



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DE VIAS INTERNAS EN LA AMPLIACIÓN DE LA PARROQUIA  
ANDOAS DEL CANTÓN PEDRO VICENTE MALDONADO, PROVINCIA  
PICHINCHA**

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

AUTOR: Alex Xavier Cevallos Castro

TUTOR: Francisco Roberto Ortiz Navas

Quito – Ecuador

2023

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Alex Xavier Cevallos Castro con documento de identificación N° 1724702061

manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 2 de octubre del 2023

Atentamente,



Alex Xavier Cevallos Castro

1724702061

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

Yo, Alex Xavier Cevallos Castro con documento de identificación N° 1724702061, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Diseño de vías internas en la ampliación de la parroquia Andoas del Cantón Pedro Vicente Maldonado, provincia Pichincha”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Quito, 2 de octubre del 2023

Atentamente,



Alex Xavier Cevallos Castro

1724702061

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Francisco Roberto Ortiz Navas con documento de identificación N° 1717631244, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE VIAS INTERNAS EN LA AMPLIACIÓN DE LA PARROQUIA ANDOAS DEL CANTÓN PEDRO VICENTE MALDONADO, PROVINCIA PICHINCHA, realizado por Alex Xavier Cevallos Castro con documento de identificación N° 1724702061, 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, 2 de octubre del 2023

Atentamente,



Ing. Francisco Roberto Ortiz Navas, Ph.D.

1717631244

## **DEDICATORIA**

Todo mi esfuerzo se lo dedico a mi Familia, por su apoyo, por ser incondicional y ser quienes me inspiran a ser siempre mejor.

A mi Esposa Paola, por ser una mujer excepcional, por su paciencia y amor, por acompañarme en todo este trayecto, ser mi fortaleza en todos los momentos.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por bendecirme y cuidarme en cada instante de mi vida.

A mi Padres por todo su amor y apoyo incondicional.

A mis Suegros por su compañía, cariño y por ser fundamentales en mi vida.

A Paola, gracias amor por impulsarme a ser mejor, por todas las risas y todo el amor con el que me llenas cada día.

Al Ingeniero Francisco Ortiz por su guía en el desarrollo del presente proyecto de titulación.

## INDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I .....	1
ANTECEDENTES Y Generalidades .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 Antecedentes .....	1
1.3 Objetivos .....	2
1.3.1 Objetivo general .....	2
1.3.2 Objetivos específicos .....	2
1.4 Datos Generales Del Proyecto .....	3
1.4.1 Localización y Límites de Proyecto .....	3
1.4.2 Límites del Cantón .....	3
1.5 Ubicación Del Proyecto .....	4
1.6 Descripción de la situación actual de la zona del Proyecto .....	6
1.6.1 Población .....	6
1.6.2 Educación .....	6
1.6.3 Sistema Económico .....	6
1.6.4 Identificación, Descripción y Diagnóstico Del Problema .....	7
CAPITULO II .....	9
Estudio Topográfico .....	9
2.1 Alcance .....	9
2.1.1 Equipos Topográficos Utilizados .....	9
2.2 Actividades realizadas en el levantamiento topográfico .....	9
2.2.1 Trabajos de Campo .....	10
2.2.2 Trabajos de Oficina .....	12
2.3 Descripción de la Topografía .....	12
2.3.1 Estudios Geotécnicos-Análisis Geológico de la zona .....	15
CAPÍTULO III .....	17
Estudio de Tráfico .....	17
3.1 Introducción .....	17
3.2 Alcance .....	17
3.3 Recopilación de Información Existente .....	17
3.4 Tasa de crecimiento Vehicular .....	21
3.5 Cálculo de TPDA .....	22
3.5.1 Vehículo de diseño .....	22
3.5.2 Proyección del Tráfico .....	24
3.6 Clasificación del tipo de vía .....	28
3.7 Cálculo del Número de Ejes Equivalentes ESALS'S .....	29
CAPÍTULO IV .....	33

Diseño Geométrico de la Vía .....	33
4.1 Introducción .....	33
4.2 Normativa .....	33
4.3 Criterios de diseño .....	33
4.3.1 Gradiente Transversal .....	33
4.3.2 Gradiente Longitudinal .....	34
4.3.3 Velocidad de diseño .....	35
4.3.4 Velocidad de circulación .....	35
4.3.5 Magnitud Peralte .....	36
4.3.6 Cálculo de la longitud total del desarrollo del Peralte .....	37
4.3.7 Sobreancho .....	38
4.3.8 Radio Mínimo de Curvatura .....	39
4.3.9 Distancia de visibilidad .....	42
4.3.10 Distancia de Percepción – reacción (d1) .....	42
4.3.11 Distancia de frenado (d2) .....	43
4.3.12 Distancia de Rebasamiento .....	45
4.3.13 Sección típica Adoptada .....	46
4.4 Alineamiento Horizontal .....	48
4.4.1 Curvas Horizontales .....	48
4.5 Alineamiento Vertical .....	52
4.6 Gradiente Longitudinal .....	53
4.7 Curvas verticales .....	54
4.8 Cálculo de la Longitud mínima de las curvas verticales convexas de diseño. ....	55
4.9 Longitud mínima de las curvas verticales .....	56
4.10 Diseño de intersección de acceso a la vía .....	57
4.10.1 Tipo de intersecciones a nivel .....	57
4.11 Criterios de diseño .....	59
4.12 Curva de Masas .....	60
CAPITULO V .....	64
Estudio Geológico-Geotécnico .....	64
5.1 Introducción .....	64
5.2 Normativa .....	64
5.3 Características Geotécnicas de Terreno .....	64
5.3.1 Origen Geológico -Geotécnico .....	64
5.4 Susceptibilidad a Riesgos Naturales .....	66
5.4.1 Amenaza Sísmicas .....	66
5.4.2 Amenaza Volcánica .....	69
5.4.3 Amenaza a Inundaciones .....	70
5.5 Análisis Geotécnico de la subrasante .....	71
5.6 Exploración y Muestreo de Suelos .....	71



5.6.1	Fase Pre-Campo .....	72
5.6.2	Fase de Campo .....	72
5.6.3	Fase de laboratorio .....	73
5.6.4	Análisis granulométrico ASTM D-422.....	74
5.7	Naturaleza y distribución de unidades Geotécnicas.....	75
5.7.1	Nivel freático .....	76
5.7.2	Perfil estratigráfico.....	76
5.8	California Bearing Ratio (CBR) .....	77
Capítulo VI.....		81
Diseño Hidráulico .....		81
6.1	Información básica.....	81
6.2	Delimitación de Cuenca Hidrográfica .....	82
6.3	Hidrografía.....	83
6.3.1	Parámetros generales de la microcuenca hidrográfica.....	83
6.3.2	Coficiente de compacidad de Gravelius (kc) .....	84
6.4	Parámetros de relieve.....	86
6.4.1	Pendiente uniforme del cauce principal (j).....	86
6.4.2	Curva Hipsométrica .....	87
6.4.3	Altura media (h).....	89
6.4.4	Perfil longitudinal .....	90
6.4.5	Tiempo de Concentración .....	91
6.5	Criterios de diseño de obras de drenaje .....	92
6.6	Intensidad de precipitación para un periodo de retorno.....	93
6.7	Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF).....	94
6.8	Periodo de retorno.....	97
6.8.1	Método Racional.....	97
6.9	Diseño de Obras de Arte .....	100
6.9.1	Diseño de cunetas .....	101
6.10	Velocidad máxima y mínima .....	103
6.10.1	Otras consideraciones de diseño .....	104
6.11	Sección típica de la cuneta rectangular.....	105
6.12	Determinación de Caudales .....	104
6.13	Selección del tipo de alcantarilla .....	105
6.14	Dimensionamiento Hidráulico.....	105
6.14.1	Alcantarillas con flujo de control de entrada .....	106
Capítulo VII .....		105
Diseño de señalización vial.....		105
7.1	Introducción .....	105
7.2	Señalización Vertical.....	106
7.2.1	Señales preventivas (Código P) .....	106

7.2.2	Señales regulatorias (Código R) .....	107
7.2.3	Señales de información (Código I) .....	108
7.3	Ubicación de las señales verticales .....	109
7.4	Orientación de las señales verticales.....	109
7.5	Señalización Horizontal .....	110
7.5.1	Lineas Longitudinales.....	110
7.5.2	Lineas segmentadas de separación de circulación opuesta.....	110
7.6	Retro reflexión .....	113
7.7	Líneas de borde de calzada .....	114
7.8	Líneas Transversales .....	115
7.9	Línea de pare en intersección con señal vertical de pare .....	115
7.10	Ubicación de señalización horizontal y Vertical en el Proyecto. ....	116
Capítulo VIII.....		119
Estudio de Impacto Ambiental.....		119
8.1	Introducción .....	119
8.2	Descripción del proyecto. ....	119
8.3	Descripción del área de implantación.....	119
8.4	Línea base ambiental.....	119
8.4.1	Medio Abiótico .....	120
8.4.2	Medio Biótico .....	124
8.4.3	Medio Antrópico .....	126
8.5	Identificación y evaluación de impactos ambientales.....	130
8.5.1	Plan de manejo ambiental .....	108
8.6	Matriz de Leopold.....	114
8.6.1	Magnitud (M).....	114
8.6.2	Importancia (I) .....	114
Capítulo IX.....		119
Especificaciones y Presupuesto Referencial del Proyecto.....		119
9.3	Presupuesto Referencial.....	210
9.4	Cronograma Valorado .....	215
Conclusiones .....		210
Recomendaciones .....		211

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Georreferenciación Proyecto.....	<b>5</b>
<b>Tabla 2</b> Puntos Base (WGS84-UTM 17N).....	<b>10</b>
<b>Tabla 3</b> Relación de número de vehículos por habitante.....	<b>20</b>
<b>Tabla 4</b> Tasa de Crecimiento vehicular Anual.....	<b>21</b>
<b>Tabla 5</b> Crecimiento normal del tráfico anual.....	<b>24</b>
<b>Tabla 6</b> Proyección del tráfico en un periodo de 20 años .....	<b>25</b>
<b>Tabla 7</b> TPDA de diseño para el proyecto.....	<b>28</b>
<b>Tabla 8</b> Clasificación de Carreteras en función del tráfico proyectado .....	<b>29</b>
<b>Tabla 9</b> Factor Dirección.....	<b>30</b>
<b>Tabla 10</b> Factor Carril del proyecto .....	<b>31</b>
<b>Tabla 11</b> ESAL'S Ejes equivalentes para el proyecto.....	<b>32</b>
<b>Tabla 12</b> Valores de diseño recomendados para Gradiente .....	<b>34</b>
<b>Tabla 13</b> Valores recomendados para la Velocidad de diseño.....	<b>35</b>
<b>Tabla 14</b> Relación entre Velocidad de Diseño y Velocidad de Circulación .....	<b>35</b>
<b>Tabla 15</b> Gradiente Longitudinal (i) necesario para el desarrollo del peralte .....	<b>37</b>
<b>Tabla 16</b> Radios mínimos de curvas horizontales recomendados .....	<b>42</b>
<b>Tabla 17</b> Distancia de Visibilidad Mínima de Rebasamiento en función de la Vd .....	<b>46</b>
<b>Tabla 18</b> Anchos de Calzada, Normativos .....	<b>47</b>
<b>Tabla 19</b> Sección Típica .....	<b>48</b>
<b>Tabla 20</b> Gradientes y Longitud es máximas .....	<b>53</b>
<b>Tabla 21</b> Curvas verticales cóncavas mínimas.....	<b>54</b>
<b>Tabla 22</b> Curvas verticales convexas mínimas.....	<b>55</b>
<b>Tabla 23</b> Resumen de volúmenes de obra .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Tabla 24</b> Ubicación de Botadero .....	<b>63</b>
<b>Tabla 25</b> Poblaciones ecuatorianas y valor del factor .....	<b>68</b>
<b>Tabla 26</b> Caracterización de Amenazas Sísmicas .....	<b>68</b>
<b>Tabla 27</b> Descripción de amenazas Naturales .....	<b>69</b>
<b>Tabla 28</b> Ubicación de Sondeos .....	<b>72</b>
<b>Tabla 29</b> Resumen Ensayos Clasificación SUCS-AASHTO .....	<b>75</b>
<b>Tabla 30</b> Resumen resultados de ensayos CBR .....	<b>77</b>
<b>Tabla 31</b> CBR de Diseño en función del DCP de campo.....	<b>79</b>
<b>Tabla 32</b> Clasificación de la Subrasante en función del CBR.....	<b>80</b>
<b>Tabla 33</b> Características físicas de la microcuenca del brazo de río Andoas .....	<b>84</b>
<b>Tabla 34</b> Índice de GRAVELIUS para forma.....	<b>84</b>
<b>Tabla 35</b> Índice de GRAVELIUS para interpretación ambiental .....	<b>85</b>
<b>Tabla 36</b> Altura media de la microcuenca.....	<b>90</b>
<b>Tabla 37</b> Tiempo de Concentración .....	<b>92</b>
<b>Tabla 38</b> Ecuación Representativa Estación la Concordia.....	<b>95</b>
<b>Tabla 39</b> Intensidad Máxima de lluvias, Estación la Concordia .....	<b>96</b>

<b>Tabla 40</b>	Periodo de retorno de diseño en obras de drenaje vial .....	97
<b>Tabla 41</b>	Factor K.....	99
<b>Tabla 42</b>	Coeficiente de Escorrentía para diferentes tipos de Terreno .....	100
<b>Tabla 43</b>	Coeficientes de rugosidad de Manning (n) .....	102
<b>Tabla 44</b>	Tipo de Cuneta o Canal Rectangular.....	103
<b>Tabla 45</b>	Parámetros iniciales de cunetas.....	102
<b>Tabla 46</b>	Cálculo secciones rectangulares.....	103
<b>Tabla 47</b>	Caudales de diseño .....	105
<b>Tabla 49</b>	Parámetros Iniciales de Alcantarilla .....	104
<b>Tabla 50</b>	Propiedades geométricas de las alcantarillas .....	104
<b>Tabla 51</b>	Propiedades hidráulicas de las alcantarillas .....	105
<b>Tabla 52</b>	Pérdida de carga de la alcantarilla.....	105
<b>Tabla 53</b>	Cuadro resumen de ubicación y características Alcantarillas .....	104
<b>Tabla 54</b>	Dimensión de las Señales preventivas .....	106
<b>Tabla 55</b>	Señalización Vertical - Señales Preventivas.....	107
<b>Tabla 56</b>	Señalización Vertical - Señales regulatorias.....	107
<b>Tabla 57</b>	Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada.....	111
<b>Tabla 58</b>	Niveles mínimos de retro reflexión en pinturas sobre pavimento (mcd/lux – m2).....	113
<b>Tabla 59</b>	Anchos de carriles .....	114
<b>Tabla 60</b>	Señalización Vertical y Horizontal .....	116
<b>Tabla 61</b>	Unidad ambiental del proyecto .....	120
<b>Tabla 62</b>	Nivel de Instrucción de la población de Pedro Vicente Maldonado.....	129
<b>Tabla 63</b>	Vías Rurales Cantón Pedro Vicente Maldonado .....	130
<b>Tabla 64</b>	Identificación impactos ambientales .....	107
<b>Tabla 65</b>	Plan de prevención de impacto Ambientales.....	108
<b>Tabla 66</b>	Plan de manejo de desechos .....	110
<b>Tabla 67</b>	Plan de manejo de seguridad laboral y salud ocupacional .....	111
<b>Tabla 68</b>	Plan de Señalización y seguridad laboral.....	112
<b>Tabla 69</b>	Plan de socialización comunitaria .....	113
<b>Tabla 70</b>	Parámetros para calcular la magnitud e importancia- Matriz de Leopold .....	115
<b>Tabla 71</b>	Cálculo de la magnitud e importancia de los impactos ambientales.....	116
<b>Tabla 72</b>	Valoración del Impacto.....	116
<b>Tabla 73</b>	Matriz de Leopold .....	117
<b>Tabla 74</b>	Cuadro de Presupuesto referencial.....	210
<b>Tabla 75</b>	Cronograma Valorado.....	215

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación del Proyecto .....	4
<b>Figura 2.</b> Localización Zona del Proyecto .....	5
<b>Figura 3.</b> Situación poblacional .....	8
<b>Figura 4.</b> Ubicación de PC en proyecto .....	11
<b>Figura 5.</b> Plano Topográfico .....	13
<b>Figura 6.</b> Ortofoto en Plano Topográfico .....	14
<b>Figura 7.</b> Perfil Longitudinal Terreno Natural .....	15
<b>Figura 8.</b> Tasa crecimiento poblacional del Cantón Pedro Vicente Maldonado .....	18
<b>Figura 9.</b> Promedio de Autos por cada 100 habitantes a nivel Nacional .....	19
<b>Figura 10.</b> Tabla Nacional de pesos y dimensiones de vehículos de diseño .....	22
<b>Figura 11.</b> Sobreanchos de diseño.....	39
<b>Figura 12.</b> Coeficiente de fricción lateral para diferentes velocidades de proyecto .....	40
<b>Figura 13.</b> Coeficiente de fricción para patinaje longitudinal .....	44
<b>Figura 14.</b> Sección típica Proyecto .....	48
<b>Figura 15.</b> Elementos de la curva circular simple.....	49
<b>Figura 16.</b> Elección del esquema o tipo de Intersección.....	58
<b>Figura 17.</b> Intersección simple sin canalizar -esquema base de intersección "T" o "Y" .....	59
<b>Figura 18.</b> Botadero Municipal.....	61
<b>Figura 19.</b> Mapa Geológico del Ecuador .....	65
<b>Figura 20.</b> Mapa de Riesgo Sisimico .....	67
<b>Figura 21.</b> Nivel de amenaza volcánica por cantón del Ecuador.....	70
<b>Figura 22.</b> Mapa de probabilidad a deslizamientos e inundaciones .....	71
<b>Figura 23.</b> Perfil estratigráfico Calicata .....	76
<b>Figura 24.</b> Resultados de CBR para el N° total de calicatas .....	78
<b>Figura 25.</b> Delimitación de la microcuenca del proyecto .....	83
<b>Figura 26.</b> Curva Hipsométrica de la microcuenca.....	87
<b>Figura 27.</b> Tipo de curva para definir microcuenca .....	89
<b>Figura 28.</b> Perfil longitudinal del río Andoas .....	91
<b>Figura 29.</b> Curvas de Intensidad Máxima de lluvias, Estación la Concordia .....	96
<b>Figura 30.</b> Disposición de la cuneta respecto al pavimento.....	105
<b>Figura 31.</b> Dimensiones mínimas de la cuneta .....	104
<b>Figura 32.</b> Diseño de alcantarilla .....	106
<b>Figura 33.</b> Sección de alcantarilla parcialmente llena .....	108
<b>Figura 34.</b> Soporte normal de dos postes – rural .....	108
<b>Figura 35.</b> Orientación de las Señales Verticales.....	110
<b>Figura 36.</b> Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta .....	112
<b>Figura 37.</b> Demarcadores (ojos de gato, tacha) .....	112
<b>Figura 38.</b> Ángulos de iluminación y observación .....	113
<b>Figura 39.</b> Señalización líneas de borde .....	115

<b>Figura 40.</b> Línea de pare en intersección con señal vertical de pare .....	<b>116</b>
<b>Figura 41.</b> Mapa geomorfológico del Cantón Pedro Vicente Maldonado .....	<b>120</b>
<b>Figura 42.</b> Ubicación geográfica de capacidades de uso de la tierra .....	<b>122</b>
<b>Figura 43.</b> Mapa de riesgos Naturales del Cantón Pedro Vicente Maldonado .....	<b>123</b>
<b>Figura 44.</b> Auto identificación según sus culturas y costumbres.....	<b>127</b>
<b>Figura 45.</b> Población ocupada por rama de actividad a nivel rural.....	<b>128</b>
<b>Figura 46</b> Letrero Luminoso .....	<b>125</b>

## RESUMEN

Este proyecto se desarrolla en una parcela de tierra de 13.7 hectáreas, ubicada en la localidad de Andoas, perteneciente al cantón Pedro Vicente Maldonado en la provincia de Pichincha. Su propósito principal es mejorar y revitalizar las condiciones de vida actuales de los residentes de la parroquia Andoas, con un enfoque en el desarrollo y la integración social.

Para abordar esta necesidad, se han emprendido los estudios necesarios que se describen en el presente proyecto, los cuales incluyen investigaciones de campo. El proceso comienza con un análisis topográfico, que ha resultado en la obtención de un conjunto de puntos con coordenadas y altitudes referidas a marcadores del Instituto Geográfico Militar (IGM). Esto es esencial para la elaboración de un diseño óptimo tanto en dimensiones horizontales como verticales. A continuación, se ha realizado un estudio de tráfico que proporciona información sobre la carga vehicular, lo que será valioso para diseñar la estructura de pavimento.

Adicionalmente, se ha llevado a cabo un estudio hidrológico-hidráulico y se ha considerado la señalización vial. Estos aspectos se traducirán en la aplicación efectiva de las normas de seguridad vial y en la conservación de la infraestructura, especialmente en lo que respecta a la gestión del agua de lluvia. Por último, se ha evaluado el impacto que este proyecto tendrá en los ámbitos ambientales, así como en los aspectos socioeconómicos. Se han identificado los indicadores pertinentes para medir estos impactos.

**Palabras clave:** Diseño geométrico; Carga vehicular; Obras de arte menor; Estructura vial; Señalética; Movimiento de tierras; Capeo asfáltico.

## ABSTRACT

This project takes place in a 13.7-hectare area located in the Andoas locality of the Pedro Vicente Maldonado canton in the province of Pichincha. Its objective is to improve and rehabilitate the current living conditions and social integration of the inhabitants of the Andoas parish.

To address this need, the corresponding studies outlined in this project were carried out, including fieldwork. It begins with a topographic study, the result of which was a series of points with coordinates and elevation linked to landmarks from the Military Geographic Institute (IGM), to create optimal Horizontal and Vertical designs. This is followed by a traffic study, providing vehicle load values useful for pavement structure design.

Additionally, hydrological-hydraulic and signaling studies were conducted to facilitate the proper application of road safety standards and the conservation of the structure through appropriate management of rainwater.

Finally, an analysis was conducted on the project's impact on both the environmental and socio-economic aspects, establishing their respective indicators.

**Keywords:** Geometric design; Vehicle load; Minor works of art; Road structure; Signage; Earthworks; Asphalt overlay



# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES Y GENERALIDADES**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

Este proyecto tiene como principal objetivo mejorar y fomentar la integración social de los habitantes de la parroquia Andoas, ubicada en el Cantón Pedro Vicente Maldonado de la provincia de Pichincha. Esto se logrará mediante la expansión y mejora de las vías en esta área, lo que permitirá un acceso más eficiente, rápido y seguro para los residentes.

Dada la situación actual del terreno en el que se llevará a cabo la planificación de la vía, es de suma importancia optimizar las curvas tanto horizontales como verticales, estandarizar el ancho de la carretera y mejorar el diseño de elementos como cunetas y alcantarillas para asegurar la durabilidad y eficacia del proyecto.

En consecuencia, se están llevando a cabo los estudios necesarios para desarrollar un diseño vial en la localidad de Andoas que sea tanto eficiente como factible.

### **1.2 Antecedentes**

Este estudio se lleva a cabo en respuesta a la necesidad de revitalizar el desarrollo y la cohesión social en la Parroquia de San Vicente de Andoas. El objetivo principal es mejorar las condiciones de vida de los residentes al implementar nuevas vías de acceso como parte de su plan de expansión. Por lo tanto, la elaboración de este proyecto busca optimizar los conceptos técnicos existentes con el fin de proporcionar un acceso seguro para el tráfico vehicular y fomentar el turismo en la región.

Debido a la compleja topografía del terreno, se prevé optimizar en la medida de lo posible las curvas tanto verticales como horizontales del diseño vial. Además, se planea unificar el ancho de la vía, diseñar una estructura vial adecuada, implementar señalización vertical y horizontal, así como sistemas de drenaje, como cunetas y alcantarillas, para asegurar la durabilidad del proyecto.

La Parroquia de San Vicente de Andoas actualmente está llevando a cabo un plan de expansión que ha estado en espera durante veinte años. La comunidad ha adquirido una hacienda de 13.7 hectáreas, ubicada junto a la carretera que conecta Calacalí y La Independencia. En esta área, se pretende llevar a cabo el proyecto "San Vicente de Andoas 2", que incluye la planificación de nuevas vías internas con una longitud total de 1.78 km, distribuidas en 5 vías con una sección total de 8 metros. Este proyecto técnico se presenta con el propósito de ampliar la parroquia y satisfacer algunas de las crecientes necesidades de la población actual y futura.

### **1.3 Objetivos**

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

Realizar el estudio que involucre el levantamiento topográfico, con los requerimientos del Municipio de Pedro Vicente Maldonado vías internas y vías de acceso, drenaje vial y obras de arte, en "San Vicente de Andoas 2".

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

- Realizar el levantamiento topográfico mediante el uso de Estación Total, para conocer el tipo de terreno existente y proyectar la infraestructura requerida sobre este.

- Planificar un movimiento de tierras en donde se cumplan los parámetros exigidos por el Municipio de Pedro Vicente Maldonado para tener áreas verdes y vías de acceso internas como externas, mediante el uso de software especializado.
- Diseñar la vía de acceso, vías internas y obras de arte de acuerdo a la normativa vigente local y nacional, para la comunicación vial en San Vicente de Andoas 2, utilizando software especializado.

## **1.4 Datos Generales Del Proyecto**

### ***1.4.1 Localización y Límites de Proyecto***

- Provincia: Pichincha
- Cantón: Pedro Vicente Maldonado
- Parroquia: San Vicente de Andoas

### ***1.4.2 Límites del Cantón***

- Norte: Reserva Cotacachi Cayapas
- Sur: San Miguel de Los Bancos
- Este: Puerto Quito
- Oeste: Quito DM

## Figura 1.

### Ubicación del Proyecto



*Nota.* Gráfico en el cual se indica la localización exacta del Proyecto. Elaborado por: El autor, a través de Google Earth, 2022.

### 1.5 Ubicación Del Proyecto

El presente proyecto estudio se encuentra ubicado en la Provincia de Pichincha, en el Cantón Pedro Vicente Maldonado, en la Parroquia San Vicente de Andoas. El proyecto se localiza georreferenciado en el sistema UTM WGS84 ZONA 17N, con las siguientes coordenadas.

**Tabla 1**

*Georreferenciación Proyecto*

VÍA LOS BANCOS		LIMITE LOTE EXPANSIÓN	
Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)
722921.90	8052.37	722872.92	7154.80

*Nota.* Tabla con coordenadas UTM WGS84 zona 17N, Elaborado por: Autor, a través del software Civil 3D.

**Figura 2 .**

*Localización Zona del Proyecto*



*Nota,* Ampliando la perspectiva de la región del proyecto, Creado por el autor mediante el uso de Google Earth.

## **1.6 Descripción de la situación actual de la zona del Proyecto**

### **1.6.1 Población**

De acuerdo a la información proporcionada por el censo de población y vivienda 2010 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, la parroquia de Pedro Vicente Maldonado cuenta con 12,924 residentes y ha experimentado un incremento en su población del 2.89% durante el período 2001-2010. (GAD P.V.M., 2022).

### **1.6.2 Educación**

El 10.5% de los hogares tienen niños y niñas que no asisten a un establecimiento educativo. Del 10.5%.

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda del 2010, la tasa de analfabetismo en el cantón para personas mayores de 15 años es del 8.9%. Además, el sistema de educación pública tiene una cobertura del 86.7%. (GAD P.V.M., 2022).

### **1.6.3 Sistema Económico**

Como actividades adicionales a la economía de la parroquia en la zona de influencia se destaca la explotación forestal, la cual se lleva a cabo de manera artesanal. Esta actividad implica el corte de árboles que son transformados en tablones mediante el uso de motosierras. Estos tablones se destinan tanto a la construcción como al uso doméstico como leña. No se ha implementado ningún plan de reforestación en la zona. (GAD P.V.M., 2022).

La actividad económica más relevante en el área de influencia es el cultivo y la cosecha de arazá. Además, se lleva a cabo la producción ganadera a campo abierto, donde la cría de animales

es significativa tanto para el consumo familiar como para la generación de ingresos inmediatos. (GAD P.V.M., 2022).

#### ***1.6.4 Identificación, Descripción y Diagnóstico Del Problema***

Actualmente la comunidad de San Vicente de Andoas, se encuentra ubicada junto a la vía que conecta Calacalí y la Independencia, en su primera etapa el poblado dispone de una vía principal de 12m de ancho, que a su vez sirve como bypass para los viajeros que quieren tomar un pequeño descanso de la ruta habitual, dispone de pasajes y callejones de adoquín y de lastre en los cuales se asientan viviendas de clase media moderada. Con el paso de los años y el desarrollo de la economía, la comunidad ha podido crecer en varios ámbitos, entre ellos el número de habitantes, por lo cual se convirtió en una necesidad extender sus límites geográficos, para poder solventar su necesidad, la misma comunidad adquirió un terreno con área de 13.7 ha, en este lugar se implementará una nueva etapa de la localidad, este proceso ha durado aproximadamente 20 años en materializarse.

En este espacio geográfico, se propone implementar un estudio Vial ya que el Objetivo de la comunidad además de solventar su crecimiento demográfico, es también el de poder aportar a la economía local con la potenciación turística.

**Figura 3 .**

*Situación poblacional*



*Nota,* Fotografía que evidencia el estado de la población residencia  
Elaborado por: Autor, mediante la colaboración comunitaria.



## **CAPITULO II**

### **ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

#### **2.1 Alcance**

Para llevar a cabo este estudio, se procesará minuciosamente la información topográfica recopilada en el campo. Esto se realizará con el propósito de obtener los datos esenciales para la creación de la distribución de lotes que conformarán lo que se conocerá como "San Vicente de Andoas 2". Además, se desarrollarán los diseños viales, tanto en términos horizontales como verticales, con el fin de facilitar un flujo vehicular óptimo para los residentes y visitantes.

##### ***2.1.1 Equipos Topográficos Utilizados***

- Un par de antenas diferenciales de doble frecuencia GPS de la marca LEICA DE, modelo GS15, con una precisión estática de 3 mm + 0.5 ppm.
- Una estación total Leica TCR-800 ultra, con una precisión de 5 segundos.
- Un dron DJI Mavic Air 2s, equipado con una cámara de 1 pulgada y 20 megapíxeles.
- Prismas junto con sus respectivos bastones.
- Radios Motorola con un alcance de hasta 2 kilómetros.

#### **2.2 Actividades realizadas en el levantamiento topográfico.**

El proceso de trabajo comenzó con la recopilación de datos en el campo, y posteriormente, después de un proceso de post procesamiento que aseguró la coherencia lógica de los datos, se finalizaron las tareas en la oficina. Estas actividades en la oficina condujeron a la obtención de información valiosa que se utilizará en la implementación del proyecto.

### 2.2.1 Trabajos de Campo

Los trabajos de campo se iniciaron mediante la colocación de hitos (GPS) con monumentación en puntos estratégicos. Estas coordenadas de los hitos están vinculadas al GPS base establecido por el Instituto Geográfico Militar (IGM), conocido como la Estación Permanente con el código ECE y el nombre El Carmen. Las coordenadas de esta estación base son N=E=672287.174 Z= 2016.40 m.s.n.m, utilizando el Datum UTM WGS84 ZONA 17S. Estos hitos forman un Polígono de Control tanto en el plano horizontal como en el vertical y desempeñan un papel crucial como puntos de control (PC), lo que resulta fundamental para futuros levantamientos topográficos y replanteo, así como para la construcción de la vía. La siguiente tabla detalla los puntos denominados Puntos Base que se colocaron en el área de implantación (MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGUA, 2020).

**Tabla 2**

*Puntos Base (WGS84-UTM 17N)*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>ELEVACIÓN ELIPSOIDAL</b>
<b>P1</b>	8024.66	722835.91	744.097
<b>P2</b>	7970.86	722913.89	737.931
<b>P3</b>	7809.86	722811.78	728.573
<b>P4</b>	7512.51	722886.22	714.548
<b>P5</b>	7219.91	722774.33	728.25

*Nota, Puntos dentro del terreno a intervenir, útiles para replanteo, Elaborado por: Autor, 2023*

**Figura 4 .**

*Ubicación de PC en proyecto*



*Nota,* Fotografías de la ubicación de puntos de control en el área a intervenir, Elaborado por:  
Autor, 2023.

Una vez establecidos estos puntos de control se procede a ejecutar el vuelo del dron para obtener una ortofoto, misma que facilitará observar a detalle los elementos presentes en el área de proyecto y también se inicia con el levantamiento propiamente conocido de la información de todos los accidentes geográficos existentes en el lugar, poniendo especial cuidado en el área de las quebradas, pues por ahí circulan afluentes de agua de gran influencia en la implantación del proyecto. cada uno de estos puntos obtenidos plenamente identificados.

### **2.2.2 Trabajos de Oficina**

Ya con los datos obtenidos de la estación total y las ortofotos que nos brinda el dron, se procedió de la siguiente manera:

- Descargar los datos desde la estación en un archivo con extensión \*.CSV (valores separados por comas).
- Depurar los datos obtenidos de manera manual y almacenarlos adecuadamente.
- Separar los PC y del mismo almacenarlos adecuadamente.
- Procesar las Ortofotos descargadas del dron, mediante el uso del Software AgisoftMetashape.
- Importar el archivo (.CSV) a la herramienta de trabajo Civil3D de Autodesk2023 (Learning ArchiCAD, 2019).

### **2.3 Descripción de la Topografía**

En el modelo digital obtenido se puede evidencia una planimetría regular con varias curvas de nivel pronunciadas en nuestra área de implantación, la dimensión total del proyecto abarca un área de 136820.747 m<sup>2</sup> lo que equivale al valor estimado en escrituras de la propiedad (Geograf Sigmur, 2020).

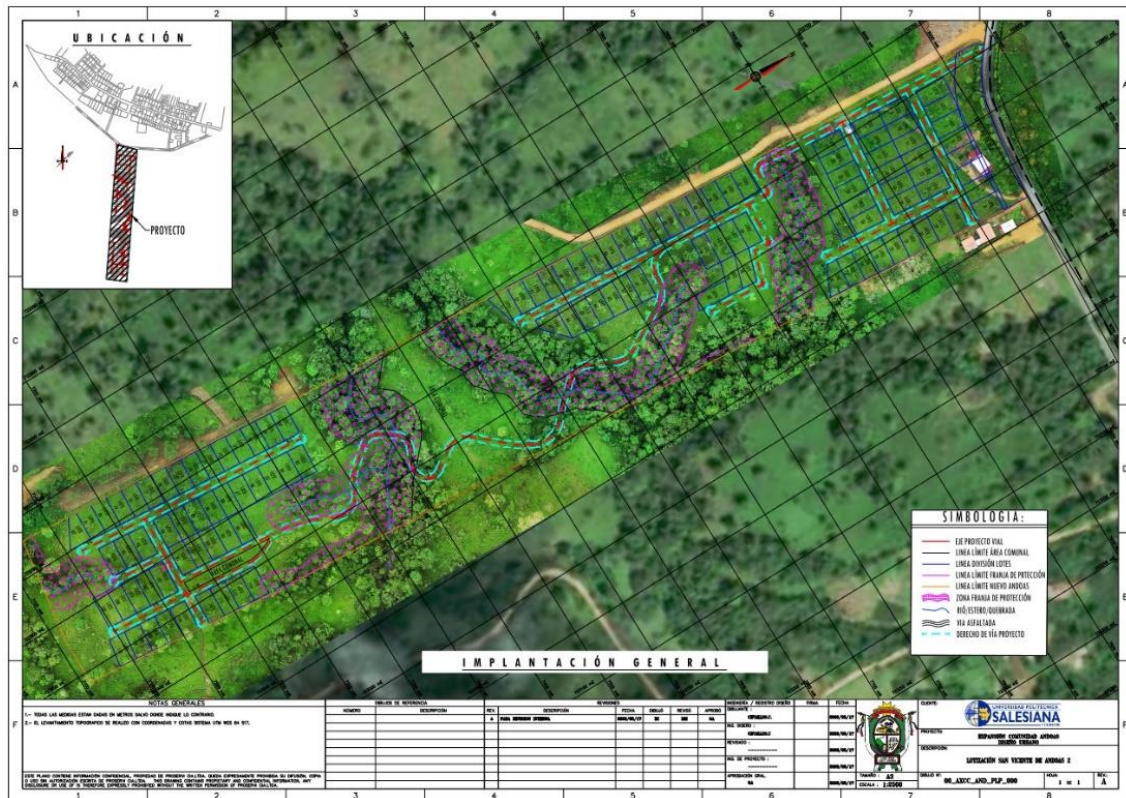
A continuación, se puede visualizar en la Figura 5, el conjunto de curvas de nivel presentes, a causa del terreno. También podemos observar la vegetación que forma parte del terreno a intervenir, en la Figura 6. Adicional se puede evidenciar los planos topográficos en el **ANEXO**

**No1: Plano topográfico San Vicente de Andoas 2**



**Figura 6.**

*Ortofoto en Plano Topográfico*

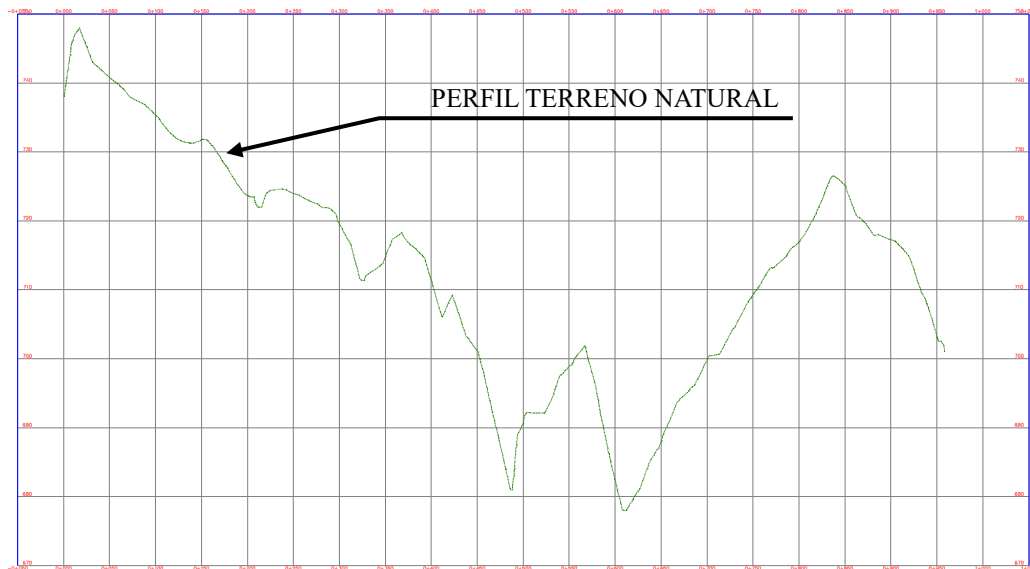


*Nota,* Imagen que muestra la composición del terreno a intervenir, Elaborado por: Autor, 2023

El terreno sobre el cual se va a implantar el proyecto de expansión se puede clasificar como altamente accidentado con pendientes naturales que van desde el 5% al 40% y elevaciones de 677m.s.n.m, en su parte más baja y 728m.s.n.m en su parte más alta.

**Figura 7.**

*Perfil Longitudinal Terreno Natural*



*Nota, Imagen en la que se muestra lo accidentado del terreno a intervenir, Elaborado por: Autor, mediante el uso del software Civil 3D.*

### **2.3.1 Estudios Geotécnicos-Análisis Geológico de la zona**

De acuerdo con la (Memoria Técnica. Cantón Pedro Vicente Maldonado, 2013), la unidad ambiental predominante en el cantón es el gran cono tabular de la llanura costera. Dado que el proyecto se ubica dentro de esta unidad ambiental, presenta las siguientes características:

Formas del relieve: incluye superficies, vertientes y conos de deyección antiguos, así como superficies de conos de deyección recientes, vertientes y conos de esparcimiento, superficies de conos de esparcimiento disectadas y muy disectadas, gargantas y cerros testigos.

Geología: comprende las formaciones Macuchi, San Tadeo y el Miembro Chontal.

Edafología: los suelos en el área del proyecto son de tipo franco arenoso, franco limoso y franco arcilloso. Estos suelos varían en profundidad, desde poco profundos hasta moderadamente profundos y profundos.

El tipo de suelo predominante en el área del proyecto es una matriz limo arcillosa. Este terreno es caracterizado por pendientes variables que oscilan entre el 5% y el 40%, lo que lo clasifica como terreno ondulado-montañoso. Estas tierras son utilizadas con fines agrícolas, y en la zona del proyecto, también se encuentran bosques húmedos. la (Memoria Técnica. Cantón Pedro Vicente Maldonado, 2013, pág. 61)



## **CAPÍTULO III**

### **ESTUDIO DE TRÁFICO**

#### **3.1 Introducción**

En este capítulo, se presenta el análisis del tráfico que es crucial para el diseño geométrico de las vías propuestas. Este análisis implica la determinación del volumen de tráfico actual, los tipos de vehículos que transitan y cómo se utilizan las vías.

#### **3.2 Alcance**

Para llevar a cabo este estudio y debido a la falta de información debida a la apertura de la vía, dada la ausencia de vías cercanas de características similares que permitan obtener una referencia del volumen de tráfico existente, y considerando que no existen registros de vehículos matriculados en el cantón Pedro Vicente Maldonado, se realiza un aforo basado en una evaluación estadística que relaciona el tráfico vehicular con la población, siguiendo las especificaciones de la normativa aplicable (SENPLADES, 2013)

Por lo expuesto el proyecto vial considerará un camino vecinal tipo IV.

#### **3.3 Recopilación de Información Existente**

Dado que el estudio carece de observaciones específicas del tráfico, se llevó a cabo una estimación estadística basada en la relación entre la tasa de vehículos por habitante a nivel nacional y la población proyectada. Para efectos de cálculo, se utilizó la información de la tasa de

crecimiento poblacional del cantón Pedro Vicente Maldonado, que se sitúa en un 2.89%, como se ilustra en la Figura 8.

**Figura 8 .**

*Tasa crecimiento poblacional del Cantón Pedro Vicente Maldonado*

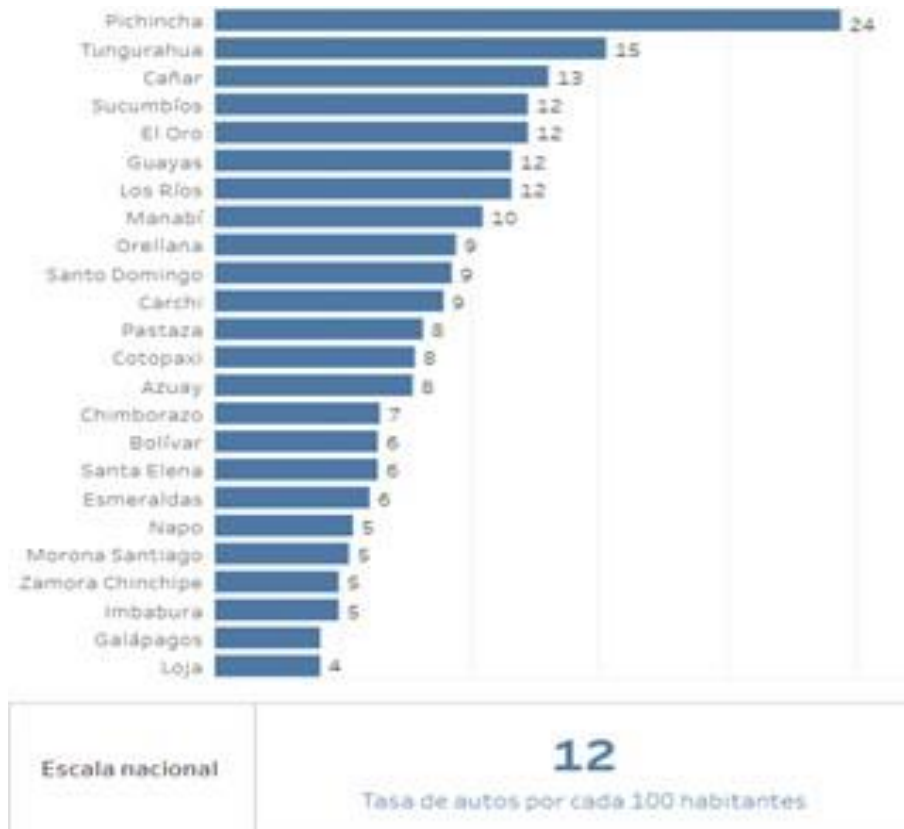


*Nota,* Gráfica descriptiva de la tasa de crecimiento poblacional a nivel cantonal, Fuente: INEC, 2010.

Adicionalmente, de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) del año 2010, la tasa de autos por habitante se presenta en la Ilustración 9, indicando que, en la provincia de Pichincha, por cada 10 personas, hay 2 vehículos. Esta relación se ha aplicado al punto de estudio, considerando que en la comunidad San Vicente de Andoas se asume un valor de 1 vehículo por cada 10 personas para los cálculos subsiguientes (El Comercio, 2018).

**Figura 9.**

*Promedio de Autos por cada 100 habitantes a nivel Nacional*



*Nota, Gráfico en el cual se observa el número de vehículos por habitante, Fuente: El Comercio, INEC (2010)*

A partir de los datos obtenidos, se realizará una proyección de población utilizando una fórmula de interés simple. Esto se basa en una densidad poblacional de 81 habitantes por kilómetro cuadrado en la comunidad de San Vicente de Andoas, que se ha identificado en el (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial-PVM, 2015).

La proyección de población se llevará a cabo utilizando la ecuación 1:

$$Pf = Po(1 + r * t) \text{ (Ec.1)}$$

Donde:

Pf= población futura

Po=población inicial

r=tasa de crecimiento

t= tiempo en años comprendidos entre Pf y Po

### **Tabla 3**

*Relación de número de vehículos por habitante*

<b>Tiempo</b>	<b>Densidad poblacional</b>	<b>N.º Vehículos Motorizados</b>
<b>(x)</b>	<b>(Hab/km2)</b>	<b>(y)</b>
2010	81	8
2011	83	8
2012	88	9
2013	96	10
2014	107	11
2015	122	12
2016	144	14
2017	173	17
2018	212	21
2019	268	27
2020	345	35

*Nota, Número de Vehículos por habitante calculado con los datos adoptados para el proyecto,  
Elaborado por: Autor,2023*

### **3.4 Tasa de crecimiento Vehicular**

Se obtienen las tasas de crecimiento vehicular correspondiente a la provincia de Pichincha, que cubre el área del proyecto a realizarse, para los periodos comprendidos entre los años 2010 a 2030.

#### **Tabla 4**

*Tasa de Crecimiento vehicular Anual*

PERIODO(AÑOS)	LIVIANOS (%)	BUSES (%)	CAMIONES (%)
2010-2015	3.28	3.50	3.00
2015-2010	4.36	3.50	4.00
2020-2025	4.36	3.50	4.00
2025-2030	4.36	3.50	4.00

Nota, Valores referenciales para aplicar en el proyecto, Fuente: EPMMOP, Vialidad

### 3.5 Cálculo de TPDA

#### 3.5.1 Vehículo de diseño

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas, siguiendo la normativa MOP-001-F de 2002, clasifica varios tipos de vehículos de diseño que son más o menos equivalentes a los de la normativa AASHTO. Para el propósito de este estudio, se considera que el vehículo de diseño más adecuado es de tipo 2DA debido a las características de la zona y al volumen de tráfico. A continuación, se detallan las características de este vehículo de diseño en la Ilustración 10.

#### Figura 10.

Tabla Nacional de pesos y dimensiones de vehículos de diseño

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2D		 I I	7	5,50	2,60	3,00
2DA		 I I	10	7,50	2,60	3,50

Nota, Extracto de la tabla nacional de pesos y medidas, Fuente: (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, 2021)

#### 3.5.2 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

Para determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), es esencial contar con datos de una estación de conteo permanente que permita el registro de las variaciones diarias, semanales y estacionales del tráfico. Además, se requiere disponer de datos recopilados durante un período de varios años para establecer una base confiable que permita proyectar el crecimiento del tráfico que se espera en el futuro. Estos registros a largo plazo son esenciales para realizar pronósticos precisos sobre la demanda de tráfico en la zona de estudio. (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2011, pág. 23)

Es esencial tener en cuenta la recomendación de la normativa. El cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) se basará en los datos censales del 2010 proporcionados por el Instituto Nacional de Censos y Estadísticas (INEC). Esto permitirá establecer una relación entre el tráfico vehicular y la población, lo que ayudará a estimar el volumen futuro de tráfico en la zona de estudio. El uso de datos censales es una práctica común para realizar proyecciones de tráfico cuando no se dispone de observaciones específicas del tráfico en la región.

La Normativa menciona que otro modelo a utilizarse es de REGRESIÓN LINEAL con el que se determina la ecuación de ajuste de la tasa de motorización en función del tiempo. (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2011, pág. 19).

Para nuestro estudio, podemos utilizar la Ecuación 2 como se indica a continuación, lo que nos dará los resultados que se presentan en la tabla adjunta 5.

$$Tm = a + b * t \text{ (Ec.2)}$$

Dónde:

Tm= Tasa de motorización

a, b= Coeficiente de ajuste

t= Tiempo en años

**Tabla 5**

*Crecimiento normal del tráfico anual*

TIEMPO (AÑOS)	N.º VEHÍCULOS MOTORIZADOS
2011	19
2012	22
2013	25
2014	28
2015	30
2016	33
2017	36
2018	39
2019	42
2020	45
2021	48

*Nota*, Obtención de los datos proyectados, en base a los datos del proyecto, Elaborado por: Autor,2023.

El valor de volumen de tráfico obtenido será la representación en el área del proyecto, al no contar con información de tráfico existente.

### **3.5.2 Proyección del Tráfico**

Las proyecciones de tráfico desempeñan un papel crucial en los diseños viales, ya que se utilizan para prever las necesidades futuras y determinar la capacidad y otros datos geométricos de las carreteras. Estas proyecciones se basan en una visión a 15 o 20 años en el futuro. (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2011, pág. 16)



Mediante la siguiente ecuación se podrá calcular el tráfico proyectado o tráfico futuro para el periodo de 20 años.

$$TPDA_{Proyectado} = TPDA * (1 + r)^t \text{ (Ec.3)}$$

Dónde:

TPDA Proyectado= Tráfico promedio diario anual futuro

TPDA = Tráfico promedio diario anual en el año cero

r= Tasa de crecimiento del tráfico

t= Número de años proyectados.

Según el cálculo preliminar y el uso del método de regresión lineal, se proyecta que el volumen de tráfico vehicular para un período de 20 años será de 105 vehículos. Aquí tienes la tabla 6 que muestra esta proyección.

### **Tabla 6**

*Proyección del tráfico en un periodo de 20 años*

<b>Tiempo</b>	<b>Vehículos Motorizados</b>
<b>(años)</b>	<b>(TPDA)</b>
2021	48
2022	50
2023	53
2024	56
2025	59
2026	62
2027	65
2028	68
2029	70
2030	73
2031	76
2032	79
2033	82
2034	85
2035	88
2036	90
2037	93
2038	96
2039	99
2040	102
2041	105

Nota, Valores calculados en base a lo adoptado para el proyecto, Elaborado por: Autor,2023

### **3.5.2.1 Tráfico Generado (TG)**

El tráfico generado se refiere al tránsito de viajes totalmente nuevos y viajes que anteriormente se hacían por otros medios de transporte. En este caso, debido al bajo volumen de tráfico en la zona del proyecto, se tomará el valor mínimo del rango. Para calcular el tráfico generado, se utilizará la ecuación 4.:

$$T_G = (5\% - 25\%) * TPDA \text{ (Ec.4)}$$

Por lo que:

$$TG = 5\% * 105$$

$$TG = 5.25 \text{ veh mixtos/día/ambos sentidos}$$

### **3.5.2.2 Tráfico atraído o desarrollado (TD)**

El tráfico inducido se refiere al aumento del tráfico que resulta de la construcción de una nueva carretera o la mejora de una carretera existente. Esto ocurre debido a la incorporación de nuevas áreas a la explotación o al aumento de la producción en tierras ubicadas dentro del área de influencia de la carretera. Básicamente, se refiere al aumento en el tráfico que se produce una vez que la carretera está en funcionamiento y los usuarios la utilizan para acceder a nuevas áreas o para aumentar su actividad en las áreas existentes. (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2011, pág. 21)

Para su cálculo la normativa (AASHTO, 1993), establece que el tráfico desarrollado, es el aumento del volumen de tránsito por las mejoras en el suelo adyacente, a la carretera se encuentra entre los siguientes rangos.

Se obtendrá:

$$T_D = (5\% - 8\%) * TPDA \text{ (Ec.5)}$$

Por lo que:

$$TD = 5\% * 105$$

$$TD = 5.25 \text{ veh mixtos/día/ambos sentidos}$$

### 3.5.2.3 Tráfico desviado (Td)

En esta situación particular, el valor del tráfico inducido es igual a cero, ya que no hay otras carreteras que contribuyan al aumento del volumen vehicular. Para calcular el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de diseño final, se siguió la metodología recomendada por la normativa (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2011) y se aplicó la ecuación 6. Los resultados se detallan en la tabla 7.

**Tabla 7**

*TPDA de diseño para el proyecto*

TIEMPO (AÑOS)	TPDA	TG (5%)	TD (5%)	TD (0%)	TPDA FINAL
2041	105	5.23	5.23	0.00	115

Nota, Resultado de la proyección, con los datos del proyecto, Elaborado por: Autor,2023.

### 3.6 Clasificación del tipo de vía

Siguiendo la proyección del tráfico para el período de años establecido, el proyecto de diseño de vías internas en la ampliación de la parroquia Andoas del cantón Pedro Vicente Maldonado se clasifica como una carretera de CLASE IV, específicamente como un Camino Vecinal. Esta clasificación se basa en el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) final calculado.

**Tabla 8***Clasificación en función del tráfico proyectado*

	<b>Clase de Carretera</b>	<b>TPDA (año final de diseño)</b>
<b>CORREDOR</b>	RI – RII	<b>&gt;8000</b>
<b>ARTERIAL</b>	I	<b>3000 – 8000</b>
<b>COLECTORA</b>	II	<b>1000 – 3000</b>
	III	<b>300 – 1000</b>
<b>VECINAL</b>	IV	<b>100 – 300</b>
	V	<b>&lt; 100</b>

*Nota, Valores adoptados para el análisis del proyecto, Fuente: (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2011)*

### **3.7 Cálculo del Número de Ejes Equivalentes ESALS'S**

Las variadas fuerzas aplicadas a una superficie de pavimento ocasionan diversas tensiones y deformaciones en dicho pavimento. Asimismo, diferentes grosores de pavimento y diversos materiales exhiben respuestas singulares frente a una misma carga. A consecuencia de esta disparidad en la reacción del pavimento, se generan defectos específicos, dependiendo de la magnitud de la carga y las particularidades del pavimento. Con el fin de tener en consideración este contraste, el tráfico se reduce a una cantidad equivalente de ejes que representan una carga específica capaz de ocasionar el mismo nivel de deterioro que el tránsito total. Según las especificaciones de AASHTO, esta carga tipo se establece en 80 KN o 18 kips (García, 2015)

La fórmula empleada para el cálculo de Ejes Equivalentes se encuentra definida por la normativa de AASHTO de 1993 (Normas AASHTO, 2023)

$$N_t = N * F_c * F_d * 365 * \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (\text{Ec.6})$$

Dónde:

$N_t$  = número de ejes equivalentes

$N$  = número de ejes equivalentes al inicio del período de diseño.

$F_c$  = Factor Carril.

$F_d$  = Factor dirección.

$n$  = número de años de proyección.

$i$  = tasa de crecimiento.

**Factor dirección (Fd):** Valor que depende del número de carriles

**Tabla 9**

*Factor Dirección*

<b>FACTOR DIRECCIÓN DEFINIDO POR EL NÚMERO DE VEHÍCULOS QUE PASARÁN POR UN SOLO CARRIL</b>		
<b>Factor Dirección</b>	40%-60%	<b>0.50</b>
<b>(Fd)</b>	70%-30%	<b>0.70</b>
	<b>100%</b>	<b>1.00</b>

*Nota,* Valores a considerar para el diseño del proyecto, Fuente: AASHTO, Guía para diseño de pavimentos, 1993.

**Factor carril (Fc):** Valor que depende del número de carriles.

**Tabla 10**

*Factor Carril del proyecto*

<b>FACTOR CARRIL, EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE CARRILES</b>		
<b>Factor Carril</b>	<b>1</b>	<b>1.00</b>
<b>(Fc)</b>	<b>2</b>	<b>0.90</b>
	<b>3</b>	<b>0.75</b>

*Nota,* Valores a adoptar para análisis del proyecto Fuente: AASHTO, Guía para diseño de pavimentos, 1993.

**Factores Daño. (Factores equivalentes de carga):** Se empleó el Método AASHTO Simplificado, que se fundamenta en las cargas de diversos tipos de vehículos, un valor que se puede calcular mediante las ecuaciones siguientes:

$$EJE SIMPLE RUEDA SIMPLE \quad FEC = \left( \frac{CARGA DEL EJE}{6.6} \right)^4 \quad (Ec.7)$$

$$EJE SIMPLE RUEDA DOBLE \quad FEC = \left( \frac{CARGA DEL EJE}{8.2} \right)^4 \quad (Ec.8)$$

$$EJE TANDEM \quad FEC = \left( \frac{CARGA DEL EJE}{15.0} \right)^4 \quad (Ec.9)$$

$$EJE TRIDEM \quad FEC = \left( \frac{CARGA DEL EJE}{23.0} \right)^4 \quad (Ec.10)$$

A continuación, se presentan los ESAL determinados para periodos de 10 y 20 años, tomando en cuenta que el tráfico liviano no genera cargas de daño significativas al pavimento, por lo que se considera el 60% del TPDA.

**Tabla 11***ESAL'S Ejes equivalentes para el proyecto*

<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>TIPO DE EJE</b>	<b>CARGA</b>	<b>F.E.C</b>	<b>TPDA</b>	<b>ESAL'S</b>	<b>AÑOS</b>
<b>BUSES</b>	S	3	0.0427		12212	
<b>2DA</b>	S-R-D	7	0.5311	69	151892	<b>10</b>
<b>ESAL'S TOTALES EN 10 AÑOS</b>					164104	
<b>BUSES</b>	S	3	0.0427		32143	
<b>2DA</b>	S-R-D	7	0.5311	69	399795	<b>20</b>
<b>ESAL'S TOTALES EN 20 AÑOS</b>					<b>431938</b>	

*Nota, Valores calculados para el proyecto, Elaborado por: Autor,2023.*



## **CAPÍTULO IV**

### **DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA**

#### **4.1 Introducción**

El diseño geométrico de carreteras implica la correlación entre los elementos físicos de la carretera y las condiciones de operación de los vehículos. Esto se logra mediante la aplicación de conceptos matemáticos, principios físicos y geometría. En otras palabras, el diseño geométrico define la forma de la carretera, incluyendo su ubicación horizontal y vertical a lo largo de su longitud, así como su sección transversal. (Cárdenas, 2015, pág. 37)

En este capítulo, se detallarán los alineamientos horizontal y vertical de la carretera, los cuales serán adaptados a las condiciones topográficas reales. Además, se contemplará la inclusión de obras de arte para garantizar la seguridad y protección de la vía. El diseño geométrico propuesto se basará en la información recopilada en el campo y seguirá las directrices de la normativa vigente (MOP, 2003) con el objetivo de lograr un diseño óptimo y seguro.

#### **4.2 Normativa**

El diseño de la carretera seguirá las normativas tanto nacionales como internacionales aplicables a la vialidad, que incluyen las "Normas de Diseño Geométrico de Carreteras" establecidas por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) en 2003, así como las directrices de la "American Association of State Highway and Transportation Officials" (AASHTO) de 1993).

#### **4.3 Criterios de diseño**

##### **4.3.1 *Gradiente Transversal***

Conforme a las pautas establecidas en la normativa del Ministerio de Obras Públicas de 2003, un terreno se considera montañoso cuando las pendientes del proyecto influyen en la definición del trazado. Por otro lado, se considera de carácter suave cuando la pendiente transversal del terreno es igual o inferior al 50% (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, 2021)

#### 4.3.2 Gradiente Longitudinal

A partir de la información visual del tipo de terreno en el área del proyecto y de los datos topográficos recopilados, se ha determinado un rango de pendientes permisibles. Esto se presenta en la tabla 12:

**Tabla 12**

*Valores recomendados para Gradiente.*

CLASE IV						
Normas	100 - 300 TPDA					
	Recomendable	Absoluta				
		LL	O	M	L	O
Gradient						
e longitudinal	5	6	8	6	8	12
máxima (%)						
Gradient						
e longitudinal		0.50%				
mínima (%)						

*Nota*, Valores adoptados para el análisis, Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

“Para caminos vecinales Clase IV se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y en 3% en terrenos montañosos; para longitudes menores a 750 metros”. (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003, págs. 2-R)

### 4.3.3 Velocidad de diseño

Según el tipo de terreno, y siguiendo la tabla 13, se ha determinado que el proyecto se clasifica como una vía de categoría IV. Esto servirá como base para la propuesta de diseño a presentar, ya que esta categorización influye en las características y recomendaciones de los elementos que intervienen en el trazado.

**Tabla 13**

*Valores recomendados para la Velocidad de diseño*

VELOCIDAD DE DISEÑO (KM/H), VÍA CATEGORÍA IV						
TPDA	Recomendable			Absoluta		
	LL	O	M	LL	O	M
100-300	80	60	50	60	35	25

*Nota, Valores adoptados para el análisis del proyecto, Fuente: (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003, págs. 2-R)*

### 4.3.4 Velocidad de circulación

De acuerdo con la normativa del 2003, la velocidad de circulación se calcula en función de la velocidad de diseño y el volumen de tráfico que opera en la vía. En este caso, la velocidad de circulación proyectada es de 24 km/h.

**Tabla 14**

*Relación entre Velocidad de Diseño y Velocidad de Circulación*

VELOCIDAD DE DISEÑO(KM/H)	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN (KM/ H)		
	Volumen de tránsito		
	Bajo	Intermedio	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, Valores adoptados para el proyecto, Fuente: (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003)*

#### **4.3.5 Magnitud Peralte**

La normativa del MOP en 2003 establece que el peralte es esencial para proporcionar comodidad y seguridad a los vehículos que circulan en curvas horizontales. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el valor del peralte no debe ser excesivo, ya que un peralte muy pronunciado puede hacer que los vehículos se deslicen hacia el interior de la curva, especialmente a bajas velocidades.

En el caso de vías de dos carriles con capa granular de rodadura y velocidad de hasta 50 km/h, la normativa recomienda un peralte máximo del 8%. Esto significa que, en este tipo de caminos, el peralte no debe superar el 8% para garantizar la seguridad y comodidad de los conductores.

#### **4.3.6 *Cálculo de la longitud total del desarrollo del Peralte***

Cuando se pasa de una alineación recta a una curva o viceversa, es necesario realizar una transición en la sección transversal de la carretera para permitir el desarrollo gradual del peralte. La longitud de esta transición es crucial para que los conductores se adapten de manera segura al cambio en las condiciones de la carretera. En la tabla 6 se proporciona información relevante sobre las longitudes de transición necesarias en diferentes situaciones para asegurar una transición segura y gradual entre alineaciones rectas y curvas, permitiendo el desarrollo del peralte. (Normas de diseño geométrico de carreteras (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, 2021, pág. 57)

Para efecto de cálculos se asigna el valor de gradiente longitudinal ( $i$ ) de 0,775 para una velocidad de diseño de 25 km/h y una pendiente transversal del 4 %, como se indica en la siguiente tabla.

#### **Tabla 15**

*Gradiente Longitudinal ( $i$ ) necesario para el desarrollo del peralte*

<b>VD</b>	<b>VALOR DE</b>	<b>MÁXIMA PENDIENTE</b>
<b>(KM/H)</b>	<b>(I), %</b>	<b>EQUIVALENTE</b>
<b>20</b>	0,800	<b>1:125</b>
<b>25</b>	0,775	<b>1:129</b>
<b>30</b>	0,750	<b>1:133</b>
<b>35</b>	0,725	<b>1:138</b>
<b>40</b>	0,700	<b>1:143</b>
<b>50</b>	0,650	<b>1:154</b>
<b>60</b>	0,600	<b>1:167</b>
<b>70</b>	0,550	<b>1:182</b>
<b>80</b>	0,500	<b>1:200</b>
<b>90</b>	0,470	<b>1:213</b>
<b>100</b>	0,430	<b>1:233</b>
<b>110</b>	0,400	<b>1:250</b>
<b>120</b>	<b>0,370</b>	<b>1:270</b>

*Nota,* Valores adoptados para el proyecto, Fuente: (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003).

#### **4.3.7 Sobreancho**

La finalidad del sobreancho en una curva horizontal es garantizar que los vehículos puedan transitar con seguridad y comodidad, tal como se ilustra en la figura 4. La incorporación de sobreancho se justifica por varias razones:

Cuando un vehículo se desplaza a través de una curva, requiere un espacio adicional debido a que las ruedas traseras generalmente siguen una trayectoria más cercana al interior en

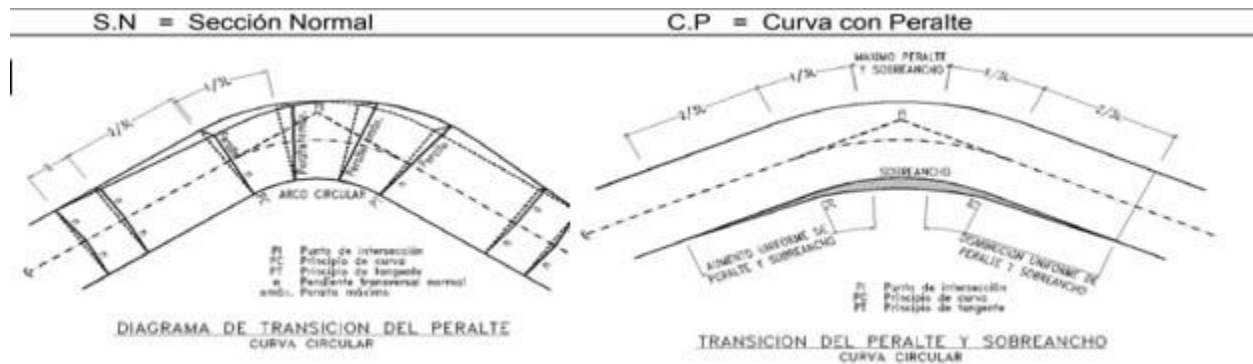
comparación con las ruedas delanteras. Además, el extremo frontal del vehículo describe una trayectoria que se encuentra en el exterior del vehículo en sí.

Los conductores pueden enfrentar desafíos al intentar mantener su vehículo en el centro del carril, ya que les resulta más difícil apreciar la posición relativa de su vehículo dentro de la curva.

Es importante destacar que esta dificultad aumenta a medida que aumenta la velocidad, pero tiende a disminuir cuando el radio de la curva es más amplio. (Normas de diseño geométrico de carreteras (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, 2021, pág. 69)

**Figura 11.**

*Sobreanchos de diseño*



*Nota,* Gráfico descriptivo del sobreancho, Fuente: (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003)

#### 4.3.8 Radio Mínimo de Curvatura

Definido mediante la Ecuación 11 que, por normativa establece el cálculo del radio mínimo (R), (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, 2021, pág. 36)

$$R = \frac{V^2}{127(e+f)} \quad (\text{Ec.11})$$

La relación entre el radio mínimo de una curva horizontal (R), la velocidad de diseño (V), el coeficiente de fricción lateral (f) y el peralte de la curva (e) se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$R = (V^2) / (g * f * e)$$

Donde:

R representa el radio mínimo de la curva en metros (m).

V es la velocidad de diseño en kilómetros por hora (km/h).

f es el coeficiente de fricción lateral.

e es el peralte de la curva en metros por metro de ancho de la calzada (m/m).

"g" es la aceleración debida a la gravedad, que es aproximadamente igual a 9.81 m/s<sup>2</sup>.

En tu caso, mencionas que la velocidad de diseño es de 25 km/h. Puedes usar esta fórmula con este valor y los datos específicos de tu proyecto para calcular el radio mínimo requerido para la curva horizontal.

## **Figura 12.**

*Coeficiente de fricción lateral para diferentes velocidades de proyecto*



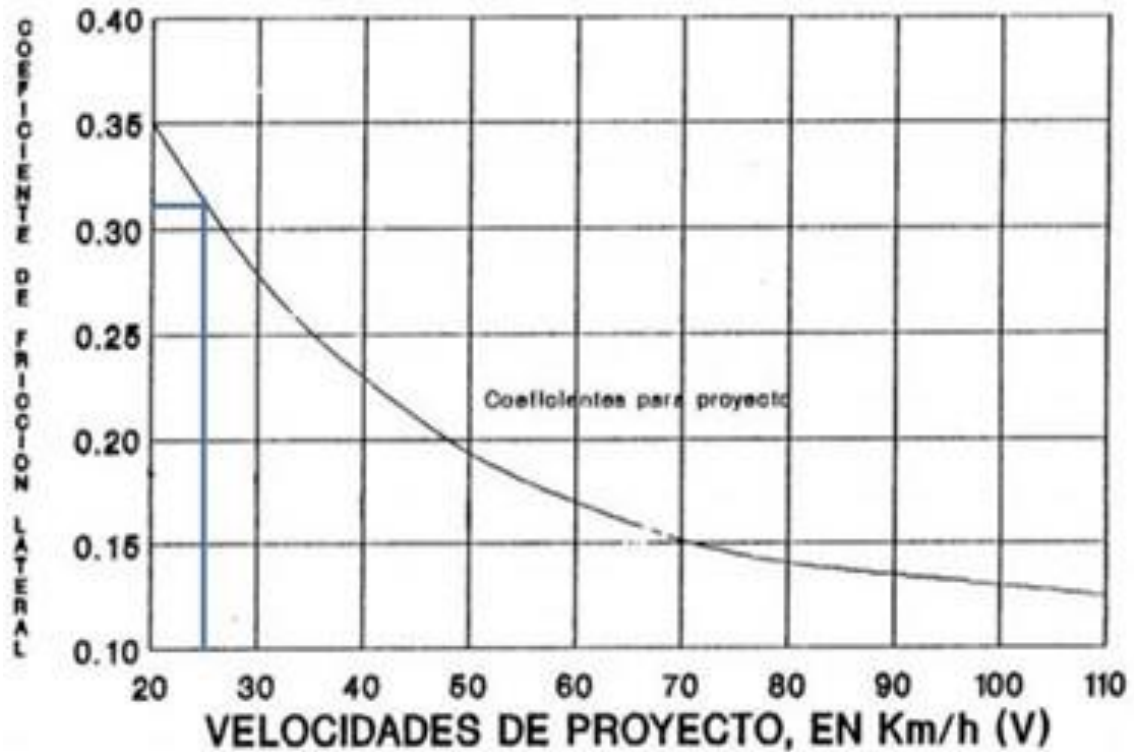


Fig. V.4 COEFICIENTES DE FRICCIÓN LATERAL PARA PROYECTO A DIFERENTES VELOCIDADES

Nota, Gráfico útil para obtener valores relevantes al proyecto, Fuente: (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003).

El Peralte recomendado es del 8%. Reemplazando en la ecuación tenemos

$$R = 12.458 \text{ m}$$

El radio mínimo calculado para la curva horizontal es de 12.458 metros, pero según la normativa (MOP, 2003), se propone un radio mínimo absoluto de 20 metros. En este caso, la normativa establece un valor mínimo más alto que el calculado.

Dado que la normativa establece un radio mínimo absoluto de 20 metros, deberás ajustar el diseño de la curva horizontal de tu proyecto para cumplir con este requisito específico. Es importante seguir las regulaciones y estándares establecidos para garantizar la seguridad y la funcionalidad de la vía. Puedes modificar el trazado de la carretera para que el radio de la curva cumpla con el valor mínimo establecido por la normativa.

**Tabla 16**

*Radios mínimos de curvas horizontales recomendados*

NORMAS	100 - 300 TPDA					
	Recomendable			Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
<b>Radio mínimo de curvas horizontales</b>	<b>210</b>	<b>110</b>	<b>75</b>	<b>110</b>	<b>30</b>	<b>20</b>

*Nota, Fuente: (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003)*

#### **4.3.9 Distancia de visibilidad**

La mínima distancia de visibilidad ( $d$ ) necesaria para que un vehículo pueda detenerse de manera segura se divide en dos componentes: la distancia ( $d_1$ ) que recorre el vehículo desde el momento en que el conductor identifica un objeto en su camino y la distancia ( $d_2$ ) necesaria para que el vehículo frene y se detenga por completo. La suma de estos dos componentes,  $d = d_1 + d_2$ , determina la distancia total requerida para detener el vehículo de manera segura cuando se presenta un obstáculo en la carretera. (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003)

$$d = d_1 + d_2 \text{ (Ec.12)}$$

#### **4.3.10 Distancia de Percepción – reacción ( $d_1$ )**

La distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción se calcula mediante la fórmula que se proporciona, y en este caso, se considera un tiempo total de percepción y reacción de 2.5 segundos para efectos de calcular la distancia mínima de visibilidad con condiciones de seguridad. Esto significa que se está considerando un tiempo de 2.5 segundos como el período en el que un conductor promedio percibe un obstáculo en la carretera y reacciona para frenar o detener el vehículo, de acuerdo con los estándares de seguridad de la AASHTO (Asociación Americana de funcionarios de Carreteras Estatales y de Transporte). (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003).

$$d1 = 0.7Vc \text{ (Ec.13)}$$

Donde:

d1= distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, expresada en metros.

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

t = tiempo de percepción más reacción en (s).

Reemplazando los valores tenemos:

$$d_1 = 0.7 * 24 = 16.8 \text{ m}$$

#### ***4.3.11 Distancia de frenado (d2)***

La distancia de frenado se calcula utilizando la fórmula de la “carga dinámica” y toma en cuenta la acción de la fricción desarrollada entre las llantas y la calzada. (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003)

$$d2 = \frac{Vc^2}{254f} \text{ (Ec.14)}$$

Donde:

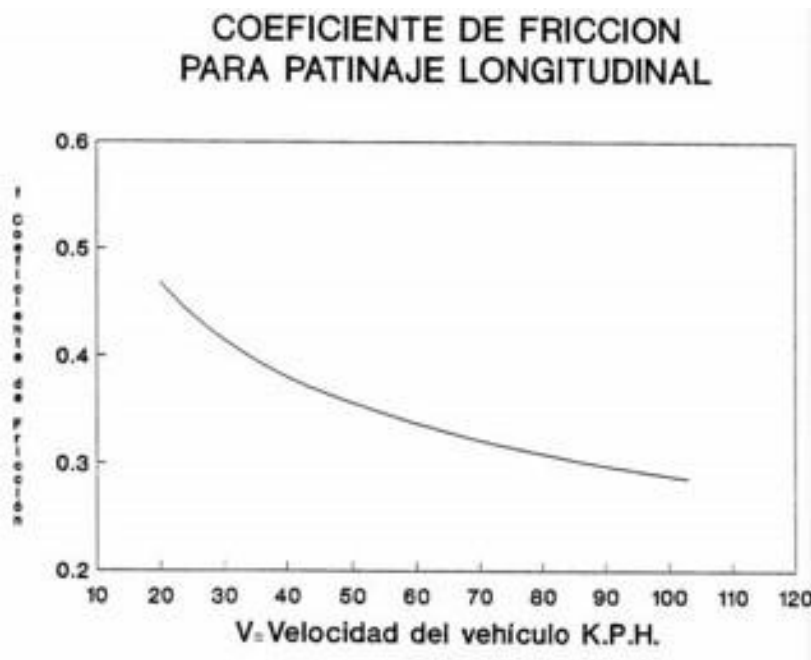
$d_2$  = distancia de frenado sobre la calzada a nivel, expresada en metros.

$f$  = coeficiente de fricción longitudinal.

$V_c$  = velocidad del vehículo al momento de aplicar los frenos, expresada en metros por segundo. Reemplazando los valores para el cálculo con  $V_c = 24$  km/h:

**Figura 13.**

*Coeficiente de fricción para patinaje longitudinal*



*Nota*, Nomograma útil para obtener datos del proyecto, Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

$$d_2 = \frac{24^2}{254 * 0.44}$$

$$d_2 = 5.096 \text{ m}$$

Se concluye que la distancia de visibilidad mínima es de:

$$d = d_1 + d_2 = 21.89 \text{ m} \approx 22 \text{ m}$$

En conclusión, se toma el valor de distancia de visibilidad mínima redondeada recomendada de 25 m. (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003, págs. 2-R).

#### ***4.3.12 Distancia de Rebasamiento***

La normativa considera varios factores al determinar la distancia mínima de rebasamiento en carreteras:

Se asume que el vehículo que está siendo rebasado se desplaza a una velocidad constante.

Cuando el conductor del vehículo que está rebasando llega a la zona donde comienza la maniobra de adelantamiento, se supone que percibe esta zona rápidamente y reacciona para iniciar el adelantamiento.

Durante la maniobra de adelantamiento, se asume que el vehículo que adelanta acelera y su velocidad promedio mientras ocupa el carril izquierdo es 16 kilómetros por hora mayor que la del vehículo que está siendo adelantado.

Finalmente, cuando el vehículo que está adelantando regresa a su carril original, se debe garantizar que haya suficiente espacio entre él y cualquier vehículo que se aproxime en sentido contrario en el carril opuesto.

En este contexto, la normativa establece una distancia mínima de visibilidad para las maniobras de adelantamiento en caminos vecinales de 80 metros. Esto significa que, en condiciones normales, debe haber al menos 80 metros de visibilidad clara y despejada para permitir un adelantamiento seguro. Esto es esencial para evitar colisiones y garantizar la seguridad en la carretera.

**Tabla 17***Distancia de Visibilidad Mínima de Rebasamiento en función de la Vd.*

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

*Nota,* Valores a considerar para el análisis del proyecto, Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

#### **4.3.13 Sección típica Adoptada**

Un ancho de calzada adecuado es esencial para permitir el adelantamiento seguro, la fluidez del tráfico y para minimizar la posibilidad de colisiones entre vehículos. Sin embargo, se debe equilibrar este ancho de calzada con consideraciones económicas, ya que hacer que la carretera sea más ancha de lo necesario puede aumentar significativamente los costos de construcción. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003, p. 228)

**Tabla 18***Anchos de Calzada, Normativos*

Clase de Carretera		Ancho de Calzada		
		Recomendable	Absoluto	
-Io	R	R-II>8000	7.30	7.30
		TPDA		
I	I	300 a 8000	7.30	7.30
		TPDA		
I	I	1000 a 3000	7.30	6.50
		TPDA		
II	I	300 a 1000	6.70	6.00
		TPDA		
V	I	100 a 300 TPDA	6.00	6.00

*Nota,* Valores a considerar para el análisis del proyecto, Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

**Espaldones:** Para el proyecto no se aplicarán espaldones, esto debido a que se generaría una sección muy ancha, generando que los volúmenes de corte sean altos.

**Cunetas:** El ancho de las cunetas será establecido de un valor de 0.70 acorde lo establecido por el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Pedro Vicente Maldonado; Para nuestro proyecto se implementará un drenaje aprovechando las pendientes de diseño vertical con la

finalidad de tener un buen sistema de drenaje sobre la vía y evitando tener un ancho que produzca un excesivo movimiento de tierras.

A continuación, se presenta la sección típica adoptada.

**Tabla 19**

*Sección Típica*

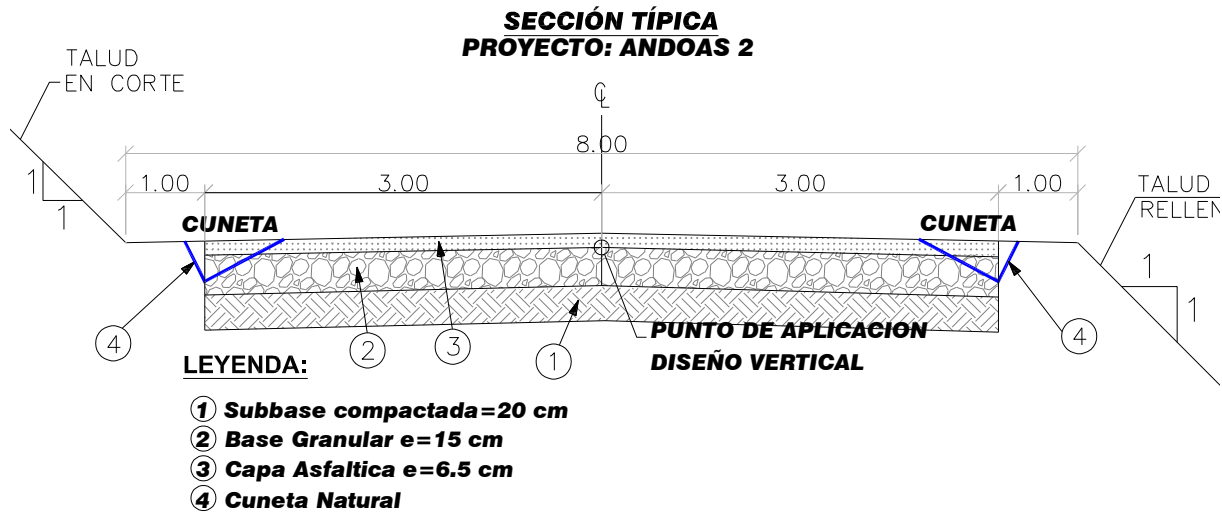
Calzada	Carriles	Ancho	%	vereda
6.00	2	3.00	2	1.0
<b>TOTAL, SECCIÓN TÍPICA(m)=</b>				<b>8.00</b>

*Nota,*

Valores asumidos para el tipo de vía a diseñar, Elaborado por: Autor, 2023.

**Figura 14.**

*Sección típica Proyecto*



*Nota, Sección Típica sugerida para evaluar costos en el proyecto, Elaborado por: Autor, 2023.*

#### 4.4 Alineamiento Horizontal

##### 4.4.1 Curvas Horizontales



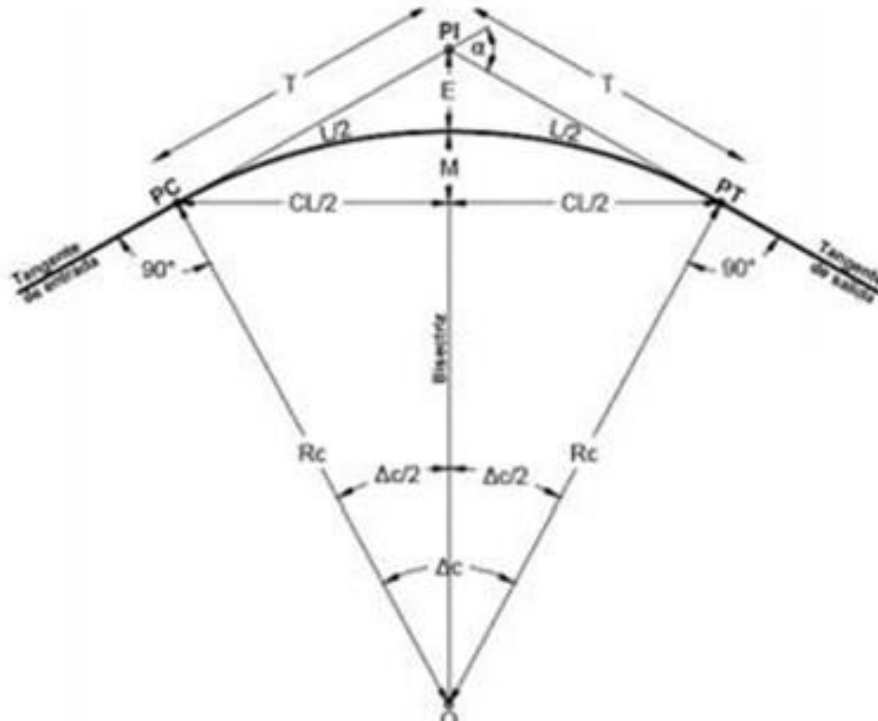
“Las curvas circulares son segmentos de carretera que siguen la forma de un arco de círculo y se utilizan para conectar dos tramos de carretera rectos o tangentes. Estas curvas pueden ser de dos tipos: simples o compuestas. En el contexto de tu texto, se menciona que se eligió una curva circular simple como parte del diseño de la carretera, y esta elección se basó en la topografía existente y las regulaciones actuales.

En una curva circular simple, los vehículos siguen una trayectoria curva constante sin cambios bruscos de dirección. Esta elección de diseño se ajusta a las condiciones topográficas del terreno y cumple con las normativas de diseño de carreteras vigentes.

En resumen, las curvas circulares, ya sean simples o compuestas, son elementos esenciales en el diseño de carreteras y se seleccionan en función de las condiciones específicas del terreno y las regulaciones aplicables.

**Figura 15.**

*Elementos de la curva circular simple*



*Nota, Gráfico descriptivo de los elementos de una curva, Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.*

PI (Punto de Intersección): Es el punto en el que se cruzan o se intersecan las prolongaciones de las tangentes a ambos lados de la curva.

PC (Punto de Comienzo de la Curva): Es el punto en el que la carretera comienza a curvarse.

PT (Punto de Término de la Curva): Es el punto en el que la carretera sale de la curva y vuelve a una alineación recta.

$\alpha$  (Ángulo de Deflexión de las Tangentes): Es el ángulo formado por las tangentes al principio y al final de la curva.

$\Delta C$  (Ángulo Central de la Curva Circular): Es el ángulo total de la curva circular, que mide cuánto se curva la carretera.

$\theta$  (Ángulo de Deflexión a un Punto en la Curva Circular): Es el ángulo formado por una línea que conecta el PI y un punto en la curva circular.

GC (Grado de Curvatura de la Curva Circular): Representa la cantidad de curvatura en la carretera, se mide generalmente en grados por unidad de longitud (grados por metro).

RC (Radio de la Curva Circular): Es la distancia desde el PI hasta el centro de la curva circular.

T (Tangente de la Curva Circular o Subtangente): Es la distancia vertical desde el centro de la curva al punto más bajo del arco de la carretera.

E (External): Se refiere a elementos que están fuera de la curva.

M (Ordenada Media): Es la distancia desde el punto más bajo de la curva hasta la cuerda, que es una línea recta entre el PC y el PT.

C (Cuerda): Es una línea recta entre el PC y el PT.

CL (Cuerda Larga): Es la longitud de la cuerda.

L (Longitud de un Arco): Es la longitud de la carretera a lo largo de la curva circular.

Le (Longitud de la Curva Circular): Es la longitud total de la carretera en la curva circular.

## 4.5 Alineamiento Vertical

El diseño del alineamiento vertical se basa en las pautas recomendadas por la Normativa (MOP, 2003). Estas pautas tienen en cuenta varios aspectos esenciales:

Evitar gradientes reversas bruscas y prolongadas, ya que representan un riesgo significativo, especialmente cuando se combinan con tramos horizontales mayormente rectos. Para prevenir este riesgo, se pueden introducir curvas horizontales o implementar pendientes más suaves. Aunque esto puede requerir cortes y rellenos adicionales, contribuye a la seguridad del tráfico.

Evitar perfiles que incluyan dos curvas verticales en la misma dirección intercaladas por tangentes cortas. Esta configuración puede ser problemática y debe evitarse.

En ascensos largos, se prefiere que las pendientes más pronunciadas se ubiquen al principio del ascenso y se suavicen gradualmente cerca de la cima. También es aconsejable incorporar un tramo con pendiente máxima seguido de un tramo corto con una pendiente más suave. Esto permite a los vehículos pesados aumentar su velocidad en el tramo de pendiente suave antes de enfrentar nuevamente una pendiente máxima. Esta estrategia es especialmente relevante en carreteras con velocidades de diseño más bajas.

Al seleccionar la curva vertical adecuada para un tramo específico, se debe considerar tanto la apariencia estética de la curva como los requisitos de drenaje para mantener la calzada en buenas condiciones.

Estas pautas garantizan que el diseño del alineamiento vertical cumpla con estándares de seguridad y comodidad para los usuarios de la carretera, al tiempo que se consideran factores estéticos y de drenaje. (pág. 216).

#### 4.6 Gradiente Longitudinal

La Normativa (MOP, 2003) establece que las pendientes a adoptar deben ser determinadas en función de las características topográficas del terreno. Se busca mantener estas pendientes lo más suaves posible para permitir velocidades de circulación razonables y facilitar la operación de los vehículos. En el diseño propuesto, se trabajó con pendientes de hasta el 14% en tramos críticos, como se detalla en la siguiente tabla para las respectivas longitudes.

Esta aproximación cumple con los criterios de la normativa y garantiza que las pendientes sean adecuadas para la topografía del terreno, brindando una experiencia de conducción segura y cómoda.

**Tabla 20**

*Gradientes y Longitud es máximas*

Gradientes (%)	Longitud (m)
8—10	1000
10—12	500
12—14	250

*Nota, La tabla en cuestión es de utilidad para manejar valores relevantes en el diseño geométrico vial, Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.*

La Normativa (MOP, 2003) establece que el valor mínimo de diseño para la gradiente longitudinal es del 0,5%. Esto asegura que las carreteras cumplan con las recomendaciones para

brindar un flujo de tráfico adecuado y un desplazamiento seguro de los vehículos. El diseño propuesto se ajusta a este valor mínimo, garantizando que la gradiente longitudinal sea apropiada para las condiciones de la carretera. (MOP, 2003).

#### 4.7 Curvas verticales

Según la Normativa (MOP, 2003), la longitud de una curva vertical cóncava o convexa en su expresión más simple es:

$$L = k * A \text{ (Ec.15)}$$

Donde:

L = longitud de la curva vertical cóncava o convexa, expresada en metros.

A = diferencia algébrica de las gradientes, expresada en porcentaje

(A=Gradiente1-Gradiente 2)

K= Coeficiente

Cálculo de la Longitud mínima de las curvas verticales cóncavas de diseño.

Para la determinación de la longitud de curvas verticales cóncavas mínimas se debe en tomar en cuenta parámetros básicos que se presenta en la tabla 15 como son:

- S = distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.
- V= Velocidad de diseño.

#### **Tabla 21**

*Curvas verticales cóncavas mínimas*

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de Visibilidad para Parada "S" (metros)	Coeficiente $K=S^2 / 122+3,5$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
40	40	6.11	6
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 trabajará con los datos reflejados en esta tabla, para diseño geométrico en el proyecto,  
Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

#### 4.8 Cálculo de la Longitud mínima de las curvas verticales convexas de diseño.

La longitud de las curvas verticales convexas mínimas se determina considerando parámetros clave, como la distancia de visibilidad para la parada de un vehículo (expresada en metros) y la velocidad de diseño. Estos factores son esenciales para garantizar la seguridad en las carreteras y permitir una conducción adecuada

#### **Tabla 22**

*Curvas verticales convexas mínimas*

Velocidad de diseño (kph)	Distancia de Visibilidad para Calculado Redondeado	Coefficiente	$K = S^2/426$
<b>Parada "S"</b>			
<b>(metros)</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	7.10	7
60	70	11.50	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, Los valores son referenciales, para aplicarlos al diseño geométrico, Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

#### 4.9 Longitud mínima de las curvas verticales

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales, tanto cóncavas como convexas, se calcula utilizando la fórmula  $L_{min} = 0.60 * V$ , donde V es la velocidad de diseño, expresada en kilómetros por hora. En este caso, con una velocidad de diseño de 25 km/h, la longitud mínima



absoluta de la curva vertical es de 15 metros. Esto asegura que las curvas cumplan con las especificaciones de diseño necesarias para garantizar la seguridad en la carretera.

#### **4.10 Diseño de intersección de acceso a la vía**

Las intersecciones de carreteras, especialmente aquellas que involucran vías de diferentes clases, representan tramos críticos debido a la acumulación de tráfico en estas áreas. La Normativa (MOP, 2003) permite la implementación de intersecciones a nivel en vías de diferentes clases, siempre que la suma del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) futuro de las vías involucradas no exceda los 4,000 vehículos por día. Para volúmenes de tráfico aún más bajos, por debajo de 1,000 vehículos por día, se pueden diseñar intersecciones a nivel más simples.

Esto se debe a que las intersecciones generan desafíos adicionales para el flujo de tráfico, ya que se combinan vehículos que se desplazan en direcciones diferentes, y las maniobras de giro y cruces pueden complicar aún más las condiciones del tránsito. El diseño de la intersección en el proyecto se realiza en base a la clasificación de la vía, que es de Clase IV tipo camino vecinal, y se tiene en cuenta el volumen de tráfico proyectado en el futuro.

##### ***4.10.1 Tipo de intersecciones a nivel***

La elección del tipo de intersección se realiza considerando un enfoque gráfico que permite determinar el campo racional de utilización de cada tipo de intersección. El objetivo es minimizar las pérdidas de eficiencia en el transporte vehicular debido a la espera en la intersección para permitir la circulación. Este enfoque se basa en las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras del MOP (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, 2021)

El diseño de intersecciones es crucial para garantizar un flujo de tráfico eficiente y seguro en cruces de carreteras. La elección del tipo de intersección depende de diversos factores, como el volumen de tráfico, la clasificación de la carretera y la seguridad de los usuarios. El objetivo es minimizar las interrupciones en el flujo de tráfico y garantizar una circulación segura.

Este enfoque gráfico ayuda a determinar la intersección más adecuada para el proyecto, considerando las condiciones específicas de la vía y el tráfico proyectado.).

**Figura 16.**

*Elección del esquema o tipo de Intersección*



*Nota,* Nomograma con datos para el diseño, Fuente: (Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003) Anexo 1. 4ª

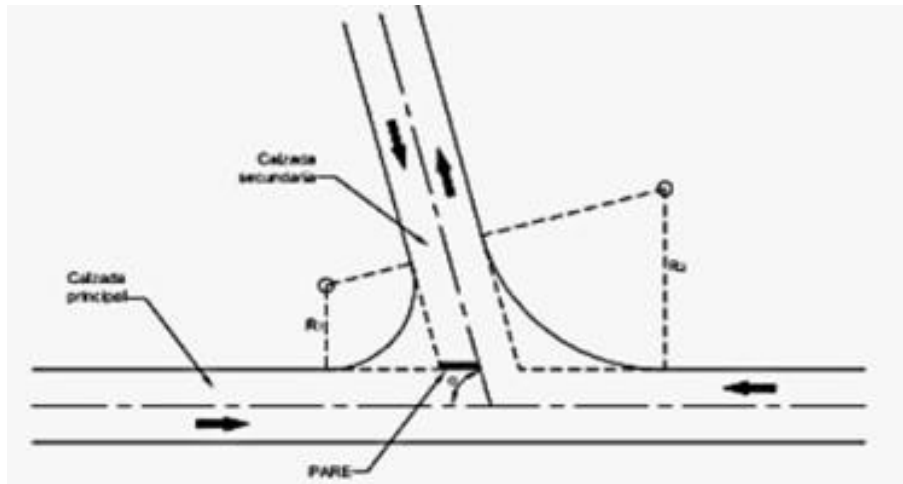
De acuerdo con el gráfico proporcionado por las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras del MOP (Ministerio de Obras Públicas) y el estudio del tráfico vehicular, que

caracterizó la vía como una de bajo volumen con un TPDA futuro de 115 vehículos, se ha determinado que el tipo de intersección adecuado para diseñar es una confluencia sencilla.

Este tipo de intersección es el más apropiado para las condiciones de tráfico y volumen de vehículos previstos en el proyecto, ya que permite una circulación segura y eficiente sin la necesidad de implementar infraestructuras complejas. La elección de una confluencia sencilla es coherente con la naturaleza del camino vecinal y el bajo nivel de tráfico proyectado.

**Figura 17.**

*Intersección simple sin canalizar -esquema base de intersección "T" o "Y"*



*Nota,* El gráfico sirve de guía para la implementación en el proyecto, Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

#### **4.11 Criterios de diseño**

Las recomendaciones de la Norma MOP-001-F, 2002, y la Normativa MOP, 2003, para la implementación de intersecciones son las siguientes:

El ángulo de entrada ( $\alpha$ ) debe estar comprendido entre  $60^\circ$  y  $90^\circ$ . Para este estudio, se ha recomendado utilizar un ángulo de entrada de  $60^\circ$ .

Se deben proporcionar condiciones de tránsito preferenciales al flujo vehicular de mayor intensidad.

La capacidad de flujo vehicular de una intersección a nivel depende del radio mínimo de giro del vehículo de diseño seleccionado para las curvas de las vías que se enlazan. Se recomienda utilizar valores de radio que varían desde 15 metros para vías de IV y V clase, hasta 22 metros para vías de I y II clase.

Los planos viales en los anexos muestran el diseño vial en planta y perfil, incluyendo la sección típica, simbología, cuadro de curvas circulares y otros detalles necesarios.

Estas recomendaciones se han aplicado en el diseño de la intersección y se reflejan en los planos y documentos anexos para garantizar un diseño seguro y eficiente.

#### **4.12 Curva de Masas**

La curva de masas es una representación gráfica que muestra la acumulación de volúmenes de cortes y rellenos a lo largo de distancias horizontales. En un sistema de ejes cartesianos, los volúmenes acumulados se grafican en el eje de las abscisas, mientras que las distancias horizontales se representan en el eje de las ordenadas. Los volúmenes acumulados se obtienen a partir del trazado de las vías internas. En los ANEXOS, se incluyen los gráficos de las curvas de masa para una representación visual de estos datos.

Esta herramienta es esencial para la planificación y diseño de carreteras, ya que permite evaluar la cantidad de movimiento de tierra necesario, incluyendo los cortes y rellenos requeridos para nivelar el terreno y construir la vía. Las curvas de masas son una parte importante del proceso de diseño y construcción de carreteras.

REPORTE DE VOLUMENES ANDOAS 2				
VÍA	Área	CORTE	RELLENO	VOLUMEN
	m2	m3	m3	NETO m3
V1	20664.56	61770.96	8041.83	53729.13<Cut>
V2	1157.54	965.31	28.19	937.12<Cut>
V3	1514.21	223.28	3044.93	2821.66<Fill>
V4	1320.74	300.82	639.69	338.86<Fill>
V5	3763.33	229.72	3957.73	3728.01<Fill>
Total	28420.39	63490.09	15712.37	47777.73<Cut>

*Nota,* Valores obtenidos en favor de lo proyectado, para este proyecto, Elaborado por: Autor, con la utilización de Civil 3D.

El botadero a utilizarse está ubicado a una distancia de 3.0 km del eje centro de gravedad del proyecto, es una escombrera autorizada en el sector, se sabe que este botadero tiene capacidad limitada para el desalojo de tierras a producirse en el proyecto de estudio, por lo que se dispone adicionalmente de dos quebradas ubicadas en el lado norte de la primera etapa, por lo que de ser necesario se las podrá utilizar para disposición de los escombros.

### **Figura 18.**

*Botadero Municipal*



*Nota,* En este gráfico se muestra la ubicación del botadero sugerido para disposición de movimiento de tierras en el proyecto, Elaborado por: Autor, mediante Google Earth.

**Tabla 23***Ubicación de Botadero*

Descripción	Norte	Este	L(km)
Q1	8600.00	722683.00	3.00
Q2	8509.00	722752.00	1.20
Botadero	7922.00	725223.00	1.00

*Nota*, con estas coordenadas se puede localizar el botadero más cercano, Elaborado por: Autor, 2023.

Se utiliza la curva de masas para comparar alternativas y escoger la subrasante más económica, para seleccionar el equipo más económico, determinar los sobre acarreos y selección adecuada de los bancos de préstamo, determinar las distancias y pendientes de acarreo. (Guevara, 2015, pág. 48).

## **CAPITULO V**

### **ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO**

#### **5.1 Introducción**

El estudio realizado, hace posible identificar en qué situación se encuentra actualmente el terreno en el cual se prevé implementar la vía, es relevante considerar todas y cada una de las características geológicas propias del suelo de estudio, y dado el caso de evidenciar condiciones desfavorables, este traerá consecuencias económicas importantes al proyecto y del mismo modo a la vida útil de la vía. Razón por la cual se realizan ensayos ajustados a la normativa vigente con el fin de realizar una propuesta durable y económica.

#### **5.2 Normativa**

La presente investigación, está regido a las normas de vialidad vigentes en el contexto ecuatoriano como en los estándares internacionales para el análisis geológico y estudios de suelos, tal es el caso de:

- NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-GC: Geotecnia y Cimentaciones NEC-SE-RE: Riesgo Sísmico).
- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)
- ASTM (American Society for Testing and Materials).

#### **5.3 Características Geotécnicas de Terreno**

##### **5.3.1 Origen Geológico -Geotécnico**

Para el estudio propuesto, se recaba información obtenida del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - PVM, 2019, en la que se puede observar a la Comunidad San Vicente

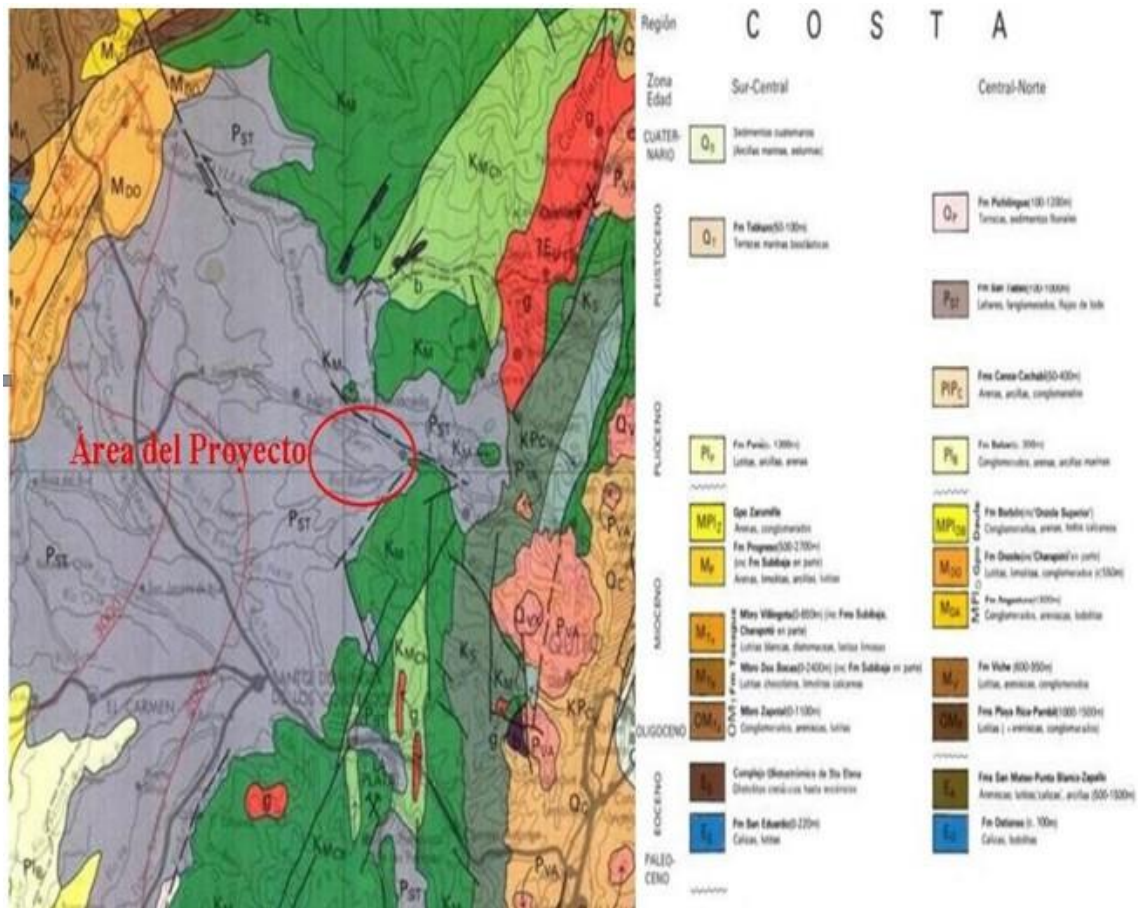


de Andoas está situada sobre el Gran Cono Tabular de la Llanura Costera, este se caracteriza por manifestar una asociación estrecha entre las superficies superiores y las disecciones ejecutadas por la red hidrográfica.

Incluyen todos los caudales principales y sus ramificaciones de los más importantes se considera al Río Achote, Achotillo, Caoní, Silanche, Cabuyal y Pizará. Asimismo, pertenece a la formación San Tadeo que está formada litológicamente de flujo piroclástico, conglomerados volcánicos consolidados y no consolidados con matriz limo-arcillosa y areno limosa. (pág. 3).

**Figura 19.**

*Mapa Geológico del Ecuador*



*Nota*, A través de este gráfico es posible estimar la composición geológica del proyecto, Fuente: Sistema Nacional de Información (SNI).

Estos suelos se hallan situados en forma de relieve, llamada superficie cono de deyección antiguo sobre pendientes de un 25 al 40 %, correspondientes a relieves de mediana a fuertemente disectados.

Estos son clasificados en orden de Andisoles, que representan texturas francas, donde se observa drenaje natural bueno y que además posee fácil eliminación de agua de precipitación, no obstante, es un proceso que demora tiempo. Sus suelos son profundos. (Memoria Técnica. Cantón Pedro Vicente Maldonado, 2013, pág. 32)

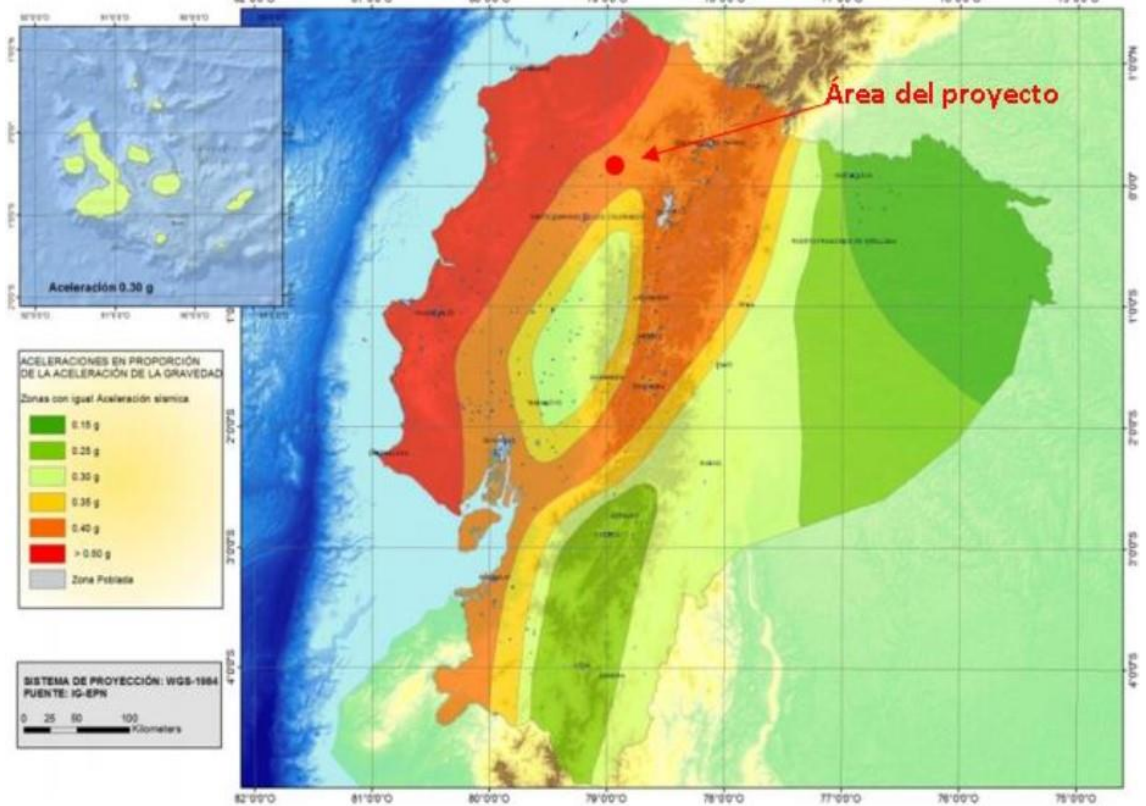
## **5.4 Susceptibilidad a Riesgos Naturales**

### **5.4.1 Amenaza Sísmicas**

El Ecuador en toda su extensión, está clasificado como un país de alto riesgo sísmico. Para determinar de manera más precisa las condiciones de la zona en la que se halla el proyecto, se considera la utilización del mapa elaborado por la Norma Ecuatoriana de la Construcción de manera específica donde comprende las cargas sísmicas en función del valor de  $Z$ , misma que representa una máxima aceleración de roca esperada para el sismo de diseño y que se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad. (Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS, 2016, pág. 27).

**Figura 20.**

*Mapa de Riesgo Sísmico*



*Nota,* Con este gráfico podemos estimar la zona sísmica en la que el proyecto se desarrollará, Fuente: Norma de Cargas Sísmicas- Diseño Sismo Resistente. (NEC-SE-DS).

Para poder coadyuvar en la obtención del mencionado valor, la Norma exhibe la siguiente tabla de poblaciones del Ecuador que han sido asignadas con el factor de zona (z), que incluye la zona del proyecto propuesto.

**Tabla 24***Poblaciones ecuatorianas y valor del factor*

<b>Población</b>	<b>Parroquia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Provincia</b>	<b>Factor Z</b>
Pedro Vicente	Pedro Vicente	Pedro	Pichincha	0.40
Maldonado	Maldonado	Vicente Maldonado		

*Nota, Se puede considerar estos valores como válidos para el proyecto, Fuente: Norma de Cargas Sísmicas- Diseño Sismo Resistente. (Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS, 2016)*

Dado el valor definido, es posible aseverar que se localice dentro de una zona V, relacionado a una caracterización de tipo Alta. Como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 25***Caracterización de Amenazas Sísmicas*

<b>Zona</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>Valor</b>	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	$\geq 0.50$
<b>Caracterización de la amenaza</b>	intermedia	Alta	Alta	Alta	Muy Alta	

*Nota, Con esta tabla se complementa el análisis y se puede considerar la zona para el proyecto, Fuente: Norma de Cargas Sísmicas- Diseño Sismo Resistente. (Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS, 2016)*

#### 5.4.2 Amenaza Volcánica

El nivel de amenaza o probabilidad de amenaza para el área del proyecto es considerada baja, pero es necesario señalar que en la zona circundante existen zonas consideradas de amenaza alta (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial-PVM, 2015, pág. 239).

**Tabla 26**

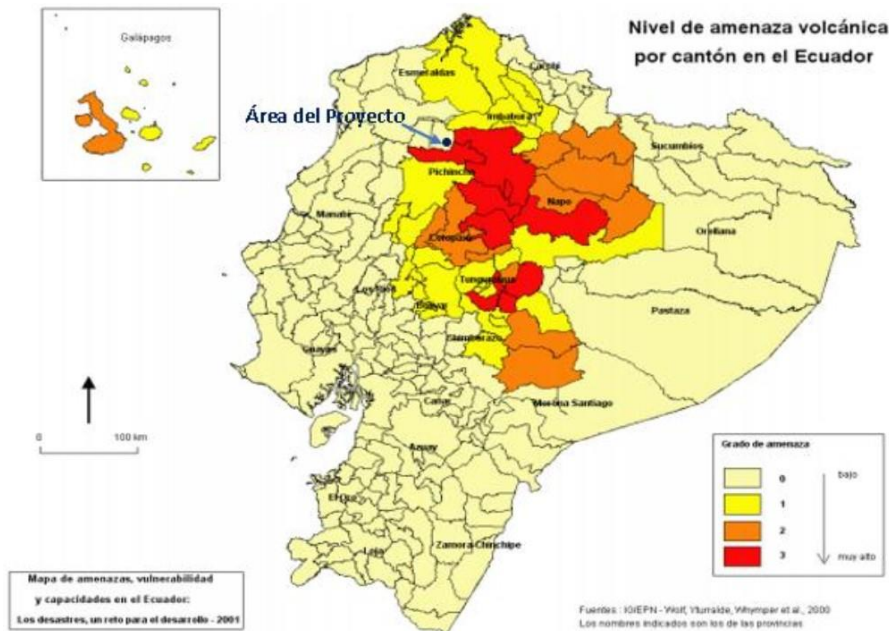
*Descripción de amenazas Naturales*

<b>Amenaza Naturales</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Ocurrencia</b>
<b>Volcánica Terremoto</b>	Norte del GAD (ceniza) Todo	Alta Media
<b>Tsunami</b>	el GAD	Baja

*Nota,* Con esta tabla podemos categorizar el tipo de proyecto y su riesgo al implementarlo,  
Fuente: Norma de Cargas Sísmicas- Diseño Sismo Resistente. (NEC-SE-DS).

**Figura 21.**

*Nivel de amenaza volcánica por cantón del Ecuador*



*Nota, Se puede visualizar el proyecto y su riesgo, Fuente: (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial-PVM, 2015).*

### 5.4.3 Amenaza a Inundaciones

En lo que respecta al mapa de inundaciones cantonal, se contempla, que dentro del cantón no se hallan ríos caudalosos, se considera al territorio cantonal como una zona casi nula de riesgos derivados de inundaciones (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial-PVM, 2015, pág. 158).

De ese modo, el mayor riesgo por inundación está localizado al interior del Recinto de San Isidro, por su cercanía al río Guadalupe. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial- PVM, 2019, pág. 159). Se puede observar en el mapa siguiente la probabilidad casi nula de inundaciones o deslizamientos en la zona de influencia del proyecto:

**Figura 22.**

*Mapa de probabilidad a deslizamientos e inundaciones*



*Nota,* En el gráfico se observa que el proyecto está fuera de todo riesgo a inundación, Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial PVM, 2019.

### **5.5 Análisis Geotécnico de la subrasante**

Sobre la calidad que posean las capas se considera en gran medida, el espesor que debe tener un pavimento sea este flexible o rígido. El parámetro utilizado para evaluar esta capa, se considera la capacidad de resistencia o soporte a la deformación causada por un esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito. Por otro lado, es necesario considerar la sensibilidad que posee el suelo con respecto a la humedad, tanto en lo que concierne a la resistencia, así como a las posibles variaciones de volumen (hinchamiento - retracción). (Montejo, 2014, pág. 9).

### **5.6 Exploración y Muestreo de Suelos**

### 5.6.1 Fase Pre-Campo

Se efectuó una socialización con la persona encargada de administrar la Comunidad San Vicente de Andoas, la Sra. Mónica Moya; misma que actúa en representación de cada propietario del terreno donde se ejecutará el proyecto, a fin de obtener los permisos necesarios para realizar la excavación manual de las calicatas y de ese modo extraer muestras representativas de la subrasante que será analizada posteriormente.

### 5.6.2 Fase de Campo

En lo que se refiere a esta fase, se realiza una primera etapa que comprende el primer kilómetro de estudio a la vía en la que se identifica la ubicación de sondeos que hacen posible la excavación manual de las calicatas 1 y 2 por cada 500 metros según lo menciona la Norma NTP 339.162 ASTM D420 – en lo que concierne a calicatas y trincheras. Las muestras fueron extraídas a profundidades de 0.5 - 1.00 m.

Posteriormente, cada muestra fue embalada para que no pierda su humedad natural y se trasladan al laboratorio de mecánica de suelos de la empresa Ecuasoil.

A continuación, se evidencia la tabla con las coordenadas y el tipo de ensayo a efectuarse para todos y cada uno de los sondeos:

**Tabla 27**

*Ubicación de Sondeos*

<b>N. °</b>	<b>En</b>	<b>Nort</b>	<b>Este</b>	<b>Ab</b>
<b>C1</b>	C	6959	724	1+
<b>C2</b>	D	7540	724	0+

*Nota*, En la tabla podemos ubicar los sondeos realizados, Elaborado por: Autor, 2023.



### **5.6.3 Fase de laboratorio**

En este punto, se utilizan las muestras representativas, para realizar el ensayo sobre la identificación y clasificación (SUCS) y previos ensayos:

#### **5.6.3.1 Humedad Natural ASMT D-2216**

Para (Montejo), considera que el ensayo planteado, no permite solamente definir en primera instancia que tipo de tratamiento a realizar durante la construcción, sino que permite también estimar cuál sería su posible comportamiento, como subrasante, pues, si el contenido natural de agua de un suelo está próximo límite líquido, es muy probable que se trata de un suelo muy sensitivo y si, por el contrario, el contenido de agua es cercano al límite plástico, puede dar evidencia de un suelo que proveerá un buen comportamiento.

#### **5.6.3.2 Límites de Atterberg (líquido y plástico) ASTM D-4318**

**El límite plástico** Es descrito como la mínima cantidad de humedad que hace posible que el suelo tenga la condición de plasticidad. Es así que, en este estado, el suelo puede deformarse casi de inmediato o puede ser moldeado sin recuperación elástica, en la que se produce un cambio de volumen, así como agrietamiento o también el caso de desmoronamiento.

Para contenido de humedad que sea mayor al límite plástico, se exterioriza una caída muy pronunciada en la estabilidad del suelo.

**El límite líquido** Corresponde al mayor contenido de humedad que puede contener el suelo sin transformar su estado plástico a líquido. Sobre el estado líquido, este se describe como la condición que posibilita que la resistencia al corte de suelo, sea muy baja y un mínimo esfuerzo lo hace fluir. Sobre el cálculo de índice de plasticidad, se considera a la diferencia numérica entre los

límites líquido y plástico, e indica además el grado de contenido de humedad por la que un suelo permanece en estado plástico antes de cambiar a líquido. (Montejo, 2014).

#### **5.6.4 Análisis granulométrico ASTM D-422.**

Es un experimento para cuantificar la dispersión de los variados tamaños de partículas terrosas. Hay varios métodos para conocer la estructura granulométrica de un terreno. Por ejemplo, para ordenar por dimensiones las partículas grandes, la forma más rápida es el cernido. No obstante, a medida que aumenta la sutileza de los gránulos, el cernido se torna cada vez más arduo, entonces se necesita recurrir a técnicas de asentamiento (Montejo, 2014).

##### **5.6.4.1 Clasificación de suelos SUCS**

Este ejercicio explica un método para categorizar minerales y una combinación de minerales y materia orgánica en suelos, con fines ingenieriles, mediante el análisis de laboratorio de propiedades como las dimensiones de las partículas, el límite líquido y el índice plástico. Se empleará cuando se necesite una clasificación precisa. (American Society of Testing Materials ASTM D 2487 - 03, 2006). (ASTM D2487 Unified Soil Classification System, 2006).

##### **5.6.4.2 Clasificación de suelos AASHTO**

Siguiendo este método y considerando su comportamiento, los suelos se dividen en ocho categorías identificadas mediante los símbolos de A-1 a A-B. Dentro de esta clasificación, los suelos inorgánicos se distribuyen en 7 grupos desde A-1 hasta A-7, cada uno de estos subdivididos en 12 subgrupos. Por otro lado, los suelos con una proporción significativa de materia orgánica son catalogados como A-B. (Montejo, 2008, p. 44). A continuación, se presentan de forma resumida los resultados de los análisis.

**Tabla 28***Resumen Ensayos Clasificación SUCS-AASHTO*

	Calicata 1		Calicata 2	
	N:	E:	N:	E:
<b>Profundidad (m)</b>	0.50	1.00	0.50	1.00
<b>Humedad Natural</b>	102.	71.95	73.03	64.65
<b>Límite Líquido (%)</b>	113.	76.23	81.46	66.47
<b>Índice Plástico</b>	39.3	21.09	28.92	16.79
<b>Índice de Grupo</b>	19.8	16.40	19.60	14.70
<b>Granulometría</b>				
<b>3"</b>	100	100	100	100
<b>4</b>	99	100	100	100
<b>10</b>	99	99	100	100
<b>40</b>	98	94	93	92
<b>200</b>	74	79	81	79
<b>Clasificación SUCS</b>			MH	
<b>AASHTO</b>				

*Nota,* Se obtiene los resultados del estudio de suelos, Fuente: ECUASOIL, laboratorios de Suelos 2023.

### **5.7 Naturaleza y distribución de unidades Geotécnicas**

Basándonos en los datos de campo y los análisis de laboratorio, se ha determinado la presencia de un solo estrato de subsuelo con características geomecánicas similares hasta la profundidad investigada de (-1.00m). Este estrato está compuesto por una combinación de suelo de grano fino, de naturaleza cohesiva, principalmente identificado por su abundancia de LIMOS ARCILLOSOS DE ALTA COMPRESIBILIDAD (MH), con una presencia menor de ARENA FINA LIMOSA (SM), integradas en una matriz arcillosa. Presenta un aroma distintivo inorgánico y muestra un color café claro con matices amarillentos a rojizos, con una consistencia que varía de

blanda a mediana, una plasticidad alta y una humedad entre media y alta. (ECUASOIL Laboratorio de Mecánica de Suelos, 2023).

### **5.7.1 Nivel freático**


En esta investigación, no se ha detectado la presencia de un nivel freático o aguas subterráneas hasta la profundidad alcanzada mediante sondeos. Por lo tanto, se excluye la posibilidad de que la construcción de la vía de acceso pueda generar impactos en estos cuerpos hídricos. (ECUASOIL Laboratorio de Mecánica de Suelos, 2023).

### **5.7.2 Perfil estratigráfico.**

Empleando correlaciones entre las pruebas de campo y laboratorio, se estableció el siguiente perfil estratigráfico. Durante el primer kilómetro en sentido longitudinal de la vía, predomina un estrato compuesto mayormente por suelos de grano fino. Por esta causa, se categoriza como un suelo cohesivo para evaluar la capacidad de carga admisible del terreno. (ECUASOIL Laboratorio de Mecánica de Suelos, 2023).

### **Figura 23.**

*Perfil estratigráfico Calicata*

Estratos	Profundidad	Descripción de la Unidad
	0.00 m 0.50 m 1.00 m	Suelo de grano fino, tipo cohesivo, caracterizado principalmente por LIMOS ARCILLOSOS DE ALTA COMPRESIBILIDAD (MH) y en menor porción por ARENA FINA LIMOSA (SM), contenidas en una matriz arcillosa; su olor característico – inorgánico, de color café claro, tonalidad amarillenta a rojiza, de consistencia blanda a mediana, plasticidad alta, humedad media a alta.

*Nota*, El gráfico es correspondiente a la muestra extraída, Fuente: ECUASOIL Laboratorio de Mecánica de Suelos, 2023.

### 5.8 California Bearing Ratio (CBR)

Siguiendo la referencia de Montejo (2008), el índice CBR se expresa en porcentaje como la relación entre la carga unitaria necesaria para penetrar un pistón en el suelo y la carga unitaria requerida para introducir el mismo pistón a la misma profundidad en una muestra estándar de piedra triturada (p. 64).

En adición a las pruebas de campo y laboratorio, se recolectaron muestras representativas de excavaciones a cielo abierto. Se llevaron a cabo pruebas para la clasificación manual visual según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Además, utilizando correlaciones con el Ensayo de Cono de Penetración Dinámico (DCP), se determinaron los parámetros del índice CBR (Relación de Soporte California – ASTM D 1883). Los resultados de los ensayos de laboratorio son los siguientes:

#### Tabla 29

*Resumen resultados de ensayos CBR*

No. Calicata	Ensayo	No. Ensayo	CBR Ord	CBR. (%)
1	DCP	1	4.62	4.62
2	CBR	2	22.06	16.09

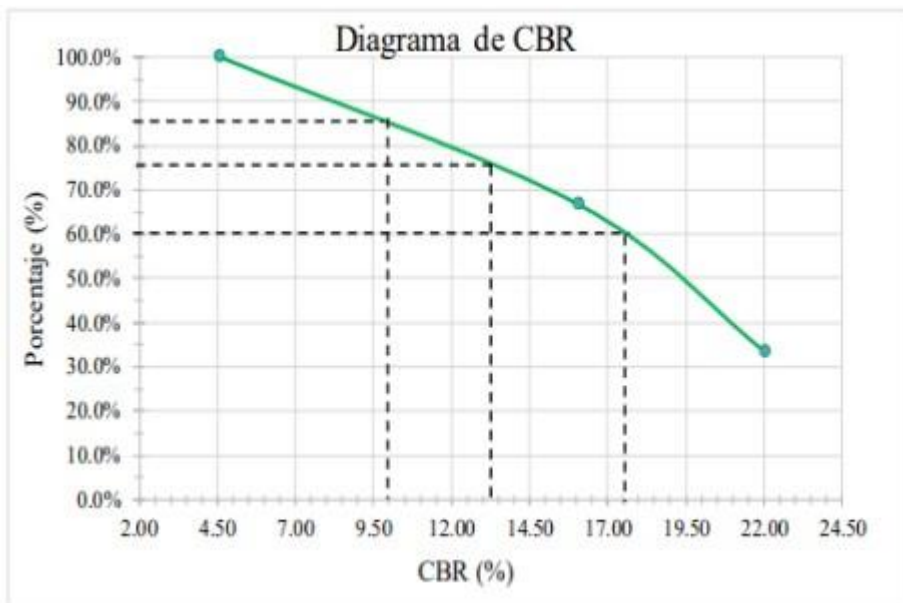
*Nota,* Los valores son válidos para utilizar en el diseño de la estructura vial, Fuente: ECUASOIL Laboratorio de Mecánica de Suelos, 2023.

Se procede a la interpretación de los resultados, detallados en la tabla 31 a continuación. Se destaca que el valor del CBR de diseño es de CBR = 10.0%, correspondiente al percentil No. 85.

Este valor de CBR del 10.0% en el percentil No. 85 es esencial para el análisis y diseño adecuado de la capacidad de carga de la vía en estudio.

**Figura 24.**

*Resultados de CBR para el N° total de calicatas*



*Nota,* En el Nomograma se puede estimar un valor promedio de CBR, Fuente: ECUASOIL Laboratorio de Mecánica de Suelos, 2023

**Tabla 30**

*CBR de Diseño en función del DCP de campo*

Percentil	CBR de Diseño (%)
60	17.5
75	13.2
85	10.0

*Nota,* Se estima mediante probabilística, el valor a utilizar para el CBR, Fuente: ECUASOIL Laboratorio de Mecánica de Suelos, 2023.

El resultado del CBR del 10.0% corresponde a una subrasante de categoría "Regular" según la clasificación que se basa en el criterio de la tabla 32. Es importante tener en cuenta que esta categorización es crucial para determinar la calidad y capacidad de carga de la subrasante en términos de su resistencia y comportamiento ante las cargas aplicadas.

**Tabla 31**

*Clasificación de la Subrasante en función del CBR*

CBR	CBR de Diseño (%)
0-5	Sbrs. Muy Mala
5-10	Sbrs. Mala
10-20	Sbrs. Regular a Buena
20-30	Sbrs. Muy Buena
30-50	Sub Base Buena
50-80	Base Buena
80-100	Base Muy Buena

*Nota,* Se realiza una comparación con la norma para adoptar o no el valor, Fuente: ASTM D-1883,2006.

Por lo tanto, con un CBR del 10.0%, la subrasante se clasifica como "Regular", lo que indica una calidad aceptable, pero con espacio para mejoras en términos de resistencia y capacidad de carga.



## **CAPÍTULO VI.**

### **DISEÑO HIDRÁULICO**

#### **6.1 Información básica.**

El propósito de este diseño de las obras de arte menor del drenaje superficial es establecer la sección óptima que garantice un flujo ininterrumpido para los cauces naturales y manejar también el flujo generado por la carretera y los taludes colindantes (Instituto Nacional de Vías, 2009).

Este estudio tiene varios objetivos. En primer lugar, busca definir los patrones y parámetros hidráulicos relevantes para el proyecto. A continuación, se pretende determinar los caudales de diseño necesarios para dimensionar adecuadamente las obras de drenaje y calcular los volúmenes de obra correspondientes.

La información básica utilizada es:

- Topografía del Proyecto: El relieve y configuración del terreno en la zona donde se desarrollará la obra, crucial para la planificación y diseño.
- Base de Datos de Precipitación: Información relacionada con la precipitación, proveniente de las estaciones meteorológicas M-0156 Quinindé (Convento Madre Lauritas) y M-0025 La Concordia, es esencial para analizar y dimensionar las obras de drenaje en función de las condiciones climáticas.
- Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003: Directrices y estándares establecidos por el Ministerio de Obras Públicas para garantizar un diseño geométrico apropiado y seguro de la carretera en cuestión.

- **Zonificación de Intensidades de Precipitación y Mapa de Isolíneas:**  
Información sobre la distribución y zonificación de la intensidad de la lluvia, representada en un mapa de isolíneas, para comprender mejor la magnitud de las precipitaciones y su impacto en el drenaje.
- **Coefficiente de Escorrentía:** Factor que indica la proporción de agua de lluvia que fluye sobre la superficie del terreno, esencial para evaluar el volumen de agua que debe ser manejado por las obras de drenaje.

Todos estos elementos son fundamentales para un diseño integral y efectivo de las obras de drenaje, considerando tanto las características del terreno como las condiciones climáticas y normativas específicas.

## **6.2 Delimitación de Cuenca Hidrográfica**

Para llevar a cabo un análisis hidrológico efectivo, es esencial definir con precisión el sitio de estudio. Esto implica trazar una línea imaginaria que delimite las cuencas adyacentes y determine la microcuenca relevante para el proyecto. Esta microcuenca será fundamental para calcular tanto el caudal como la altitud máxima que podría alcanzar, considerando un periodo de diseño de 25 años.

Un aspecto crucial de este estudio implica estimar la altura adecuada del puente en el brazo del río Andoas que desemboca en el Río Caoní. Este análisis hidrológico proporcionará datos valiosos para garantizar la seguridad y funcionalidad de la infraestructura, considerando las condiciones hidrológicas específicas y el diseño adecuado para el cruce del río.



**Tabla 32**

*Características físicas de la microcuenca del brazo de río Andoas*

<b>Perímetro Total (km)</b>	9.76
<b>Área Total (km<sup>2</sup>)</b>	2.77
<b>Longitud (km)</b>	5.66
<b>Ancho medio</b>	0.49

*Nota,* Podemos definir información de la cuenca, Elaborado por: Autor,2023.

Estos datos son esenciales para comprender la dinámica de la cuenca y tomar decisiones informadas en el diseño y gestión del proyecto, considerando las interacciones entre la morfología, los suelos, las prácticas agrícolas y otros elementos que influyen en el ciclo hidrológico.

### **6.3.2 Coeficiente de compacidad de Gravelius (kc)**

Mediante la aplicación de la fórmula que nos permite determinar este parámetro y basándonos en las características físicas de la microcuenca tenemos: (Gutiérrez Caiza, 2014, pág. 49).

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = \frac{9.76}{2\sqrt{\pi * 2.77}} = 1.65$$

**Tabla 33**

*Índice de GRAVELIUS para forma*

RANGO	DESCRIPCIÓN
1 – 1.25	Forma casi redonda a oval - redonda
1.25 – 1.50	Forma oval - redonda a oval - alargada
1.50 – 1.75	Forma oval – alargada a alargada

*Nota, con estos valores podemos definir la forma de la cuenca, Fuente: Ortiz, 2004*

**Tabla 34**

*Índice de GRAVELIUS para interpretación ambiental*

Kc	INTERPRETACIÓN
1 – 1.25	Alta tendencia a inundaciones
1.25 – 1.50	Mediana tendencia a inundaciones
1.50 – 1.70	Baja tendencia a inundaciones
>1.70	Cuecas propensas a la conservación

*Nota, Valores útiles para definir riesgos, Fuente: Rodríguez, 2014*

Según la correlación realizada, la microcuenca se caracteriza por tener una forma oval, lo que implica que es alargada en su configuración. Además, muestra una tendencia baja a inundaciones, lo que sugiere que tiene una capacidad relativa para manejar caudales y lluvias intensas.

Esta información es valiosa para comprender la morfología y el comportamiento hidrológico de la microcuenca, lo cual es fundamental para el diseño apropiado de infraestructura y la implementación de medidas de manejo del agua que se adapten a las características específicas de la cuenca.

## **6.4 Parámetros de relieve**

La pendiente del terreno desempeña un papel significativo en la rapidez con la que el agua fluye a través de la cuenca durante eventos de lluvia. Una mayor pendiente generalmente está asociada con un mayor caudal en periodos cortos de tiempo, ya que el agua tiende a moverse más rápidamente cuesta abajo en terreno inclinado.

Esta relación entre la pendiente y el caudal es crucial para comprender y prever el comportamiento de la cuenca en términos de inundaciones, erosión del suelo y otros fenómenos relacionados con el agua. Diseñar medidas adecuadas de manejo de agua y mitigación de riesgos en función del relieve y la pendiente es fundamental para garantizar una gestión hídrica eficiente y la seguridad de las áreas circundantes. (Ibáñez Asensio, Moreno Ramón & Gisbert Blanquer, 2008).

### **6.4.1 *Pendiente uniforme del cauce principal (j)***

La pendiente de un cauce se calcula mediante la relación entre el desnivel vertical (la diferencia de altura) entre los extremos del cauce y la proyección horizontal de la longitud del cauce. Es esencial entender esta medida para comprender cómo el terreno influye en el flujo del agua y cómo afecta al comportamiento hidrológico de la cuenca. Una pendiente pronunciada indica un terreno empinado y, por lo tanto, una mayor velocidad de flujo del agua. (Villón, 2002, p. 55).

$$j = \frac{da}{L}$$

Donde:

da: desnivel altitudinal (km)

L: longitud del cauce (km)

Se tiene como cota máxima un valor de 840 msnm y como cota mínima 720 msnm, concerniente a una diferencia altitudinal de 120 m (0.12km), como proyección longitudinal se considera un valor de 6m de influencia en el proyecto, por lo que como resultado se tiene:

$$j = \frac{da}{L} = 2.12\%$$

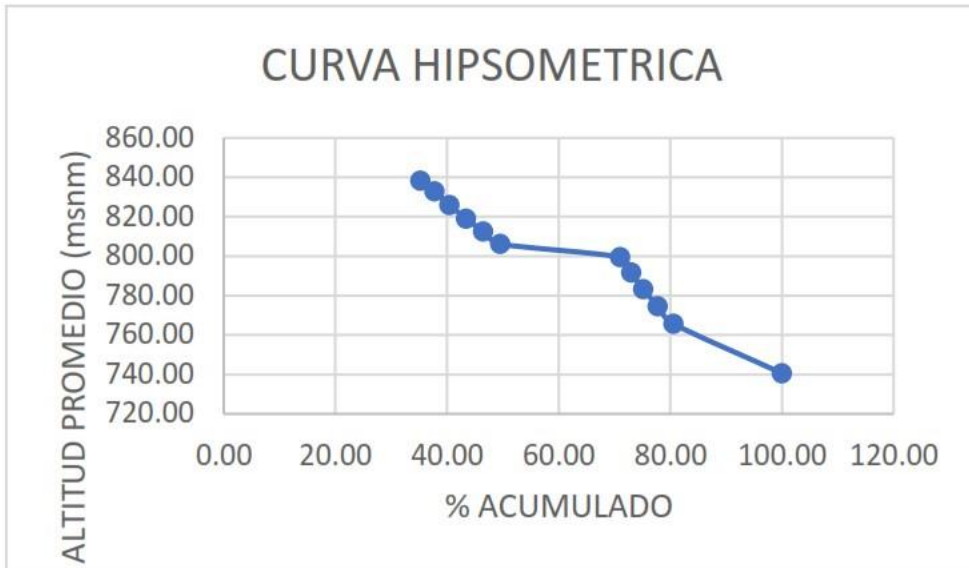
#### **6.4.2 Curva Hipsométrica**

Representa las superficies de la cuenca y establece una relación entre el valor de la cota (altura) en las ordenadas (eje vertical) y el porcentaje del área acumulada en las abscisas (eje horizontal). Este tipo de curva es fundamental en hidrología para comprender la distribución altimétrica de la cuenca y cómo varía el área con respecto a la altitud.

Al representar esta información gráficamente, se puede visualizar fácilmente cómo se distribuyen las altitudes en la cuenca y cómo influyen en el comportamiento hidrológico, como la escorrentía, la erosión y la acumulación de agua en diferentes altitudes. Además, puede proporcionar información valiosa para la planificación y gestión de recursos hídricos en la cuenca. (Gutiérrez Caiza, 2014).

#### **Figura 26.**

*Curva Hipsométrica de la microcuenca*

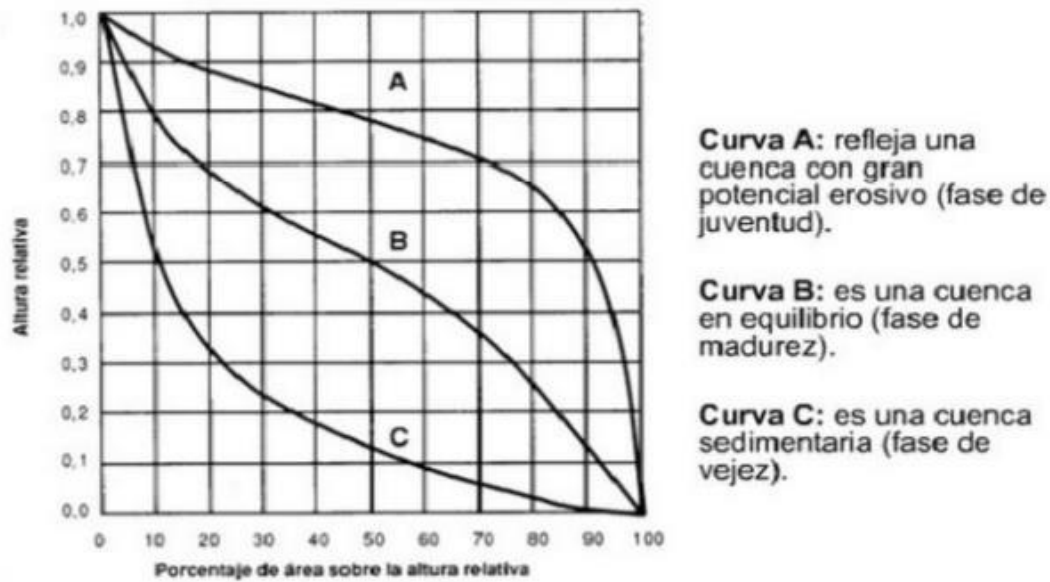


*Nota*, Diagrama que permite considerar valores relevantes, Elaborado por: Autor, 2023



**Figura 27.**

*Tipo de curva para definir microcuenca*



*Nota,* Nomograma útil para el análisis morfológico, Fuente: Gutiérrez Caiza, 2014

Se puede describir la microcuenca como una en estado de equilibrio, en una fase madura, caracterizada por la representación gráfica que muestra una curva de tipo B

### 6.4.3 *Altura media (h)*

Se procede al cálculo de la línea de división en la cuenca, lo que resulta en la generación de una curva de nivel. Esta curva representa la altura promedio correspondiente al 50% del área total. A través de la curva hipsométrica, se logra determinar la altura media de la cuenca (Linsley, Kohler & Paulhus, 1949).

**Tabla 35***Altura media de la microcuenca*

ELEVACIÓN MEDIA			
ELEVACIÓN	ÁREA	ELEV.MEDIA	PRODUCTO
720	0	0	0
761.30	0.54	741	399
770.20	0.08	766	59
779.18	0.07	775	55
787.56	0.06	783	47
795.87	0.05	792	43
803.10	0.59	799	475
809.36	0.09	806	69
815.79	0.08	813	68
822.47	0.08	819	67
829.40	0.08	826	62
836.43	0.07	833	58
840.00	0.98	838	818
<b>TOTAL</b>	<b>2.77</b>		<b>2221</b>

*Nota,* En esta tabla tenemos las características de la cuenca, Elaborado por: Autor, 2023.

Con el análisis se define el valor de la altura media en 802 msnm.

#### **6.4.4 Perfil longitudinal**

Se define como la relación entre la distancia recorrida desde el punto de origen por un flujo natural y la elevación relativa en cada punto del perfil (Ibáñez Asensio, Moreno Ramón & Gisbert Blanquer, 2008).

**Figura 28.**

*Perfil longitudinal del río Andoas*



*Nota*, Perfil de la cuenca, Fuente: Gutiérrez Caiza, 2014

#### **6.4.5 Tiempo de Concentración**

El lapso requerido para que una gota de agua atraviese toda la cuenca (Villón, 2002, p.198).

se determina utilizando ecuaciones empíricas. Una de las ecuaciones más útiles en este contexto fue desarrollada por Kirpich. Esta ecuación es especialmente efectiva en cuencas de tamaño intermedio y es respaldada por la normativa MOP 2003. (Villón, 2002, p.198).

$$t_c = 0.06628 * \frac{L^{0.77}}{i^{0.385}}$$

Donde:

tc: Tiempo de concentración en horas

L: Longitud del cauce más largo en km

i: Pendiente media de la cuenca

**Tabla 36**

*Tiempo de Concentración*

Fórmula		Tiempo de concentración		
Kirpich	1.0	horas	59.80	minutos
California	1.1	horas	66.70	minutos

*Nota,* Con esta comparación tenemos una mejor precisión de los valores para el proyecto, Elaborado por: Autor, 2023.

En el contexto de carreteras, se recomienda utilizar un tiempo de concentración de 10 minutos, mientras que, para alcantarillas, se sugiere un rango de 10 a 12 minutos (Lemos, 2000, p. 20).

### **6.5 Criterios de diseño de obras de drenaje**

El propósito esencial del diseño de infraestructuras de drenaje radica en la rápida evacuación del agua pluvial que incide sobre la vía, al mismo tiempo que regula el nivel del agua subterránea. Además, cumple con la función de interceptar tanto el flujo superficial como subterráneo que se desliza a lo largo de la carretera, canalizando de manera controlada el caudal que cruza la vía.

Para lograr estos objetivos, se aplican sistemas de drenaje longitudinal, que incluyen elementos como cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillos y subdrenes.

En el diseño hidráulico, se aplica un enfoque basado en principios y métodos racionales. Esto implica considerar diversos factores que influyen en la geometría del conducto y en el tipo de flujo para obtener una solución hidráulica adecuada.

## 6.6 Intensidad de precipitación para un periodo de retorno

En el contexto de los diseños de drenaje urbano, se aplica la identificación del evento o tormenta de diseño, incorporando una relación entre la intensidad de la lluvia, su duración y las frecuencias o periodos de retorno pertinentes para cada sistema de drenaje. (Gutiérrez Caiza, 2014, p. 166).

Para evaluar la intensidad, se recurre a las curvas I-D-F (curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia), suministradas por el INAMHI conforme a la zonificación establecida.

$$I_{TR} = \frac{K * Id_{TR}}{t^n}$$

$$TR = \frac{n + 1}{m}$$

Donde:

$I_{TR}$ : Intensidad de precipitación para cualquier periodo de retorno (mm/h).

$Id_{TR}$ : Intensidad diaria para un periodo de retorno dado (mm/h).

TR: Periodo de retorno en años

K, m y n: Constantes de ajustes determinados por mínimos cuadrados

## **6.7 Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)**

Para desarrollar el diseño del proyecto, resulta crucial determinar las curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF), que establecen la correlación entre las precipitaciones, su duración y la frecuencia, es decir, la probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno.

En base a estas curvas, se realizaron cálculos de caudales al relacionar las características específicas del área con las curvas IDF, considerando un tiempo máximo de precipitación de 24 horas. Este valor se deduce implícitamente en la magnitud de la Intensidad de acuerdo con las relaciones establecidas por el INAMHI.

Cabe destacar que el área de influencia del proyecto está ubicada en la zona 10 según la Actualización del Estudio de Lluvias Intensas, versión 2 del año 2019."

**Tabla 37***Ecuación Representativa Estación la Concordia*

Estación		Intervalos de			
Código	Nombre	tiempo(minutos)	Ecuaciones	R	R <sup>2</sup>
			$i =$		
		5<30	$127.2355 * T^{0.1819} * t^{-0.1363}$	0.9811	0.9626
			$i =$		
M0025	LA CONCORDIA	30<120	$337.9275 * T^{0.1941} * t^{-0.4454}$	0.9589	0.9196
			$i =$		
		120<1440	$1999.94 * T^{0.1726} * t^{-0.8161}$	0.9961	0.9923

**6.7.1**

*Nota,* Aquí se define el modelo con el cual se compara la zona del proyecto, Fuente: INAMHI - Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2019.

Donde:

ITR: intensidad de precipitación, en mm/hora

Tc: duración de la intensidad, igual al tiempo de concentración en minutos

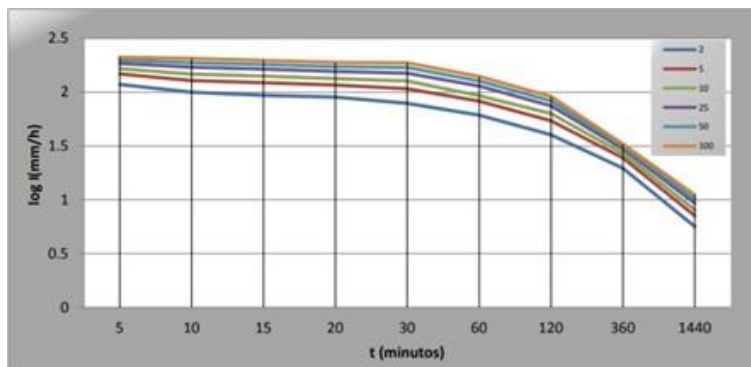
Tr: período de retorno o de recurrencia, en años.

IdTR: intensidades de lluvia máxima para una duración de tormenta de 24 horas

**Tabla 38***Intensidad Máxima de Lluvias, Estación la Concordia*

Periodo de Retorno T(años)						
T(min)	2	5	10	25	50	100
5	115.9	136.9	155.3	183.5	208.2	236.1
10	105.5	124.6	141.3	167.0	189.4	214.8
15	99.8	117.9	133.7	158.0	179.2	203.3
20	95.9	113.3	128.6	151.9	172.3	195.5
30	85.0	101.5	116.1	138.8	158.7	181.6
60	62.4	74.6	85.3	101.9	116.6	133.4
120	45.3	53.1	59.8	70.1	79.0	89.0
360	15.5	21.7	24.4	28.6	32.2	36.3
1440	6.0	7.0	7.9	9.2	10.4	11.7

*Nota,* Con estos datos podemos comparar a precisión en un tiempo determinado las características, Fuente:(INAMHI - Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2019).

**Figura 29.***Curvas de Intensidad Máxima de Lluvias, Estación la Concordia*

*Nota,* Se presenta las gráficas de la tabla anterior, Fuente: INAMHI - Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2019.



## 6.8 Periodo de retorno

El periodo de retorno se define como el tiempo promedio, en años, en el cual un evento específico se iguala o supera al menos una vez (Monsalve S., 1999, p. 141).

Para el diseño hidráulico que se va a emplear, se ha establecido un periodo de retorno de 25 años.

**Tabla 39**

*Periodo de retorno de diseño en obras de drenaje vial*

Tipo de obra	Caminos vecinales	Red de carreteras
Alcantarillas de hasta 3m <sup>2</sup> de sección	5	10
Alcantarillas mayores de 3m <sup>2</sup> de sección	10	25
Cunetas	10	25
Canales interceptores	10	25
Puentes mínimos	50	50

*Nota,* Con este resumen, definimos como diseñar los elementos hidráulicos, Fuente: Salgado, 1989, pág. 384.

### 6.8.1 Método Racional

El emplazamiento del proyecto se encuentra en una cuenca de menos de 2.5 km<sup>2</sup>, categorizándola como pequeña y con datos de precipitación disponibles. Por este motivo, se ha optado por aplicar el método racional para calcular el caudal de diseño.

El método racional establece que el caudal resultante es directamente proporcional a la intensidad de la lluvia, sin tener en cuenta la infiltración y evaporación, calculando estas mediante el coeficiente de escorrentía. Asimismo, se considera que el tiempo de concentración es semejante a la duración de la lluvia (Manosalve, 1995).

$$Q = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

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

C: coeficiente de escorrentía

I: intensidad de precipitación (mm/h)

A: área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía se calcula considerando el factor K, el cual brinda una estimación cercana de la escorrentía. Este factor refleja las particularidades del área de diseño, asignando una puntuación de 0 a 100 a cada descripción del terreno. Posteriormente, se compara con los rangos establecidos para el factor K, lo que permite determinar un intervalo para el coeficiente de escorrentía.

A continuación, se presenta la evaluación del factor K para el análisis hidrológico en nuestro estudio:

**Tabla 40**

*Factor K*

<b>Valores de k</b>				
	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>10</b>
<b>Relieve del terreno</b>	Muy accidentado	Accidentado	Ondulado	Llano
	Pendientes superiores al 30%	Pendientes entre el 10% y el 30%	Pendientes entre el 5% y el 10%	Pendientes inferiores al 5%
<b>Permeabilidad del suelo</b>	Muy Impermeable	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>
		Bastante Impermeable		
	Roca	Arcilla	Normal	Arena
<b>Vegetación</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>
	Ninguna	Poca Menos del 10% de la superficie	Bastante Hasta el 50% de la superficie	Mucha Hasta el 90% de la superficie
<b>Capacidad de almacenaje de agua</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>
	Ninguna	Poca	Bastante	Mucha
<b>Total, Suma</b>		55		
<b>Valor de K entre</b>	75-100	50-75	30-50	25-30
<b>Valor de C</b>	0.65-0.80	0.50-0.65	0.35-0.50	0.20-0.35

*Nota, Con estos valores definimos la permeabilidad de la cuenca, Elaborado por: Autor, 2023.*

El coeficiente de escorrentía del terreno varía en un rango entre 0.50 y 0.65. En consecuencia, se opta por calcular el promedio de estos valores, resultando en un valor único de 0.575. Este valor será utilizado en el cálculo del caudal de diseño.

Otro criterio para obtener este valor se define a partir de la siguiente tabla:

**Tabla 41**

*Coeficiente de Escorrentía para diferentes tipos de Terreno*

<b>Tipo de terreno</b>	<b>Coeficiente de escorrentía</b>
Pavimentos de adoquín	0.50 – 0.70
Pavimentos asfálticos	0.70 – 0.95
Pavimentos de hormigón	0.80 – 0.95
Suelo arenoso con vegetación y gradiente 2% - 7%	0.15 – 0.2
Suelo arcilloso con pasto y gradiente 2% - 7%	0.25 – 0.65
Zonas de Cultivo	0.20 - 0.40

*Nota, Se muestra el coeficiente de Escorrentía para el proyecto, Fuente: MOP - 001-F, 2002.*

## **6.9 Diseño de Obras de Arte**

Constituye las diferentes obras hidráulicas a lo largo del eje longitudinal de la vía, su función es evacuar la escorrentía producida por la precipitación sobre la vía y en las áreas aledañas; entre las obras de arte tenemos: cunetas, contra cunetas o zanjas de coronación, zanjas de pie o base de terraplenes, además como drenajes transversales tenemos: puentes o alcantarillas.

En el análisis se optará por emplear el método racional, mismo que nos facilita la obtención de la geometría y el tipo de flujo.

### 6.9.1 *Diseño de cunetas*

El propósito es capturar los flujos de escorrentía superficial que provienen de los taludes de corte y de la calzada de la carretera, guiándolos a lo largo de la carretera hasta canalizarlos de forma segura hacia una estructura transversal (Posso Prado, 2009, p. 4).

Para el diseño hidráulico, se basa en canales abiertos con flujo uniforme. Por ende, el calado y la velocidad del flujo se mantienen constantes en la distancia de la cuneta. En este sentido, se emplea la ecuación de Manning:

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

Donde:

Q = Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

A = Área hidráulica de la sección (m<sup>2</sup>)

R = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente longitudinal (será igual a la pendiente de la vía) (m/m)

A su vez:

$$R = \frac{P}{A}$$

Donde:

A = Área hidráulica de la sección (m<sup>2</sup>)

P = Perímetro mojado (m)

### 6.9.1.1 Coeficiente de rugosidad de Manning

El coeficiente es un parámetro que representa la fricción y se determinó experimentalmente para diversos materiales de revestimiento utilizados en canales abiertos. A continuación, se presenta la tabla que detalla los valores calculados.

**Tabla 42**

*Coefficientes de rugosidad de Manning (n)*

<b>Tipo de superficie</b>	<b>n</b>
<b>Cunetas y canales sin revestir</b>	
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa.	0.02
En tierra ordinaria, superficie irregular	0.025
En tierra con ligera vegetación	0.035
En tierra con vegetación espesa	0.04
En tierra excavada mecánicamente	0.028
En roca, superficie uniforme y lisa	0.03
En roca, superficie con aristas e irregularidades	0.035
<b>Cunetas y canales revestidos</b>	
Hormigón	0.016
Paredes de hormigón, fondo de grava	0.017
Revestimiento bituminoso	0.016

*Nota*, En estos valores tenemos el coeficiente a utilizar para el cálculo hidráulico, Fuente: Lemos, 2000 pag.10.

### 6.9.1.2 Relaciones geométricas

A continuación, se presentan las correlaciones geométricas y la capacidad hidráulica para cunetas de forma rectangular y triangular

**Tabla 43**

*Tipo de Cuneta o Canal Rectangular*

<b>Relaciones Geométricas</b>	
Espejo de agua	$B$
Área	$B \cdot h$
Perímetro mojado	$B + 2h$
	$B \cdot h$
Radio hidráulico	$\frac{B \cdot h}{B + 2h}$

*Nota, Con estas fórmulas se puede definir las dimensiones de la cuneta, Elaborado por: Autor, 2023*

Donde:

**Espejo de Agua:** se refiere a la distancia entre las paredes del canal en la superficie de flujo.

**Área:** se define como la sección de la estructura en una disposición transversal.

**Radio hidráulico:** se calcula como la relación entre el área transversal y el perímetro mojado.

**Perímetro mojado:** representa la longitud de la sección en contacto con el agua a lo largo del canal.

### 6.10 Velocidad máxima y mínima

La normativa (MOP - 001-F, 2002) establece una velocidad mínima recomendada de 0.25 m/s con el propósito de prevenir la sedimentación. Asimismo, se fija una velocidad máxima de 4.50 m/s para flujos revestidos de hormigón, con el fin de evitar la erosión de las paredes del cauce. En este contexto, se aplicará la ecuación de Manning para calcular la velocidad media.

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

V = Velocidad del agua en el cauce (m/s)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

R = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente longitudinal (m/m)

#### **6.10.1 Otras consideraciones de diseño**

**Capacidad de la sección:** Se sugiere que el flujo en la sección de la cuneta no exceda el 80% de su capacidad.

**Revancha:** Recomendamos que la revancha, que es una protección, oscile entre un 5% y un 30% de la altura del agua.

**Longitud:** La longitud máxima de la cuneta se aconseja que esté entre 150 y 200 metros.

**Concentración de flujos:** Cuando hay concentración de flujos en las áreas de drenaje, se recomienda la implementación de una estructura de drenaje transversal.

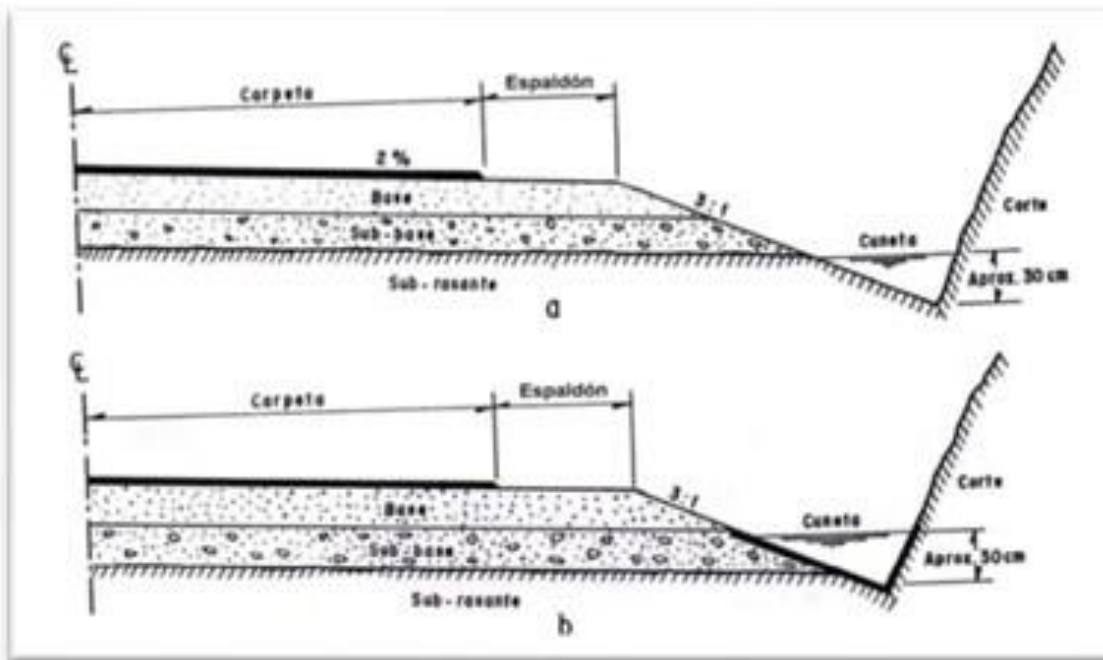


**Disposición de la cuneta respecto al pavimento:** en cunetas revestidas (b), se aconseja que el nivel del agua en la cuneta esté por debajo del nivel de la base del pavimento.

En cunetas no revestidas (a), se sugiere que el nivel del agua en la cuneta esté por debajo de la subbase.

**Figura 30.**

*Disposición de la cuneta respecto al pavimento*



*Nota,* En la figura observamos la influencia de la calzada en la cuneta, Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003.

### 6.11 Sección típica de la cuneta rectangular

Se llega a la conclusión de que la sección hidráulica calculada es inferior a la recomendada por la normativa (MOP, 2003). Se opta por utilizar la sección mínima, garantizando así la seguridad y las condiciones hidráulicas adecuadas. A continuación, se presenta:

**Tabla 44***Parámetros iniciales de cunetas*

COTA i msnm	COTA f msnm	I	ABSC	F	Longitud	So	Ancho V	Área de tramo (km2)		
788.27	779.08	0		120	120.00	7.66	3.00	0.00005312	0.00036	0.000072
779.08	773.42	120		200	80.00	7.08	3.00	0.00000032	0.00024	0.000048
773.42	770.00	200		440	240.00	1.42	3.00	0.00125961	0.00072	0.000144
757.60	743.60	440		600	160.00	7.75	3.00	0.00353885	0.00048	0.000096
743.60	738.00	600		700	100.00	14.00	3.00	0.00237124	0.0003	0.00006
738.00	740.00	700		885	185.00	6.32	3.00	0.00193	0.00026565	0.0005313
740.50	746.54	885	945		60.00	3.27	3.00	0.00278809	0.00022935	0.00004587
746.54	750.36	945		1020	75.00	5.09	3.00	0.00072294	0.000225	0.000045
750.36	738.71	1020		1180	160.00	7.30	3.00	0.00010017	0.00047892	9.57E-05
738.71	730.98	1180		1260	80.00	9.60	3.00	0.00016212	0.00024132	4.83E-05

*Nota, Se muestra la definición de la cuneta, Elaborado por: Autor, 2023.*

**Tabla 45***Cálculo secciones rectangulares*

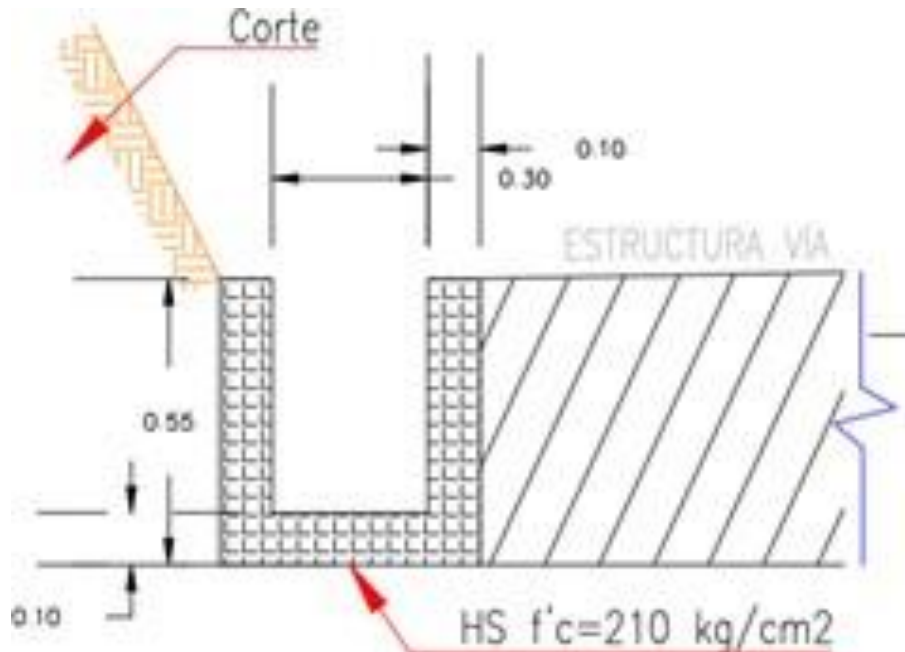
<b>COTA i</b> <b>msnm</b>	<b>COTA f</b> <b>msnm</b>	<b>I</b>	<b>ABSC</b>	<b>F</b>	<b>Base</b>	<b>Área</b>	<b>R</b>	<b>Q</b>	<b>V</b>	<b>Q 80%</b>
788.27	779.08	0	120	120	0.30	0.075	0.094	0.214	2.856	0.171
779.08	773.42	120	200	200	0.30	0.075	0.094	0.206	2.745	0.165
773.42	770.00	200	440	440	0.30	0.075	0.094	0.092	1.232	0.074
757.60	743.60	440	600	600	0.30	0.075	0.094	0.215	2.873	0.172
743.60	738.00	600	700	700	0.30	0.075	0.094	1.942	5.976	1.554
738.00	740.00	700	885	885	0.30	0.075	0.094	0.195	2.595	0.156
740.50	746.54	885	945	945	0.30	0.075	0.094	0.14	1.866	0.112
746.54	750.36	945	1020	1020	0.30	0.075	0.094	0.175	2.329	0.140
750.36	738.71	1020	1180	1180	0.30	0.075	0.094	0.209	2.787	0.167
738.71	730.98	1180	1260	1260	0.30	0.075	0.094	0.24	3.197	0.192

*Nota, Se muestra el cálculo de todos los parámetros, Elaborado por: Autor, 2023.*

Se llega a la conclusión de que la sección hidráulica calculada es menor a la recomendada por la normativa, se decide adoptar la sección mínima, garantizando así la corrección de las condiciones hidráulicas.

**Figura 31.**

*Dimensiones mínimas de la cuneta*



*Nota,* En la figura se muestra la sección obtenida en el cálculo, Fuente: Autor,2023

## 6.12 Determinación de Caudales

Para establecer el valor del caudal máximo esencial en el dimensionamiento de las infraestructuras de drenaje, se opta por calcularlo a través del Método Racional.

Dado su origen, el caudal puede derivar tanto de las cunetas como de cruces de corrientes. Para este proyecto en particular, se considerará el caudal proveniente de las cunetas, mientras que el caudal en el cauce se utilizará para el análisis relacionado con un puente

**Tabla 46**

*Caudales de diseño*

N°	Q. cun (m3/s)	Q alc. (m3/s)	Q diseño (m3/s)
1	0.018		0.018
2	0.011	0.714	0.725
3	0.025		0.025

*Nota,* Se muestran los parámetros obtenidos en el análisis hidráulico, Fuente: Autor,2023

### **6.13 Selección del tipo de alcantarilla**

El proceso de diseño involucra aspectos estructurales, funcionalidad hidráulica y consideraciones económicas. En este último aspecto, es crucial tener en cuenta la morfología del terreno, la sección del cauce, las características del subsuelo y el material disponible.

Se ha decidido utilizar alcantarillas metálicas, con una sección mínima circular de 1.20 metros o su equivalente en otra sección. Con respecto al diseño de la alcantarilla, siguiendo una recomendación, se considera trabajar con un máximo del 80% de su capacidad

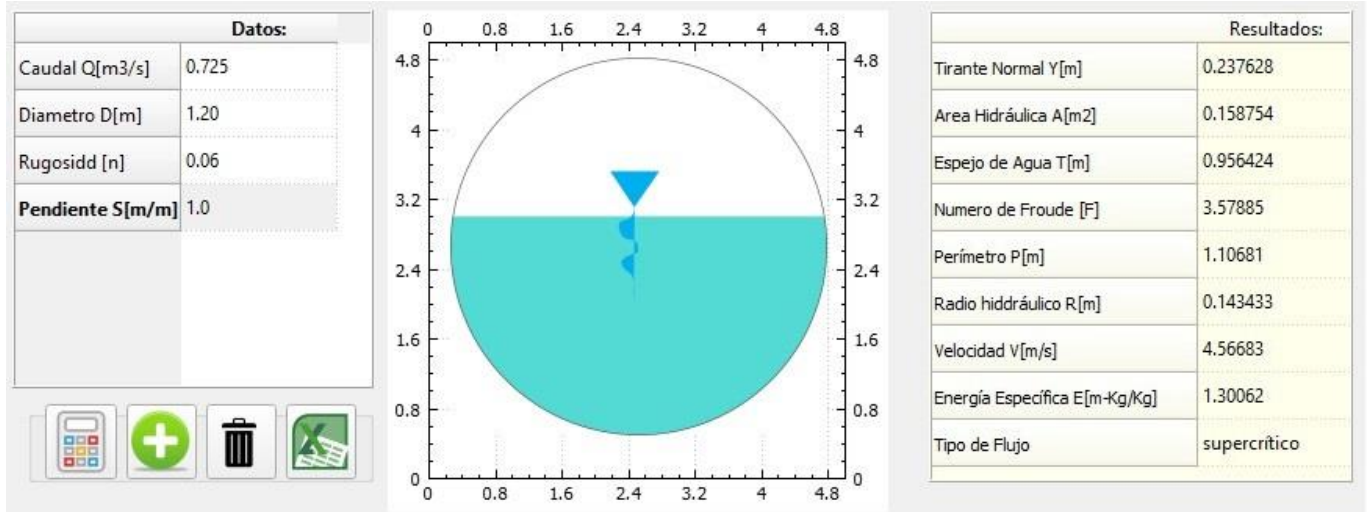
### **6.14 Dimensionamiento Hidráulico**

Para el diseño de las obras de arte menor en el drenaje transversal, se asume un flujo uniforme en conductos cerrados, con control tanto en la entrada como en la superficie libre" (Chow,1994).

"Se opta por instalar una alcantarilla circular metálica con una pendiente del 1% y un diámetro de 1.20 metros, siendo la elección óptima para el diseño en términos de cumplir con los parámetros hidráulicos.

**Figura 32.**

*Diseño de alcantarilla*



*Nota,* Se muestra el cálculo realizado para la alcantarilla, Elaborado por: Autor, mediante el Software R-canales, CETPRO-Huancavelica,2023

### 6.14.1 Alcantarillas con flujo de control de entrada

Para comprender el concepto, es esencial entender lo que constituye una sección de control. Esto se refiere a una parte de la estructura donde hay una relación específica entre el caudal y la profundidad del agua, y se presume que esta relación se mantiene con una profundidad cercana a la profundidad crítica.

El flujo que se controla en la entrada depende de las condiciones de entrada de la alcantarilla. A continuación, se resume un formulario para realizar el cálculo.

$$HT = h_e + h_v + h_f$$

$$h_e = \frac{k_e * V^2}{2g}$$

$$h_v = \frac{V^2}{2g}$$

$$h_f = -n^2 * \frac{V^2}{R^{2/3}}$$

Donde:

HT: Pérdidas totales

hw: Altura aguas arriba de la alcantarilla

ke: Coeficiente de entrada

V: Velocidad de flujo, m/s

R: Radio hidráulico, m

g: aceleración de la gravedad, m/s<sup>2</sup>

n: coeficiente de rugosidad de Manning

D: diámetro de alcantarilla, m

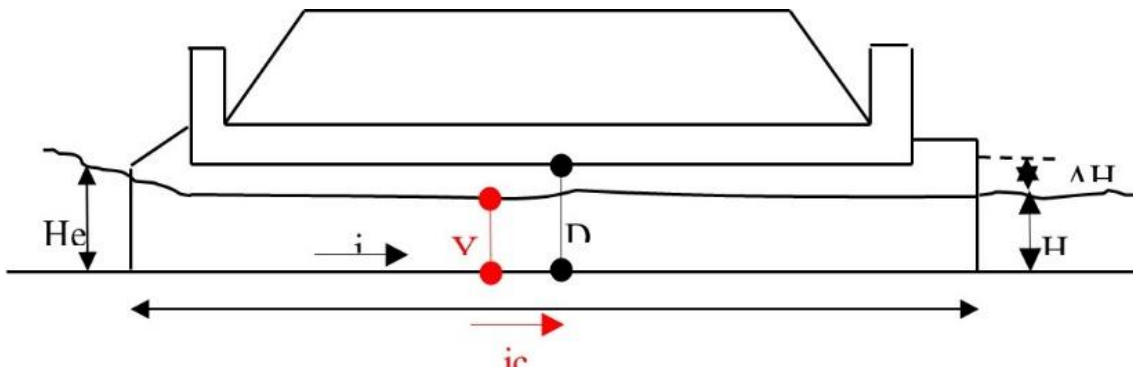
Para que el flujo opere en régimen de superficie libre, con una sección parcialmente llena, debe cumplirse la siguiente condición:

$$HT < (1.20 - 1.50)D$$

Para aristas vivas en muros en U, el valor del coeficiente de entrada es de 0.5. Se procederá a calcular el control de entrada para la alcantarilla diseñada previamente.

**Figura 33.**

*Sección de alcantarilla parcialmente llena*



*Nota, El grafico muestra el modelo matemático para controlar el diseño, Elaborado por:  
Autor,2023.*

La altura de entrada, representada por  $H_e$ , es la carga energética asociada con la profundidad media del agua desde la cota de la tubería hasta la superficie libre del agua. Esta información se encuentra detallada en la Tabla 48 que contiene los Parámetros de diseño de las alcantarillas.





**Tabla 47***Parámetros Iniciales de Alcantarilla*

N°	Ø calculado(m)	Ø(m)	Material	CONTROL			LONGITUD			S(m/m)
				Entrada	Eje	Salida	Entrada	Salida	Total	
1	0.763	2	Metálico	768.612 .024	767.8915	767.171	13.115	16	29.115	4.95
2	0.199	1	Metálico	736.15 .024	736.075	736.00	3.70	3.70	7.40	2.03

*Nota, se definen las características de las alcantarillas, Elaborado por: Autor,2023.*

**Tabla 48***Propiedades geométricas de las alcantarillas*

N°	PROPIEDADES GEOMETRICAS			Espejo de agua (m)	Q(m3/s)	V(m/s)	V<Vc
	Angulo (rad)	R (m)	Área(m2)				
1	1.566	0.181	0.283	1.411	0.839	2.562	CUMPLE
2	1.460	0.080	0.058	0.667	0.064	0.435	CUMPLE

*Nota, Se definen en la tabla los parámetros morfométricos, Elaborado por: Autor,2023.*

**Tabla 49***Propiedades hidráulicas de las alcantarillas*

N°	Yc/D	Θc	Yn/D	Yc	Yn	Froud (Fr)	Flujo
1	0.19764263	0.0123199	0.13593607	0.39528526	0.27187215	0.68850643	SUBCRÍTICO
2	0.08680583	0.00427257	0.08244966	0.08680583	0.08244966	0.16990416	SUBCRÍTICO

*Nota, Se define las características de cálculo, Elaborado por: Autor,2023.*

**Tabla 50***Pérdida de carga de la alcantarilla*

N°	he	hv	hf	HT	Hs	HE	hw	HT<hw
1	0.16721018	0.33442036	1.0766805	1.57831104	1.19764263	1.33495367	3	CUMPLE
2	0.00481392	0.00962784	0.02341175	0.0378535	1.04340291	0.93125642	1.5	CUMPLE

*Nota, Aquí se verifica que el diseño cumple con los parámetros necesarios, Elaborado por: Autor,2023.*

En resumen, se exponen las estructuras de drenaje superficial en las sección analizada junto con las correspondientes estructuras de cabecera, proporcionando detalles de diseño y su ubicación precisa:

**Tabla 51***Cuadro resumen de ubicación y características Alcantarillas*

<b>ALCANTARILLA#</b>	<b>ABSCISA</b>	<b>Ø(m)</b>	<b>Material</b>	<b>LONGITUD</b>
1	0+638.00	1.20	ÁRMICO-Metálico	8.00
2	0+822.00	1.20	ÁRMICO-Metálico	8.00

*Nota*, Se muestra la ubicación y las características de diseño, Elaborado por: Autor,2023.

Para facilitar la visualización de su ubicación, se adjunta en los ANEXOS el plano con la referencia 00\_AXCC\_AND\_CIV\_003/00\_AXCC\_AND\_CIV\_004.

## **CAPÍTULO VII**

### **DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VIAL.**

#### **7.1 Introducción**

La transmisión vial emerge de la necesidad de ordenar y asegurar las vías terrestres, comprendiendo caminos, calles, rutas y carreteras. La supervivencia y la integridad de aquellos que circulan por tales rutas están atadas a lo que los indicadores señalen, a la atención prestada y a la responsabilidad para obedecer.

El Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE-INEN-004) establece clasificaciones de indicadores basadas en su posición y función, considerando también las características del trazado vial, para así instalar la señalización pertinente que brinde protección a los participantes.

La estrategia de señalización que se detalla en este segmento se centra en la seguridad tanto de los automóviles que transitan la vía como de los peatones circundantes. Una señalización eficaz reduce las posibilidades de accidentes, por lo que el enfoque propuesto se ajusta al Reglamento RTE: INEN 2011. Este reglamento estipula que toda señal de tráfico debe cumplir con estas condiciones básicas para alcanzar su fin: debe ser imprescindible, debe destacar y atraer la mirada, debe ser legible y de fácil comprensión, debe otorgar suficiente tiempo al usuario para reaccionar adecuadamente, debe inspirar respeto y debe ser confiable.

## 7.2 Señalización Vertical.

### 7.2.1 Señales preventivas (Código P)

Alertan a los individuos que transitan las rutas acerca de situaciones imprevistas o peligrosas en la vía o zonas cercanas a ella. Las proporciones de las señales preventivas se regirán por la velocidad de desplazamiento en una carretera (RTE INEN 004-2:2011, página 7). En esta situación, para una velocidad de circulación de 25 km/h, las dimensiones serán de 600x600 mm, tal como indica la tabla a continuación:

**Tabla 52**

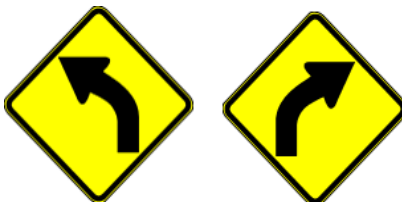

*Dimensión de las Señales preventivas*

<b>85 percentiles velocidad (km/h)</b>	<b>Dimensión de la señal(mm)</b>
menos de 60	600 x 600
70 – 80	750 x 750
más de 90	900 x 900

*Nota*, Se recomienda considerar el 85 por ciento de la velocidad de circulación, Fuente: RTE INEN 004-1:2011, pág. 50.

**Tabla 53**

*Señalización Vertical - Señales Preventivas*

	<b>Código No.</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>
<p><b>Curva abierta izquierda (P1-2I) derecha (P1-2D).</b> Marcando la proximidad de curvas extendidas; se colocan en las cercanías de una curva que se abre hacia la izquierda o la derecha. Según las circunstancias, puede ser complementada con una indicación aconsejada de velocidad R4-1.</p>	P1-2A (I o D)	600 x 600
		
	<b>Código No.</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>
	P6-17 <sup>a</sup>	600 x 600
<p><b>Animales en la vía (P6-17).</b> Este indicador debe emplearse para prevenir la posible existencia de criaturas en la ruta, ya sean estas de uso doméstico o pertenecientes a la ganadería.</p>		
	<b>Código No.</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>
	P2-2A	600 x 600

**Intersecciones en “T” (P2-2).** Este indicativo informa al conductor sobre la presencia cercana de un cruce en forma de T. Se coloca en las proximidades del fin de un trayecto vial, conectándose con otro para conformar dicha T. Comúnmente se hallan en carreteras rurales y en amplios tramos de vías urbanas.




---

*Señalización Vertical - Señales Preventivas*

**Vía sin salida (P5-6).** Este indicador alerta a los participantes que se aproximan directamente a una vía que no tiene salida. Se debe instalar antes de la intersección para evitar la incertidumbre de los usuarios antes de que lleguen a este punto.

Código No.	Dimensiones (mm)
P5-6	600 x 600



Código No.	Dimensiones (mm)
P6-2	600 x 600



**Resalto/Reductor de velocidad (P6-2).** Este aviso debe emplearse para prevenir la cercanía a un desnivel o un dispositivo reductor de velocidad. Se aconseja acompañarlo con una indicación adicional según las circunstancias



---

Código No.	Dimensiones (mm)
R4-1	600 x 600

---

**Puente angosto (R4-1).** Este indicativo debe ser empleado en todo momento cuando se aproxime un puente con un ancho menor al de la vía de tráfico.





*Nota, se extrajo una tabla para poder representar los tipos de señales, Elaborado por: Autor, 2023. Utilizando RTE INEN 004-1:2011.*

## 7.2.2 Señales regulatorias (Código R)

Controlan la circulación vehicular y señalan cuándo se aplica una exigencia legal; no seguir sus indicaciones constituye una violación a las normas de tráfico (RTE INEN 004-1:2011, pág. 7).

**Tabla 54**

*Señalización Vertical - Señales regulatorias*

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones
		(mm) y serie de letras
<p><b>Pare (R1-1).</b> Este letrero se coloca en las cercanías de los cruces, donde una vía tiene prelación sobre la otra, y exige detener el vehículo frente a esta indicación antes de ingresar a la intersección.</p>	R1 - 1A	600 x 600 200 Ca
		
Código No.	Dimensiones (mm)	
<p><b>Límite máximo de velocidad (R4-1)</b> Este indicador se usa para señalar la velocidad máxima autorizada en un segmento de carretera, cuando este límite es diferente de los establecidos en la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial y su Reglamento General correspondiente.</p>	R4-1 A	600 x 600
		
Código No.	Dimensiones (mm)	

**No rebasar (R2-13)** Este letrero se emplea para señalar la prohibición de adelantar en una carretera que posee un solo carril en cada dirección. En carreteras asfaltadas, se debe reforzar con la señalización en el pavimento correspondiente.



---

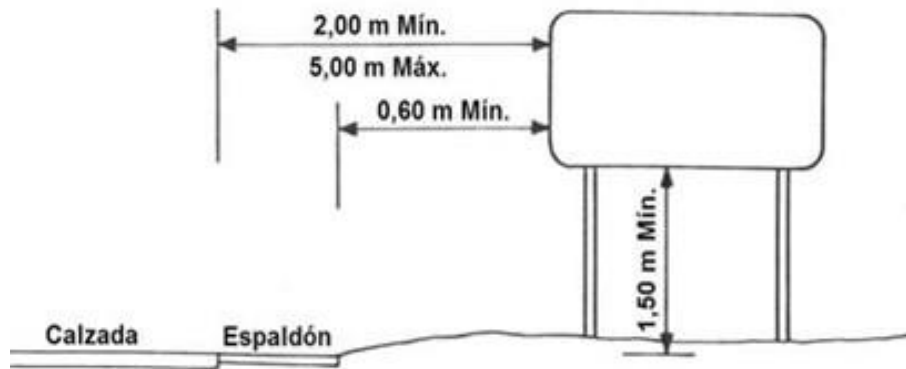
*Nota, Se puede apreciar los tipos de señales regulatorias, Elaborado por: Autor, 2023. Mediante RTE INEN 004-1:2011.*

### **7.2.3 Señales de información (Código I)**

Brindan a los viajeros datos sobre orientaciones, distancias, metas, rutas, sitios de servicio y puntos de atracción turística en la vía (RTE INEN 004-1:2011, pág. 7). Esta clase de señalización necesita tener un área extensa de visibilidad en la intersección de la vía "Calacalí - la Independencia" y en la inauguración de la vía sugerida, así que la Normativa (RTE INEN 004-1:2011) aconseja que la descripción para la dirección directa adelante se coloque en la parte superior de la señal. Las dimensiones mínimas de las letras para las descripciones de señales de destino son: en caminos tanto rurales como urbanos de doble vía con un solo carril en cada dirección, letras mayúsculas de 160 modificado con letras minúsculas de 120 mm (pág. 95).

#### **Figura 34.**

*Soporte normal de dos postes – rural*



*Nota*, En la ilustración se muestra cómo se coloca la señalética, Fuente: RTE INEN 004-1:2011, pág. 92.

### 7.3 Ubicación de las señales verticales

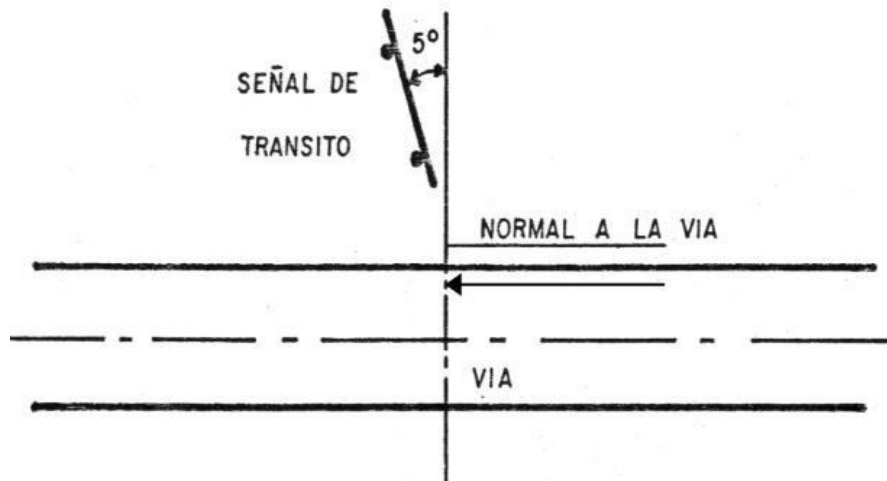
Una advertencia vial suele situarse principalmente en el lado derecho del camino, aunque puede colocarse a la izquierda o en ambos lados, con el fin de minimizar el tiempo que el conductor requiere para percibirla y reaccionar. Sin obstrucciones laterales ni limitaciones de visibilidad, en zonas rurales, estas señales deben posicionarse a una distancia que no sea menor de 75 m ni mayor de 225 m antes del lugar de peligro (RTE INEN 004-1:2011, pág. 13).

### 7.4 Orientación de las señales verticales

Con el propósito de mitigar el deslumbramiento provocado por las superficies de las señales, se recomienda ajustarlas a un ángulo de 5°, orientándolas en la dirección del flujo de tráfico que sirven, especialmente en tramos de la carretera con curvas. La elección del ángulo de instalación debe ser guiada por la trayectoria de aproximación del tráfico más que por el borde de la vía en el punto donde se ubica la señal (RTE INEN 004-1:2011, pág. 13).

**Figura 35.**

*Orientación de las Señales Verticales*



*Nota*, Aquí se muestra el ángulo de visibilidad con respecto al usuario, Fuente: RTE INEN 004-1:2011, 2011, pág. 14.

## **7.5 Señalización Horizontal**

### **7.5.1 Líneas Longitudinales**

Estos elementos se utilizan para definir carriles y áreas de la carretera, señalando sectores donde está permitido o prohibido adelantar, así como áreas donde no se permite estacionar y carriles exclusivos para ciertos tipos de vehículos (RTE INEN 004-2:2011, pág. 5).

### **7.5.2 Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta**

Estas marcas deben llevar un tono amarillo y pueden ser cruzadas si la situación es segura. Se aplican en tramos de la carretera donde las condiciones geométricas posibilitan el adelantamiento y los giros (RTE INEN 004-2:2011, pág. 11).

**Tabla 55***Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada.*

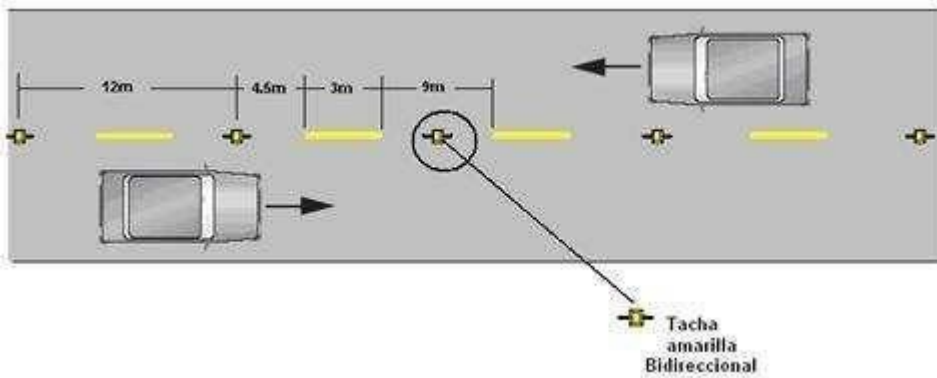
<b>Velocidad máxima de la vía(km /h)</b>	<b>Ancho de la línea(mm)</b>	<b>Patrón (m)</b>	<b>Relación señalización brecha</b>
Menor o igual a 50	100	12,00	3 - 9
Mayor a 50	150	12,00	3 - 9

*Nota,* En este cuadro se observa la recomendación por norma, Fuente: RTE INEN 004-2:2011, 2011, pág. 11.

Para marcar la división entre carriles de direcciones opuestas en una carretera de baja velocidad ( $\leq 50$  km/h), se debe emplear una línea de 100 mm de ancho, con un patrón de 12,00 m y una proporción de 3 a 9, es decir, 3,00 m pintados y 9,00 m de separación (RTE INEN 004-2:2011, 2011, pág. 11). Además, según la Normativa (INEN-Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011), en áreas con condiciones climáticas o de visibilidad desfavorables, o con características geométricas específicas, es necesario instalar tachas de color amarillo en las separaciones o aberturas, colocándolas centradas. Estas tachas deben tener un ancho de 100 mm con una tolerancia de  $\pm 5$  mm y una altura de 17,5 mm con una tolerancia de  $\pm 2,5$  mm, y ninguno de sus lados debe formar un ángulo mayor a  $60^\circ$  con la horizontal (pág. 7).

**Figura 36.**

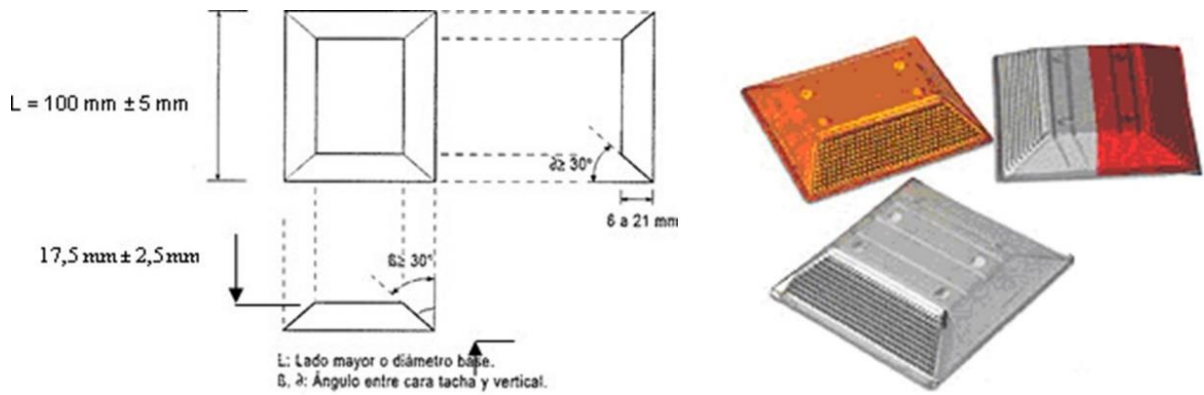
*Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta*



*Nota,* La figura nos permite conocer el distanciamiento reglamentario en la señalética, Fuente: RTE INEN 004-2:2011, 2011, pág. 11.

**Figura 37.**

*Demarcadores (ojos de gato, tacha)*



*Nota,* Se observa la definición gráfica de una importante señal horizontal, Fuente: RTE INEN 004-2:2011, 2011, pág. 7.

## 7.6 Retro reflexión

Esta característica debe ser considerada a lo largo de toda la extensión de la carretera, como un factor de seguridad crucial. La Normativa (INEN-Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011) subraya que estas marcas deben ser perceptibles durante la noche cuando son iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte importante de la luz que reflejan regresa hacia la fuente de luz (pág. 8)

**Tabla 56**

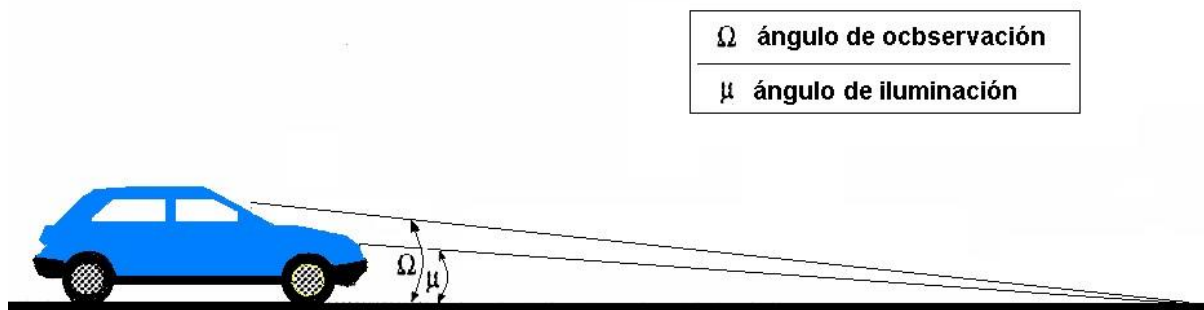
*Niveles mínimos de retro reflexión en pinturas sobre pavimento (mcd/lux – m<sup>2</sup>)*

Ángulos			Colores	
Visibilidad	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
a 15,00 m	3,5 <sup>0</sup>	4,5 <sup>0</sup>	150	95
a 30,00 m	1,24 <sup>0</sup>	2,29 <sup>0</sup>	150	70

*Nota*, Se muestran los rangos de visibilidad, Fuente: RTE INEN 004-2:2011. pág. 8

**Figura 38.**

*Ángulos de iluminación y observación*



*Nota*, Se muestra la visibilidad para el usuario, Fuente: RTE INEN 004-2:2011, 2011, pág. 8.



En lo que respecta a señales adicionales, la zona retroreflectante debe abarcar siempre al menos 10 cm<sup>2</sup>. Si el elemento instalado pierde parte de esta área, no alcanzando el mínimo establecido, puede ser beneficioso instalar un elemento nuevo frente al deterioro, sin requerir la retirada del existente (RTE INEN 004-2:2011, 2011, pág. 8).

## 7.7 Líneas de borde de calzada

Estas marcas guían a los conductores, especialmente cuando la visibilidad es limitada, para identificar la ubicación del borde de la carretera y asegurar una correcta posición con respecto al mismo (RTE INEN 004-2:2011, 2011, pág. 22)

**Tabla 57**

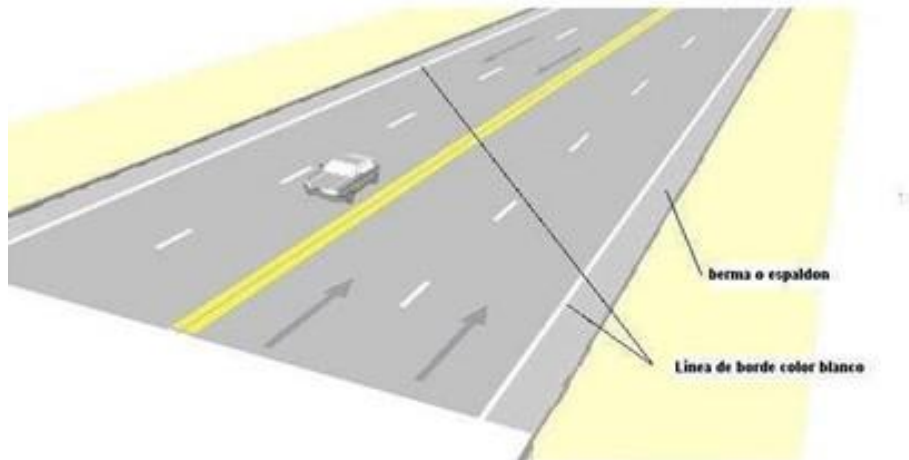
*Anchos de carriles*

<b>Velocidad máxima de la vía (km/h)</b>	<b>Ancho del carril (m)</b>
Menor a 50 (urbana)	Mínimo 3,00
De 50 a 90 (rural)	Entre 3,00 y 3,50
Mayor a 90 (rural)	Entre 3,50 y 3,80

*Nota*, Se muestra los anchos recomendables para manejar como sección, Fuente: RTE INEN 004-2:2011, 2011, pág. 19.

### **Figura 39.**

#### *Señalización líneas de borde*



*Nota,* Se muestra la importancia de la señal lateral, Fuente: RTE INEN 004-2:2011, 2011, pág. 20.

### **7.8 Líneas Transversales**

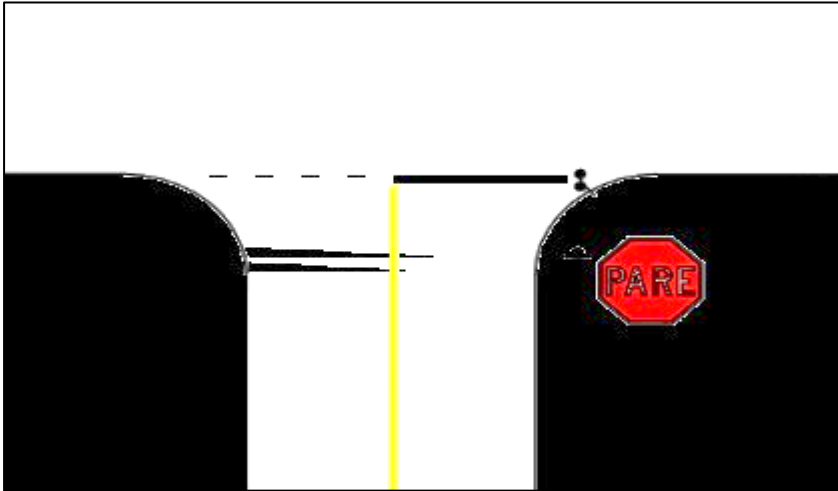
Estas marcas se utilizan principalmente en intersecciones para señalar el punto en el cual los vehículos deben detenerse y para indicar vías designadas para el cruce de peatones o ciclistas (RTE INEN 004-2:2011, 2011, pág. 5).

### **7.9 Línea de pare en intersección con señal vertical de pare**

La línea de detención se marca siguiendo la trayectoria proyectada de los bordillos hacia el interior de la carretera, indicando el punto donde se debe detener el tráfico. En vías con velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 50 km/h, el ancho debe ser de 400 mm (RTE INEN 004-2:2011, 2011, pág. 28).

**Figura 40.**

*Línea de pare en intersección con señal vertical de pare*



*Nota,* Se muestra la ubicación de una señal obligatoria, Fuente: RTE INEN 004-2:2011, 2011, pág. 28.

### 7.10 Ubicación de señalización horizontal y Vertical en el Proyecto.

**Tabla 58**

*Señalización Vertical y Horizontal*

V-1			
Abscisa	Código	Descripción	TIPO
0+000.00	SR3A-01	PRECAUCIÓN	INFORMATIVAS
0+010.00	SR-2A	INFORMATIVO	INFORMATIVAS
0+065.00	SP7A-02	SALIDA	PREVENTIVA
0+130.00	SR2A-02	VELOCIDAD	REGLAMENTARIA
0+217.00	SP1A-01	RUTA	PREVENTIVA
0+250.00	SR-2A	LETRERO	INFORMATIVAS

0+378.00	SR2A-02	VELOCIDAD	REGLAMENTARIA
0+518.00	SP1A-01	RUTA	PREVENTIVA
0+668.00	SP1A-01	RUTA	PREVENTIVA
0+728.00	SR2A-02	VELOCIDAD	REGLAMENTARIAS
0+878.00	SP1A-01	RUTA	PREVENTIVA
1+088.00	SP1A-01	RUTA	PREVENTIVA
1+250.00	SR3A-02	INFORMACIÓN	REGLAMENTARIA

---

**V-2**

<b>Abscisa</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>TIPO</b>
0+010.00	SR1B-01	PARE	REGLAMENTARIA
0+120.00	SR3A-02	FIN	REGLAMENTARIA

---

**V-3**

<b>Abscisa</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>TIPO</b>
0+010.00	SR1B-01	PARE	REGLAMENTARIA
0+102.00	SR3A-02	FIN	REGLAMENTARIA

---

**V-4**

<b>Abscisa</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>TIPO</b>
0+010.00	SR1B-01	PARE	REGLAMENTARIA
0+140.00	SR3A-02	FIN	REGLAMENTARIA

---

**V-5**

<b>Abscisa</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>TIPO</b>
0+010.00	SR1B-01	PARE	REGLAMENTARIA
0+050.00	SP1A-01	RUTA	REGLAMENTARIA

0+140.00

SR3A-02

FIN

REGLAMENTARIA

---

*Nota, Se elaboro un resumen de las señales utilizadas según lo descrito en el capítulo,*

*Elaborado por: Autor, utilizando software Civil 3D.*

## **CAPÍTULO VIII**

### **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

#### **8.1 Introducción**

En relación a la cualificación, tenemos que las áreas afectadas serán flora y fauna de la región; ya que no existe poblados ni infraestructuras al rededor. La polución también puede notarse en sentido audio y visual, generados en el proceso de construcción; es así que, se debe implementar un (PAM) plan de manejo ambiental.

#### **8.2 Descripción del proyecto.**

El proyecto “San Vicente de Andoas 2”, propone una vía de tipo vecinal con una longitud de aproximadamente 1.74 Km y un ancho de 6 m; obras de arte menor y señalización. Rigiéndose a las normativas estatales.

El proyecto está ubicado en el Cantón (P.V.M) Pedro Vicente Maldonado, Comunidad San Vicente de Andoas. Actualmente el área de estudio se encuentra copada de vegetación.

#### **8.3 Descripción del área de implantación.**

Para realizar este análisis, se consideran dos áreas de influencia. Directa; que es el área propia que pertenece a los 25 metros a cada lado del eje vial, en toda la longitud. Indirecta; considera 100 metros fuera del área directa, porque en sus cercanías existirán poblados y existen plantaciones, así como brazos de río; estos podrían ser afectados por los impactos generados en los procesos de construcción.

#### **8.4 Línea base ambiental**

### 8.4.1 Medio Abiótico

#### 8.4.1.1 Geología y Geomorfología

Se instaure en la formación San Tadeo, litológicamente está formada por flujos de rocas piroclásticas, conglomerados volcánicos consolidados y no consolidados; con matriz de lodo arcilla y limo. (Memoria Técnica. Cantón Pedro Vicente Maldonado, 2013, p. 25).

En la zona de estudio, previo al estudio geológico, se evidencia que en la vía se recibe una unidad ambiental, la misma se describe en la siguiente tabla:

**Tabla 59**

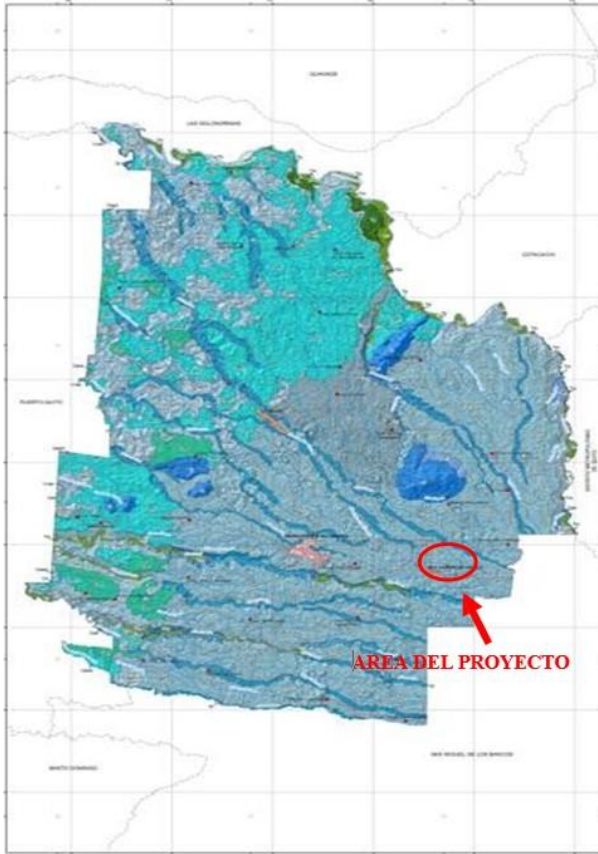
*Unidad ambiental del proyecto*

<b>Forma del relieve</b>					
<b>Origen</b>	<b>Morfología</b>	<b>Morfometría</b>	<b>Simb</b>	<b>ha</b>	<b>*</b>
<b>Unidad ambiental: Gran Cono Tabular de la Llanura Costera</b>					
DEPOSICIONAL O	Superficie de conode	Pend. Dominante 5- 40%			
ACUMULATIVO	deyección antiguo	Desnivel relativo 5-100m	<b>Cda</b>	773.07	.19

*Nota*, Se muestra la unidad ambiental, Fuente: Memoria Técnica. Cantón Pedro Vicente Maldonado, 2013.

### **Figura 41.**

*Mapa geomorfológico del Cantón Pedro Vicente Maldonado*



*Nota, Se evidencia la clasificación geomorfológica, Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - PVM, 2019.*

#### **8.4.1.2 Uso del suelo y cobertura natural**

La capacidad de uso de suelo del área de proyecto pertenece a CLASE IV.

Esta clase se encuentran en pendientes suaves (5 – 12 %) y pendientes medias (12 - 25 %).

Entre las más importantes, contamos con:

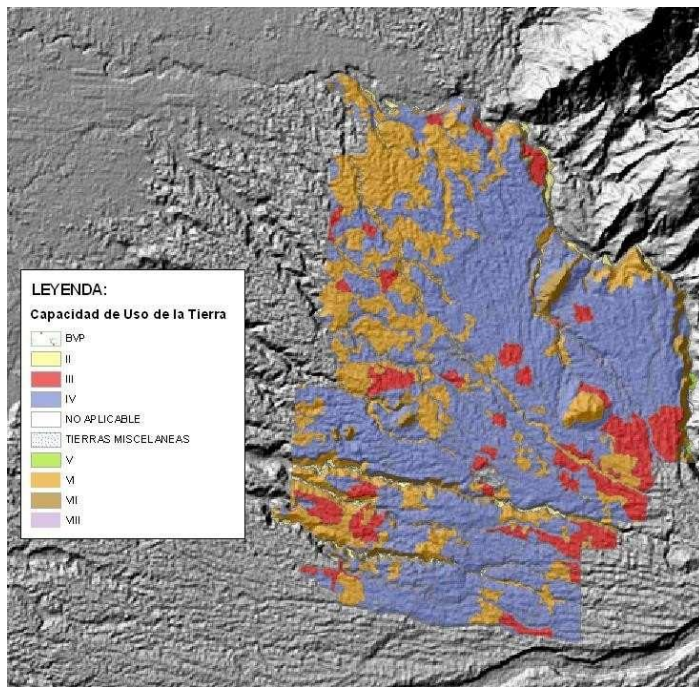
- Tierras moderadamente profundas, poco profundas y profundas.
- texturas: franco, franco limoso, franco arcilloso y franco arenoso.
- Drenaje natural: bueno a moderado
- suelos no salinos, y con muy poca pedregosidad.



Respecto a lo que se menciona en (Memoria Técnica. Cantón Pedro Vicente Maldonado, 2013) en la cobertura vegetal natural se encuentran bosques húmedos alterados.

**Figura 42.**

*Ubicación geográfica de capacidades de uso de la tierra*



*Nota, Se muestra el uso del suelo en un mapa, Fuente: Memoria Técnica. Cantón Pedro Vicente Maldonado, 2013.*

### **8.4.1.3 Hidrología**

El proyecto pertenece a la subcuenca del tramo del río Blanco perteneciente a la cuenca del río Esmeraldas específicamente, los ríos que afectan directamente al estudio como el Rio Andoas, nombrado así por falta de datos del mismo y Chipal chico que está en la captación del sistema de agua potable. Se puede señalar que en el cantón existe un balance hídrico neutral. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - PVM, 2019, p. 35).

La variabilidad de precipitaciones en la zona se encuentra de los 3.000 a 5.000 mm. La humedad relativa varía entre los 84.5% y 87.5% y la nubosidad promedio es de 8/8 o completamente nubosa. Además, representa un clima húmedo sin escasez de agua, megacálido sin grandes cambios de temperatura, con un promedio de 20° a 25° C y fluctuaciones relativas en febrero, marzo, abril y mayo. Por encima 25°, lo que coincide con la temporada invernal. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - PVM, 2019, p. 21).

#### **8.4.1.4 Calidad del aire**

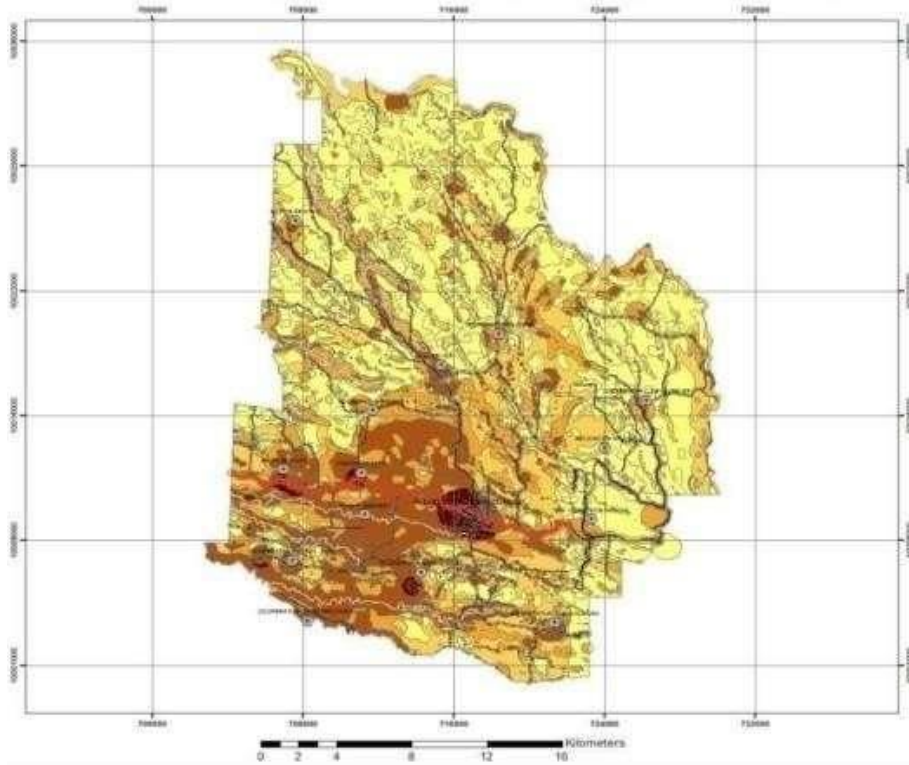
Debido a que el área del proyecto está cerca de la Comunidad, el impacto se origina principalmente por el tráfico que se moviliza por la E 35 y la industria circundante como lo menciona el Plan de desarrollo y Ordenamiento territorial de Pedro Vicente Maldonado, 2011.

#### **8.4.1.5 Riesgos naturales o amenazas**

Se presentó el mapa de riesgos en (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - PVM, 2019), se estima que la mayor parte del cantón tiene riesgo en niveles muy bajos; el riesgo cubre aproximadamente una superficie de 24.364 hectáreas. (p. 168).

#### **Figura 43.**

*Mapa de riesgos Naturales del Cantón Pedro Vicente Maldonado*



*Nota*, Se puede observar los riesgos naturales del cantón, Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - PVM, 2019, pág. 168.

## **8.4.2 Medio Biótico**

### **8.4.2.1 Flora**

El cantón es muy diverso biológicamente, presenta gran cantidad de bosques autóctonos, con especies como canelo, cedro, fruta de pan, matapalos, uva, capullo de Mono y palmas. Existen plantaciones forestales de fines industriales, en las que se han encontrado especies nativas, laurel pachaco y especies introducidas como teca. En menor medida se han realizado plantaciones, en ella se destaca una variedad de bambú gigante (*Phyllostachys bambusoides*).

En la parte agrícola se suman cultivos intensivos de palma sierra y palma africana, que suele acabar con la poca vegetación natural existente. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - PVM, 2019, p. 30).

#### **8.4.2.2 Fauna**

En la zona de estudio existen demasiadas especies y él (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - PVM, 2019), menciona:

##### **Mamíferos:**

- Raposa (*Didelphis albiventris*)
- Puma (Puma con color)
- Cuchucho (*Nasua larica*)
- Armadillo (*Dasyopus novencinctus*)
- Guanta (Agoutí paca)
- Guatuza (*Dasyprocta punctata*)
- Ardilla (*Sciurus granatensis*)
- Puerco Saíno, Mono
- Oso Hormiguero
- Ratón de Agua, entre otros.

**Reptiles:** Se trata principalmente de ranas y sapos, pero también se pueden encontrar caimanes, serpientes y tortugas. (p. 33).

Vale la pena subrayar una particularidad que mencionada en el caso de mamíferos: “su número está disminuyendo porque son utilizadas como alimentos por la población”. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - PVM, 2019, p. 30).

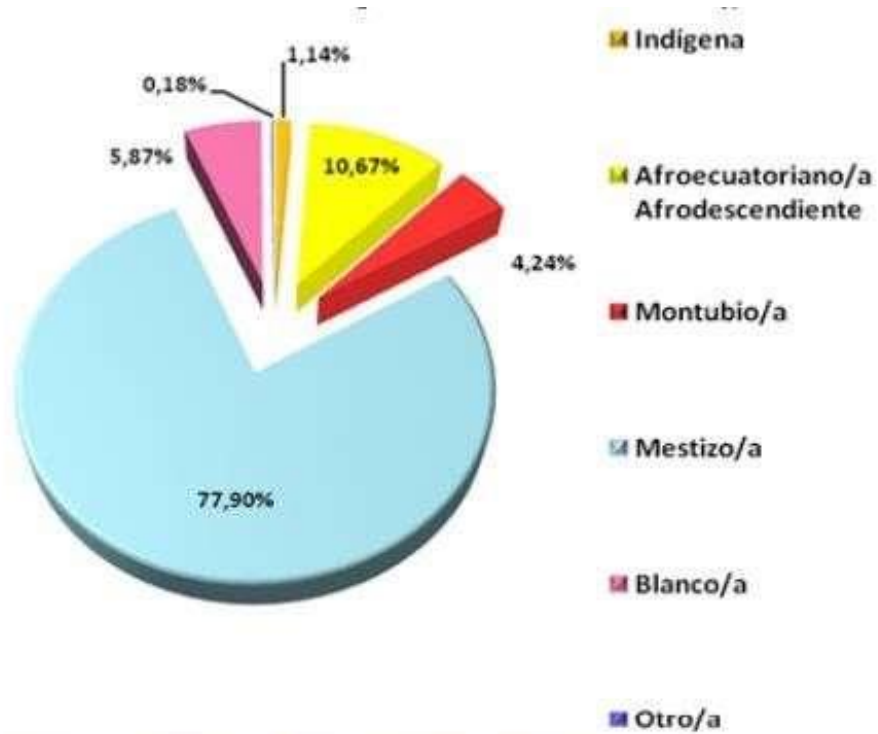
### **8.4.3 Medio Antrópico**

#### **8.4.3.1 Auto identificación étnica**

En la autoidentificación del cantón Pedro Vicente Maldonado predominan, mestizos con 77,90 %. Esta mezcla se entiende como un complejo proceso de contacto tanto biológico como cultural entre pueblos indígenas, blancos, afros, y otros. La población ligada a diversas actividades económicas; como la agricultura, la construcción, comercio y servicios. Asimismo, los grupos blancos con un 5,87%, afrodescendientes (negros y mulatos) con el 10,67%, montubios 4,24%; indígenas con 1,14%, y otros con el 0,18%. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - PVM, 2019, p. 67).

**Figura 44.**

*Auto identificación según sus culturas y costumbres*



Fuente: IEE 2014 GAD Pedro Vicente Maldonado  
ELABORADO: Dirección de Planificación y Territorialidad.

*Nota,* Se observan los datos obtenidos de encuestas, Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - PVM, 2019, pág. 67.

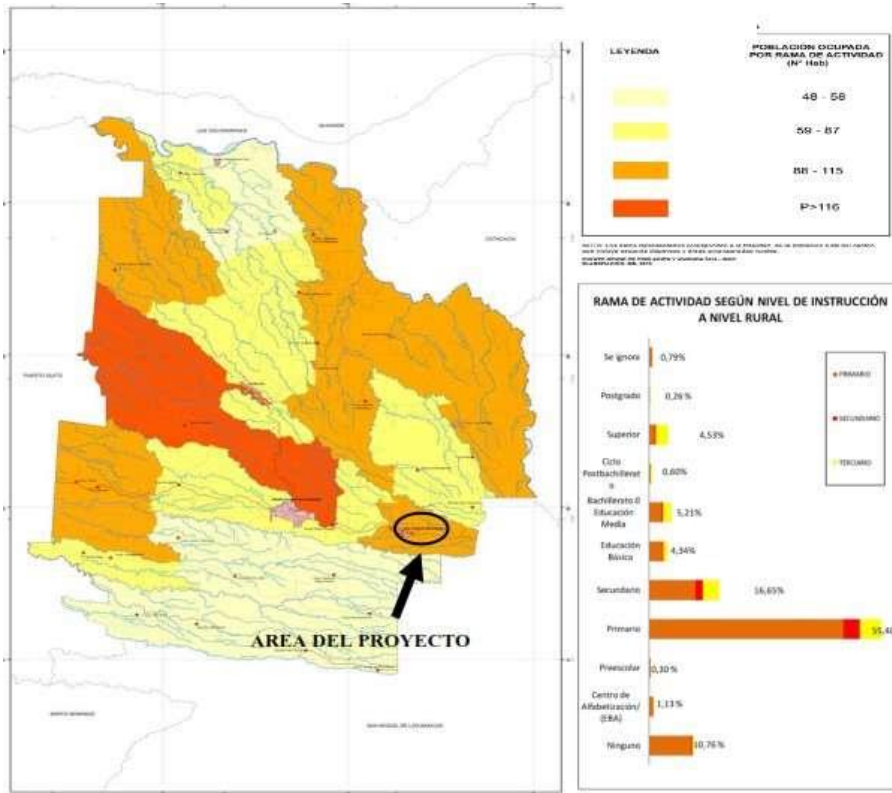
#### **8.4.3.2 Población económicamente activa**

El (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pedro Vicente Maldonado, 2021) presenta el siguiente mapa, se asigna una población activa del 88 al 115 año a la zona de proyecto, y la actividad según el nivel de educación corresponde al 55,40% (p. 127).

Como se muestra a continuación:

**Figura 45.**

*Población ocupada por rama de actividad a nivel rural*



*Nota,* Se muestra la ubicación del proyecto respecto a su actividad, Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - PVM, 2019.

### 8.4.3.3 Infraestructura de viviendas

La habitabilidad está determinada por su material de construcción, el desarrollo turístico se produce con mayor dinamismo económico y social (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - PVM, 2019, p. 143).

La mayor parte presentan viviendas de Tipo B, pisos de madera bruscos, paredes de adobe, y techos de asbesto, en la mayor parte de la comunidad con el 97.75%. (INEC, 2010).

#### 8.4.3.4 Educación

El nivel educativo más alto en el cantón Pedro Vicente Maldonado es el “primario” con 45,01%, seguido como “educación secundaria” con 19,93%. Desde la instrucción predominante de la comunidad como zona rural. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - PVM, 2019, p. 54).

**Tabla 60**

*Nivel de Instrucción de la población de Pedro Vicente Maldonado*

<b>Nivel de Instrucción más alto al que asistió</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Ninguno	803	7.13
Centro de Alfabetización (EBA)	87	0.77
Preescolar	141	1.25
Primario	5071	45.01
Secundario	2246	19.93
Educación Básica	1328	11.79
Bachillerato -Educación Media	726	6.44
Ciclo Posbachillerato	74	0.66
Superior	572	5.08
Postgrado	34	0.30
Se ignora	185	1.64
<b>Total</b>	<b>11267</b>	<b>100.00</b>

*Nota, Se observa la población, según su nivel de instrucción, Fuente: INEC,2010.*



### 8.4.3.5 Transporte

Las carreteras fuera de los centros urbanos del cantón brindan acceso a las diferentes regiones y a las zonas productivas de los residentes. Su importancia radica en la movilidad de las personas y su productividad; lo que facilita el transporte de los insumos de producción obtenidos. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - PVM, 2019, p. 158).

**Tabla 61**

*Vías Rurales Cantón Pedro Vicente Maldonado*

<b>Tipo de vía</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Longitud (km)</b>	<b>%</b>
Primer Orden	23.960,74	23.96	3.05
Segundo Orden	15.705,17	15.71	2.00
Tercer Orden	13.635,63	13.64	1.74
Cuarto Orden	188.486,52	188.49	24.01
Quinto Orden	105.755,22	105.76	13.47
Accesos Privados	437.423,03	437.42	55.72
<b>Total</b>	<b>784.966,31</b>	<b>784.97</b>	<b>100.00</b>

*Nota,* Se resume las vías existentes en el cantón, Fuente: Dirección de Planificación y Territorialidad PVM.

### 8.5 Identificación y evaluación de impactos ambientales

Los impactos ambientales en cada etapa del proyecto deben determinarse como se describe a continuación:

**Tabla 62***Identificación impactos ambientales*

<b>Etapas del Proyecto</b>	<b>Actividad</b>	<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Positivo / Negativo</b>
2. Operación	Herramientas Maquinaria Equipo	Compactación de la subrasante	Afectación en la calidad del aire. Negativo
	Herramientas	Tendido, compactación y humedecimiento de la base	Afectación y alteración del Entorno natural Negativo
3. Abandono			
4. Mantenimiento		Tendido y compactación de asfalto	Emisión de gases Negativo
		Construcción de obras de arte menor	Generación de ruido y vibraciones por parte del equipo y maquinaria. Negativo
		Generación de escombros y desechos sólidos	Alteración en la calidad del agua de los principales afluentes y contaminación visual Negativo
	Personal	Accidentes laborales	Riesgos en la Salud Negativo
		Generación de empleo	Mejorar calidad de Vida Positivo

*Nota, Se identifican los posibles riesgos en el proyecto, Elaborado por: Autor, 2022.*

### 8.5.1 Plan de manejo ambiental

**Tabla 63**

*Plan de prevención de impacto Ambientales*

<b>Suelo</b>					
<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Ambiental Identificado</b>	<b>Medidas Propuestas</b>	<b>Indicadore</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Plazo (meses)</b>
Desbroce de la cobertura vegetal.	Alteración del uso del suelo y erosión	Se realizará el desbroce mínimo re-querido para cada fase del proyecto.	Se mantendrá señalizado los lugares específicos para la recolección y clasificación de estos movimientos de tierra para mantener el área despejada	Registro Fotográfico	6 mese s
Generación de ruido y vibraciones.	Contaminación acústica	Hacer uso de equipos de protección auditiva Controlar Maquinaria y Equipo homologados y dentro de su vida útil.	Realizar un adecuado mantenimiento de Maquinaria y equipos de trabajo	Correcto uso del Equipo de Protección Individual.	6 meses
<b>Aire</b>					

Partículas en suspensión					
Alteración de provocadas por las la calidad del actividades de aire.	excavación y transporte de material.	Humedecer el suelo del área intervenida por fase del proyecto.	Humedecer dos veces al día o dependiendo de la situación	Registro	2 meses
		Transporte del Material con sus respectivas cajas cubiertas	amerte con el uso de camiones con tanques cisterna.	Fotográfico	

### Agua

Alteración en los niveles de calidad del agua	Contaminación temporal en los principales afluentes (brazo de Río Andoas, Chipal Chico) en el área del proyecto	Verificar por parte del encargado de la Obra que se cumpla con los lugares autorizados para la recolección de escombros y desechos solidos	Concientizar y promover el cuidado del recurso hídrico en trabajadores y población aledaña	Registro	6 meses
				Fotográfico	

*Nota, Se definen los efectos ambientales en cada elemento, Elaborado por: Autor ,2022*

**Tabla 64***Plan de manejo de desechos*

<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Impacto Identificado</b>	<b>Medidas Propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de verificación</b>	<b>Plazo (meses)</b>
Generación de Escombros y desechos Sólidos	Contaminación visual generados por los residuos provenientes del uso de material, maquinaria, equipo y toda actividad realizada dentro del proyecto (movimientos de tierras, piedras, desechos de plásticos, cartón, arena, madera) y contaminación temporal de la calidad de agua para los afluentes principales	Todos como seres humanos somos responsables del cuidado del medio ambiente por lo tanto trabajadores y moradores aledaños serán responsables de los residuos generados en el área del proyecto.  Se Colocará señalética para la recolección de los mismo, así como también se movilizará el respectivo transporte de escombros a los lugares establecidos en la Comunidad	Cada trabajador y personal de limpieza mantendrá el lugar libre de basura y escombros en sus alrededores manteniendo siempre limpio para evitar daños y/o accidentes	Fotografías Registro de generación y manejo de desechos.	6 meses

*Nota, Se identifican los productos de desecho en cada actividad, Elaborado por: Autor, 2022.*

**Tabla 65**

*Plan de manejo de seguridad laboral y salud ocupacional*

Aspecto	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Ambiental				Registro	
	Riesgos laborales	Accidentes por uso indebido de equipo de protección, falta de señalización en lugares acceso restringido.	Dotación equipos de Seguridad Individual completos Establecer Normativa para el buen Uso del Equipo de seguridad Individual (Sanciones)	Entrega de quipos de protección individual(EPI) al inicio del proyecto y cuando amerite por desgaste de o perdida	Fotográfico Registro de entregade los EPI.Registro
				Sanciones	

*Nota, Se presenta un plan de manejo en seguridad, Elaborado por: Autor, 2022.*

**Tabla 66***Plan de Señalización y seguridad laboral*

<b>Aspecto</b>	<b>Impacto identificado</b>	<b>Medidas Propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Plazo (meses)</b>
<b>ambiental</b>					
	Prevenir dentro del área del proyecto, así como total, del área también en lugares del proyecto con alrededores a este de Señalética cualquier tipo de accidentes.	Señalizar todas las áreas de peligro Accesos peatonales Señalética de prevención detallado en el Capítulo de señalización vial XI	Cubrir toda el área del proyecto con señalética Visible y reflectiva	Registro Fotográfico Registro de asistencia acharlas de capacitación por parte del área de Seguridad Industrial y ocupacional	1 mes

*Nota, Se presenta una tabla con el plan de señalización en post de la seguridad en obra, Elaborado por: Autor, 2022*

**Tabla 67***Plan de socialización comunitaria*

<b>Aspecto</b>	<b>Impacto identificado</b>	<b>Medidas propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de verificación</b>	<b>Plazo (meses)</b>
<b>ambiental</b>		Socializar y capacitar dentro del Proyecto a trabajadores basados en los planes de manejo ya mencionados. Realizar un Consejo Directivo de la Comunidad y Encargados de Obra para informar sobre permisos de construcción, utilidad y beneficios que genera a la obra rigiéndose a las Normas Ambientales.	Capacitaciones. Aceptación libre de molestias generadas a la comunidad	Registro Fotográfico Registro de asistencia a charlas de capacitación por parte de Directivos	1 mes

*Nota, Se presenta una socialización en la comunidad, Elaborado por: Autor, 2022*



## 8.6 Matriz de Leopold

Según (Espinoza, 2001, p.114), dice que las modificaciones ambientales, son relativamente sencillas porque nos brindan una comprensión preliminar del impacto que genera cualquier tipo de proyecto de construcción al identificar su origen. (p. 114).

Para armar esta matriz se deben analizar los principales parámetros, como tamaño e importancia, que posibilitan los efectos ambientales generados, mencionados a continuación:

### 8.6.1 Magnitud (M)

(León Peláez, 2014, p. 18), define la evaluación como: “Relativamente objetiva o empírica, porque se refiere al grado de cambio provocado por la acción sobre el factor ambiental”. Para calcularlo se propone la siguiente fórmula:

$$M = a * i + b * C + c * D$$

Donde:

a, b, c = Pesos de cada variable de evaluación vial

a = 0.40, b = 0.35, c = 0.25

### 8.6.2 Importancia (I)

(León Peláez, 2014, p.18), define la evaluación como: “Subjetiva, porque implica atribución de relativa de peso al factor modificando el ámbito del proyecto”. Para calcularlo se propone la fórmula:

$$I = 3 * i + 2 * E + D + R + Ri$$

En el cuadro a continuación se presentan parámetros necesarios para calcular los factores.

**Tabla 68**

*Parámetros para calcular la magnitud e importancia- Matriz de Leopold*

<b>Variable</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Carácter</b>	<b>V. Asignado</b>
INTESIDAD	i	Alta	3
		Moderada	2
		Baja	1
EXTENSIÓN	E	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1
DURACIÓN	D	Permanente	3
		Temporal	2
		Periódica	1
REVERSIBILIDAD	R	Irreversible	3
		Recuperable	2
		Reversible	1
<b>Variable</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Carácter</b>	<b>V. Asignado</b>
RIESGO	Ri	Medio	2
		Bajo	1
		Alto	3
		Medio	2
		Bajo	1

*Nota*, la tabla muestra la manera en que esta matriz los clasifica, Fuente: León Peláez, 2014.

La caracterización de cada parámetro, con su respectiva valoración, continúa con el proceso de valoración para cada afectación Ambiental generando las relevantes en cada fase del proyecto.

**Tabla 69**

*Cálculo de la magnitud e importancia de los impactos ambientales*

<b>Impacto ambiental Identificado</b>	<b>P</b>	<b>M<sub>i</sub></b>	<b>I</b>
Desbroce de la cobertura vegetal.	3	1.7	15
Generación de ruido	3	1.9	11
Generación de vibraciones.	2	1.7	9
Generación de gases	2	2	15
Generación de movimiento de tierras, Escombros y desechos Solidos	3	2.4	18
Riesgos laborales	2	1.25	15
Socialización Comunitaria	1	2.25	12

*Nota,* Se muestra la importancia con la que el impacto incide en la obra, Elaborado por: Autor, 2022.

En base a la valoración anterior se presenta la siguiente tabla para definir en nivel de impacto general del proyecto, siendo este de nivel medio como se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 70**

*Valoración del Impacto*

<b>Importancia</b>	<b>Magnitud</b>	<b>Valoración del Impacto</b>
9 - 14	1.00 - 1.6	Bajo

15 - 22	1.7 - 2.30	Medio
23 - 27	2.4 - 3.00	Alto

---

*Nota,* Según la tabla anterior se define el impacto, Fuente: León Peláez, 2014.

Para la estructura de la Matriz de Leopold, para evaluar la magnitud del impacto se debe tomar en cuenta si es negativo (-) o positivo (+) y se debe calificar dentro del rango de 1 a 3, identificando a 1 como débil, 2 Moderado y 3 Fuerte y a su vez para la importancia se evaluará en un rango de 1 a 3, identificando a 1 como Baja ,2 Media y 3 Alta, este proceso se realiza para cada impacto identificado. A continuación, se presenta la matriz:

**Tabla 71**

*Matriz de Leopold*

ACCIONES CAUSANTE DE IMPACTO AMBIENTAL		Desbroce de la cobertura vegetal.	Generación de ruido	Generación de vibraciones.	Generación de gases	Generación de Escombros y desechos Sólidos	Riesgos laborales	Cobertura total del área del proyecto con Señalética	Información del Proyecto con la Comunidad sobre Proceso y fases de Construcción	EVALUACIONES
FACTORES AMBIENTALES										
Medio Abiótico	Suelo	-2		-1		-2				5
	Aire	-1			-2	-1		1		3
	Agua	-1		-1	-1	-1		1		3
	Clima				1	-2	1			-1
Medio Biótico	Fauna	-2	-2	-2	-1	-2		1		6
	Flora	-2	-2	-1	-2	-2		1		6
Medio Antrópico	Uso y Cobertura del suelo	-2		-1	1	-3				5
	Demografía		-1					2	3	3
	transporte						-3	3	2	2
Evaluaciones		-10	-5	-6	-4	-13	-3	5	8	28
		8	3	6	7	9	1	6	14	54

*Nota, La tabla muestra la importancia de los impactos en obra, Elaborado por: Autor, 2022*

Luego de este estudio de impacto ambiental se puede ver claramente que los mayores impactos son causados por las excavaciones, movimientos de tierras, desechos y desechos sólidos que aparecen durante las etapas del proceso constructivo del proyecto. El medio biótico es el más afectado porque no existen asentamientos en la zona, por lo que se propone un proyecto responsable para reducir cada uno de sus efectos.

## **CAPÍTULO IX**

### **ESPECIFICACIONES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL PROYECTO.**

El objetivo de este capítulo es establecer las características técnicas detalladas de las categorías contempladas en el plan de construcción del proyecto.

#### **9.1 Especificaciones Técnicas y Generales**

Cualquier labor que se lleve a cabo en el proyecto debe ajustarse rigurosamente a lo que se ha detallado en el PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL.

Si el contratista contempla cambiar los métodos de construcción, deberá consultar primero con el equipo de fiscalización antes de implementar cualquier modificación.

Antes de proceder con los pagos correspondientes, es necesario que el Fiscalizador y/o Supervisor del contrato de construcción validen todos los elementos del proyecto y cuenten con la documentación respaldatoria adecuada, incluyendo las liberaciones firmadas por el Fiscalizador cuando sea necesario.

El Contratista debe presentar un Plan de Control de Calidad que contemple los ensayos a llevar a cabo en las diversas partes de la obra, las frecuencias de muestreo, los estándares de ensayo, los protocolos para tratar situaciones de rechazo, y al menos, los ensayos mencionados en el plan de calidad del diseño. Este plan debe ser sometido a la revisión y aprobación por parte del equipo de Fiscalización o Supervisión del contrato de construcción.

Todos los costos relativos a estos ensayos de laboratorio serán cubiertos por el Contratista, y deberán estar incluidos en sus costos indirectos, y a efectos de validar sus planillas deberán

presentar un informe mensual de calidad que incluya los ensayos realizados sobre las distintas unidades de obra ejecutadas y resumen de la conformidad con los niveles de calidad requeridos.

## **9.2 Especificaciones de los Rubros**

Los trabajos mencionados se llevarán a cabo en el municipio de Pedro Vicente Maldonado, ubicado en la provincia de Pichincha.

### **9.2.1 Campamento.**

#### **Descripción**

Este ítem hace referencia a la renta o adquisición, adaptación, montaje, desplazamiento y retiro de estructuras temporales necesarias para garantizar el alojamiento y la comodidad del personal técnico, administrativo (tanto del Contratista como de la Fiscalización) y de los trabajadores en general, con el propósito de facilitar la ejecución de las tareas laborales.

#### **Ejecución del rubro**

Se entregará al Contratista un área para oficinas dentro del campamento, durante la visita técnica los oferentes verificarán las condiciones del sitio y evaluarán las necesidades de mejoramiento del lugar, cargando los costos a este rubro.

Adicional a lo mencionado, el Contratista preverá la instalación de dos containers para almacenamiento de equipo menor y herramientas, dentro de lado aire, en el sitio indicado por la comunidad.

El Contratista en el caso de ser necesario, alquilará la infraestructura para el alojamiento del personal, de preferencia en la zona del proyecto, cuyo espacio deberá mantener los estándares descritos en el proyecto.

Todas las instalaciones serán desmontadas y desalojadas fuera de las inmediaciones, una vez que concluyan los trabajos motivo de este proyecto y su cierre deberá acatar lo establecido en el plan de cierre del PMA.

No se contemplará dentro de este rubro, el pago por instalación, mantenimiento y desmontaje de letrinas móviles. Todos los costos adicionales, generados por las obras complementarias a la implantación del campamento, serán asumidos por el contratista.

### **Unidad de medida y pago**

Las labores mencionadas en esta parte se cuantificarán por unidad integral, y los gastos correspondientes se incluirán en los Costos Indirectos del presupuesto.

#### **9.2.2 *Letrina móvil***

##### **Descripción**

Esta partida comprenderá la provisión, instalación y cuidado de unidades de baño portátiles en los lugares de trabajo. El Contratista asumirá la responsabilidad de establecer instalaciones temporales que permitan a su personal satisfacer sus necesidades fisiológicas esenciales.



## **Ejecución del rubro**

Las unidades mencionadas deben ubicarse en un lugar que no afecte las labores de construcción, que no genere contaminación visual en las zonas de trabajo y que facilite su transporte sin complicaciones.

Con el fin de prevenir la aparición de áreas contaminadas, es necesario que el Contratista alquile el servicio de unidades móviles de saneamiento. Estos servicios deben incluir la provisión, transporte e instalación de las unidades sanitarias, así como su limpieza y la eliminación de los desechos al menos tres veces a la semana mediante un proveedor autorizado. Además, al concluir las labores, se deben retirar las unidades. Asimismo, para garantizar condiciones de higiene, se deben habilitar lavamanos.

De acuerdo a las etapas de desarrollo del proyecto de construcción, las instalaciones sanitarias portátiles deben ser desplazadas conforme a las pautas establecidas en el primer párrafo de esta especificación.

## **Materiales.**

La letrina portátil será de material PEAD (polietileno de alta densidad) de 4 milímetros de espesor lo cual mejora las características:

- Liviano, fácil al transportar, movilizar e instalar.
- Diseño ergonómico, que brinde al usuario mayor comodidad al usarlo.
- Tanque de acumulación de desechos de adecuada capacidad, 400 usos.
- Que no requiera de conexión a acueducto o alcantarillado.

- Sistema de recirculación fush.
- Altura: 92.75 / 2356 mm
- Ancho: 46,5/1181 mm
- Profundidad: 48.5/1232 mm
- Peso: 175 lb / 79 kg
- Capacidad del tanque de desechos: 65 gal/246 L

### **Unidad de medida y pago**

Las actividades detalladas en esta parte se cuantificarán mensualmente por cada unidad suministrada en el proyecto.

La compensación total por el transporte del baño portátil, su limpieza/desinfección y su retirada de la área de trabajo será abonada mensualmente.

### **9.2.3 Cerramiento provisional de barreras iluminadas**

#### **Descripción**

Consiste en la provisión de la delimitación provisional de barreras iluminadas en los sitios en los que la obra colinda con la zona de movimiento de aeronaves. El objeto de este cerramiento es delimitar el área de movimientos de maquinaria y de personal de la obra.

#### **Ejecución del rubro**

De acuerdo con lo indicado en los planos, las barreras se instalarán con un espacio máximo de 3 metros entre ejes. Para asegurar que estos dispositivos permanezcan en su lugar de

manera estable, se llenarán con agua o arena. Además, se colocarán balizas intermitentes en la parte superior de las barreras.

### **Materiales.**

Las bases de las barreras serán confeccionadas con polietileno de alta densidad, el cual es resistente a las condiciones climáticas y a los efectos de los rayos ultravioleta. Estas bases tendrán dimensiones mínimas de 0.60 metros de altura, 1.30 metros de longitud y 0.40 metros de ancho.

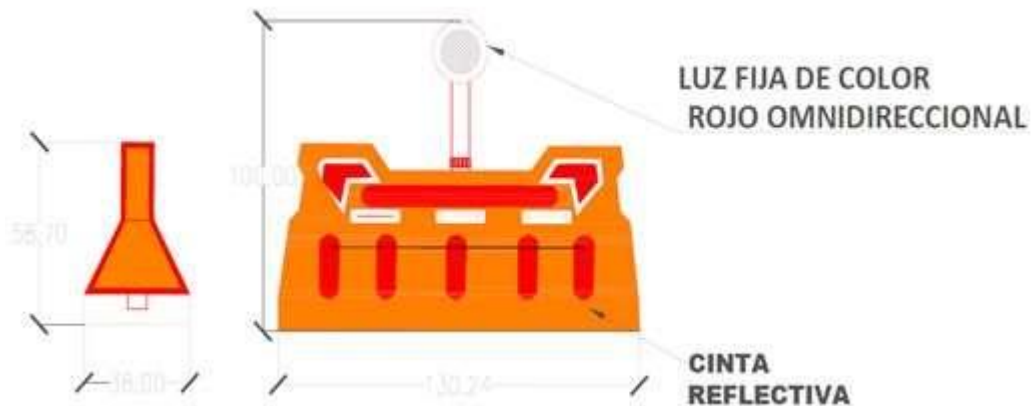
Las luces de identificación de peligro serán omnidireccionales, del tipo intermitente con luz roja con destellos de 60-90 fpm, una intensidad efectiva mayor a 32 cd/m<sup>2</sup>, con unas dimensiones mínimas de 283 x 147 mm y una difusión mínima del haz de 10°. La luz deberá estar ubicadas en el punto más alto de cada poste.

Las balizas deberán poder adaptarse a la red eléctrica adyacente, con tensiones de alimentación de al menos 120 V; y estarán encendidas 24 horas/día.

El diseño de las barreras plásticas y luces deberá ser similar al mostrado a la siguiente figura.

Figura 46

*Letrero Luminoso*



*Nota,* Se muestra descriptivamente la conformación de una barrera, Fuente: Salgado, A 1989.

#### ***9.2.4 Suministro e instalación de alimentador eléctrico para luces de identificación de peligro***

##### **Descripción**

Este trabajo consiste en el suministro y tendido e instalación del conductor 1x8+8 AWG d cobre, concéntrico asilado desde los dispositivos de control, autorizados por QUIPORT, hacia cada una de las balizas de iluminación para el cerramiento provisional de barreras y postes tubulares.

##### **Ejecución del rubro**

El tendido del conductor 1x8+8 AWG de cobre, concéntrico asilado se realizará superficialmente de manera paralela a los delimitadores de las zonas de trabajo. Se debe considerar una protección en los cruces de vía.

A partir de esta red primaria se realizará la conexión mediante Conductor #14 AWG, 19 hilos, aislado mediante cinta auto fundente a cada una de las balizas a utilizar según el tipo de delimitación de trabajos.

## **Materiales**

Los conductores de fase están conformados por alambres de cobre suave cableado concéntrico comprimido aislado en polietileno reticulado XLPE (90°C).

En el cable de acometida 1x8+8 AWG las fases son cableadas entre sí, conformadas por 7 hilos de cobre con un diámetro de hilo de 1,234 mm, y un diámetro de conductor de 3,591 mm; y rodeadas por alambres aplicados con la tecnología SZ formando el conductor neutro concéntrico de cobre de 26 hilos de 0,643 mm de diámetro. El conductor tiene una chaqueta protectora en XLPE resistente a la intemperie. Voltaje es de 600V.

El peso total del cable de acometida es de 193,63 kg/km; y tiene una capacidad de corriente de 55 A.

Deberán cumplir con la norma ASTM B 3; ASTM B 8, cuyas certificaciones deberán ser proporcionadas por el proveedor del producto.

Todos los costos generados por el suministro, transporte, instalación y limpieza; así como obras complementarias al presente rubro, serán asumidos por el contratista.

## **Unidad de medida y pago**

Se medirán los metros lineales efectivamente colocados e incluirán las conexiones secundarias de la red central a las balizas. Se pagará al precio establecido contractualmente cuando se encuentre funcionando correctamente el sistema y dado el visto bueno del Fiscalizador de la obra, el precio incluirá los costos generados por el suministro, transporte, instalación; así como obras complementarias al presente rubro.

### **9.2.5 Trazado, nivelación y replanteo.**

#### **Descripción**

Este ítem aplicará para todas las obras que deban ejecutarse en el proyecto, en particular para la determinación de los alineamientos de los componentes constructivos y control topográfico de los movimientos de tierra, de espesores de las distintas capas del pavimento rígido y flexible, para la colocación y restitución de la demarcación horizontal, para la formación de acopios, entre otras actividades propias del desarrollo del proyecto.

#### **Ejecución del rubro**

Es necesario entregar al fiscalizador un certificado de calibración que esté válido durante todo el período de ejecución de las labores.

Al Contratista se le facilitará una poligonal base de referencias en coordenadas UTM, DATUM WGS 84 zona 17N, la cual tendrá la información de coordenadas norte, este y cota y su respectivo plano de ubicación.

El Contratista procederá a realizar la verificación topográfica de la poligonal base y de acuerdo a las necesidades de los componentes constructivos se generará un sistema de referencia auxiliares, basados en la información descrita en el párrafo anterior.

El error máximo admisible para el cierre angular será dado por la fórmula:

$$i = 30 \sqrt{n} \text{ (seg)}$$

Dónde:  $i$  = error máximo admisible

$n$  = número de vértices

El error máximo admisible en el cierre lineal de una poligonal debe ser de 1/10.000 de la menor distancia.

El error máximo admisible para el cierre altimétrico está dado por la fórmula:

$$e = 10 \sqrt{d} \text{ (mm)}$$

Dónde:

$e$  = error máximo admisible

$d$  = distancia en kilómetros

Según los planos de diseño, se procede a materializar en el campo con estacas pintadas de color rojo cada 10 m o 20 m, según la necesidad.

Para el replanteo de los componentes constructivos se deberá implantar el eje de diseño y las respectivas laterales, en el caso que las laterales se distancien más de 6m del eje, se deberán

colocar puntos intermedios para garantizar la correcta construcción de las pendientes transversales y longitudinales de acuerdo a lo establecido en los planos y manteniendo las tolerancias permitidas.

Los puntos de replanteo del eje y laterales deberán ser nivelados geoméricamente.

Los trabajos ejecutados serán contrastados con el equipo topográfico de la Fiscalización, el cual aprobará la información materializada en el terreno.

Los residuos de madera, tarros de pintura y residuos contaminados deberán recibir su correcto tratamiento según el Plan de Manejo Ambiental.

### **Unidad de medida y pago**

Se calculará la unidad de medida y pago por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) para todas las tareas de marcado, nivelación y disposición que se requieran y que hayan sido aprobadas por la Fiscalización. El precio unitario incluirá todas las acciones necesarias para completar este elemento de acuerdo con estas especificaciones y otros documentos del proyecto, y será una compensación completa por dichas operaciones.

#### ***9.2.6 Excavación en terreno de cualquier naturaleza, incluyendo capa vegetal y desalojo.***

##### **Descripción**

Este apartado se refiere a todas las acciones requeridas, como la excavación y el corte de tierra o cualquier otro material, incluyendo la eliminación de la capa vegetal, para lograr las altitudes indicadas en los planos de acuerdo con los planos de planta, perfil longitudinal y perfiles transversales del proyecto. No se incluye el pavimento asfáltico, que está cubierto en otra



categoría, pero sí se aborda, si es necesario, la estructura de material granular que se encuentra bajo el pavimento asfáltico.

Tampoco incluye extracción de material de préstamos en zonas externas al proyecto, excavación para drenajes, o excavación en roca.

### **Ejecución del rubro**

La excavación sólo comenzará cuando el terreno haya sido delimitado y colocadas las referencias topográficas que determine los niveles de excavación.

Durante la ejecución de las obras, las superficies de trabajo deberán permanecer niveladas y con pendientes que permitan un drenaje apropiado. Los escurrimientos de aguas lluvias deberán ser interceptados y encausados mediante drenes o zanjas provisionales correctamente ubicadas y construidas con las dimensiones necesarias. Las obras provisorias de drenaje deberán ser mantenidas durante el transcurso de las faenas, libres de obstáculos y con las pendientes y secciones requeridas. La interrupción, traslado o alteración de los sistemas de drenaje, alcantarillas, ductos u otras instalaciones subterráneas existentes, deberá ser ejecutada tomando sustitutos según corresponda. Los daños a instalaciones o estructuras que debieran permanecer sin alteraciones, deberán ser reparados.

Los materiales de escarpe, turbas, raíces u otras no satisfactorias para fundación deberán ser removidos a la profundidad establecida en las especificaciones del proyecto. El escarpe en áreas donde existieren canales de riego, depresiones o irregularidades producidas por el destronque o por la demolición de estructuras, deberá ser ejecutado de manera que todo el material suelto o

inestable sea retirado hasta dejar la superficie perfectamente despejada, aunque fuere a una cota inferior a la especificada.

Las operaciones de excavación en lugares donde se encuentren objetos de importancia histórica o arqueológica, deberán ser suspendidas. Las faenas en tales sectores no podrán ser reanudadas sin la autorización competente.

Todo material que cumpla con las exigencias técnicas correspondientes podrá ser usado en la construcción. Los materiales que presenten notables diferencias en calidad, pero que satisfagan los requisitos específicos para cada situación, deberán ser almacenados por separado y dispuestos de acuerdo con estas directrices, siguiendo las pautas establecidas en el proyecto.

Los materiales inadecuados o de desecho deberán ser desalojados fuera solamente en lugares autorizados. Se deberá presentar el ticket emitido por el botadero autorizado.

El material resultante de la remoción de tierra o de actividades de nivelación que cumpla con los estándares de calidad definidos en las Especificaciones Generales para aplicar mantillo o capa de tierra vegetal no está autorizado para su uso en la construcción para los propósitos correspondientes. No podrán existir sitios de acopio de tierra vegetal. La tierra vegetal deberá ser desalojada a un botadero autorizado, según se establece en las especificaciones generales indicadas y en concordancia con los requerimientos del proyecto.

La remoción de estructuras o instalaciones existentes deberá ser programada de modo que el avance sistemático de la obra no sea interrumpido. Toda fundación o instalación existente deberá ser removida hasta, por lo menos, 50 cm bajo la cota de subrasante. Las irregularidades o depresiones producto de estas excavaciones deberán ser rellenadas y compactadas de manera que

se obtenga, las mismas condiciones de calidad y compactación del terreno circundante. El desalojo de cualquier material proveniente de esta remoción deberá ser desalojado a un botadero autorizado.

En cortes, los pétreos o rocas disgregadas o sobresalientes del plano de los perfiles especificados, deberán ser asegurados o removidos. Toda depresión o hueco formado en la superficie de la excavación debe ser drenado, llenado y compactado de acuerdo con estas directrices y en línea con los requisitos del proyecto.

Al concluir estas acciones, la subrasante no debe experimentar una diferencia en elevación o perfil en ningún punto en comparación con las cotas y secciones transversales indicadas en los planos o determinadas por el Fiscalizador que supere los 2 centímetros.

Los taludes de las áreas excavadas al finalizar deben ajustarse de manera adecuada a los ángulos que se indican en los planos, y en ningún punto deben desviarse más de 15 centímetros desde el ángulo especificado en el plano, medido perpendicularmente al plano del talud.

Ejecutada la excavación conforme a planos deberá ser recibida a entera satisfacción por la Fiscalización.

El rubro incluye el transporte y colocación de material en escombreras aprobadas, que cuenten con la correspondiente autorización medioambiental para la recepción de estos materiales, así como con la aprobación del fiscalizador.

## **Unidad de medida y pago**

Las cantidades que se pagarán por la excavación se basarán en los volúmenes medidos en la ubicación original de la excavación que haya sido efectivamente realizada y aprobada, de acuerdo con las pautas establecidas en los planos y las directrices del Fiscalizador.

Los pagos representarán la remuneración completa por la excavación y la disposición del material, incluyendo el transporte y la ubicación en áreas designadas, así como por todas las labores relacionadas, como la mano de obra, los equipos, las herramientas, los materiales y las tareas asociadas requeridas para llevar a cabo los trabajos.

Para determinar el volumen del material transportado, se considerará un factor de expansión del 15%. Este valor deberá ser verificado en el sitio mediante pruebas de campo. No se otorgará una compensación adicional en caso de que el coeficiente de expansión sea mayor (se acepta un máximo del 15% de expansión).

Estos precios y pago también constituirán la compensación total por transporte, por lo que ningún costo adicional podrá ser reclamado por este concepto.

### ***9.2.7 Relleno y compactación con material de préstamo.***

#### **Descripción**

Este rubro abarca la extracción, humedecimiento, transporte, disposición, extensión y compactación de material de préstamo para la preparación de la superficie de trabajo. El relleno se realizará utilizando material de calidad apropiada proveniente de la escombrera de la Zona Franca,

y debe estar libre de desechos, raíces, vegetación, materiales perecederos u otros componentes no deseados.

## **Ejecución del rubro**

### Explotación, hidratación y transporte del material

La explotación del material de relleno se lo realizará mediante la ejecución de piscinas cuyo proceso sirve adicionalmente para la correcta y uniforme hidratación del material de relleno.

Se inicia ubicando topográficamente el área de corte para piscinas. El tamaño promedio de cada piscina es de 9 metros por 12 metros o de acuerdo a las instrucciones del encargado de construcción, bajo aprobación de fiscalización.

Las piscinas son preparadas utilizando el equipo idóneo para esta actividad. Posteriormente, se retrabaja (aflojar) el material interno de las mismas con excavadora, hasta una profundidad de 4.0m.

Se debe considerar que el ancho de los muros debe estar entre 1.20m y 1.50m o de acuerdo a las instrucciones del encargado de construcción.

Con los resultados de los ensayos de Densidad Proctor Modificado (laboratorio) y de Contenido Natural de Humedad (Densímetro Nuclear); el encargado de producción determinará el volumen de agua a ser añadido en la piscina. Se añade a la piscina el volumen de agua requerido utilizando tanquero.

Con el valor del contenido natural de humedad obtenido con el densímetro nuclear, la humedad óptima calculada del Próctor, la densidad seca y el volumen de la piscina, se procede a calcular el volumen de agua a ser añadido usando la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen de agua para añadir (GAL)} = \frac{W_{op} - W_n}{100} \times \frac{\delta_m \times V}{3.785}$$

Donde:

$W_{op}$  = Humedad Optima

$W_n$  = Humedad Natural

$\delta_m$  = Densidad Máxima

$V_m$  = Volumen de piscina

El volumen de agua obtenido con la formula descrita arriba es tan solo un valor referencial. El volumen de agua real colocada será finalmente acordado por los Encargados de Producción y de Laboratorio de acuerdo a las condiciones del clima y el tipo de material. La descarga del agua en la piscina de hidratación se la realizará una sola vez.

Después de un período mínimo de 3 a 4 días de hidratación del material en la piscina, éste podrá ser extraído.

Una vez que la(s) piscina(s) esta(n) lista(s) para ser excavada(s), se procede a extender el material de los muros al interior de las mismas.

Para la extracción del material la excavadora es ubicada dentro del límite del área de la piscina y gradualmente se corta el área de la piscina de 9m. por 12m. con una profundidad variable hasta 4m, cargando las volquetas que transportarán el material cortado al área de relleno. Se nivelará el lugar de carga de las volquetas cada vez que sea necesario.

Se considerará una distancia de 8Km de transporte de material excavado desde la Zona Franca hasta la plataforma de relleno.

El contratista deberá implementar las adecuadas medidas de mitigación durante las actividades de explotación para no tener interferencias, entre ellas, accidentes o daños al personal y maquinarias (excavadoras, volquetas) que se encuentren trabajando en el mismo sitio.

### **Tendido y Compactación del Material.**

Previo a iniciar la labor de extensión y compactación de las áreas, el Contratista tiene la opción de llevar a cabo pruebas en el lugar para verificar o mejorar los parámetros de producción mencionados en estas Especificaciones Técnicas. Esto incluye aspectos como el tipo de maquinaria a emplear, el espesor de las capas y la cantidad de pasadas del rodillo. Estas modificaciones no implicarán costos adicionales para el Contratante y deben ser autorizadas por la Fiscalización.

Será necesaria la ubicación topográfica de las balizas para indicar el nivel de relleno del material suelto (27-30 cm) cada 20 metros a lo largo del año.

Las volquetas traen el material con la humedad óptima respectiva y lo descargan en los lugares designados. Conforme van descargando las volquetas, un tractor tiende el material a lo largo del año en el área de relleno. En caso de que el material transportado no presente gran

cantidad de terrones, los cuales puedan ser desmenuzados con el tractor agrícola y rastra, se podrá utilizar para el tendido la moto niveladora en lugar del tractor.

En caso de requerirse la mezcla de material, se lo hará según las proporciones de componentes (limos, arenas) definidos por el Contratista y la Fiscalización en base a los resultados de sus verificaciones in situ en cuanto a compactación y densidad seca máxima alcanzada. En caso de esparcimiento de material en áreas cercanas a elementos estructurales con equipo pesado, el procedimiento será el siguiente: las volquetas traerán el material con una humedad cercana a la óptima y lo descargarán en los lugares designados.

Un tractor agrícola con rastra pasa a lo largo del año el número de veces indicadas por el encargado de construcción para conseguir aflojar y mezclar el material, esto dependerá de la homogeneidad del material que llegue al relleno. Se deberá garantizar que las capas presenten adherencia y homogeneidad.

Después de esparcir el material a la altura necesaria y mezclarlo, el equipo de laboratorio llevará a cabo mediciones del Contenido de Humedad del material con la frecuencia especificada en el Plan de Control de Calidad aprobado a lo largo de la superficie de trabajo utilizando un Densímetro Nuclear. En caso de que el contenido de humedad supere en más de un 3% el nivel óptimo de humedad, será necesario permitir que el material se seque hasta que su contenido de humedad esté dentro del rango de humedad óptima más/menos 3%.

Si el contenido de humedad es menor que la humedad óptima – 3%, el volumen extra de agua requerido para incrementar el nivel de humedad del material es regado mediante un tanquero,



el cual es seguido de un tractor agrícola con rastra para ayudar a humectar el material. Luego el proceso de homogenización descrito arriba se repite.

Una vez que el contenido de humedad está dentro de la humedad óptima  $\pm 3\%$ , se procede con la nivelación del material

Para la compactación el rodillo pasa sobre los paños el número de veces que lo determine el encargado de producción y que resulte el óptimo de las pruebas de campo que se efectúen, traslapando sobre los sectores necesarios para alcanzar la compactación.

Acorde a los resultados del terraplén de pruebas, Se verificará la cantidad de pasadas y el grosor de la capa a aplicar, y esto podría cambiar según los equipos utilizados por el constructor. A pesar de ello, el Contratista deberá tener como mínimo un equipo que cuente con un rodillo de 11 toneladas para llevar a cabo estas labores.

El Contratista deberá elegir la metodología más adecuada para garantizar la correcta compactación de las juntas o bordes de taludes para alcanzar los parámetros mínimos requeridos. La densidad seca mínima del material compactado llegará a una densidad seca máxima del 95% del ensayo Próctor Modificado y las 2 últimas capas del relleno (50cm) alcanzará por lo menos una compactación del 97%.

## **Material**

Los suelos utilizados en la construcción del relleno deben tener al menos una densidad máxima según la prueba Proctor modificado de 14 KN/m<sup>3</sup> (equivalente a 1.400 Kg/m<sup>3</sup>). El

material debe tener un índice plástico inferior a 6 y debe cumplir con los requisitos de granulometría especificados a continuación:

Tamaño del tamiz	% que pasa
75 mm (3")	100
4.75 mm (N° 4)	35 - 100
0.425 mm (N° 40)	25 - 100

### Control de calidad

CODIGO	PARÁMETROS A VALORAR	ENSAYO	NORMA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	CANTIDAD ESTIMADA DE ENSAYOS
500125	1- Granulometría	Ensayo Granulométrico	ASTM C-136 'Método de Ensayo. Análisis granulométrico por tamices de los agregados fino y grueso.'	Granulometría Bajo los rangos establecidos en la <b>¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.</b> de especificaciones para el diseño de la Base	1 Cada 50 m3 de material colocado y compactado	7
	2- Límite Líquido Límite Plástico	Ensayos de Plasticidad	ASTM D-4318 'Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils'	índice de plasticidad menor a 6%	1 Cada 50 m3 de material colocado y compactado	7

3-Relación Humedad- Densidad	Proctor Modificado (Compactación)	ASTM D-1557-91	N/A	1 Cada 150 m3 de material colocado y compactado	2
4-Densidad In Situ	Densidad Húmeda y Seca con Densímetro Nuclear	ASTM D-6938	>95% del proctor de laboratorio	1 Cada 50 m3 de material colocado y compactado	7

### Unidad de medida y pago

La medición del relleno compactado se llevará a cabo en metros cúbicos. La cantidad a abonar será igual al volumen de metros cúbicos completados y medidos en el sitio de trabajo, siguiendo las indicaciones de los documentos contractuales y bajo la supervisión del Fiscalizador.

Estos costos abarcan la extracción, humedecimiento, transporte, disposición, extensión y compactación del material de préstamo necesario para la preparación de la superficie de trabajo.

### 9.2.8 Conformación de subrasante.

#### Descripción

Esta trabajo implica la finalización de la superficie de la plataforma hasta alcanzar la subrasante, siguiendo las directrices de alineación, pendiente, sección transversal y elevación indicadas en los planos o establecidas por el Fiscalizador. Las tareas involucradas en este procedimiento comprenden la escarificación, el nivelado y la compactación de la superficie.

## **Ejecución del rubro**

Previo de llevar a cabo estas tareas, se requiere que las operaciones de excavación y relleno para la plataforma ya hayan sido finalizadas.

Posterior al proceso citado se deberá realizar la nivelación mediante equipos topográficos de precisión para establecer las cotas, pendientes longitudinales y transversales de diseño; para lo cual se colocarán estacas de referencia en sitios estratégicos precautelando que las maquinarias al momento de los trabajos no destruyan los hitos.

El área resultante será acondicionada en su ancho total iniciando con la escarificación a una profundidad de 30 cm; en correspondencia a los niveles topográficos se deberá colocar el material faltante o en su defecto se retirará el material excedente para lograr el emparejamiento de la superficie de acuerdo a los planos.

Una vez finalizadas las labores de extender y nivelar el terreno con la motoniveladora, es esencial proceder a compactar completamente el material colocado. Es necesario contar con rodillos mecánicos de compactación en cantidad adecuada, con peso y tipo adecuados, para asegurar la compactación del material hasta alcanzar la densidad necesaria, en los espesores previamente establecidos y dentro del plazo acordado.

Durante el proceso de extendido, es fundamental que el contenido de humedad del material se mantenga dentro de un margen del 3% en comparación con la humedad óptima necesaria. En caso de que el material esté demasiado húmedo para alcanzar el grado de compactación requerido, se deberá suspender la operación de compactación con el rodillo hasta que el material alcance el nivel de humedad necesario. Por otro lado, si el material se encuentra demasiado seco, se deberá

aplicar riego de manera uniforme y continua para alcanzar el contenido de humedad adecuado, utilizando equipos que eviten el exceso de escurrimiento de agua.

El proceso de compactación debe realizarse de manera progresiva, empezando desde los extremos hacia el centro de la zona o desde el borde sin compactar hacia una zona vecina que ya haya sido compactada previamente. En cada pasada del rodillo, se debe superponer al menos 50 cm con la pasada anterior. La compactación debe continuar hasta que el material alcance una densidad no inferior al 95% de la máxima densidad seca compresible (DMCS). Las áreas exteriores a las zonas de pavimento no requerirán compactación en los últimos 10 cm superficiales y aquellos sectores de este tipo en los cuales el estrato superior del suelo hubiere sido compactado por tránsito de maquinaria u otra actividad, deberán ser escarificados a la profundidad iniciada. Las áreas que no sean accesibles para los rodillos deberán ser compactadas utilizando herramientas o dispositivos que garanticen el logro de la densidad necesaria.

La compactación debe interrumpirse en lugares donde se detecten indicios de inestabilidad en la capa inferior o cuando el proceso de compactación ocasione la aparición continua de agua o deformaciones visibles en la superficie. En tales situaciones, se debe reemplazar el material afectado con el tipo y nivel de humedad especificados. Luego, la zona afectada debe ser nivelada nuevamente y compactada según las especificaciones del proyecto. Es importante destacar que el proceso de nivelación y compactación debe llevarse a cabo de manera alternada en todas las áreas de la capa en construcción para lograr una superficie uniformemente compacta y nivelada de acuerdo con las elevaciones del proyecto.

Después de completar la compactación del sello de la plataforma, se debe llevar a cabo una verificación instrumental para garantizar la precisión de la nivelación de la superficie subyacente.

En áreas destinadas a la pavimentación, la superficie final no debe tener una diferencia mayor a 10 mm en comparación con las elevaciones establecidas en el proyecto. En zonas perfiladas que no requieren pavimentación, la diferencia con respecto a los perfiles de proyecto no debe ser superior a 30 mm. La cantidad y distribución de los puntos que se deben considerar en la inspección topográfica deben ser calculados de manera que el número total de puntos medidos no exceda lo que se obtendría si se considera un punto cada 15 metros en cualquier dirección. Si se detecta alguna desviación que supere las tolerancias mencionadas, se deben tomar medidas correctivas, que pueden incluir el escarificado, la adición o eliminación de material, el nivelado y la compactación de acuerdo con las especificaciones y requisitos del proyecto.

El equipo de construcción tiene la autorización para circular sobre la superficie sin ocasionar daños ni generar una compactación desigual en la capa. Cualquier acción que cause perjuicio debe ser detenida de inmediato. Si se producen huellas o imperfecciones en la superficie subyacente, estas deben ser corregidas reparando y nivelando el terreno afectado, siguiendo las directrices de estas especificaciones y conforme a los requisitos del proyecto.

La superficie subyacente finalizada debe mantenerse de acuerdo con las especificaciones y en un estado óptimo en toda su extensión. Para lograr esto, se llevará a cabo el mantenimiento utilizando motoniveladoras, rodillos y cualquier equipo mecánico necesario durante el período necesario.

## Control de Calidad

CODIGO	PARÁMETROS A VALORAR	ENSAYO	NORMA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	CANTIDAD ESTIMADA DE ENSAYOS
222223	1-Relación Humedad-Densidad	Proctor Modificado (Compactación)	ASTM D-1557-91	N/A	1 Cada 1000 m2 de superficie reconfirmada y compactada	5
	2-Densidad In Situ	Densidad Húmeda y Seca con Densímetro Nuclear	ASTM D-6938	>95% del proctor de laboratorio	1 Cada 300 m2 de superficie reconfirmada y compactada	16

### Unidad de medida y pago

La evaluación o preparación de la superficie subyacente se calculará en términos de metros cuadrados. La compensación por la finalización de la obra base existente se determinará según la cantidad de metros cuadrados medidos de la superficie subyacente que haya sido adecuadamente terminada, de acuerdo con las directrices establecidas en los documentos contractuales y conforme a la supervisión del Inspector de Obra.

Estos precios incluyen la nivelación, escarificación, perfilado, compactación y obras complementarias que permitan cumplir con lo determinado en esta especificación.

### **9.2.9 Capa de subbase - mejoramiento granular (item p-154 faarfield en atención a criterios de diseño).**

#### **Descripción**

Este componente implica la provisión, colocación, ajuste de humedad o aireación, mezcla, extensión y compactación de una capa de subbase o mejora. Esta capa está compuesta por materiales granulares y forma parte integral de la estructura del pavimento. La construcción de esta capa de subbase o mejora debe cumplir con las pautas establecidas en estas especificaciones y estar en conformidad con los requisitos del proyecto. Se debe realizar sobre una superficie subyacente o subrasante que haya sido preparada adecuadamente. Los gastos relacionados con el transporte del material desde la planta de preparación y mezcla hasta el lugar requerido en la obra serán responsabilidad del contratista.

#### **Ejecución de rubro**

La capa de mejora o subbase se instalará de acuerdo con las indicaciones precisas de los planos del proyecto. Los gastos asociados al transporte del material desde la planta de preparación y mezcla hasta el lugar específico donde debe ser distribuido en la obra serán responsabilidad del contratista. El material deberá ser esparcido, modelado y compactado de acuerdo con las instrucciones detalladas y dentro de los márgenes de tolerancia permitidos.

Se debe proveer el equipo adecuado, en los tipos y condiciones necesarios, para llevar a cabo completamente las obras dentro del tiempo establecido y en concordancia con las especificaciones del proyecto. Este equipo debe mantenerse en estado de funcionamiento satisfactorio durante la ejecución de los trabajos.



La superficie de la base, al momento de ser cubierta, debe cumplir con los requisitos específicos de densidad y nivelación establecidos. No se permitirá ninguna actividad en esta superficie hasta que se cumplan los requisitos del proyecto, y se debe obtener la aprobación del Inspector de Obra antes de proceder. No se debe colocar material sobre terrenos congelados, y se deben tomar precauciones para evitar daños en la base. El tráfico sobre esta superficie debe mantenerse al mínimo necesario para la construcción. Cualquier huella, deformación o imperfección que aparezca en la superficie final debe ser corregida mediante eliminación, nivelación y compactación del área afectada.

Todo material que no sea estable y que impida una compactación adecuada debe ser retirado y sustituido por el material especificado. La superficie resultante debe ser nivelada de acuerdo a las elevaciones indicadas en los planos y compactada en su totalidad para lograr las densidades requeridas.

### **Preparación del material**

El material apto para mejoramiento/subbase puede ser obtenido directamente de empréstitos o puede ser producido mediante el uso de plantas trituradoras y/o seleccionadoras. En cada caso, el contenido de humedad del material colocado deberá permitir la obtención de la densidad especificada. Cualquier deficiencia de humedad deberá ser corregida mediante rociado de agua o aireación, según corresponda, inmediatamente antes de la compactación.

Cuando el material para subbase/mejoramiento deba ser obtenido por combinación de diferentes materiales, el proceso de dosificación y mezcla deberá ser ejecutado en planta. El material deberá ser enteramente mezclado con la cantidad de agua necesaria para alcanzar la

densidad especificada. Finalmente, la mezcla requerida deberá ser transportada y extendida sobre la capa de fundación, evitando pérdidas indebidas en el contenido de humedad. Cualquier deficiencia al respecto deberá ser corregida mediante rociado de agua o aireación, según corresponda, inmediatamente antes de la compactación.

## **Colocación**

El material destinado a la subbase o mejora debe ser distribuido de manera mecánica sobre una superficie que haya sido previamente humedecida y en capas con un espesor uniforme. En caso de que se encuentren áreas con material desgarrado o con una granulometría deficiente, es necesario corregirlas mediante la adición y la mezcla de material adicional antes de proceder con el proceso de compactación.

El espesor máximo que se puede compactar en cada capa no debe exceder los 25 cm. Si el espesor total de la subbase o mejora compactada supera los 25 cm, entonces debe ser construida en dos o más capas. El espesor mínimo permitido para cada una de estas capas debe ser mayor o igual a 1.5 veces el tamaño máximo de los agregados especificados.

El proceso de colocación o extensión del material debe comenzar en la parte más elevada del perfil transversal de la superficie a ser cubierta. Esto garantizará un adecuado drenaje del área de trabajo. La colocación debe realizarse en franjas longitudinales y paralelas hasta que se complete cada capa. En ningún caso se permite extender más de 1.500 metros cuadrados de subbase o mejora sin comenzar el proceso de compactación correspondiente. Si es necesario aplicar riego para mantener el contenido de humedad requerido, este debe cubrir completamente la zona que se va a compactar.

Durante la etapa de colocación del material de subbase o mejora, es crucial tomar precauciones para evitar la inclusión de materiales o elementos ajenos en la mezcla. En ningún caso se debe extender material sobre una superficie cubierta de nieve, lodo o que esté congelada. Si el material de subbase o mejora contiene componentes congelados o si la base subyacente está congelada, se debe interrumpir la obra.

Los procedimientos y normativas mencionados son aplicables a la colocación de todas las capas que conforman la subbase o mejora. Cada superficie de capa debe estar limpia de materiales sueltos o elementos extraños antes de extender la siguiente capa. El material compactado debe mantener el nivel de humedad adecuado durante la compactación hasta que sea cubierto por la capa que le sigue.

### **Compactación.**

Una vez concluidas las tareas de extensión y nivelación, el material debe someterse a una compactación inmediata y completa. Se debe disponer de un número adecuado de rodillos mecánicos con el tipo y peso apropiados para lograr la densidad requerida en los espesores definidos y dentro del tiempo establecido.

El contenido de humedad del material durante la fase de extensión puede exceder el nivel óptimo de humedad, según lo determinado por el método D de la norma ASTM D-1557, en hasta 1.5 puntos porcentuales, pero en ningún caso debe ser inferior a este nivel. Cualquier riego necesario para alcanzar o mantener el nivel de humedad requerido no debe dar lugar a un exceso de escurrimiento de agua.

La compactación debe progresar de manera gradual, ya sea desde los extremos hacia el centro de la zona o desde el borde libre hacia una sección adyacente previamente compactada. En cada pasada del rodillo, se debe superponer al menos 50 cm con la pasada anterior. El proceso de compactación debe continuar hasta que todo el material alcance una densidad no menor al 100% de la densidad del proctor de laboratorio. En las áreas que no sean accesibles para los rodillos, se deben utilizar otros dispositivos o elementos que garanticen la obtención de la densidad requerida.

La compactación debe detenerse en los lugares o áreas donde se detecten señales de inestabilidad en la capa subyacente o donde el proceso de compactación genere continuamente la aparición de agua en la superficie o deformaciones plásticas. En estas situaciones, el material afectado debe ser sustituido por el material especificado y en condiciones adecuadas de humedad. Posteriormente, la zona afectada debe ser nivelada nuevamente y compactada según lo establecido en el proyecto.

Tanto la nivelación como la compactación en cualquier área de la capa en construcción deben llevarse a cabo de manera alternada con el fin de obtener una capa uniformemente compacta y nivelada, en conformidad con las elevaciones establecidas en el proyecto.

### **Terminación y control de la superficie**

Una vez que la capa de mejora haya sido sometida a compactación, se debe verificar con instrumentos la precisión de su nivelación. Cualquier área que no cumpla con los requisitos establecidos debe ser ajustada de acuerdo a las directrices especificadas y conforme a los requisitos del proyecto. Es importante destacar que no se permite agregar capas de nivelación o relleno cuyo espesor sea menor a 1.5 veces el tamaño máximo del agregado en ningún caso.

La superficie final no debe exceder las elevaciones indicadas en ningún punto, y no se permite una diferencia superior a 10 mm, ya sea en puntos contiguos o aislados. La cantidad y la disposición de los puntos que deben ser considerados en la inspección topográfica deben ser seleccionados de manera que el número total de puntos medidos sea igual o mayor que si se considera una distancia máxima de 10 metros entre ellos en direcciones perpendiculares y paralelas al eje longitudinal de la capa.

Si la elevación de una parte o de toda la superficie de la última capa de subbase o mejora está por debajo de la elevación del proyecto en más de 10 mm, entonces se debe realizar una escarificación de la zona afectada o de toda la capa, con una profundidad no menor a 10 cm. Luego, se agrega y mezcla el material especificado, se perfila y, finalmente, se compacta nuevamente hasta alcanzar la densidad y las elevaciones establecidas en el proyecto. Si la elevación resulta ser mayor de lo requerido, la superficie debe ser reducida, perfilada y compactada de acuerdo a las elevaciones especificadas en el proyecto.

### **Tolerancias de la superficie.**

La superficie final no puede presentar deformaciones relativas que excedan los 9 mm, evaluados utilizando una barra recta de 4.8 metros de longitud, aplicada en direcciones paralelas y transversales al eje longitudinal del pavimento. Cualquier desviación que supere esta medida debe ser corregida por el constructor a su propio costo.

### **Control de espesores**

La cantidad de material utilizado en la capa de subbase o mejora debe ser calculada en su ubicación final. Esto se realizará a través de pruebas de profundidad o testigos según lo requiera

la supervisión, o mediante mediciones de profundidad realizadas cada 420 metros cuadrados de capa de subbase o mejora. También se pueden utilizar mediciones calculadas con una precisión de 3 mm. Cualquier exceso en el espesor medido en mediciones individuales que supere los 12 mm indicados en el plano será pagado solamente como un exceso de 12 mm. Es importante destacar que los materiales de subbase o mejora no pueden mezclarse con ningún otro material proveniente de excavación.

### **Mantenimiento de la base**

La capa de subbase o mejora finalizada debe ser preservada de acuerdo con las especificaciones y en un estado óptimo en toda su extensión. El mantenimiento se llevará a cabo utilizando motoniveladoras, rodillos u otros equipos mecánicos necesarios durante el período que sea necesario.

### **Materiales**

El material utilizado para la subbase o mejora debe consistir en fragmentos de agregados granulares sólidos y resistentes, mezclados con arena, limo, arcilla, polvo de roca u otros materiales cohesivos o de relleno similares. La mezcla resultante debe ser homogénea y uniforme, sin incluir materia vegetal, terrones, o un exceso de arcilla u otros elementos no deseados. Este material debe cumplir con los requisitos de granulometría y propiedades hídricas especificados, y debe ser capaz de compactarse hasta lograr una subbase o mejora densa y estable, tal como se indica en las especificaciones.

La distribución de tamaños de partículas del material de subbase o mejora debe estar dentro de los valores especificados. Esta distribución debe ser uniforme y continua, sin presentar cambios

abruptos desde el límite inferior de un tamiz hasta el límite superior del tamiz adyacente, o viceversa.

TAMIZ		% QUE PASA
Abertura		en peso
3"	(75.00 mm)	100
#10	(2.00 mm)	20 - 100
#40	(0.42 mm)	5 - 60
#200	(0.08 mm)	0 - 8

*NOTA.* El mejoramiento que permite tamaño máximo de hasta 4", siempre y cuando el CBR cumpla el mínimo establecido.

La capacidad portante del material (CBR) no puede ser menor al 30%, las demás características que debe cumplir el material.

Ensaye	Norma	Requisito
Desgaste Los Ángeles	ASTM C-131	Máx. 40%
Límite Líquido	ASTM D-4318	Máx. 25%
Índice de plasticidad	ASTM D-4318	Máx. 6%

### **Control de calidad**

Antes de comenzar y durante la producción de agregados, se deben llevar a cabo los ensayos de laboratorio necesarios. El plan de pruebas debe obtener la aprobación previa del Supervisor, siguiendo las directrices que se describen en la tabla siguiente.

ODIGO	PARÁMETROS A VALORAR	ENSAYO	NORMA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	CANTIDAD ESTIMADA DE ENSAYOS
00137	1- Granulometría	Ensayo Granulométrico	ASTM C-117 'Procedimiento de Prueba Estándar para Materiales Más Pequeños que una Malla No. 200 (75 micrómetros) en Agregados Minerales a través del Lavado'.  ASTM C-136 'Procedimiento de Prueba. Análisis de Granulometría de Agregados Fino y Grueso a través de Tamices.'	Granulometría Bajo los rangos establecidos en la <b>¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.</b> de especificaciones para el diseño de la Base	1 Cada 200 m3 de material colocado y compactado	4
	2-Densidad In Situ	Densidad Húmeda y Seca con Densímetro Nuclear	ASTM D-6938 'Métodos de Prueba Estándar para la Densidad In Situ y el Contenido de Agua de Suelos y Suelos-Agregados mediante Métodos Nucleares' (Shallow Depth)	Densidad mínima no será menor que el 100% de la densidad máxima establecida mediante el ensayo ASTM D-1557-91	1 Cada 100 m3 de material colocado y compactado	8
	3-Desgaste	Ensayo de Abrasión Los Ángeles	ASTM C131 'Método de Prueba Estándar para la Resistencia a la Degradación de Agregados Gruesos de Pequeño Tamaño por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Angeles'	Menor a 40%	1 vez, 500 vueltas	1



ODIGO	PARÁMETROS A VALORAR	ENSAYO	NORMA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	CANTIDAD ESTIMADA DE ENSAYOS
	4-Pérdida por desintegración de los agregados	Ensayo durabilidad	ASTM C-88 'Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate'	Pérdida de peso menor 12%	1 vez, 5 ciclos de inmersión	1
	5- Límite Líquido 6-Límite Plástico	Ensayos de Plasticidad	ASTM D-4318 'Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils'	límite líquido menor de 25 e índice de plasticidad menor a 6%	1 Cada 200 m3 de material colocado y compactado	4
	7-Capacidad Portante	Ensayo CBR	ASTM D-1883 'Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils '	Igual o mayor a 30%	1 Cada 800 m3 de material colocado y compactado	1
	8-Relación Humedad-Densidad	Proctor Modificado (Compactación)	ASTM D-1557 'Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft3 (2,700 kN-m/m3))'	N/A	1 Cada 400 m3 de material colocado y compactado	2

### Unidad de medida y pago

La medición se llevará a cabo por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de la capa de mejora o subbase que haya sido ejecutada de manera efectiva, aprobada y medida topográficamente de acuerdo con la aprobación del Supervisor, siguiendo las especificaciones delineadas en esta sección.

Los precios y pagos establecidos constituirán la compensación total por todas las actividades relacionadas con la preparación, suministro y transporte de los agregados, la mezcla, la distribución, el tendido, la hidratación, la conformación y la compactación del material utilizado en la capa de subbase o mejora. Esto incluye la mano de obra, el equipo, las herramientas, los materiales y cualquier otra operación relacionada que haya sido necesaria para la ejecución completa de los trabajos descritos en esta sección.

#### ***9.2.10 Asfalto rc 250 para imprimación.***

##### **Descripción**

Este trabajo implica el suministro y la aplicación de material bituminoso, que puede ser asfalto diluido de curado medio o asfalto emulsionado, sobre la superficie de una base o subbase. Esta superficie debe estar en conformidad con los anchos, alineamientos y pendientes especificados en los planos. Además, el trabajo incluye la limpieza de la superficie justo antes de aplicar el revestimiento bituminoso.

Este proceso también abarca la distribución uniforme de una fina capa de arena secante, si el Supervisor lo considera necesario, con el propósito de absorber posibles excesos de asfalto y proteger el revestimiento bituminoso. Esto permitirá que vehículos o maquinaria puedan circular sobre la superficie antes de colocar la próxima capa.

##### **Ejecución del rubro**

La aplicación de la imprimación bituminosa solo será posible si la superficie cumple con todos los requisitos necesarios en términos de densidad y acabado. Antes de distribuir el asfalto, se realizará una limpieza exhaustiva de la superficie, asegurando que esté libre de cualquier

material extraño. El Supervisor puede requerir que se realice un ligero riego de agua justo antes de aplicar el asfalto.

La imprimación bituminosa se distribuirá de manera uniforme sobre la superficie preparada, que debe estar seca o ligeramente húmeda. La distribución se llevará a cabo en secciones específicas y dividiendo el ancho en dos o más fajas, con el propósito de permitir el tráfico en la parte no tratada. Se tomarán precauciones adicionales durante la distribución para asegurar un empalme o solape adecuado entre las fajas, y en caso necesario, se utilizará un rociador manual para retocar áreas que lo requieran.

Para evitar superposiciones en las uniones longitudinales, se colocará papel grueso al final de cada aplicación, y las boquillas del distribuidor se cerrarán de inmediato al concluir la distribución sobre el papel. Del mismo modo, para iniciar una nueva aplicación, se colocará papel grueso al final de la aplicación previa, de manera que al abrir las boquillas sobre el papel se evite un exceso de asfalto en los empalmes. Los papeles utilizados deberán ser eliminados de manera adecuada.

El Contratista debe asegurarse de que las obras de arte, bordillos, aceras, etc., no se manchen con el asfalto durante la distribución y debe tomar medidas de protección cuando sea necesario. En ningún caso se permitirá verter el material bituminoso sobrante en canales, ríos o acequias.

La cantidad de asfalto a aplicar será determinada por el Supervisor, teniendo en cuenta la naturaleza del material a tratar y el tipo de asfalto utilizado. Si se emplea asfalto diluido de curado medio, la cantidad estará dentro del rango de 1.00 a 2.25 litros por metro cuadrado. Si se utiliza un

asfalto emulsionado SS-1, SS-1h, CSS-1 o CSS-1h, la cantidad variará entre 0.5 y 1.4 litros por metro cuadrado (según el Manual del Instituto del Asfalto). Los valores específicos de aplicación serán determinados por el ingeniero supervisor. La distribución no se llevará a cabo en condiciones de tiempo nublado, lluvioso o cuando exista la posibilidad inminente de lluvia. La temperatura de aplicación estará en línea con el grado del asfalto utilizado.

Cuando la cantidad necesaria para la aplicación y el tipo de material lo requieran, se dividirá la distribución en dos etapas con el fin de evitar el encharcamiento de la superficie. No se permitirá el tránsito sobre la capa de imprimación hasta que el asfalto distribuido haya penetrado completamente en la superficie. En cualquier caso, cualquier área que presente daños debido a la falta o el exceso de asfalto debe corregirse de manera oportuna, con suficiente antelación antes de proceder a la construcción de las capas superiores. El tiempo mínimo durante el cual la superficie debe permanecer con la imprimación antes de ser cubierta con la capa siguiente será determinado por el Supervisor.

El Contratista debe contar con el equipo necesario para llevar a cabo este trabajo, y dicho equipo debe ser aprobado por el Supervisor. El equipo mínimo necesario incluye una barredora mecánica, un soplador que puede ser incorporado o independiente, y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado.

El distribuidor de asfalto a presión debe estar montado sobre neumáticos y debe tener una rueda adicional para accionar el tacómetro, lo que permite un control continuo por parte del operador durante la aplicación. El riego de asfalto se realizará mediante una bomba de presión con una unidad de potencia independiente que permita un fácil ajuste. El asfalto se aplicará de manera uniforme a través de una barra equipada con boquillas que eviten la atomización. Además, el

tanque del distribuidor debe contar con un sistema de calentamiento regulado con recirculación para mantener una temperatura uniforme en el material bituminoso. El distribuidor también debe estar equipado con un rociador manual.

### **Materiales.**

El material bituminoso estará compuesto por asfalto diluido o emulsiones asfálticas de rotura lenta. Durante el proceso de aplicación, puede surgir la necesidad de ajustar el grado del asfalto originalmente especificado en las cláusulas generales, con el fin de mejorar la eficiencia en la imprimación. En tal situación, el Supervisor podrá autorizar el cambio a uno de los grados de asfalto inmediatamente cercanos, sin que esto implique una alteración en el precio unitario estipulado en el Contrato. No obstante, no se permitirá la utilización de mezclas heterogéneas en los asfaltos diluidos.

### **Unidad de medida y pago**

La unidad de medida para el asfalto será el litro, y la medición se realizará ajustando el volumen utilizado a la temperatura de aplicación a un volumen equivalente a 15.6 °C.

Las cantidades de trabajo que hayan sido determinadas de esta manera se pagarán de acuerdo con los precios establecidos en el contrato, teniendo en cuenta la categoría correspondiente.

Estos precios y pagos constituirán la compensación completa por todas las etapas del trabajo, que incluyen la preparación inicial de la superficie a ser imprimada, el suministro, transporte, calentamiento y aplicación del material asfáltico, así como la mano de obra, el equipo,

las herramientas, los materiales y todas las operaciones relacionadas con la ejecución del trabajo detallado en esta sección.

### ***9.2.11 Asfalto diluido RC 250 para riego de adherencia.***

#### **Descripción**

Esta tarea involucrará proporcionar y esparcir material bituminoso sobre la superficie de un pavimento con el propósito de lograr una buena adhesión entre este pavimento y la nueva capa de asfalto que se instalará sobre él. La aplicación del riego de adherencia incluirá la limpieza de la superficie, que se llevará a cabo justo antes de la aplicación del asfalto.

#### **Ejecución del rubro**

Antes de realizar la aplicación del riego bituminoso, se verificará que la superficie esté completamente seca y se procederá a una minuciosa limpieza, eliminando cuidadosamente cualquier material extraño y cualquier rastro de polvo.

El asfalto será aplicado de manera uniforme sobre la superficie preparada. La cantidad a aplicar será determinada por el Fiscalizador y variará en función del estado de la superficie a tratar, con un rango general de 0.15 a 0.45 litros por metro cuadrado. No se llevará a cabo la distribución si el clima es lluvioso o se prevé lluvia inminente. La temperatura de aplicación estará en concordancia con el tipo y grado del asfalto. Si es necesario aplicar el riego de adherencia en áreas con superficies pequeñas o irregulares, se podrá utilizar un rociador manual a presión del distribuidor.

El asfalto utilizado para el riego de adherencia deberá secarse durante algunas horas, únicamente hasta alcanzar su máxima capacidad adhesiva. Durante este período, que en ningún caso excederá las 24 horas, el Contratista deberá proteger la superficie tratada y asegurarse de que no haya tráfico sobre ella.

El Contratista deberá tomar las medidas necesarias para evitar que el asfalto distribuido manche las estructuras, bordillos, aceras, etc. En los casos requeridos, se deberán tomar precauciones para proteger estas áreas antes de llevar a cabo el riego. En ningún caso se permitirá verter el asfalto sobrante en canales, ríos o acequias.

El Contratista deberá contar con el equipo requerido para llevar a cabo esta tarea, el cual deberá ser aprobado por el Fiscalizador. El equipo mínimo será el mismo que se menciona para la capa de imprimación.

### **Materiales.**

El material bituminoso empleado estará compuesto por asfalto diluido o emulsión asfáltica. En el proceso de aplicación, podría surgir la necesidad de modificar el grado del asfalto especificado en las cláusulas generales. En tales circunstancias, el Fiscalizador podrá autorizar dicho cambio a un grado de asfalto inmediatamente cercano, sin que esto conlleve ninguna alteración en el precio unitario establecido en el contrato. No obstante, el Fiscalizador no permitirá el uso de mezclas heterogéneas en los asfaltos diluidos.

### **Unidad de medida y pago**

Las cantidades a ser remuneradas por el riego de adherencia serán calculadas en función de los litros del material asfáltico que haya sido efectivamente distribuido y aceptado por el Fiscalizador. La medición del asfalto se realizará ajustando el volumen utilizado a la temperatura de aplicación, equivalente al volumen a 15.6 °C.

Las cantidades de trabajo que se determinen de acuerdo con el método mencionado serán compensadas según los precios establecidos en el contrato y de acuerdo con la categoría asignada. Estos precios y pagos constituirán la totalidad de la compensación por los servicios de limpieza de la superficie, el suministro, transporte, calentamiento y distribución del material asfáltico, así como por la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y actividades relacionadas involucradas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

#### ***9.2.12 Suministro y colocación de base granular.***

##### **Descripción**

Se trata del abastecimiento, traslado, colocación, humedecimiento o aireación, mezcla, extensión y compactación de una capa de base granular compuesta por agregados triturados. Esta capa tiene como finalidad formar parte de la estructura de la carretera y debe ser construida siguiendo las pautas establecidas en estas especificaciones. Todo esto debe llevarse a cabo de acuerdo con los requisitos del proyecto y sobre una capa subyacente que ha sido debidamente preparada.

##### **Ejecución del rubro**

La capa de base deberá ser colocada en las ubicaciones especificadas en los planos del proyecto, y los gastos relacionados con el transporte del material desde la planta de preparación y



mezcla hasta el lugar de aplicación en la obra serán responsabilidad del contratista. El material deberá ser distribuido, nivelado y compactado de acuerdo con las indicaciones específicas y dentro de los límites de tolerancia permitidos.

Es fundamental proporcionar el equipo adecuado en tipos y condiciones necesarios para llevar a cabo todas las labores dentro del plazo establecido y de acuerdo con las especificaciones del proyecto. Además, es crucial mantener dicho equipo en condiciones operativas satisfactorias durante la ejecución de los trabajos.

La superficie de la base subyacente debe cumplir con los requisitos de densidad y nivelación establecidos antes de que se realice cualquier trabajo sobre ella. En consecuencia, la aprobación correspondiente debe ser emitida por el Fiscalizador antes de proceder. No se debe aplicar material sobre superficies congeladas, y deben tomarse precauciones adecuadas para evitar daños en la superficie de la base. El tránsito sobre esta área debe limitarse únicamente a lo esencial para la construcción. Cualquier marca, deformidad o imperfección que aparezca en la superficie final debe ser eliminada, nivelada y el área afectada debe volver a compactarse.

Si se encuentra algún material inestable que impida una compactación adecuada, debe ser eliminado y reemplazado por el material especificado. La superficie resultante debe estar nivelada de acuerdo con las cotas indicadas en los planos y compactada en su totalidad hasta alcanzar las densidades requeridas.

### **Preparación del material en planta**

El material agregado debe ser preparado de manera que cumpla con las especificaciones y el contenido de humedad requerido para su posterior compactación. Esta preparación puede llevarse a cabo durante el proceso de triturado o mediante una mezcla posterior en una planta.

Cuando el material base ha sido mezclado e hidratado en una planta central, debe ser cargado directamente en camiones volquete para evitar la segregación y luego transportado al lugar de la obra, donde será esparcido utilizando distribuidoras adecuadas.

En caso de que la capa base granular se componga de la combinación de dos o más materiales, dicha mezcla debe realizarse en un área fuera del sitio del proyecto, ya que no está permitido llevar a cabo esta mezcla dentro del área del proyecto.

### **Colocación.**

El material de la capa base debe ser extendido mecánicamente sobre una superficie previamente humedecida, en franjas de espesor que cubran el ancho establecido en la sección transversal especificada. En caso de que se encuentren áreas con material segregado o con una granulometría deficiente, estas deben corregirse añadiendo y mezclando el material necesario antes de proceder a la compactación.

El espesor máximo compactado de cada capa no debe exceder los 25 cm. Si el espesor total de la base compactada es mayor a 25 cm, debe construirse en dos o más capas. El espesor mínimo permitido para cada capa es de 75 mm.

El proceso de colocación o extensión del material debe iniciarse en el punto más elevado del perfil transversal de la superficie para garantizar un adecuado drenaje del área de trabajo. La colocación debe llevarse a cabo en franjas longitudinales y paralelas hasta completar cada capa. En ningún caso se debe extender más de 1.500 m<sup>2</sup> de base sin iniciar la compactación correspondiente. Cualquier riego necesario para mantener el contenido de humedad requerido debe cubrir completamente la zona que se va a compactar. Durante la colocación del material de base, se debe prestar especial atención para evitar la incorporación de materiales o elementos extraños en la mezcla. No se permite la extensión de material sobre superficies con nieve, barro o congeladas. En caso de que el material de base contenga elementos congelados o si la capa de fundación se encuentra congelada, la obra debe ser suspendida.

Estos procedimientos y disposiciones son aplicables a la colocación de cada una de las capas que componen la base. La superficie de cada capa debe estar libre de materiales sueltos o extraños al momento de extender la capa siguiente. El material compactado debe mantener el grado de humedad requerido durante la compactación hasta que sea cubierto por la capa siguiente.

### **Compactación.**

Una vez finalizadas las etapas de extensión y nivelación, se debe proceder a la compactación completa del agregado. Se debe contar con un número adecuado de rodillos mecánicos de compactación en términos de tipo y peso, los cuales deben ser suficientes para compactar el material hasta alcanzar la densidad requerida en los espesores especificados y dentro del plazo establecido.

Es importante destacar que durante el proceso de extensión, el contenido de humedad del material puede ser ligeramente superior al óptimo, como se determina según el método ASTM D-1557, Método D, en hasta 1.5 puntos porcentuales adicionales, pero nunca inferior al óptimo. Cualquier riego necesario para lograr o mantener el nivel de humedad requerido no debe dar lugar a un exceso de escurrimiento de agua.

El proceso de compactación debe avanzar gradualmente desde los bordes hacia el centro de la franja o desde el borde libre hacia una franja adyacente previamente compactada. Se debe solapar cada pasada del rodillo con la pasada anterior en al menos 50 cm. La compactación mediante el uso de rodillos debe continuar hasta que todo el material alcance una densidad no inferior al 100% del proctor de laboratorio. En las áreas donde los rodillos no puedan acceder, se deben utilizar otros elementos que garanticen la obtención de la densidad requerida.

La compactación debe suspenderse en puntos o áreas donde haya evidencia de inestabilidad en la capa subyacente o donde la compactación produzca de manera persistente la aparición de agua y/o deformaciones plásticas en la superficie. En tales casos, el material afectado debe ser reemplazado por material especificado y en condiciones óptimas de humedad. Finalmente, la zona afectada debe ser reperfilada y recompactada de acuerdo con los requisitos del proyecto.

Tanto la nivelación como la compactación en cualquier área de la capa en construcción deben llevarse a cabo de manera alternada para lograr una superficie uniformemente compacta y nivelada de acuerdo con las cotas establecidas en el proyecto.

### **Terminación y control de la superficie.**

Una vez que se haya completado la compactación de la capa de base, se debe llevar a cabo una verificación instrumental para evaluar el nivel de suavidad y la precisión en la nivelación de su superficie. Cualquier área que no cumpla con los requisitos correspondientes debe ser corregida de acuerdo con las especificaciones y los requisitos del proyecto. En ningún caso se permite la adición de capas nivelantes o de relleno con espesores menores a 1.5 veces el tamaño máximo del agregado.

La superficie final no debe exceder las cotas especificadas en ningún punto, ni debe diferir en más de 6 mm por defecto. La cantidad y distribución de los puntos a considerar en la revisión topográfica deben ser determinados de manera que el número total de puntos del barrido instrumental sea igual o mayor al que se obtendría si se considerara una separación máxima entre ellos de 10 m en dirección perpendicular y paralela al eje longitudinal de la capa.

Si la elevación de un sector o de toda la superficie de la última capa de base es menor en más de 6 mm con respecto a la cota del proyecto, se debe escarificar la zona afectada hasta una profundidad de al menos 7.5 cm. Luego, se agrega y mezcla el material especificado, se perfila la superficie y, por último, se compacta de acuerdo con las densidades y cotas establecidas en los planos del proyecto. Si la elevación es mayor de lo requerido, se debe rebajar, perfilar y compactar la superficie hasta alcanzar las cotas especificadas en los planos del proyecto.

### **Tolerancias de la superficie.**

La superficie final no debe mostrar deformaciones relativas que excedan los 9 mm, medida mediante una barra recta de 4.8 metros aplicada en paralelo y perpendicular al eje longitudinal del

pavimento. Si se detecta alguna desviación que supere este límite, el contratista debe corregirla a su propio costo.

### **Control de espesores**

El espesor de la capa de base debe estar dentro de un margen de 12 mm con respecto al espesor de diseño. En aquellos puntos donde se exceda este margen, el contratista deberá realizar excavaciones y reconstrucciones de las áreas afectadas con material nuevo, sin costo adicional, y llevar a cabo los ensayos adicionales que la Fiscalización requiera.

### **Mantención de la base**

La capa de base finalizada debe ser mantenida de acuerdo con las especificaciones y en un estado óptimo en toda su extensión. La tarea de mantenimiento deberá llevarse a cabo utilizando motoniveladoras y rodillos, o cualquier otro equipo necesario, durante el período que sea necesario.

### **Materiales-agregado pétreo**

El agregado pétreo debe estar compuesto por fragmentos sólidos y resistentes de piedra o grava triturada, sin presencia de arcilla, limo, materia vegetal ni otras impurezas indeseables. El agregado con tamaño inferior a la malla #4 debe ser resultado de la trituración del material más grueso, y cualquier agregado fino adicional debe estar compuesto por partículas minerales que cumplan con los requisitos de dureza establecidos para el agregado grueso.

En cuanto a la calidad de los agregados, se requiere que el valor del CBR (California Bearing Ratio) no sea inferior al 80%, y se deben satisfacer otros criterios de calidad que han sido definidos previamente..

<b>REQUISITOS DE CALIDAD</b>		
<b>ENSAYE</b>	<b>NORMA</b>	<b>REQUISITO</b>
Partículas lajeadas o alargadas	ASTM D-693	Máx. 15%
Dos caras fracturadas	ASTM D-693	Mín. 90%
Una cara fracturada	ASTM D-693	Mín. 100%
Desgaste Los Ángeles	ASTM C-131	Máx. 35%
Desintegración o durabilidad	ASTM C-88	Máx. 12%
Límite Líquido	ASTM D-4318	Máx. 25%
Índice de Plasticidad	ASTM D-4318	Máx. 4%
Equivalente de Arena	ASTM D-2419	Mín. 35%

La granulometría del material de base debe estar en conformidad con los rangos especificados, y esta granulometría debe ser uniforme desde el límite más grueso de un tamiz hasta el límite más fino del tamiz contiguo, o viceversa. El tamaño máximo de las partículas de agregado no debe superar las 2 pulgadas.

<b>GRANULOMETRÍA REQUERIDA</b>		
<b>TAMIZ</b>	<b>%QUE PASA</b>	<b>TOLERANCIAS EN %</b>
<b>abertura cuadrada</b>	<b>en peso</b>	<b>mezcla de trabajo</b>
2" (50.00 mm)	100	0
1-1/2" (37.50 mm)	95-100	+/- 5
1" (25.00 mm)	70 - 95	+/- 8
3/4" (19.00 mm)	55-85	+/- 8
#4 ( 4.76 mm)	30-60	+/- 8
#30 ( 0.60 mm)	12-30	+/- 5
#200 ( 0.08 mm)	0-8	+/- 3

Las tolerancias deberán ser aplicadas a la graduación del material de base para establecer la banda granulométrica de trabajo. Las tolerancias podrán ser aplicadas, aún si dicha aplicación originase una banda granulométrica de trabajo fuera del rango establecidos. La fracción de la mezcla final que pasa la malla #200, no deberá exceder del 60% de la fracción que pasa la malla #30.

## Control de calidad

Previo a comenzar y durante la producción de los agregados, es necesario llevar a cabo los ensayos de laboratorio pertinentes. El plan de ensayos debe obtener la aprobación previa del Fiscalizador, siguiendo las pautas descritas en la tabla siguiente.

ODIGO	PARÁMETROS A VALORAR	ENSAYO	NORMA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	CANTIDAD ESTIMADA DE ENSAYOS
00109	1- Granulometría	Ensayo Granulométrico	ASTM C-117 'Método de Ensayo normalizado para materiales más finos que una criba No. 200 (75 micrómetros) en agregados minerales mediante lavado' ASTM C-136 'Método de Ensayo. Análisis granulométrico por tamices de los agregados fino y grueso.'	Granulometría Bajo los rangos establecidos en la <b>¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.</b> de especificaciones para el diseño de la Base	1 Cada 100 m3 de material colocado y compactado	10
	2-Densidad In Situ	Densidad Húmeda y Seca con Densímetro Nuclear	ASTM D-6938 'Standard Test Methods for In-Place Density and Water Content of Soil and Soil-Aggregate by Nuclear Methods (Shallow Depth)	Densidad mínima no será menor que el 100% de la densidad máxima establecida mediante el ensayo ASTM D-1557-91	1 Cada 100 m3 de material colocado y compactado	10
	3-Desgaste	Ensayo de Abrasión Los Angeles	ASTM C131 'Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in	Menor a 35%	1 vez, 500 vueltas	1



ODIGO	PARÁMETROS A VALORAR	ENSAYO	NORMA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	CANTIDAD ESTIMADA DE ENSAYOS
			the Los Angeles Machine'			
	4-Pérdida por desintegración de los agregados	Ensayo durabilidad	ASTM C-88 'Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate'	Pérdida de peso menor 12%	1 vez, 5 ciclos de inmersión	1
	5- Límite Líquido; 6-Límite Plástico	Ensayos de Plasticidad	ASTM D-4318 'Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils'	límite líquido menor de 25 e índice de plasticidad menor a 4%	1 Cada 100 m3 de material colocado y compactado	10
	7-Capacidad Portante	Ensayo CBR	ASTM D-1883 'Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils '	Igual o mayor a 80%	1 Cada 500 m3 de material colocado y compactado	2
	8-Relación Humedad-Densidad	Proctor Modificado (Compactación)	ASTM D-1557 'Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft3 (2,700 kN-m/m3))'	N/A	1 Cada 300 m3 de material colocado y compactado	3
	9-Partículas planas y alargadas	Porcentaje de partículas planas y alargadas en agregados gruesos	ASTM D4791 Standard Test Method For Flat Particles, Elongated Particles, Or Flat And Elongated Particles In Coarse Aggregate	Máximo 15%	1 Cada 1000 m3 de material colocado y compactado	1
	10 Partículas fracturadas	Porcentaje de partículas fracturadas en agregados gruesos	ASTM D5821 Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured	Una cara 100% Dos caras 90%	1 Cada 1000 m3 de material colocado y compactado	1

ODIGO	PARÁMETROS A VALORAR	ENSAYO	NORMA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	CANTIDAD ESTIMADA DE ENSAYOS
			Particles in Coarse Aggregate			
	11-Equivalente de Arena	Valor Equivalente En Arena De Suelos Y Agregados Finos	ASTM D2419 Standard Test Method For Sand Equivalent Value Of Soils And Fine Aggregate	Mínimo 35%	1 Cada 1000 m3 de material colocado y compactado	1

### Unidad de medida y pago

La medición se llevará a cabo en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de la base que haya sido efectivamente construida, aprobada y medida topográficamente de acuerdo con la aprobación del Fiscalizador, conforme a los planos y de acuerdo con las especificaciones detalladas en esta sección.

Los precios y pagos establecidos constituirán la compensación total por todas las actividades realizadas, que incluyen la preparación, el suministro, el transporte de los agregados, la mezcla, la distribución, la nivelación, la humidificación, la conformación y la compactación del material utilizado en la capa de base granular. Esto abarca tanto la mano de obra como el equipo, las herramientas, los materiales y cualquier otra operación relacionada que haya sido necesaria para la ejecución completa de los trabajos especificados en esta sección.

#### **9.2.13 Bordillo de hormigón simple**

##### **Descripción**

Este proyecto involucra la edificación de bordillos de concreto sencillo según las especificaciones presentes y de acuerdo con los diseños detallados en los planos o establecidos por el Fiscalizador.

### **Ejecución del rubro**

La subrasante o base de cimentación deberá ser preparada de acuerdo con la pendiente y sección transversal especificadas. Se colocarán 66 bordillos prefabricados de hormigón hidráulico con resistencia  $f'c$  de 100 Kg/cm<sup>2</sup>, que tienen una longitud de 1.00 m y estarán espaciados a intervalos de 1.00 m en la zona del GSE provisional. Estos bordillos se posicionarán de manera que queden 0.10 m por encima de la superficie del pavimento asfáltico y estén empotrados a una profundidad de 0.25 m en el pavimento.

En el área cercana al punto de aguas azules, se instalarán 25.79 metros de bordillo continuo, que estarán por encima del nivel del pavimento asfáltico y empotrados a una profundidad de 0.25 m en el pavimento. Posteriormente, estos bordillos serán pintados con pintura de tráfico de color amarillo

Cualquier bordillo que presente defectos o daños deberá ser completamente retirado y reemplazado por el Contratista, asumiendo los costos correspondientes.

### **Materiales**

- Mortero hidráulico
- Material de relleno para el soporte de los bordillos proveniente de la zona franca
- Bordillos o toper de hormigón  $f'c = 100$  Kg/cm<sup>2</sup>,

- Pintura de tráfico amarilla

### Control de calidad

CODIGO	PARÁMETROS A VALORAR	ENSAYO	NORMA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	CANTIDAD ESTIMADA DE ENSAYOS
500129	1- Resistencia a la Compresión	Ensayo de Resistencia a la Compresión	ASTM C-39 'Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto'	El promedio de todos los conjuntos de tres resultados de ensayos consecutivos de resistencia debe ser igual o superior a la resistencia especificada f'c	3 ensayos por cada 50 m construidos, a 7, 14 y 28 días	12
	2-Preparación de Probetas de Concreto		ASTM C-31 'Práctica estándar para la preparación y curado de especímenes de prueba de hormigón en el campo'	N/A	3 especímenes por cada 50 m construidos	12

### Unidad de medida y pago

La unidad de medida se basará en el número de espécimenes instalados tal como se detalla en los planos. El pago se realizará de acuerdo con el precio unitario estipulado en el contrato, abarcando todas las actividades ejecutadas conforme a esta especificación y que hayan sido aceptadas de manera satisfactoria por el Fiscalizador.

El precio unitario acordado deberá incluir todos los gastos asociados con la explotación, adquisición, transporte, disposición y compactación de los materiales de relleno necesarios, así como las labores de excavación requeridas para preparar la superficie adecuadamente. También debe abarcar el suministro de todos los materiales necesarios para la instalación de los bordillos, su diseño, fabricación, carga, transporte, entrega, colocación y posterior pintura. Además, debe contemplar la limpieza final del área de trabajo y englobar cualquier equipo y mano de obra necesarios para llevar a cabo la elaboración y finalización de los bordillos, abarcando en general cualquier costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos mencionados.

#### ***9.2.14 Cunetas de hormigón simple.***

##### **Descripción**

Este trabajo involucra la edificación de canales de concreto simple que se crearán en el lugar de la obra. Además, comprende las actividades de alineación, excavación, adecuación de la forma y dimensiones de la sección, así como la provisión del material de relleno requerido y la compactación del suelo subyacente. Las alturas de base, las dimensiones, los tipos y las formas de las cunetas revestidas con concreto deberán coincidir con las especificadas en los planos del proyecto o ser determinadas por el Fiscalizador.

##### **Ejecución del rubro**

El Constructor deberá preparar la cuneta en tierra según las secciones, pendientes transversales y elevaciones indicadas en los planos del proyecto o requeridas por el Fiscalizador. Esto puede involucrar excavación, eliminación y disposición adecuada de materiales no

aprovechables, así como preparación y compactación de los materiales utilizables según sea necesario para alcanzar la sección típica deseada.

Cuando el terreno natural donde se ubicarán las cunetas en tierra no cumpla con los requisitos adecuados, se deberá aplicar una capa de suelo seleccionado de al menos quince centímetros (15 cm) de espesor, nivelada y compactada adecuadamente. Durante la construcción de las cunetas, se tomarán medidas para prevenir la erosión y cambios en las características del lecho de la cuneta en tierra. El tiempo durante el cual el lecho pueda permanecer sin revestir se limitará al mínimo necesario para colocar el concreto y no excederá los ocho (8) días.

El Constructor deberá presentar al Fiscalizador el diseño de la mezcla de concreto con anticipación, de acuerdo con la resistencia especificada en el proyecto. El concreto deberá ser premezclado fuera del sitio y transportado en mezcladoras hasta la obra.

Una vez preparadas las cunetas en tierra y colocados los encofrados de manera adecuada, se procederá a humedecer la superficie de la cuneta en tierra y a verter el concreto desde el extremo inferior de la cuneta hacia arriba. El espesor mínimo del concreto será de diez centímetros (10 cm) o el especificado en los planos, si es mayor. El concreto se compactará y curará de acuerdo con las especificaciones.

El Constructor nivelará cuidadosamente las superficies expuestas para que las cunetas tengan las formas y dimensiones reales según lo indicado en los planos. Cualquier pequeña imperfección en la superficie se corregirá con un mortero de cemento adecuado. Las cunetas deben estar en contacto continuo con el suelo de fundación.

La eliminación de los encofrados no se realizará antes de 48 horas. Durante la construcción, se deben dejar juntas de contracción a intervalos de hasta tres metros (3 m) según lo indicado en los planos o por orden del Fiscalizador. Estas juntas tendrán bordes verticales y estarán alineadas con el canal. En caso de cunetas adyacentes a pavimento rígido, las juntas coincidirán con las juntas transversales del pavimento.

En las uniones entre las cunetas y las cajas de entrada de las alcantarillas se colocarán juntas de dilatación con un espesor de quince a veinte milímetros (15-20 mm). Después del curado del concreto, estas juntas se limpiarán y se aplicarán los materiales de relleno, sellado y protección según lo especificado en el proyecto.

Cualquier junta vertical de unión entre piezas prefabricadas se rellenará cuidadosamente con un mortero apropiado. Se prestará atención a la terminación de las superficies, asegurándose de que no haya irregularidades superiores a quince milímetros (15 mm) cuando se mida con una regla de tres metros perfectamente alineada y recta.

## **Materiales**

- Hormigón premezclado de cemento portland  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$
- Material de relleno para el soporte de las cunetas proveniente de la zona franca
- Encofrados metálicos o de madera
- Sello premoldeado elastoméricos para juntas, de acuerdo con la especificación AASHTO M 220.

## **Control de Calidad**

CODIGO	PARÁMETROS A VALORAR	ENSAYO	NORMA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	CANTIDAD ESTIMADA DE ENSAYOS
500130	1- Resistencia a la Compresión	Ensayo de Resistencia a la Compresión	ASTM C-39 'Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto'	El promedio de todos los conjuntos de tres resultados de ensayos consecutivos de resistencia debe ser igual o superior a la resistencia especificada f'c	3 ensayos por cada 50 m construidos, a ensayarse a los 7, 14 y 28 días	6
	2-Preparación de Probetas de Concreto		ASTM C-31 'Práctica estándar para la preparación y curado de especímenes de prueba de hormigón en el campo'	N/A	3 especímenes por cada 50 m construidos	6

### Unidad de medida y pago

La unidad de medida se establecerá en metros lineales (m) de cuneta que haya sido satisfactoriamente construida y finalizada de acuerdo con las especificaciones de sección transversal, elevaciones y alineaciones señaladas en los planos o determinadas por el Fiscalizador. El pago se realizará de acuerdo con el precio unitario establecido en el contrato por cada metro lineal de cuneta que cumpla con estos requisitos y sea aceptada de manera satisfactoria por el Fiscalizador.

El precio unitario debe incluir todos los costos asociados con la ejecución de este trabajo de acuerdo con las especificaciones. Esto abarca la explotación de los materiales, el suministro,



transporte, colocación y compactación de los materiales de relleno necesarios, así como la excavación requerida para preparar la superficie. También cubre la fabricación, suministro, instalación y retiro de los encofrados cuando sea necesario, la adquisición de todos los materiales necesarios para la mezcla de concreto, el diseño y elaboración de la mezcla de concreto, su descarga, transporte, entrega, colocación, vibración y curado.

Además, el precio unitario debe abarcar la manufactura, transporte y entrega en el lugar de trabajo de los elementos necesarios para la ejecución de las juntas, incluyendo el suministro y colocación del material sellante requerido. También se incluye el suministro de materiales, elaboración y colocación de mortero para corregir pequeñas imperfecciones superficiales. Se considera la limpieza final del área de trabajo y todos los equipos y mano de obra necesarios para llevar a cabo la construcción y finalización de las cunetas. En resumen, el precio unitario debe abarcar todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados en esta tarea.

#### ***9.2.15 Granallado de pintura existente en pavimento flexible.***

##### **Descripción**

El proceso consiste en el desgaste de la superficie con una máquina que proyecta partículas de acero para de esta forma eliminar la pintura existente en el pavimento al momento.

##### **Ejecución del rubro**

La impulsión de las partículas se realiza por medios neumáticos utilizando aire a presión, o por accionamiento eléctrico de una rueda centrífuga que impulsa las partículas. De esta forma, se logra limpiar efectivamente la superficie y prepararla para lograr una buena adherencia de las capas que serán aplicados sobre ella.

La máquina en cuestión contiene un electroimán que recupera las partículas para emplearlas nuevamente. Esta máquina está conectada a un equipo de gran potencia que trabaja en circuito cerrado, reciclando las partículas metálicas en un equipo de aspiración y filtrado de partículas de polvo, impurezas, cemento y pintura vieja del pavimento. Es el mejor tratamiento de preparación posible para el pavimento y se utiliza para eliminar la pintura aplicada previamente y para dar al pavimento alguna rugosidad, dejando una textura de poro abierto. El pavimento queda marcado, por lo que se requiere la aplicación de productos de capa espesa o la aplicación de un mortero fino de regularización.

El granallado deberá estar libre de humedad, sales, materias orgánicas y de otros contaminantes. El material para la granalla serán partículas de acero de 7.4g/cm<sup>3</sup> densidad y forma redonda.

### **Unidad de medida y pago**

Las cantidades a compensar por el proceso de granallado de la pintura existente en el pavimento se calcularán en base a los metros cuadrados de superficie granallada donde se haya eliminado la pintura. Estas cantidades de trabajo establecidas se pagarán de acuerdo con los precios acordados en el contrato para las categorías designadas.

#### ***9.2.16 Pintura blanca, amarilla o roja reflexiva en pavimento; e imprimación con laca.***

## **Descripción**

Esta sección incluye las especificaciones técnicas generales que deben ser cumplidas por las pinturas, así como los procedimientos de trabajo necesarios para llevar a cabo la señalización horizontal en las superficies de operación de aeropuertos, tanto en pavimentos rígidos como flexibles. Todo esto se realiza de acuerdo con los planos del proyecto correspondiente.

## **Ejecución del rubro**

La aplicación de pintura para señalización horizontal no comenzará hasta que la construcción de los pavimentos esté completa de acuerdo con las especificaciones y planos del proyecto. Además, se debe respetar un período de espera mínimo desde la finalización de los pavimentos antes de aplicar la pintura. Esta espera debe ser de al menos una semana después de la finalización de los pavimentos para evitar que la pintura se deteriore y presente un tono amarillento cuando se aplique sobre pavimento asfáltico recién terminado.

En el momento de aplicar la pintura, la superficie del pavimento debe estar seca y libre de polvo, aceite, grasa, pintura previa que esté desprendida o con mala adherencia, lechada de exudación o cualquier otro elemento extraño que pueda afectar la adherencia de la pintura al pavimento. La limpieza se realizará mediante aspiración, soplado o métodos aprobados por el Ingeniero, asegurando que se eliminen los materiales sueltos o mal adheridos de la superficie a señalizar. En pavimentos de concreto, se eliminarán todos los residuos del producto de curado antes de aplicar la pintura, utilizando preferentemente el chorro de arena como método para eliminar la membrana de curado, aunque otros procedimientos abrasivos pueden ser considerados bajo la aprobación de la Fiscalización.

El uso de productos químicos o abrasivos durante la preparación de la superficie debe contar con la aprobación previa del Ingeniero. El Ingeniero también debe especificar cualquier preparación adicional de la superficie o pruebas requeridas, así como el tipo de preparación de la superficie a utilizar cuando las marcas existentes puedan interferir o causar problemas de adherencia con las nuevas marcas.

La aplicación de la pintura seguirá las ubicaciones, dimensiones y espaciados indicados en los planos del proyecto. La pintura no se aplicará hasta que el diseño y la condición de la superficie sean aprobados por el Ingeniero. Los bordes de las marcas no deben variar en una línea recta más de 1/2 pulgada (12 mm) por cada 50 pies (15 m) y las dimensiones de las marcas y las separaciones deben estar dentro de las tolerancias especificadas:

Dimensiones y espaciado	Tolerancia
36 in (910 mm) o menos	± 1/2 in (12 mm)
Mayor que 36 in a 6 ft (910 mm a 1.85 m)	± 1 in (25 mm)
Mayor que 6 ft a 60 ft (1.85 m a 18.3 m)	± 2 in (51 mm)
Mayor que 60 ft (18.3 m)	± 3 in (76 mm)

La pintura deberá mezclarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y se aplicará al pavimento con una máquina pintabandas.

### **Aplicación de la pintura**

El proceso de aplicación se encuentra definido en la sección 620-3.2 del documento "AC 150\_5370-10 Standards for Specifying Construction Of Airports" de la FAA.

El equipo necesario deberá incluir dispositivos adecuados para realizar una limpieza efectiva de la superficie existente, una máquina de marcado mecánico, un equipo dispensador de microesferas, así como equipos auxiliares como pintura manual, que puedan ser requeridos para llevar a cabo el trabajo de manera satisfactoria.

El marcador mecánico debe ser del tipo de pulverización en forma de aerosol o del tipo sin aire, apropiado para la aplicación de pintura de tráfico. Debe asegurar la aplicación de una capa de pintura uniforme y constante con la cobertura requerida, así como la creación de marcas con secciones transversales uniformes y bordes claramente definidos, sin goteos, salpicaduras ni exceso de pulverización.

### **Preformación de marcas en el pavimento**

Para garantizar un tiempo mínimo de aplicación en un solo paso y una unión óptima en la interfaz entre el marcado y la superficie, se debe emplear un calentador móvil autopropulsado con velocidad variable que tenga un ancho efectivo de calentamiento de al menos 16 pies (4,88 m) y una distancia libre entre las ruedas de apoyo de al menos 18 pies (5,49 m).

Este calentador debe emitir radiación térmica hacia el material de marcado de manera que la diferencia de temperatura en segmentos lineales de 2 pulgadas (5.08 cm) de ancho en la dirección del desplazamiento del calentador no supere el 5 por ciento de la temperatura media global del material termoplástico calentado a medida que sale del calentador

El material debe tener la capacidad de ser aplicado a temperatura ambiente y sobre un pavimento que tenga una temperatura de hasta 35 °F (2 °C), sin necesidad de precalentar

específicamente la superficie a una temperatura determinada. No se requiere el uso de un termómetro durante la aplicación.

Es esencial que el pavimento esté limpio, seco y sin ningún tipo de residuos antes de la aplicación. Justo antes de aplicar las marcas, se debe aplicar un sellador que no contenga compuestos orgánicos volátiles (VOC) y que tenga una viscosidad máxima de 250 Centipoises (según ASTM D 2393) en la superficie de la acera.

### **Limitaciones en el tiempo**

La aplicación de la pintura se llevará a cabo únicamente cuando la superficie esté completamente seca y la temperatura de la superficie sea de al menos 45 °F (7 °C), con un aumento mínimo de 5 °F (2.7 °C) por encima del punto de condensación. No se procederá con la aplicación de las marcas si la temperatura del pavimento es superior a 120 °F (49 °C).

El Ingeniero tiene la facultad de especificar los valores mínimos y máximos tanto para la temperatura de la superficie como para el punto de condensación, tomando como referencia las recomendaciones proporcionadas por el fabricante de la pintura.

### **Protección y limpieza**

Luego de la aplicación de las marcas, es imperativo proteger todas las inscripciones de posibles daños hasta que estén completamente secas. Esto implica salvaguardar todas las superficies de la humedad, lluvia y de cualquier forma de desfiguración causada por salpicaduras, derrames o goteos. El contratista tiene la responsabilidad de remover de la zona de trabajo

cualquier residuo o subproducto resultante de la preparación de la superficie y de las actividades de aplicación, satisfaciendo así las expectativas del Ingeniero. Además, el contratista deberá disponer de estos desechos de acuerdo con todas las regulaciones ambientales pertinentes a nivel estatal, local y federal.

### **Reflectorización**

Todas las señales recién pintadas deben ser protegidas hasta que la pintura esté completamente seca, de modo que no se permita el tránsito de aeronaves y vehículos sobre ellas hasta que se pueda garantizar que sus ruedas no causarán ningún daño. El Contratista instalará señales de advertencia apropiadas y tomará todas las precauciones necesarias para resguardar tanto la pintura fresca como la seguridad del público.

Se colocarán conos, barreras de caucho tipo Z u otros dispositivos protectores similares a lo largo de las marcas recién pintadas para evitar que el tráfico cruce sobre la pintura fresca. Estos dispositivos deben ser del tipo que no causen daños al tráfico vehicular en caso de que se les pase accidentalmente por encima.

El Contratista, a su propio costo, llevará a cabo la limpieza y la posterior repintura de cualquier sección de las líneas o marcas que haya sido dañada o deteriorada por el Ingeniero Residente, asegurándose de que no se dañen las superficies del pavimento en el proceso.

El Contratista será responsable de llevar a cabo cualquier retoque necesario en la pintura, así como todas las operaciones de mantenimiento requeridas hasta que se haya completado la aceptación final de la obra bajo el contrato.

## **Laca de imprimación**

Terminada la actividad de colocación de la pintura se procederá a la colocación de la laca de imprimación de conformidad a las indicaciones del fabricante y disposiciones del Fiscalizador

## **Materiales**

### **Pintura**

Las pinturas a utilizar deberán ser de tipo acrílico y cumplirán con los estándares especificados en el artículo P-620 de la AC 150\_5370-10G Standards for Specifying Construction Of Airports (FAA). Solo se podrán emplear pinturas epoxi, metacrilato, a base de disolvente o termoplásticas preformadas con la aprobación previa del Fiscalizador, siempre que cumplan con los requisitos establecidos en el párrafo 620 a 2.2 de la AC 150\_5370-10 Standards for Specifying Construction Of Airports (FAA).

Los colores que se aplicarán incluyen negro, blanco, amarillo y rojo, los cuales deben ser reflectantes y contener microesferas de vidrio. La elección del color dependerá de la ubicación y de acuerdo con la señalización indicada en los diseños correspondientes.

### **Microesferas**

Las microesferas de vidrio deberán ser tratadas con los agentes de acoplamiento compatibles recomendados por los fabricantes de la pintura y los medios reflectantes para garantizar una adecuada adherencia y empotramiento. Además, deben cumplir con los estándares de la Especificación Federal TT-B-1325 D, que incluye un bajo índice de refracción de Tipo 1,



según se describe en la sección 3.2.3, y una granulometría de Tipo III-A, tal como se especifica en la sección 3.2.5 de dicha normativa.

### **Laca de Imprimación**

Las lacas de imprimación serán de naturaleza acrílica, transparentes, de baja viscosidad y de alta resistencia a los álcalis.

Cumplirán los requisitos de la Especificación Federal TT-B-1325 D, de bajo índice de refracción tipo 1 apartado 3.2.3. y granulometría tipo III-A apartado 3.2.5. de dicha especificación.

Cuando el endurecedor se aplique en forma sólida, éste puede presentarse mezclado con las esferas, o como tratamiento superficial de las mismas, o de otros productos de postmezclado.

### **Control de calidad**

El contratista deberá proporcionar los certificados de pruebas emitidos por el fabricante para los materiales entregados al proyecto. Estos certificados deben incluir una afirmación de que los materiales cumplen con los requisitos establecidos en la especificación.

Los certificados pueden ser utilizados para la aceptación de los materiales o para permitir al Ingeniero llevar a cabo pruebas de verificación. Es importante destacar que estos certificados no deben ser considerados como la base para el pago. El Contratista debe notificar al Ingeniero cuando se reciba un envío de materiales en el sitio del proyecto.

En cuanto a las tolerancias geométricas de la señalización horizontal, estas no deben exceder el cinco por ciento (5%) en relación con las dimensiones especificadas, ya sea durante la aplicación de la pintura o al determinar las áreas que se deben pintar.

Además, la pintura puede ser almacenada en un rango de temperatura de 5 a 30 grados Celsius durante un período de un año, siempre y cuando se mantengan todas sus propiedades intactas.

### **Medición y forma de pago**

Las cantidades a remunerar por la aplicación de pintura reflectante en el pavimento, laca de imprimación y microesferas de vidrio serán determinadas en función de los metros cuadrados de superficie que haya sido terminada y aceptada.

Los montos correspondientes, calculados de acuerdo con el método descrito en el párrafo anterior, serán compensados a las tarifas estipuladas en el contrato para la categoría especificada a continuación.

Es importante destacar que este precio y pago abarcarán en su totalidad la preparación de la superficie destinada a ser pintada, la provisión de la pintura, el transporte, la aplicación de la pintura, así como la mano de obra, el equipo, las herramientas, los materiales y todas las operaciones relacionadas en la ejecución de las labores descritas en esta sección.

#### ***9.2.17 Excavacion en zanja***

##### **Descripción.**

Las excavaciones en términos generales implican la acción de desplazar y eliminar tierra u otros materiales con el propósito de crear espacios destinados a la ubicación de tuberías, colectores u otros componentes de sistemas de drenaje que sean de naturaleza lineal. Esto comprende todas las tareas necesarias para garantizar la compactación o limpieza del suelo subyacente y las superficies inclinadas, la eliminación del material excavado, y el mantenimiento de dichas excavaciones durante el tiempo requerido hasta que se haya completado satisfactoriamente la tarea planificada.

### **Ejecución del rubro.**

La excavación se llevará a cabo de acuerdo con las indicaciones detalladas en los planos en lo que respecta a alineación, pendiente y niveles. Sin embargo, en casos imprevistos que puedan surgir, el Ingeniero Fiscalizador podrá modificar estos parámetros según su criterio técnico.

Cuando sea necesario para garantizar la seguridad de las obras o del personal que trabaja en ellas, se llevarán a cabo trabajos de apuntalado y entibación. Estas excavaciones se realizarán a cielo abierto y comprenderán cualquier tipo de material encontrado en el proceso.

El ancho del fondo de la zanja deberá permitir el trabajo de los obreros y la colocación adecuada del relleno. En ningún caso, el ancho interior de la zanja será menor que el diámetro exterior del tubo más 0.40 m sin entibamiento, mientras que con entibamiento se considerará un ancho no mayor que el diámetro exterior del tubo más 0.80 m. Para zanjas destinadas a alcantarillado y agua potable, la profundidad mínima será de 1.20 m más el diámetro exterior del tubo.

No se permitirá excavar tan profundamente que la tierra de base de los tubos sea aflojada o removida en exceso.

Las excavaciones deben ser afinadas de manera que las paredes no difieran en más de 5 cm de la sección del proyecto, evitando desviaciones sistemáticas.

Los últimos 10 cm de la excavación deben realizarse lo más cerca posible de la colocación de la tubería o elemento estructural. Si se requiere un nuevo trabajo antes de colocar la tubería debido a un exceso de tiempo transcurrido, esto será responsabilidad del Contratista.

Se debe asegurar que el tiempo entre el inicio de la excavación y el final del relleno, incluyendo la instalación y prueba de la tubería, no supere los siete días calendario, a menos que haya condiciones especiales que el Ingeniero Fiscalizador apruebe.

Cuando el terreno en el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se realizará una sobreexcavación hasta encontrar un terreno adecuado. El material inaceptable se eliminará y se repondrá con material granular calificado, como grava, piedra triturada u otro material aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

Si el contratista altera los materiales de fundación natural más allá de lo indicado en los planos, este material será removido, reemplazado y compactado con material adecuado aprobado por el Ingeniero Fiscalizador, a cargo del contratista.

Cuando los bordes superiores de las zanjas estén en pavimentos, se procurará que los cortes sean lo más rectos y regulares posible.

Para llevar a cabo este trabajo, se utilizarán equipos hidráulicos o mecánicos con el fin de lograr una productividad adecuada para el proyecto.

Los materiales excedentes deberán ser transportados a las escombreras municipales autorizadas, sin permitir el apilamiento dentro del proyecto en ningún caso.

### **Unidad de medida y pago**

La excavación será medida en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) con una aproximación a la décima, y los volúmenes se determinarán en el sitio de la obra de acuerdo con las especificaciones del proyecto y las instrucciones del Ingeniero Fiscalizador. No se considerarán las excavaciones realizadas sin la debida autorización del proyecto ni la remoción de escombros causados por acciones atribuibles al Constructor.

Las sobreexcavaciones serán tomadas en cuenta cuando sean aprobadas explícitamente por el Ingeniero Fiscalizador.

Los pagos efectuados constituirán la compensación total por la excavación, la disposición del material, incluyendo su transporte y depósito en áreas designadas para escombros autorizadas, además de todos los costos relacionados con la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y actividades relacionadas requeridas para llevar a cabo los trabajos.

Para calcular el volumen del material transportado, se asumirá un coeficiente de esponjamiento del 15%. Sin embargo, este valor deberá ser verificado en el sitio mediante ensayos de campo. En caso de que el coeficiente de esponjamiento resulte ser mayor (con un máximo del 15% de esponjamiento), no se realizarán pagos adicionales por este concepto.

Estos precios y pagos también cubrirán los gastos asociados al transporte, por lo que no se permitirá ningún cargo adicional bajo este rubro.

### ***9.2.18 Tubería de pvc corrugada de doble pared estructurada para alcantarillado.***

#### **Descripción**

Este trabajo involucra el suministro, transporte y colocación de tubería de drenaje de PVC corrugada de doble pared con sellos elastoméricos, dispuesta en una zanja sobre una cama de arena.

Procedimiento de ejecución:

Durante el almacenamiento, las pilas de tubería de PVC deben colocarse en una superficie horizontal de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. La altura y la disposición general de almacenamiento se seguirán según las indicaciones del fabricante, y se elegirán sitios aprobados por el Ingeniero Fiscalizador de la obra. Se evitará colocar objetos pesados sobre las pilas de tubería.

La instalación de las tuberías se realizará de acuerdo con las alineaciones y pendientes especificadas en los planos. Cualquier modificación requerirá la aprobación del Ingeniero Fiscalizador. Las pendientes se marcarán con estacas ubicadas a 1,00 metro fuera de la zanja o mediante un sistema de dos estacas, una a cada lado de la zanja, unidas por una pieza de madera rígida clavada horizontalmente y perpendicular al eje de la zanja.

La colocación de la tubería se llevará a cabo de manera que no se produzca una desviación mayor a 5,00 milímetros de la alineación o nivel del proyecto. Cada pieza de tubería debe estar

adecuadamente apoyada en toda su longitud sobre la cama de arena preparada en el fondo de la zanja. No se permitirá el uso de piedras, calzas de madera u otros soportes.

Se iniciará la instalación de la tubería desde la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba. Se realizará una inspección minuciosa de los tubos antes de su colocación y se rechazarán aquellos que estén deteriorados por cualquier motivo.

Entre dos bocas de visita consecutivas, la tubería debe mantener una alineación recta, a menos que el tubo sea visitable por dentro o se encuentre en la superficie, como en los colectores marginales.

Durante la instalación de la tubería, se debe evitar la presencia de agua en la zanja para prevenir el flotamiento o daño del material adhesivo.

En cuanto a la preparación del fondo de la zanja, se seguirán las indicaciones de los planos o del Ingeniero Fiscalizador. Se utilizará una cama de apoyo de material granular fino, como arena.

Uniones de sello elastomérico:

Las uniones de sello elastomérico consisten en un acoplamiento entre un manguito de plástico con ranuras internas para alojar anillos de caucho. Los extremos lisos de la tubería tienen marcas que indican la posición correcta del acople.

Antes de la instalación, se coloca el anillo de caucho dentro del manguito de plástico después de limpiar las superficies de contacto. Luego, se aplica un lubricante orgánico, como manteca o aceite vegetal o animal, en la superficie externa del extremo del tubo. No se utilizarán lubricantes derivados del petróleo.

La tubería se enchufa en el acople hasta llegar a la marca, asegurando que el interior de la tubería quede limpio y libre de suciedad y materiales extraños.

Si se suspenden los trabajos temporalmente, se deben tapar las juntas con tapones adecuados y protegerlas del agua y del sol hasta que el material adhesivo seque.

En casos especiales donde la tubería esté por debajo del nivel freático, se prestará atención a la impermeabilidad de las juntas para evitar infiltración y exudación.

La impermeabilidad de los tubos y sus juntas se probará en presencia del Ingeniero Fiscalizador de acuerdo a lo que él determine, siguiendo una de las dos formas especificadas.:

Las juntas en general, cualquiera que sea la forma de empate deberán llenar los siguientes requisitos:

- Impermeabilidad o alta resistencia a la filtración para lo cual se harán pruebas cada tramo de tubería entre pozo y pozo de visita cuando más.
- Resistencia a la penetración, especialmente de las raíces.
- Resistencia a roturas.
- Posibilidad de poner en uso los tubos, una vez terminada la junta.
- Resistencia a la corrosión especialmente por el sulfuro de hidrógeno y por los ácidos.
- No deben ser absorbentes.
- Economía de costos de mantenimiento.

## **Materiales**



La tubería plástica a suministrar deberá cumplir con las siguientes normas:

NTE INEN 2059: 2010. CUARTA REVISIÓN. "TUBOS DE PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA Y ACCESORIOS PARA ALCANTARILLADO. REQUISITOS."

Los tubos de PVC deben cumplir con una rigidez anular mínima de 1 kN/m<sup>2</sup>, como se establece en el método de ensayo ISO 9 969 de la Norma NTE INEN 2059: 2010.

La conexión entre tubos o entre tubos y accesorios debe realizarse mediante elastómeros.

Los tubos perfilados requeridos, según la Norma NTE INEN 2 059: 2010, deben ser de los siguientes tipos:

a) Tipo A1: Estos tubos presentan una pared estructurada con una superficie exterior perfilada y una superficie interior lisa, formados mediante bandas de perfil abierto nervado que se ensamblan en circunferencia o en espiral. Los tubos de PVC con perfil tipo A1 deben cumplir con dos requisitos: 1) los valores de rigidez anular indicados en la Tabla 1 de la norma NTE INEN 2059: 2010, y 2) los espesores mínimos de la pared interior ( $e_1$ ) que se especifican en la Tabla 4 de la misma Norma. Es importante destacar que la rigidez anular no puede ser compensada con ningún tipo de refuerzo estructural.

b) Tipo A2: Estos tubos presentan una pared estructurada con superficies exteriores e interiores lisas, formadas mediante bandas de perfil cerrado que se ensamblan en circunferencia o en espiral.

c) Tipo B: Estos tubos presentan una pared estructurada con superficie exterior corrugada e interior lisa.

La rigidez anular de la tubería se especifica en los diseños del proyecto.

#### 9.1.18.4 Control de calidad

El Ingeniero Fiscalizador se reserva el derecho de llevar a cabo, en la fábrica, todas las verificaciones de fabricación y ensayos de materiales que considere necesarios para supervisar las diferentes etapas de producción, de acuerdo con las especificaciones de este documento.

El Fiscalizador puede solicitar al Contratista un certificado de garantía que certifique la realización satisfactoria de los ensayos y el cumplimiento de las especificaciones correspondientes en los materiales utilizados en la fabricación. Este certificado puede ser reemplazado por un sello de calidad oficialmente reconocido.

Cada entrega de tubos y elementos en el lugar de trabajo debe ir acompañada de una factura que detalle la naturaleza, cantidad, tipo y referencia de las piezas que componen la entrega. Además, estas entregas deben realizarse de acuerdo con el calendario y los plazos establecidos en el Plan de Obra.

Es responsabilidad del contratista proporcionar los certificados que demuestren los resultados satisfactorios de los ensayos realizados por el fabricante en los tubos de PVC de doble pared estructurada.

#### **Prueba hidrostática accidental.**

Esta prueba implica someter la parte más baja de la tubería a una carga de agua que no supere un nivel de 2 metros. Para realizarla, se ancla la sección central de los tubos utilizando material extraído de la excavación, asegurando que las juntas de los tubos queden completamente expuestas. En caso de que las juntas presenten fugas debido a defectos, el Contratista debe liberar la carga de agua y corregir las juntas defectuosas. Estas pruebas se repetirán hasta que no se detecten fugas en las juntas, y el Ingeniero Fiscalizador esté satisfecho con los resultados. La realización de esta prueba hidrostática accidental solo será necesaria en las siguientes situaciones:

Cuando el Ingeniero Fiscalizador tenga razones fundadas para sospechar que las juntas pueden estar defectuosas.

Cuando el Ingeniero Fiscalizador haya recibido provisionalmente, por alguna circunstancia, un tramo de tubería existente entre pozos de inspección.

Cuando las condiciones de trabajo requieran que el Contratista rellene zanjas en las que, debido a diversas circunstancias, puedan producirse movimientos en las juntas. En este último caso, el material de relleno de las zanjas servirá como anclaje para la tubería.

### **Prueba hidrostática sistemática.**

Esta prueba se llevará a cabo en todos los casos en los que no se realice la prueba accidental. Consiste en vaciar 5 metros cúbicos (5 m<sup>3</sup>) de agua en el pozo de inspección ubicado aguas arriba del tramo que se va a evaluar. El agua se dirigirá hacia este pozo de inspección mediante una manguera de 15 centímetros (6 pulgadas) de diámetro, permitiendo que fluya libremente a través del tramo en cuestión. En el pozo de inspección ubicado aguas abajo, el Contratista instalará una bomba para evitar la formación de un nivel de agua elevado. El propósito de esta prueba es verificar

la calidad de las juntas, ya que cualquier defecto en ellas podría resultar en fugas. Esta prueba debe realizarse antes de proceder al relleno de las zanjas. Si se detectan fallas o fugas en las juntas durante la prueba, el Contratista deberá reparar las juntas defectuosas y repetir las pruebas hasta que no se presenten problemas y el Ingeniero Fiscalizador las apruebe.

El Ingeniero Fiscalizador solo aceptará del Contratista tramos de tubería completamente terminados entre pozos de inspección o entre dos estructuras consecutivas que formen parte del sistema de alcantarillado. Antes de aceptarlos, se verificará que se haya realizado la prueba de impermeabilidad y que la tubería esté limpia y sin obstrucciones en toda su longitud.

### **Unidad de medida y pago**

Las tuberías de PVC de doble pared estructurada que se instalen serán medidas en metros lineales (ml) una vez que estén completamente colocadas y sometidas a pruebas en el sitio de la obra. El pago se realizará de acuerdo al precio establecido en el contrato, el cual cubre el suministro, transporte, instalación, montaje de juntas y las pruebas mencionadas para la tubería. Este precio también incluye la preparación de la cama de arena de acuerdo a los detalles indicados en los planos.

### ***9.2.19 Relleno compactado con material de excavación***

#### **Descripción**

El relleno con material de excavación se refiere al conjunto de actividades necesarias para restaurar, utilizando materiales adecuados y técnicas apropiadas, las áreas que han sido excavadas para acomodar tuberías o estructuras auxiliares. El objetivo es devolver el terreno a su nivel original o al nivel de la calzada a la altura de la subrasante, sin tener en cuenta el grosor de la

estructura del pavimento si la hubiera, o de acuerdo a los niveles especificados en el proyecto y/o instrucciones del Ingeniero Fiscalizador. Estas tareas serán ejecutadas utilizando equipos mecánicos de uso manual.

## **Ejecución del Rubro**

El material excavado previo a la realización de la actividad debe contar con la aprobación del Ingeniero Fiscalizador. Cualquier movimiento de tuberías u otras estructuras causado por un procedimiento de relleno inadecuado, así como cualquier daño o inestabilidad resultante, será responsabilidad del Constructor.

Los trabajos de relleno se llevarán a cabo en capas con un espesor máximo de 20 cm. Los tubos o estructuras fundidas en el lugar no se cubrirán con material de relleno hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para soportar las cargas. Durante el proceso de relleno, no se permitirá que el material se deposite directamente sobre las tuberías o estructuras. Cada tramo de zanja debe ser completamente relleno sin demora, y no se dejarán partes de los tubos parcialmente llenas durante un período prolongado.

La primera parte del relleno se realizará utilizando tierra fina libre de piedras u otros materiales duros. Los espacios entre las tuberías o estructuras y las paredes de la zanja se rellenarán con cuidado utilizando palas y se compactarán adecuadamente hasta alcanzar un nivel de 30 cm por encima de la superficie superior de los tubos o estructuras. Desde los 60 cm sobre las tuberías o estructuras en adelante, se pueden emplear otros equipos mecánicos, como rodillos o compactadores neumáticos.

Se debe evitar el tráfico y cualquier actividad innecesaria sobre las tuberías hasta que el relleno alcance al menos 30 cm de altura sobre las mismas. En zanjas ubicadas en terrenos con fuerte pendiente, se aplicarán medidas adicionales para prevenir deslizamientos de relleno debido al escurrimiento de aguas pluviales.

En cuanto a la remoción de tablestacados de madera utilizados en zanjas, se llevará a cabo de manera escalonada, asegurándose de rellenar completamente el espacio ocupado por el tablestacado con material granular adecuado, evitando dejar espacios vacíos.

Para el material cohesivo, como la arcilla, se utilizarán compactadores neumáticos o rodillos pata de cabra si el ancho de la zanja lo permite. En caso de material no cohesivo, se aplicará el método de inundación con agua o se utilizarán vibradores mecánicos o chorros de agua a presión para lograr la compactación deseada.

Una vez completado el relleno y la compactación de la zanja, el Constructor deberá limpiar la superficie de cualquier material sobrante. En caso de no hacerlo, el Ingeniero Fiscalizador puede ordenar la suspensión de otros trabajos hasta que se realice la limpieza necesaria. El grado de compactación requerido varía según la ubicación de la zanja y se especifica como un porcentaje del estándar ASSHTO-T180. En calles importantes o pavimentadas se requiere un 95% de compactación, mientras que en calles menos transitadas o en áreas sin pavimentar se exige un 90% de compactación según el mismo estándar.

Por lo tanto, la calidad y la adecuada ejecución de los trabajos de relleno son fundamentales para garantizar la estabilidad de las tuberías y estructuras subterráneas, así como para prevenir posibles daños o fugas en las juntas. El control y la supervisión por parte del Ingeniero Fiscalizador

son cruciales en este proceso para asegurar que se sigan las especificaciones y normativas establecidas.

Es importante destacar que la seguridad y la durabilidad de las infraestructuras subterráneas dependen en gran medida de la correcta realización de estas operaciones de relleno. Además, la elección de los materiales adecuados, la compactación apropiada y el cumplimiento de los estándares de calidad son aspectos esenciales para garantizar que las tuberías y estructuras funcionen de manera eficiente y confiable a lo largo del tiempo.

El relleno con material de excavación es una parte integral de la construcción de redes de alcantarillado y tuberías subterráneas, y su ejecución adecuada es esencial para el éxito y la durabilidad de la infraestructura.

### Control de calidad

ODIGO	PARÁMETROS A VALORAR	ENSAYO	NORMA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	CANTIDAD ESTIMADA DE ENSAYOS
00137	2-Densidad In Situ	Densidad Húmeda y Seca con Densímetro Nuclear	ASTM D-6938 'Standard Test Methods for In-Place Density and Water Content of Soil and Soil-Aggregate by Nuclear Methods (Shallow Depth)	Densidad mínima no será menor que el 95% de la densidad máxima establecida mediante el ensayo ASTM D-1557-91	1 Cada 30 m3 de material colocado y compactado/ o cada 50 ml de relleno compactado en capa de 20 cm	15
	8-Relación Humedad-Densidad	Proctor Modificado (Compactación)	ASTM D-1557 'Standard Test Methods for Laboratory	N/A	1 Cada 200 m3 de material colocado y compactado	5

ODIGO	PARÁMETROS A VALORAR	ENSAYO	NORMA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA	CANTIDAD ESTIMADA DE ENSAYOS
			Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft <sup>3</sup> (2,700 kN-m/m <sup>3</sup> ))'			

## Medición y pago

El volumen de relleno y compactación realizado por el Constructor será medido para determinar los pagos correspondientes en metros cúbicos (m<sup>3</sup>), con una precisión de dos decimales. Esta medición se basará en la cantidad de material efectivamente colocado en las excavaciones. Es importante destacar que el material utilizado para rellenar sobre excavaciones o para abordar derrumbes causados por el propio Constructor no será considerado ni cuantificado en términos de estimación y pago.

El pago contemplará todos los aspectos relacionados con esta actividad, que incluyen el transporte del material desde el lugar de acopio provisional hasta el sitio de la obra, así como la colocación, extensión, humectación y compactación del material de excavación. Además, se cubrirán los costos asociados con la maquinaria necesaria, el personal y cualquier otro elemento requerido para llevar a cabo de manera adecuada esta tarea.

### **9.2.20 Señales preventivas con "varias leyendas" 600 x 600 mm.**

#### **Descripción**



Esta tarea involucra proporcionar y colocar un conjunto integral de señales de tráfico móviles que se utilizarán para regular y dirigir el tráfico mientras se llevan a cabo las obras. La ubicación de estas señales será determinada por la constructora, teniendo en cuenta los métodos de construcción propuestos y los requisitos operativos específicos del aeropuerto. Sin embargo, el diseño propuesto debe ser revisado y aprobado por la entidad de fiscalización antes de su implementación.

### **Ejecución del rubro**

Los letreros o tableros destinados a estas señales serán fijados en postes metálicos y deben cumplir con los estándares especificados en la norma INEN 136, que se refiere al acero utilizado en construcciones estructurales. Estos letreros se montarán sobre dados de hormigón que tienen dimensiones de 20 cm de lado y 10 cm de altura, o se soldarán a placas de acero u otro dispositivo que proporcione una base sólida para mantenerlos en posición vertical. Se instalarán en lugares visibles y con la orientación adecuada para su correcta visualización.

### **Instalación de Placas**

Los letreros o paneles de señalización se instalarán en los postes siguiendo las especificaciones detalladas en el diseño proporcionado. En caso de que los letreros sufran algún daño, será responsabilidad del Contratista repararlos a su costo y de acuerdo a la aprobación del Fiscalizador. Si el Fiscalizador lo requiere, el Contratista deberá reemplazar el letrero dañado, también a su propio gasto.

### **Materiales**

- Placas de aluminio o similar e= 2mm
- Recubrimiento reflectivo grado diamante
- Poste cuadrado de acero galvanizado de sección 50 x 50 mm, e= 2mm
- Hormigón simple de 180 kg/cm<sup>2</sup>,

### **Unidad de medida y pago**

Los trabajos descritos en esta sección se medirán por unidad completa, los costos serán considerados dentro de los Costos Indirectos del presupuesto.

#### ***9.2.21 Alquiler de tanqueros para agua para control de polvo.***

### **Descripción**

Este trabajo consistirá en la aplicación, según las disposiciones del Fiscalizador, de un paliativo para controlar el polvo que se produzca, como consecuencia de la construcción de la obra o del tráfico público que transita por el proyecto, los desvíos y los accesos.

### **Ejecución del rubro**

La supresión del polvo se llevará a cabo mediante el uso de agua, y la ubicación de las áreas tratadas y la frecuencia de aplicación requerirán la aprobación del Fiscalizador. La distribución uniforme del agua se realizará utilizando vehículos cisterna equipados con un sistema de rociadores a presión, debiendo contar con la aprobación del Fiscalizador. La tasa de aplicación

variará entre 0,90 y 3,5 litros por metro cuadrado, según lo determine el Fiscalizador, y se especificará la frecuencia de aplicación.

Cuando se realice la supresión del polvo con vehículos cisterna, la velocidad máxima de aplicación no deberá superar los 5 Km/h.

### **Unidad de medida y pago**

Los trabajos descritos en esta sección se medirán por unidad completa, los costos serán considerados dentro de los Costos Indirectos del presupuesto.

#### ***9.2.22 Equipo de seguridad industrial.***

##### **Descripción**

Según las demandas del Cliente y las regulaciones de Seguridad Industrial, el personal asignado al proyecto deberá estar equipado con los dispositivos de protección personal correspondientes, de acuerdo con las necesidades identificadas en la evaluación de riesgos y especificadas en la lista de equipos de protección personal (E.P.P), que pueden incluir cascos, guantes, mascarillas, gafas de protección, tapones para los oídos, entre otros. Además, se deben considerar los elementos de protección personal en situaciones especiales o eventos ocasionales.

##### **Ejecución del rubro**

Los elementos esenciales de seguridad personal deben encontrarse en condiciones óptimas y serán sustituidos cuando sea necesario. Los equipos de protección personal (EPP) proporcionados a los empleados serán de uso individual y no transferible, y bajo ninguna

circunstancia se entregarán en estado usado o inadecuado. Se debe disponer de un lugar adecuado para almacenar los EPP asignados a cada trabajador.

Todos los empleados deben recibir capacitación sobre el correcto uso y mantenimiento de los elementos de protección personal. No se permitirán alteraciones o ajustes en los EPP que modifiquen sus especificaciones de diseño y fabricación.

La distribución de EPP a cada empleado debe ser específica para su función, y se debe dejar constancia con una firma de entrega y reemplazo. La cantidad mínima de EPP aprobada para proyectos adjudicados por el Contratista dependerá de la actividad llevada a cabo y de los riesgos asociados a su ejecución:

- Protección de cabeza.
- Protección de cuerpo.
- Protección de manos.
- Protección de pies.

### **Unidad de medida y pago**

Los trabajos descritos en esta sección se medirán por unidad completa, los costos serán considerados dentro de los Costos Indirectos del presupuesto.

#### ***9.2.23 Taller de seguridad operacional.***

##### **Descripción**

Esta tarea implica que el Contratista lleve a cabo una serie de acciones destinadas a mejorar la comprensión y la implementación de un estado en el que se reduzca y se mantenga en niveles aceptables o inferiores el riesgo de lesiones a las personas o daños a la propiedad. Esto se logra mediante un proceso constante de identificación de peligros y gestión de riesgos.

### **Ejecución del rubro**

Estas actividades se enfocarán en el personal técnico y obrero que está directamente involucrado en la obra y su entorno.

El proceso de implementación debe comenzar antes del inicio de las obras y continuar de manera constante hasta que la construcción esté completamente terminada

Es esencial comunicar que la seguridad operacional es un concepto que implica considerar aspectos relativos en lugar de absolutos. Esta relatividad se basa en la importancia de definir claramente lo que es aceptable y lo que no lo es. Desde una perspectiva de eficiencia, es necesario establecer criterios que distingan entre calidad y no calidad.

El propósito de este taller es brindar a las personas involucradas:

a) Conocimiento de los conceptos de gestión de la seguridad operacional, así como de las normas y métodos recomendados (SARPS) de la OACI relacionados con la gestión de la seguridad operacional, que se encuentran en los Anexos 1, 6, 8, 11, 13 y 14, y en documentos orientativos conexos.

b) Orientación sobre cómo aceptar y supervisar la implementación de los componentes clave de un SMS de acuerdo con los SARPS relevantes de la OACI.

c) Orientación sobre cómo desarrollar e implementar un SSP de acuerdo con los SARPS pertinentes de la OACI.

Las actividades del taller de Seguridad Operacional se llevarán a cabo en base a los siguientes temas:

- Panorama general del manual.
- Conceptos básicos de seguridad operacional
- Introducción a la gestión de la seguridad operacional
- Peligros.
- Riesgos de seguridad operacional
- Requisitos de gestión de la seguridad operacional de la OAC
- Introducción a los sistemas de gestión de la seguridad operacional (SMS)
- Planificación del SMS
- Funcionamiento del SMS
- Enfoque en fases de la implantación del SMS
- Programa estatal de seguridad operacional (SSP).

### **Unidad de medida y pago**

Los trabajos mencionados en esta sección se cuantificarán por cada unidad completa, y los costos correspondientes se incluirán en los gastos generales del presupuesto.

### ***9.2.24 Tanque metálico para almacenamiento de productos y desechos peligrosos y no peligrosos.***

#### **Descripción**

Implicará el abastecimiento y la instalación en el lugar de trabajo de recipientes de metal con una capacidad de 55 galones, destinados para el resguardo de sustancias y residuos tanto no peligrosos como peligrosos.

### **Ejecución del rubro**

Se asignará un área en la zona de trabajos para la recolección de los residuos generados, en donde se colocarán los contenedores. Para lo cual los recipientes deben estar identificados por colores; de acuerdo a la siguiente tabla:

RESIDUOS	COLOR
Papel y cartón	Azul
Plástico y vidrio (botellas y/o refrescos)	Amarillo
Orgánico	Verde
Comunes	Blanco
Peligroso	Gris
Infecciosos	Rojo

La gestión de los desechos sólidos se llevará a cabo conforme a lo establecido en el plan ambiental del AIMS.

### **Unidad de medida y pago**

Las actividades detalladas en esta sección se cuantificarán como unidades completas, y sus costos se incluirán en los gastos generales del presupuesto.





### 9.3 Presupuesto Referencial

**Tabla 72**

*Cuadro de Presupuesto referencial*

PRESUPUESTO REFERENCIAL						
DISEÑO DE VIAS INTERNAS EN LA AMPLIACIÓN DE LA PARROQUIA ANDOAS DEL CANTÓN PEDRO VICENTE MALDONADO, PROVINCIA PICHINCHA.						
CANTIDADES Y COSTOS ESTIMADOS						
M	ÍTE	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>CAPÍTULO I</b>						
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					
	1.1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	Km	1.78	\$1,771.64	\$3,151.75
	1.2	CAMPAMENTO PROVISIONAL	glb	1.00	\$3,382.50	\$3,382.50

1.3	LETRERO DE OBRA	glb	1.00	\$379.76	6	\$379.7
<b>CAPÍTULO II</b>						
<b>2</b>	<b>DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA</b>					
2.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	ha	8	\$2,149.48		\$22,956.45
2.2	CONTROL Y RECONFORMACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DE ESCOMBRERAS	m3	87,682.22	\$1.05		\$91,962.53
<b>CAPÍTULO III</b>						
<b>3</b>	<b>EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS</b>					
3.1	EXCAVACIÓN EN SUELO NATURAL (sin clasificar)	m3	55,464.32	4.16		230,811.76
3.2	EXCAVACIÓN PARA ACERAS, BORDILLOS	m3	177.90	3.39		602.59
<b>CAPÍTULO IV</b>						
<b>4</b>	<b>TRANSPORTE</b>					
4.1	TRANSPORTE MATERIAL DE DESBROCE-(Transporte libre 3 km)	m3- km	64,080.00	\$1.51		\$96,559.81
4.2	TRANSPORTE DE SUB BASE (DTM 21 KM)	m3-km	16,468.62	\$0.37		\$6,137.92
4.3	TRANSPORTE DE BASE (DTM 21 KM)	m3-km	12,361.02	\$0.37		\$4,621.53

4.4	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA, MTOP 309-6(4)E (DTM 26 KM)	m3-km	5,182.84	\$0.39	\$2,006.55
4.5	TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN-(Transporte libre 3 km)	m3-km	110,928.64	1.51	167,154.31
<b>CAPÍTULO V</b>					
<b>5</b>	<b>ESTRUCTURA DE RODADURA</b>				
5.1	CONFORMACIÓN SUBRASANTE	m2	10,674.00	\$3.13	\$33,418.49
5.2	SUB BASE CLASE 3(e=20 cm)	m3	784.22	\$12.47	\$9,776.89
5.3	BASE GRANULAR C-2 CON 40% DE MATERIAL TRITURADO	m3	588.62	\$18.53	\$10,905.43
5.4	ASFALTO RC 250 IMPRIMACIÓN	lt	10,674.00	\$1.34	\$14,295.94
5.5	CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA DE 6.5 cm DE ESPESOR	m2	10,674.00	\$14.98	\$159,868.16
<b>CAPÍTULO VI</b>					
<b>6</b>	<b>ACERAS Y BORDILLOS DE HORMIGÓN</b>				
6.1	BORDILLOS DE H.S. F'C=180 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO	m	1,779.00	18.01	32,031.36
6.2	ACERAS DE HORMIGÓN SIMPLE (HASTA INTERSECCIÓN UNIDAD NACIONAL)	m2	1,779.00	19.85	35,304.47
<b>CAPÍTULO VII</b>					
<b>7</b>	<b>SEÑALIZACION VERTICAL Y HORIZONTAL- CONTROL DE TRANSITO SEGURIDAD VIAL</b>				

7.1	MARCAS DE PAVIMENTO-(pintura reflectiva, franjas de 10 cm de ancho)	m	5,337.00	\$1.15	\$6,144.36
7.2	MARCAS SOBRESALIDAS DEL PAVIMENTO-TACHAS REFLECT.	u	889.50	\$8.48	\$7,545.72
7.3	SEÑALES A LADO DE CARRETERA - PREVENTIVAS (75x75cm) SP2A-SP7A-SP5A	u	10.00	\$188.87	\$1,888.73
7.4	SEÑALES A LADO DE CARRETERA REGULATORIA SR-1B	u	3.00	\$166.32	\$498.97
7.5	SEÑALES A LADO DE CARRETERA - INFORMATIVAS (60x60cm) S.R. 2A-3A	u	2.00	\$272.58	\$545.16
<b>CAPÍTULO VIII</b>					
<b>8</b>	<b>MEDIO AMBIENTE</b>				
8.1	FOSA DE DESECHOS BIODEGRADABLES	u	1.00	\$72.94	\$72.94
8.2	LETRINA SANITARIA	mes	3.00	\$346.97	\$1,040.91
8.3	CHARLAS DE CONCIENCIACIÓN	u	15.00	\$67.07	\$1,006.02
8.4	CHARLAS DE ADIESTRAMIENTO	u	10.00	\$67.07	\$670.68
8.5	REPOSICIÓN DE PLANTAS NATIVAS	u	20.00	\$13.49	\$269.75
8.6	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m3	1,583.55	\$3.78	\$5,981.50
<b>CAPÍTULO IX</b>					
<b>9</b>	<b>ACABADO EN OBRA BÁSICA</b>				

9.1	IMPLEMENTACIÓN DE ALCANTARILLAS	u	2.00	\$200.00	\$400.00
9.2	REPOSICIÓN DE CERCOS	m	872.00	\$7.28	\$6,346.16
9.3	ROMPEVELOCIDADES a= 2.44m epromedio= 0,275, HORMIGON F´C= 280 KG/CM2 (INC. PINTURA DE TRAFICO EN FRANJAS AMARILLA Y NEGRA)	u	2.00	\$185.35	\$370.71
9.4	LIMPIEZA DE LA OBRA	m2	5925.00	\$0.37	\$2,221.55
<b>TOTAL</b>					<b>\$960,331.36</b>

*Nota,* El valor total mostrado está dentro del rango en costos para una vía de cuarto orden, Elaborado por: Autor, 2023.

## 9.4 Cronograma Valorado

**Tabla 73**

*Cronograma Valorado*

		CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS							
		OBRA: DISEÑO DE VIAS INTERNAS EN LA AMPLIACIÓN DE LA PARROQUIA ANDOAS DEL CANTÓN PEDRO VICENTE MALDONADO, PROVINCIA PICHINCHA							
TEM	DESCRIPCION	UNI DAD	CANT IDAD	P. UNITAR IO	TOTAL	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$5,771</b>				
					<b>.83</b>				
.1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	Km	1.12	\$1,797. 47	\$2,009 .57	0.56	0.56		
.2	CAMPAMENTO PROVISIONAL	glb	1.00	\$3,382. 50	\$3,382 .50	1.00			

.3	LETRERO DE OBRA	glb	1.00	\$379.76	\$379.76	1.00			
	<b>DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA</b>				<b>\$4,029.44</b>				
.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	ha	0.19	\$2,149.48	\$408.40	0.19			
.2	CONTROL Y RECONFORMACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DE ESCOMBRERAS	m3	3452.50	\$1.05	\$3,621.04	1726.25	1726.25		
	<b>EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS</b>				<b>\$11,756.51</b>				
.1	EXCAVACIÓN EN SUELO NATURAL (sin clasificar)	m3	2573.98	\$4.16	\$10,711.48	2573.98			
.2	EXCAVACIÓN PARA ACERAS, BORDILLOS	m3	308.52	\$3.39	\$1,045.03	308.52			
	<b>TRANSPORTE</b>				<b>\$42,512.47</b>				
.1	TRANSPORTE MATERIAL DE DESBROCE- (Transporte libre 2 km)	m3- km	1140.00	\$1.51	\$1,717.82	1,140.00			

.2	TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN- (Transporte libre 2 km)	m3- km	5147. 96	\$1.51	\$7,757 .27	5147.96			
.3	TRANSPORTE DE SUB BASE (DTM 21 KM)	m3- km	4084 2.48	\$0.37	\$15,22 2.17		40842.48		
.4	TRANSPORTE DE BASE (DTM 21 KM)	m3- km	3063 1.86	\$0.37	\$11,45 2.61		30631.86		
.5	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA, MTOP 309- 6(4)E (DTM 26 KM)	m3- km	1643 4.34	\$0.39	\$6,362 .60		16434.34		
	<b>ESTRUCTURA DE RODADURA</b>				<b>\$240,1 22.09</b>				
.1	CONFORMACIÓN SUBRASANTE	m2	9724. 42	\$3.13	\$30,44 5.51	4862.21	4862.21		
.2	SUB BASE CLASE 3(e=20 cm)	m3	1944. 88	\$12.33	\$23,98 1.69		1944.88		
.3	BASE GRANULAR C-2 CON 40% DE MATERIAL TRITURADO	m3	1458. 66	\$18.53	\$27,02 4.77		1458.66		
.4	ASFALTO RC 250 IMPRIMACIÓN	lt	9724. 42	\$1.34	\$13,02 4.14		9,724.42		



.5	CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA DE 6.5cm DE ESPESOR	m2	9724. 42	\$14.98	\$145,6 45.97			4862.21	4862.21
	<b>ACERAS Y BORDILLOS DE HORMIGÓN</b>				<b>\$38,32</b> <b>1.35</b>				
.1	BORDILLOS DE H.S. F'C=180 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO	m	789.0 0	\$18.01	\$14,20 6.15		789.00		
.2	ACERAS DE HORMIGÓN SIMPLE	m2	1215. 17	\$19.85	\$24,11 5.20		607.585	607.585	
	<b>SEÑALIZACION VERTICAL Y HORIZONTAL- CONTROL DE TRANSITO SEGURIDAD VIAL</b>				<b>\$12,74</b> <b>2.46</b>				
.1	MARCAS DE PAVIMENTO-(pintura reflectiva, franjas de 10 cm de ancho)	m	3356. 70	\$1.15	\$3,864 .49				3356.70
.2	MARCAS SOBRESALIDAS DEL PAVIMENTO-TACHAS REFLECT.	u	600.0 0	\$8.48	\$5,089 .86				600.00
.3	SEÑALES A LADO DE CARRETERA - PREVENTIVAS (75x75cm) SP1A-7A	u	9.00	\$188.87	\$1,699 .86				9.00
.4	SEÑALES A LADO DE CARRETERA REGULATORIA SR-1B	u	6.00	\$166.32	\$997.9 4				6.00

.5	SEÑALES A LADO DE CARRETERA - INFORMATIVAS (60x60cm) S.R. 3A.	u	4.00	\$272.58	\$1,090 .31				4.00
	<b>MEDIO AMBIENTE</b>				<b>\$16,05</b> <b>8.94</b>				
.1	POZO SÉPTICO 1x2x1.5 m	u	1.00	\$891.22	\$891.2 2	1.00			
.2	FOSA DE DESECHOS BIODEGRADABLES	u	1.00	\$72.94	\$72.94	1.00			
.3	LETRINA SANITARIA	mes	3.00	\$346.97	\$1,040 .91	0.75	0.75	0.75	0.75
.4	CHARLAS DE CONCIENTIZACIÓN	u	20.00	\$67.07	\$1,341 .36	5.00	5.00	5.00	5.00
.5	CHARLAS DE ADIESTRAMIENTO	u	20.00	\$67.07	\$1,341 .36	5.00	5.00	5.00	5.00
.6	REPOSICIÓN DE PLANTAS NATIVAS	u	20.00	\$13.49	\$269.7 5	5.00	5.00	5.00	5.00
.7	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m3	2939. 00	\$3.78	\$11,10 1.40	979.67	979.67	979.67	

	<b>ACABADO EN OBRA BÁSICA</b>				<b>\$19,94</b>				
					<b>0.31</b>				
.1	ARREGLO DE ACOMETIDA DE AGUA POTABLE	u	14.00	\$74.51	\$1,043	.10	14.00		
.2	SUBIDA Y BAJADA DE POZOS NO INCLUYE TAPA	u	14.00	\$106.68	\$1,493	.50	14.00		
.3	REPOSICIÓN DE CERCOS	m	950.00	\$7.28	\$6,913	.82	950.00		
.4	ROMPEVELOCIDADES a= 2.44m e promedio = 0,275, HORMIGON F´C= 280 KG/CM2 (INC. PINTURA DE TRAFICO EN FRANJAS AMARILLA Y NEGRA)	u	4.00	\$185.35	\$741.4	2			4.00
.5	SUMIDERO PREFABRICADO CALZADA INCLUYE REJILLA H.F.	u	20.00	\$236.13	\$4,722	.70	20.00		
.6	LIMPIEZA DE LA OBRA	m2	1340	4.00	\$5,025	0.37		6702	6702
					\$391,2				
					55.39				

					\$4	\$1	\$1	\$7
<b>MONTO PARCIAL</b>					9,103.29	40,854.97	11,479.02	18,544.79
<b>PORCENTAJE PARCIAL</b>					12.55%	36.00%	28.49%	22.96%
<b>MONTO ACUMULADO</b>					\$49,103.29	\$189,958.26	\$301,437.29	\$3,130,043.09
<b>PORCENTAJE ACUMULADO</b>					12.55%	48.55%	77.04%	100.00%

*Nota, Se considera cumplir con el total de la obra en un tiempo de 4 meses, Elaborado por: Autor, 2023.*

## CONCLUSIONES

Respecto al diseño geométrico se generó una vía de clase IV con tráfico futuro de 115 vehículos para un periodo de retorno de 20 años, según su clasificación funcional se denomina camino vecinal. Seguidamente con una velocidad de diseño de 25 km/h, radio de curvas horizontales de 100 m y peralte máximo del 8%. Por consiguiente, se obtuvo una longitud de 1.76 km, con una sección típica de 8.00 metros, constituida por una calzada de 6m de ancho además de espaldones de 0.6 metros.

Como consecuencia del diseño hidráulico, se determinó las obras de arte menor, las cuales arrojaron una sección rectangular de cuneta de hormigón ( $f'c:210\text{kg/cm}^2$ ), con un calado de 45 centímetros, borde libre de 30 centímetros y una gradiente longitudinal semejante al del diseño geométrico de la vía. De igual manera se comprobó sus velocidades mínimas y máximas.

Se hace énfasis en el manejo del material desalojado hacia la escombrera más cercana, con capacidad de aproximadamente 350000.00 m<sup>3</sup>, además de realizar una socialización del impacto del proyecto con los moradores de la comunidad de Andoas 2.

## **RECOMENDACIONES**

Para la construcción del proyecto se deberá realizar en los meses de menor precipitación, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre; para un mejor rendimiento en la ejecución de la obra.

Para el desalojo del material excavado, de no ser suficiente la capacidad de la escombrera, se recomienda disponer de las dos quebradas adicionales, cuya ubicación se detalla en la tabla 24, una vez realizado el respectivo trámite en el Gad municipal de Pedro Vicente Maldonado para la obtención de permisos para el relleno de las quebradas cumpliendo con las ordenanzas establecidas.

Para la comunidad de San Vicente de Andoas se recomienda hacer una socialización de educación vial y respeto a la señalética implantada en el proyecto; para disminuir los accidentes de tránsito.

## Bibliografía

- ASTM D2487 Unified Soil Classification System. (2006). Práctica Estandar, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS. *Clasificación de Suelos para Propósitos de Ingeniería*. Obtenido de <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-y-de-estudios-superiores-de-occidente/materiales-geotecnicos/astm-d-2487-norma-oficial/10399225>
- Cárdenas, J. (2015). Diseño Geométrico de Carreteras. *ECO E Ediciones*. Obtenido de <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2015/08/Dise%C3%B1o-geométrico-de-carretera.pdf>
- El Comercio. (16 de febrero de 2018). En Pichincha hay 2 autos por cada 10 personas desde el 2016. *Diario El Comercio*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/datos/pichincha-tasa-autos-personas-vehiculos.html>
- GAD P.V.M. (2022). *Gad Municipal Pedro Vicente Maldonado*. Obtenido de <https://www.pedrovicentemaldonado.gob.ec/>  
<https://www.pedrovicentemaldonado.gob.ec/>
- García, A. (2015). DISEÑO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO POR EL METODO AASHTO-93. *PROGRAMA DE ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE PAVIMENTOS*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/143451539.pdf>
- Geograf Sigmur. (2020). El Modelo Digital de Terreno (MDT). Obtenido de [https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario\\_7.pdf](https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_7.pdf)

Guevara, F. (mayo de 2015). ANÁLISIS Y EJECUCIÓN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN UNA OBRA EMPLEANDO EL DIAGRAMA DE CURVA MASA. *Repositorio Pirhua*.

Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2441/MAS\\_ICIV-L\\_029.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2441/MAS_ICIV-L_029.pdf)

Learning ArchiCAD. (2019). webinario Procesamiento de Datos obtenidos por Drones en

ArchiCAD. *webinario Procesamiento de Datos obtenidos por Drones en ArchiCAD*.

Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=YDFJaRm9WbU>

Memoria Técnica. Cantón Pedro Vicente Maldonado. (noviembre de 2013). MEMORIA

TÉCNICA CANTÓN PEDRO VICENTE MALDONADO. *Dokumen Tips*. Obtenido de

<https://dokumen.tips/documents/memoria-tecnica-canton-pedro-vicente-maldonado-instituciones-como-senplades.html?page=1>

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. (enero de 2021). MOP - 001-F 2002.

*ESPECIFICACIONES GENERALES ESPECIFICACIONES GENERALES*. Obtenido de

[https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/MPR_Chimborazo_Cumanda_Especificaciones-Tecnicas-MOP-001-F-2002.pdf)

[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)

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGUA. (2020). GUÍA INFORMATIVA TOMA DE

COORDENADAS PARA REGISTRO EN SISTEMAS SUIA. *GUÍA INFORMATIVA*

*TOMA DE COORDENADAS PARA REGISTRO EN SISTEMAS SUIA*. Obtenido de

[http://mesadeayuda.ambiente.gob.ec/Documentacion/NuevoRCA/Manuales/GUIA\\_INFORMATIVA\\_TOMA\\_COORDENADAS\\_SUIA.pdf](http://mesadeayuda.ambiente.gob.ec/Documentacion/NuevoRCA/Manuales/GUIA_INFORMATIVA_TOMA_COORDENADAS_SUIA.pdf)



Montejo, A. (2014). Ingeniería de pavimentos para carreteras. *Repositorio Universidad Católica de Colombia*. Obtenido de <https://samustuto.files.wordpress.com/2014/09/ingenieric3ada-de-pavimentos-para-carreteras-tomo-i-ed-3ra-alfonso-montejo-fonseca.pdf>

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS. (2016). NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN - NEC. *Min Obras Públicas*. Obtenido de [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/04/MTOP\\_NEC-SE-DS.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/04/MTOP_NEC-SE-DS.pdf)

Normas AASHTO. (2023). American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). *Ventaja competitiva con el acceso instantáneo a las normas AASHTO*. Obtenido de <https://la.astm.org/es/standards/aashto/#:~:text=La%20American%20Association%20of%20State,y%20la%20construcci%C3%B3n%20de%20carreteras>.

Normas de diseño geométrico de carreteras MOP. (agosto de 2011). *Manual de Diseño de Carreteras 2003 Ecuador*. Obtenido de [https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera\\_2003-ecuador.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf)

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial-PVM. (18 de abril de 2015). *sni.gob.ec*. Obtenido de [https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/1760009530001\\_INDI CE%20CUADROS%20PDYOT\\_18-04-2015\\_13-19-22.pdf](https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1760009530001_INDI CE%20CUADROS%20PDYOT_18-04-2015_13-19-22.pdf)

SENPLADES. (diciembre de 2013). “GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL ESCALA 1: 25000”. *MEMORIA TÉCNICA ANÁLISIS DE AMENAZA POR TIPO DE MOVIMIENTO EN CANTÓN PEDRO VICENTE MALDONADO*. Obtenido de [https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA2/NIVEL\\_DEL\\_PDOT\\_CANTONAL/PICHINCHA/PEDRO\\_VICENTE\\_MALDONADO/IEE/MEMORIA\\_TECNICA/mt\\_pedro\\_vicente\\_amenaza\\_movimientos\\_en\\_masa.pdf](https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA2/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/PICHINCHA/PEDRO_VICENTE_MALDONADO/IEE/MEMORIA_TECNICA/mt_pedro_vicente_amenaza_movimientos_en_masa.pdf)