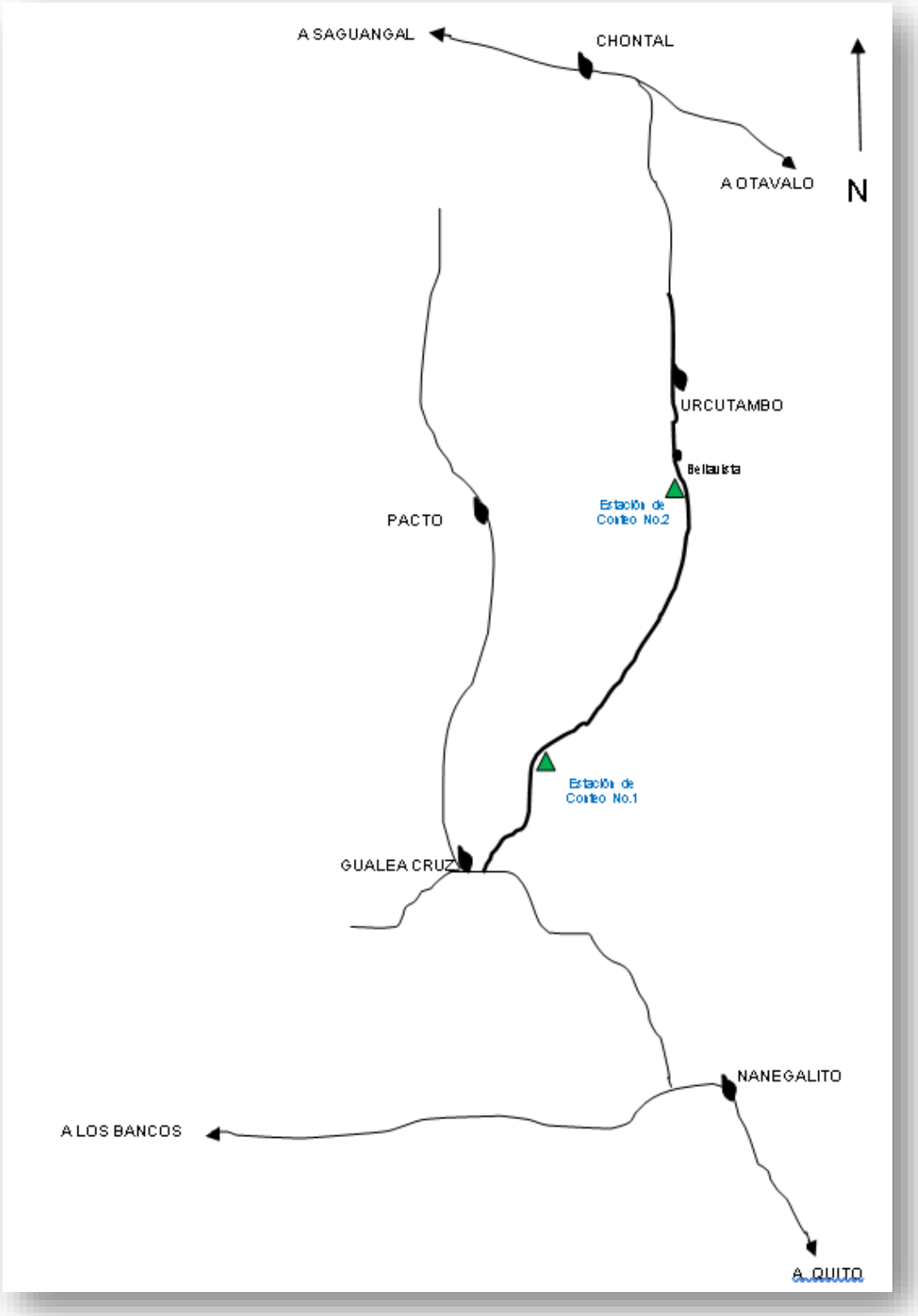
Se ubicaron dos estaciones de conteo, la primera estación en el poblado de Gualea, al inicio del proyecto y la segunda estación al finalizar, en el Poblado de Bellavista, a continuación, se indica la ubicación de las dos estaciones de conteo.

Figura No. 4: Matriz para conteo de tráfico.


MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE ESTUDIOS - COORDINACION DE FACTISILIDAD
CONTAJES DE TRAFICO VOLUMETRICO
PROYECTO: ESTACION Nº: UBICACION: SENTIDO:
FECHA: DIA: ESTADO DEL TIEMPO: RESPONSABLE: HOJA Nº
HORAS | AUTOMOVILES | BLAZER JEEPS | CAMIONETAS FURGONETAS | BUSES: LIVIANO, MEDIANO, PESADO | CAMIONES: LIVIANO, MEDIANO, 3 EJES, 5 EJES, 6 EJES | OTROS: Nº EJES

Fuente: *Thesa Consultores Cia. Ltda., Estudio de Tráfico, p.5*

Figura No. 5: Ubicación de las estaciones de conteo.



Elaborado por: El Autor

Según la norma NEVI-2012_ VOLUMEN 2ª, es posible determinar el conteo, mínimo durante dos días, un miércoles y un domingo, sin embrago se realizó durante cuatro (4) días, las 24 horas, estos días incluyó el día miércoles alejado de la influencia de los feriados y el día domingo donde se tiene la mayor movilidad. Por ser una zona agrícola, ganadera y la vía existente es conexión entre las provincias de Pichincha e Imbabura el tránsito de mercancías y personas es constante durante todo el año.

Este conteo tuvo la finalidad de obtener el volumen de tránsito y la composición en los diferentes tipos de vehículos: liviano, bus y los distintos tipos de camiones.

Los conteos volumétricos manuales de tráfico vehicular desglosan la información en una diversidad mayor de tipos de vehículos, finalmente toda la información deberá ser referida a los siguientes tipos:

- Livianos: incluye automóviles y jeeps, camionetas y furgonetas.
- Buses desglosados así: Bus de 2 ejes, incluye colectivos, busetas y buses.

  Bus de 3 ejes, de larga distancia de circulación.

- Camiones: incluye todo tipo de vehículo de carga exceptuando las camionetas, se considera vehículos de carga todos los que tengan doble llanta en el eje posterior y más de un eje.

Para obtener el TPDA, se utilizó la formula siguiente:

$$TPDA = TPDM * f_e * F_m$$

Ecuación 6:

Donde:

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual

TPDM: Tráfico promedio Diario Mensual

fe: El Factor de ejes, para este caso es igual a 1.00, porque los conteos son vehículos y no pares de ejes.

Fm: Factor de estacionalidad mensual promedio Fm= 1.002, calculado en base al consumo de combustibles en la provincia de Pichincha y correspondientes al mes de enero.

3.2. Tráfico Promedio Diario Mensual

De los conteos de vehículos se contabiliza los totales diarios durante el período de conteo y se calcula el Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS); considerando que la semana en la que se realizó los conteos, es la representativa del mes de enero, por lo tanto, se puede considerar qué: el TPDS determinado es el Trafico Promedio Diario Mensual del mes de enero (TPDM).

Entonces:

$$TPDM = TPDS = 5/7 * \frac{\sum DiasNormales}{n} + 2/7 * \frac{\sum DiasFunSemana}{m}$$

Ecuación 7:

Donde:

TPDM: Tráfico Promedio Diario Mensual

TPDS: Tráfico Promedio Diario Semanal

Días Normales: Suma de vehículos contados en días normales de la semana

Días Fin Semana: Suma de vehículos contados en días de fin de semana

n: Número de días que se realizó los conteos (días normales)

m: Número de días que se realizó los conteos (fin de semana)

En los cuadros siguientes se presenta los Tráficos Promedio Diario Semanal de las dos estaciones de conteo.

Cuadro No. 1: Tráfico Promedio Diario Semanal "Estación Gualea"

TPDS									
CLASIFICACION VEHICULAR									
DIRECCION:	DOS								
	LIVIANO	BUS	CAMION 2 EJES		CAMION PESADO				TPDA
		2 Ejes	Liviano	Medio	3 Ejes	4 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	
VEHICULO	164	10	23	32	7	0	0	0	236
%	69,63	4,29	9,61	13,50	2,76	0,20	0,00	0,00	100

Elaborado por: *El Autor*

Cuadro No. 2: Tráfico Promedio Diario Semanal "Estación Bellavista"

TPDS									
CLASIFICACION VEHICULAR									
DIRECCION:	DOS								
	LIVIANO	BUS	CAMION 2 EJES		CAMION PESADO				TPDA
		2 Ejes	Liviano	Medio	3 Ejes	4 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	
VEHICULO	96	16	29	21	5	1	0	0	167
%	57,23	9,29	17,26	12,83	2,95	0,44	0,00	0,00	100

Elaborado por: *El Autor*

A continuación, se muestra la tabla de los factores de consumo de combustible mensual de la provincia de pichincha.

Tabla No. 11: Factor de consumo de combustible mensual.

MES	FACTOR
ENERO	1.070
FEBRERO	1.113
MARZO	0.999
ABRIL	1.004
MAYO	0.934
JUNIO	1.002
JILIO	1.012
AGOSTO	0.998
SEPTIEMBRE	1.007
OCTUBRE	0.962
NOVIEMBRE	1.005
DICIEMBRE	0.922

Elaborado por: *El Autor*

3.3. Asignación del TPDA al proyecto

El proceso de asignación de tráfico vehicular al proyecto está constituido por los tráficos vehiculares: existente más el generado.

3.3.1. Tráfico vehicular existente

El Tráfico vehicular existente es aquel que está circulando actualmente por el tamo vial, el mismo que fue determinado en el Trafico Promedio Diario Semanal (TPDS), de los cuadros N°1 y N°2 antes expuestos.

3.3.2. Tráfico vehicular Generado

El tráfico generado está constituido por aquellos viajes vehiculares distintos a los del transporte público, que no se realizarían si no se mejora o se construye la vía.

El tráfico vehicular generado para el presente tramo vial está constituido por tres categorías siguientes:

1. El Tránsito inducido, o nuevos viajes no realizados previamente por ningún modo de transporte.
2. El transito convertido, o nuevos viajes que previamente se hacían en carros de alquiler, autobuses u otros medios de transporte, y que por razón de la nueva condición del carretero se harían en vehículos particulares.
3. El Transito trasladado, consiste en viajes previamente hechos a destinos completamente diferentes, atribuibles a la atracción de la nueva condición de la carretera y no al cambio del uso del suelo.

Al tráfico vehicular generado así catalogado se la asigna tasas de incremento entre el 5% al “25% del tráfico actual, con un período de generación de 1 a 2 años después de la carretera entre en

funcionamiento. Es así que se tomó un 20 % del TPDA actual en el primer año de funcionamiento de la vía para obtener el tráfico promedio diario anual generado.

A continuación, se muestra el tráfico promedio diario anual generado.

Cuadro No. 3: Tráfico Promedio Diario Anual Generado "Estación Gualea"

	LIVIANO	BUS	CAMION 2 EJES		CAMION PESADO				TPDA
		2 Ejes	Liviano	Medio	3 Ejes	4 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	
VEHICULO	33	2	5	6	1	0	0	0	47
%	69,63	4,29	9,61	13,50	2,76	0,20	0,00	0,00	100

Elaborado por: *El Autor*

Cuadro No. 4: Tráfico Promedio Diario Anual Generado "Estación Bellavista"

	LIVIANO	BUS	CAMION 2 EJES		CAMION PESADO				TPDA
		2 Ejes	Liviano	Medio	3 Ejes	4 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	
VEHICULO	19	3	6	4	1	0	0	0	33
%	57,23	9,29	17,26	12,83	2,95	0,44	0,00	0,00	100

Elaborado por: *El Autor*

Con los datos antes expuestos se calculó los valores para los TDPA para cada estación de conteo.

A continuación, se muestra los cuadros obtenidos.

Cuadro No. 5: Tráfico Promedio Diario Anual asignado al proyecto "Estación Gualea"

TPDA	LIVIANO	BUS	CAMION 2 EJES		CAMION PESADO				TPDA
		2 Ejes	Liviano	Medio	3 Ejes	4 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	Asignado
EXISTENTE	164	10	23	32	7	0	0	0	236
GENERADO	33	2	5	6	1	0	0	0	47
ASIGNADO	**197**	**12**	**27**	**38**	**8**	**1**	**0**	**0**	**283**
%	**69,63**	**4,29**	**9,61**	**13,50**	**2,76**	**0,20**	**0,00**	**0,00**	**100**

Elaborado por: *El Autor*

Cuadro No. 6: Tráfico Promedio Diario Anual Generado "Estación Bellavista"

TPDA	LIVIANO	BUS	CAMION 2 EJES		CAMION PESADO				TPDA
		2 Ejes	Liviano	Medio	3 Ejes	4 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	Asignado
EXISTENTE	96	16	29	21	5	1	0	0	167
GENERADO	19	3	6	4	1	0	0	0	33
ASIGNADO	**115**	**19**	**35**	**26**	**6**	**1**	**0**	**0**	**201**
%	**57,23**	**9,29**	**17,26**	**12,83**	**2,95**	**0,44**	**0,00**	**0,00**	**100**

Elaborado por: *El Autor*

3.3.3. Asignación del TPDA futuro.

El Tráfico Promedio Diario Anual – TPDA se proyecta al futuro, a un período que se denomina "vida útil" del proyecto (20 años como mínimo), proyección que servirá en el estudio del proyecto, entre otros, en los dos aspectos siguientes:

1.- Para dimensionar y dar las características geométricas de la vía

2.- Para cuantificar los beneficios por efecto en el ahorro en los costos de operación de vehículos y tiempo de viaje.

La expresión matemática que se utilizó para las proyecciones del tráfico promedio diario anual, es la siguiente:

$$TPDA_f = TPDA_0 \, x(1+\alpha)^t$$

Ecuación 8:

Donde:

$TPDA_f$ = Tráfico promedio diario anual futuro

α = Tasa de crecimiento del parque automotor

t = Año de la proyección respecto al año base

$TPDA_o$ = Tráfico promedio diario anual actual

En una previa investigación realizada por el INEC cuya publicación consta en el Anuario de Estadísticas de Transporte (2016), los indicadores tomados en cuenta para estimar las tasas de crecimiento vehicular como números de vehículos matriculados provincia, número de vehículos motorizados por provincia, rutas con mayor número de pasajeros, número de accidentes de tránsito , número de vehículos matriculados por cada 1000 habitantes determinan las correlaciones para cuantificar las tasas de crecimiento vehicular en el país.

Las tasas anuales de crecimiento son utilizadas en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas para la provincia de Pichincha, las mismas que se presenta en el cuadro siguiente.

Tabla No. 12: Tasas de crecimiento del tráfico (%)

PERIODO	LIVIANO	BUS	CAMION
2015-2020	5,35	3,37	4,86
2020-2025	4,61	2,90	4,32
2025-2030	4,01	2,53	3,88
2030-2035	3,52	2,22	3,52

Fuente: *MTOP*

Utilizando las tasas de crecimiento indicadas y aplicando la expresión matemática, se proyecta el tráfico asignado para un período de 20 años, obteniendo un resultado de 621 vehículos para el año 2038.

Los resultados se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 7: Proyección del TPDA asignado

AÑO	LIVIANO	BUS	CAMION 2 Ejes- Liviano	CAMION 2 Ejes- Mediano	CAMION 3 Ejes	CAMION 4 Ejes	CAMION 5 Ejes	CAMION 6 ejes	TOTAL Vehículos
2018	197	12	27	38	8	1	0	0	283
2019	208	13	29	40	8	1	0	0	298
2020	219	13	30	42	9	1	0	0	313
2021	229	13	31	44	9	1	0	0	327
2022	240	14	33	46	9	1	0	0	342
2023	251	14	34	48	10	1	0	0	357
2024	262	15	35	50	10	1	0	0	373
2025	274	15	37	52	11	1	0	0	390
2026	285	15	38	54	11	1	0	0	405
2027	297	16	40	56	11	1	0	0	421
2028	309	16	41	58	12	1	0	0	437
2029	321	17	43	61	12	1	0	0	455
2030	334	17	45	63	13	1	0	0	472
2031	346	17	46	65	13	1	0	0	489
2032	358	18	48	67	14	1	0	0	506
2033	371	18	50	70	14	1	0	0	523
2034	384	19	51	72	15	1	0	0	542
2035	397	19	53	75	15	1	0	0	560
2036	411	19	55	77	16	1	0	0	580
2037	426	20	57	80	16	1	0	0	600
2038	441	20	59	83	17	1	0	0	621

Elaborado por*: El Autor*

3.4. Clase de vía propuesta.

De acuerdo a la clasificación funcional de las vías según la norma para estudios viales NEVI-2012, en función del TPDA correspondiente al año horizonte, la vía Gualea Cruz – Urcutambo será clasificada como C2, que corresponde o equivale a una carretea convencional básica o camino básico.

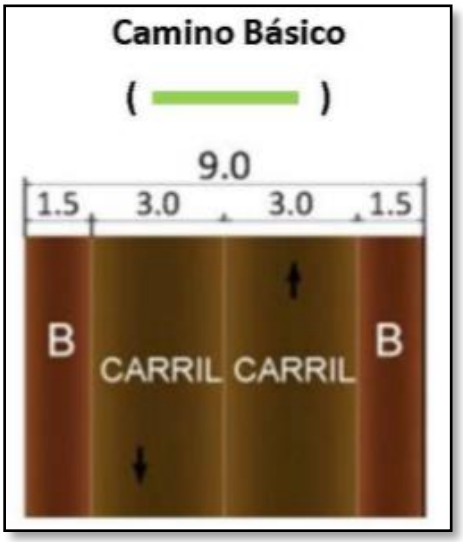
3.5. Sección Típica a utilizarse.

Cabe señalar que la vía existente tiene en la mayoría del tramo un ancho total de 6m.

Acorde con los requerimientos del proyecto y considerando las normas para el diseño de vías NEVI-2012, se ha escogido la sección típica correspondiente a un camino básico por lo que la vía proyectada tendrá un ancho total de 9m distribuidos de la siguiente manera:

- Calzada de 6.0 m de ancho
- Espacio para cuneta, bordillo y señalética de 1.5 m de cada lado

Figura No. 6: Dimensiones adoptadas para el ancho de la vía propuesta.

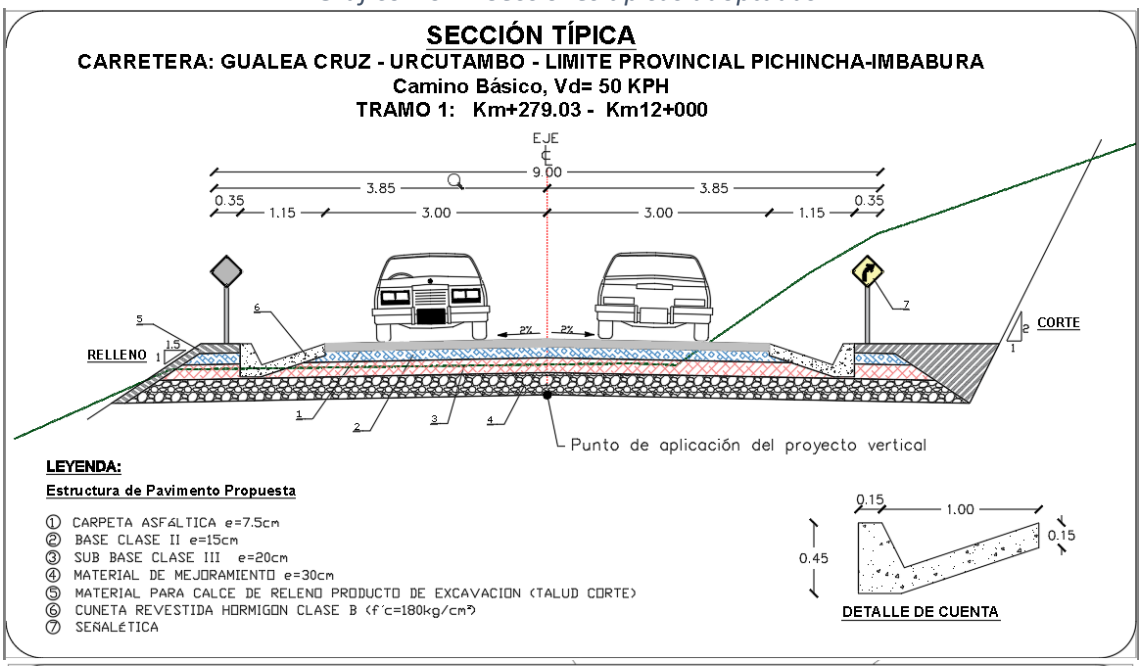


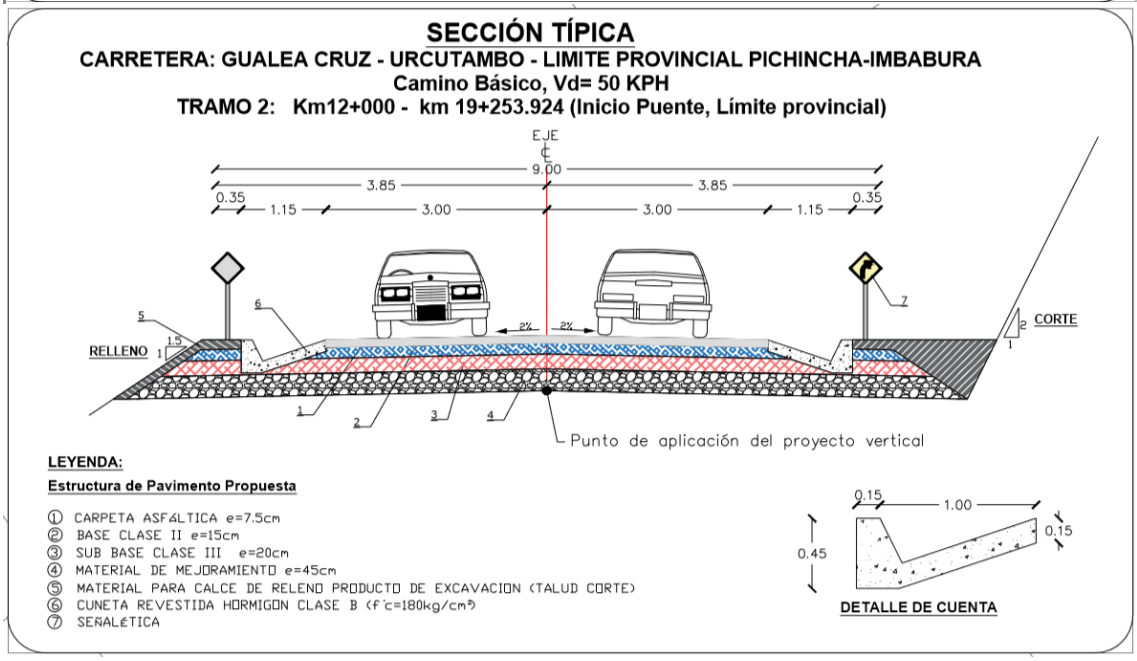
Fuente: *Norma Ecuatoriana Vial NEVI- 12-MTOP_VOLUMEN 2A, p.65*

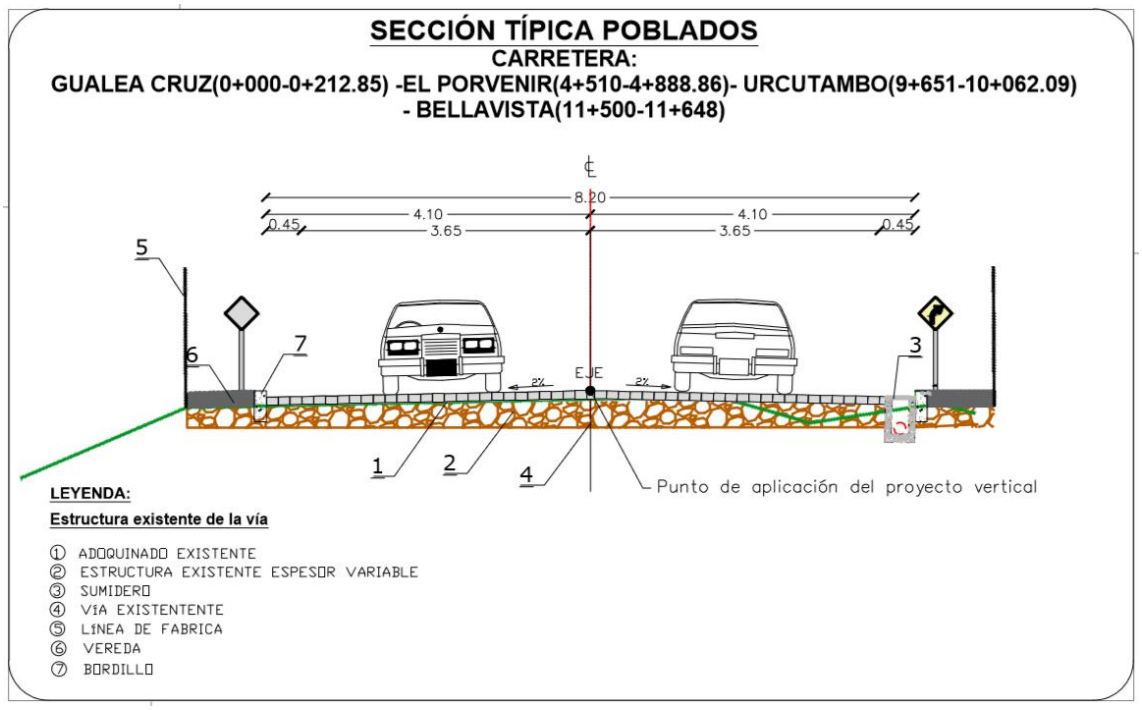
La norma NEVI-12 recomienda según el tráfico futuro y el tipo de topografía una sección típica de 9m de ancho total en la corona, la cual se adoptará para el diseño geométrico de la vía a proyectarse, con el fin de brindar seguridad, comodidad y funcionalidad a la nueva carretera.

A continuación, se indican las secciones típicas adoptadas para el rediseño de la vía divididas por tramos.

Gráfico No. 4: Secciones típicas adoptadas.







Elaborado por: El Autor

3.6. Velocidad de Diseño Adoptada.

En el recorrido de campo se observó que la dificultad del manejo del conductor tiene que ver directamente con el diseño geométrico actual y el tipo de calzada que tiene la vía. Se pudo constatar que la velocidad del vehículo era de 20 KPH en la mayoría del recorrido sobre todo en las zonas con pendientes elevadas y curvas cerradas.

Foto No. 9: Recorrido del vehículo y toma de velocidad de circulación actual



***Elaborado por**: El Autor*

Según la norma NEVI- 12-MTOP_VOLUMEN 2A, esta vía se catalogó, según el TPDA, el tipo de topografía por la cual se desarrolla, y la sección típica adoptada para un camino C2, la velocidad de diseño correspondiente es de 60 KPH, pero debido a que desde el kilómetro 12 hacia el final la vía se desarrolla en una topografía montañosa se adoptara una velocidad de 50 KPH.

Con esta velocidad de diseño se adoptará las características geométricas de la vía para realizar los diseños tanto horizontal como vertical.

3.7. Espesor del Pavimento Adoptado.

Apoyado con el diseño de pavimentos según el método AASTHO-93, el cual se aplica a agregados pétreos; los cuales fueron analizados de la Fuentes de Materiales realizado por empresa Consultora dueña del proyecto (Thesa Consultores Cia. Ltda.), más la información de los ensayos C.B.R, y en función del estudio de tráfico se ha obtenido dos diseños diferentes para la estructura del pavimento a proyectarse divididos de la siguiente manera:

- **Tramo 1:** 0+000 – 12+000
- **Tramo 2:** 12+000 – 19+295.047

A continuación, se muestra los diferentes espesores de pavimento para los tramos indicados.

Cuadro No. 8: Espesores de pavimento proyectados

DISEÑO	*TRAMO*	*CARPERTA ASFALTICA (cm)*	*BASE GRANULAR Clase II (cm)*	*SUB BASE GRANULAR clase III (cm)*	*MEJORAMIENTO (cm)*
AASTHO-93	*0+000 -12+000*	*7.5*	*15*	*20*	*30*
AASTHO-93	*12+000 - 19+295.047*	*7.5*	*15*	*20*	*45*

Elaborado por: El Autor

3.8. Cuneta tipo adoptada.

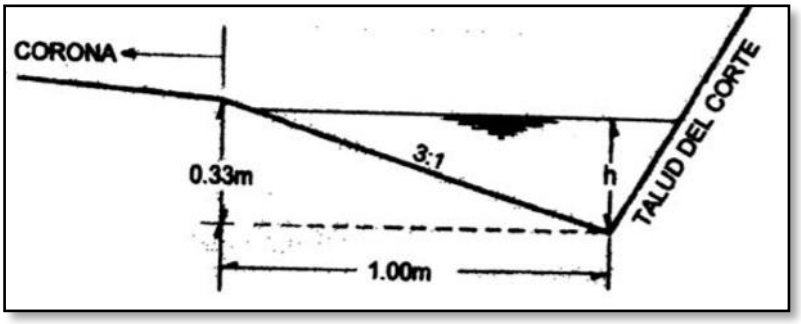
Para la ejecución de esta disertación de grado y tomando en cuenta que este diseño esta realizado para una etapa preliminar, se adoptó como cuneta tipo la mínima requerida para un área hidráulica recomendada según la normativa del MTOP-2003 para vías que se desarrollan en sectores con alta pluviosidad y de montaña, y haciendo base en el estudio hidrológico-hidráulico realizado por la empresa dueña del proyecto (Thesa Consultores Cia. Ltda.), se adoptó una cuneta con un ancho libre de 1 m, con una inclinación 3:1 hacia la calzada y la inclinación del talud de corte.

Esta cuneta se colocará a ambos lados de la vía y su función será recoger el agua que cae desde el talud a la vía y el agua lluvia que proviene de la misma calzada.

Las cunetas estarán dispuestas a lo largo de toda la vía y conducirán el agua hasta las alcantarillas de cruce por donde se evacuará el agua que estas conducen hacia los acuses naturales como quebradas.

A continuación, se muestra la figura de la cuneta tipo con sus dimensiones.

Figura No. 7: Sección Típica de cunetas.



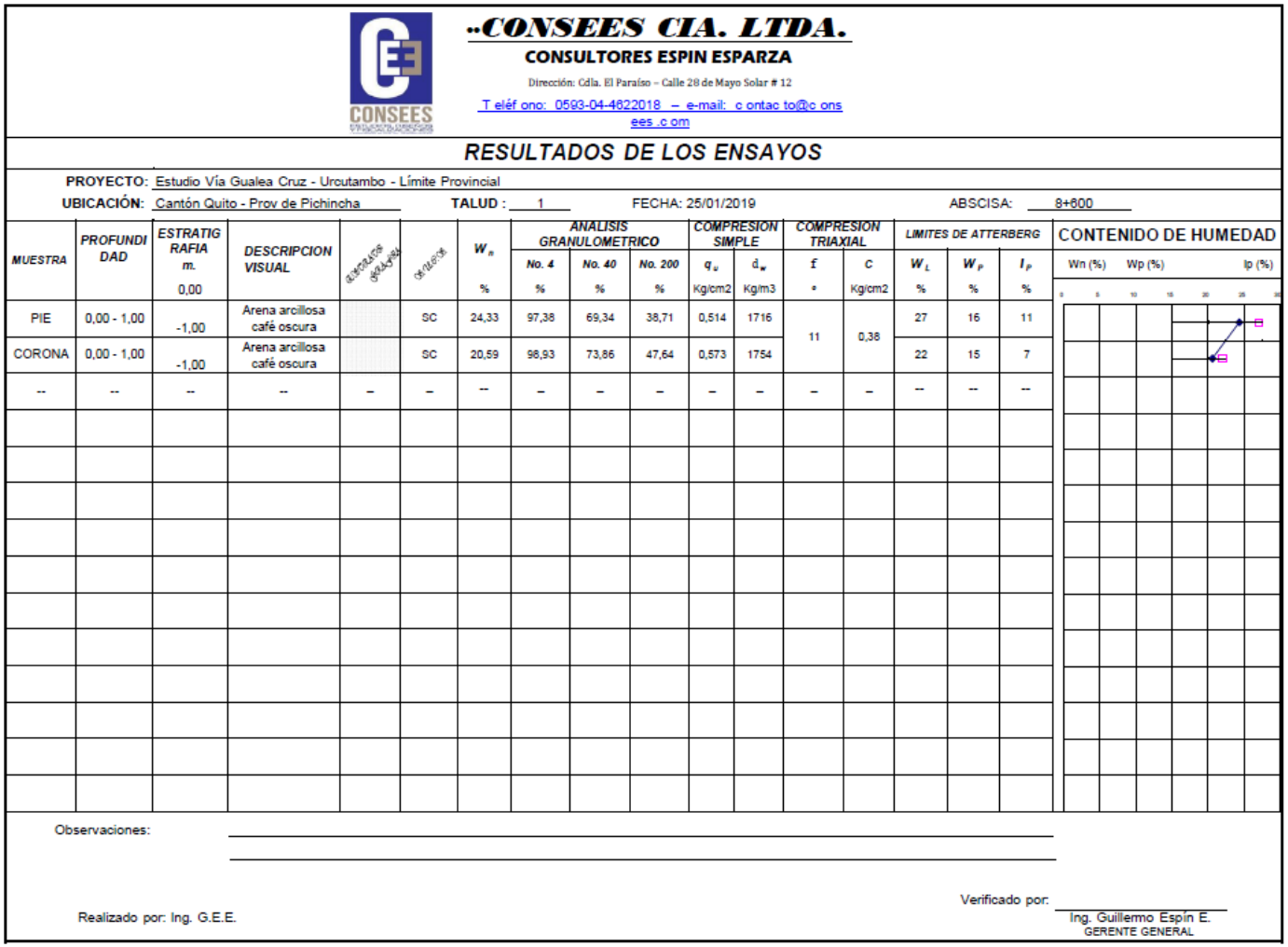
Fuente: *Norma Ecuatoriana Vial MTOP-2003, p.256*

3.9. Taludes Adoptados.

Por ser una etapa de diseño preliminar donde se puede adoptar valores haciendo referencia a estudios de ingeniería, se adoptó las inclinaciones de los taludes de corte y relleno según el Estudio Geológico y el estudio de Geotecnia realizado por la empresa consultora dueña del proyecto (THESA Consultores Cía. Ltda.), en el cual luego de realizar los ensayos respectivos de compresión simple, triaxial, granulometría, humedad, límites, tamiz 200 y el peligro sísmico para la estabilidad de taludes, se determinaron las inclinaciones de los taludes para corte 1H:1.5V y relleno 2H:1V,

A continuación, se muestra los resultados de los ensayos realizados para u talud especifico:

Figura No. 8: Resultados de los ensayos para estabilidad de taludes.



CONSEES CIA. LTDA.

CONSULTORES ESPIN ESPARZA

Dirección: Cdla. El Paraíso – Calle 28 de Mayo Solar # 12

Teléfono: 0593-04-4622018 – e-mail: contacto@consees.com

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

PROYECTO: Estudio Vía Gualea Cruz - Urcutambo - Límite Provincial

UBICACIÓN: Cantón Quito - Prov de Pichincha **TALUD :** 1 FECHA: 25/01/2019 ABSCISA: 8+600

MUESTRA	PROFUNDIDAD	ESTRATIGRAFIA m.	DESCRIPCION VISUAL	[illegible]	SUCS	W_n	ANALISIS GRANULOMETRICO			COMPRESION SIMPLE		COMPRESION TRIAXIAL		LIMITES DE ATTERBERG			CONTENIDO DE HUMEDAD
							No. 4	No. 40	No. 200	q_u	d_w	f	c	W_L	W_P	I_P	Wn (%) Wp (%) Ip (%)
		0,00				%	%	%	%	Kg/cm2	Kg/m3	°	Kg/cm2	%	%	%	
PIE	0,00 - 1,00	-1,00	Arena arcillosa café oscura		SC	24,33	97,38	69,34	38,71	0,514	1716	11	0,38	27	16	11	
CORONA	0,00 - 1,00	-1,00	Arena arcillosa café oscura		SC	20,59	98,93	73,86	47,64	0,573	1754			22	15	7	
--	--	--	--	–	–	--	–	–	–	–	–	–	–	--	--	--	

Observaciones: _____

Realizado por: Ing. G.E.E.

Verificado por: Ing. Guillermo Espín E. GERENTE GENERAL

***Elaborado por**: Thesa Consultores Cia.Ltda.*

3.10. Alineamiento Horizontal.

El alineamiento horizontal se desarrolla sobre una topografía ondulada-montañosa y el eje de la ruta propuesta, se enmarca dentro del corredor existente. Este alineamiento está conformado de tangentes cortas y radios pequeños, atravesando un camino existente que conecta algunas poblaciones.

Para esta vía se ha propuesto una sección Típica con un ancho de la vía de 6.00 m y una velocidad de diseño de 50 KPH.

En el **Anexo N.º 1**, se presenta un listado con abscisas de PI, PC, PT, TS, EC, CE, ST, así como datos del ángulo de deflexión, radios de curvatura, tangentes, longitud de curvas, longitud de espirales, entre otras, del Proyecto Horizontal realizado.

Como concepto se diseñó, el eje horizontal fue colocado a una separación suficiente desde el talud de corte, para evitar excesiva excavación y demasiada área de expropiación a terrenos aledaños tomando en cuenta para esto la lateral de corte, pero asegurándonos de evitar excesivas laterales de relleno y consecuentemente la colocación de muros.

El diseño horizontal está formado por curvas circulares y curvas de transición estas últimas se componen de un tramo espiral de entrada seguido del tramo circular y el tramo espiral de salida. En casos particulares se utilizó curvas espirales en punta debido a la dificultad de la topografía sobre todo desde el kilómetro 12 en adelante.

Las dimensiones de los elementos de las curvas se adoptaron según la norma NEVI-2012-MTOP, esto se refiere a radios mínimos, longitud de tangentes intermedias, longitudes espirales etc.

Una vez finalizado las mejoras a la geometría existente, se obtuvo a una longitud total de la vía proyectada de 19.295 Km.

3.10.1. Radios mínimos.

Utilizando los valores recomendados según la velocidad de diseño adoptada, el factor de máxima fricción y el peralte máximo de la curva a continuación se muestra la tabla de radios mínimos para la vía.

Tabla No. 13: Radios mínimos de curvas horizontales para distintas velocidades de diseño.

Velocidad de Diseño(Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 8%			Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	28.3	30	38° 12`	26.2	25	45° 50`
40	0.17	50.4	50	22° 55`	46.7	45	25° 28`
50	0.16	82.0	80	14° 19`	75.7	75	15° 17`
60	0.15	123.2	120	9° 33`	113.4	115	9° 58`
70	0.14	175.4	175	6° 33`	160.8	160	7° 10`
80	0.14	229.1	230	4° 59`	210.0	210	5° 27`
90	0.13	303.7	305	3° 46`	277.3	275	4° 10`
100	0.12	393.7	395	2° 54`	357.9	360	3° 11`
110	0.11	501.5	500	2° 17`	453.7	455	2° 31`
120	0.09	667.0	665	1° 43`	596.8	595	1° 56`

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994, p. 156
Nota: Cifras redondeadas para radios y grados recomendados

Fuente: *Norma Ecuatoriana Vial NEVI- 12-MTOP_VOLUMEN 2A, p.134*

Sabiendo que la velocidad de diseño es de 50 KPH y adoptando un peralte máximo del 10 %, el radio mínimo a utilizarse para las curvas horizontales simples será de 75 m.

Debido a que la topografía donde se desarrolla la vía es montañosa se ha utilizado curvas horizontales de transición que consisten de un tramo espiral de entrada una curva circular intermedia y un tramo espiral de salida. En este caso según la norma NEVI-2012, recomienda usar para velocidades de 50 KPH un radio mínimo de 75 m con longitud de espirales de 54 m para vías de dos carriles con peraltes del 10%.

3.10.2. Longitudes mínimas de transición.

En el diseño horizontal se usó principalmente curvas de transición debido a la complejidad de la topografía por donde se desarrolla la vía. Las especificaciones de la norma sugieren distancias mínimas para la transición del peralte desde la sección normal o bombeo hasta alcanzar el peralte máximo.

A continuación, se muestra la tabla de los elementos de diseño para curvas horizontales en función de la velocidad y el peralte.

Tabla No. 14: Elementos de diseño para curvas horizontales en función de la velocidad para un peralte del 10%.

	V_d=30km/h			V_d=40km/h			V_d=50km/h			V_d=60km/h			V_d=70km/h			V_d=80km/h			V_d=90km/h			V_d=100km/h			V_d=110km/h		
		L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)	
R (m)	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs
7000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0
5000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0
3000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	56	84	2.1	61	92
2500	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	50	75	2.2	56	84	2.5	61	92
2000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	44	66	2.2	50	75	2.7	56	84	3.1	61	92
1500	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	39	59	2.4	44	66	2.9	50	75	3.5	56	84	4.1	61	92
1400	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.1	39	59	2.6	44	66	3.1	50	75	3.8	56	84	4.3	61	92
1300	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.3	39	59	2.8	44	66	3.3	50	75	4.0	56	84	4.6	61	92
1200	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.4	39	59	3.0	44	66	3.6	50	75	4.3	56	84	5.0	61	92
1000	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.2	33	50	2.9	39	59	3.5	44	66	4.2	50	75	5.1	56	84	5.9	61	92
900	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.5	33	50	3.2	39	59	3.9	44	66	4.6	50	75	5.6	56	84	6.4	61	92
800	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.7	33	50	3.5	39	59	4.3	44	66	5.1	50	75	6.2	56	84	7.1	61	92
700	SN	0	0	SI	22	33	2.3	28	42	3.1	33	50	4.0	39	59	4.8	44	66	5.8	50	75	6.9	56	84	8.0	69	103
600	SN	0	0	SI	22	33	2.7	28	42	3.6	33	50	4.5	39	59	5.5	44	66	6.5	50	75	7.8	62	94	9.0	77	116
500	SN	0	0	2.3	22	33	3.1	28	42	4.2	33	50	5.3	39	59	6.4	46	69	7.6	57	86	8.9	71	107	9.9	85	127
400	SI	17	26	2.8	22	33	3.8	28	42	5.0	33	50	6.3	41	62	7.5	54	81	8.8	67	100	9.8	78	117	Rmin = 455		
300	2.2	17	26	3.6	22	33	4.8	28	42	6.3	38	57	7.8	51	77	9.0	65	97	99	75	112	Rmin = 360					
250	2.6	17	26	4.2	22	33	5.6	30	45	7.1	43	64	8.7	57	86	9.7	70	105	Rmin = 275								
200	3.1	17	26	5.0	26	39	6.6	36	53	8.2	49	74	9.6	63	94	Rmin = 210											
175	3.5	17	26	5.6	29	43	7.1	38	58	8.8	53	79	9.9	65	97.0												
150	4.0	19	29	6.2	32	48	7.8	42	63	9.4	57	85	Rmin = 160														
140	4.3	21	31	6.4	33	49	8.1	44	66	9.6	58	87															
130	4.5	22	32	6.7	34	52	8.5	46	69	9.8	59	88															
120	4.8	23	34	7.0	36	54	8.8	48	71	10.0	60	90															
110	5.1	24	37	7.4	38	57	9.1	49	74	Rmin = 115																	
100	5.5	26	40	7.7	40	59	9.5	51	77																		
90	5.9	28	42	8.2	42	63	9.8	53	79																		
80	6.4	31	46	8.6	44	66	10.0	54	81																		
70	6.9	33	50	9.1	47	70	Rmin = 75																				
60	7.5	36	54	9.6	49	74																					
50	8.2	39	59	10.0	51	77																					
40	9.1	44	65	Rmin = 45																							
30	9.9	47	71																								
	Rmin = 25																										

emax = 10.0%
R = Radio de curva
V = Velocidad de diseño
e = Tasa de superelevación
L = Longitudmínima de transición
SN = Sección Normal
SI = Sección Invertida, peralte similar a la pendiente normal
C: = Carriles
CIFRAS REDONDEADAS

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994, p.170

Fuente: *Norma Ecuatoriana Vial NEVI- 12-MTOP_VOLUMEN 2A, p.139*

Desde el kilómetro 12 hasta el final del proyecto la topografía es montañosa y el diseño horizontal requirió el uso de curvas horizontales con espirales en punta. Ya que la norma recomienda que se use un radio mínimo de 75 m para velocidades de 50 KPH, el cálculo de la longitud de la espiral se lo hizo con la siguiente expresión tomada de las normas MTOP-2003.

$$Le = 0.072\frac{V^3}{R * C}$$

Ecuación 9:

Donde:

Le: longitud mínima de la espiral en m

V: velocidad de diseño en KPH

R: radio mínimo en m

C: coeficiente de comodidad, varía entre 1 y 3 (1 para mayor seguridad y confort)

Teniendo entonces:

$$Le = 0.072\frac{50^3}{75 * 3} = 40\ m$$

3.10.3. Peralte Adoptado.

Dado que las condiciones meteorológicas y topográficas se imponen según la norma NEVI-2012 se puede utilizar los siguientes valores máximos para la sobre elevación o peralte en el diseño de carreteras.

Tabla No. 15: Tasa de sobreelevación en (%)

Tasa de Sobreelevación, "e" en (%)	Tipo de Area
10	Rural montañosa
8	Rural plana
6	Suburbana
4	Urbana

Fuente: *Norma Ecuatoriana Vial NEVI- 12-MTOP_VOLUMEN 2A, p.132*

Tomando en cuenta la recomendación de la norma para el diseño horizontal se tomó como valor para el peralte el 10% por ser una zona rural montañosa.

3.10.4. Sobreanchos Adoptados.

Para el disco de las curvas horizontales se aplicó el sobreancho solo en la parte interna de la curva tanto en curvas horizontales simples como en las curvas de transición ya que la norma lo permite.

A continuación, se muestra la tabla de los sobreanchos para caminos clase C2, la cual es el tipo de camino que se está diseñando.

Tabla No. 16: Sobreancho en curvas circulares.

TIPO	C1							C2							C3						
Radio de Curva	Velocidad de diseño (Km/h)							Velocidad de diseño (Km/h)							Velocidad de diseño (Km/h)						
(m)	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110
1500	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6
1000	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6
750	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
500	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1
400	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5		0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8		0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	
300	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5			0.6	0.7	0.7	0.8	0.8			0.9	1.0	1.0	1.1			
250	0.4	0.5	0.5	0.6				0.7	0.8	0.8	0.9				1.0	1.1	1.1	1.2			
200	0.6	0.7	0.8					0.9	1.0	1.1					1.2	1.3	1.3	1.4			
150	0.7	0.8						1.0	1.1						1.3	1.4					
140	0.7	0.8						1.0	1.1						1.3	1.4					
130	0.7	0.8						1.0	1.1						1.3	1.4					
120	0.7	0.8						1.0	1.1						1.3	1.4					
110	0.7							1.0							1.3						
100	0.8							1.1							1.4						
90	0.8							1.1							1.4						
80	1							1.3							1.6						
70	1.1							1.4							1.7						

Fuente: *Norma Ecuatoriana Vial NEVI- 12-MTOP_VOLUMEN 2A, p.141*

3.11. Alineamiento Vertical.

La vía se desarrolla por una zona montañosa, algunos tramos por línea de cumbre y otros a media ladera.

Cabe recalcar que el punto de aplicación del proyecto vertical se encuentra sobre la obra básica de la vía, es decir por debajo del paquete estructural del pavimento nuevo. Con lo antes expuesto la cota del proyecto vertical se la coloco por debajo del terreno existente haciendo que generalmente todo el diseño este en corte y así poder asegurar la obra básica de la nueva vía evitando que se genere laterales de relleno sin intersección con el terreno natural donde poderse asentar y la utilización de muros lo cual encarece el diseño

La vía actual tiene pendientes que rodean hasta el 15 % en ciertos tramos desde el kilómetro 12 en adelante .A pesar de que la norma NEVI-2012 permite para un camino C2 hasta una gradiente máxima de diseño del 14%, se ha tomado como limite el valor del 12,5 % , brindando un diseño más suavizado y descanso a los vehículos en el ascenso evitando el no afectar su rendimiento, del mismo modo en el descenso dando seguridad al usuario evitando pendientes muy

pronunciadas, ya que algunos de los vehículos que circulan por la vía están cargados con mercadería.

La pendiente mínima fue del 0,50 para garantizar el desalojo del agua a través de las cunetas laterales.

En los enlaces de dos alineaciones con gradientes longitudinales se han empleado curvas verticales, cuyas longitudes son mayores a las recomendadas por la Normas, con el propósito de que el conductor pueda transitar de forma confortable y segura. Estas curvas tienen la longitud suficiente para que el usuario pueda observar el vehículo que viene de frente en el carril de sentido contrario sobre todo en las curvas cóncavas.

El proyecto vertical tuvo un movimiento en cotas según los requerimientos como:

- Evitar laterales de relleno extensas o con pendientes muy altas, lo cual podría generar la colocación de muros para soportar la mesa de la obra básica de la vía.

- El balance entre los cortes y los rellenos transversales.

- En las zonas pobladas el movimiento vertical será nulo, ya que se respetará la cota de la rasante del adoquinado existente.

Se consideró en lo posible utilizar la vía actual como plataforma donde se asiente el pie de relleno de la vía nueva.

En los casos donde el rediseño movió el eje horizontal desplazándolo del eje actual, se tomó como pívot la cota de la vía actual para generar el menor movimiento de tierras posible.

Con todas las consideraciones anteriormente descritas, en el **ANEXO N.º 2**, se presenta un listado con abscisas de PIVs, PCVs, PTVs, cotas, gradientes y longitudes del proyecto Vertical.

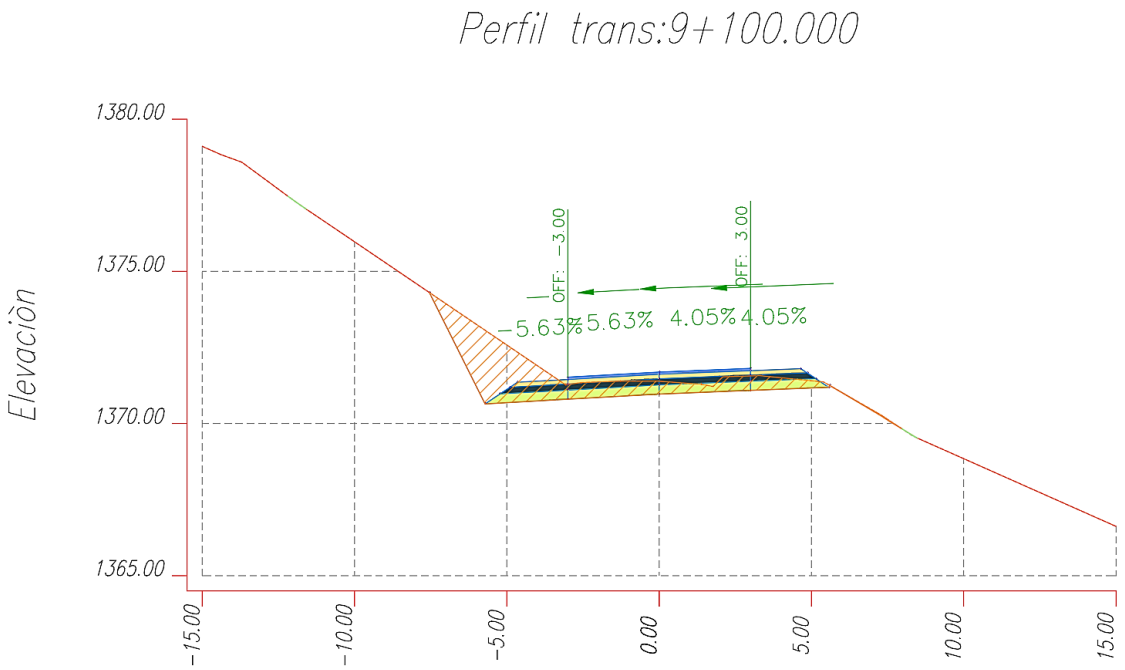
3.12. Secciones Transversales.

En las secciones transversales se plasmó el perfil transversal del terreno y la plataforma de la vía nueva según la sección típica adoptada y el espesor adoptado de la estructura del pavimento con los respectivos taludes de corte y relleno.

Entonces se realizó el ajuste de la cota del proyecto vertical de la vía y se determinó la elevación del eje vial para optimizar el movimiento de tierras y controlar las laterales de relleno y evitar la colocación de muros a lo largo de la vía, obligando a bajar la cota del diseño vertical en lo posible.

En estas secciones se observa la bondad del diseño, vertical, sobre todo, observando que la mesa de la vía esté asegurada y no haga rellenos o cortes excesivos injustificados encareciendo el costo del proyecto.

Gráfico No. 5: Sección Transversal.



***Elaborado por**: El Autor*

3.13. Movimiento de tierras.

El movimiento de tierras es producto del corte y relleno generado por la construcción de la obra básica de la nueva vía. Para conformar la obra básica se consideró aspectos importantes necesarios como son:

- Peraltes de las curvas horizontales
- Sobreancho borde interno de las curvas horizontales
- Espesor de la estructura del pavimento
- Asegurar la obra básica de la vía en una cota adecuada para evitar la construcción de muros.
- Pendientes longitudinales máximas 12.5%

A continuación, se indica un cuadro resumen de los volúmenes de corte y relleno parciales por kilómetro y el total acumulado.

Cuadro No. 9: Resumen del movimiento de tierras

ABSCISA	VOLUMEN ACUMULADO CORTE m3	VOLUMEN ACUMULADO RELLENO m3	VOLUMEN ACUMULADO NETO m3
19+295.05	658148.49	10553.31	647595.17

Elaborado por: El Autor

En el **ANEXO N.º 3** correspondiente se muestra los volúmenes de corte y relleno obtenidos por el movimiento de tierras cada 100m.

CAPITULO 4: COMPARACIÓN DEL REDISEÑO VIAL PROPUESTO CON RESPECTO AL DISEÑO EXISTENTE

4.1. Comparación del alineamiento horizontal

Una vez concluido el rediseño geométrico de la vía se presenta un cuadro comparativo entre la geometría del eje actual y las reformas del eje propuesto donde se observa la bondad del nuevo diseño con el fin de brindar seguridad y confort al usuario.

En este cuadro se muestra las mejoras a las curvas horizontales las cuales presentaban una deficiencia en los radios, por este motivo se aumentó el radio a valores normados y se modificó el alineamiento de las tangentes de entrada y salida de estas curvas mejorando el alineamiento original.

Se evitó trazar el eje de la vía hacia los sectores de relleno evitando que el pie de relleno no tenga donde apoyarse con el terreno natural y esto generase la colocación de muros innecesarios. también se evitó desplazar el eje nuevo lejos del eje original evitando movimientos de tierras excesivos y tratando de utilizar la vía actual como soporte pata la mesa de la vía nueva.

A continuación, se muestra un cuadro comparativo entre la geometría y las características de la vía actual con respecto al eje de la vía propuesta en el rediseño.

Cuadro No. 10: Geometría horizontal existente con respecto al rediseño horizontal propuesto.

ABSCISA	DESCRIPICON EJE EXISTENTE	DESCRIPCION EJE REDISEÑO
1+500	curva y contracurva con radios de 25m, dificultando la visibilidad del tráfico en sentido opuesto	Eliminación de curva consecutiva por una tangente y curva en punta con longitud espiral de 30m
2+020	curva y contracurva con radios pequeños y sinuosas	eliminación de una curva por una entre tangente y ampliación de los radios
2+500	tangente de entrada larga, radio de la curva de 20m	rectificación del eje de la tangente de entrada y uso de una curva de transición con tramo circular de 50m de radio longitud espiral de 44m
3+180	ancho de calzada insuficiente y variable con una curva cerrada	ancho constante de calzada de 6m, utilización de una curva espiral en punta de 30m de longitud
3+280	deterioro de la vía existente con una curva cerrada de 20m de radio	ancho constante de calzada de 6m, utilización de una curva espiral en punta de 30m de longitud
3+460	tangente sinuosa	rectificación de la tangente, eliminando la deflexión existente
3+600	curva cerrada de 17m de radio, con contra curva	eliminación de la curva cerrada y la contracurva, se sustituyó por una curva de transición con 28m de radio y una longitud espiral de entrada y salida de 27m
5+240	curva y contra curva	se eliminó las curvas y se sustituyó por una sola curva de transición de 40m de radio y longitudes espirales de entrada y salida de 20m
5+430	curva cerrada	se eliminó las curvas y se sustituyó por una sola curva de transición de 40m de radio y longitudes espirales de entrada y salida de 20m
5+850	curva y contra curva sinuosa	se eliminó la primera curva y se sustituyó por una tangente, también se mejoró la segunda curva aumentado el radio a 45m
6+370	curva y contra curva cerrada	se sustituyó por una curva en punta con tramos espirales de 35m y una curva de transición de radio 45m y espirales de 30m
6+700	curvas continuas de radios pequeños	se eliminó una de las curvas y se sustituyó por una curva de transición de 40m de radio y espirales de 30m
7+810	curva de radio insuficiente	se sustituyó esta curva por una curva de transición de 42m de radio y20m de longitud espiral

7+910	curva sinuosa	rectificación del eje, se eliminó la curva y se colocó una curva de transición de 820m de radio y espirales de 30m
8+240	curva sinuosa	se eliminó la curva y se sustituyó por una curva simple de 130m de radio
8+920	curva cerrada entrando en el poblado de Urcutambo	se rectificó el eje vial con tangentes mejor orientadas para poder colocar una curva en punta con espirales de 33m
10+570	curva cerrada	se sustituyó por una espiral en punta de 28m de longitud de entrada y salida
10+820	curva cerrada	se sustituyó por una espiral en punta de 30m de longitud de entrada y salida
10+930	curva cerrada	se colocó una curva de transición de 80m de radio y espirales de 25m
11+110	curva cerrada, cerca de viviendas	se eliminó la curva y el eje se desplazó más lejos de la casa evitando expropiar colocando una curva en punta con espirales de 30m
11+920	curva cerrada	se sustituyó esta curva por una curva de transición de 50m de radio y espirales de 30m
12+520	curva extremadamente cerrada de 15m de radio	se modificó el eje vial insertando dos curvas espirales en punta en forma de retorno con longitudes de 22m una seguida de la otra.
12+800	tres curvas consecutivas con radios insuficientes con ancho de vía pequeño	se eliminó dos de las tres curvas y se reemplazó por una curva de transición de 40m de radio con espirales de 30m
13+060	curva cerrada	se reemplazó por una curva de transición amplia de 40m de radio y 30 m de longitud espiral
13+300	tramo extremadamente sinuoso con curvas peligrosas	se colocó una espiral en punta de 30m de longitud y una curva de transición de 60m de radio unidas con una entre tangencia de 42.43m de longitud
13+420	curva cerrada	se sustituyó por una curva de transición de 50m de radio y longitud espiral de 30m
13+640	tramo con curva y contra curva con radio pequeños	se eliminó la primera curva se rectificó el eje con una tangente de entrada hacia la curva nueva curva de transición de 30m de radio y longitudes espirales de 30m
13+920	tramo sinuoso peligroso	se rectificó el eje vial, se evitó generar mucho corte en el talud.

14+090	tramo sinuoso peligroso	se rectificó el eje vial, se evitó generar mucho corte en el talud, se colocó curvas en punta con longitudes de 27 m
14+300	curva cerrada peligrosa	se implanto una espiral en punta moviendo el eje hacia el corte con longitud espirales de 30m
14+380	curva cerrada	se eliminó la curva y se dejó una tangente e 52.51m
14+650	curva cerrada	se rectificó el eje hacia el corte colocando una curva en punta con tramos espirales de 25m
14+650	curva cerrada	se movió el eje hacia el corte, se utilizó espirales en punta para mejorar la curva
14+920	tramo sinuoso peligroso	se colocó curvas espirales con longitudes de 25m y con ángulos de deflexión pequeños
15+020	curva peligrosa	se eliminó la curva y se dejó una tangente de 27.66m
15+300	curva cerrada	se sustituyó por una espiral en punta de 35m de longitud con el eje hacia el corte
15+410	curva cerrada	se eliminó la curva y se dejó una entre tangencia de 12m entre dos curvas de transición de radios de 30m y espirales de 28m
16+060	curva cerrada	se eliminó la curva por una espiral en punta con deflexión pequeña y longitudes de 20m
16+260	tramo sinuoso peligroso	se eliminó la curva por una tangente de 47.47m entre dos curvas simples de radio 110m
16+430	tramo sinuoso peligroso	se rectificó el eje vial por curvas de transición de radios de 50m y espirales de 20m con deflexiones pequeñas en el cruce de la quebrada
16+800	tramo sinuoso peligroso	se eliminó las curvas y se sustituyó por tangentes y curvas simples de radio de 350m, rectificando el eje vial
17+440	tramo sinuoso peligroso	se eliminó la curva peligrosa por una curva simple de radio 150m
18+380	curvas cerradas en el retorno	se colocó dos curvas espirales en punta de longitudes de 30m consecutivas
18+840	curvas cerradas en el retorno	se colocó una curva de transición de radio 28m y espirales de 30m, rectificando el eje hacia el corte

19+100	curvas cerradas en el retorno	se colocó una curva de transición de radio 25m y espirales de 30m, rectificando el eje hacia el corte
19+100	curvas cerradas al ingreso del puente	se rectificó el eje. Se lo alineo con el ingreso al puente utilizando una curva de transición de 26m de radio y espirales de 20m

Elaborado por: El Autor

4.2. Comparación del alineamiento vertical

Del kilómetro cero hasta el kilómetro doce no se hizo muchos cambios a las gradientes del diseño vertical sin embrago hubo sitios donde se requirió bajar la cota del diseño vertical para poder asegurar la obra básica de la vía.

Otro punto importante fue el no generar la colocación de muros a los lados de la vía ya que en varios sectores antes del kilómetro doce la vía se desarrolla en línea de cumbre, por lo que el diseño vertical casi siempre se mantuvo al corte, existiendo algunos sectores especialmente los primeros kilómetros donde el pie de relleno si podía asentarse en el terreno existente y no requería colocar muros de sostenimiento.

Otro elemento importante que se consideró en el diseño vertical fue la colocación del punto de aplicación del proyecto vertical, el cual fue colocado estratégicamente con el objetivo de no generar expropiaciones a estructuras existentes, ni tampoco excesivo movimiento de tierras.

Desde el kilómetro doce hasta el fin del proyecto se hizo varias modificaciones al diseño vertical existente, ya que el camino actual tiene gradientes muy fuertes que llegan al 15% de pendiente. Con el fin de mejorar estas pendientes el diseño vertical se ubicó de tal manera que la mesa de la vía quedara en corte cerrado.

A continuación, se muestra un cuadro comparativo del diseño vertical existente con respecto al rediseño vertical propuesto parala nueva carretera.

Cuadro No. 11: Geometría vertical existente con respecto al rediseño vertical propuesto.

ABSCISA	DESCRIPICON DISEÑO VERTICAL EXISTENTE	DESCRIPCION REDISEÑO VERTICAL PROPUESTO
1+120	pendiente actual del 2%, pasa cerca de una vivienda de madera	se profundizo el vertical para asegurar la mesa de la vía y evitar la colocación de muro muy largo al frente de la casa, caso contrario se necesitaba expropiar
1+500	eje horizontal actual con una curva sinuosa	se rediseño el eje horizontal eliminando la curva por una tangente lo que hace que el eje horizontal pase por el corte
1+800 - 2+600	la vía actual se desarrolla por laderas con pendientes fuertes del 40%	se modificó el eje vial, trazando el nuevo por el corte y así asegurar la obra básica de nueva vía y evitando la colación de muros en el lado del barranco
2+600	curva horizontal cerrada	se modificó el eje vial hacia el corte ampliando la curva existente
2+730	el eje se desarrolla por línea de cumbre	con el nuevo ancho de vía se requirió bajar la cota del diseño vertical para asegurar la nueva vía en corte cerrado.
2+900 - 3+630	el eje se desarrolla por línea de cumbre	con el nuevo ancho de vía se requirió bajar la cota del diseño vertical para asegurar la nueva vía en corte cerrado.
4+040 - 4+560	el eje se desarrolla por línea de cumbre	con el nuevo ancho de vía se requirió bajar la cota del diseño vertical para asegurar la nueva vía en corte cerrado.
4+610 - 4+960	se tiene adoquinado existente en el poblado de El Porvenir	se respeta las gradientes y el diseño vertical actual.
5+420	se tiene una curva horizontal cerrada	se modificó el trazado horizontal con una curva más amplia, llevando el diseño hacia el corte
5+430 - 9+690	la vía se desarrolla por línea de cumbre en gran parte del tramo otras por laderas de un lado de la vía.	se hizo modificaciones al eje horizontal evitando expropiar viviendas. También se trató de evitar la colación de muros poro que el eje va hacia el corte y se modificó curvas existentes peligrosas debiso a los radios insuficientes.
9+690 - 10+060	se tiene adoquinado existente en el poblado de Urcutambo	se respeta las gradientes y el diseño vertical actual.

10+060 - 11+380	la vía se desarrolla por línea de cumbre en gran parte del tramo otras por laderas de un lado de la vía.	se hizo modificaciones al eje horizontal evitando expropiar viviendas. También se trató de evitar la colación de muros poro que el eje va hacia el corte y se modificó curvas existentes peligrosas debido a los radios insuficientes.
11+380 - 11+660	se tiene adoquinado existente en el poblado de Bellavista	se respeta las gradientes y el diseño vertical actual.
11+660 - 19+269.303	se tiene pendientes de hasta el 15% en ciertos tramos, en otros varía desde el 11 % hasta el 14%, hasta llegar al puente existente sin nombre sobre el rio Guayllabamba limite provincial entre Pichincha e Imbabura	se bajó la cota del diseño vertical llegando a tener gradiente de hasta 12,5% como límite para el rediseño vertical, teniendo la vía en corte cerrado.

Elaborado por: El Autor

CAPÍTULO 5: PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN

5.1. Introducción

Para realizar los costos, se ha contado con la información y elementos de juicio que permiten elaborar correctamente el cálculo de los valores de los rubros que intervienen según el alcance de esta tesis; y, estimar el presupuesto referencial para su ejecución.

El presente capitulo explica la metodología usada para el cálculo de los costos directos de materiales, mano de obra y equipos de construcción

5.2. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

El presupuesto para la construcción del proyecto se lo determinó en función de costos vigentes al 2019.

Para poder tener una idea general de los trabajos que se deben realizar, es necesario que se conozca cada actividad a construirse, la cual constituye un rubro y es simplemente el conjunto de operaciones manuales y mecánicas, así como materiales que se emplea en la realización de la obra, de acuerdo a planos y especificaciones técnicas.

Para la elaboración de los análisis de los precios unitarios del proyecto se analizaron los siguientes aspectos:

- Precios de los materiales con su transporte hasta el sitio de la obra
- Costos de mano de obra en base a lo que establece el Ministerio de Relaciones Laborales para los trabajadores de la construcción y operadores y mecánicos de equipo pesado, vigentes para el año 2019.
- Costo horario de la maquinaria que se necesitará en el proyecto.
- Rendimientos promedios de maquinaria para el clima y terreno de la zona del proyecto.

5.2.1. Equipos

Para determinar el costo del equipo se toma diferentes consideraciones las cuales se enumeran a continuación.

- Cargos fijos.
- Cargos por consumo.

A su vez los cargos fijos y los cargos por consumo se subdividen de la manera siguiente:

- Cargos fijos:
  - Inversión.
  - Depreciación.
  - Seguros.
  - Almacenaje.
  - Mantenimiento.
- Cargos por consumo:
  - Combustible.
  - Otras fuentes de energía.
  - Lubricantes.
  - Llantas.

5.2.2. Materiales

Los costos de los materiales han sido obtenidos en la zona del proyecto, se ha agregado el costo del transporte hasta el sitio de la obra, utilizando en los análisis de precios unitarios el costo del material puesto en obra, considerando las distancias de transporte, obteniéndose los precios que se detalla a continuación:

Cuadro No. 12: Lista de materiales

CODIGO	MATERIAL	UNIDAD	PRECIO FINAL
630	ACEITE QUEMADO	Gal	0.85
591	AGUA	m^3	0.6
606	ALFAJIA	m	1.1
306	ARENA PRODUCC.+TRASNPORTE	m^3	9
629	PRODUCCION BASE CLASE 2	m^3	11.5
301	CEMENTO GRIS	Kg	0.17
483	CLAVOS	Kg	1.77
733	EMULSION CSS-1H	lt	0.42
627	PRODUCCION MATERIAL DE MEJORAMIENTO	m^3	8.54
617	MEZCLA ASFALTICA	m^3	108.09
307	PRODUCCION RIPIO	m^3	9.5
605	TABLA ENCOFRADO 0.30x2.40	U	2.1

Elaborado por: El Autor

5.2.3. Mano de Obra

Se ha tomado como fuente de información los salarios nominales de los acuerdos ministeriales del año en curso y los beneficios sociales publicados en los respectivos registros oficiales. Esta información se verificó que sea la misma que presenta la Contraloría General del Estado para el año 2019, cuyo desglose costa en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 13: Mano de obra

CATEGORIA/ CARGO	E2 Peón Ayudante	D2 Albanil Plomero	C3 Ayudante mecánico	B3 Inspector Supervisor	C1 Maestro Topógrafo	C1 Operador equipo	C1 Mecánico equipo	C2 Operador equipo	C1 Chofer volquete	C3 Operador Equ.Liviano
JORNAL NOMINAL (1)	13.20	13.37	13.37	14.94	14.91	14.91	14.91	14.15	19.78	13.58
MENSUAL NOMINAL (2)	396.03	401.19	401.19	448.06	447.29	447.29	447.29	424.55	593.32	407.51
ANUAL NOMINAL	4'752.36	4'814.28	4'814.28	5'376.72	5'367.48	5'367.48	5'367.48	5'094.60	7'119.84	4'890.12
DECIMO TERCER SUELDO	396.03	401.19	401.19	448.06	447.29	447.29	447.29	424.55	593.32	407.51
DECIMO CUARTO SUELDO	386.00	386.00	386.00	386.00	386.00	386.00	386.00	386.00	386.00	386.00
APORTE PATRONAL (3)	577.41	584.94	584.94	653.27	652.15	652.15	652.15	618.99	865.06	594.15
FONDO DE RESERVA	396.03	401.19	401.19	448.06	447.29	447.29	447.29	424.55	593.32	407.51
TOTAL ANUAL	6'507.83	6'587.60	6'587.60	7'312.11	7'300.21	7'300.21	7'300.21	6'948.69	9'557.54	6'685.29
JORNAL REAL DIARIO	28.05	28.39	28.39	31.52	31.47	31.47	31.47	29.95	41.20	28.82
COSTO HORARIO	**3.51**	**3.55**	**3.55**	**3.94**	**3.93**	**3.93**	**3.93**	**3.74**	**5.15**	**3.60**

***Elaborado por**: El Autor*

5.3. Costos Directos

El costo directo se define como: "la suma de materiales, mano de obra y equipo necesario para la realización de un proyecto.

Los precios de los materiales considerados en los análisis de costos directos para la obtención del precio unitario (P.U.), deben estar calculados tomando en cuenta el precio del mercado, más el cargo por concepto de fletes (el precio del material puesto en la obra), sin considerar el impuesto al valor agregado (I.V.A.)

Otro elemento que debe tomarse en cuenta en la obtención del costo directo es el referido a los rendimientos por trabajador o cuadrilla, el cual corresponde a un promedio representativo del tiempo que se demora en ejecutar los trabajos.

En el caso de los materiales pétreos, para la Vía Gualea Cruz – Límite Provincial se ha considerado la mina "Germán Gómez-Lalagua", ubicada a 20 km del centro de gravedad de la vía.

5.4. Costos Indirectos

Son todos aquellos gastos que se realizan para la ejecución de un proyecto que no son imputables a un rubro determinado sino a todo el proyecto, razón por la cual, estos costos se expresan como un porcentaje del costo directo del proyecto; que, en el caso presente se ha considerado para el costo indirecto el 22.50% del costo directo, que es el utilizado por la Institución. Este análisis se sustenta a través de porcentajes promedio aceptables que se estiman en los siguientes componentes:

Cuadro No. 14: Costos indirectos

CUADRO AUXILIAR: COSTOS INDIRECTOS, IMPREVISTOS Y UTILIDAD	
1 COSTOS INDIRECTOS	**9.98%**
1.1 GASTOS ADMINISTRACIÓN CENTRAL	**3.21%**
ALQUILER Y DEPRECIACIÓN	**0.43%**
Alquiler oficina, bodega, etc	0.30%
Depreciacion equipos de oficina, muebles y enceres	0.03%
Pago de luz, agua, teléfono, internet, etc.	0.10%
CARGOS ADMINISTRATIVOS	**1.20%**
Contador, Jefe de compras, Jefe de almacén, etc.	0.60%
Secretaria, Recepcionista, Mensajero, etc.	0.60%
CARGOS PROFESIONALES	**1.10%**
Gerente, Director Técnico, etc.	1.10%
MATERIALES DE CONSUMO Y MANTENIMIENTO	**0.10%**
Artícuos de limpieza, etc.	0.02%
Papelería, lápices, cuadernos, borradores, tintas, CDs, etc.	0.05%
Mantenimiento de equipos de oficina	0.03%
SEGUROS	**0.15%**
Equipo, Personal, Vehículos, Oficina, Campamento, obra, etc.	0.15%
SEGURIDAD	**0.23%**
Implementos de seguridad (Botass, casca, chaleco, guantes, gafas, etc.)	0.15%
Prevención de accidentes (Línea vida, conos, letreros, extinguidores, etc)	0.08%
1.2 GASTOS ADMINISTRACIÓN DE OBRA (Gasto obra/Monto obra)	**6.77%**
CARGOS DE CAMPO	**4.37%**
Residente de obra	1.35%
Bodeguero, Guardia	1.20%
Transporte de equipo y personal de la obra	0.28%
Otros gastos administrativos	1.31%
Limpieza final de la obra	0.07%
Mantenimiento rutinario de la obra	0.16%
FINANCIAMIENTO	**0.43%**
Costo Financiero	0.43%
GARANTÍAS	**0.69%**
Garantías de la obra	0.69%
CAMPAMENTO	**1.28%**
Alquiler de campamento	0.50%
Depreciacion equipos de oficina, muebles y enceres	0.12%
Pago de luz, agua, teléfono, internet, etc.	0.16%
Vehículo (Depreciación y combustible)	0.50%
2 IMPREVISTOS	**2.42%**
3 UTILIDAD	**10.10%**
TOTAL COSTOS INDIRECTOS, IMPREVISTOS Y UTILIDAD	**22.50%**

***Elaborado por**: Consultora Thesa Cia. LTDA.*

Como conclusión, el costo indirecto del estudio es el 22.5 % de los costos directos del proyecto.

5.5. Precio Unitario

El costo total de cada uno de los análisis de precios unitarios es la suma de los costos directos más el costo indirecto correspondiente, valores que pueden apreciarse en el presupuesto referencial del proyecto, ver Anexo 3.

5.6. Presupuesto de construcción

5.6.1. Cantidades de Obra.

Es la sumatoria del costo total (producto de cantidad por precio unitario) de los rubros que intervienen en la vía.

Con el fin de poder estimar el presupuesto de construcción de la vía, se debe calcular las cantidades de obra que serán necesarias para dicha construcción.

Para esta disertación de grado y según el alcance planteado el presupuesto tendrá solo cantidades para movimiento de tierras, espesores de la estructura del pavimento y el drenaje lateral de la vía.

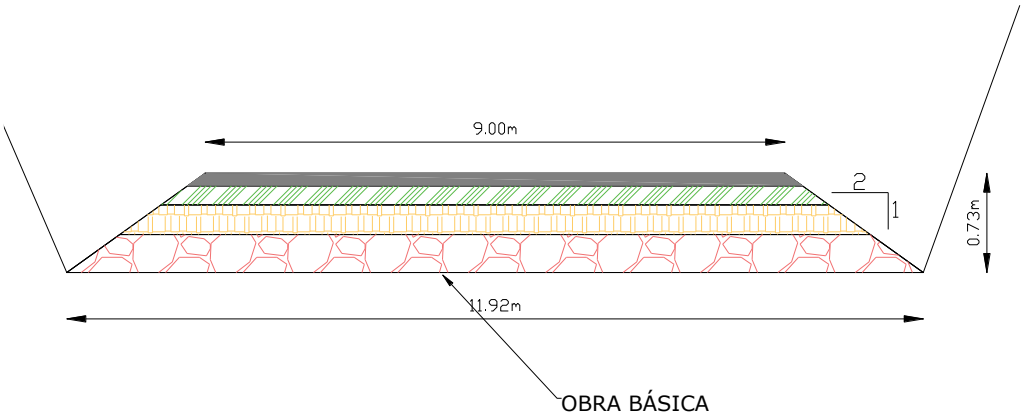
A continuación, se indica el cálculo de las cantidades de obra para los diferentes rubros del presupuesto.

LIMPIEZA, DESBROCE Y DESBOSQUE

LONGITUD=	19295.47 m
ANCHO=	18.00 m
AREA DE LIMPIEZA=	34.73 Ha

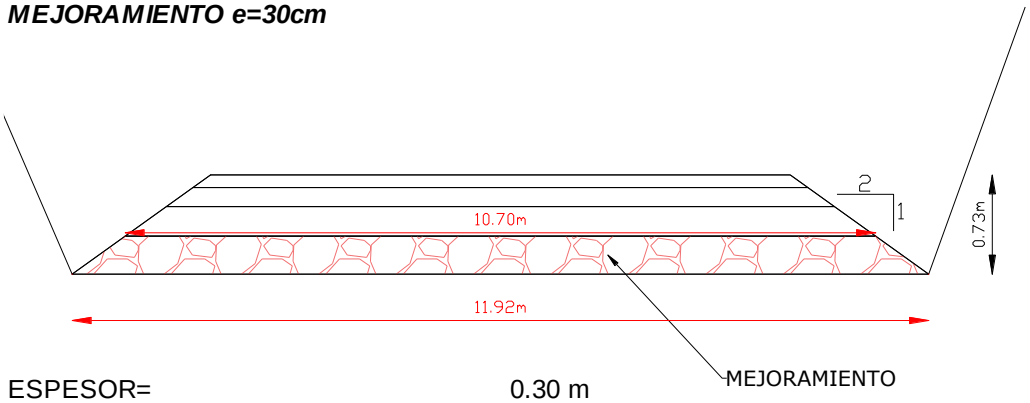
- ESPESORES DEL PAVIMENTO Km 0+000 – Km 12+000

ACABADO DE LA OBRA BASICA



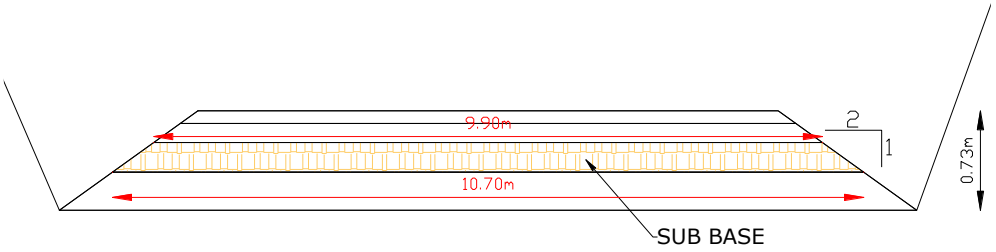
LONGITUD=	11000.0 m
ANCHO=	11.92 m
OBRA BASICA=	131120 m3

MEJORAMIENTO e=30cm



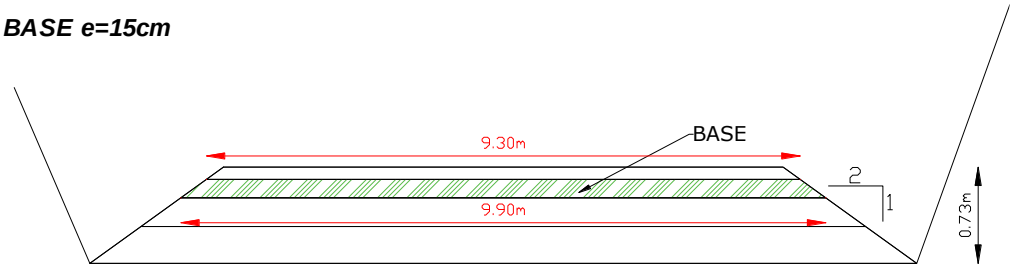
ESPESOR=	0.30 m
BASE MAYOR=	11.92 m
BASE MENOR=	10.70 m
AREA TRAPECIO=	3.39 m2
LONGITUD=	11000.00 m
VOLUMEN DE MEJORAMIENTO=	37323 m3

SUB BASE e=20cm



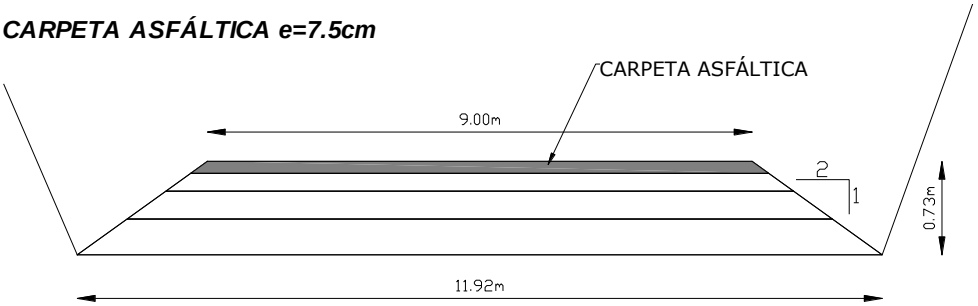
ESPESOR=	0.20 m
BASE MAYOR=	10.70 m
BASE MENOR=	9.90 m
AREA TRAPECIO=	2.06 m2
LONGITUD=	11000.00 m
VOLUMEN DE SUB BASE=	22660 m3

BASE e=15cm



ESPESOR=	0.15 m
BASE MAYOR=	9.90 m
BASE MENOR=	9.30 m
AREA TRAPECIO=	1.44 m2
LONGITUD=	11000.00 m
VOLUMEN DE BASE=	15840 m3

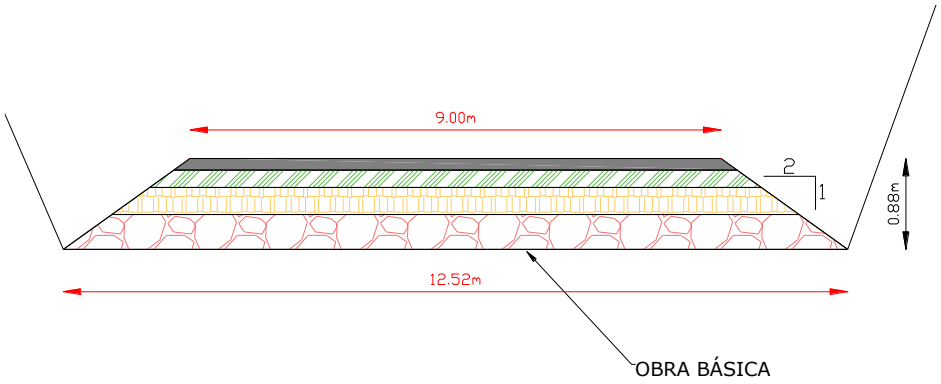
CARPETA ASFÁLTICA e=7.5cm



ANCHO CALZADA=	6.00 m
LONGITUD=	11000.00 m
ÁREA CARPETA ASFÁLTICA=	66000.00 m2

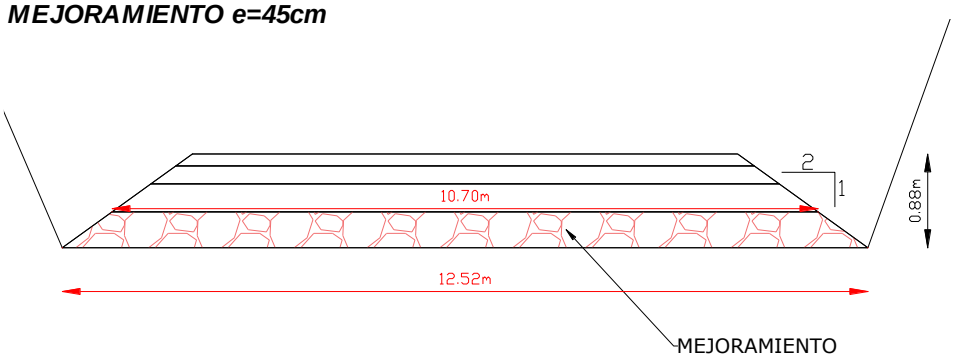
- ESPESORES DEL PAVIMENTO Km 12+000 – Km 19+295.047

ACABADO DE LA OBRA BASICA



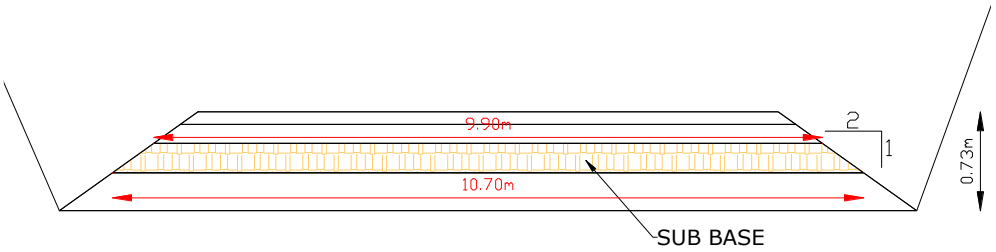
LONGITUD=	7295.0 m
ANCHO=	12.80 m
OBRA BASICA=	93377 m3

MEJORAMIENTO e=45cm



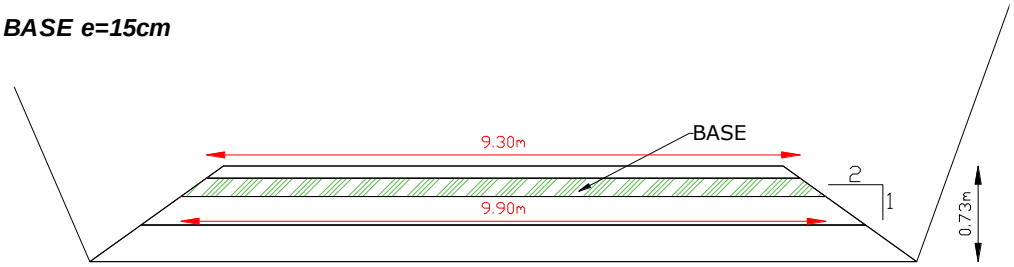
ESPESOR=	0.45 m
BASE MAYOR=	11.92 m
BASE MENOR=	10.70 m
AREA TRAPECIO=	5.09 m2
LONGITUD=	7295.05 m
VOLUMEN DE MEJORAMIENTO=	37128 m3

SUB BASE e=20cm



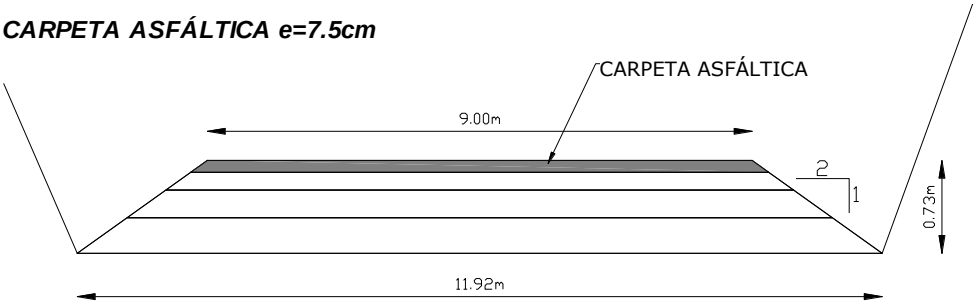
ESPESOR=	0.20 m
BASE MAYOR=	10.70 m
BASE MENOR=	9.90 m
AREA TRAPECIO=	2.06 m2
LONGITUD=	7295.05 m
VOLUMEN DE SUB BASE=	15028 m3

BASE e=15cm



ESPESOR=	0.15 m
BASE MAYOR=	9.90 m
BASE MENOR=	9.30 m
AREA TRAPECIO=	1.44 m2
LONGITUD=	7295.05 m
VOLUMEN DE BASE=	10505 m3

CARPETA ASFÁLTICA e=7.5cm



ANCHO CALZADA=	6.00 m
LONGITUD=	7295.05 m
ÁREA CARPETA ASFÁLTICA=	43770.28 m2

ZANJA PARA CUNETAS LATERALES

ANCHO=	1.50 m
PROFUNDIDAD=	0.40 m
LONGITUD POR LADO=	18295.05 m
LONGITUD TOTAL=	36590.09 m
VOLUMEN DE ZANJA=	21954 m3

De lo expuesto con anterioridad, se concluye que el presupuesto se sustenta en el método de análisis de precios unitarios que participan en todos y cada uno de los rubros que intervienen, considerando la tabla de cantidades proporcionada para la ejecución del diseño.

A continuación, se muestra el presupuesto referencial de construcción.

Cuadro No. 15: Presupuesto de construcción

PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO: REDISEÑO GEOMÉTRICO Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL GUALEA CRUZ - URCUTAMBO
UBICACIÓN: PROVINCIA DE PICHINCHA,PARROQUIA GUALEA,CANTON QUITO
AUTOR HEBER ANDRES MURILLO HOME
LONGITUD: 19.30 Km
FECHA: Octubre de 2019

RUBRO	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
				SUBTOTAL	
MOVIMIENTOS DE TIERRA					
302-1	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	34.73	337.90	11735.89
303-2(1)	Excavación sin clasificación(Mov.tierras)	m3	658148.49	3.20	2106075.17
304-1(1)	Material de préstamo local	m3	10553.31	1.41	14880.17
308-2(1)	Acabado de obra básica	m2	224496.60	0.89	199801.98
309-(2)	Transporte de material de excavación (transporte libre 500m), escombreras DMT= 3 km	m3-km	59400.00	0.43	25542.00
310-(1)E	Escombreras(disposición material producto de la excavación)Km 3+800 LIZ, Km 16+100, LIZ	m3	66000.00	0.47	31020.00
				SUBTOTAL	**2389055.20**
OBRA DE CALZADA: ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
	Km 0+279.03 - 12+000				
402-2(1)	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado, (e=30cm), INC. transporte DMT=20Km	m3	37323.00	13.59	507219.57
403-1	Sub-base, Clase 3, e=20cm, INC. TRANSPORTE DMT= 20 KM	m3	11000.00	13.68	150480.00
404-1	Base, Clase 2, e=15cm,INC. TRANSPORTE DMT 20 KM	m3	15840.00	18.51	293198.40
405-1(3)	Asfalto Emulsificado CSS-1h, para imprimación (0,9 lt./m2), INC. transporte	lt.	112479.26	0.76	85484.24
405-5	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta (e=7.5 cm)INC. transporte DMT= 20 KM	m2	124976.95	13.41	1675940.90
	Km 12+000 - 19+295.47				
402-2(1)	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado, (e=45cm), INC. transporte DMT=20Km	m3	37128.14	13.59	504571.45
403-1	Sub-base, Clase 3, e=20cm, INC. TRANSPORTE DMT= 20 KM	m3	15027.80	13.68	205580.26
404-1	Base, Clase 2, e=15cm,INC. TRANSPORTE DMT 20 KM	m3	10504.87	18.51	194445.10
405-1(3)	Asfalto Emulsificado CSS-1h, para imprimación (0,9 lt./m2), INC. transporte	lt.	39393.25	0.76	29938.87
405-5	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta (e=7.5 cm)INC. transporte DMT= 20 KM	m2	43770.28	13.41	586959.48
				SUBTOTAL	**4233818.27**
OBRA DE ARTE MENOR					
307-3(1)	Excavación para cunetas laterales	m3	21954.06	11.16	245007.27
503(2)	Horm. Estruct. cemento portland clase "B" fc=210Kg/cm2 (cunetas laterales)	m3	8469.41	167.11	1415323.11
				SUBTOTAL	**1660330.375**
				TOTAL	**8283203.844**
				PRESUPUESTO SIN IVA	
				Octubre de 2019	

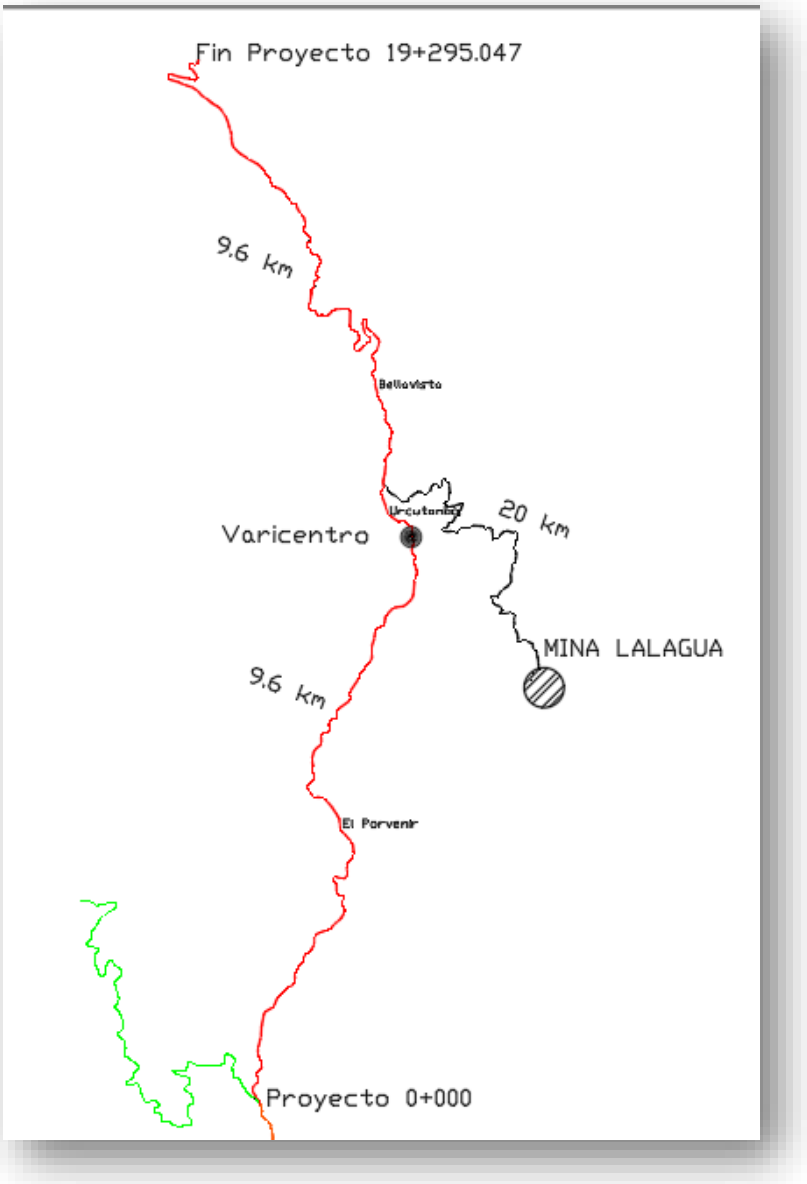
***Elaborado por**: El Autor*

5.7. fuente de Materiales

Los materiales pétreos para la construcción de la vía Gualea – Límite provincial ubicados en la mina Lalagua “Germán Gómez Lalagua” a 20 km de distancia del proyecto.

A continuación, se muestra una gráfica con la ubicación de la mina Lalagua con respecto a la vía.

Figura No. 9: Ubicación de la mina.



***Elaborado por**: El Autor*

CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Debido que la zona donde se encuentra la vía Gualea Cruz – Urcutambo es de una alta productividad agrícola y ganadera además de conectar a cuatro poblados importantes como Gualea Cruz, El Porvenir, Urcutambo y Bellavista los cuales comercian sus productos y transportan estos hacia las principales ciudades como Quito y Santo Domingo de los Tsachilas, el rediseño y mejoramiento de esta vía es una prioridad para la provincia de Pichincha.
- La vía Gualea Cruz – Urcutambo termina su abscisado en el puente sin nombre sobre el rio Guayllabamba límite provincial entre Pichincha e Imbabura, por este motivo la intervención de la vía es importante para las relaciones comerciales entre estas dos provincias.
- Tomando en cuenta el tráfico promedio diario anual futuro de 621 vehículos al horizonte de diseño de 20 años el tipo de vía adoptada es una tipa C2 “camino básico”, según la norma NEVI-2012-MTOP.
- La velocidad de circulación adoptada para esta vía es de 50 KPH, según las normas NEVI-2012-MTOP para un camino tipo C2.
- El radio mínimo a utilizarse es de 75 m para curvas circulares, sin embargo, se usó curvas de transición con tramos espirales y un tramo circular lo cual permitió usar radios de hasta 30m y longitudes espirales de 30m, brindando así una geometría suficiente para desarrollar los peraltes y dar seguridad al usuario.
- Por ser una vía que se desarrolla en una topografía montañosa – ondulada el peralte máximo utilizado fue del 10%
- En las curvas con radios pequeños se utilizó sobreanchos de 1.4 m para brindar seguridad al usuario y evitar accidentes con los vehículos que circulan en sentido contrario.

- El ancho de la calzada que se utilizó fue de 6 m según la norma NEVI-2012-MTOP para una vía tipo C2 (camino básico).
- Se adoptó una cuneta de 1m de longitud libre para garantizar un área hidráulica suficiente que se acople para este tipo de vía.
- Las inclinaciones de los taludes de corte y relleno adoptados fueron de 1:1.5 y 2:1 respectivamente
- La cota del proyecto vertical se encuentra bajo el terreno natural existente asegurando que la obra básica este en corte cerrado, evitando laterales de relleno cuya inclinación no intercepten con el terreno natural provocando con esto la colocación de muros de sostenimiento para la vía.
- La estructura del pavimento adoptada es de 30cm de material de mejoramiento, 20 cm de sub base clase II, 15 cm de base y 7.5 cm de carpeta asfáltica.
- El costo del presupuesto de construcción para esta vía es de 8'849696.01 usd.
- Los valores del movimiento de tierras son 658148049 m^3 de corte y 10553.31 m^3 de relleno.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda usar las normas NEVI-2012-MTOP VOLUMEN 2A para el diseño de estudios viales ya que son normas actualizadas y complementan las especificaciones para la construcción de vías y puentes.
- Se puede hacer uso de las normas diseño vial MTOP-2003 para complementar el uso de la normaNEVI-2012 ya que son más detalladas en la información de tablas y parámetros para el diseño geométrico vial.
- Para escoger adecuadamente el tipo de vía se debe hacer un estudio arduo del TPDA actual y saber pronosticarlo hacia el horizonte de diseño.

- Cabe señalar que el uso de la norma es solo una guía la cual sirve al diseñador para tener juicios para el diseño y es un soporte legal en la vida profesional, no obstante queda al criterio del diseñador optar por variaciones a los parámetros según amerite el proyecto a ejecutarse, ya que no todos los proyectos viales no son iguales, y estos están sujetos a diferente topografía, pluviosidad, tipo de suelo, importancia, tipo de vehículos, posibles obstáculos y demás exigencias que requieran un estudio personalizado.

Bibliografía.

CAIRO S.A. (2019). *ACTUAIZACION DEL PLAN DE DESARROLLO TERRITORIAL.* PARROQUIA DE GUALEA.

DIRECCION DE PLANIFICACION GADPP. (2016). *ACTUALIZACION DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL.* PICHINCHA.

ECUADOR EN CIFRAS. (2003). *POBLACION CENSO*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/search/POBLACI%C3%93N+POR+SEXO,+SEG%C3%9AN+PROVINCIA,+PARROQUIA+Y+CANT%C3%93N+DE+EMPADRONAMIENTO/

EL TELEGRAFO. (2019). *NOTICIAS-PRODUCCION AGROPECUARIA*. Obtenido de https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/quito/1/gualea-combina-la-produccion-agropecuaria-con-el-turismo

GADP, D. d. (2015). *PDOT Parroquia Gualea.* Quito, Ecuador.

GOOGLE EARTH. (2018). *Data SIO,NOAA,*. Obtenido de google earth\Navy NGA\GEBCO

IGM. (2010). *DMQ INCE*. Obtenido de IGM

IGM. (2018). *GEOPORTAL*. Obtenido de CARTOGRAFIA DE LIBRE ACCESO

INEC. (2018). *VEHICULOS MATRICULADOS SEGUN PROVINCIAS.* QUITO: ANUARIO DE ESTADISTICAS DEL TRANSPORTE.

MAGAP. (2014). *Geoportal*. Obtenido de geoportal

Ministerio de Obras Públicas. (1993). *Norma Ecuatoriana Vial.* Quito, Ecuador.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS. (2003). *PRESUPUESTOS LIBRO AMARILLO.* QUITO.

Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones. (2002). Agregados para Hormigon Asfaltico . En *Especificaciones generales para la construccion de caminos y puentes* (pág. 772).

Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones. (2011). *Norma para materiales y ensayo de materiales .*

Ministerio de Transportes y Obras Publicas. (2013). *Norma Ecuatoriana Vial Nevi-12.* Quito.

MOP - 001-F . (2002). Especificaciones generales para la construccion de caminos y puentes. *Tomo II*, 287.

Públicas, M. d. (2003). *Normas de Diseño Geométrico.* Quito, Ecuador.

QUITO CULTURA. (2018). *VENUE*. Obtenido de https://www.quitocultura.info/venue/parroquia-gualea

THESA CONSULTORES CIA. LTDA. (2018). *ESTUDIO GEOTECNICO.* QUITO.

THESA CONSULTORES CIA. LTDA. (2018). *ESTUDIO HIDROLOGICO-HIDRAULICO.* QUITO.

THESA CONSULTORES CIA. LTDA. (2018). *INFORME DE PAVIMENTOS.* QUITO.