



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA “K” DESDE LA ABSCISA  
0+320 HASTA LA ABSCISA 1+671, UBICADO EN LA PARROQUIA CHILLOGALLO,  
CANTÓN QUITO, PROVINCIA PICHINCHA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingenieros Civiles

**AUTORES:** Markos Frank Baño Vaca  
Byron Marcelino Guamán Díaz

**TUTOR:** Byron Iván Altamirano León

Quito - Ecuador  
2024

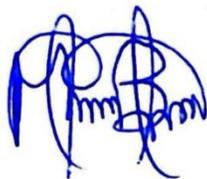
## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Markos Frank Baño Vaca con documento de identificación N° 2250110463 y Byron Marcelino Guamán Díaz con documento de identificación N° 1725475113; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 18 de julio del 2024

Atentamente,



---

Markos Frank Baño Vaca  
2250110463



---

Byron Marcelino Guamán Díaz  
1725475113

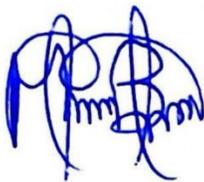
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Markos Frank Baño Vaca con documento de identificación N° 2250110463 y Byron Marcelino Guamán Díaz con documento de identificación N° 1725475113; expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Diseño Geométrico y Estructural de la vía “K” desde la abscisa 0+320 hasta la abscisa 1+671, ubicado en la parroquia Chillogallo, catón Quito, provincia Pichincha”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Civiles, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Quito, 18 de julio del 2024

Atentamente,



---

Markos Frank Baño Vaca

2250110463



---

Byron Marcelino Guamán Díaz

1725475113

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Byron Iván Altamirano León con documento de identificación N° 1709301590 , docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA K DESDE LA ABSCISA 0+320 HASTA LA ABSCISA 1+671, UBICADO EN LA PARROQUIA CHILLOGALLO, CANTÓN QUITO, PROVINCIA PICHINCHA, realizado por Markos Frank Baño Vaca con documento de identificación N° 2250110463 y Byron Marcelino Guamán Díaz con documento de identificación N° 1725475113, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 18 de julio del 2024

Atentamente,



---

Ing. Byron Iván Altamirano León, MSc.

1709301590

## **DEDICATORIA**

En las páginas iniciales de este trabajo, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, Marcos Baño y Nelly Vaca, por ser mi inspiración para alcanzar este gran logro y ser un apoyo incondicional en este camino, quienes para mí son un ejemplo de superación, gracias por enseñarme que con sacrificio se pueden lograr muchas cosas, que a pesar de la distancia y las diferentes adversidades siempre me apoyaron y estuvieron presentes cuando dudaba de mis capacidades.

Quiero agradecer a un gran amigo Cristian Solano, por su apoyo y sus ánimos cuando se complicaba la situación estudiantil y por ayudarme con cualquier problema.

Agradezco de todo corazón el sacrificio que han hecho mis padres para brindarme la mejor educación posible. Gracias por permitirme estudiar la carrera de Ingeniería Civil, una profesión que me llena de satisfacción.

*Markos Frank Baño Vaca*

## DEDICATORIA

Con gran satisfacción y humildad dedico el presente proyecto de grado a todas aquellas personas que me apoyaron y confiaron en mí. En especial, a mis queridos abuelitos allá en el cielo, Zoila Cunalata y Segundo Guamán, quienes me criaron, me forjaron y me guiaron por el camino del bien. A mi tía, Solanda Guamán, quien ha sido como una madre, apoyándome en todo momento y brindándome sus valiosos consejos. A mi señor padre, Wilson Guamán, quien ha sido el pilar fundamental durante mis estudios superiores, ofreciéndome su apoyo incondicional sin importar las adversidades que la vida nos presentaba. A mi hermano, Jean Pierre Guamán, por levantarme el ánimo en los momentos difíciles. A mis primos, Patricia, Fernando y Mishel, ya que les considero como hermanos porque siempre han estado pendientes y hemos compartido momentos inolvidables.

Asimismo, a mi amada esposa, July Ortiz, quien ha estado siempre a mi lado, ayudándome a recorrer este arduo camino del estudio, brindándome su apoyo absoluto, motivándome a seguir luchando y superando cada obstáculo, sin importar las circunstancias. A mis dos tesoros más grandes, mis hijos Ether y Dayanara Guamán, quienes son mi inspiración, motor y fortaleza para seguir luchando día a día y brindarles el mejor ejemplo posible, ya que nuestro destino es caminar juntos por el mismo camino.

*Byron Marcelino Guamán Díaz*

## **AGRADECIMIENTOS**

Le expresamos nuestro más sincero agradecimiento por su invaluable apoyo y guía durante nuestro proyecto de titulación al Ingeniero Byron Altamirano. Su experiencia y paciencia fueron fundamentales para su culminación exitosa.

Agradecemos especialmente su retroalimentación constructiva y su confianza en nuestras capacidades. Sus aportes nos permitieron mejorar significativamente la calidad de este trabajo.

Gracias a usted, hemos adquirido valiosas habilidades que nos serán de gran utilidad en nuestro futuro profesional.

*Markos Frank Baño Vaca*

*Byron Marcelino Guamán Díaz*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES Y GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
1.1    Introducción.....	1
1.2    Problema de estudio.....	1
1.2.1    Antecedentes.....	1
1.2.2    Importancia y Alcance.....	2
1.2.3    Delimitación.....	2
1.2.4    Justificación.....	3
1.2.5    Grupo Objetivo.....	4
1.3    Objetivo.....	4
1.3.1    Objetivo general.....	4
1.3.2    Objetivos específicos.....	4
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>6</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
2.1    Estudio de tráfico.....	6
2.2    Tráfico promedio diario anual (TPDA).....	6
2.3    Clasificación vehicular.....	6
2.4    Carretera.....	7
2.4.1    Clasificación de carreteras.....	8
2.4.2    Partes de una vía.....	8
2.5    Topografía y características físicas del terreno.....	9
2.6    Velocidad de diseño (MTOPI).....	11
2.7    Diseño del pavimento.....	12
2.8    Análisis del CBR.....	12
2.9    Drenaje superficial de la vía.....	13
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>15</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>15</b>
3.1    Tipo de investigación.....	15
3.2    Método.....	15
3.3    Técnica de recolección de información.....	15
3.4    Proceso técnico.....	16
3.4.1    Levantamiento topográfico.....	16

3.4.2	Estudio de trafico .....	16
3.4.3	Estudios de Suelo .....	16
3.4.4	Sistema de drenaje .....	17
3.4.5	Diseño geométrico Horizontal .....	17
3.4.6	Diseño geométrico Vertical .....	18
3.4.7	Diseño de la capa de rodadura .....	19
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>20</b>
<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....</b>		<b>20</b>
4.1	Levantamiento topográfico .....	20
4.1.1	Sistema de coordenadas .....	20
4.1.2	Puntos de control.....	30
4.1.3	Tipo de relieve .....	30
<b>CAPÍTULO V .....</b>		<b>32</b>
<b>ESTUDIO DE TRÁFICO .....</b>		<b>32</b>
5.1	Método de conteo.....	32
5.2	Determinación del TPDA .....	35
5.2.1	Trafico promedio diario semanal .....	36
5.2.2	Trafico promedio diario mensual.....	37
5.2.3	Trafico promedio diario anual. ....	38
5.2.4	Trafico de diseño.....	40
5.3	Clasificación del tipo de vía.....	42
<b>CAPÍTULO VI.....</b>		<b>44</b>
<b>DISEÑO GEOMÉTRICO .....</b>		<b>44</b>
6.1	Velocidad de diseño .....	44
6.2	Velocidad de circulación.....	45
6.3	Diseño horizontal .....	46
6.3.1	Tangentes .....	47
6.3.2	Curvas circulares.....	47
6.3.3	Curvas circulares simples .....	47
6.3.4	Curvas de transición.....	49
6.3.5	Peralte de curvas .....	49
6.3.6	Distancia de velocidad .....	51
6.3.7	Distancia de visibilidad para parada vehicular .....	51
6.3.8	Distancia de visibilidad para rebasamiento vehicular.....	54

6.3.9	Sección vial.....	55
6.3.10	Espaldones .....	57
6.3.11	Pendiente transversal .....	58
6.4	Alineamiento vertical.....	60
6.4.1	Gradiente longitudinal .....	60
6.4.2	Curvas verticales.....	61
6.4.3	Curva vertical convexa .....	62
6.4.4	Curva vertical cóncava.....	64
6.5	Corte y Relleno .....	67
<b>CAPÍTULO VII .....</b>		<b>71</b>
<b>DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO.....</b>		<b>71</b>
7.1	Estudio geotécnico.....	71
7.2	Exploración y muestreo .....	71
7.3	Subrasante .....	71
7.4	Estudios de laboratorio .....	72
7.4.1	Tipos de ensayos.....	72
7.5	Contenido de Humedad.....	73
7.6	Granulometría .....	73
7.6.1	Límites de Atterberg .....	74
7.7	Clasificación de suelos.....	77
7.7.1	Método de clasificación SUCS .....	77
7.7.2	Método de clasificación AASHTO .....	81
7.7.3	Californian Bearing Ratio (CBR) .....	83
7.8	Diseño de pavimento empedrado.....	85
7.9	Requerimientos técnicos de empedrado.....	86
7.9.1	Características del material de Empedrado.....	86
7.9.2	Características técnicas de la subrasante.....	87
7.10	Elementos del pavimento empedrado .....	87
7.10.1	Mejoramiento o subrasante .....	87
7.10.2	Capa de asiento .....	88
7.10.3	Capa de rodadura .....	88
<b>CAPÍTULO VIII.....</b>		<b>90</b>
<b>DRENAJE VIAL.....</b>		<b>90</b>
8.1	Drenaje longitudinal.....	90

8.2	Drenaje transversal.....	90
8.3	Estudio hidrológico.....	90
8.4	Estaciones meteorológicas .....	91
8.5	Diseño de obras de drenaje .....	92
8.5.1	Periodo de retorno.....	92
8.5.2	Tiempo de concentración.....	92
8.5.3	Intensidad máxima de precipitación .....	93
8.5.4	Coefficiente de escorrentía.....	94
8.5.5	Caudal de diseño.....	95
8.5.6	Diseño de cunetas .....	96
8.6	Coefficiente de rugosidad.....	99
8.7	Alcantarillas .....	104
8.8	Aspectos generales.....	105
8.8.2	Estructura .....	107
8.8.3	Diseño de drenaje transversal .....	107
<b>CAPÍTULO IX.....</b>		<b>112</b>
<b>GESTIÓN ECONÓMICA Y SEGURIDAD DE PROYECTOS .....</b>		<b>112</b>
9.1	Señalización y seguridad vial.....	112
9.1.1	Señalización Vertical .....	112
9.1.2	Señalización Horizontal.....	113
9.1.3	Materiales usados en la señalización Horizontal y Vertical. ....	114
9.2	Impacto ambiental.....	115
9.2.1	Área de influencia socio económica .....	115
9.2.2	Ubicación de escombrera.....	115
9.2.3	Ubicación de mina .....	116
9.2.4	Caracterización ambiental.....	117
9.2.5	Seguimiento y monitoreo.....	118
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>119</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>121</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>122</b>
<b>GLOSARIO.....</b>		<b>124</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>125</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Tipos de vehículos según su categoría.</i> .....	7
<b>Tabla 2</b> <i>Clasificación de las carreteras.</i> .....	8
<b>Tabla 3</b> <i>Velocidades de diseño.</i> .....	11
<b>Tabla 4</b> <i>Puntos topográficos.</i> .....	21
<b>Tabla 5</b> <i>Puntos de referencia.</i> .....	30
<b>Tabla 6</b> <i>Cuadro de conteo manual de los vehículos.</i> .....	35
<b>Tabla 7</b> <i>Tráfico promedio diario semanal.</i> .....	37
<b>Tabla 8</b> <i>Tráfico promedio diario mensual.</i> .....	38
<b>Tabla 9</b> <i>Factores mensuales.</i> .....	39
<b>Tabla 10</b> <i>Tráfico promedio diario anual.</i> .....	39
<b>Tabla 11</b> <i>Tasa de crecimiento vehicular en Pichincha.</i> .....	41
<b>Tabla 12</b> <i>Tráfico promedio diario anual proyectado.</i> .....	42
<b>Tabla 13</b> <i>Clasificación de la vía según el TPDA.</i> .....	43
<b>Tabla 14</b> <i>Velocidad de diseño.</i> .....	45
<b>Tabla 15</b> <i>Velocidad de circulación.</i> .....	46
<b>Tabla 16</b> <i>Valores de diseño MTOP.</i> .....	50
<b>Tabla 17</b> <i>Valores de diseño geométrico.</i> .....	51
<b>Tabla 18</b> <i>Distancia de visibilidad mínima.</i> .....	53
<b>Tabla 19</b> <i>Distancia mínima de visibilidad para rebasamiento.</i> .....	55
<b>Tabla 20</b> <i>Especificaciones mínimas de vías rurales.</i> .....	56
<b>Tabla 21</b> <i>Gradientes para espaldones.</i> .....	57
<b>Tabla 22</b> <i>Elementos sección escogida.</i> .....	58
<b>Tabla 23</b> <i>Resumen curvas circulares.</i> .....	59
<b>Tabla 24</b> <i>Pendientes longitudinales.</i> .....	61
<b>Tabla 25</b> <i>Curvas convexas.</i> .....	63
<b>Tabla 26</b> <i>Valores k para curvas convexas.</i> .....	64
<b>Tabla 27</b> <i>Curvas cóncavas.</i> .....	66
<b>Tabla 28</b> <i>Resumen curvas verticales.</i> .....	67
<b>Tabla 29</b> <i>Corte y relleno del proyecto.</i> .....	69

<b>Tabla 30</b> <i>Ensayo de Mecánica de Suelos.</i> .....	<b>73</b>
<b>Tabla 31</b> <i>Medidas tamices ASTM D422.</i> .....	<b>74</b>
<b>Tabla 32</b> <i>Simbología clasificación SUCS.</i> .....	<b>78</b>
<b>Tabla 33</b> <i>Simbología SUCS.</i> .....	<b>78</b>
<b>Tabla 34</b> <i>Simbología clasificación AASHTO.</i> .....	<b>81</b>
<b>Tabla 35</b> <i>Clasificación método AASHTO.</i> .....	<b>82</b>
<b>Tabla 36</b> <i>Clasificación de suelos CBR.</i> .....	<b>83</b>
<b>Tabla 37</b> <i>Resumen de estudios de suelos.</i> .....	<b>84</b>
<b>Tabla 38</b> <i>Resultados del CBR.</i> .....	<b>85</b>
<b>Tabla 39</b> <i>Requerimientos técnicos mínimos del empedrado.</i> .....	<b>87</b>
<b>Tabla 40</b> <i>Espesores capas pavimento flexible.</i> .....	<b>89</b>
<b>Tabla 41</b> <i>Datos estación pluviográfica Izobamba.</i> .....	<b>92</b>
<b>Tabla 42</b> <i>Cálculo de intensidades de IZOBAMBA.</i> .....	<b>94</b>
<b>Tabla 43</b> <i>Coeficiente de escorrentía C.</i> .....	<b>95</b>
<b>Tabla 44</b> <i>Velocidades de flujo.</i> .....	<b>97</b>
<b>Tabla 45</b> <i>Ecuaciones de cunetas triangulares.</i> .....	<b>98</b>
<b>Tabla 46</b> <i>Coeficiente de rugosidad.</i> .....	<b>99</b>
<b>Tabla 47</b> <i>Verificación y diseño del sistema de drenaje longitudinal (cunetas).</i> .....	<b>102</b>
<b>Tabla 48</b> <i>Velocidad permisible para la tubería o alcantarilla.</i> .....	<b>107</b>
<b>Tabla 49</b> <i>Propiedades geométricas sección circular.</i> .....	<b>109</b>
<b>Tabla 50</b> <i>Drenaje transversal con sumideros.</i> .....	<b>111</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Ubicación de la vía K.</i> .....	3
<b>Figura 2</b> <i>Elementos que conforman las partes de una vía.</i> .....	9
<b>Figura 3</b> <i>Faja vial.</i> .....	31
<b>Figura 4</b> <i>Superficie del terreno.</i> .....	31
<b>Figura 5</b> <i>Punto 1.</i> .....	32
<b>Figura 6</b> <i>Punto 2.</i> .....	33
<b>Figura 7</b> <i>Clasificación vehicular MTOP.</i> .....	34
<b>Figura 8</b> <i>Elementos de una curva circular simple.</i> .....	48
<b>Figura 9</b> <i>Sección transversal de la vía.</i> .....	68
<b>Figura 10</b> <i>Límites de Atterberg.</i> .....	75
<b>Figura 11</b> <i>Condiciones de clasificación.</i> .....	79
<b>Figura 12</b> <i>Carta de Casagrande.</i> .....	80
<b>Figura 13</b> <i>Estaciones pluviográficas en el Ecuador.</i> .....	91
<b>Figura 14</b> <i>Sección cuneta triangular.</i> .....	97
<b>Figura 15</b> <i>Características geométricas.</i> .....	98
<b>Figura 16</b> <i>Secciones de una alcantarilla.</i> .....	105
<b>Figura 17</b> <i>Esquema de una alcantarilla circular.</i> .....	108
<b>Figura 18</b> <i>Sumidero prefabricado.</i> .....	110
<b>Figura 19</b> <i>Esquema sumidero-red alcantarillado.</i> .....	110
<b>Figura 20</b> <i>Ubicación de escombrera.</i> .....	116
<b>Figura 21</b> <i>Ubicación de la mina.</i> .....	117

## RESUMEN

El objetivo inicial de este proyecto es el diseño y construcción de la vía K, con una extensión de 1.150 km, en el barrio San Francisco de Chillogallo. Esta obra brindará beneficios directos a los residentes de las comunidades aledañas: El Rancho, Mirador Sur Occidente, Jardines del Occidente, todos ubicados en la Parroquia de Chillogallo de la ciudad de Quito, impulsando el crecimiento agrícola-ganadero de los sectores antes mencionados, garantizando la servicialidad de la vía K y mejorando el tránsito vehicular acortando los tiempos de traslado.

Para iniciar con el proyecto y el diseño geométrico, se inició principalmente con el levantamiento topográfico georreferenciado planimétrico y altimétrico, para posteriormente con la información recolectada caracterizar detalladamente el tipo de terreno mediante el procesamiento de los puntos tomados in situ con el equipo topográfico, para posteriormente la realización del conteo vehicular, mediante el conteo manual obteniendo una clasificación de los tipos de vehículos que circulan por la vía y determinar el TPDA proyectado a futuro. Con base a la información recolectada, se procedió al realizar el diseño geométrico de la vía, tanto como el diseño horizontal y vertical, cumpliendo con lo estipulado en la norma del Ministerio de Obras Públicas (MOP 2003).

Con el estudio de suelos se determinó la resistencia de la subrasante (CBR), el cual es un condicionante para la superficie de rodadura que para este proyecto el TPDA lo condicionó para que sea empedrado. Aprovechando la información proporcionada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el cual se extrajo datos precisos sobre las intensidades de precipitación y los caudales de diseño. Esta información fue clave para realizar el diseño del sistema de drenaje óptimo, brindando seguridad al usuario y alargando la vida útil de la vía.

**Palabras Claves:** diseño, geométrico, topográfico, subrasante, precipitación, drenaje, estructura.

## ABSTRACT

The initial objective of this project is the design and construction of road K, with an extension of 1.150 km, in the San Francisco de Chillogallo neighborhood. This work will provide direct benefits to the residents of the surrounding communities: El Rancho, Mirador Sur Occidente, Jardines del Occidente, all located in the parish of Chillogallo in the city of Quito, promoting agricultural and livestock growth in the aforementioned sectors, ensuring the serviceability of the K road and improving vehicular traffic by shortening travel times.

To start with the project and the geometric design, we began with the topographic survey, planimetric and altimetric georeferenced, and then with the information collected to characterize in detail the type of terrain by processing the points taken in situ with the topographic equipment, to subsequently perform the vehicle count, by manual counting, obtaining a classification of the types of vehicles traveling on the road and determining the projected future TPDA. Based on the information collected, the geometric design of the road was carried out, as well as the horizontal and vertical design, complying with the stipulations of the Ministry of Public Works (MOP 2003). The soil study determined the resistance of the subgrade (CBR), which is a conditioning factor for the road surface that TPDA conditioned to be paved for this project. Taking advantage of the information provided by the National Institute of Meteorology and Hydrology (INAMHI), which extracted accurate data on rainfall intensities and design flow rates. This information was key to the design of the optimal drainage system, providing safety to the user and extending the useful life of the road.

**Key words:** design, geometric, topographic, subgrade, precipitation, drainage, structure.

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

### 1.1 Introducción

La vía K, con una extensión de 1.105 kilómetros que unirá el barrio de San Francisco 1 y El Rancho en la parroquia de Chillogallo, catón Quito, provincia de Pichincha. Con el objetivo de primar la eficiencia y la vida útil del proyecto. Constará de tres diseños primordiales los cuales son el diseño geométrico, diseño estructural y el diseño del sistema de drenaje longitudinal y transversal.

Los diseños antes mencionados se regirán en las normativas vigentes, para que de esta forma la vía K cumpla con la intención principal de indemnizar las necesidades elementales de los moradores del sector.

### 1.2 Problema de estudio

#### 1.2.1 Antecedentes

La vía K actualmente presenta muchos problemas para la movilización de los moradores del barrio San Francisco de Chillogallo, cantón Quito, provincia Pichincha. Esto se debe a que, al transportarse, no lo hacen de manera segura y les toma mucho tiempo, ya que no cuentan con una buena serviciabilidad de la vía. Dado que presenta daños en la capa de rodadura, a consecuencia de que la vía solo posee subbase clase 3.

En épocas de invierno, debido a las intensas precipitaciones y al no tener un sistema de drenaje superficial adecuado, provoca deslizamiento de taludes aledaños. Esto provoca el lavado de materiales finos, generando una calzada inestable siendo propenso a accidentes o imposibilitando el acceso de los vehículos hacia los distintos hogares. Todo esto hace que los habitantes del sector encuentren dificultades para movilizarse y realizar sus actividades diarias.

### ***1.2.2 Importancia y Alcance***

Por más de 30 años el barrio San Francisco de Chillogallo no ha tenido una vía de fácil acceso impidiendo el desarrollo económico-social del sector, ya que debido a la ubicación geográfica de la vía se presentan zonas montañosas y precipitaciones altas en épocas de invierno generando una gran incomodidad e imposibilitando el transporte de las personas o bienes hacia la ciudad.

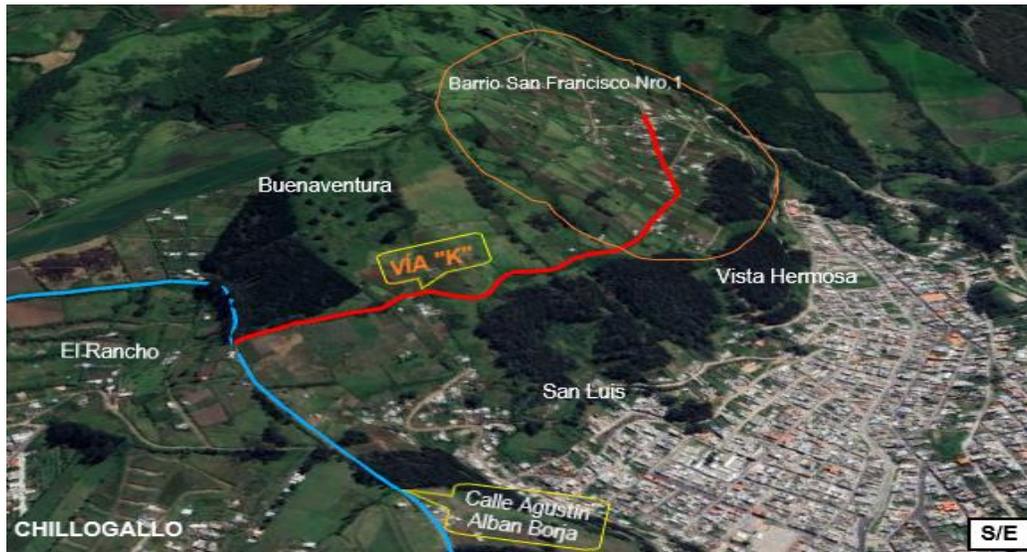
Este proyecto técnico de diseño geométrico y estructural con una longitud de 1,36 km de vía brindara la posibilidad de un mejor desarrollo del barrio San Francisco de Chillogallo, tanto en seguridad y eficiencia al acceder con los vehículos, este estudio se lo realizara a nivel de prefactibilidad aplicando las normativas vigentes presentadas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOB 2003), Especificaciones generales para la construcción de Caminos y Puentes del MOP-001-F-2002, reglas técnicas de arquitectura y urbanismo del Distrito Metropolitano de Quito, normativa internacional American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO 93) y Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003.

### ***1.2.3 Delimitación***

Este proyecto otorga otra vía de acceso para el barrio San Francisco de Chillogallo, cantón Quito interceptando con la vía Agustín Albán Borja con una longitud de 1.36 km, imitando al Norte con el Barrio San Francisco, al Sur con el Asentamiento humanos El Rancho, la Alegría, al Este con los barrios Vista Hermosa y San Luis de Chillogallo y al Oeste con la Cooperativa Buenaventura.

## Figura 1

*Ubicación de la vía K.*



*Nota.* La línea de color rojo marca la longitud del proyecto y la celeste es una vía de acceso.

*Elaborado por:* Los autores, a través de Google Earth.

De acuerdo con el sistema de coordenadas UTM WGS84 se determina que se encuentra en la zona 17M con coordenadas al este de 769160.11 y al norte de 9969331.03.

### **1.2.4 Justificación**

El barrio San Francisco es una nueva lotización, la cual carece de un diseño vial de uno de los accesos principales, puesto que dificulta a sus moradores una correcta movilización hacia los diferentes sectores de la ciudad. Por tal razón este proyecto pretende mejorar el diseño vial existente generando así una mejor circulación vehicular.

Al realizar este estudio vial, los principales beneficiarios serían sus moradores del sector, ya que tendrán una vía pavimentada otorgándoles conectividad, mayor seguridad vial, reducción de costo de transporte y desarrollo económico. Por lo tanto, esto permitirá un gran avance del

sector brindándoles una mayor calidad de vida para todos los habitantes.

Este proyecto es factible dado que se contará con el apoyo del departamento de Obras Públicas de la Administración Zonal Quitumbe la cual nos facilitara la topografía de dicho barrio, junto con la asesoría del personal técnico para obtener un adecuado diseño vial que permita presentar una propuesta anticipada para la realización de los estudios definitivos que serán elaborados por los entes encargados antes mencionados. Además, se dispone de las normativas vigentes AASHTO 93, MTOP y la Reglas Técnicas de Arquitectura y Urbanismo del Distrito Metropolitano de Quito.

### ***1.2.5 Grupo Objetivo***

La elaboración de este proyecto será de gran utilidad para todos los habitantes del barrio San Francisco de Chillogallo y sectores colindantes a la vía “K”, brindándoles un mayor nivel de servicio, aumentando la seguridad y reduciendo el tiempo de movilización de los moradores del sector y evitando daños a los vehículos.

## **1.3 Objetivo**

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

Realizar el diseño geométrico y estructural de la capa de rodadura de la vía “K”, aplicando la normativa MTOP, con el fin de determinar el nivel de prefactibilidad.

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

Realizar un levantamiento topográfico de la vía para realizar el diseño vertical.

Realizar un conteo vehicular con una proyección a futuro de 20 años que circulen por la vía de acceso San Francisco Nro. 1.2, para calcular el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).

Determinar las propiedades mecánicas de la subrasante a lo largo de la faja vial mediante el ensayo CBR, para obtener la resistencia a la penetración del suelo natural.

Realizar el diseño geométrico cumpliendo la normativa vigente del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) y satisfaciendo las Reglas Técnicas de Arquitectura y Urbanismo del Distrito Metropolitano de Quito, adaptándolo a sus características y condiciones del terreno natural.

Diseñar la estructura del pavimento flexible cumpliendo con los parámetros del manual de empedrados para un apropiado desempeño al someterse a las cargas vehiculares.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Estudio de tráfico**

El incremento poblacional ha ido aumentando progresivamente generando así un incremento vehicular tanto particular como público. Por esta razón se tendrá en cuenta en el diseño vial un análisis de tráfico proyectado a futuro, teniendo de antecedentes los datos del tráfico actual.

El número de vehículos a futuro influyen en gran parte en el diseño. Proyectar el tráfico es necesario para clasificar el tipo de carretera para conocer parámetros geométricos de diseño (MTOPI, 2003, pág. 16). Por ende, para asegurar un correcto diseño vial tanto en la funcionalidad como en la durabilidad se debe realizar un estudio de tráfico para así conocer la cantidad y el tipo de vehículos que circulen a futuro, para que de esta manera podamos realizar el tipo de vía adecuado el cual cumpla con el TPDA a futuro.

#### **2.2 Tráfico promedio diario anual (TPDA)**

El tráfico promedio diario anual (TPDA), nos ayuda a determinar el volumen del tránsito promedio que circula por una vía dividido por los 365 días. (MTOPI, 2013, pág. 52). Así obtendremos un parámetro fundamental para realizar un correcto diseño estructural de la vía permitiendo abarcar el crecimiento exponencial de tránsito vehicular.

#### **2.3 Clasificación vehicular**

El diseño de pavimentos se ve fuertemente influenciado por la cantidad y tipo de vehículos que transitan por la carretera. Por lo tanto, resulta fundamental llevar a cabo una clasificación detallada de estos vehículos antes de proceder con la evaluación. En líneas generales, se pueden dividir los vehículos en dos grupos principales: livianos y pesados. Es importante subrayar que son los vehículos pesados los que realmente inciden en el diseño de la capa de rodadura, ya que los

vehículos livianos no se consideran significativos, dado que causan daños mínimos a la superficie de rodadura. A continuación, en la tabla 1 se encuentra la clasificación vehicular de acuerdo con sus ejes.

**Tabla 1**

*Tipos de vehículos según su categoría.*

TIPO DE VEHÍCULOS	DESCRIPCIÓN	GRÁFICO
<b>LIVIANOS</b>	Automóviles	
	Camionetas	
	4x4	
	Van	
	Furgonetas	
<b>BUSES</b>	SRS	
	SRS+TANDEM	
	SRS+SRS	
<b>CAMIONES</b>	SRS+TANDEM	
	SRS+TRIDEM	
	SRS+SRS+TRIDEM	
	SRS+TANDEM+TRIDEM	
		

*Nota.* Se observa el tipo de vehículo según el número de ejes. Fuente: Jair (2019).

## 2.4 Carretera

La carretera es una estructura conformada por diferentes capas que son: subbase, base, capa de rodadura, cuyo objetivo es permitir una circulación vehicular de manera eficiente y segura durante toda la durabilidad del proyecto.

### 2.4.1 Clasificación de carreteras

Para obtener un buen diseño debemos conocer el dato del TPDA con una proyección para un periodo de 20 años, que a su vez permitirá determinar la clasificación de una carretera, como se indica en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Clasificación de las carreteras.*

CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS DE ACUERDO AL TRÁFICO PROYECTADO Y FUNCIÓN JERÁRQUICA		
Clase de carretera	Tráfico proyectado TPDA	Función jerárquica
R-I o R-II	Más de 8000	Corredor arterial
I	De 3000 a 8000	Corredor arterial, Colectora
II	De 1000 a 3000	Corredor arterial, Colectora
III	De 300 a 1000	Colectora
IV	De 100 a 300	Colectora, Vecinal
V	Menos de 100	Vecinal

El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado de 15 a 20 años.

*Nota.* Se indica el tipo de carretera en función del TPDA. Fuente: MTOP (2003)

### 2.4.2 Partes de una vía

A medida que se circula por una vía se puede observarla como una unidad en la que no hay partes diferenciadas, la cual es así ya que, si posee diferentes partes y cada una de ellas con fines específicos, estas partes están conformadas por varios elementos como son la plataforma, la calzada, las aceras, cunetas, separador central, entre otros (DRTC-SM, 2017). Todos los elementos

mencionados forman parte fundamental de la vía, permitiendo una buena servicialidad y seguridad al momento de circular por la carretera. En la figura 2 se encontrará la ubicación de estas.

**Plataforma:** consiste en toda la superficie que será pavimentada, y está conformada por la calzada, carril, berma y andenes.

**Calzada:** es la parte más fundamental de la vía ya que por aquí circularan los vehículos, el número de calzadas se lo determinara con el TPDA obteniendo el tipo de carretera.

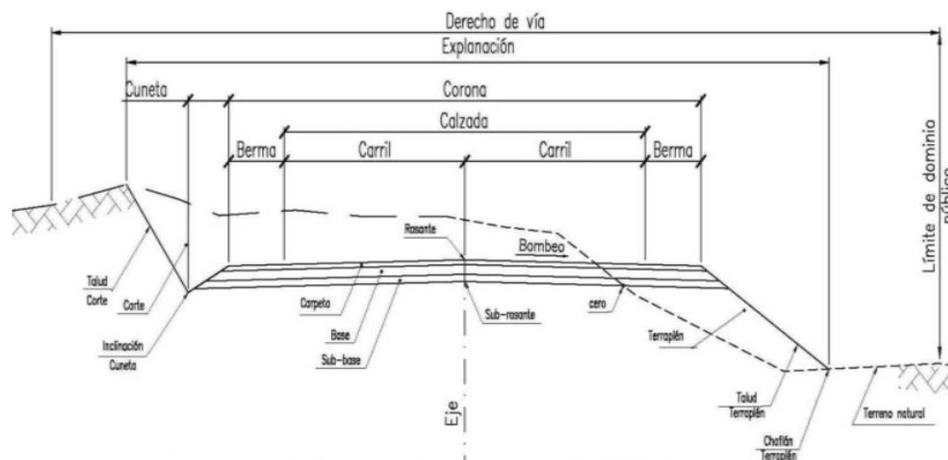
**Acera:** es un espacio por donde se movilizarán los peatones con seguridad, esta será constituida por el ámbito social y facilidades para las personas con discapacidad.

**Carril:** es la división de la calzada y está delimitada por el ancho de circulación de un vehículo.

**Cuneta:** se ubica a los límites del costado de la calzada y sirve para la recolección y el drenaje superficial.

## Figura 2

*Elementos que conforman las partes de una vía.*



*Nota.* Se indica las partes principales que debe contener una vía. Fuente: Vicente (2021).

## 2.5 Topografía y características físicas del terreno

En la ejecución de los análisis destinados al trazado geométrico de una carretera, la topografía del terreno adquiere una importancia crucial. Este factor influye significativamente en la elección de los valores de diversos factores que desempeñan un papel clave en el diseño del terreno. Los terrenos pueden ser categorizados en cuatro clases distintas de acuerdo con la MTOP, las cuales son:

**Terreno plano.** Exhibe inclinaciones transversales a la carretera que son inferiores al 5%. Además, no necesita gran movilización de tierras durante su construcción y no plantea complicaciones en cuanto a su trazado o explanación, lo que se refleja en pendientes longitudinales típicamente inferiores al 3% en las vías.

**Terreno ondulado.** Las vías con pendientes transversales del 6% y 12% requieren menos excavaciones y nivelaciones que las vías con pendientes más pronunciadas. Esto permite que las vías sean más rectas y fáciles de construir, con pendientes longitudinales de entre el 3% y el 6%.

**Terreno montañoso.** Las pendientes transversales a la carretera generalmente oscilan entre el 13% y el 40%. La construcción de carreteras en este tipo de terreno implica considerables movimientos de tierra y/o la necesidad de la implementación de puentes y estructuras para superar la topografía montañosa, lo que ocasiona desafíos tanto en el trazado como en la explanación. Además, es frecuente encontrar pendientes longitudinales en las vías que varían entre el 6% y el 8%.

**Terreno escarpado.** En este escenario, las pendientes del terreno transversales a la carretera a menudo superan el 40%. La construcción de carreteras en ese caso requiere un desplazamiento máximo de tierras y enfrenta numerosas dificultades en términos de trazado y explanación, ya que los tramos de vía están prácticamente determinados por las divisiones de aguas

en su recorrido. Como resultado, son frecuentes las pendientes longitudinales que excedan el 8%. Para evitar estas situaciones, el diseñador debe contemplar la construcción de puentes, túneles y/o estructuras para superar las abruptas características del terreno.

## 2.6 Velocidad de diseño (MTOPI)

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden desplazarse de manera segura en una carretera cuando las condiciones meteorológicas y del tráfico son favorables. La elección de esta velocidad se basa en las características físicas y topográficas del terreno, la importancia de la carretera, los niveles de tráfico y el uso del suelo, con el objetivo de establecer un valor que sea óptimo para garantizar la seguridad, eficiencia y movilidad de los vehículos. Esta velocidad sirva de base para el cálculo de los elementos geométricos de la carretera en cuanto a su alineamiento horizontal y vertical. En la tabla 3 se encontrará las velocidades máximas dependiendo del TPDA.

**Tabla 3**

*Velocidades de diseño.*

Tipo de Terreno	CLASE I 3000-8000TPDA						CLASE II 1000-3000TPDA						CLASE III 300-1000TPDA					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (K.P.H)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40

Tipo de Terreno	CLASE IV 100-300TPDA						CLASE V MENOS DE 100TPDA					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (K.P.H)	80	60	50	60	35	25	60	50	40	50	32	25

*Nota.* Se observa la velocidad de diseño en función del TPDA y del tipo de terreno. Elaborado por los autores con datos del MTOPI (2003).

## 2.7 Diseño del pavimento

El diseño de pavimentos consiste en procesos de planificación y especificación de los materiales, espesores y estructuras que componen la capa superficial de una carretera, calle o superficie de tráfico para garantizar su durabilidad, seguridad y capacidad de carga. Este proceso implica considerar factores como el tipo de tráfico que soportara, las características del suelo subyacente, las condiciones climáticas de la región y las normativas de diseño.

En el diseño de pavimentos, se determina el tipo de pavimento a usar, el espesor de las capas, y otros elementos estructurales para resistir las cargas de tráfico y las condiciones ambientales. Además, se buscan equilibrios entre la resistencia, la capacidad de drenaje superficial, la comodidad para los usuarios y la economía en la construcción y mantenimiento de la infraestructura vial. Este proceso es esencial para asegurar la calidad y la longevidad de las superficies de tráfico.

## 2.8 Análisis del CBR

Este método se usa de las características de carga - deformación de la subrasante, subbase y base, de forma empírica los relaciona con los espesores de la estructura del pavimento. El CBR es la relación existente entre una carga que produce una deformación de 0.1 pulg (2.5 mm) en el material en cuestión y la carga que produce esa misma deformación en una muestra patrón que es un material granular de excelente calidad que se asume como 100%. (Cordo, 2006, pág. 3). El análisis del CBR es crucial en el diseño del pavimento porque proporciona información valiosa sobre la capacidad del suelo para soportar las cargas impuestas por el tráfico y minimiza el riesgo de deformaciones y fallas en el pavimento a lo largo del tiempo, y consiste en:

**Preparación para la muestra.** Se extrae una muestra representativa del suelo subyacente en el lugar donde se planea construir una carretera o pavimento.

**Preparación del suelo.** La muestra de suelo se compacta en condiciones estandarizadas para simular las condiciones del terreno subyacente bajo el pavimento.

**Ensayo de penetración.** Se utiliza un penetrómetro para medir la resistencia del suelo a la penetración de una punta estándar. La carga aplicada se compara con la carga requerida para penetrar un suelo estándar compactado, generalmente una mezcla de grava y arcilla.

**Cálculo del CBR.** El índice de soporte de California se expresa como el porcentaje de carga requerida para penetrar el suelo bajo condiciones estandarizadas, en comparación con la carga necesaria para penetrar un suelo estándar. Un suelo con un CBR del 100% se considera extremadamente resistente.

**Interpretación del resultado.** El valor de CBR obtenido ayuda a los ingenieros a evaluar la capacidad portante del suelo. Un CBR más alto indica una mejor capacidad para soportar cargas y, por lo tanto, es más deseable para la construcción de pavimentos.

## **2.9 Drenaje superficial de la vía**

El propósito esencial del drenaje vial es captar, conducir y evacuar de manera eficiente las escorrentías superficiales, sin afectar gravemente el entorno natural. Es primordial realizar un correcto diseño y análisis hidrológico, para así evitar la acumulación de agua en la calzada, provocando posibles accidentes o, en el peor de los casos, daños estructurales disminuyendo la vida útil del pavimento.

Las cunetas son canales que se hacen a los lados de la vía, cuya función es captar el agua que escurre de la plataforma y del talud del corte, llevándola a una obra de drenaje transversal (Fernando Olivera, 2017, pág. 14). Por esta razón, el drenaje vial emerge como un componente crítico en la planificación de carreteras, permitiendo una gestión efectiva del agua sin comprometer el entorno natural ni los taludes existentes.

La destacada importancia asignada a un drenaje óptimo se justifica por los potenciales riesgos asociados con la acumulación de agua en la calzada, que van desde daños funcionales hasta posibles afectaciones estructurales, lo que podría disminuir significativamente la vida útil de la infraestructura vial. De tal forma, es fundamental la introducción de cunetas como canales laterales destinados a interceptar y dirigir el flujo de agua desde la plataforma y los taludes.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo de investigación**

Como primer paso para una mejor comprensión del problema de estudio de este proyecto se realizará una investigación exploratoria in situ. “Los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes” (Calvis, 2006, pág. 13). De esta manera al realizar una exploración se tendrá una idea general la cual permitirá seguir un adecuado procedimiento que sea factible y así poder avanzar con el proyecto.

#### **3.2 Método.**

Para este proyecto se llevará a cabo el método Analítico, para el cual el procedimiento a seguir tiene como objetivo estudiar el problema con la intención de encontrar soluciones a lo largo del tiempo. “Este proceso cognoscitivo consiste en descomponer un objeto de estudio, separando cada una de las partes del todo para estudiarlas en forma individual” (Bernal, 2010, pág. 60). Dado que este método facilita la realización de análisis específicos, se considera factible su aplicación dada la naturaleza del problema presentado.

#### **3.3 Técnica de recolección de información**

Para la realización de este proyecto se procederá a recopilar la información a través del levantamiento topográfico de la faja vial, además se requiere de un estudio de suelos y el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA). Estos resultados son indicadores de mucha importancia para la realización de un adecuado diseño vial.

### **3.4 Proceso técnico**

#### **3.4.1 Levantamiento topográfico**

Se comenzará realizando un levantamiento topográfico utilizando sistema GNSS TOKNAV (RTK) el cual proporcionará los puntos georreferenciados de mayor precisión de la vía a estudiar. Se realizará un procesamiento de los puntos obtenidos y de esta manera obtener la faja vial para posteriormente tener un diseño planimétrico y altimétrico.

#### **3.4.2 Estudio de tráfico**

Para obtener el dato del TPDA proyectado a futuro de la vía en estudio, se utilizará el método de conteo Manual el cual serán ejecutadas en jornadas de 12 horas diarias durante siete días.

De esta forma se obtendrá el volumen de tráfico anual y futuro de manera precisa, ya que al usar este método se podrá caracterizar los tipos de vehículos que circulan por la vía en estudio.

#### **3.4.3 Estudios de Suelo**

Para la caracterización y determinación de las propiedades del suelo se utilizará el ensayo CBR, que se obtendrá con una excavación denominada “calicatas” a la profundidad de 1 metro, para la cual se usaran herramienta menor y equipos de seguridad, posteriormente las muestras extraídas se las trasladara hacia el laboratorio con su debida precaución para no alterar los resultados.

Una vez en laboratorio se procede con los ensayos de: Límite líquido (LL), Límite plástico (LP), Granulometría de la muestra, Contenido de humedad, CBR y la clasificación del suelo por el método AASHTO el cual “Describe un procedimiento para clasificación de suelos minerales y orgánico-minerales en siete grupos, basado en la determinación en el laboratorio de la distribución del tamaño de partículas, el límite líquido y el índice plástico” (Henry Gómez, 2020, pág. 77)

#### **3.4.4 Sistema de drenaje**

La etapa inicial en la planificación del sistema de drenaje consiste en identificar y delimitar las cuencas hidrográficas que interceptan la carretera. Recolectando datos de las características esenciales de cada cuenca.

Una vez obtenidos estos datos, se calculará el caudal que fluiría a través de los puntos de control utilizando ecuaciones empíricas, específicamente el Método Racional. Previo a esto, se determinará la intensidad de la precipitación, considerando el tiempo de retorno y tiempo de concentración, siguiendo las directrices del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

Con el valor del caudal establecido, se procederá al diseño de estructuras de drenaje, ya sean longitudinales o transversales, como cunetas y alcantarillas. Estas estructuras cumplirán una función crucial al evacuar el agua de la calzada, y su selección dependerá de la ubicación y capacidad de caudal, siguiendo especificaciones para evitar longitudes de recolección excesivas o dimensionar en exceso las estructuras.

#### **3.4.5 Diseño geométrico Horizontal**

El diseño horizontal de una carretera consiste en trazar el eje vial a través de tangentes conectadas por curvas. Para lograrlo, es necesario considerar la topografía del terreno, que determina las características del relieve y las condiciones hidrológicas. Sin exceder las gradientes máximas de diseño ya que estas deben cumplir con las normativas y especificaciones establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Al trazar el alineamiento que es la fase principal del diseño se debe tener en cuenta las tangentes, que son tramos rectos de la carretera. Los puntos de intersección entre dos tangentes consecutivas se conocen como PI. El ángulo de deflexión es el ángulo formado por

la extensión de una tangente en el PI. La longitud máxima de una tangente está sujeta a condiciones establecidas por la normativa.

El diseño de las curvas horizontales debe tener como prioridad el radio de curvatura mínimo que depende de la velocidad de diseño. Esto se puede lograr mediante el uso de curvas circulares de un solo radio o curvas espirales que consisten por dos o tres radios. El objetivo es garantizar un diseño sostenible que ofrezca seguridad y serviciabilidad a los usuarios, este diseño debe cumplir estrictamente con las normativas vigentes.

Es importante considerar las pendientes de bombeo en el diseño de una carretera, ya que estas son las encargadas de transportar la escorrentía superficial de la calzada hacia los sistemas de drenaje que son las cunetas o alcantarillas y así prevenir el fenómeno de hidroplaneo.

#### ***3.4.6 Diseño geométrico Vertical***

El diseño vertical requiere la creación de una vista en perfil longitudinal del terreno, y al igual que en el trazado horizontal, es necesario adherirse a las normativas establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Utilizando el software Civil 3D, se realizará el respectivo análisis teniendo en cuenta la velocidad de máxima, las curvas horizontales, distancia de parada y la distancia de visibilidad, con el objetivo de cumplir con las regulaciones y tener la menor movilización de tierra, ya que un buen diseño es aquel que brinde un equilibrio técnico-económico. Durante el proceso de desarrollo en el software, es esencial considerar que los gradientes deben variar entre un máximo del 15% y un mínimo del 0.5% que dependerá del tipo del terreno y tipo de vía, para trabajar con curvas verticales cóncavas y convexas según sea necesario.

La incorporación de curvas verticales debe basarse en las disposiciones de visibilidad. Según Vicente (2021), "la longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros". Es necesario verificar que los criterios de diseño de las curvas cumplan con los estándares de seguridad para garantizar la seguridad de los usuarios.

#### ***3.4.7 Diseño de la capa de rodadura***

En el proceso de cálculo y diseño de la capa de rodadura, se llevará a cabo un análisis del comportamiento, especialmente en relación con el factor de tráfico. Esto se debe a que el pavimento podría verse sometido a cargas adicionales debido al crecimiento demográfico, lo que resultaría en una mayor carga soportada debido a la presencia de diversos tipos de vehículos y la cantidad de ejes que podrían circular.

En el diseño de capa de rodadura, se emplea una base de datos que considera el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) y la tasa de crecimiento vehicular. Se realiza un estudio de suelos para clasificar el tipo de suelo y determinar el módulo resiliente que representa las propiedades de la subrasante.

## CAPÍTULO IV

### LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

#### 4.1 Levantamiento topográfico

El reconocimiento y estudio del terreno es esencial en cualquier proyecto vial, ya que la topografía afecta directamente la obtención de un diseño adecuado. El propósito de un levantamiento topográfico es conocer la ubicación relativa de un conjunto de puntos en un plano horizontal (Machines, 2019). Por tal razón recurrimos a la utilización de equipos de alta precisión, como es el RTK (Real-Time Kinematic), el cual permite obtener los datos planimétricos y altimétricos de la faja vial en estudio para un diseño vial preciso.

##### 4.1.1 *Sistema de coordenadas*

El sistema de coordenadas usado para el levantamiento topográfico es UTM WGS 84 facilitando la obtención de datos en software Civil 3D, dando como resultado puntos georreferenciados los cuales fueron convertidos en coordenadas TMQ (Transversa de Mercator Quito) ya que el proyecto vial se lo realizara en DMQ (Distrito Metropolitano de Quito) debido a que se lo realiza con la colaboración AZQ (Administración Zonal Quitumbe).

En la Tabla 4 se indica la lista de puntos topográficos tomados en el levantamiento georreferenciado.

**Tabla 4***Puntos topográficos.*

<b>ID Punto</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Elevación</b>	<b>Descripción</b>
1000	9970316.59	492095.859	3173.8098	base
1	9970499.61	492032.453	3181.7805	ti
2	9970500.04	492033.326	3180.9593	ti
3	9970499.68	492032.326	3181.8067	lin
4	9970497.15	492020.237	3185.1927	ts
5	9970501.6	492037.802	3181.2169	ti
6	9970501.77	492037.828	3180.9961	ti
7	9970501.75	492038.561	3181.3395	lin
8	9970500.38	492035.886	3181.0298	eje
9	9970494.5	492041.88	3179.8411	lin
10	9970489.24	492044.583	3179.3094	lin
11	9970483.03	492048.395	3179.0936	lin
12	9970497.48	492048.225	3178.9098	lin
13	9970509.24	492048.123	3178.8574	lin
14	9970509.99	492054.29	3178.4837	lin
15	9970509.84	492051.375	3178.7551	eje
16	9970470.71	492052.251	3178.927	eje
17	9970473.51	492056.847	3178.6736	lin
18	9970457.33	492059.332	3178.5498	lin
19	9970455.12	492053.77	3178.4868	lin
20	9970456.14	492056.59	3178.5613	eje
21	9970441.98	492059.507	3178.2273	lin
22	9970426.46	492038.457	3185.9066	ts
23	9970443.16	492062.67	3178.1396	eje
24	9970444.06	492065.977	3177.9609	lin
25	9970375.99	492096.907	3174.3833	lin
26	9970373.84	492092.201	3174.4399	lin
27	9970374.88	492094.509	3174.4468	eje
28	9970370.27	492099.572	3173.4958	lin
29	9970364.3	492106.882	3171.5168	lin
30	9970362.62	492126.158	3165.4666	lin
31	9970351.93	492122.892	3166.6498	lin
32	9970354.41	492123.265	3166.7455	eje
33	9970359.29	492105.285	3171.26	lin
34	9970362.66	492105.27	3171.7323	eje
35	9970364.64	492097.94	3173.3283	al
36	9970362.39	492093.903	3173.9977	lin
37	9970368.36	492093.45	3173.9869	lin
38	9970371.71	492076.761	3180.2306	eje
39	9970373.43	492078.223	3180.2396	lin
40	9970370.3	492076.611	3180.0968	lin
41	9970355.08	492101.177	3173.0022	lin

<b>ID Punto</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Elevación</b>	<b>Descripción</b>
41	9970355.08	492101.177	3173.0022	lin
42	9970357.48	492102.398	3172.6543	lin
43	9970326.29	492095.116	3174.5573	al
44	9970324.45	492097.526	3174.3811	lin
45	9970324.47	492107.501	3170.859	ti
46	9970308.56	492105.991	3169.697	ti
47	9970312.38	492090.816	3173.5605	lin
48	9970311.87	492093.557	3173.4531	eje
49	9970311.5	492079.414	3179.1942	ts
50	9970311.49	492089.695	3175.2763	ts
51	9970299.71	492089.128	3172.2326	lin
52	9970299.58	492091.295	3172.183	eje
53	9970299.47	492094.672	3172.1175	lin
54	9970291.07	492091.47	3171.1512	al
55	9970290.13	492086.528	3173.1784	ts
56	9970291.05	492079.728	3175.2002	ts
57	9970285	492090.74	3170.446	eje
58	9970287.56	492103.746	3166.0676	ti
59	9970287.68	492095.67	3168.4704	ti
60	9970247.71	492085.743	3167.3389	lin
61	9970248.07	492091.507	3167.2296	lin
62	9970247.96	492088.612	3167.375	eje
63	9970247.9	492084.351	3169.2568	ts
64	9970248.52	492073.49	3173.0746	ts
65	9970180.88	492072.556	3174.9584	ts
66	9970179.22	492085.718	3169.6698	ts
67	9970207.39	492089.866	3166.8471	al
68	9970179.8	492092.922	3166.4145	lin
69	9970179.56	492087.098	3166.189	lin
70	9970179.06	492089.752	3166.1872	eje
71	9970172.17	492090.147	3165.9362	al
72	9970168.74	492092.13	3165.8928	lin
73	9970167.76	492086.82	3165.7392	lin
74	9970159.17	492091.282	3165.2503	lin
75	9970158.91	492088.4	3165.1892	eje
76	9970158.86	492085.954	3165.2204	lin
77	9970152.27	492087.584	3164.5471	al
78	9970148.12	492084.33	3163.9997	lin
79	9970147.34	492083.055	3166.0956	ts
80	9970152.03	492076.196	3170.1963	ts
81	9970146.98	492089.122	3163.7286	lin
82	9970143.2	492097.786	3158.6531	ti

<b>ID Punto</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Elevación</b>	<b>Descripción</b>
83	9970145.72	492089.839	3162.3992	ti
84	9970118.31	492074.525	3161.3373	lin
85	9970116.09	492079.767	3160.9886	lin
86	9970114.14	492079.722	3159.3071	lin
87	9970115.48	492076.082	3161.3177	eje
88	9970103.36	492069.029	3161.0561	lin
89	9970103.9	492068.121	3163.2778	ts
90	9970100.71	492071.104	3161.0926	eje
91	9970099.36	492073.402	3160.4692	lin
92	9970099.6	492073.216	3160.7324	lin
93	9970092.39	492062.456	3161.1395	lin
94	9970092.95	492062.373	3163.1306	ts
95	9970083.19	492063.603	3160.8744	lin
96	9970079.62	492051.083	3161.1622	lin
97	9970079.92	492038.506	3164.2716	ts
98	9970073.16	492049.116	3160.4327	lin
99	9970070.43	492045.137	3160.0888	eje
100	9970082.37	492059.178	3160.9046	eje
101	9970061.45	492039.134	3159.469	lin
102	9970065.36	492034.476	3159.571	lin
103	9970065.63	492034.14	3160.5052	ts
104	9970063.19	492036.037	3159.5596	eje
105	9970057.3	492025.415	3159.407	lin
106	9970057.64	492025.283	3160.1144	ts
107	9970055.63	492027.074	3159.2993	eje
108	9970053.8	492028.803	3159.1891	lin
109	9970052.76	492030.226	3157.8978	ti
110	9970049.22	492019.365	3159.4807	lin
111	9970049.55	492018.866	3160.3809	ts
112	9970047.95	492021.613	3159.4873	eje
113	9970046.69	492024.929	3159.3123	lin
114	9970045.32	492027.92	3156.6319	ti
115	9970034.74	492014.064	3159.9123	lin
116	9970035.03	492013.693	3161.1751	ts
117	9970033.62	492019.573	3159.5228	lin
118	9970033.3	492020.395	3158.6453	ti
119	9970034.05	492016.193	3159.9064	eje
120	9970003.26	492006.66	3161.1409	lin
121	9970001.86	492012.276	3160.9466	lin

<b>ID Punto</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Elevación</b>	<b>Descripción</b>
122	9970002.35	492008.859	3161.1708	eje
123	9970007.54	492006.813	3162.4643	ts
124	9970010.72	491998.546	3165.459	ts
125	9969991.53	492003.335	3160.6831	lin
126	9969991.62	492002.915	3162.2706	ts
127	9969989.14	492007.666	3160.1186	lin
128	9969989.23	492004.779	3160.6066	eje
129	9969980.34	491996.129	3160.5026	lin
130	9969980.47	491994.615	3162.9183	ts
131	9969986.41	491984.048	3166.701	ts
132	9969971.41	491979.163	3162.7458	ts
133	9969978.4	491967.497	3167.0954	ts
134	9969969.67	491979.622	3159.5133	lin
135	9969967.92	491980.999	3159.6296	eje
136	9969966.46	491982.107	3159.5193	lin
137	9969956.61	491987.426	3153.5687	ti
138	9969946.95	491979.114	3151.0072	ti
139	9969960.03	491970.064	3158.9309	lin
140	9969961.98	491969.121	3159.1232	eje
141	9969963.84	491968.178	3159.1865	lin
142	9969964.96	491967.586	3161.837	ts
143	9969970.6	491958.255	3165.4585	ts
144	9969960.84	491942.555	3165.7858	ts
145	9969956.95	491954.199	3161.5495	ts
146	9969956.22	491954.781	3159.368	lin
147	9969954.35	491956.461	3159.3799	eje
148	9969952.02	491958.483	3158.8903	lin
149	9969948.52	491954.492	3159.085	lin
150	9969949.83	491951.842	3159.5594	eje
151	9969951.38	491949.981	3159.6045	lin
152	9969950.13	491947.869	3161.8734	ts
153	9969945.31	491944.479	3162.5576	ts
154	9969944.9	491945.536	3159.9769	lin
155	9969942.15	491950.385	3159.4736	lin
156	9969942.95	491947.241	3159.8966	eje
157	9969934.86	491939.785	3162.3139	ts
158	9969933.64	491940.992	3160.3926	lin
159	9969932.63	491945.773	3160.0975	lin
160	9969932.86	491942.921	3160.3927	eje
161	9969932.52	491928.878	3166.6914	ts
162	9969912.78	491926.619	3168.4081	ts

<b>ID Punto</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Elevación</b>	<b>Descripción</b>
163	9969911.36	491935.706	3164.2696	ts
164	9969910.84	491936.504	3161.886	lin
165	9969910.36	491942.091	3161.3613	lin
166	9969909.99	491938.665	3161.8702	eje
167	9969895.09	491938.575	3163.729	eje
168	9969895.58	491942.037	3163.2462	lin
169	9969894.59	491943.155	3162.1641	lin
170	9969894.24	491936.65	3163.8454	lin
171	9969894.72	491935.395	3166.8269	ts
172	9969892.75	491925.835	3171.508	ts
173	9969872.85	491929.234	3173.1028	ts
174	9969870.12	491939.557	3168.9915	ts
175	9969870.17	491940.642	3166.2739	lin
176	9969871.55	491945.837	3165.6387	lin
177	9969870.51	491942.986	3166.2408	eje
178	9969853.29	491944.762	3167.4373	eje
179	9969853.92	491948.117	3166.9054	lin
180	9969853.48	491942.575	3167.3847	lin
181	9969832.28	491940.414	3168.3689	lin
182	9969831.49	491942.369	3168.3686	lin
183	9969827.15	491944.11	3168.293	lin
184	9969827.14	491944.11	3168.285	lin
185	9969818.43	491939.277	3168.9236	ti
186	9969818.43	491939.277	3168.9242	ti
187	9969947.81	491969.261	3153.7404	ti
188	9969981.94	492014.814	3155.256	ti
189	9970031.34	492040.404	3148.9888	ti
190	9970061.35	492050.623	3158.3348	ti
191	9970107.87	492084.011	3155.0343	ti
192	9970129.8	492092.33	3157.0359	ti
193	9970139.52	492088.252	3160.8691	ti
194	9970154.1	492099.478	3160.2845	ti
195	9970326.01	492095.307	3174.5586	BM1
196	9970207.43	492090.171	3166.841	BM1
197	9969819.14	491941.387	3168.8542	BASE 2
198	9969827.39	491941.426	3168.6285	eje
199	9969827.74	491939.217	3168.7234	lin
200	9969825.94	491944.118	3168.3057	lin
201	9969822.16	491947.034	3166.7243	ti

<b>ID Punto</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Elevación</b>	<b>Descripción</b>
202	9969814.54	491947.305	3165.145	ti
203	9969812.11	491933.834	3169.5098	lin
204	9969814.65	491931.406	3169.6195	eje
205	9969816.58	491930.311	3169.5724	lin
206	9969815.06	491924.726	3170.3604	lin
207	9969812.46	491925.125	3170.3937	eje
208	9969809.65	491925.868	3170.4288	lin
209	9969802.01	491930.282	3165.8959	ti
210	9969795.31	491910.245	3165.5464	ti
211	9969807.32	491904.344	3171.9806	lin
212	9969809.85	491903.682	3172.2966	eje
213	9969811.85	491903.194	3172.3147	lin
214	9969815.81	491921.752	3172.786	ts
215	9969818.87	491931.808	3171.4068	ts
216	9969827.29	491906.875	3178.4483	ts
217	9969815.84	491896.252	3176.6067	ts
218	9969815.73	491883.201	3177.4408	ts
219	9969809.71	491886.395	3175.2229	ts
220	9969808.98	491886.518	3173.2856	lin
221	9969807.02	491886.977	3173.2012	eje
222	9969804.11	491887.317	3172.9078	ti
223	9969794.45	491891.816	3167.9751	ti
224	9969788.68	491882.097	3167.6072	ti
225	9969800.36	491871.529	3173.8192	lin
226	9969803.62	491869.994	3174.3425	lin
227	9969806.65	491868.785	3174.6553	lin
228	9969821.45	491859.432	3180.5935	ts
229	9969805.73	491864.869	3176.0975	ts
230	9969804.8	491865.325	3174.543	lin
231	9969802.21	491867.034	3174.4287	eje
232	9969799.39	491868.347	3173.9103	lin
233	9969805.44	491877.034	3173.9326	eje
234	9969793.03	491869.505	3170.7348	ti
235	9969787.63	491861.905	3171.6409	ti
236	9969800.84	491860.22	3174.5464	lin
237	9969798.7	491861.884	3174.5322	eje
238	9969796.81	491863.281	3174.1903	lin
239	9969776.84	491847.601	3175.6145	lin
240	9969777.71	491845.104	3175.5411	eje
241	9969778.72	491843.498	3175.4654	lin

<b>ID Punto</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Elevación</b>	<b>Descripción</b>
242	9969777.59	491842.343	3176.7148	ts
243	9969775.03	491850.725	3173.9791	ti
244	9969764.14	491851.671	3171.1277	ti
245	9969756.23	491838.27	3176.2059	lin
246	9969757.28	491835.626	3176.4217	eje
247	9969757.64	491832.828	3176.5545	lin
248	9969756.49	491831.179	3177.9633	ts
249	9969730.75	491830.185	3175.9118	eje
250	9969730.43	491832.638	3175.5162	lin
251	9969730.71	491827.911	3175.9513	lin
252	9969736.78	491813.705	3183.4782	ts
253	9969745.43	491814.875	3183.1986	ts
254	9969766.33	491818.678	3182.9269	ts
255	9969765.81	491831.396	3179.0854	ts
256	9969749.44	491828.933	3178.4978	ts
257	9969731.1	491825.319	3178.8457	ts
258	9969737.71	491844.276	3170.6699	ti
259	9969723.89	491840.731	3170.7298	ti
260	9969715.46	491824.883	3176.9044	eje
261	9969716.24	491822.802	3176.9287	lin
262	9969714.31	491826.814	3176.4499	lin
263	9969713.56	491827.731	3175.6088	ti
264	9969702.86	491816.219	3179.2499	eje
265	9969701.32	491818.73	3178.8485	lin
266	9969691.13	491810.656	3180.62	lin
267	9969690.35	491811.918	3179.4879	ti
268	9969692.41	491808.764	3180.8629	eje
269	9969693.18	491806.449	3180.9263	lin
270	9969693.66	491806.301	3182.7339	ts
271	9969676.09	491796.92	3182.5666	eje
272	9969674.62	491799.336	3181.9667	lin
273	9969674.65	491792.731	3182.7018	lin
274	9969675.06	491792.504	3184.5666	ts
275	9969652.82	491779.597	3183.7786	eje
276	9969654.36	491777.925	3183.7392	lin
277	9969613.45	491749.749	3183.5528	eje
278	9969611.97	491751.851	3183.412	lin
279	9969614.77	491748.467	3183.5379	lin
280	9969615.2	491747.841	3184.7165	ts
281	9969629.59	491757.754	3185.0579	ts

<b>ID Punto</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Elevación</b>	<b>Descripción</b>
282	9969642.67	491766.449	3185.845	ts
283	9969658	491778.071	3185.8635	ts
284	9969673.7	491787.45	3186.1243	ts
285	9969681.9	491775.18	3192.6342	ts
286	9969666.16	491769.273	3190.8362	ts
287	9969654.81	491766.609	3188.8514	ts
288	9969643.81	491762.115	3187.3427	ts
289	9969626.45	491748.17	3187.0901	ts
290	9969606.78	491742.729	3183.8908	lin
291	9969605.37	491744.322	3183.765	eje
292	9969603.81	491746.467	3183.5619	lin
293	9969596.07	491752.58	3179.5209	ti
294	9969609.1	491765.279	3177.8756	ti
295	9969625.31	491776.459	3177.9372	ti
296	9969646.54	491792.162	3177.3582	ti
297	9969657.35	491798.812	3177.3724	ti
298	9969658.94	491791.317	3179.68	ti
299	9969650.51	491785.878	3179.966	ti
300	9969635.42	491773.465	3180.2888	ti
301	9969622.93	491764.038	3180.7183	ti
302	9969610.13	491754.576	3180.7324	ti
303	9969599.19	491746.179	3181.9821	ti
304	9969574.95	491723.15	3185.083	eje
305	9969576.04	491721.443	3184.9987	lin
306	9969576.13	491720.782	3186.1264	ts
307	9969572.01	491726.756	3185.0519	lin
308	9969561.18	491713.035	3184.2467	eje
309	9969562.52	491711.058	3184.2839	lin
310	9969563.13	491710.597	3185.4415	ts
311	9969558.51	491715.33	3184.0129	lin
312	9969549.48	491703.208	3181.9691	eje
313	9969547.08	491706.193	3182.0644	lin
314	9969551.09	491700.855	3181.8528	lin
315	9969535.21	491695.441	3178.5422	lin
316	9969527.24	491685.848	3176.7443	lin
317	9969528.32	491688.357	3176.724	eje
318	9969530.3	491702.94	3178.6861	lin
319	9969537.25	491709.285	3180.3722	ti
320	9969527.69	491694.029	3177.5017	lin
321	9969513.45	491699.388	3175.8748	ti

<b>ID Punto</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Elevación</b>	<b>Descripción</b>
322	9969513.46	491699.391	3175.8638	lin
323	9969512.36	491697.173	3176.2882	eje
324	9969511.4	491694.384	3176.0828	lin
325	9969542.09	491692.053	3178.8126	lin
326	9969533.99	491687.771	3177.4732	eje
327	9969532.21	491684.395	3177.1225	lin
328	9969536.77	491682.181	3177.4766	lin
329	9969544.2	491679.105	3177.7372	lin
330	9969545.85	491680.974	3177.7361	eje
331	9969546.46	491683.186	3177.7534	lin
332	9969559.17	491676.361	3178.3308	eje
333	9969559.08	491673.784	3178.3109	lin
334	9969558.15	491672.748	3177.2123	ti
335	9969540.12	491688.273	3177.9838	lin
336	9969540.76	491689.958	3178.3137	lin
337	9969541.71	491690.236	3179.1545	ts
338	9969533.64	491675.028	3172.8419	ti
339	9969540.73	491671.095	3173.1161	ti
340	9969521.12	491680.238	3172.3542	ti
341	9969512.86	491685.131	3171.9157	ti
342	9969519.57	491695.522	3175.4151	lin
343	9969518.25	491693.462	3175.2094	eje
344	9969516.68	491691.265	3175.0911	lin
345	9969511.35	491694.21	3174.3956	lin
346	9969512.23	491696.514	3174.4345	eje
347	9969513.85	491699.174	3174.6314	lin
348	9969514.38	491699.87	3175.8292	ts
349	9970036.69	492006.849	3165.5821	ts
350	9970052.77	492012.987	3166.4321	ts
351	9970073.72	492026.419	3164.5631	ts
352	9970101.31	492053.991	3169.5862	ts
353	9970126.81	492063.527	3170.1234	ts
354	9970207.96	492075.467	3172.0821	ts
355	9970509.44	492063.443	3176.4213	ti
356	9970474.34	492066.915	3177.0817	ti
357	9970446.04	492075.464	3175.9317	ti
358	9970404.83	492102.621	3169.3413	ti
359	9970248.03	492099.747	3165.9818	ti
360	9970207.55	492100.897	3164.1236	ti
361	9970081.39	492068.88	3151.2462	ti

<b>ID Punto</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Elevación</b>	<b>Descripción</b>
362	9969853.44	491959.065	3165.5014	ti
363	9969689.54	491819.034	3175.2432	ti
364	9969569.09	491732.615	3179.1256	ti
365	9969560.16	491679.438	3178.3216	lin
366	9969633.82	491738.771	3192.4218	ts
367	9969602.14	491710.003	3192.2215	ts
368	9969796.26	491840.941	3181.1253	ts

*Nota.* Se indica las coordenadas del levantamiento topográfico de la faja vial del proyecto.

Elaborado por: Los autores

#### **4.1.2 Puntos de control**

En el levantamiento topográfico los puntos de control son usados como puntos base, los cuales están ubicados en zonas específicas y de manera precisa, en total se obtuvo un total de 4 puntos georreferenciados que se detallan en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Puntos de referencia.*

<b>ID Punto</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Elevación</b>	<b>Descripción</b>
1000	9970316.59	492095.859	3173.8098	base
195	9970326.01	492095.307	3174.5586	BM1
196	9970207.43	492090.171	3166.841	BM1
197	9969819.14	491941.387	3168.8542	BASE 2

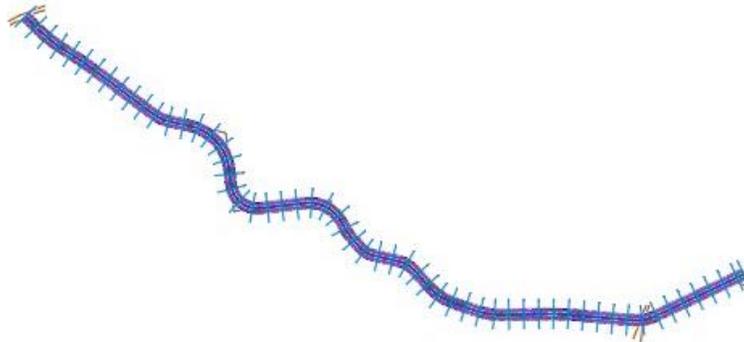
*Nota.* Se indica las coordenadas de los puntos de control GPS. Elaborado por: Los autores.

#### **4.1.3 Tipo de relieve**

Se analizo minuciosamente la topografía del proyecto, dando como resultado un relieve montañoso debido a que tiene pendientes pronunciadas y las mimas características de la zona, esto nos servirá para obtener valores como la velocidad de diseño, radios mínimos de curva, distancia de rebasamiento, en otros datos los cuales nos permitirán realizar un correcto diseño geométrico de la vía.

### **Figura 3**

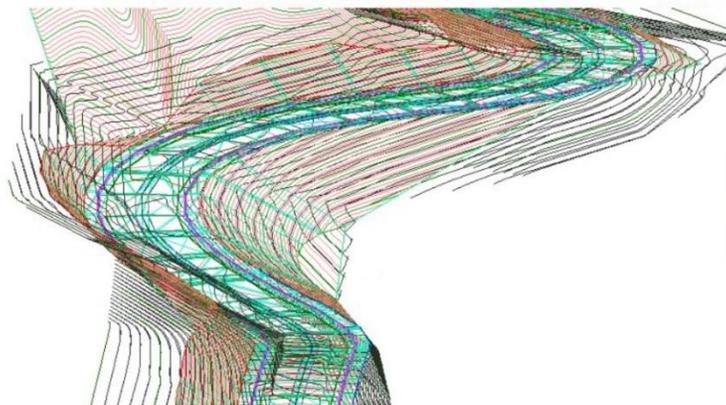
*Faja vial.*



*Nota.* Se muestran los puntos topográficos tomados durante el levantamiento. Elaborado por: Los autores.

### **Figura 4**

*Superficie del terreno.*



*Nota.* Se observa el tipo de terreno generado gracias a los puntos topográficos. Elaborado por: Los autores.

## CAPÍTULO V

### ESTUDIO DE TRÁFICO

El estudio de tráfico es un proceso que se lo debe realizar dado que esta información es indispensable la cual permite conocer la cantidad de vehículos que circulan por el proyecto, esto a su vez permite establecer las cargas para el diseño geométrico y estructural con proyección futura de 10 a 20 años transformándole a ejes equivalentes de 18 kips según normativas.

#### 5.1 Método de conteo

Para determinar la magnitud de vehículos que circulan en este proyecto se utilizó el método de conteo manual los cuales se realizó en dos puntos estratégicos, el primero en la intersección de las calles “K y M” del barrio San Francisco, se observa en la Figura 5 y el segundo punto en la intersección de las calles “K y Agustín Albán Borja (S42)” como se indica en la Figura 6

**Figura 5**

*Punto 1.*



*Nota.* Se muestra el punto donde se realizó el conteo manual. Elaborado por: Los Autores.

Fuente: Google Earth Pro.

## Figura 6

*Punto 2.*



*Nota.* Se muestra el punto donde se realizó el conteo manual. Elaborado por: Los Autores.

Fuente: Google Earth Pro.

Para la realización de este conteo manual se lo hizo como detalla la normativa de 7h00 a 19h00 completando las 12 horas diarias durante 7 días, este conteo nos concede identificar y clasificar la variedad de vehículos que se movilizan por esta vía ya sean motos, vehículos pesados o livianos, obteniendo así el volumen de tráfico el cual se utilizara para el diseño geométrico y estructural con el objetivo de obtener el TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual).

Para la clasificación de los vehículos según el número de ejes se debe hacer uso de la Figura 7 que nos proporciona el MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Publicas).

**Figura 7**

*Clasificación vehicular MTOP.*

CUADRO DEMOSTRATIVO DEL TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES							
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)			
				Largo	Ancho	Alto	
2 D			7	5,00	2,60	3,00	
2DA			10	7,50	2,60	3,50	
2DB			18	12,20	2,60	4,10	
3-A			27	12,20	2,60	4,10	
4-C			31	12,20	2,60	4,10	
4-0			32	12,20	2,60	4,10	
V2DB			18	12,20	2,60	4,10	
V3A			27	12,20	2,60	4,10	
VZS			27	12,20	2,60	4,10	
T2			18	8,50	2,60	4,10	

*Nota.* Se muestra a detalle la clasificación de los tipos de vehículos motorizados de acuerdo con sus características físicas. Fuente: MTOP (2003, p.39)

Durante la realización del conteo manual se observa y clasifica el tipo y el número de vehículos que circulan por la vía de proyecto según la MTOP. Este valor que se indica en la Tabla 6 será utilizado posteriormente para el diseño horizontal y vertical de la vía.

**Tabla 6**

*Cuadro de conteo manual de los vehículos.*

<b>CONTEO VEHICULAR</b>									
<b>Proyecto:</b>	Calle "K" Barrio San Francisco de Chillogallo				<b>Fecha inicio:</b>	1/4/2024			
<b>Ubicación:</b>	Quito				<b>Fecha fin:</b>	7/4/2024			
<b>Hora de conteo:</b>	7h00 - 19h00								
DIA	MOTOS	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES					
				2DA	2DB	3A	V2DB	V3A	
Lunes	6	15	0	3	0	0	0	1	25
Martes	4	18	0	0	2	0	3	0	27
Miércoles	5	14	0	2	0	1	1	0	23
Jueves	4	17	0	3	0	0	0	1	25
Viernes	3	14	0	1	1	0	2	0	21
Sábado	7	18	0	2	2	1	2	2	34
Domingo	6	17	0	2	1	0	1	0	27
<b>TOTAL:</b>	<b>113</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>182</b>	

*Nota.* Se observa el número de vehículos obtenidos con el conteo manual. Elaborado por los Autores.

## 5.2 Determinación del TPDA

Para la determinación del diseño y construcción de la plataforma vial se hace uso del valor del tráfico actual que nos indica la Tabla 6, con este valor se calcula el incremento de tráfico que tendrá de 10 a 20 años como indica la norma.

Para determinar el TPDA se debe ajustar mediante cuatro factores que son:

Factor diario (Fd): “Transforma el volumen de tráfico diario promedio en volumen semanal promedio” (MTOPI, 2003, p.15).

Factor semanal (Fs): “Transforma el volumen semanal promedio de tráfico en volumen mensual promedio” (MTOPI, 2003, p.16).

Factor mensual (Fm): “Transforma el volumen mensual promedio de tráfico en tráfico promedio anual” (MTOPI, 2003, p.16).

Para el cálculo del TPDA se hará uso de la ecuación 1 la cual está en función de los factores detallados anteriormente.

$$TPDA = To * Fd * Fs * Fm \quad (1)$$

Donde:

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual

To: Tráfico observado Fm: Factor Mensual

Fs: Factor Semanal

Fd: Factor diario

### 5.2.1 *Trafico promedio diario semanal*

Simboliza la cantidad promedio de transporte en un día durante toda la semana. Dado que el conteo manual no abarca todas las 24 horas diarias, se realiza un ajuste mediante el factor diario (Fd). A continuación, se presenta la ecuación 2.

$$Fd = \frac{\text{Mayor número de vehiculos que circulan en un dia}}{\text{Total de vehiculos registrados durante la semana}} * 10 \quad (2)$$

$$Fd = \frac{34}{147} * 10$$

$$Fd = 2.31$$

Para calcular el tráfico diario semanal, se determina el producto del tráfico promedio diario observado (To) por el factor diario (Fd). Teniendo en cuenta que no se hizo un registro en la noche, el valor del factor diario será mayor a 1. Para esto se usa la ecuación 3.

$$TPDS = T_o * F_d \quad (3)$$

Una vez calculado el (TPDS) se presenta la Tabla 7

**Tabla 7**

*Tráfico promedio diario semanal.*

DIA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES					
			2DA	2DB	3A	V2DB	V3A	
Lunes	35	0	7	0	0	0	2	44
Martes	42	0	0	5	0	7	0	53
Miércoles	32	0	5	0	2	2	0	42
Jueves	39	0	7	0	0	0	2	49
Viernes	32	0	2	2	0	5	0	42
Sábado	42	0	5	5	2	5	5	62
Domingo	39	0	5	2	0	2	0	49
<b>TOTAL</b>	<b>261</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>21</b>	<b>9</b>	<b>340</b>

*Nota.* Se presenta el ajuste del (TPDS). Elaborado por: Los Autores.

### 5.2.2 *Trafico promedio diario mensual.*

Es el número de vehículos que circulan por la vía durante 30 días. Para calcularlo, se debe obtener el producto entre el factor de ajuste semanal (Fs). Este cálculo se obtiene haciendo uso la ecuación 4.

$$TPDM = TPDO * F_s \quad (4)$$

El factor semanal (Fs) se convierte en un volumen promedio mensual, determinado mediante la ecuación 5, fundamentado en la cantidad de semanas adecuado al mes en el que se registró la cantidad de vehículos, específicamente, abril.

$$F_s = \frac{\text{Número de semanas en un mes}}{4} \quad (5)$$

$$F_s = \frac{4.29}{4}$$

$$F_s = 1.073$$

Una vez calculado el (TPDM) se presenta la Tabla 8

**Tabla 8**

*Tráfico promedio diario mensual.*

DIA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES					
			2DA	2DB	3A	V2DB	V3A	
Lunes	37	0	7	0	0	0	2	47
Martes	45	0	0	5	0	7	0	57
Miércoles	35	0	5	0	2	2	0	45
Jueves	42	0	7	0	0	0	2	52
Viernes	35	0	2	2	0	5	0	45
Sábado	45	0	5	5	2	5	5	67
Domingo	42	0	5	2	0	2	0	52
<b>TOTAL</b>	<b>280</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>365</b>

*Nota.* Se presenta el ajuste del (TPDM). Elaborado por: Los Autores.

### 5.2.3 *Trafico promedio diario anual.*

Se refiere al número de vehículos que circulan durante un día durante todo el año. Para obtener este valor, es necesario multiplicar el tráfico promedio diario mensual (TPDM) por un factor mensual  $F_m$ , como se indica en la ecuación 6.

$$TPDA = TPDM * F_m \quad (6)$$

El valor de  $F_m$  (Factor mensual) representa el factor asociado al mes en que se efectuó el conteo vehicular. En consecuencia, para este proyecto, el conteo se llevó a cabo en abril, con un valor registrado de 1.093, como se especifica en la Tabla 9.

**Tabla 9***Factores mensuales.*

<b>Factores mensuales Fm</b>	
<b>MES</b>	<b>FACTOR</b>
ENERO	1.07
FEBRERO	1.132
MARZO	1.085
<b>ABRIL</b>	<b>1.093</b>
MAYO	1.056
JUNIO	1.034
JULIO	1.982
AGOSTO	0.974
SEPTIEMBRE	0.923
OCTUBRE	0.913
NOVIEMBRE	0.869
DICIEMBRE	0.878

*Nota.* Se detalla los factores mensuales respectivo a cada mes del año. Elaborado por los autores con datos del MTOP (2003).

**Tabla 10***Tráfico promedio diario anual.*

<b>DIA</b>	<b>LIVIANOS</b>	<b>BUSES</b>	<b>CAMIONES</b>					
			<b>2DA</b>	<b>2DB</b>	<b>3A</b>	<b>V2DB</b>	<b>V3A</b>	
Lunes	41	0	8	0	0	0	3	52
Martes	49	0	0	5	0	8	0	62
Miércoles	38	0	5	0	3	3	0	49
Jueves	46	0	8	0	0	0	3	57
Viernes	38	0	3	3	0	5	0	49
Sábado	49	0	5	5	3	5	5	73
Domingo	46	0	5	3	0	3	0	57
<b>TOTAL</b>	<b>306</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	<b>11</b>	<b>399</b>

*Nota.* Se presenta el (TPDA) actual. Elaborado por: Los Autores.

#### 5.2.4 *Trafico de diseño*

La planificación del diseño vial se fundamenta en el tráfico anticipado en un período de 10 a 20 años. Esto permite categorizar el tipo de carretera y determinar la velocidad con la que será diseñada, garantizando un rendimiento vial sostenible durante el período proyectado.

De acuerdo con la normativa del MOP 2003, se adopta un enfoque de proyección de la vía a 20 años. Para la estimación del tráfico futuro, se empleará la ecuación 7 como criterio proyectual.

$$TPDA_{proyectado} = TPDA_{actual} * (1 + i)^n \quad (7)$$

Donde:

i= Tasa de crecimiento anual

n= Número de años proyectados

Utilizando los datos suministrados por el INEC sobre vehículos matriculados en el 2023 en la Provincia de Pichincha, se podrá calcular la tasa de crecimiento automotriz para vehículos livianos, buses y camiones. Estos datos específicos se encuentran detallados en la Tabla 11.

**Tabla 11**

*Tasa de crecimiento vehicular en Pichincha.*

<b>Porcentajes</b>			
<b>Periodo</b>	<b>Livianos</b>	<b>Buses</b>	<b>Camiones</b>
<b>2015-2020</b>	4.72	1.94	2.34
<b>2021-2025</b>	3.81	1.88	2.09
<b>2026-2030</b>	3.20	1.81	1.90
<b>2031-2035</b>	2.80	1.75	1.75

*Nota.* Se indica el incremento vehicular. Fuente: GADPP, Departamento de estudios viales (2014).

En este proyecto se tomó en cuenta los porcentajes de incremento de los vehículos que son parte de un estudio realizado por la MTOP para el año 2014 correspondiente a la provincia de Pichincha, con esto se procederá a determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).

Los resultados de esta proyección se presentarán en la Tabla 12 para periodos de 10 y 20 años como indica la norma.

**Tabla 12***Tráfico promedio diario anual proyectado.*

AÑO	TIEMPO	AUTOS	BUSES	CAMIONES					TOTAL DE VEHICULOS
				2DA	2DB	3A	V2DB	V3A	
2024	0	44	0	5	2	1	3	2	57
2025	1	45	0	5	2	1	4	2	59
2026	2	47	0	5	2	1	4	2	61
2027	3	49	0	5	2	1	4	2	63
2028	4	51	0	5	3	1	4	2	65
2029	5	53	0	6	3	1	4	2	67
2030	6	55	0	6	3	1	4	2	70
2031	7	57	0	6	3	1	4	2	72
2032	8	59	0	6	3	1	4	2	75
2033	9	61	0	6	3	1	4	2	77
2034	10	64	0	6	3	1	4	2	80
2035	11	66	0	6	3	1	4	2	83
2036	12	69	0	6	3	1	4	2	85
2037	13	71	0	7	3	1	5	2	88
2038	14	74	0	7	3	1	5	2	91
2039	15	77	0	7	3	1	5	2	95
2040	16	80	0	7	3	1	5	2	98
2041	17	83	0	7	3	1	5	2	101
2042	18	86	0	7	3	1	5	2	105
2043	19	89	0	7	3	1	5	2	109
2044	20	92	0	8	4	1	5	2	112

*Nota.* Se observa el TPDA proyectado. Elaborado por: Los Autores.

### 5.3 Clasificación del tipo de vía

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) clasifica el tipo de vía en función de la información preliminar, que incluye el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) proyectado para un periodo de 20 años a partir de un conteo manual vehicular. Esta clasificación se detalla en la Tabla 13.

**Tabla 13**

*Clasificación de la vía según el TPDA.*

<b>Clasificación de vía según el TPDA</b>					
<b>Clase</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
<b>Número de vehículos</b>	3000-8000	1000-3000	300-1000	100-300	Menos de 100

*Nota.* Se presenta la clasificación de las vías regido por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Elaborado por los autores con datos del MTOP (2003)

Basado en el valor proyectado de tráfico para un período de diseño de 20 años de 112 vehículos por día, según la Tabla 13 de clasificación de vías, el proyecto se clasifica como una Vía Clase IV al encontrarse dentro del rango de TPDA de 100 a 300 vehículos por día.

## **CAPÍTULO VI**

### **DISEÑO GEOMÉTRICO**

El diseño geométrico de una vía es un proceso complicado ya que se debe tener en cuenta diferentes factores que son influyentes para garantizar la seguridad, comodidad y eficiencia del tránsito vehicular. Por esta razón el estudio topográfico debe estar lo más detallado posible ya que contamos con una discontinuidad a lo largo de la vía existente.

Es por lo que en el diseño geométrico se hará un análisis minucioso de los diversos factores como características de tráfico, características de la vía, seguridad vial, factores ambientales, aspectos económicos, normativas vigentes y la sustentabilidad, dando así un proyecto viable y beneficioso para la comunidad.

#### **6.1 Velocidad de diseño**

Esta velocidad es la que se considera para lograr un diseño adecuado, ya que es la velocidad máxima para que los vehículos transiten de manera segura. “La velocidad está dada a función de condiciones físicas, condiciones topográficas, importancia vial, el valor tomado debe ser el máximo compatible con la seguridad vial, eficiencia y movilidad vehicular” MTOP (2003, p. 26).

Para poder definir el valor de la velocidad de diseño se tomarán en cuantas los aspectos mencionados en la tabla 14.

**Tabla 14**

*Velocidad de diseño.*

		VELOCIDAD DE DISEÑO KM/h											
CATEGORÍA DE LA VÍA	TPDA ESPERADO	BÁSICA (RELIEVE LLANO)				PERMISIBLES EN TRAMOS DIFÍCILES							
		(RELIEVE LLANO)		(RELIEVE ONDULADO)		(RELIEVE MONTAÑOSO)							
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizando para el cálculo de los elementos del trazado de perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizando para el cálculo de los elementos del trazado de perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizando para el cálculo de los elementos del trazado de perfil longitudinal	
		Recom.	Abs.	Recom.	Abs.	Recom.	Abs.	Recom.	Abs.	Recom.	Abs.	Recom.	Abs.
R-I o R-II (Tipo)	>8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I Todos	3000-8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II Todos	1000-3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III Todos	300-1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV tipo 5, 5E, 6 y 7	100-300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V 4 y 4E	<100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

*Nota.* Se observan los valores de la velocidad de diseño con relación al TPDA y condiciones topográficas. Elaborado por los autores con datos de MOP (2003).

En vista de que la vía de este proyecto pertenece a la Categoría IV y el estudio topográfico revela un terreno montañoso, se ha decidido adoptar una velocidad de diseño de 25 km/h para este proyecto, tal como se indica en la Tabla 14.

## 6.2 Velocidad de circulación

La velocidad a la que se puede circular por una vía depende del tiempo que tarda un vehículo en recorrerla desde el principio hasta el final de este. La Tabla 15, establecida en las normas de diseño geométrico de 2003, proporciona una guía para calcular dicha velocidad.

**Tabla 15***Velocidad de circulación.*

VELOCIDAD DE DISEÑO EN KM/h	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN KM/h		
	VOLUMEN DE TRÁNSITO BAJO	VOLUMEN DE TRÁNSITO INTERMEDIO	VOLUMEN DE TRÁNSITO ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

*Nota.* Se observa la velocidad de circulación en km/h en referencia a la velocidad de diseño.

Elaborado por los autores basados en la MTOP (2003).

La velocidad de circulación que se usará para este proyecto será de 23 km/h de acuerdo con la tabla 15 extraído de la MTOP para un volumen de tránsito intermedio respetando las condiciones del TPDA futuro.

### **6.3 Diseño horizontal**

El alineamiento o diseño horizontal de una vía se refiere a la representación del eje central del camino en un plano horizontal. Este alineamiento está compuesto por dos elementos principales: las tangentes y las curvas. Las tangentes son secciones rectas del camino, mientras que las curvas pueden ser circulares, es decir, con un giro constante, o de transición, que conectan las tangentes de manera suave y gradual.

El diseño se regirá a la normativa sin afectar las delimitaciones y condiciones del sector, brindando seguridad y comodidad para los moradores y vehículos que transiten por la vía.

### **6.3.1 Tangentes**

Las tangentes de una vía son las secciones rectas que forman parte del alineamiento horizontal, son secciones rectas que conectan entre sí las curvas del camino, ya sean circulares o de transición.

Se tomará en cuenta una correcta aplicación de las tangentes dentro del proyecto, ya que permiten mantener una velocidad constante al ser secciones rectas, facilitando de esta forma la visibilidad y aportando comodidad para los usuarios.

### **6.3.2 Curvas circulares**

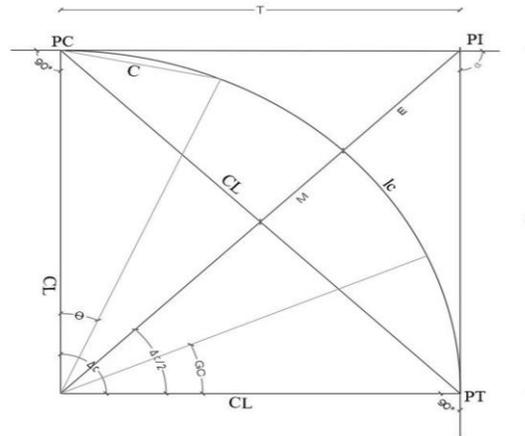
Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples (MTO, 2003, p.37). El radio mínimo de curva deberá cumplirse en todo momento, y las curvas se diseñarán en concordancia con las características topográficas del terreno.

### **6.3.3 Curvas circulares simples**

El diseño horizontal de la carretera se compone exclusivamente de curvas circulares simples. Estas curvas se forman mediante la unión de dos alineaciones rectas que crean un arco de circunferencia con un único radio. La Figura 8 ilustra las partes principales que conforman una curva circular simple.

## Figura 8

*Elementos de una curva circular simple.*



*Nota.* Se muestran los elementos que forman parte de una curva circular simple. Fuente: MTOP (2003)

Donde:

PI: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC: Punto en donde empieza la curva simple

PT: Punto en donde termina la curva simple

$\alpha$ : Ángulo de deflexión de las tangentes

$\Delta$ : C Ángulo central de la curva circular

$\theta$ : Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular

GC: Grado de curvatura de la curva circular

RC: Radio de la curva circular

T: Tangente de la curva circular

E: External

M: Ordenada media

C: Cuerda

CL: Cuerda larga

L: Longitud de un arco le Longitud de la curva circular

#### **6.3.4 *Curvas de transición***

“Son las curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el del sobreechancho. La característica principal es que, a lo largo de la curva de transición, se efectúa de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito en la tangente hasta llegar al radio de la curva circular” (MTO, 2003, p. 42). De esta manera nos brinda una opción más segura y rigiéndose a la normativa cuando no se puede diseñar una curva simple.

Para este proyecto, las curvas de transición fueron esenciales para lograr un diseño horizontal óptimo, eficiente y viable para los usuarios, considerando la topografía montañosa del terreno.

#### **6.3.5 *Peralte de curvas***

El peralte de una vía, en el contexto del diseño horizontal de carreteras, se refiere a la inclinación transversal de la superficie de rodadura en las curvas horizontales. Esta inclinación se da hacia el borde interno de la curva y tiene como objetivo compensar parcialmente la fuerza centrífuga que actúa sobre los vehículos al tomar una curva.

En concordancia con las normas de diseño geométrico MOP 2003, se optó por emplear el peralte máximo del 10%. Esta decisión se basó en las características de la vía, que cuenta con dos carriles, y en la previsión de obras futuras que podrían aumentar el volumen de tráfico. Priorizando la seguridad vehicular, se utilizó la Tabla 16 de las normas MOP 2003 como guía para el diseño del peralte, tomando en consideración el TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) y el tipo de terreno.

**Tabla 16**

Valores de diseño MTOP.

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

Nota. Se detallan valores referenciales para el diseño geométrico. Fuente: MTOP (2003)

Con base en la información proporcionada en la Tabla 16, podemos seleccionar los parámetros pertinentes para el diseño de nuestro proyecto. Estos parámetros se detallan en la Tabla 17 que se presenta a continuación.

**Tabla 17**

*Valores de diseño geométrico.*

Velocidad de diseño (km/h)	Radio mínimo de curvas horizontales (m)	Distancia de visibilidad para parada (m)	Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	Peralte
25	20	25	110	10%

*Nota.* Se observan un resumen de los valores para tener en cuenta para el diseño geométrico de la vía. Elaborado por: Los autores.

### **6.3.6 Distancia de velocidad**

La distancia de visibilidad juega un papel fundamental en la seguridad vial, ya que permite a los conductores de diversos vehículos observar la extensión de la carretera que tienen delante mientras conducen. Esta distancia crucial se puede dividir en dos componentes principales: la distancia de visibilidad de parada y la distancia de visibilidad de adelantamiento.

### **6.3.7 Distancia de visibilidad para parada vehicular**

Se define como la distancia mínima que un conductor necesita para detener su vehículo de manera segura en caso de detectar un obstáculo en la vía, considerando las condiciones de visibilidad existentes y la velocidad a la que circula.

Para poder determinar la distancia de visibilidad se usa la ecuación 9, la cual a su vez depende de la ecuación 10, 11 y 12.

$$D = d1 + d2 \quad (9)$$

$$d1 = 0.7 \times Vc \quad (10)$$

$$d2 = \frac{Vc^2}{254 \times f} \quad (11)$$

$$f = \frac{1.15}{Vc^{0.3}} \quad (12)$$

Donde:

d1= distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, (m)

VC = velocidad de circulación del vehículo, expresada en (Km/h).

d2 = Distancia necesaria para parar el vehículo después de aplicar los frenos (m).

Vc = Velocidad de circulación del vehículo (km/h).

f = Coeficiente de fricción longitudinal

En la tabla 18 se encuentra la distancia de visibilidad mínima para parada de un vehículo en relación con la velocidad de diseño.

**Tabla 18***Distancia de visibilidad mínima.***DISTANCIA DE VISIBILIDAD MÍNIMA PARA PARADA DE UN VEHÍCULO**

VELOCIDAD DE DISEÑO $V_d$ (kph)	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN ASUMIDA $V_c$ (kph)	RECEPCIÓN + REACCIÓN PARA DRENAJE		COEFICIENTE DE FRICCIÓN LONGITUDINAL "f"	DISTANCIA DE DRENAJE "d2" GRADIENTE CERO (m)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA ( $d=d_1+d_2$ )	
		TIEMPO (seg)	DISTANCIA RECORRIDA "d" (m)			CALCULA (m)	REDONDEAD A (m)
20	20	2.5	13.89	0.47	3.36	17.25	20
25	25	2.5	16.67	0.44	5.12	21.78	25
30	30	2.5	19.44	0.42	7.29	26.74	30
35	35	2.5	22.92	0.40	10.64	33.56	35
40	40	2.5	25.69	0.39	13.85	39.54	40
45	45	2.5	29.17	0.37	18.53	47.70	50
50	50	2.5	31.94	0.36	22.85	54.79	55
60	60	2.5	38.19	0.35	34.46	72.65	70
70	70	2.5	43.75	0.34	47.09	90.84	90
80	80	2.5	49.31	0.33	62.00	111.3	110
90	90	2.5	54.86	0.32	79.25	134.11	135
100	100	2.5	59.72	0.31	96.34	156.08	160
110	110	2.5	63.09	0.30	112.51	176.4	180
120	120	2.5	71.53	0.29	145.88	217.41	220

*Nota.* Se observan los datos mínimos recomendados para la visibilidad con relación a la velocidad de diseño. Elaborado por los autores con datos de la MTOP (2003).

En base a nuestro TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual), la velocidad de diseño y el tipo de relieve montañoso de la vía, se determinó que la distancia de visibilidad requerida es de 17.25 metros, según la Tabla 18 correspondiente a nuestra velocidad de diseño. Sin embargo, para mayor seguridad, se va a utilizar un valor redondeado de 20 metros.

### **6.3.8 *Distancia de visibilidad para rebasamiento vehicular***

Consiste como la distancia mínima adicional que un conductor necesita para realizar un adelantamiento de manera segura, considerando las condiciones de visibilidad existentes, la velocidad a la que circula y la velocidad del vehículo que se pretende adelantar.

Según lo establecido en la (MTO, 2003, p. 192), la distancia de visibilidad para rebasamiento vehicular se determina mediante la suma de cuatro distancias parciales que son:

- $d_1$  = distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción/reacción y durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera.
- $d_2$  = distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.
- $d_3$  = distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra. Asumir de 30 m a 90 m.
- $d_4$  = distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril izquierdo; es decir,  $2/3$  de  $d_2$ . Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante.

A continuación, en la tabla 19 encontraremos las distancias de visibilidad mínimas para el rebasamiento recomendadas por la norma.

**Tabla 19***Distancia mínima de visibilidad para rebasamiento.*

<b>DISTANCIA MÍNIMA DE VISIBILIDAD PARA EL REBASAMIENTO DE UN VEHÍCULO</b>				
<b>VD, KM/H</b>	<b>VELOCIDADES DE LOS VEHÍCULOS, KM/H</b>		<b>DISTANCIA MÍNIMA DE REBASAMIENTO, METROS</b>	
	<b>REBASADO</b>	<b>REBASANTE</b>	<b>CALCULADA</b>	<b>RECOMENDADA</b>
25	24	40	NA	(80)
30	28	44	NA	(110)
35	33	49	NA	(130)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830
120	94	110	831	830

*Nota.* Se observan las distancias mínimas recomendadas de rebasamiento para un vehículo. Elaborado por los autores con datos del MTOP (2003)

Al realizar rebasamientos, se debe tener en cuenta la velocidad de diseño y se refutará con la Tabla 19 para elegir el valor adecuado, el cual es de 80 metros.

### **6.3.9 Sección vial**

La sección vial se diseñó y analizó en función del volumen de tráfico TPDA y las características del relieve. Para seleccionar la categoría adecuada, se informó con la Administración Zonal de Quitumbe, y se determinó que la vía debe clasificarse como Local, de acuerdo con las especificaciones mínimas para vías rurales establecidas en la Tabla 20.

**Tabla 20**

*Especificaciones mínimas de vías rurales.*

ESPECIFICACIONES MÍNIMAS DE LAS VÍAS RURALES												
TIPO	Nº Carriles Por sentido	Ancho Carril (m.)	Carril Estacionamiento (m.)	Parterre (m.)	Espaldón Interno (m.)	Espaldón Externo (m.)	Cuneta (m.)	Ancho (m.)	Distancia paralela entre ejes viales (m.)	Longitud de la Vía (Km.)	Velocidad de proyecto (Km/h.)	Radio mínimo de esquinas al bordillo (m.)
Expresa*	3	3.65		6	1.5	2,5	1	37,9	3001 ó >	Variable	120	--
Arterial	2	3.65		6	0.5	2,5	1	28,6	1501-3000	Variable	90	--
Colectora A	2	3.65		4	0.5	2	1	25,6	1000 - 1500	5 - 15	60	--
Colectora B	2	3				1	1	16	1000 - 1500	5 - 15	60	--
Local	1	3				1	1	10	Hasta 1000	Menor a 5	30	5
Ciclo vías	Nº carriles	Ancho carril m.	Banda de protección m.				Distancia paralela entre ejes viales m.	Ancho total mínimo m.			Velocidad del proyecto km/h.	Radio mínimo de curvatura
Ciclo vía Suburbana	2	1.2						2.4			30	3

*Nota.* Se observan los requerimientos mínimos de las vías rurales. Fuente: Reglas técnicas de arquitectura y urbanismo, pag.23.

Siguiendo las pautas establecidas para vías rurales, en este proyecto se diseñó una sección transversal de 10 metros de ancho. Esta sección se divide en tres carriles de 3 metros cada uno, dos espaldones de 1 metro de ancho y dos cunetas de 1 metro de ancho, ubicadas a cada lado de la vía.

### 6.3.10 Espaldones

Los espaldones, es un elemento vital de las carreteras, cumplen funciones esenciales como zona de estacionamiento temporal, mejora la visibilidad en las curvas y para la posterior ubicación de la señalización vertical.

En este proyecto se incorporó un espaldón de 1 metro de ancho. Es fundamental considerar que el gradiente del espaldón debe ser distinto al de la vía principal. La norma de diseño geométrico MTOP 2003 proporciona la Tabla 21 para determinar el gradiente adecuado.

**Tabla 21**

*Gradientes para espaldones.*

GRADIENTE TRANSVERSAL PARA ESPALDONES (PORCENTAJES)			
CLASE DE CARRETERAS	TPDA	TIPOS DE SUPERFICIES (m)	GRADIENTE TRANSVERSALES (%)
R-I	>8000 TPDA	Carpeta de concreto asfáltico o Doble tratamiento superficial bituminoso	4
I	3000 A 8000 TPDA	(DTSB) o carpeta doble tratamiento superficial bituminoso	4
II	1000 a 3000 TPDA	(DTSB) O superficie estabilizada	4
III	300 a 1000 TPDA	Superficie estabilizada, grava	4
IV	100 a 300 TPDA	d.t.s.b O capa granular	4

*Nota.* Se observan las gradientes recomendadas para los espaldones de la vía. Elaborado por los autores con datos de la MTOP (2003).

En concordancia con la MOP 2003 y nuestra clase de vía tipo IV nuestro gradiente transversal es del 4% como se puede observar en la tabla 21.

### 6.3.11 *Pendiente transversal*

La pendiente transversal de una carretera es fundamental para garantizar un drenaje apropiado de la superficie de rodadura, lo que previene accidentes y deterioros de la estructura de la vía. La norma MOP 2003 establece que para vías tipo IV, la pendiente transversal mínima debe ser del 2.5%. A continuación, en la Tabla 22, se detallan las características de la vía diseñada.

**Tabla 22**

*Elementos sección escogida*

<b>CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE LA VIA</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Dato</b>	<b>Referencia</b>
Ancho de calzada	3 m	Reglas técnicas de arquitectura y urbanismo
Espaldones	1 m	Reglas técnicas de arquitectura y urbanismo
Cunetas	1 m	Reglas técnicas de arquitectura y urbanismo
Pendiente transversal	2.50%	MOP 2003
Gradientes espaldones	4%	MOP 2003
Peralte en curvas	10%	MOP 2003
Numero de carriles por sentido	1	Reglas técnicas de arquitectura y urbanismo

*Nota.* Se observa un cuadro de resumen de las características físicas de la sección transversal de la vía. Elaborado: Los autores.

Este diseño está comprendido desde la abscisa 0+320 hasta la abscisa 1+671. Para lograr el trazado horizontal, se emplearon un total de curvas circulares, cuyas características se detallan en la Tabla 23.

**Tabla 23***Resumen curvas circulares.*

<b>N° DE CURVA</b>	<b>DIRECCION</b>	<b>DELTA</b>	<b>RADIO</b>	<b>T</b>	<b>L</b>	<b>LC</b>	<b>E</b>	<b>PI</b>	<b>PC</b>	<b>PT</b>	<b>PI NORTE</b>	<b>PI ESTE</b>
<b>C1</b>	N39° 31' 14"E	10.1554 (d)	200	17.000	35.449	35.403	0.788	0+040.80	0+023.03	0+058.48	9969562.690	491716.768
<b>C2</b>	N34° 54' 40"E	3.2283 (d)	500	14.090	28.172	28.168	0.198	0+103.34	0+089.25	0+117.42	9969614.869	491751.390
<b>C3</b>	N24° 05' 44"E	25.4327 (d)	60	13.540	26.633	28.168	1.509	0+229.69	0+216.15	0+242.78	9969716.080	491827.040
<b>C4</b>	N47° 44' 55"E	64.5537 (d)	70	44.213	78.867	74.762	12.793	0+315.87	0+271.66	0+350.52	9969800.219	491847.435
<b>C5</b>	N38° 49' 25"E	74.2184 (d)	35	26.479	45.337	42.234	8.888	0+406.11	0+379.63	0+424.97	9969818.003	491945.519
<b>C6</b>	N27° 42' 49"E	68.3688 (d)	50	33.960	59.663	56.186	10.442	0+524.70	0+490.74	0+550.40	9969943.602	491935.546
<b>C7</b>	N55° 39' 35"E	12.4767 (d)	35	3.826	7.622	7.607	0.208	0+565.30	0+561.47	0+569.09	9969966.613	491978.640
<b>C8</b>	N31° 19' 33"E	36.1911 (d)	35	11.437	22.108	21.742	1.821	0+602.83	0+591.39	0+613.50	9969991.047	492007.168
<b>C9</b>	N30° 30' 49"E	34.5669 (d)	35	10.890	21.116	20.797	1.655	0+661.12	0+650.23	0+671.34	9970048.535	492020.684
<b>C10</b>	N36° 59' 17"E	14.4563 (d)	80	10.146	20.185	20.131	0.641	0+717.58	0+707.43	0+727.61	9970087.516	492062.416
<b>C11</b>	N8° 41' 30"E	19.7554 (d)	100	17.413	34.480	34.309	1.505	0+793.71	0+776.30	0+810.78	9970158.225	492090.388
<b>C12</b>	N1° 55' 25"E	3.9276 (d)	500	17.144	34.275	34.268	0.294	0+887.13	0+869.98	0+904.26	9970251.969	492088.923
<b>C13</b>	N10° 10' 52"W	30.4290 (d)	60	16.318	31.865	31.492	2.179	1+003.08	0+986.76	1+018.63	9970367.525	492098.623

*Nota.* Se presenta un cuadro de resumen de las curvas usadas para el diseño horizontal de la vía. Elaborado por: Los autores.

## **6.4 Alineamiento vertical**

### **6.4.1 Gradiente longitudinal**

La gradiente longitudinal de la carretera o pendientes longitudinales, indica que es la inclinación del eje de la vía con respecto al plano horizontal, la cual es expresada en porcentaje (%) la desigualdad entre el punto A y el punto B, es decir dos puntos que están separados entre ellos por una distancia horizontal.

Para este proyecto vial, con datos obtenidos y tipología del terreno, representa una gradiente longitudinal del 12% correspondiente a la norma de diseño geométrico, pero para este caso se realizó un análisis minucioso y al ser un caso especial debido a que el terreno es montañoso y delimitaciones de los linderos vecinales se trabajará con una gradiente máxima del 19% para así no excedernos en los rubros de corte y relleno de la vía ya que son de los más caros en un proyecto vial.

En el caso de la gradiente mínima la normativa exige un 0.5%, para que de esta manera asegurar el drenaje superficial de la vía, así evitando accidentes vehiculares o daños a la estructural de la vía.

Una vez mencionamos las gradientes máximas y mínimas para este proyecto vial, a continuación, en la Tabla 24 se observa el cumplimiento de las gradientes longitudinales de la vía de acuerdo con la norma.

**Tabla 24***Pendientes longitudinales.*

<b>No.</b>	<b>ABSCISA</b>	<b>GRADIENTE</b>
1	0+000.00 hasta 0+013.57	16.10%
2	0+013.57 hasta 0+043.50	18.90%
3	0+043.50 hasta 0+100.00	3.45%
4	0+100.00 hasta 0+180.00	0.53%
5	0+180.00 hasta 0+240.00	13.36%
6	0+240.00 hasta 0+312.50	1.76%
7	0+312.50 hasta 0+536.47	7.75%
8	0+536.47 hasta 0+598.98	2.05%
9	0+598.98 hasta 0+726.56	1.10%
10	0+726.56 hasta 0+820.00	9.39%
11	0+820.00 hasta 0+883.91	0.98%
12	0+883.91 hasta 0+956.71	11.17%
13	0+956.71 hasta 0+996.71	4.33%
14	0+996.71 hasta 1+051.39	5.20%
15	1+051.39 hasta 1+100.07	4.15%
16	1+100.07 hasta 1+150.10	5.37%

*Nota.* Se observa un cuadro con las gradientes longitudinales presentes en el proyecto. Elaborado por: Los autores.

#### **6.4.2 Curvas verticales**

Las curvas verticales son elementos de diseños verticales que permiten unir dos pendientes longitudinales distintas mediante una transición suaves, con el fin de brindar una conducción segura y eficiente para el usuario.

Existen algunos tipos de curvas verticales que se clasifican según sus características geométricas las cuales son: cóncava, convexa, simple y compuesta. Para este proyecto se pueden

utilizar las curvas cóncavas y curvas convexas, es de suma importancia el factor K que según la MTOP es. La longitud de la curva en metro por cada tanto por ciento de la diferencia de gradientes, esta es utilizada para calcular la longitud de las curvas verticales par diferentes velocidades necesitadas (MTOP, 2003, pág. 209). Este factor K dependerá mucho de las características geométricas del diseño.

### 6.4.3 *Curva vertical convexa*

Para determinar la longitud de la curva convexa en metros según la normativa debemos tener en cuenta las consideraciones de la norma la cual dice que. La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros. (MTOP, 2003, pág. 209). De esta forma se emplea de manera correcta la curva vertical convexa brindando con éxito una eficiente y segura conducción para los usuarios.

A continuación, se observa la ecuación 13 usada para determinar la longitud de la curva convexa.

$$L = \frac{A * S^2}{426} \quad (13)$$

Donde:

L = longitud de la curva vertical convexa(m).

A = diferencia algébrica de las gradientes, expresada en porcentaje

S = distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, (m).

Se simplifica la ecuación 13, para obtener la ecuación 14 que observamos a continuación.

$$L = K * A \quad (14)$$

Seguidamente, en la Tabla 25 se detalla los diversos valores de K que dependen de la velocidad de diseño y para las diferentes clases de vías, correspondientemente.

**Tabla 25**

*Curvas convexas.*

<b>CURVAS VERTICALES CONVEXAS MÍNIMAS</b>			
<b>COEFICIENTE <math>K=S^2/426</math></b>			
<b>VELOCIDAD DE DISEÑO KPH</b>	<b>DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA - "s" (metros)</b>	<b>CALCULADO</b>	<b>REDONDEADO</b>
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	55	7.1	7
60	70	11.5	12
70	90	19.01	19
80	110	28.4	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80
120	220	113.62	115

*Nota.* Se refleja los valores mínimos curvas verticales convexas. Elaborado por los autores con datos del MTOP (2003).

De acuerdo con la velocidad de diseño de 25km-h se determina el coeficiente K de 2 elegido de la Tabla 25.

**Tabla 26***Valores k para curvas convexas.*

		Valor Recomendable			Valor Absoluto		
		L	O	M	L	O	M
R-Io	R-II > 8000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I	3000 a 8000 TPDA	80	60	28	60	28	12
II	1000 a 3000 TPDA	60	43	19	43	28	7
III	300 a 1000 TPDA	43	28	12	28	12	4
IV	100 a 300 TPDA	28	12	7	12	3	2
V	Menos de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

*Nota.* Se observan los datos mínimos que puede optar K para las curvas convexas. Elaborado por los autores con datos del MTOP (2003)

Conforme a la Tabla 26 que depende del tipo de vía IV y tipología montañosa también se toma el valor de K que es de 2, de esta forma confirmando el valor tomado de la Tabla 25.

#### **6.4.4 Curva vertical cóncava**

De igual forma que las curvas verticales convexas, en las cóncavas la gradiente de la vía va a ir menorando de forma progresiva conforme avanza por la curva, generando una forma cóncava similar a la estructura de un valle.

Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo. (MTOP, 2003, pág. 212). De esta manera es de suma importancia la longitud de la curva para

asegurar que los conductores tengan la suficiente distancia de visibilidad de frenado ante posibles ocasiones de peligro. La siguiente ecuación 15 representa la relación entre la longitud de la curva, diferencias algebraicas de gradientes, la distancia de visibilidad de parada y altura de 0.6 metros en faros de vehículos.

$$L = \frac{A * S^2}{122 + 3.5 * S} \quad (15)$$

Donde:

L = longitud de la curva vertical cóncava(m).

A = diferencia algébrica de las gradientes, (%).

S = distancia de visibilidad para la parada de un vehículo(m)

A continuación, se presenta la longitud de la curva vertical cóncava en la fórmula más simplificada dando la ecuación 16.

$$L = K * A \quad (16)$$

De igual forma existe valores mínimos de “K” que dependen de las diferentes velocidades de diseño y también para los tipos de carreteras, valores que se observan en la Tabla 27.

**Tabla 27***Curvas cóncavas.*

CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS MÍNIMAS			
COEFICIENTE $K=S^2/122+3.5*S$			
VELOCIDAD DE DISEÑO KPH	DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA - "s" (metros)	CALCULADO	REDONDEADO
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

*Nota.* Se observan los datos mínimos que puede optar K para las curvas cóncavas. Elaborado por los autores con datos del MTOP (2003).

De acuerdo con la Tabla 27 y la velocidad de diseño de 25 km-h, el valor adecuado de K es de 3.

Ya definidos los valores de K, se procederá con el diseño del alineamiento vertical, para posteriormente verificar en la Tablo 28 los valores mínimos.

**Tabla 28***Resumen curvas verticales.*

DISEÑO VERTICAL									
N°	P.V.I	Elevación	Inclinación de rasante (Entrada)	Inclinación de rasante (Salida)	A (Cambio de pendiente)	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud de curva de perfil	Radio de curva
1	0+000.00m	3177.473m		16.10%					
2	0+013.57m	3179.658m	0.161	18.90%	0.028	Cóncava	7.152	20.000m	715.171m
3	0+043.50m	3185.313m	0.189	-3.45%	0.2235	Cóncava	0.895	20.000m	89.490m
4	0+100.00m	3183.363m	-0.0345	-0.53%	0.0292	Convexa	10.274	30.000m	1027.398m
5	0+180.00m	3182.938m	-0.0053	-13.36%	0.1283	Cóncava	3.898	50.000m	389.779m
6	0+240.00m	3174.923m	-0.1336	1.76%	0.1512	Convexo	3.307	50.000m	330.743m
7	0+312.50m	3176.198m	0.0176	-7.75%	0.0951	Cóncava	9.991	95.000m	999.073m
8	0+536.47m	3158.840m	-0.0775	2.05%	0.098	Convexa	3.06	30.000m	305.973m
9	0+598.98m	3160.124m	0.0205	-1.10%	0.0316	Cóncava	30.083	95.000m	3008.294m
10	0+726.56m	3158.716m	-0.011	9.39%	0.1049	Convexa	5.718	60.000m	571.754m
11	0+820.00m	3167.490m	0.0939	-0.98%	0.1037	Cóncava	4.822	50.000m	482.184m
12	0+883.91m	3166.864m	-0.0098	11.17%	0.1215	Convexa	3.293	40.000m	329.338m
13	0+956.71m	3174.994m	0.1117	-4.33%	0.155	Cóncava	3.227	50.000m	322.660m
14	0+996.71m	3173.262m	-0.0433	5.20%	0.0953	Convexa	3.149	30.000m	314.879m
15	1+051.39m	3176.104m	0.052	4.15%	0.0105	Cóncava	28.69	30.000m	2868.968m
16	1+100.07m	3178.125m	0.0415	5.37%	0.0122	Cóncava	24.57	30.000m	2456.973m
17	1+150.10m	3180.813m	0.0537						

*Nota.* Se observa en la tabla las curvas verticales que existen en el proyecto. Elaborado por: Los autores.

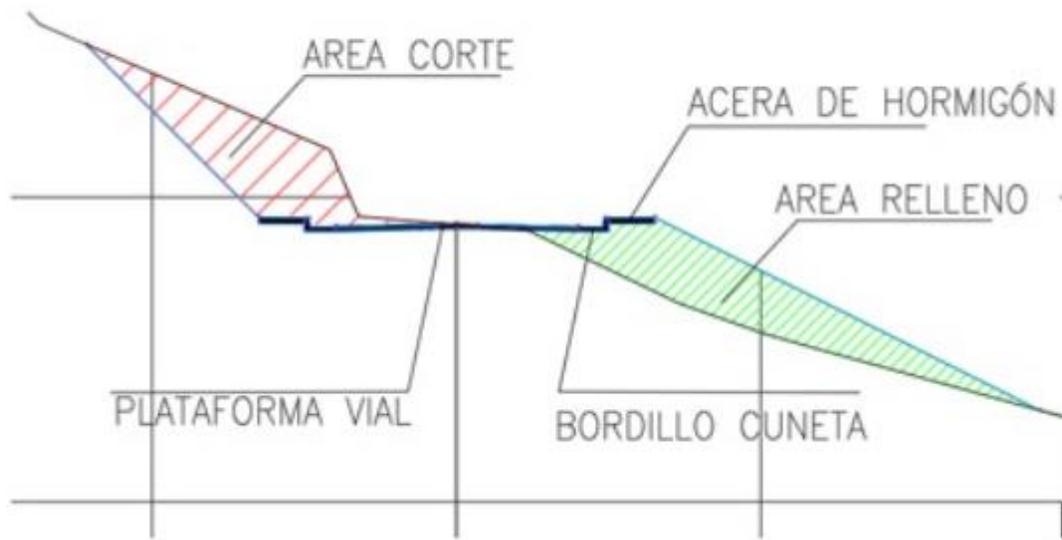
## 6.5 Corte y Relleno

El corte y relleno son utilizados para modificar la topografía del terreno con el fin de cumplir con el perfil transversal regidos por normativa y tener un drenaje superficial exitoso. Se debe tener en consideración este parámetro puesto que es uno de los más caros al momento de realizar un diseño vial y en caso de realizar un mal diseño geométrico afectaría y subirá el precio del proyecto.

Los perfiles transversales brindan información clara y precisa a cerca del movimiento de tierras y la estructura del pavimento como se puede observar en la figura 9, permitiendo así una comprensión precisa de los requerimientos materiales y la planificación eficiente de la construcción de la carretera.

**Figura 9**

*Sección transversal de la vía.*



*Nota.* Se puede observar una ilustración de la sección transversal mostrando cortes y rellenos.

Elaborado por: Los autores.

A continuación, en la Tabla 29 se observa el detalle del movimiento de tierra del proyecto.

**Tabla 29***Corte y relleno del proyecto.*

<b>Estación</b>	<b>Área de corte (m2)</b>	<b>Volumen de corte (m3)</b>	<b>Área de relleno (m2)</b>	<b>Volumen de llenado (m3)</b>	<b>Volumen de corte acumulado (m3)</b>	<b>Volumen de llenado acumulado (m3)</b>
0+000.00	2,77	0	0,06	0	0	0
0+020.00	10	127,64	0	0,59	127,64	0,59
0+040.00	5.56	154,42	8.59	88,57	282.06	89,16
0+060.00	4.14	94,96	5.7	147.03	377.02	236,19
0+080.00	4.93	90,47	6.83	125,85	467,49	362.03
0+100.00	12.1	171,52	7.66	143,95	639.02	505,98
0+120.00	17.82	302.4	6.89	144,15	941,42	650.13
0+140.00	20.56	383,76	7.89	147,87	1.325,17	798
0+160.00	20.43	409,84	8.87	167,68	1.735,01	965,68
0+180.00	21,97	424.01	4.65	135.21	2.159,02	1.100,89
0+200.00	22.12	440,94	5.31	99,57	2.599,96	1.200,46
0+220.00	12,93	344,26	7.48	129,98	2.944,22	1.330,43
0+240.00	17,96	278.09	10,98	200.23	3.222,31	1.530,67
0+260.00	28.02	454.04	13.09	245.22	3.676,35	1.775,89
0+280.00	24.2	545,95	11,96	225,57	4.222,31	2.001,46
0+300.00	11,85	386.04	19,98	272,99	4.608,35	2.274,44
0+320.00	2.19	153,96	43.09	553.37	4.762,31	2.827,82
0+340.00	43,53	540,93	30,63	642,98	5.303,24	3.470,79
0+360,00	19,98	717,50	26.54	508.06	6.020,74	3.978,86
0+380.00	24.47	416.08	3,79	324,59	6.436,81	4.303,45
0+400.00	5.13	235,52	11.09	131,48	6.672,33	4.434,92
0+420.00	1,59	58,49	12.2	186,50	6.730,82	4.621,42
0+440.00	22,59	238,64	9,75	231.03	6.969,46	4.852,45
0+460.00	21,96	445,49	15.58	253.32	7.414,95	5.105,77
0+480.00	19.32	412,82	40.38	559,56	7.827,78	5.665,33
0+500.00	21.56	433,71	19.08	537,84	8.261,48	6.203,17
0+520.00	23.18	498,72	8.37	222,83	8.760,20	6,426.00
0+540.00	18,80	470,91	21,80	245.21	9.231,11	6.671,21
0+560.00	26,96	490,76	31.38	476,89	9.721,87	7,148.10
0+580.00	34,48	568,81	18,87	556,20	10.290,68	7.704,30
0+600.00	28.63	586.32	2.64	238,69	10,877.00	7,942.99
0+620.00	25,71	493.33	7.27	113.3	11.370,34	8.056,29
0+640.00	22.38	480,83	32,98	402,50	11.851,17	8.458,79
0+660.00	8.16	333.34	52.23	711,87	12.184,51	9.170,65
0+680.00	11.68	213.34	7.07	477,16	12.397,85	9.647,81
0+700.00	35,81	474,88	0,89	79,65	12.872,74	9.727,46

Estación	Área de corte (m2)	Volumen de corte (m3)	Área de relleno (m2)	Volumen de llenado (m3)	Volumen de corte acumulado (m3)	Volumen de llenado acumulado (m3)
0+720.00	64,58	943,49	3,28	44,49	13.816,23	9.771,96
0+740.00	47,50	1.038,36	3,16	68,42	14.854,59	9.840,37
0+760.00	23,15	688,69	4,76	80,71	15.543,28	9.921,08
0+780.00	25,26	477,99	7,25	121,23	16.021,27	10.042,31
0+800.00	9,42	323,16	4,66	124,96	16.344,42	10.167,26
0+820.00	22,95	306,76	8,73	137,29	16.651,18	10.304,56
0+840.00	10,62	335,67	14,32	230,54	16.986,85	10.535,09
0+860.00	6,95	175,70	5,81	201,29	17.162,56	10.736,38
0+880.00	10,17	173,19	2,94	86,39	17.335,74	10.822,77
0+900.00	13,81	242,44	7,01	98,13	17.578,18	10.920,90
0+920.00	9,7	236,97	23,83	305,23	17.815,15	11.226,13
0+940.00	15,43	251,3	13,18	370,11	18.066,45	11.596,24
0+960.00	14,07	294,98	6,65	198,27	18.361,43	11.794,51
0+980.00	13,91	279,72	11,35	179,93	18.641,15	11.974,44
1+000.00	16,23	260,88	7,13	200,41	18.902,03	12.174,84
1+020.00	20,12	306,46	8,56	176,47	19.208,49	12.351,32
1+040.00	29,95	500,73	7,96	165,17	19.709,22	12.516,49
1+060.00	19,23	491,77	5,90	138,55	20.200,99	12.655,04
1+080.00	11,55	307,80	1,42	73,20	20.508,79	12.728,23
1+100,00	8,89	204,47	0,34	17,62	20.713,25	12.745,86
1+120,00	7,2	160,92	1,09	14,26	20.874,18	12.760,11
1+140,00	9,02	162,21	3,41	44,93	21.036,38	12.805,05
1+150,10	7,34	82,61	0,54	19,93	21.118,99	12.824,98

*Nota.* Se observa en la tabla los volúmenes de corte y relleno del proyecto realizado. Elaborado por: Los autores.

Se estima que el material excedente de la excavación presentará un aumento de volumen de aproximadamente un 20% por motivo del esponjamiento. Este material será transportado y depositado en la escombrera El Troje, ubicada en el sur de Quito, específicamente en la avenida Simón Bolívar.

## **CAPÍTULO VII**

### **DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO**

#### **7.1 Estudio geotécnico**

La importancia del estudio geotécnico para realizar un proyecto vial es crucial, puesto que nos da la capacidad portante y la calidad de la subrasante, las características y condiciones para el diseño estructural del empedrado. La recolección de muestras se realiza en el campo, lo que caracteriza a este estudio

#### **7.2 Exploración y muestreo**

La exploración y muestreo tiene una gran importancia al momento de hacer un análisis de las características del suelo, esto se lo hace en sitio cumpliendo con las normativas vigentes para la toma de muestras para su debido análisis y estudio.

Existe dos maneras de extraer muestras in situ, la primera de forma inalterada que es sin afectar las propiedades mecánicas y la forma en que se encuentra la muestra, y la segunda es la forma alterada que es la que se hizo en este proyecto, son aquellas que están compuestas por material disgregado o fragmentado, las cuales se manipulan con mucho cuidado para no perder las características de estructura y humedad.

El muestreo se lo realizo con calicatas con una profundidad de 1 m a 1.50 m, dependiendo de la capa vegetal que haya en el lugar ya que generalmente es de 0.20 m a 0.50 m, se cumplió con todas las condiciones de toma de muestras alteradas sin afectar la muestra de suelo y el entorno.

#### **7.3 Subrasante**

El estudio de la subrasante conlleva la obtención de las características y propiedades mecánicas de la misma, puesto que esta servirá de apoyo para la colocación de toda la estructura de la vía y así realizar con excito el diseño vial.

Se debe evaluar la capacidad de resistir cargas de tránsito sin deformarse. Es necesario verificar la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en lo que se refiere a la resistencia como a las variaciones de volumen por hinchamiento y retracción (Fonseca, 2001, pág. 9). Por esta razón la una buena toma de muestras y un correcto estudio de la subrasante asegurara la durabilidad y calidad de cualquier proyecto vial.

#### **7.4 Estudios de laboratorio**

Los estudios de laboratorio es una evaluación precisa de las propiedades mecánicas de los suelos, por esa razón exigen un entorno controlado y adecuado, para ellos se lo realizo en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad ya que cuentan con los instrumentos y las condiciones que rigen las normativas para garantizar la confiabilidad de los resultados.

##### **7.4.1 Tipos de ensayos**

Para realizar los ensayos se tomó en cuenta que datos sobre las propiedades mecánicas son necesarios para realizar un correcto diseño estructural de la vía, cumpliendo con su respectiva normativa. A continuación, en la Tabla 30 se detalla el tipo y normativa respectiva de cada ensayo.

**Tabla 30***Ensayo de Mecánica de Suelos.*

ENSAYO	NORMATIVA
Método de ensayo Normalizado para determinar el contenido de agua en suelos y rocas con respecto a su masa.	ASTM D 2216 (2010)
Método de ensayo normalizado para el análisis del tamaño de partículas de suelo	ASTM D 422 (2007)
Método de ensayo normalizado para determinar el límite líquido, plástico e índice de plasticidad de los suelos.	ASTM D 4318 (2010)
Práctica normalizada para la clasificación de suelos para propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)	ASTM D 2487 (2011)
Método de prueba estándar para California Bearing Ratio (CBR) de suelos compactados en laboratorio.	ASTM D 1883 (2016)

*Nota.* Se muestran las normas que rigen los diferentes ensayos de laboratorio de suelos. Fuente:

(Balcázar y Pachacama, 2023, p. 82)

### 7.5 Contenido de Humedad

El contenido de humedad se lo define en porcentaje, se describe como el peso del agua entre el peso del suelo seco, y se obtiene con ayuda de la siguiente ecuación 17 que lo rige la normativa.

$$w = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad (17)$$

Donde:

Ww: Peso del agua

Ws: Peso del suelo en estado seco

w: Contenido de humedad

### 7.6 Granulometría

Este ensayo nos permite determinar el tamaño de las partículas de la muestra, este proceso

se lo realiza mediante el tamizado, este equipo está regido por la norma ASTM D 422 y se les ordena de forma decreciente con el fin de que las partículas más se vayan quedando en los primeros tamices hasta llegar al último tamiz con las partículas más finas.

Para la muestra de este proyecto se usaron los siguientes tamices, esto va a variar dependiendo el tipo de suelo y el tamaño de las partículas, pero para este caso se los tamices usados para el ensayo de granulometría según la normativa son #4, #10, #40, #200. A continuación, se detalla los tamices y su tamaño de acuerdo con la normativa vigente.

**Tabla 31**

*Medidas tamices ASTM D422.*

<b>TAMICES ASTM D422</b>	
<b>TAMAÑO (IN)</b>	<b>TAMAÑO (MM)</b>
3	76.10
2 ½	64.00
2	50.80
1 ½	37.50
1	25.40
¾	19.00
½	12.50
3/8	9.50
#4	4.75
#10	2.00
#40	0.425
#200	0.075

*Nota.* Se muestran los tamices usados con sus respectivas dimensiones que se usan para el ensayo de granulometría. Fuente: ASTM 422.

### **7.6.1 Límites de Atterberg**

Los límites de Atterberg son una serie de ensayos de laboratorio los cuales son usados para

los suelos finos en función del contenido de humedad. Estos ensayos nos permiten caracterizar el suelo en función de su capacidad para deformarse sin romperse, más conocido como plasticidad.

A continuación, en la Figura 10 se detallan los 3 límites de Atterberg que existen.

### Figura 10

*Límites de Atterberg.*



*Nota.* En la gráfica se observan los límites de Atterberg. Fuente: INACAP.

#### 7.6.1.1 Límite líquido

El límite líquido consiste en la cantidad mínima necesaria para que el suelo pase del estado plástico al líquido, mediante el instrumento conocido como Casagrande mediante golpes y el procedimiento adecuado.

#### 7.6.1.2 Límite plástico

Para este ensayo se debe manipular la muestra y amasar sobre una superficie lisa hasta obtener la formar cilindros con un diámetro aproximado de 3 mm para posteriormente obtener los datos de humedad.

### 7.6.1.3 Límites de contracción

Este se da cuando se presenta un desequilibrio del suelo con respecto a la pérdida de volumen y su respectiva humedad, en este caso no es indispensable realizar este ensayo.

### 7.6.1.4 Índice de plasticidad

El Índice de plasticidad se obtiene con la fórmula 18 la cual depende de los datos de los límites líquido y límite plástico, y así obtener el valor porcentual sobre la capacidad para deformarse permanente sin romperse.

$$IP = LL - LP \quad (18)$$

Donde:

IP: Índice de plasticidad (%)

LL: Límite líquido (%)

LP: Límite plástico (%)

### 7.6.1.5 Índice de grupo

Es utilizado para la clasificación de suelos por granulometría y su plasticidad usando la clasificación AASHTO, al obtener un índice de grupo más bajo hace referencia a un suelo más cohesivo, a lo contrario al obtener como resultado un índice de grupo más alto indica un suelo más granular. A continuación, se muestra la ecuación 19 para obtener el índice de grupo.

$$IG = (F_{200} - 35) * (0.2 + 0.005 * (LL - 40)) + 0.01 * (F_{200} - 15) * (IP - 10) \quad (19)$$

Donde:

F200: % que pasa por el tamiz N 200 expresado como numero entero

LL: Límite líquido

IP: Índice de plasticidad

En el caso que la clasificación de suelos incida en A-2-6 y A-2-7, el índice de grupo se lo determinara con la siguiente ecuación 20.

$$IG = 0.01 * (F_{200} - 15) * (IP - 10) \quad (20)$$

Dada la circunstancia que el cálculo del índice de grupo sea un numero negativo, se lo reemplaza automáticamente con 0 para así facilitar la interpretación y evitar errores al momento de clasificar el suelo.

## **7.7 Clasificación de suelos**

Para la clasificación de suelos existe dos tipos, por el método Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y por el método American Association of State Highway Officials (AASHTO), los cuales dependen de los ensayos antes mencionados. De esta forma podemos comprender y obtener las características y propiedades de los suelos, de esta manera recogemos información esencial que nos ayuda a proceder con un correcto estudio de suelos.

### **7.7.1 Método de clasificación SUCS**

Para la clasificación SUCS la determinamos dos letras y necesitamos conocer el significado de estas, la primera letra representa el componente de la tierra y la segunda letra se relaciona con la curva granulométrica. A continuación, presentamos la nomenclatura y su significado en la Tabla 32.

**Tabla 32***Simbología clasificación SUCS.*

<b>Nomenclatura SUCS</b>	
<b>Suelo</b>	<b>Símbolo</b>
Arena	S
Grava	G
Arcilla	C
Limo	M
Suelo orgánico	O
Turba	P

*Nota.* Se muestran la nomenclatura de los suelos según la clasificación SUCS. Fuente:

Geotecnia I, Lorenzo Borselli.

A continuación, se detalla la nomenclatura y la estructura del nombre que nos ayudara a caracterizar el suelo por la metodología SUCS, como se observa en la Tabla 33.

**Tabla 33***Simbología SUCS.*

<b>Él sistema Unificado de clasificación de suelos, utiliza como identificación los siguientes símbolos</b>						
Símbolo	<b>G</b>	<b>S</b>	<b>M</b>	<b>C</b>	<b>O</b>	<b>Pt</b>
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limo o arcillas orgánicas	Turba y suelos altamente orgánicos
<b>PRIMERA LETRA</b>						
	<b>H</b>	<b>L</b>		<b>W</b>		<b>P</b>
	Alta plasticidad	Baja plasticidad		Bien graduado		Mal graduado
<b>SEGUNDA LETRA</b>						

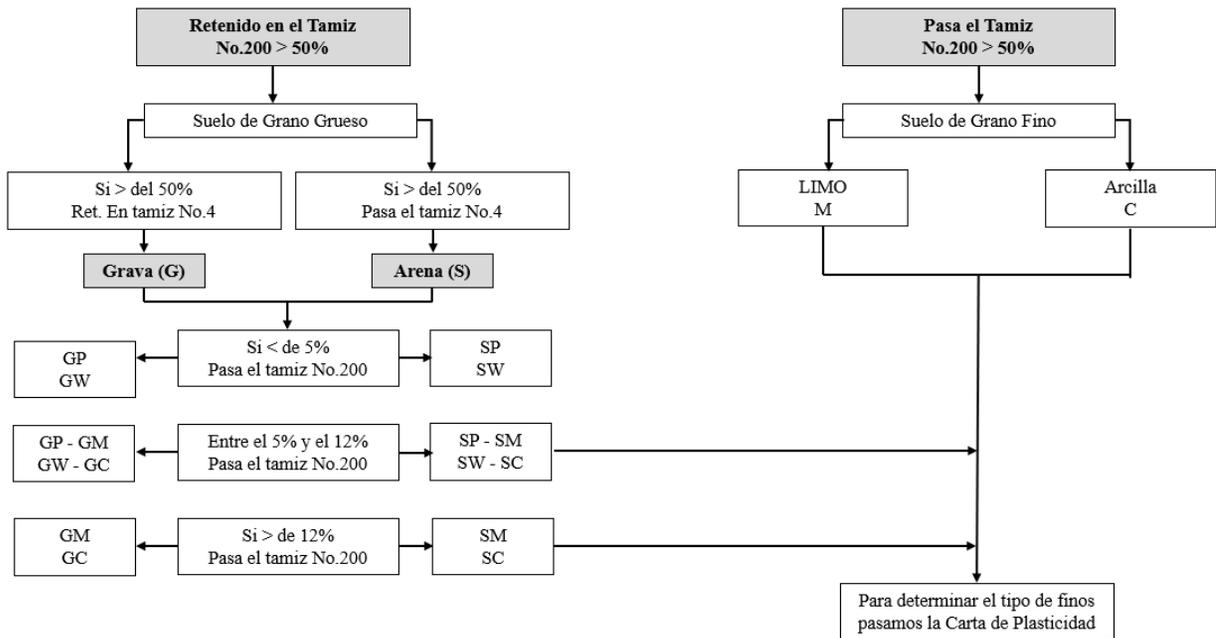
*Nota.* En la tabla se observa la identificación usada para clasificar un suelo por la metodología

SUCS. Fuente: Geotecnia I, Lorenzo Borselli.

Para la clasificación SUCS se debe seguir una serie de condiciones que dependen del ensayo de granulometría y así identificar el nombre y característica del suelo, para ello seguimos la pauta de la figura 11.

**Figura 11**

*Condiciones de clasificación.*

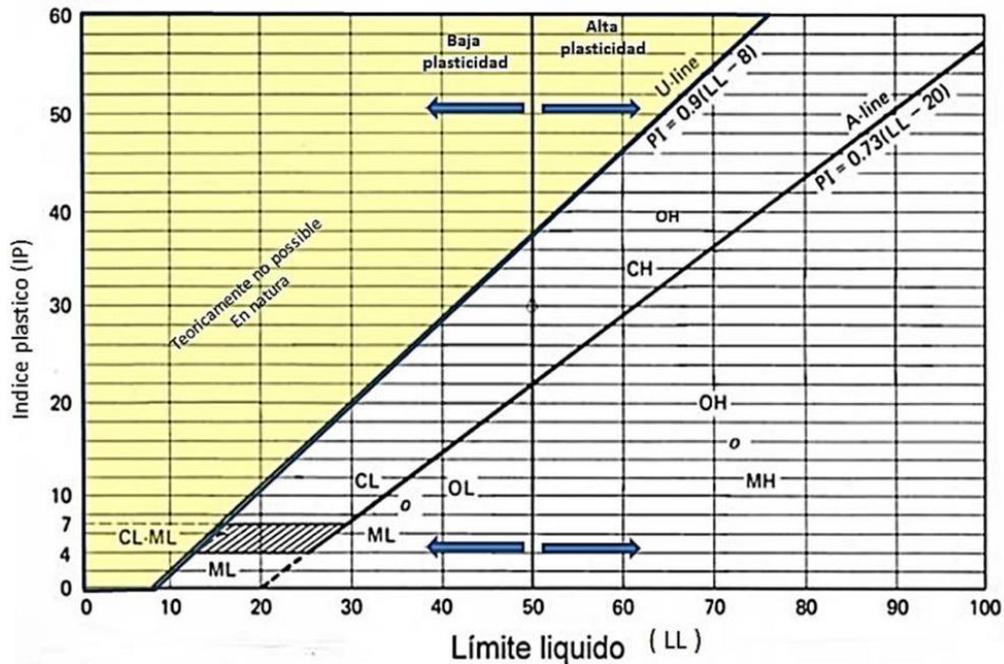


*Nota.* Cuadro de flujo para determinar la clasificación de suelo de grano grueso y fino. Fuente: ASTM D2487-11

Para determinar el tipo de finos pasamos a la Carta de Plasticidad en la figura 12, aquí depende del ensayo de los Límites de Atterberg.

**Figura 12**

*Carta de Casagrande.*



*Nota.* Se observa la carta de Casagrande que es usada para la distribución de suelos finos por metodología SUCS. Fuente: Geotecnia I, Lorenzo Borselli.

Cuando se cumple la condición de que más del 50% del suelo sea retenido en el tamiz No.200, se debe calcular los coeficientes de uniformidad mediante la ecuación 21 y el coeficiente de curvatura con la ecuación 22.

- Coeficiente de uniformidad.

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (21)$$

- Coeficiente de curvatura.

$$Cu = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} * D_{10}} \quad (22)$$

Donde:

D60, D30 y D10 = los diámetros de tamaño de las partículas correspondientes a 60, 30 y 10% respectivamente, de la curva granulométrica.

### 7.7.2 Método de clasificación AASHTO

Esta metodología de clasificación utilizado principalmente para materiales que correspondan a la estructura de una vía, desde la subrasante hasta la base y subbase, en este método también se incluyen condiciones de granulometría, plasticidad y contenido orgánico, la metodología AASHTO es el favorito para usar en proyectos viales por antes mencionado, por ello se han definido 5 tipos de suelos que se detallan en la Tabla 34.

**Tabla 34**

*Simbología clasificación AASHTO.*

<b>Método AASHTO</b>	
<b>Suelo</b>	<b>Símbolo</b>
Fragmentos pétreos de gravas y arenas	A-1
Gravas y arenas, limosas y arcillosas	A-2
Arena fina	A-3
Suelos limosos	A-4, A-5
Suelos arcillosos	A-6, A-7

*Nota.* Se observa los símbolos usados para la clasificación de suelos según la AASHTO.

Fuente: GIG, clasificación de suelos mediante sistema AASHTO.

A continuación, en la Tabla 35 encontramos las diferentes condiciones a cumplir con la clasificación del tipo de suelo según la metodología AASHTO.

**Tabla 35**

*Clasificación método AASHTO.*

Clasificación General	Material Granular						Material limo arcilloso					
	Grupos	A-1		A-2				A-3	A-4	A-5	A-6	A-7
	Subgrupos	A-1a	A-1b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					A-7-5
%pasante												
#10	50% máx											
#40	30% máx	50% máx					51% mín					
#200	15% máx	25% máx	35% máx	35% máx	35% máx	35% máx	10% máx	36% mín	36% mín	36% mín	36% mín	
Características del material que pasa por el tamiz #40												
LL			40 máx	41 máx	40 máx	41 máx	N.P	40 máx	41 máx	40 máx	41 máx	
Ip	6% máx	6% máx	10% máx	10% máx	11% máx	11% máx		10% máx	10% máx	11% máx	11% máx	
Ig	0	0	0	0	4 máx	4 máx	0	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx	
Tipo de material	Fragmentos pétreos de gravas y arenas		Gravas y arenas, limosas y arcillosas				Arena fina	Suelos limosos		Suelos arcillosos		

*Nota.* Se observa una guía para la clasificación de suelos por el método AASHTO. Fuente: GIG (clasificación de suelos mediante sistema AASHTO)

### 7.7.3 Californian Bearing Ratio (CBR)

Este ensayo es utilizado para medir la capacidad de resistir a cargas del suelo o material granular compactado, es usado principalmente para medir la capacidad resistente en subrasante, subbase y base en proyectos viales, la resistencia del suelo va a ser condicionada mediante el porcentaje de humedad optimo (%W) y la densidad seca máxima del suelo.

Un índice de CBR alto indica que el espécimen ensayado tiene una alta capacidad grande de soportar cargas externas sin sufrir una gran deformación, mientras que obtener un índice de CBR bajo significa que el suelo o espécimen ensayado tiene una baja capacidad de soportar cargas y por ende es susceptible a la deformación baja cargas mínimas, para ellos nos guiamos en la Tabla 36.

**Tabla 36**

*Clasificación de suelos CBR.*

<b>CBR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
0 – 5	Subrasante muy mala
5 – 10	Subrasante mala
10 – 20	Subrasante regular a buena
20 – 30	Subrasante muy buena
30 – 50	Subbase buena
50 – 80	Base buena
80 - 100	Base muy buena

*Nota.* Se observa la descripción del suelo en base al resultado del CBR. Fuente: ASTM D 1883.

Se realizó todos los ensayos de mecánica de suelos que son requisitos por parte de las normativas vigentes, y poder tener un adecuado diseño estructural de la vía. A continuación, en la Tabla 37 se encuentran los datos obtenidos de todos los ensayos de mecánica de suelos de este proyecto.

**Tabla 37***Resumen de estudios de suelos.*

ABS	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD (%)	GRANULOMETRÍA (% que pasa)				LÍMITE LIQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	ÍNDICE DE GRUPO	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
			4	10	40	200							
<b>CBR 1</b>													
0+400	1.5	24.14	94	88	53	3	38	26	12	0	SP	A-3	Arena mal graduada
<b>CBR 2</b>													
0+800	1.5	25.48	95	88	55	2	38	26	11	0	SP	A-3	Arena mal graduada

*Nota.* La presente tabla muestra un resumen de los datos obtenidos mediante los ensayos de laboratorio de suelos. Elaborado por: Los autores.

Seguidamente para la obtención del CBR de diseño se estipula a la compactación al 85%, obteniendo los siguientes resultados que se detallan en la Tabla 38.

**Tabla 38**

*Resultados del CBR.*

<b>OBTENCIÓN DEL CBR AL 85% DE COMPACTACIÓN</b>					
<b>Calicata</b>	<b>Abs</b>	<b>Ordinal</b>	<b>CBR</b>	<b>% Acum</b>	<b>Percentil 85</b>
<b>C1</b>	0+400	1	12.41	50	10.76
<b>C2</b>	0+800	2	9.12	100	

*Nota.* Se muestra el resultado del CBR al 85% de compactación. Elaborado por: Los autores.

De esta forma de la Tabla 38 se especifica la descripción del suelo que es una arena mal graduada la cual se encuentra a lo largo de toda la vía, de igual forma se observa de la Tabla 39 donde se detalla el valor del CBR que es de un 10,76%, dando como resultado según la norma ASTM D 1883, que se tiene una subrasante regular a buena, este dato se usara posteriormente para el diseño estructural de la vía.

## **7.8 Diseño de pavimento empedrado**

El diseño de pavimentos es de suma importancia ya que debe garantizar la funcionalidad, seguridad, durabilidad y estética de la superficie de rodadura, brindando bienestar a los moradores de la vía K. Considerando el TPDA del proyecto vial se puede obtener el tipo de superficie de rodadura utilizando la norma MTOP 2003, por otro lado, con las Reglas Técnicas de arquitectura y urbanismo la cual determina un tipo de vía local.

En concordancia con los valores del TPDA de este proyecto vial y según la MTOP se determina que la superficie de rodadura será de empedrado con 2 carriles, el tipo de pavimento será un pavimento flexible.

Para este tipo de superficie de rodadura la estructura de la vía constara de subrasante,

colchón de arena, empedrado que pueden ser cantos rodados o piedra partida y por último el emporado que se lo realizará con arcilla o algún material ligante.

## **7.9 Requerimientos técnicos de empedrado**

El empedrado consiste en una superficie de rodadura la cual está estructurada por cantos rodados o por piedras cortadas, la cual se colocará sobre la subrasante que debe estar adecuadamente conformada y compactada de acuerdo con las especificaciones técnicas, para luego sobre dicha subrasante ya previamente preparada se colocará una cama de arena de unos 4cm sobre la cual se ira colocando a mano los cantos rodados o a su vez la piedra cortada.

### **7.9.1 Características del material de Empedrado**

La superficie de rodadura al estar conformado únicamente por cantos rodados y estos son los que se encargaran de soportar todas las cargas vehiculares deben cumplir con condiciones mínimas el cual asegure la durabilidad y eficiencia del empedrado. Las principales características físico – mecánicas del canto rodado se detallan en la Tabla 39.

**Tabla 39***Requerimientos técnicos mínimos del empedrado.*

CARACTERÍSTICAS	VALOR REQUERIDO
Pérdida por abrasión en máquina de los Ángeles (500 revoluciones)	≤ 40%
Pérdida de peso mediante ensayo de durabilidad luego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio	≤ 12%
Densidad mínima	2.3 g/cm <sup>3</sup>
Diámetro mínimo para empedrado	8 cm
Diámetro máximo para empedrado	12 cm
Diámetro mínimo para maestra o cordones maestros	10 cm
Diámetro máximo para maestra o cordones maestros	15 cm

*Nota.* Se detalla las Características Físico – Mecánicas del Material de Empedrado. Elaborado por los autores con datos del Manual andino para la construcción y mantenimiento del empedrado, pag.16.

Las mejores fuentes de materiales de piedra son las terrazas aluviales y conglomerados, aunque no debe descartarse la utilización de piedra obtenida de un proceso de trituración. (MACME, pág.16). De acuerdo con las recomendaciones del manual de empedrados la obtención de los cantos rodados se lo hará de la mina Mercedes ubicado en Lloa.

### **7.9.2 Características técnicas de la subrasante**

Para un correcto funcionamiento del empedrado la subrasante deberá tener un valor de soporte de CBR de 6% como mínimo y un porcentaje de compactación de la subrasante luego de la reconformación de  $\geq 95\%$  de acuerdo con la norma MOP-001-F 2002.

## **7.10 Elementos del pavimento empedrado**

### **7.10.1 Mejoramiento o subrasante**

Esta capa actúa como soporte o apoyo donde reposara las capas superiores del pavimento,

esta capa deber ser competente para soportar las cargas del tráfico vehicular distribuyéndolos sobre un área más amplia.

En este proyecto se comprueba que la subrasante presente cumple con las características técnicas mínimas de la subrasante especificados por la norma MOP-001-F 2002, por se obtendrá un adecuado funcionamiento de la superficie de rodadura y eficiencia al momento de resistir las cargas emitidas por el tráfico vehicular.

### ***7.10.2 Capa de asiento***

Es la superficie donde se asentará el empedrado, la capa de asiento estará compuesta por arena fina, de un espesor de 4 cm, pasará en su totalidad el tamiz N° 10. El material no contendrá más del 5% de tamaños menores al del tamiz N° 200 y una abrasión de %max en masa de 3% de acuerdo con la norma (MOP-001-F 2002, p. 85). De esta forma nos aseguramos cumplir con la normativa y asegurar un correcto funcionamiento del empedrado.

### ***7.10.3 Capa de rodadura***

Capa de rodadura es la superficie por la que circulan los vehículos, para este caso la capa de rodadura va a estar constituida por piedra partida el cual debe cumplir con las características físico-mecánicas de material y estructurales para que de esta forma tener una eficiencia y durabilidad para todos los usuarios brindando de esta forma un comportamiento y desarrollo adecuado.

El espesor de la capa de rodadura estará arraigado por el tamaño de la piedra partida que se usa, que será alrededor de 8 cm a 12 cm, y para las maestras se usará un espesor de 10 cm a 15 cm, para como paso final se deberá emporar para rellenar los espacios vacíos entre piedras y menorar la filtración de las precipitaciones, esto se lo hará con un material arcilloso o un material ligante con las mismas características de la subrasante.

Se colocarán maestras transversales cada 3.5 m en las pendientes longitudinales mayores al 10%, y en curvas de retorno se colocarán maestras transversales cada 2 m, esto hará la función de las Berman confinando el empedrado evitando el desprendimiento de las piedras partidas.

A continuación, en la Tabla 40 se detallan los espesores de la estructura de la superficie de rodadura empedrada.

**Tabla 40**

*Espesores capas pavimento flexible.*

<b>ESPESORES CAPAS DEL EMPEDRADO</b>		
<b>Capa</b>	<b>Espesor (in)</b>	<b>Espesor (cm)</b>
Arena	2	4
Empedrado	5	12
<b>TOTAL</b>		<b>16</b>

*Nota.* Se observa el ancho de cada capa que conforman la plataforma vial del proyecto.

Elaborado por: Los autores.

## **CAPÍTULO VIII**

### **DRENAJE VIAL**

El drenaje vial es un conjunto de obras diseñadas para recolectar, controlar, conducir y desembocar la escorrentía superficial de la carretera, el drenaje vial cumple una función importante para la duración de la estructura del pavimento y evita la acumulación de agua en la superficie de la calzada que pueden ser un riesgo para el tránsito vehicular. En este proyecto se detalla el diseño del drenaje transversal y longitudinal.

#### **8.1 Drenaje longitudinal**

El drenaje longitudinal cumple con la función de acoger la escorrentía superficial para posteriormente evacuarla de manera segura. Siendo la escorrentía presente en la vía, o provenientes de taludes de corte, el cual debe ser encausado en un lugar seguro evitando daños a la carretera que afecten al tránsito vehicular (Ponce, 2018). Por este motivo el diseño del drenaje longitudinal debe tener un análisis minucioso y garantizar una buena evacuación del excedente de la escorrentía superficial, evitando daños a la vía y peligro para los usuarios.

#### **8.2 Drenaje transversal**

El drenaje transversal es un sistema de drenaje el cual evacúa el agua de la superficie de la carretera, esto gracias al bombeo o pendiente de la vía que ayuda a evacuar el agua hacia los costados y son recolectados por las cunetas y posteriormente a las alcantarillas.

El drenaje transversal tiene como objetivo fundamental de evacuar con éxito la escorrentía superficial que es captada por el sistema de drenaje, provocado por canales naturales o artificiales, garantizando correcto funcionamiento y seguridad al proyecto vial.

#### **8.3 Estudio hidrológico**

La finalidad del estudio hidrológico es determinar las precipitaciones y escorrentías en la

ubicación del proyecto vial, cuya información será recopilada para la determinación de caudales y realizar con éxito el diseño del drenaje.

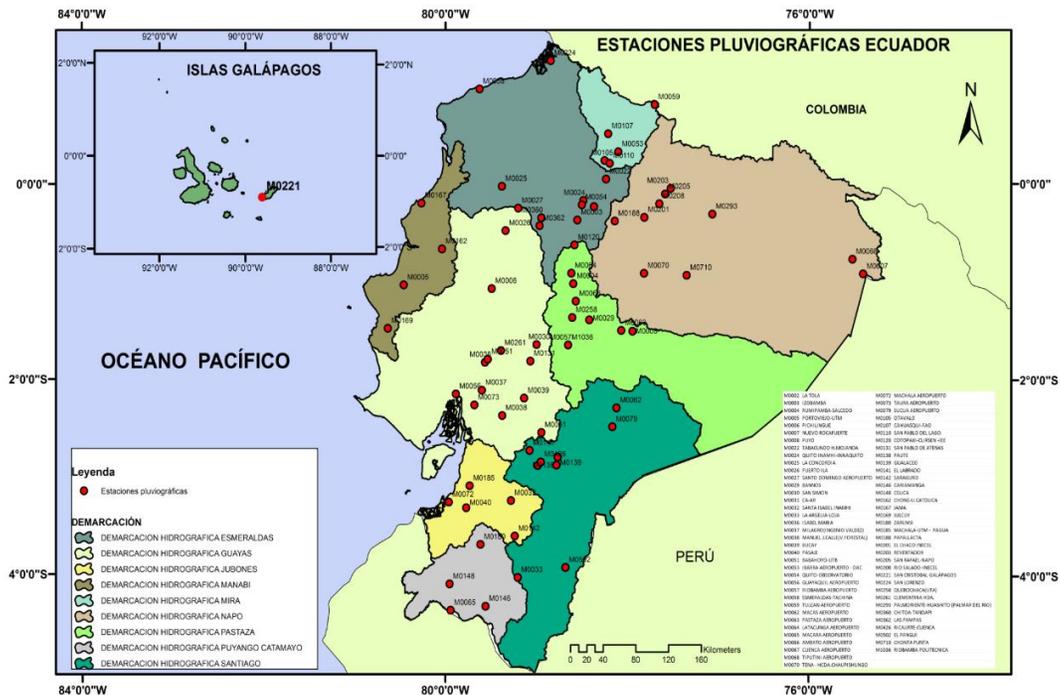
Los valores necesarios para la determinación de los caudales se necesitará el área de influencia, para posteriormente determinar las cuencas hidrológicas.

### 8.4 Estaciones meteorológicas

Con ayuda de las estaciones meteorológicas se obtienen los valores de las intensidades máximas de precipitaciones del área de estudio. Para este estudio se recurrió a las estaciones más cercanas de las 72 estaciones pluviográficas distribuidas en todo el territorio nacional, las cuales se indican en la Figura 13.

**Figura 13**

*Estaciones pluviográficas en el Ecuador.*



*Nota.* Se observan las ubicaciones de las estaciones pluviográficas en Ecuador. Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología 2015.

Tomando en cuenta la estación más cercana a la ubicación del proyecto vial, se trabajará con la estación pluviográfica Izobamba, con la cual se obtendrá los datos de las intensidades de precipitación, esta información se detalla en la Tabla 41.

**Tabla 41**

*Datos estación pluviográfica Izobamba.*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud (m.s.n.m)</b>	<b>Sere de datos</b>	<b>Nº años</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>
M0003	IZOBAMBA	7727701.78	9959439.98	3058	1962 - 2010	45	INAMHI

*Nota.* Se detalla las características y ubicación de la Estación más cercana del proyecto. Elaborado por: Los Autores. Fuente: INAMHI (2015).

## **8.5 Diseño de obras de drenaje**

### **8.5.1 Periodo de retorno**

El tiempo de retorno es un dato importante para el diseño de una obra hidráulica, ya que nos brinda seguridad en la vida útil de la estructura. Es el número de años que se puede presentar un evento de intensidad mayor o igual, siendo un parámetro importante para diseñar obras hidráulicas (INAMHI, 2015, p. 8). Dando como resultado un diseño acorde a las necesidades del proyecto, manteniendo una relación costo-seguridad excelentes.

El periodo de retorno para este proyecto será de 25 años de acuerdo con las condiciones, tipología de estructura y el nivel de importancia.

### **8.5.2 Tiempo de concentración**

Es el tiempo que tarde en recorrer una gota de agua desde el punto más alejado hasta la salida de la cuenca hidrográfica, para ellos se realizaron los respectivos cálculos del tiempo de concentración usando la ecuación de Kirpich, se detalla la ecuación 23.

$$T_c = 0.000323 * \left( \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right) \quad (23)$$

Donde:

Tc: tiempo de concentración

L: longitud de la cuenca hidrográfica (m)

S: pendiente de la cuenca hidrográfica (m/m)

Para el caso de este proyecto se realizó los respectivos cálculos los cuales incumplían con el valor mínimo estipulado por la norma que es de un tiempo de concentración de 10 minutos, por ende, se adoptara dicho valor.

### **8.5.3 Intensidad máxima de precipitación**

En el diseño de obras de drenaje es de vital importante la determinación de la intensidad máxima de precipitación, que significa la máxima cantidad de lluvia que cae sobre un área superficial en un determinado tiempo y se expresa en (mm/h).

Se procede a determinar la estación más cercana al proyecto vial y con ayuda del INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología), el cual nos da unas ecuaciones que estarán condicionadas por el tiempo de concentración y el periodo de retorno, esta ecuación nos dará como resultado la intensidad de precipitación. El INAMHI otorga las siguientes ecuaciones de acuerdo con la estación más cercana para determinar la intensidad de precipitación se presenta la Tabla 42.

**Tabla 42***Cálculo de intensidades de IZOBAMBA.*

ESTACIÓN		INTERVALO DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R <sup>2</sup>
CÓDIGO	NOMBRE				
		5 < 30	$i = 164.212 * T^{0.1650} * t^{-0.4326}$	0.9825	0.9652
M0003	IZOBAMBA	30 < 120	$i = 371.072 * T^{0.1575} * t^{-0.6771}$	0.9947	0.9895
		120 < 1440	$i = 929.503 * T^{0.1614} * t^{-0.8773}$	0.999	0.9981

*Nota.* Se observa la ecuación de intensidad con relación al tiempo de concentración de la Estación pluviográfica Izobamba. Fuente: INAMHI (2015)

De acuerdo con la ecuación seleccionada y el reemplazo de los datos previamente obtenidos, el valor de la intensidad máxima de precipitación de  $i=103.15$  mm/h, cuyo dato será utilizado para la obtención del caudal de diseño.

#### **8.5.4 Coeficiente de escorrentía**

El coeficiente de escorrentía está determinado por el tipo de superficie por donde recorre la escorrentía superficial, este coeficiente será utilizado para la determinación del caudal de diseño para las obras de drenaje, para ello tenemos la Tabla 43 la cual esta normado por el Municipio de Quito.

**Tabla 43***Coefficiente de escorrentía C.*

COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA C						
COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				DEPRECIABLE
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	
		50%	20%	5%	1%	
SIN VEGETACIÓN	IMPERMEABLE	0.8	0.75	0.7	0.65	0.6
	SEMIPERMEABLE	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5
	PERMEABLE	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3
CULTIVOS	IMPERMEABLE	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5
	SEMIPERMEABLE	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
	PERMEABLE	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2
PASTOS VEGETACIÓN LIGERA	IMPERMEABLE	0.65	0.6	0.55	0.5	0.45
	SEMIPERMEABLE	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35
	PERMEABLE	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15
HIERBA, GRAMA	IMPERMEABLE	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
	SEMIPERMEABLE	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3
	PERMEABLE	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1
BOSQUES DENSA VEGETACIÓN	IMPERMEABLE	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35
	SEMIPERMEABLE	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25
	PERMEABLE	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05

*Nota.* Se observan los coeficientes de escorrentías que dependen del tipo de cobertura. Elaborado por los autores con datos del MTOP (2003).

De acuerdo con la Tabla 51, el valor del coeficiente de escorrentía para este proyecto es de 0.50 por condicionantes como el tipo de cobertura que es de pasto, pendiente menor al 20% del terreno y el tipo de suelo semipermeable.

### 8.5.5 Caudal de diseño

El cálculo del caudal de diseño es de suma importancia ya que de esto dependen de que nuestras obras de drenaje vial funcionen adecuadamente sin ocasionar complicaciones al momento de finalizada la obra y este en ejecución, por ello se debe realizar un análisis minucioso de las características hidrológicas y topográficas de las cuencas aportantes al proyecto.

El caudal de diseño va a estar influido directamente por la intensidad máxima de precipitación, el coeficiente de escorrentía y las dimensiones de la cuenca, se utilizará el método racional ya que como limitante tiene que el área de la cuenca sea menor a 5km<sup>2</sup>, se presenta la ecuación 24.

$$Q = 0.278 * C * i * A \quad (24)$$

Donde:

Q= Caudal máximo (m<sup>3</sup>/s)

C=Coefficiente de escorrentía

i= Intensidad de la precipitación (mm/h)

A= Área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

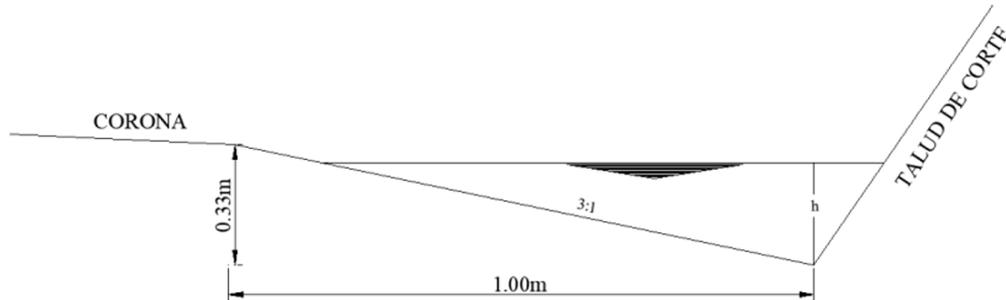
#### **8.5.6 Diseño de cunetas**

Las cunetas son canales que están ubicadas junto a la vía y la cual es encargada de drenar la escorrentía superficial de la calzada y así evitar inundaciones, hidro planeo de los vehículos, evitando que se estanque el agua y provoque daño a la estructura de la vía.

Para este proyecto se usarán cunetas empedradas con material de canto rodado o piedra partida, con revestimiento de hormigón simple o mortero de cemento, de acuerdo con las alineaciones, pendientes y demás requerimientos (Manual de Empedrados, 2004, p. 25), este caso solo se aplica cuando las pendientes longitudinales de la vía son menores al 8%. La geometría de la cuneta para este proyecto será triangular por motivos económicos, facilidad constructiva. A continuación, se muestra en la Figura 14.

**Figura 14**

*Sección cuneta triangular.*



*Nota.* Se observa las características físicas de una cuneta triangular. Elaborado por los autores con referencia del MTOP (2003).

La cobertura de estas cunetas será de un hormigón simple, con un  $f'c=180\text{kg/cm}^2$  puesto que las pendientes transversales de la vía son mayores a 8%

**Tabla 44**

*Velocidades de flujo.*

MATERIAL	VELOCIDAD m/s	MATERIAL	VELOCIDAD m/s
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2
Arcilla arenosa	0.5	Grava gruesa	3.5
Arcilla ordinaria	0.85	Zampeado	3,4 - 4,5
Arcilla firme	1.25	Roca sana	4,5 - 7,5
Grava fina	2	Hormigón	4,5 - 7,5

*Nota.* Se observan el rango de velocidades óptimos que dependen del tipo de material de las cunetas. Elaborado por: Los autores. Fuente: MTOP (2003).

### **8.5.6.1 Selección geométrica de cuneta**

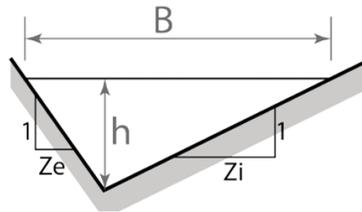
Para el caso de la sección triangular la cual se usa comúnmente en proyectos viales, la

longitud de la cuneta no deberá exceder los 250 metros.

El cálculo de las características geométricas de la cuneta triangular detalladas en la Figura 15 están dadas por las siguientes ecuaciones.

**Figura 15**

*Características geométricas.*



*Nota.* Se observan las constantes para la determinación de las dimensiones de las cunetas triangulares. Fuente: Asignatura drenaje vial y urbano UPS.

Para determinar el volumen hidráulico de la cuneta se presentan las ecuaciones de la Tabla 45.

**Tabla 45**

*Ecuaciones de cunetas triangulares.*

	<b>ECUACIÓN</b>
Espejo de agua	$B = (Zi + Ze) * h$
Área	$A = \frac{(Zi + Ze) * h^2}{2}$
Perímetro mojado	$P = (\sqrt{1 + Zi^2} + \sqrt{1 + Ze^2}) * h$
Radio Hidráulico	$R = \frac{(Zi + Ze) * h}{2 * (\sqrt{1 + Zi^2} + \sqrt{1 + Ze^2})}$

*Nota.* La tabla consta de las ecuaciones que permiten determinar la capacidad o volumen hidráulico. Elaborado por: Los autores con referencia de la Materia Drenaje vial y urbano UPS.

Donde:

$h$ = Altura de lámina de agua.

$Z_i$ = Pendiente lado de la vía.

$Z_e$ = Pendiente lado de talud.

## 8.6 Coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad o coeficiente de Manning es utilizado para calcular la resistencia al flujo provocado por el tipo de superficie de la cuneta o alcantarillado, el valor influye proporcionalmente a la velocidad con la que circula el caudal por el sistema de drenaje, estos valores se detallan en la Tabla 46.

**Tabla 46**

*Coeficiente de rugosidad.*

	TIPO DE CANAL	MÍNIMO	MEDIO	MÁXIMO
	CANALES REVESTIDOS O SUPERFICIALES			
Hormigón	Platachado	0.011	0.013	0.015
	Alisado con regla	0.013	0.015	0.016
	Alisado con ripio a la vista en el fondo	0.015	0.017	0.020
	Sin alisar	0.014	0.017	0.020
	Gunita (Hormigón proyectado), sección regular	0.016	0.019	0.023
	Ídem, sección ondulada	0.018	0.022	0.025
	Garita sobre una roca bien excavada	0.017	0.020	
	Garita sobre una roca excavada en forma irregular	0.022	0.027	

*Nota.* Se observan los datos referenciales que dependen del tipo de caudal y su revestimiento.

Elaborado por los autores con datos del MTOP (2003).

De acuerdo con la Tabla 54 y la condición del tipo de canal medio, para este proyecto se tomó un valor de rugosidad de 0.015 conforme al tipo de superficie de hormigón con un acabado de alisado con regla.

Con la ecuación 25 de Manning se determinará el caudal de la cuneta, esta ecuación depende de las características geométricas de la cuneta tanto como el área, el radio hidráulico y la pendiente de la cuneta.

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (25)$$

Donde:

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

A: Área sección (m<sup>2</sup>)

R: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente longitudinal (m/m)

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

- A continuación, se detalla el cálculo de la cuneta derecha del tramo 1, abscisa 0+000.00 hasta 0+013.57.

Zi: 3

Ze: 1

h: 0.20 m

**Área**

$$A = \frac{(Zi + Ze) * h^2}{2} \quad (26)$$

$$A = \frac{(3 + 1) * 0.20^2}{2}$$

$$A = 0.08 \text{ m}^2$$

### Radio Hidráulico.

$$R = \frac{(Z_i + Z_e) * h}{2 * (\sqrt{1 + Z_i^2} + \sqrt{1 + Z_e^2})} \quad (27)$$

$$R = \frac{(3 + 1) * 0.20}{2 * (\sqrt{1 + 3^2} + \sqrt{1 + 1^2})}$$

$$R = 0.087 \text{ m}$$

### Caudal

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (28)$$

$$Q = \frac{1}{0.015} * 0.08 * 0.087^{\frac{2}{3}} * 0.161^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 0.421 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q = 421.467 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

Es importante verificar si la capacidad hidráulica de la cuneta, calculada a partir de las características geométricas impuestas de la cuneta, es suficiente para abarcar el caudal de diseño. Esta verificación garantiza que la cuneta pueda drenar el agua de manera eficiente, evitando molestias a los usuarios y posibles inundaciones. El proceso de verificación se basa en una relación específica, como se detalla en la Tabla 47.

$$Q_{dis} < Q_c$$

**Tabla 47**

*Verificación y diseño del sistema de drenaje longitudinal (cunetas).*

Diseño de cunetas para drenaje longitudinal																		
Características del terreno					Diseño de cunetas								Caudal de diseño		Verificaciones			
TRAMO	ABSCISADO	UBICACIÓN	So(%)	s	Zi	Ze	h(m)	n	A(m2)	Rh(m)	Qc(m3/s)	Qc(L/s)	i(mm/h)	Qd(L/s)	Qc>Qd	V(m/s)	Vmax 7.5m/s	
CUNETAS 1	1	0+000.00	IZQUIERDA	16.1	0.161	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.421	421.467	103.15	0.543	OK	5.27	OK
		0+013.57	DERECHA									0.421	421.467	103.15	63.68	OK	5.27	OK
	2	0+013.57	IZQUIERDA	18.9	0.189	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.457	456.648	103.15	0.543	OK	5.71	OK
		0+043.50	DERECHA									0.457	456.648	103.15	63.68	OK	5.71	OK
	3	0+043.50	IZQUIERDA	-3.45	0.035	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.195	195.101	103.15	0.543	OK	2.44	OK
		0+100.00	DERECHA									0.195	195.101	103.15	63.68	OK	2.44	OK
	4	0+100.00	IZQUIERDA	-0.53	0.005	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.076	76.469	103.15	0.543	OK	0.96	OK
		0+180.00	DERECHA									0.076	76.469	103.15	63.68	OK	0.96	OK
	5	0+180.00	IZQUIERDA	-13.36	0.134	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.384	383.931	103.15	0.543	OK	4.80	OK
		0+240.00	DERECHA									0.384	383.931	103.15	63.68	OK	4.80	OK
CUNETAS 2	6	0+240.00	IZQUIERDA	1.76	0.018	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.139	139.350	103.15	1.379	OK	1.74	OK
		0+312.50	DERECHA									0.139	139.350	103.15	62.39	OK	1.74	OK
	7	0+312.50	IZQUIERDA	-7.75	0.078	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.292	292.416	103.15	1.379	OK	3.66	OK
		0+480.00	DERECHA									0.292	292.416	103.15	62.39	OK	3.66	OK
CUNETAS 3	8	0+480.00	IZQUIERDA	-7.75	0.078	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.292	292.416	103.15	0.650	OK	3.66	OK
		0+536.47	DERECHA									0.292	292.416	103.15	57.19	OK	3.66	OK
	9	0+536.47	IZQUIERDA	2.05	0.021	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.150	150.393	103.15	0.650	OK	1.88	OK
		0+598.98	DERECHA									0.150	150.393	103.15	57.19	OK	1.88	OK
CUNETAS 4	10	0+598.98	IZQUIERDA	-1.10	0.011	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.110	110.166	103.15	0.650	OK	1.38	OK
		0+700.00	DERECHA									0.110	110.166	103.15	57.19	OK	1.38	OK
	11	0+700.00	IZQUIERDA	-1.10	0.011	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.110	110.166	103.15	0.383	OK	1.38	OK
		0+726.56	DERECHA									0.110	110.166	103.15	64.98	OK	1.38	OK
CUNETAS 4	12	0+726.56	IZQUIERDA	9.39	0.094	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.322	321.872	103.15	0.383	OK	4.02	OK
		0+820.00	DERECHA									0.322	321.872	103.15	64.98	OK	4.02	OK
	13	0+820.00	IZQUIERDA	0.98	0.01	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.104	103.983	103.15	0.383	OK	1.30	OK
		0+883.91	DERECHA									0.104	103.983	103.15	64.98	OK	1.30	OK
	14	0+883.91	IZQUIERDA	11.17	0.112	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.351	351.056	103.15	0.383	OK	4.39	OK
		0+956.71	DERECHA									0.351	351.056	103.15	64.98	OK	4.39	OK

<b>CUNETA 5</b>	15	0+956.71	IZQUIERDA	4.33	0.043	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.219	218.572	103.15	0.265	<b>OK</b>	2.73	<b>OK</b>
		0+996.71	DERECHA									0.219	218.572	103.15	51.99	<b>OK</b>	2.73	<b>OK</b>
	16	0+996.71	IZQUIERDA	5.2	0.052	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.240	239.526	103.15	0.265	<b>OK</b>	2.99	<b>OK</b>
		1+051.39	DERECHA									0.240	239.526	103.15	51.99	<b>OK</b>	2.99	<b>OK</b>
	17	1+051.39	IZQUIERDA	4.15	0.042	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.214	213.981	103.15	0.265	<b>OK</b>	2.67	<b>OK</b>
		1+100.07	DERECHA									0.214	213.981	103.15	51.99	<b>OK</b>	2.67	<b>OK</b>
	18	1+100.07	IZQUIERDA	5.37	0.054	3	1	0.2	0.015	0.08	0.0874	0.243	243.409	103.15	0.265	<b>OK</b>	3.04	<b>OK</b>
		1+150.10	DERECHA									0.243	243.409	103.15	51.99	<b>OK</b>	3.04	<b>OK</b>

*Nota.* Se puede observar las debidas características de las cunetas usadas para el proyecto así mismo como su respectiva verificación.

Elaborado por: Los autores.

Para el caso de este proyecto se comprobó que las verificaciones de la capacidad hidráulica es la adecuada para asegurar la eficiencia del drenaje longitudinal, de esta forma es imprescindible contar con una altura de revancha para que de esta forma imposibilite la salida del caudal de la cuneta probando problemas en la estructura de la vía y la calzada.

Es recomendable trabajar en un rango de valores entre 5% y 30%, para este proyecto se trabajó por un valor 10% de la altura total de la lámina de agua. A continuación, el cálculo de la revancha se lo determinará con la ecuación 29, y la altura final de la cuneta con ayuda de la ecuación 30.

Cuneta tipo:

$$\text{Revancha} = 10\% * h \quad (29)$$

$$\text{Revancha} = 10\% * 15 \text{ cm}$$

$$\text{Revancha} 1.5 \text{ cm}$$

$$h_{\text{cuneta}} = h + \text{revancha} \quad (30)$$

$$h_{\text{cuneta}} = 15\text{cm} + 1.5\text{cm}$$

$$h_{\text{cuneta}} = 16.5\text{cm} \approx 20\text{cm}$$

Las alturas de las cunetas serán de 20 cm por motivos de facilitar la construcción de estas, a su vez garantizando un buen funcionamiento hidráulico.

## **8.7 Alcantarillas**

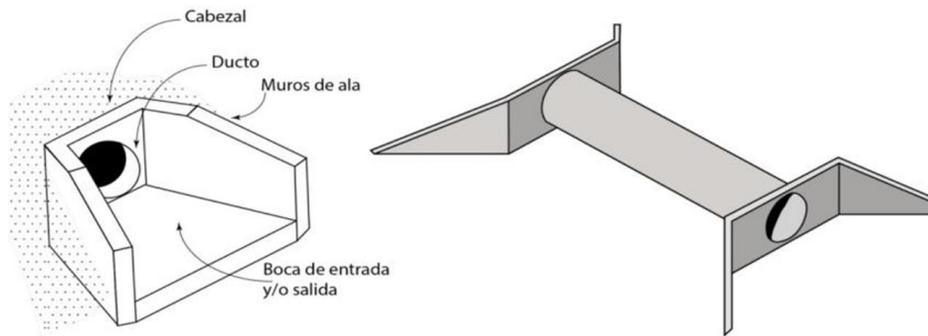
Las alcantarillas son estructuras esenciales en proyectos urbanos y rurales, cumplen con la función del drenaje transversal de la vía. La eficiencia de las alcantarillas depende de la realización de un buen diseño para asegurar que todo el sistema de drenaje funcione de manera correcta para que de esta forma proteger la infraestructura, proteger la salud pública y el medio ambiente, por

ello se deben tener en cuenta condiciones como las características geométricas, análisis económico y su capacidad hidráulica.

A continuación, en la figura 16 se presentan las partes que componen una alcantarilla.

## Figura 16

*Secciones de una alcantarilla.*



*Nota.* Se observan las secciones y sus nombres de la alcantarilla. Fuente: Materia Drenaje vial y urbano UPS.

## 8.8 Aspectos generales

### 8.8.1.1 Ubicación

Las alcantarillas son utilizadas para que los cruces de corriente que pasen transversalmente la vía no dañen las estructuras de la vía y para este paso las alcantarillas estarían ubicados debajo de la vía, usados también para el desagüe de las cunetas y usados para la recolección de las partes más bajas del terreno.

### 8.8.1.2 Pendiente

En el diseño de alcantarillas la pendiente es de suma importancia ya que al tener pendientes muy grandes la velocidad de flujo aumenta, y al contrario si tienen las pendientes muy pequeñas puede ocasionar una acumulación de sedimentos que si no se le da importancia puede ocasionar obstrucciones en un futuro, de tal forma que para evitar todos estos inconvenientes la MOP

recomienda una pendiente mínima del 5%.

### **8.8.1.3 Longitud**

La longitud de una alcantarilla no es una medida fija, sino que se determina con base a las características del terreno y los requerimientos del entorno cumpliendo con especificaciones del diseño. El motivo principal es garantizar un drenaje eficiente y prevenir obstrucciones para el correcto funcionamiento de la alcantarilla.

### **8.8.1.4 Velocidad de flujo**

La duración de la estructura dependerá de la velocidad de la corriente, ya que las velocidades altas ocasionarán la erosión de la estructura de drenaje, por tal razón la velocidad de salida no deberá ser mayor a la permisible, en caso contrario se diseñarán obras de disipación que se encarguen de evitar fenómenos como la abrasión.

### **8.8.1.5 Velocidad en la alcantarilla**

La velocidad en la alcantarilla debe estar dentro de los parámetros establecidos para que de esta forma no generen problemas e inconvenientes en la estructura de drenaje como la abrasión o el asentamiento de sedimentos. A continuación, en la Tabla 48 se observa la velocidad con relación al material del cual está hecha la alcantarilla.

**Tabla 48***Velocidad permisible para la tubería o alcantarilla.*

<b>Material de la Tubería</b>	<b>Velocidad máxima (m/seg)</b>
Tubería de Hormigón simple hasta 60 cm. De diámetro	4.5
Tubería de Hormigón armado hasta 60 cm. de diámetro o mayores	6.0
Hormigón armado en obra para grandes conducciones 210/240 kg/cm <sup>2</sup> .	6,0 - 6,5
Hormigón armado en obra 280/350 kg/cm <sup>2</sup> . Grandes conducciones	7,0 - 7,5
PEAD, PVC, PRFV	7.5
Acero*	9,0 o mayor
Hierro dúctil o fundido	9,0 o mayor

\*A ser utilizado en rápidas y/o tramos cortos

*Nota.* Se observan el rango de velocidades que se va a presentar como máximo en las alcantarillas o tuberías. Fuente: NDSA EMAAP Q (2019)

### **8.8.2 Estructura**

Esta estructura al estar ubicada para la estructura de la vía deberá resistir las cargas transmitidas por la circulación de los vehículos. Para el caso de alcantarillas circulares o bóvedas, el relleno mínimo será de 0.6 a 1 m. En caso de secciones tipo cajón con losa superior podría quedar al nivel de la subrasante de la vía (MTOP, 2003). De esta forma evitaremos fallas en la estructura y que pueda ocasionar problemas futuros.

### **8.8.3 Diseño de drenaje transversal**

Para asegurar un excelente funcionamiento de una alcantarilla se deberá realizar un buen diseño hidráulico. Existen algunas formas de controlar el comportamiento hidráulico de una alcantarilla, y es mediante la pendiente, diámetro y rugosidad (Chavez, 2021, pág. 5). De esta forma se brindará un drenaje transversal de calidad y duración.

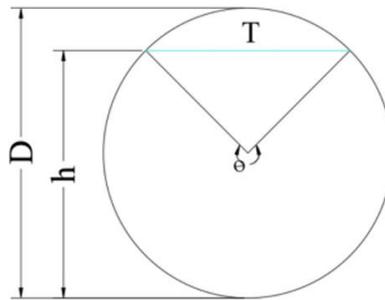
De acuerdo con los cálculos y las condiciones del terreno, se optó usar alcantarillas

circulares de PVC debido a que son fáciles de instalar y permite grandes velocidades de flujo de la alcantarilla, asegurando que cumpla con todos los requerimientos técnicos y de calidad.

A continuación, se muestran las secciones geométricas de la alcantarilla en la Figura 17 y como calcularlos en la Tabla 49.

**Figura 17**

*Esquema de una alcantarilla circular.*



*Nota.* Se observan las constantes para la determinación de las dimensiones de la alcantarilla.

Fuente: Materia Drenaje vial y urbano UPS.

**Tabla 49***Propiedades geométricas sección circular.*

	ECUACIÓN
Espejo de agua	$T = D * \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$
Relación diámetro/calado	$h = \frac{D}{2} \left(1 - \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\right)$
Área	$A = \frac{1}{8} * (\theta - \sin\theta) * D^2$
Perímetro mojado	$P = \theta * \frac{D}{2}$
Radio hidráulico	$R = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{\sin\theta}{\theta}\right)$
Calado crítico	$Y_c = \left(\frac{1.01}{D^{0.26}}\right) \left(\frac{Q^2}{g}\right)^{0.25}$

*Nota.* En la tabla se observan las ecuaciones con las cuales se determinan las dimensiones de la alcantarilla. Fuente: Materia Drenaje vial y urbano UPS.

### 8.8.3.1 Sumideros

Los sumideros cumplen una función muy importante ya que se encarga de recolectar el agua lluvia para posteriormente dirigirlos a la red de alcantarillado público o privado, evitando inundaciones, daños a la propiedad y la rejilla que se ubica en la parte superior servirá de impedimento para el paso de la basura y los escombros hacia la red de alcantarillado.

Para este proyecto se colocarán sumideros en las cunetas para posteriormente con ayuda de tirantes con diámetro de 150 mm y conectados a 45° hacia la matriz de la red de alcantarillado de la vía. A continuación, en la figura 18 se detallan las medidas prefabricadas y aprobado por la EPMAPS de un sumidero

**Figura 18**

*Sumidero prefabricado.*

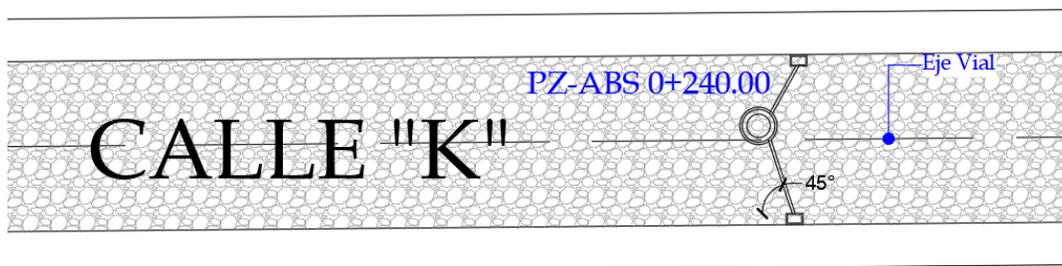


*Nota.* Se indica las medidas del sumidero prefabricado. Elaborado: por los autores.

En la figura 19 se detallan de cómo se hará la conexión del sumidero que recolecta la salida de agua de las cunetas con la red de alcantarillado presente en la vía.

**Figura 19**

*Esquema sumidero-red alcantarillado.*



*Nota.* Se indica el sistema de conexión sumidero-alcantarilla de la abs 0+240.00 de este proyecto.

Elaborado: por los autores.

En la Tabla 50 se detallan la ubicación de donde serán implantados los sumideros encargados de recolecta la salida de agua de las cunetas.

**Tabla 50**

*Drenaje transversal con sumideros.*

<b>DRENAJE TRANSVERSAL</b>		
<b>Abscisa</b>	<b>Ubicación</b>	<b>N°</b>
0+000.00	IZQUIERDA	Sumidero 1-2
	DERECHA	
0+240.00	IZQUIERDA	Sumidero 3-4
	DERECHA	
0+540.00	IZQUIERDA	Sumidero 5-6
	DERECHA	
0+700.00	IZQUIERDA	Sumidero 7-8
	DERECHA	
1+000.00	IZQUIERDA	Sumidero 9-10
	DERECHA	

*Nota.* Se detalla la abscisa y el número de subideros prefabricados a colocar en el proyecto vial.

Elaborado por: los autores.

## CAPÍTULO IX

### GESTIÓN ECONÓMICA Y SEGURIDAD DE PROYECTOS

#### 9.1 Señalización y seguridad vial

Como indica el INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) RTE INEN 004-1:2011(señalización vertical) y RTE INEN 004-2:2011 (señalización horizontal), se debe garantizar una circulación tanto vehicular como peatonal segura, cómoda, ordenada y fluida, para lo cual se deben cumplir con los requisitos de señalización vertical y horizontal para salvaguardar la seguridad de los usuarios de las vías.

##### 9.1.1 Señalización Vertical

###### 9.1.1.1 Clasificación de señales de tránsito

Es un conjunto de señales de tránsito las cuales pueden ser colocadas en postes o estructuras elevadas a lo largo de una vía, dichas señales son fundamentales para una buena circulación y seguridad vehicular las cuales tienen una cierta clasificación y características según la norma de señalización vertical RTE INEN (004-1:2011):

**Señales regulatorias.** - son aquellas que regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal.

**Señales preventivas.** - son aquellas que advierten a los usuarios, sobre condiciones inesperadas o peligrosas que se presentan en la vía o sectores cercanos.

**Señales de información.** - son aquellas que informan de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico.

**Señales especiales delineadoras.** - delimitan al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco en base a su ancho, altura y dirección, o en caso de presencia de una obstrucción en la misma.

**Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales.** - Advierten, informan y guían sobre los sitios de trabajos en las vías y aceras además para alertar sobre otras condiciones temporales y peligrosas que podrían ser peligrosos. (p.7)

#### **9.1.1.2 Características básicas de las señales verticales.**

**Retro reflectividad e iluminación.** - Se pueden ver sus colores y forma tanto en el día como en la noche.

**Ubicación.** - La ubicación longitudinal de las señales regulatorias, varía con el propósito de la señal.

**Dimensiones.** - Se establecen diferentes dimensiones de señales para condiciones variables de velocidad, altura y servicios. (p.16)

#### **9.1.2 Señalización Horizontal.**

Estas señales son el complemento de la señalización vertical, las cuales son pintadas directamente a lo largo y sobre la superficie de una vía, son de suma importancia para la regularización tanto vehicular como peatonal. Este tipo de señalización tiene una cierta clasificación, complementos y condiciones según la norma RTE INEN (004-2:2011):

##### **9.1.2.1 Clasificación de señales horizontales de tránsito.**

De la misma manera, la Norma RTE INEN (004-2:2011) clasifica dichas señales según su forma en:

a) Líneas longitudinales. Se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.

b) Líneas Transversales. Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce

de peatones o de bicicletas.

c) Símbolos y Leyendas. Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, FLECHAS, TRIÁNGULOS CEDA EL PASO

y leyendas tales como PARE, BUS, CARRIL EXCLUSIVO, SOLO TROLE, TAXIS, PARADA BUS, entre otros.

d) Otras señalizaciones: como chevrone. (p.5)

#### **- Complementos de señalización horizontal.**

Aquellas de más de 6 mm y hasta 200 mm de altura, utilizadas para complementar la señalización horizontal. “El hecho de que esta señalización sea elevada aumenta su visibilidad, especialmente al ser iluminada por la luz proveniente de los focos de los vehículos, aún en condiciones de lluvia, situación en la cual generalmente, la señalización plana no es eficaz”. (p.5)

#### **9.1.2.2 Características básicas de las señales horizontales.**

Debe cumplir los siguientes puntos en base a la norma INEN (004-2:2011): “necesaria; visible y llamar la atención; legible y de fácil comprensión; proporcionar al usuario de un tiempo suficiente para que pueda responder adecuadamente; creíble; y, respetada por los usuarios”. (p4)

#### **9.1.3 Materiales usados en la señalización Horizontal y Vertical.**

Los materiales usados en este tipo de señalizaciones son variados y están diseñados para cumplir con ciertos requisitos de visibilidad, seguridad y durabilidad. Los materiales más comunes para estas señalizaciones son los siguientes:

Pintura acrílica, termoplásticos, epóxidos, cintas preformadas, materiales plásticos, placas de aluminio, policarbonato, materiales reflectantes, vinilo y películas de alta reflectividad.

Cada uno de estos materiales son seleccionados en función de las necesidades específicas

del entorno donde estas señalizaciones serán instaladas y el tipo de información que deben transmitir.

## **9.2 Impacto ambiental**

Uno de los aspectos fundamentales en cualquier obra civil es realizar un estudio y evaluación, tanto de las áreas más vulnerables, como su magnitud tras la ejecución o intervención de la obra vial.

### ***9.2.1 Área de influencia socio económica***

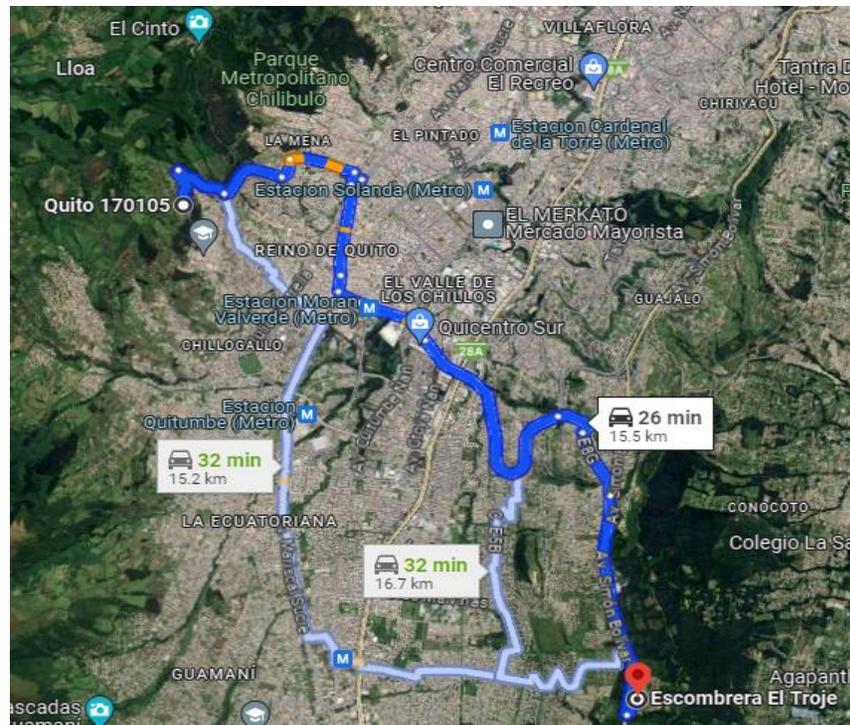
En el aspecto socioeconómico abarca la presencia de la comunidad o población en la zona del proyecto, el uso del suelo, la accesibilidad de la misma y la densidad demográfica.

### ***9.2.2 Ubicación de escombrera***

La escombrera más cercana al proyecto es la denominada el Troje que se encuentra a 26 minutos y 15.5 km del proyecto.

## Figura 20

*Ubicación de escombrera.*



*Nota.* La línea de color azul indica la trayectoria hacia la escombrera. Elaborado por los autores.

Fuente: Google maps.

### 9.2.3 Ubicación de mina

La mina Mercedes es la más cercana ubicada en Lloa a 17 minutos y 11 Km del proyecto.

**Figura 21**

*Ubicación de la mina.*



*Nota.* La línea de color celeste indica el trayecto hacia la mina. Elaborado por los autores. Fuente: Google maps.

#### **9.2.4 Caracterización ambiental**

##### **9.2.4.1 Sistemas: abióticos y bióticos**

###### **-Sistemas abióticos**

El agua es uno de los principales sistemas que utilizan los habitantes de la lotización San Francisco, al no haber presencia de cuerpos hídricos o tubería matriz de agua potable en la vía, no se verían afectados.

Con respecto al suelo la afectación será mínima, dado que el volumen de suelo retirado durante la excavación del proyecto será acopiado en la escombrera antes mencionada.

Con respecto al aire los moradores podrían verse afectados por las partículas flotantes en el medio ambiente ocasionadas por el transporte de material, movimiento de suelo, generación de CO<sub>2</sub> de las volquetas, como un método de mitigación para contrarrestar la presencia de polvo se utilizará un tanquero para dispersión de agua.

#### **-Sistemas bióticos**

La afectación de la flora y fauna será ínfima dado que es un área donde la vía de proyecto es existente.

#### **9.2.5 Seguimiento y monitoreo**

El monitoreo debe realizarse durante las fases de ejecución y operación. Uno de los impactos más significativos en la calidad del aire, asociado con las diversas actividades del proyecto de mejoramiento vial en la calle “K”, es la presencia de material particulado en suspensión. Este material proviene de actividades como el movimiento de suelos, el desplazamiento de equipos, el transporte de materiales y el uso de maquinaria pesada en la obra.

## CONCLUSIONES

Con ayuda del estudio topográfico y visitas a campo de la vía K, se determinó que es tipo de terreno montañoso con gradientes grandes, este análisis sirvió posteriormente para la realización del diseño geométrico de la vía, logrando con el objetivo principal de realizar un correcto diseño geométrico cumpliendo con las normativas vigentes.

Junto con las reglas técnicas de arquitectura y urbanismo se categorizó a la vía como local, la cual dio 1 carril por sentido con un ancho de carril de 3 m, espaldón externo de 1 m, cunetas de 1 m, dando como resultado un ancho transversal total de 10 m, la cual cumple con la proyección del tráfico vehicular futuro.

Dado que la vía se clasificaba como tipo IV, se determinó que el uso de curvas circulares simples y curvas espirales era suficiente para el diseño de las curvas horizontales. Esta decisión se basó en las condiciones dadas por el manual de diseño geométrico de carreteras, ya que las curvas circulares simples y las espirales satisfacían todos los requerimientos para este tipo de vía.

Con el estudio de suelo realizado en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, se obtuvo un CBR de 10.76%, dando como resultado una subrasante regular a buena, la cual no tuvo problema con las especificaciones y condiciones solicitadas para el empedrado.

Para la superficie de rodadura, de acuerdo con la MOP 2003 y el tipo de vía IV, dice que sería de empedrado, el cual está conformado por una cama de arena de 4cm seguido de la piedra bola de un espesor de 12cm el cual cumple como superficie de rodadura, dando como resultado

una estructura de pavimento flexible de 16cm, el cual es adecuado para resistir las cargas vehiculares actuales y a futuro.

Para el diseño del drenaje longitudinal, se optó por cunetas de sección triangulares por facilidad constructiva y seguridad a los vehículos, cuyas cunetas serán de concreto, cumpliendo con velocidades y que su capacidad de caudal sea mayor a la escorrentía superficial de la plataforma vial o de los taludes aledaños, de esta forma se asegura un correcto drenaje longitudinal brindando seguridad y previniendo problemas como inundaciones o filtraciones.

Para el drenaje transversal se colocó sumideros de acuerdo con la topografía buscando las pendientes más bajas, la cual recolectará el caudal transportado por las cunetas, el cual mediante tirantes que son tuberías de PVC de 200 mm los cuales se conectan a 45° hacia el sistema de alcantarillado existente el cual se encargara de recolectar las aguas lluvias, verificando que el sistema de alcantarillado tenga la capacidad de captar los caudales que son recibidos por los sumideros.

En el diseño de señalización, se tomó en cuenta la tipología del terreno y el tipo de vía, para el proyecto debido a que es un vía clase IV no se realizó un diseño de señalización horizontal por motivos de funcionalidad y eficiencia de dichas señalización, en el caso de la señalización vertical, se tomó en cuenta el sector ganadero en el que está ubicado la vía, la existencia de riesgos de colisión en los cruces, pendientes pronunciadas y miradores con lindos paisajes, tomando en cuenta todas estas consideraciones se procedió con el diseño de la señalización vertical que proporciona información importante sobre el sector de la vía, y los riesgos en el camino.

Este proyecto tiene un impacto ambiental significativo dado que no se realizará deforestación, fragmentación de hábitat de vida Silvestre, contaminación del suelo y agua, por tal motivo a este proyecto se lo puede considerar como un equilibrio armonioso entre el progreso

humano y la conservación de la naturaleza.

## **RECOMENDACIONES**

La socialización con los moradores aledaños al proyecto para que quede constancia y tengan el conocimiento de lo que se va a ejecutar y los beneficios a largo plazo, esto se hace con el fin de evitar problemas o malentendidos, y nos brinden la facilidad y la confianza para ejecutar el estudio del proyecto de manera exitosa.

Para asegurarnos una vida útil larga del proyecto se recomienda ejecutar un mantenimiento constante de la plataforma vial por parte del Municipio de Quito, así como los sistemas de drenaje, para que las fallas menores no se agraven elevando el costo de mantenimiento o peor aún volver a construir la vía.

Debido a que el proyecto está ubicado en un terreno de tipología montañoso del Distrito Metropolitano de Quito, se tienen condiciones como el clima ya que en tiempo de invierno se presenta neblina imposibilitando la visión, por esta razón se recomienda ejecutar este proyecto en épocas de verano asegurando una continuidad con los trabajos de obra civil y evitar accidentes en obra.

## REFERENCIAS

- Araujo William. N (2015). *Método alternativo para predecir CBR en diseño de pavimentos*. [Trabajo de Pregrado, Universidad De Piura].  
<https://www.udep.edu.pe/hoy/2015/01/metodo-alternativocbr/#~:text=El%20Ensayo%20CBR%20>
- Balcázar y Pachacama. N (2023). *Diseño geométrico y estructural de la vía Agustín Albán Borja (S42) desde la abscisa 0+020 hasta la abscisa 2+600 ubicado en la parroquia Chillogallo, cantón Quito, provincia Pichincha*. [Trabajo de Pregrado, Universidad Politécnica Salesana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24203>
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación (3 ed.)*. Ed. PEARSON.
- Calvis, C. O. (2006). Tipos de investigación. *Revista Científica General José María Córdova*, 4(4).
- Castaño Martínez, F. L., Herrera Betín, J. M., Gómez Sáenz, J., & Reyes Lizcano, F. (2009). Pavimentos Flexibles-Análisis cualitativo del flujo de agua de una estructura de pavimento flexible en Bogotá D.C. *Revista UCR*, 2.
- Chavez, B.E.M. (2021). Tipos de investigación. Diseño de alcantarilla para el paso de organismos acuáticos, 11(1).

Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones San Martín. (2017, 24 de agosto).

*Manual del conductor.*

<http://www.drctsanmartin.gob.pe/manual.php>

Flores, M. S. (2020). *Diseño geométrico de la alternativa vial Shuyo – Pinllopata en el tramo km 12 + 000 - 16 + 000 perteneciente a los cantones Pujilí y Pangua de la provincia de Cotopaxi.* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30641>

Fonseca, M. (2001). *Ingeniería de pavimento para carreteras* (2 ed.). Ed. ESTELLA VALBUENA DE FIERRO.

[https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria\\_de\\_pavimentos\\_Alfonso\\_Montejo\\_Fonseca](https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Montejo_Fonseca)

Gómez Henry, J. S. (2020). *Diseño vial para la ampliación, rectificación y asfaltado.* [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18597>

INAMHI. (2015). *Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación.*

[https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO\\_DE\\_INTENSIDAD\\_ES\\_V\\_FINAL.pdf](https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDAD_ES_V_FINAL.pdf)

INEN, R. 004-1.(2011). *Señalización vial. Parte 1: Señalización Vertical.*

[https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015\\_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf)

Ministerio de Transporte y Obras Públicas [MTO]. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras.*

WordPress [https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dediseccion-decarretera\\_2003-ecuador.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dediseccion-decarretera_2003-ecuador.pdf)

Ministerio de Transporte y Obras Públicas [MTO]. (2013). *Normas para estudios y diseños viales* (Vol. 2).

[https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013\\_Manual\\_NEVI12\\_VOLUMEN\\_2A.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI12_VOLUMEN_2A.pdf)

MOP001F. (2002). *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.*

[https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/MPR\\_Chimborazo\\_Cumanda\\_Especificaciones\\_Tecnicas-MOP-001-F-2002.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/MPR_Chimborazo_Cumanda_Especificaciones_Tecnicas-MOP-001-F-2002.pdf)

Olivera, F. (2017). *Manual de drenaje para caminos rurales*. Ed. SECRETARÍA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PÚBLICAS  
[http://dimsec.com/wp-content/uploads/2017/09/Manual- deDrenaje-Para-Caminos-Rurales.pdf](http://dimsec.com/wp-content/uploads/2017/09/Manual-deDrenaje-Para-Caminos-Rurales.pdf)

Partes de una vía. (2023). *Partes de una vía*.  
<https://www.circulaseguro.com/parts-of-a-road/>

Victor Ponce M.. (2018). *Drenaje de carreteras*.  
[https://ponce.sdsu.edu/drenaje\\_de\\_carreteras\\_c.html](https://ponce.sdsu.edu/drenaje_de_carreteras_c.html)

Yerovi Geovanny. O.V (2021). *Diseño geométrico de las calles del barrio San Isidro, de longitud 4.2 km ubicadas en la parroquia de Guamaní - cantón Quito - provincia de Pichincha*. [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador].  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/24678>

## GLOSARIO

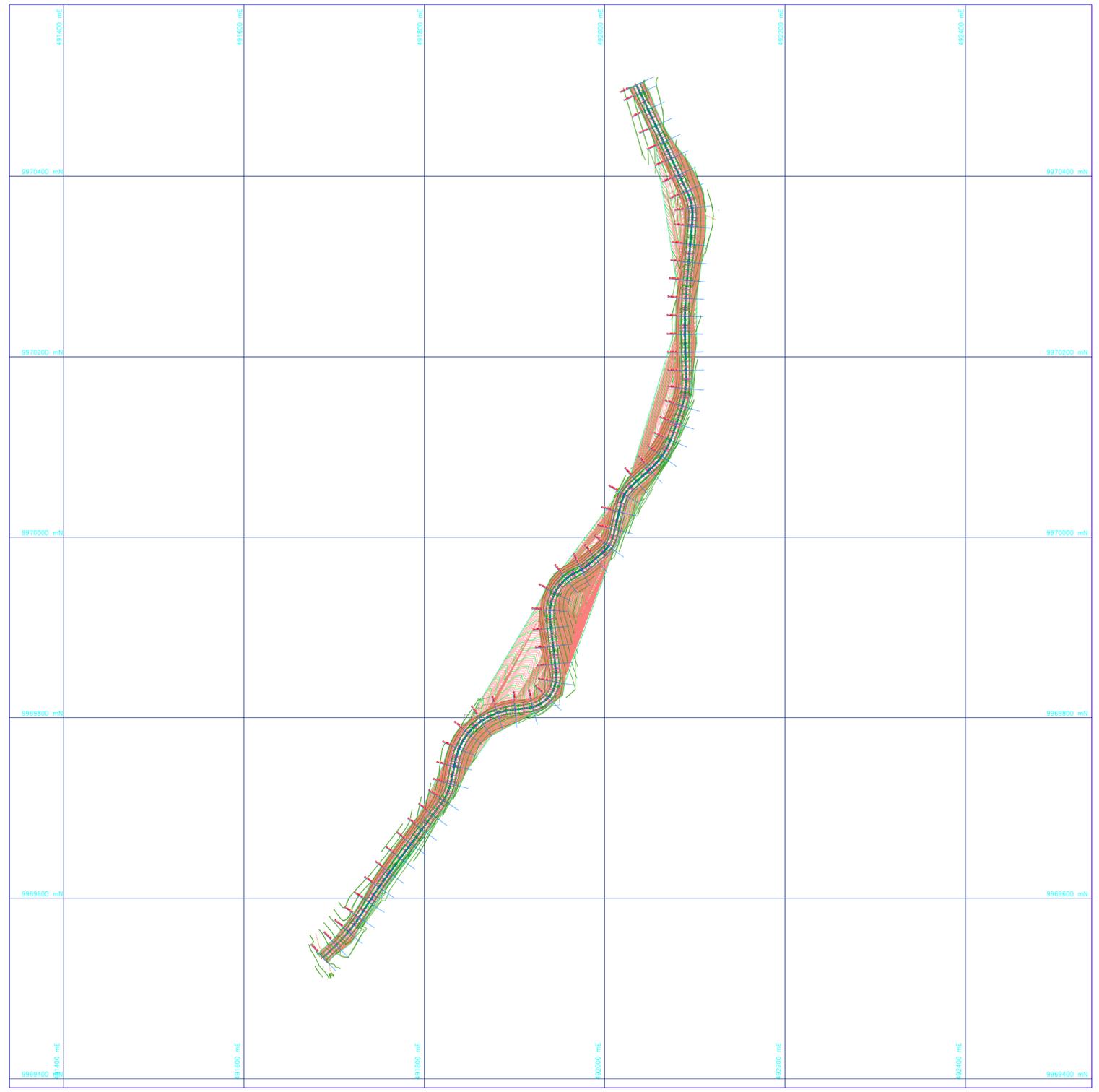
- **Prefactibilidad:** Es un análisis preliminar el cual evalúa si un proyecto es viable o no.
- **Drenaje:** Es la acción de recolectar el agua que se encuentra sobre la calzada para poder ser evacuada mediante las cunetas y posteriormente por las alcantarillas transversales.
- **Precipitación:** Consiste en la caída del agua desde la atmosfera hacia la superficie dando lugar al ciclo hidrológico.
- **Capa de rodadura:** Es aquella superficie por donde circulan los vehículos la cual está constituida ya sea por hormigón o asfalto.

- **TPDA:** Es el tráfico promedio que circula por una vía diariamente mediante un año calendario.
- **SPT:** Es un ensayo que se utiliza para determinar la resistencia de penetración y las características del suelo.
- **HIDROPLANEIO:** Consiste en la pérdida de tracción y control debido a que existe una película de agua entre el neumático del vehículo y la capa de rodadura.

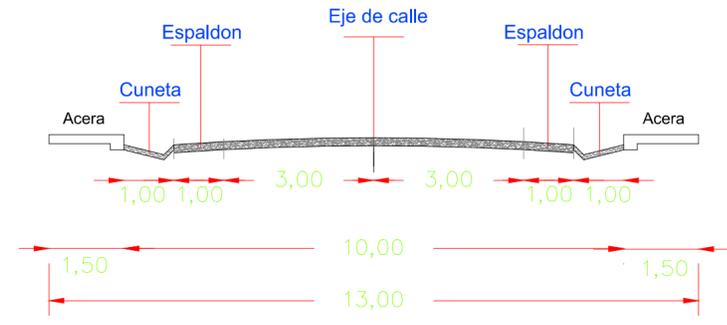
## **ANEXOS**



Escala **DISEÑO HORIZONTAL** 1:4000



escala **IMPLANTACION GENERAL** 1:100



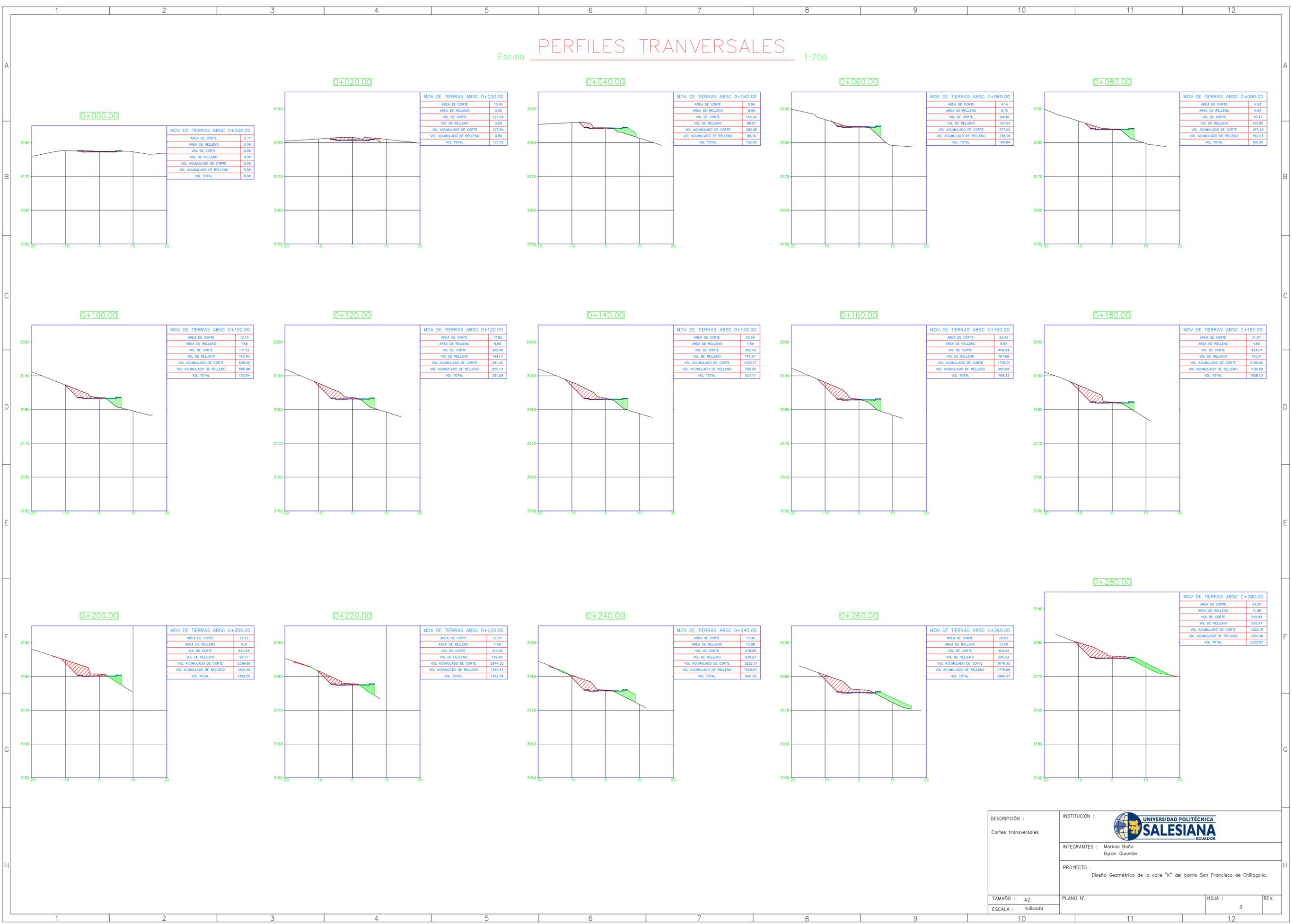
**CALLE "K"**  
EMPEDRADO

DESCRIPCIÓN : Diseño Horizontal Implantación General	INSTITUCIÓN :  <b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</b> Ecuador
	INTEGRANTES : Markos Baño Byron Guamán.
	PROYECTO : Diseño Geométrico de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo.
TAMAÑO : A2 ESCALA : Indicada	PLANO N°: HOJA : 1 REV.:

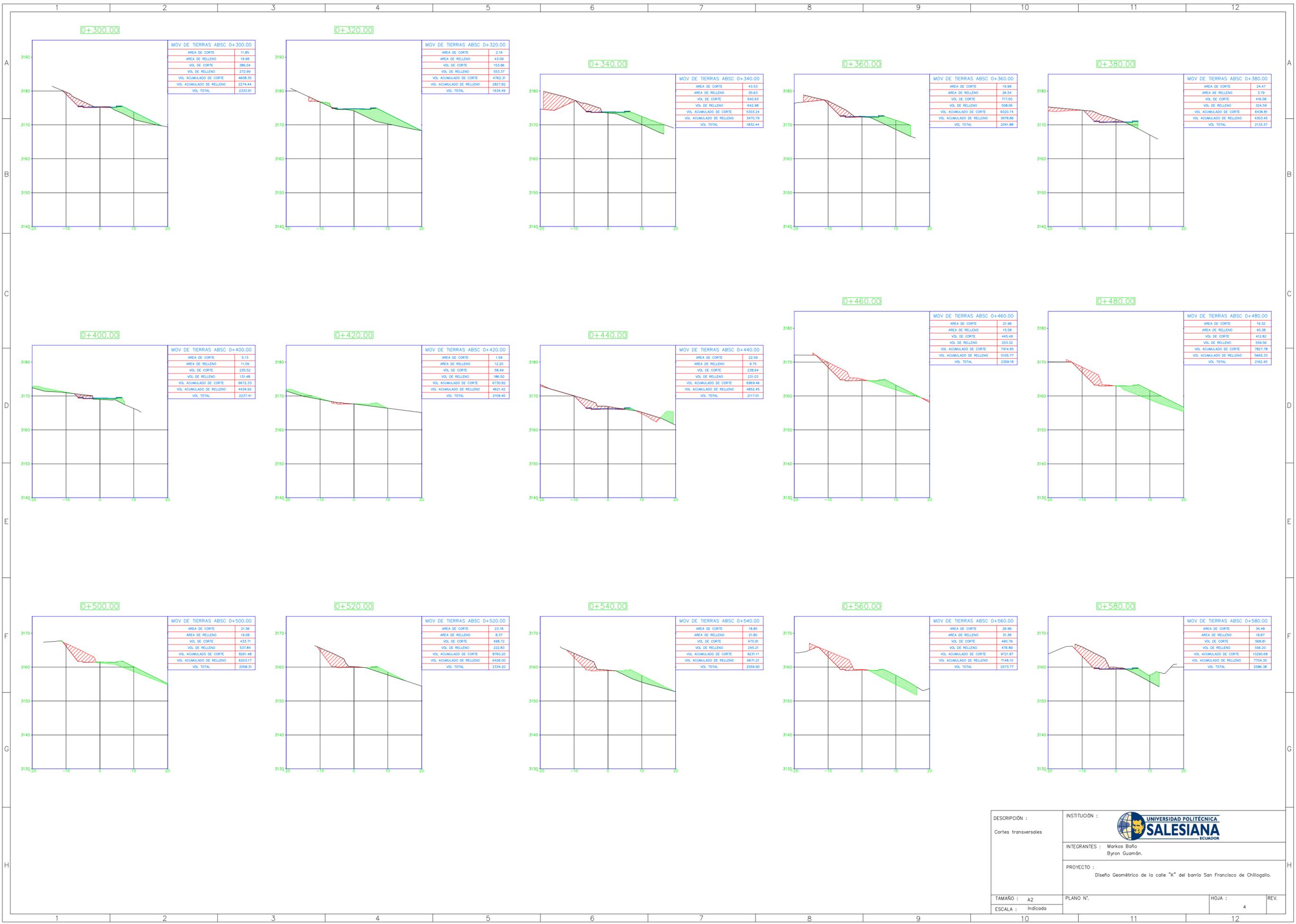


# PERFILES TRANSVERSALES

Escala 1:700



DESCRIPCIÓN : Cortes transversales	INSTITUCIÓN :  UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR
	INTEGRANTES : Markos Baño Byron Guamán.
	PROYECTO : Diseño Geométrico de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo.
TAMAÑO : A2	PLANO N°:
ESCALA : Indicada	HOJA : 3
	REV.



MOV DE TIERRAS ABS C 0+300.00

AREA DE CORTE	11.85
AREA DE RELLENO	19.98
VOL. DE CORTE	386.04
VOL. DE RELLENO	272.89
VOL. ACUMULADO DE CORTE	4608.35
VOL. ACUMULADO DE RELLENO	2274.44
VOL. TOTAL	2333.91

MOV DE TIERRAS ABS C 0+320.00

AREA DE CORTE	2.19
AREA DE RELLENO	43.09
VOL. DE CORTE	540.93
VOL. DE RELLENO	553.37
VOL. ACUMULADO DE CORTE	4762.31
VOL. ACUMULADO DE RELLENO	2827.82
VOL. TOTAL	1934.49

MOV DE TIERRAS ABS C 0+340.00

AREA DE CORTE	43.53
AREA DE RELLENO	30.63
VOL. DE CORTE	540.93
VOL. DE RELLENO	642.98
VOL. ACUMULADO DE CORTE	5303.24
VOL. ACUMULADO DE RELLENO	3470.79
VOL. TOTAL	1832.44

MOV DE TIERRAS ABS C 0+360.00

AREA DE CORTE	19.98
AREA DE RELLENO	26.54
VOL. DE CORTE	717.50
VOL. DE RELLENO	528.06
VOL. ACUMULADO DE CORTE	6020.74
VOL. ACUMULADO DE RELLENO	3978.86
VOL. TOTAL	2041.88

MOV DE TIERRAS ABS C 0+380.00

AREA DE CORTE	24.47
AREA DE RELLENO	3.79
VOL. DE CORTE	416.36
VOL. DE RELLENO	324.59
VOL. ACUMULADO DE CORTE	6436.81
VOL. ACUMULADO DE RELLENO	4303.45
VOL. TOTAL	2133.37

MOV DE TIERRAS ABS C 0+400.00

AREA DE CORTE	5.13
AREA DE RELLENO	11.09
VOL. DE CORTE	235.52
VOL. DE RELLENO	131.48
VOL. ACUMULADO DE CORTE	6672.33
VOL. ACUMULADO DE RELLENO	4434.92
VOL. TOTAL	2237.41

MOV DE TIERRAS ABS C 0+420.00

AREA DE CORTE	1.59
AREA DE RELLENO	12.20
VOL. DE CORTE	58.49
VOL. DE RELLENO	186.50
VOL. ACUMULADO DE CORTE	6730.82
VOL. ACUMULADO DE RELLENO	4621.42
VOL. TOTAL	2109.40

MOV DE TIERRAS ABS C 0+440.00

AREA DE CORTE	22.59
AREA DE RELLENO	9.75
VOL. DE CORTE	238.64
VOL. DE RELLENO	231.03
VOL. ACUMULADO DE CORTE	6969.46
VOL. ACUMULADO DE RELLENO	4852.45
VOL. TOTAL	2117.01

MOV DE TIERRAS ABS C 0+460.00

AREA DE CORTE	21.96
AREA DE RELLENO	15.58
VOL. DE CORTE	445.49
VOL. DE RELLENO	253.32
VOL. ACUMULADO DE CORTE	7414.95
VOL. ACUMULADO DE RELLENO	5105.77
VOL. TOTAL	2309.18

MOV DE TIERRAS ABS C 0+480.00

AREA DE CORTE	19.32
AREA DE RELLENO	40.38
VOL. DE CORTE	412.82
VOL. DE RELLENO	559.56
VOL. ACUMULADO DE CORTE	7827.78
VOL. ACUMULADO DE RELLENO	5665.33
VOL. TOTAL	2162.45

MOV DE TIERRAS ABS C 0+500.00

AREA DE CORTE	21.56
AREA DE RELLENO	19.28
VOL. DE CORTE	433.71
VOL. DE RELLENO	537.84
VOL. ACUMULADO DE CORTE	8261.48
VOL. ACUMULADO DE RELLENO	6203.17
VOL. TOTAL	2058.31

MOV DE TIERRAS ABS C 0+520.00

AREA DE CORTE	23.18
AREA DE RELLENO	8.37
VOL. DE CORTE	498.72
VOL. DE RELLENO	222.83
VOL. ACUMULADO DE CORTE	8760.20
VOL. ACUMULADO DE RELLENO	6426.00
VOL. TOTAL	2334.20

MOV DE TIERRAS ABS C 0+540.00

AREA DE CORTE	18.80
AREA DE RELLENO	21.80
VOL. DE CORTE	470.91
VOL. DE RELLENO	245.21
VOL. ACUMULADO DE CORTE	9231.11
VOL. ACUMULADO DE RELLENO	6671.21
VOL. TOTAL	2559.90

MOV DE TIERRAS ABS C 0+560.00

AREA DE CORTE	26.96
AREA DE RELLENO	31.58
VOL. DE CORTE	495.78
VOL. DE RELLENO	476.89
VOL. ACUMULADO DE CORTE	9721.87
VOL. ACUMULADO DE RELLENO	7148.10
VOL. TOTAL	2573.77

MOV DE TIERRAS ABS C 0+580.00

AREA DE CORTE	34.48
AREA DE RELLENO	18.87
VOL. DE CORTE	568.81
VOL. DE RELLENO	596.20
VOL. ACUMULADO DE CORTE	10290.68
VOL. ACUMULADO DE RELLENO	7704.30
VOL. TOTAL	2586.38

DESCRIPCIÓN : Cortes transversales

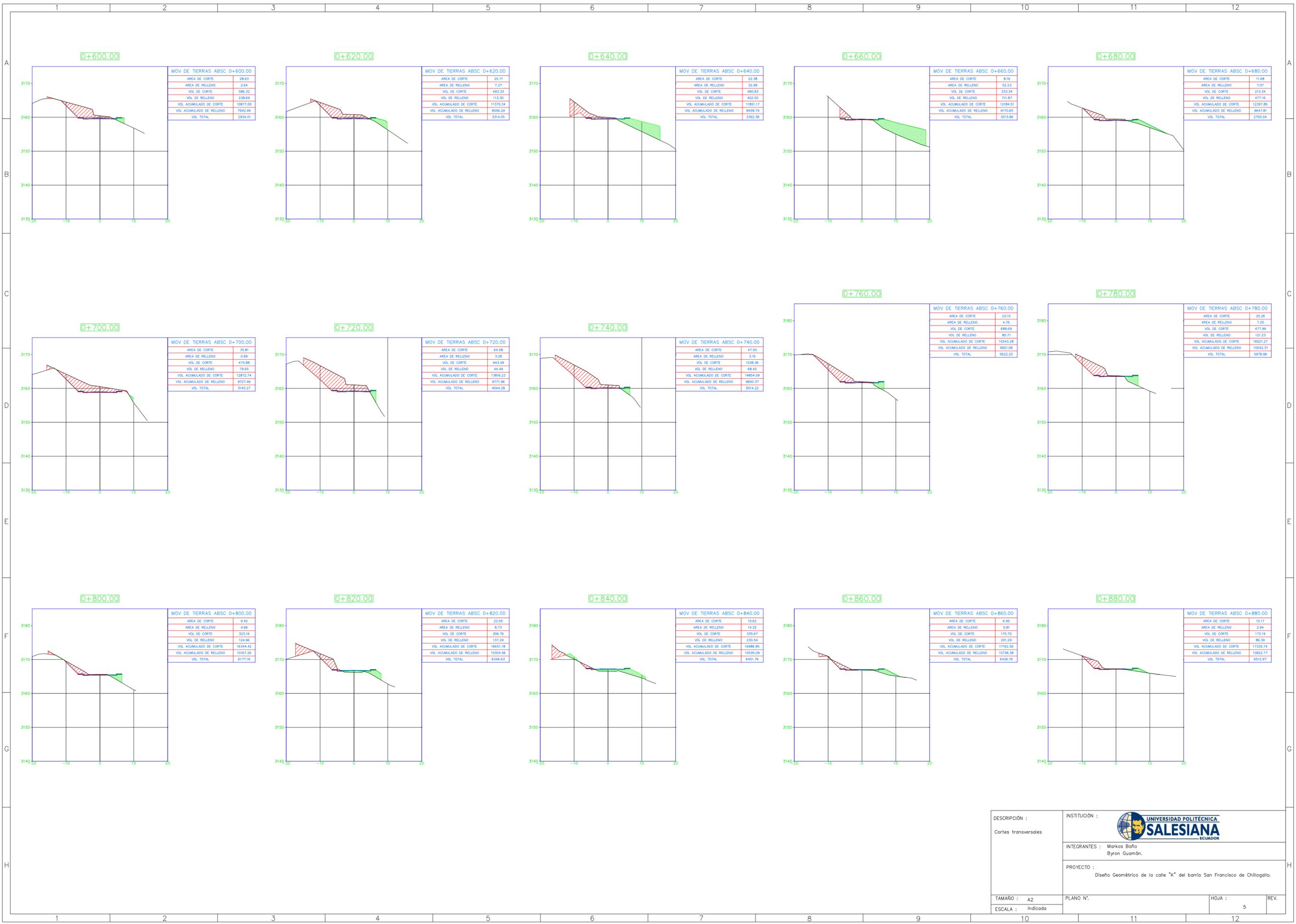
INSTITUCIÓN :  UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

INTEGRANTES : Markos Baño  
Byron Guamán.

PROYECTO : Diseño Geométrico de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo.

TAMAÑO : A2 ESCALA : Indicada

PLANO N° : HOJA : 4 REV.



MOV DE TIERRAS ABSC 0+600.00

AREA DE CORTE	28.63
AREA DE RELLENO	2.64
VOL DE CORTE	596.32
VOL DE RELLENO	238.69
VOL ACUMULADO DE CORTE	16877.00
VOL ACUMULADO DE RELLENO	7942.99
VOL TOTAL	2934.01

MOV DE TIERRAS ABSC 0+620.00

AREA DE CORTE	25.71
AREA DE RELLENO	7.27
VOL DE CORTE	483.33
VOL DE RELLENO	113.30
VOL ACUMULADO DE CORTE	11370.34
VOL ACUMULADO DE RELLENO	8056.29
VOL TOTAL	3314.05

MOV DE TIERRAS ABSC 0+640.00

AREA DE CORTE	22.38
AREA DE RELLENO	32.98
VOL DE CORTE	460.83
VOL DE RELLENO	402.50
VOL ACUMULADO DE CORTE	11851.17
VOL ACUMULADO DE RELLENO	8458.79
VOL TOTAL	3392.38

MOV DE TIERRAS ABSC 0+660.00

AREA DE CORTE	8.16
AREA DE RELLENO	52.23
VOL DE CORTE	333.34
VOL DE RELLENO	711.87
VOL ACUMULADO DE CORTE	12184.51
VOL ACUMULADO DE RELLENO	9170.65
VOL TOTAL	3013.86

MOV DE TIERRAS ABSC 0+680.00

AREA DE CORTE	11.68
AREA DE RELLENO	7.07
VOL DE CORTE	213.34
VOL DE RELLENO	472.16
VOL ACUMULADO DE CORTE	12397.85
VOL ACUMULADO DE RELLENO	9647.81
VOL TOTAL	2750.04

MOV DE TIERRAS ABSC 0+700.00

AREA DE CORTE	35.81
AREA DE RELLENO	1.89
VOL DE CORTE	474.88
VOL DE RELLENO	79.65
VOL ACUMULADO DE CORTE	12872.74
VOL ACUMULADO DE RELLENO	9727.46
VOL TOTAL	3145.27

MOV DE TIERRAS ABSC 0+720.00

AREA DE CORTE	64.58
AREA DE RELLENO	3.28
VOL DE CORTE	943.49
VOL DE RELLENO	44.49
VOL ACUMULADO DE CORTE	13816.23
VOL ACUMULADO DE RELLENO	9771.96
VOL TOTAL	4044.28

MOV DE TIERRAS ABSC 0+740.00

AREA DE CORTE	47.50
AREA DE RELLENO	3.16
VOL DE CORTE	1038.36
VOL DE RELLENO	68.42
VOL ACUMULADO DE CORTE	14854.59
VOL ACUMULADO DE RELLENO	9840.37
VOL TOTAL	5014.22

MOV DE TIERRAS ABSC 0+760.00

AREA DE CORTE	23.15
AREA DE RELLENO	4.76
VOL DE CORTE	688.69
VOL DE RELLENO	80.71
VOL ACUMULADO DE CORTE	15543.28
VOL ACUMULADO DE RELLENO	9921.08
VOL TOTAL	5622.20

MOV DE TIERRAS ABSC 0+780.00

AREA DE CORTE	25.26
AREA DE RELLENO	7.25
VOL DE CORTE	477.99
VOL DE RELLENO	121.23
VOL ACUMULADO DE CORTE	16021.27
VOL ACUMULADO DE RELLENO	10042.31
VOL TOTAL	5978.96

MOV DE TIERRAS ABSC 0+800.00

AREA DE CORTE	9.42
AREA DE RELLENO	4.66
VOL DE CORTE	323.14
VOL DE RELLENO	124.96
VOL ACUMULADO DE CORTE	16344.42
VOL ACUMULADO DE RELLENO	10167.26
VOL TOTAL	6177.16

MOV DE TIERRAS ABSC 0+820.00

AREA DE CORTE	22.95
AREA DE RELLENO	8.75
VOL DE CORTE	326.76
VOL DE RELLENO	137.29
VOL ACUMULADO DE CORTE	16651.18
VOL ACUMULADO DE RELLENO	10304.56
VOL TOTAL	6346.63

MOV DE TIERRAS ABSC 0+840.00

AREA DE CORTE	19.62
AREA DE RELLENO	14.32
VOL DE CORTE	335.67
VOL DE RELLENO	230.54
VOL ACUMULADO DE CORTE	16886.85
VOL ACUMULADO DE RELLENO	10535.09
VOL TOTAL	6451.76

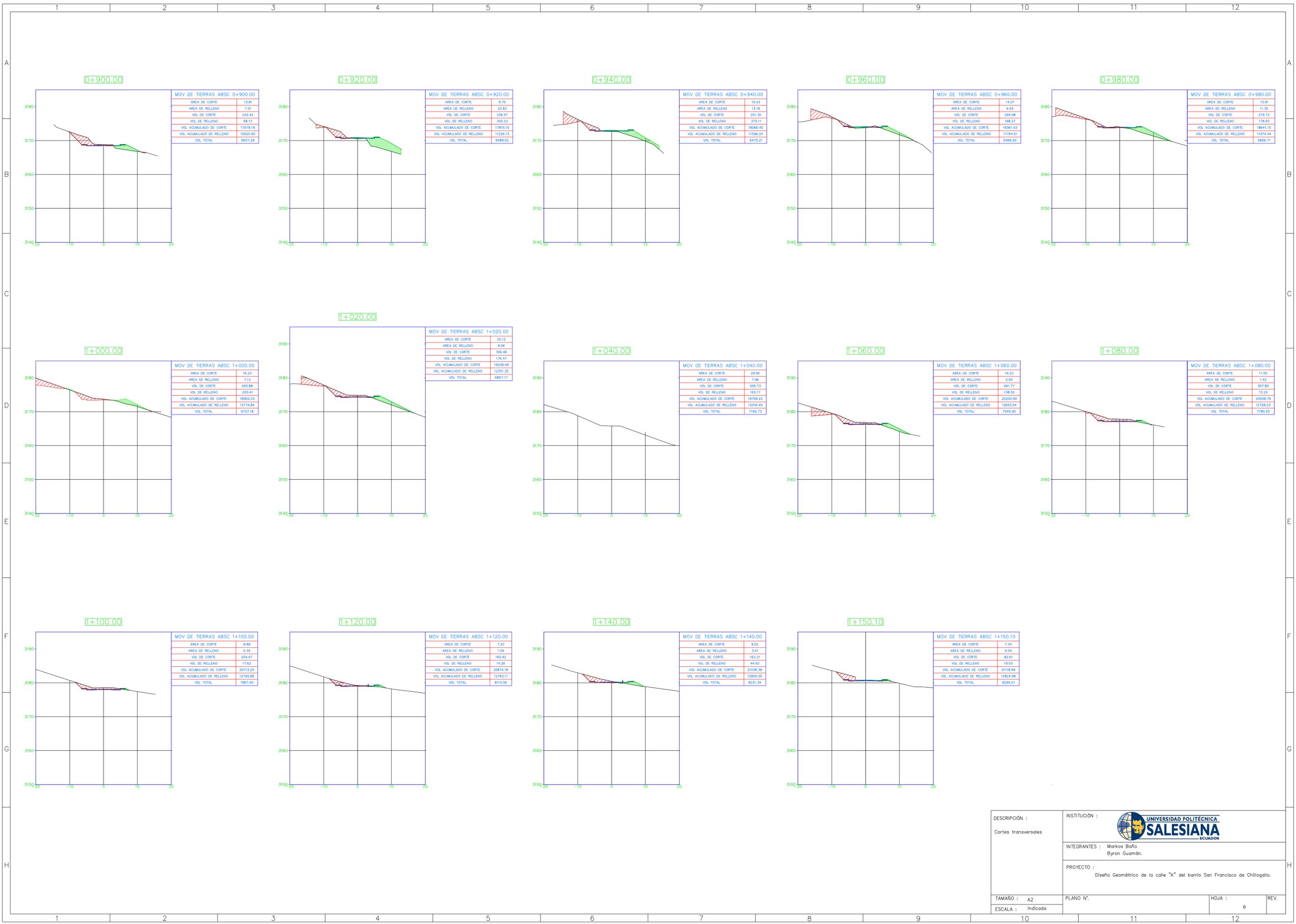
MOV DE TIERRAS ABSC 0+860.00

AREA DE CORTE	6.95
AREA DE RELLENO	5.91
VOL DE CORTE	175.70
VOL DE RELLENO	201.29
VOL ACUMULADO DE CORTE	17162.56
VOL ACUMULADO DE RELLENO	10736.38
VOL TOTAL	6426.18

MOV DE TIERRAS ABSC 0+880.00

AREA DE CORTE	10.17
AREA DE RELLENO	2.84
VOL DE CORTE	173.19
VOL DE RELLENO	86.39
VOL ACUMULADO DE CORTE	17335.74
VOL ACUMULADO DE RELLENO	10822.77
VOL TOTAL	6512.97

DESCRIPCIÓN : Cortes transversales	INSTITUCIÓN :  UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR
	INTEGRANTES : Markos Baño Byron Guamán.
	PROYECTO : Diseño Geométrico de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillagallo.
TAMAÑO : A2	PLANO N°:
ESCALA : Indicada	HOJA : 5
	REV.



MOV DE TIERRAS ABS 0+900.00

AREA DE CORTE	13.81
AREA DE RELLENO	7.01
VOL DE CORTE	242.44
VOL DE RELLENO	98.13
VOL ACUMULADO DE CORTE	17578.18
VOL ACUMULADO DE RELLENO	10920.90
VOL TOTAL	6557.29

MOV DE TIERRAS ABS 0+920.00

AREA DE CORTE	9.70
AREA DE RELLENO	23.83
VOL DE CORTE	236.97
VOL DE RELLENO	305.23
VOL ACUMULADO DE CORTE	17815.15
VOL ACUMULADO DE RELLENO	11226.13
VOL TOTAL	6589.02

MOV DE TIERRAS ABS 0+940.00

AREA DE CORTE	15.43
AREA DE RELLENO	13.18
VOL DE CORTE	251.30
VOL DE RELLENO	370.11
VOL ACUMULADO DE CORTE	18066.45
VOL ACUMULADO DE RELLENO	11596.24
VOL TOTAL	6470.21

MOV DE TIERRAS ABS 0+960.00

AREA DE CORTE	14.07
AREA DE RELLENO	6.65
VOL DE CORTE	294.98
VOL DE RELLENO	198.37
VOL ACUMULADO DE CORTE	18261.43
VOL ACUMULADO DE RELLENO	11794.61
VOL TOTAL	6566.82

MOV DE TIERRAS ABS 0+980.00

AREA DE CORTE	13.91
AREA DE RELLENO	11.35
VOL DE CORTE	279.72
VOL DE RELLENO	179.93
VOL ACUMULADO DE CORTE	18541.15
VOL ACUMULADO DE RELLENO	11974.44
VOL TOTAL	6566.71

MOV DE TIERRAS ABS 1+000.00

AREA DE CORTE	16.23
AREA DE RELLENO	7.13
VOL DE CORTE	260.88
VOL DE RELLENO	200.41
VOL ACUMULADO DE CORTE	18802.03
VOL ACUMULADO DE RELLENO	12174.84
VOL TOTAL	6727.18

MOV DE TIERRAS ABS 1+020.00

AREA DE CORTE	20.10
AREA DE RELLENO	8.56
VOL DE CORTE	306.48
VOL DE RELLENO	178.47
VOL ACUMULADO DE CORTE	19208.49
VOL ACUMULADO DE RELLENO	12351.32
VOL TOTAL	6857.17

MOV DE TIERRAS ABS 1+040.00

AREA DE CORTE	29.95
AREA DE RELLENO	7.98
VOL DE CORTE	500.73
VOL DE RELLENO	165.17
VOL ACUMULADO DE CORTE	19709.22
VOL ACUMULADO DE RELLENO	12516.49
VOL TOTAL	7192.73

MOV DE TIERRAS ABS 1+060.00

AREA DE CORTE	19.23
AREA DE RELLENO	5.90
VOL DE CORTE	491.77
VOL DE RELLENO	138.55
VOL ACUMULADO DE CORTE	20200.99
VOL ACUMULADO DE RELLENO	12655.04
VOL TOTAL	7545.95

MOV DE TIERRAS ABS 1+080.00

AREA DE CORTE	11.55
AREA DE RELLENO	1.42
VOL DE CORTE	307.85
VOL DE RELLENO	73.20
VOL ACUMULADO DE CORTE	20508.79
VOL ACUMULADO DE RELLENO	12728.23
VOL TOTAL	7780.55

MOV DE TIERRAS ABS 1+100.00

AREA DE CORTE	8.89
AREA DE RELLENO	0.34
VOL DE CORTE	204.47
VOL DE RELLENO	17.62
VOL ACUMULADO DE CORTE	20713.25
VOL ACUMULADO DE RELLENO	12745.86
VOL TOTAL	7967.40

MOV DE TIERRAS ABS 1+120.00

AREA DE CORTE	7.20
AREA DE RELLENO	1.09
VOL DE CORTE	160.93
VOL DE RELLENO	14.26
VOL ACUMULADO DE CORTE	20874.18
VOL ACUMULADO DE RELLENO	12760.11
VOL TOTAL	8114.06

MOV DE TIERRAS ABS 1+140.00

AREA DE CORTE	9.02
AREA DE RELLENO	3.41
VOL DE CORTE	163.21
VOL DE RELLENO	44.93
VOL ACUMULADO DE CORTE	21036.38
VOL ACUMULADO DE RELLENO	12805.05
VOL TOTAL	8231.34

MOV DE TIERRAS ABS 1+150.10

AREA DE CORTE	7.34
AREA DE RELLENO	0.54
VOL DE CORTE	83.61
VOL DE RELLENO	19.93
VOL ACUMULADO DE CORTE	21118.99
VOL ACUMULADO DE RELLENO	12824.98
VOL TOTAL	8294.01

DESCRIPCIÓN : Cortes transversales	INSTITUCIÓN :  UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR
	INTEGRANTES : Markos Baño Byron Guamán.
	PROYECTO : Diseño Geométrico de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo.
TAMAÑO : A2 ESCALA : Indicada	PLANO N°: HOJA : 6 REV.

DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA K DESDE LA ABCISIA 0+320 HASTA LA ABCISIA 1+671, UBICADO EN LA PARROQUIA CHILLOGALLO, CANTÓN QUITO, PROVINCIA PICHINCHA

CONTIENE:  
  
IMPLEMENTACION DE SEÑALIZACION VERTICAL

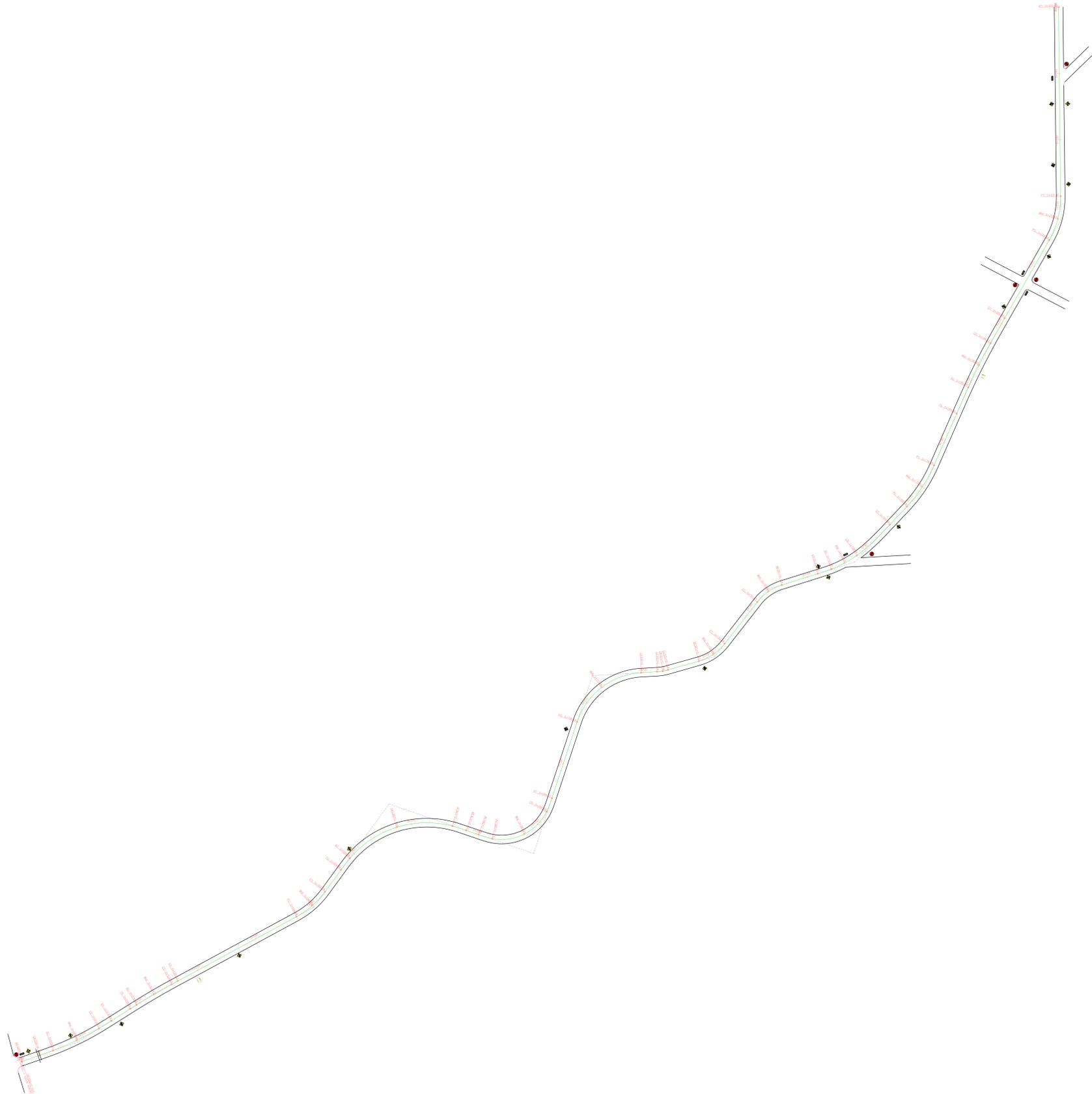
SEÑALIZACIÓN VERTICAL

SEÑAL:	CANT:
	5
	5
	1
	2
	6
	1
	2
	4
	2

ELABORADO POR:  
Ests. Markos Baño y Byron Guamán

TUTOR: ESCALA:  
Ing. Byron Altamirano SIN ESCALA

FECHA:  
julio/2024



## Universidad Politécnica Salesiana

### PROYECTO DE EMPEDRADO DE LA CALLE "K" DEL BARRIO SAN FRANCISCO DE CHILLOGALLO

Nombres: Markos Baño - Byron Guamán

Fecha: 30 de Junio del 2024

Orden	Nombre	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Limpieza y Desbroce	m2	4600	2.10	9651.26736
2	Replanteo y nivelacion	km	1.15	115.19	132.470547
3	Bodega	m2	6	28.96	173.787516
4	Excavacion tramo de via	m3	21118.99	2.18	45957.5494
5	Excavacion para cunetas	m3	230	4.40	1011.06652
6	Excavacion para sumidero	m3	1.5	4.40	6.5939121
7	Transporte de material de excavacion	m3/km	8294.01	0.94	7788.15501
8	Nivelado y compactado	m2	9200	1.24	11418.672
9	Transporte e instalacion de empedrado (e=12cm)	m2	9200	46.37	426594.399
10	Transporte , tendido y emporado con arena fina (Subbase C3)	m2	9200	45.67	420122.177
11	Hormigón simple f'c: 210kg/cm2 para cunetas triangulares e:12cm.	m3	303.6	16.80	5099.18812
12	Adqisicion e instalacion de sumideros prefabricados	U	5	169.90	849.516
13	Limpieza final de todo el proyecto	m2	2875.0	2.09	5998.86
				<b>Σ</b>	<b>934803.702</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:		Markos Baño - Byron Guamán			
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO:		Empedrado de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo			
RUBRO:	Limpieza y Desbroce		FECHA :	30 de Junio del 2024	
DETALLE:	En el area de construccion sera realizada a mano			UNIDAD:	m2
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor (5% mo)					0.08326
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.08326</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO horas - hombre	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	1.00000	4.14000	4.14000	0.13300	0.55062
Operador de maquinaria	1.00000	4.19000	4.19000	0.13300	0.55727
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	1.00000	4.19000	4.19000	0.13300	0.55727
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.66516</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.00000</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00000</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>1.74842</b>
<b>INDIRECTOS %</b>				10.00%	0.17484
<b>UTILIDAD %</b>				10.00%	0.17484
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2.09810</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>2.10</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OFERENTE:		Markos Baño - Byron Guamán			
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO:		Empedrado de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo			
RUBRO:	Replanteo y nivelacion	FECHA :	30 de Junio del 2024		
DETALLE:	Con equipo topografico		UNIDAD:	km	
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Herramienta menor (5% mo)					0.29015
Equipo topografico	1.00000	4.00000	4.00000	1.90000	7.60000
Vehículo	1.00000	5.00000	5.00000	1.90000	9.50000
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>17.39015</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO horas - hombre	COSTO	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Topografo	1.00000	4.65000	4.65	0.10000	0.46500
Cadenero	2.00000	4.14000	8.28	0.10000	0.82800
Chofer	1.00000	4.10000	4.1	1.10000	4.51000
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>5.80300</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
Estacas de madera 4x4x40cm	U	86.00000	0.40000	34.40000	
Spray	U	3.00000	12.80000	38.40000	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>72.80000</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00000</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>95.99315</b>
<b>INDIRECTOS %</b>					10.00% <b>9.59932</b>
<b>UTILIDAD %</b>					10.00% <b>9.59932</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>115.19178</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>115.19</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:		Markos Baño - Byron Guamán			
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO:		Empedrado de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo			
RUBRO:	Bodega	FECHA :		30 de Junio del 2024	
DETALLE:	Contruida			UNIDAD:	m2
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor (5% mo)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					1.11206
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.11206</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO horas - hombre	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Albañil	1.00000	4.30	4.19	2.67000	11.18730
Peon	1.00000	4.10	4.14	2.67000	11.05380
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>22.24110</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tabla de monte	U	1.30000	0.18000	0.23400	
Clavos de 1 in	kg	0.20000	2.75000	0.55000	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.78400</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00000</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>24.13716</b>
<b>INDIRECTOS %</b>				10.00%	2.41372
<b>UTILIDAD %</b>				10.00%	2.41372
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>28.96459</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>28.96</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:		Markos Baño - Byron Guamán			
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO:		Empedrado de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo			
RUBRO:	Excavacion tramo de via		FECHA :	30 de Junio del 2024	
DETALLE:	Suelo natural		UNIDAD:	m3	
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Herramienta menor (5% mo)					0.00750
Excavadora	1.00000	51.00000	51.00000	0.01800	0.91800
Cargadora frontal	1.00000	41.00000	41.00000	0.01800	0.73800
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.66350</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO horas - hombre	COSTO	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Peon	1.00000	4.14000	4.14	0.01800	0.07452
Operador de maquinaria	1.00000	4.19000	4.19	0.01800	0.07542
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.14994</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.00000</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00000</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>1.81344</b>
<b>INDIRECTOS %</b>				10.00%	0.18134
<b>UTILIDAD %</b>				10.00%	0.18134
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2.17612</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>2.18</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:		Markos Baño - Byron Guamán			
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO:		Empedrado de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo			
RUBRO:	Excavacion para cunetas		FECHA :	30 de Junio del 2024	
DETALLE:	Suelo natural		UNIDAD:	m3	
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Herramienta menor (5% mo)					0.05539
Retroexcavadora 75hp	1.00000	25.00000	25.00000	0.10000	2.50000
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>2.55539</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO horas - hombre	COSTO	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Peon	1.00000	4.14000	4.14	0.13300	0.55062
Operador de maquinaria	1.00000	4.19000	4.19	0.13300	0.55727
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.10789</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.00000</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00000</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>3.66328</b>
<b>INDIRECTOS %</b>				10.00%	0.36633
<b>UTILIDAD %</b>				10.00%	0.36633
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>4.39594</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>4.40</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:		Markos Baño - Byron Guamán			
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO:		Empedrado de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo			
RUBRO:	Excavacion para sumidero		FECHA :	30 de Junio del 2024	
DETALLE:	Suelo natural para sumidero		UNIDAD:	m3	
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Herramienta menor (5% mo) Retroexcavadora 75hp	1.00000	25.00000	25.00000	0.10000	0.05539 2.50000
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>2.55539</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO horas - hombre	COSTO	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Peon	1.00000	4.14000	4.14	0.13300	0.55062
Operador de maquinaria	1.00000	4.19000	4.19	0.13300	0.55727
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.10789</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.00000</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00000</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>3.66328</b>
INDIRECTOS %					10.00% 0.36633
UTILIDAD %					10.00% 0.36633
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>4.39594</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>4.40</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:		Markos Baño - Byron Guamán			
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO:		Empedrado de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo			
RUBRO:	Transporte de material de excavacion	FECHA :	30 de Junio del 2024		
DETALLE:	Transporte al botadero el Troje	UNIDAD:	m3/km		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Herramienta menor (5% mo)					0.00755
Volqueta de 8m3	1.00000	25.00000	25.00000	0.01200	0.30000
Cargadora frontal	1.00000	27.00000	27.00000	0.01200	0.32400
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.63155</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO horas - hombre	COSTO	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Peon	1.00000	4.14	4.14	0.01200	0.04968
Operador de maquinaria	1.00000	4.19	4.19	0.01200	0.05028
Chofer de volqueta	1.00000	4.25	4.25	0.01200	0.05100
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.15096</b>
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.00000</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00000</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>0.78251</b>
<b>INDIRECTOS %</b>				10.00%	0.07825
<b>UTILIDAD %</b>				10.00%	0.07825
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0.93901</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>0.94</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:		Markos Baño - Byron Guamán			
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO:		Empedrado de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo			
RUBRO:	Nivelado y compactado		FECHA :	30 de Junio del 2024	
DETALLE:	Todo el tramo de la calle "K"			UNIDAD:	m2
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Herramienta menor (5% mo)					0.04130
Motoniveladora	1.00000	1.00000	1.00000	0.05000	0.05000
Rodillo compactador liso	1.00000	1.00000	1.00000	0.05000	0.05000
Tanquero de agua	1.00000	0.70000	0.70000	0.05000	0.03500
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.17630</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO horas - hombre	COSTO	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Peon	1.00000	4.140	4.140	0.05000	0.20700
Operador de maquinaria	1.00000	4.190	4.190	0.05000	0.20950
Chofer de tanquero	1.00000	4.000	4.000	0.05000	0.20000
Maestro de obra civil	1.00000	4.190	4.190	0.05000	0.20950
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.82600</b>
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
Agua	m3	0.04000	0.80000	0.03200	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.03200</b>	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00000</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>1.03430</b>
<b>INDIRECTOS %</b>				10.00%	0.10343
<b>UTILIDAD %</b>				10.00%	0.10343
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1.24116</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1.24</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:		Markos Baño - Byron Guamán			
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO:		Empedrado de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo			
RUBRO:	Transporte e instalacion de empedrado (e=12cm)	FECHA :	30 de Junio del 2024		
DETALLE:	Todo el tramo de la calle "K" (e=12cm)		UNIDAD:	m2	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor (5% mo)					0.10366
Volqueta de 8m3	1.00000	25.00000	25.00000	0.01200	0.30000
Cargadora frontal	1.00000	27.00000	27.00000	0.01200	0.32400
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.72766</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO horas - hombre	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	1.00000	4.14	4.14	0.13300	0.55062
Operador de maquinaria	1.00000	4.19	4.19	0.13300	0.55727
Chofer de volqueta	1.00000	4.00	4.00	0.10000	0.40000
Maestro para empedrado	1.00000	4.25	4.25	0.13300	0.56525
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2.07314</b>
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Piedra coco (e=12cm)	m2	64.00000	0.56000	35.84000	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>35.84000</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00000</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>38.64080</b>
<b>INDIRECTOS %</b>				10.00%	3.86408
<b>UTILIDAD %</b>				10.00%	3.86408
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>46.36896</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>46.37</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:		Markos Baño - Byron Guamán			
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO:		Empedrado de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo			
RUBRO:	Transporte , tendido y emporado con arena fina (Subbase C3)	FECHA :	30 de Junio del 2024		
DETALLE:	Todo el tramo de la calle "K" encima del emprdrado (e=4cm)	UNIDAD:	m2		
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Herramienta menor (5% mo)					0.13265
Volqueta de 8m3	1.00000	1.00000	1.00000	0.03000	0.03000
Cargadora frontal	1.00000	1.00000	1.00000	0.01800	0.01800
Tanquero de agua	1.00000	0.70000	0.70000	0.03000	0.02100
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.20165</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO horas - hombre	COSTO	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Peon	1.00000	4.10	4.1	0.61500	2.52150
Operador de maquinaria	1.00000	4.30	4.3	0.01800	0.07740
Chofer de volqueta	1.00000	4.50	4.5	0.01200	0.05400
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2.65290</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
Subbase C3 (fina)	m2	64.00000	0.55000	35.20000	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>35.20000</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00000</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>38.05455</b>
<b>INDIRECTOS %</b>				10.00%	3.80545
<b>UTILIDAD %</b>				10.00%	3.80545
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>45.66545</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>45.67</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:		Markos Baño - Byron Guamán			
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO:		Empedrado de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo			
RUBRO:	Hormigón simple f'c: 210kg/cm2 para cunetas triangulares e:12cm.	FECHA :	30 de Junio del 2024		
DETALLE:	Todo el tramo de cunetas de la calle "K" (e=12cm)	UNIDAD:	m3		
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor (5% mo)	A	B	C=A*B	R	D=C*R 0.00497
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.00497</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO horas - hombre	COSTO	
Peon	A 1.00000	B 4.10	C=A*B 4.10	R 0.01200	D=C*R 0.04920
Maestro mayor	1.00000	4.19	4.19	0.01200	0.05028
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.09948</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Hormigón premezclado de f'c: 210kg/cm2	m3	A 0.13200	B 76.00000	C=A*B 10.03200	
Madera para encofrado	m2	2.40000	1.15000	2.76000	
Clavos	lb	1.00000	1.10000	1.10000	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>13.89200</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00000</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>13.99645</b>
<b>INDIRECTOS %</b>				10.00%	1.39965
<b>UTILIDAD %</b>				10.00%	1.39965
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>16.79574</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>16.80</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:		Markos Baño - Byron Guamán			
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO:		Empedrado de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo			
RUBRO:	Adqisicion e instalacion de sumideros prefabricados	FECHA :	30 de Junio del 2024		
DETALLE:	Como se especifica en el plano			UNIDAD:	U
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor (5% mo)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
					0.26600
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.26600</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO horas - hombre	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	1.00000	20.00	20.00	0.13300	2.66000
Maestro mayor	1.00000	20.00	20.00	0.13300	2.66000
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>5.32000</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Taza de sumidero mas pico (57x66)cm	U	1.00000	25.00000	25.00000	
Tuberia corrugada de 6m (D=150mm)	m	1.00000	18.00000	18.00000	
Cemento para remate	kg	1.00000	8.00000	8.00000	
Rejilla de acero fundido	U	1.00000	60.00000	60.00000	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>111.00000</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Camion	U	1.00000	25.00000	25.00000	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>25.00000</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>141.58600</b>
<b>INDIRECTOS %</b>					10.00% 14.15860
<b>UTILIDAD %</b>					10.00% 14.15860
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>169.90320</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>169.90</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:		Markos Baño - Byron Guamán			
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO:		Empedrado de la calle "K" del barrio San Francisco de Chillogallo			
RUBRO:	Limpeza final de todo el proyecto	FECHA :	30 de Junio del 2024		
DETALLE:	Todo el tramo de la calle "K"		UNIDAD:	m2	
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor (5% mo)					0.08280
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.08280</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO horas - hombre	COSTO	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	4.00000	4.14	16.56	0.10000	1.65600
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.65600</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.00000</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00000</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>1.73880</b>
<b>INDIRECTOS %</b>				10.00%	0.17388
<b>UTILIDAD %</b>				10.00%	0.17388
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2.08656</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>2.09</b>

**CRONOGRAMA VALORADO DEL PROYECTO DE EMPEDRADO DE LA CALLE "K" DEL BARRIO SAN FRANCISCO DE CHILLOGALLO**

N°	RUBRO	UNIDAD	PRECIO TOTAL	MES 1				MES 2				MES 3				
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3		
1	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR. Incluye conformación y compactación de subrasante.	m3	102'828.41	30'848.52	30'848.52	25'707.10	15'424.26									
				30%	30%	25%	15%									
2	TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN. (15,5 Km)	m3-km	84'132.33	25'239.70	25'239.70	21'033.08	12'619.85									
				30%	30%	25%	15%									
3	TRANSPORTE DE ROCA PARTIDA (piedra) . Transporte de la mina a la obra (11 km)	m3-km	112'176.44					33'652.93	33'652.93	22'435.29	22'435.29					
								30%	30%	20%	20%					
4	TRANPORTE DE ARENA. Incluye tendido .	m3	168'264.67					50'479.40	50'479.40	33'652.93	33'652.93					
								30%	30%	20%	20%					
5	ARMADO DE EMPEDRADO . Incluye cama de arena.	m2	373'921.48						74'784.30	74'784.30	74'784.30	74'784.30	74'784.30	74'784.30		
									20%	20%	20%	20%	20%	20%		
6	ARMADO DE MAESTRAS (Bermas) cada 3.5 m en pendientes mayores al 10% y cada 2 m en curvas de retorno.	m	37'392.15						9'348.04	9'348.04	7'478.43	7'478.43	3'739.21			
									25%	25%	20%	20%	10%			
7	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m3	9'348.04						1'308.73	1'308.73	1'308.73	1'308.73	1'308.73	1'308.73	2'804.41	
									14%	14%	14%	14%	14%	14%	30%	
8	CONSTRUCCIÓN SUMIDERO - REJILLA HIERRO, TAZA Y TUBERÍA 20cm. Incluye excavación, tubería 6m y cadena de seguridad.	UNIDA D	46'740.19									28'044.11		18'696.07		
												60%		40%		
<b>TOTAL USD</b>			<b>934'804</b>													
<b>INVERSION MENSUAL</b>				56'088.22	56'088.22	46'740.19	28'044.11	84'132.33	169'573.39	141'529.28	167'703.78	83'571.45	98'528.31	2'804.41		
<b>AVANCE PARCIAL EN %</b>				6.0%	6.0%	5.0%	3.0%	9.0%	18.1%	15.1%	17.9%	8.9%	10.5%	0.3%		
<b>INVERSION ACUMULADA</b>				56'088.22	112'176.44	158'916.63	186'960.74	271'093.07	440'666.46	582'195.74	749'899.52	833'470.97	931'999.28	934'804		
<b>AVANCE ACUMULADO EN %</b>				6.0%	12.0%	17.0%	20.0%	29.0%	47.1%	62.3%	80.2%	89.2%	99.7%	<b>100.0%</b>		