

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Diseño pavimento flexible con geosintéticos vía 3,0 km cooperativa Nuevo  
Guayaquil hasta Tiwinza

INGE-3061

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Nombre de la titulación**

**Ingeniero Civil**

**Presentado por:**

Juan Sebastián Rios Riera

Álvaro Paúl Espín Alcívar

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

## Dedicatoria

---

Dedico el presente proyecto a mi familia: a mi papá Juan Carlos, a mi mamá Verónica, a mi hermana Camila; a mis abuelas, Mami Carmen y Mami María; a mi abuelo, Papi Bolo; a mi madrina Mariela y a mi novia Andrea.

Especialmente, dedico este trabajo a mis ángeles, Ñaño Isaac y Papi Carlos, quienes me acompañan desde el día uno, protegiéndome y guiándome desde el cielo a lo largo de todo este camino.

Este proyecto es para ustedes, porque sin su apoyo nada de esto habría sido posible.

Gracias por estar conmigo en cada caída, por ayudarme a levantarme y seguir adelante.

**Juan Sebastián Rios Riera**

## Dedicatoria

---

Este proyecto va dedicado a mi papá Bolívar Espín, mi mamá Mercedes Alcívar y a mis hermanos, los cuales fueron el pilar fundamental para que esta nueva meta haya sido posible.

Dedico este proyecto, a mi abuelita Mercedes González y a mi abuelito Enrique Alcívar, que me enseñaron a través de mis padres, el valor del esfuerzo, la perseverancia y el sacrificio.

Este logro representa aquellos sueños que hoy se materializan a través de mi formación y aprendizaje, sueños que puedo honrar mediante mi esfuerzo y dedicación. Todo lo alcanzado es reflejo del sacrificio, el ejemplo y el amor incondicional de cada una de las personas aquí mencionadas, cuyo apoyo y amor hicieron posible este logro.

**Álvaro Paúl Espín Alcívar**

## Agradecimientos

---

Quiero expresar mi agradecimiento de manera sincera a quienes orientaron y acompañaron la realización de este proyecto. Al PhD. Eduardo Santos por su orientación, por guiarnos y por inculcarnos principios esenciales para nuestro futuro profesional. A la Msc. Ingrid Orta, docente de la materia integradora, por su compromiso, paciencia y respaldo a lo largo de todo el proceso académico.

Agradezco a mi compañero de tesis, Alvaro, por su confianza y el trabajo en equipo que hicieron posible alcanzar esta meta. También agradezco a los amigos que hice en la universidad por su respaldo día a día. Por último, les doy las gracias a mis mejores amigos del colegio y a mi familia, sobre todo a los Rios, Rivadeneira, Escobar y Olivo, por su cariño y acompañamiento constante.

**Juan Sebastián Rios Riera**

## Agradecimientos

---

Quiero agradecer al apoyo y acompañamiento de personas que contribuyeron de manera significativa tanto a mi formación académica como personal.

Expreso mi sincero agradecimiento a mi tutor de tesis, PhD Eduardo Santos, por su guía, compromiso y valiosos aportes, los cuales fueron fundamentales para el fortalecimiento y la calidad de esta tesis.

De igual manera, agradezco a la MSc Ingrid Orta, profesora de la materia integradora, por su orientación académica, dedicación y disposición permanente durante el proceso formativo.

Quiero agradecer a mi compañero de tesis Juan, a mis amigos de la universidad, gracias por el compañerismo, el apoyo constante y por hacer que la vida universitaria fuera más llevadera y enriquecedora. Finalmente, agradezco a mis amigos del colegio, quienes nunca dejaron de estar a mi lado.

**Álvaro Paúl Espín Alcívar**

## Declaración Expresa

---

Nosotros Álvaro Paúl Espín Alcívar y Juan Sebastián Ríos Riera acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 14 octubre del 2025.

  
Álvaro Paúl Espín  
Alcívar

  
Juan Sebastián Ríos Riera

## **Evaluadores**

---

---

**MSc. Ingrid Tatiana Orta Zambrano**

Profesor de Materia

---

**PhD. Eduardo Alberto Santos Baquerizo**

Tutor de proyecto

## Resumen

Este proyecto tiene como meta el desarrollo de una alternativa vial que, a través de la adición de refuerzos estructurales, aumente la durabilidad y la capacidad estructural de una vía urbana situada entre la cooperativa Nuevo Guayaquil hasta Tiwinza. Se sugiere que el uso de elementos de refuerzo puede mejorar la eficiencia mecánica de la estructura de pavimento, disminuir los costos de construcción y mantenimiento, también como el reducir los espesores de las capas estructurales. Esto justifica su utilización técnica, económica y social en áreas con suelos poco resistentes y condiciones climáticas desfavorables.

La topografía, aforo vehicular y los ensayos de laboratorio de suelos sirvieron para el desarrollo del proyecto, que se realizó siguiendo la metodología de diseño AASHTO 93. Se llevaron a cabo diseños estructurales, tanto alternativos como convencionales, que tomaron en cuenta materiales granulares, refuerzos estructurales y mezclas asfálticas. También se hizo un análisis comparativo de costos.

Se observó que la alternativa reforzada presentaba una disminución de costos y espesores, además de un progreso en el comportamiento estructural. En conclusión, la solución planteada es factible desde el punto de vista técnico y económico, contribuyendo a la mejora funcional, social y medioambiental del desarrollo vial en las ciudades.

**Palabras clave:** Pavimento flexible, refuerzos estructurales, vía urbana, diseño AASHTO 93, suelos de baja capacidad portante, análisis de costos

### **Abstract**

The goal of this project is to develop an alternative road that, through the addition of structural reinforcements, increases durability and structural capacity of an urban road located between the Nuevo Guayaquil cooperative and Tiwinza. It is suggested that the use of reinforcement elements can improve the mechanical efficiency of the pavement structure, reduce construction and maintenance costs, and reduce the thickness of the structural layers. This justifies its technical, economic, and social use in areas with low-resistance soil and unfavorable climatic conditions.

Topography, vehicle traffic measurements, and soil laboratory tests were used to develop the project, which was carried out following the AASHTO 93 design methodology. Both alternative and conventional structural designs were carried out, considering granular materials, structural reinforcements, and asphalt mixtures. A comparative cost analysis was also performed.

It was observed that the reinforced alternative presented a reduction in costs and thickness, as well as an improvement in structural behavior. In conclusion, the proposed solution is feasible from a technical and economic point of view, contributing to the functional, social, and environmental improvement of road development in cities.

**Keywords:** Structural reinforcement, low-bearing soils, AASHTO methodology, cost-benefit analysis, road infrastructure

## Índice general

Resumen.....	I
Abstract.....	II
Índice general.....	III
Abreviaturas.....	VII
Simbología.....	VIII
Índice de figuras.....	IX
Índice de tablas.....	XIII
Índice de planos.....	XXIII
Capítulo 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
<b>1.1 Antecedentes.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Descripción del Problema.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Justificación del Problema.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Objetivos.....</b>	<b>6</b>
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
Capítulo 2.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
<b>2.1 Revisión de literatura.....</b>	<b>8</b>
2.1.1 Vía Urbana.....	8
2.1.2 Pavimento flexible.....	9
2.1.3 Terraplén.....	9
2.1.4 Sub-Base.....	9
2.1.5 Base.....	11
2.1.6 Capa de Rodadura.....	13

2.1.7 Bordillo .....	15
2.1.8 Cuneta .....	15
2.1.9 Aceras .....	15
2.1.10 Aforo Vehicular .....	16
2.1.11 Trafico Promedio Diario Anual .....	16
2.1.12 Estudios de suelo en pavimentos flexibles.....	17
2.1.13 Geosintéticos.....	18
2.1.14 Refuerzos de pavimentos flexibles con geosintéticos.....	22
2.1.15 Metodología AASHTO 93 para pavimento flexible.....	23
<b>2.2 Área de estudio.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3 Trabajo de campo y laboratorio.....</b>	<b>31</b>
2.3.1 Topografía.....	31
2.3.2 Estudio de Transito .....	34
2.3.3 Estudios de Suelo.....	49
<b>2.4 Análisis de datos.....</b>	<b>137</b>
2.4.1 Topografía.....	137
2.4.2 Tráfico Futuro .....	138
2.4.3 Estudio de suelos.....	139
<b>2.5 Análisis de alternativa .....</b>	<b>144</b>
2.5.1 Alternativa 1: Diseño de Pavimento Rígido .....	144
2.5.2 Alternativa 2: Diseño de Pavimento Flexible .....	144
2.5.3 Alternativa 3. Diseño de Pavimento Flexible con refuerzo de geosintético .....	145
2.5.4 Criterios de evaluación para el análisis de alternativas .....	145
Capítulo 3.....	148
<b>3.1 Análisis y estudios preliminares .....</b>	<b>149</b>
3.1.1 Periodo de diseño.....	149
3.1.2 Diseño de Pavimento Flexible Convencional .....	149

<b>3.2 Diseño del pavimento con uso de geosintetico .....</b>	<b>186</b>
3.2.1 Tramos #1 y #5 .....	187
3.2.2 Tramos #4 y #8 .....	192
3.2.3 Tramos #2, #3, #6 y #7 .....	197
Capítulo 4.....	149
<b>4. ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>203</b>
4.1 Descripción del proyecto .....	203
<b>4.2 Línea base ambiental .....</b>	<b>204</b>
4.2.1 Medio físico .....	204
4.2.2 Medio Biótico .....	205
4.2.3 Medio Socioeconómico .....	205
<b>4.3 Actividades del proyecto.....</b>	<b>207</b>
<b>4.4 Identificación de impactos ambientales .....</b>	<b>208</b>
<b>4.5 Valoración de impactos ambientales.....</b>	<b>210</b>
<b>4.6 Propuestas de medidas de prevención/mitigación .....</b>	<b>215</b>
<b>4.7 Resultados de medidas.....</b>	<b>216</b>
Capítulo 5.....	218
<b>5. PRESUPUESTO .....</b>	<b>219</b>
<b>5.1 Estructura Desglosada de Trabajo.....</b>	<b>219</b>
<b>5.2 Rubros y análisis de precios unitarios.....</b>	<b>220</b>
5.2.1 Presupuesto del pavimento Flexible Convencional .....	220
5.2.2 Presupuesto del pavimento Flexible con Geosintético .....	228
<b>5.3 Especificaciones Técnicas .....</b>	<b>236</b>
<b>5.4 Cantidades de obra .....</b>	<b>276</b>
5.4.1 Pavimento con refuerzo de Geosintético .....	276
<b>5.5 Costo del proyecto.....</b>	<b>320</b>
5.5.1 Costos por metro lineal .....	320

5.5.2 Comparativa de Costos entre ambas alternativas.....	321
<b>5.6 Cronograma de obra.....</b>	<b>323</b>
Capítulo 6.....	331
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>332</b>
<b>6.1 Conclusiones .....</b>	<b>332</b>
<b>6.2 Recomendaciones .....</b>	<b>333</b>
Referencias.....	335

**Abreviaturas**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ASTM	American Society for Testing and Materials
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalizacion
MOP	Ministerio de Obras Publicas
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Publicas
CBR	California Bearing Ratio
TPDA	Transito Promedio Diaria Anual
SN	Numero Estructural
IP	Indice Plastico
LL	Limite Liquido
LP	Limite Plastico
MR	Modulo Resiliente
HDPE	High Density Polyethylene (Polietileno de Alta Densidad)
UTM	Universal Transversal Mercator
WGS 84	World Geodetic System 1984

**Simbología**

m	Metro
mm	Milímetro
cm	Centímetro
km	Kilometro
$m^2$	Metro cuadrado
$m^3$	Metro cubico
%	Porcentaje
MPa	Mega Pascal
$\frac{kg}{cm^2}$	Kilogramo por centímetro cuadrado
$\sigma$	Esfuerzo
$\epsilon$	Deformacion
E	Modulo de elasticidad
$\gamma$	Peso unitario del suelo
$\gamma_d$	Peso unitario seco
$\omega$	Contenido de humedad
Sn	Numero estructural del pavimento
F'c	Resistencia a la compresión del concreto
Zr	Factora de confiabilidad
So	Desviación estándar del sistema

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Geotextil Tejido de Alta Resistencia para proyectos de ingeniería.....	20
<b>Figura 2</b> Eficaz Geomalla Uniaxial para el Refuerzo de suelo.....	21
<b>Figura 3</b> Sistema de impermeabilización con Geomembranas HDPE. ....	22
<b>Figura 4</b> Plano de Área de estudio del Polígono 7, Flor de bastión, Coop. Nueva Gye, Tiwinza. ....	26
<b>Figura 5</b> Condición de la vía existente, recuperado de la Municipalidad de Guayaquil (2023) .....	28
<b>Figura 6</b> Tramos Escogidos para el diseño de pavimento flexible convencional y con refuerzo de geosintético. ....	30
<b>Figura 7</b> Estaciones de Conteo 1 y 2 en ubicadas en el trayecto desde la Cooperativa Nueva Guayaquil hasta Tiwinza.....	35
<b>Figura 8</b> Estación de Conteo #1 Flor de bastión Popular Bloque #3 – Tía.....	36
<b>Figura 9</b> Estación de Conteo #2 Flor de bastión Popular – Escuela Fiscal Enrique Ibañez ...	36
<b>Figura 10</b> Estación de Peaje Chivería – (Guayaquil – Nobol).....	39
<b>Figura 11</b> Clasificación general de los vehículos .....	44
<b>Figura 12</b> Curva granulométrica de la calicata 1 (0.8 m) .....	51
<b>Figura 13</b> Curva granulométrica de la calicata 2 (0.8 m) .....	52
<b>Figura 14</b> Curva granulométrica de la calicata 3 (0.8 m) .....	53
<b>Figura 15</b> Curva granulométrica de la calicata 4 (0.9 m) .....	54
<b>Figura 16</b> Curva granulométrica de la calicata 5 (1.1 m) .....	55
<b>Figura 17</b> Curva granulométrica de la calicata 6 (1.2 m) .....	56
<b>Figura 18</b> Curva granulométrica de la calicata 7 (0.9 m) .....	57
<b>Figura 19</b> Curva granulométrica de la calicata 8 (1.1 m) .....	58
<b>Figura 20</b> Grafica del Límite liquido de la calicata 1 (1.2 m) .....	59
<b>Figura 21</b> Grafica del Límite liquido de la calicata 2 (0.9 m) .....	60
<b>Figura 22</b> Grafica del Límite liquido de la calicata 3 (0.8 m) .....	61
<b>Figura 23</b> Grafica del Límite liquido de la calicata 4 (0.9 m) .....	62

<b>Figura 24</b>	Grafica del Límite liquido de la calicata 5 (1.1 m) .....	63
<b>Figura 25</b>	Grafica del Límite liquido de la calicata 6 (1.2 m) .....	64
<b>Figura 26.</b>	Grafica del Límite liquido de la calicata 7 (0.9 m) .....	65
<b>Figura 27</b>	Grafica del Límite liquido de la calicata 8 (1.1 m) .....	66
<b>Figura 28.</b>	Curva humedad vs Densidad seca en la calicata 1 .....	74
<b>Figura 29</b>	Curva humedad vs Densidad seca en la calicata 2 .....	76
<b>Figura 30</b>	Curva humedad vs Densidad seca en la calicata 3 .....	78
<b>Figura 31</b>	Curva humedad vs Densidad seca en la calicata 4 .....	80
<b>Figura 32</b>	Curva humedad vs Densidad seca en la calicata 5 .....	82
<b>Figura 33</b>	Curva humedad vs Densidad seca en la calicata 6 .....	84
<b>Figura 34</b>	Curva humedad vs Densidad seca en la calicata 7 .....	86
<b>Figura 35</b>	Curva humedad vs Densidad seca en la calicata 8 .....	88
<b>Figura 36.</b>	Grafica Esfuerzos vs Penetración a los 56, 25 y 12 golpes de la calicata 1 .....	102
<b>Figura 37</b>	Grafica Esfuerzos vs penetración a los 56, 25 y 12 golpes de la calicata 2 .....	107
<b>Figura 38</b>	Grafica Esfuerzos vs Penetración a los 56, 25 y 12 golpes de la calicata 3 .....	112
<b>Figura 39</b>	Grafica Esfuerzos vs Penetración a los 56, 25 y 12 golpes de la calicata 4 .....	117
<b>Figura 40</b>	Grafica Esfuerzos vs Penetración a los 56, 25 y 12 golpes de la calicata 5 .....	122
<b>Figura 41</b>	Grafica Esfuerzos vs Penetración a los 56, 25 y 12 golpes de la calicata 6 .....	127
<b>Figura 42</b>	Grafica Esfuerzos vs Penetración a los 56, 25 y 12 golpes de la calicata 7 .....	132
<b>Figura 42</b>	Grafica Esfuerzos vs Penetración a los 56, 25 y 12 golpes de la calicata 8 .....	137
<b>Figura 43</b>	Ábaco Modulo Resiliente para Subrasantes .....	163
<b>Figura 44</b>	Ábaco Modulo Resiliente para Sub-base. ....	164
<b>Figura 45</b>	Ábaco Modulo Resiliente para Base. ....	165
<b>Figura 45</b>	Ábaco Modulo Resiliente para la Carpeta Asfáltica. ....	166
<b>Figura 46</b>	Número estructural (Sn) de la capa Subrasante Tramo 1 .....	168
<b>Figura 47</b>	Número estructural (Sn) de la capa Subrasante Tramo 2 .....	169
<b>Figura 48</b>	Número estructural (Sn) de la capa Subrasante Tramo 3 .....	169

**Figura 49** Número estructural (Sn) de la capa Subrasante Tramo 4..... 170

**Figura 50** Número estructural (Sn) de la capa Subrasante Tramo 5..... 170

**Figura 51** Número estructural (Sn) de la capa Subrasante Tramo 6..... 171

**Figura 52** Número estructural (Sn) de la capa Subrasante Tramo 7..... 171

**Figura 53** Número estructural (Sn) de la capa Subrasante Tramo 8..... 172

**Figura 54** Número estructural (Sn) de la capa Sub-Base..... 174

**Figura 55** Número estructural (Sn) de la capa Base. .... 174

**Figura 56** Número estructural (Sn) de la carpeta asfáltica..... 175

**Figura 57** Estructura Típica de los pavimentos flexibles..... 177

**Figura 58** Estructura del pavimento flexible convencional para tramos #1 y #5. .... 181

**Figura 59** Estructura del pavimento flexible convencional para tramos #4 y #8. .... 183

**Figura 60** Estructura del pavimento flexible convencional para tramos #2, #3, #6 y #7. .... 185

**Figura 61** Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 1 y 5 ..... 187

**Figura 62** Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 1 y 5 ..... 188

**Figura 63** Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 1 y 5 ..... 188

**Figura 64** Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 1 y 5 ..... 189

**Figura 65** Aviso del uso de geo sintético para estabilizar la subrasante..... 190

**Figura 66** Estructura de pavimento flexible con uso de geosintético para tramos 1 y 5 ..... 190

**Figura 67** Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 4 y 8 ..... 192

**Figura 68** Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 4 y 8 ..... 193

**Figura 69** Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 4 y 8 ..... 193

<b>Figura 70</b> Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 4 y 8 .....	194
<b>Figura 71</b> Estructura de pavimento flexible con uso de geosintético para tramos 4 y 8 .....	195
<b>Figura 72</b> Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 2, 3, 6 y 7 .....	197
<b>Figura 73</b> Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 2, 3, 6 y 7 .....	198
<b>Figura 74</b> Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 2, 3, 6 y 7 .....	198
<b>Figura 75</b> Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 2, 3, 6 y 7 .....	199
<b>Figura 76</b> Estructura de pavimento flexible con uso de geosintético para tramos 2, 3, 6 y 7 .....	200
<b>Figura 77</b> Matriz Causa-efecto (Matriz de Leopold) .....	209
<b>Figura 78</b> Diagrama de presupuesto del pavimento flexible con geosintético para los tramos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8.....	219
<b>Figura 79</b> Gráfica comparativa de costos de ambas alternativas. ....	321

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> .....	10
Especificaciones generales para materiales de la Sub-Base. ....	10
<b>Tabla 2</b> .....	11
Porcentaje de pasante granulométrico de la Sub-Base. ....	11
<b>Tabla 3</b> .....	12
Especificaciones generales para materiales de la Base.....	12
<b>Tabla 4</b> .....	13
Porcentaje de pasante granulométrico de la Base. ....	13
<b>Tabla 5</b> .....	14
Porcentaje de pasante granulométrico de la Capa de Rodadura. ....	14
<b>Tabla 6</b> .....	27
Coordenadas de los puntos del polígono 7 en coordenadas UTM WGS 84 – 17S.....	27
<b>Tabla 7</b> .....	29
Coordenadas de los tramos de vía urbana en coordenadas UTM WGS 84 – 17S.....	29
<b>Tabla 8</b> .....	31
Ubicación geográfica según su división .....	31
<b>Tabla 9</b> .....	37
Coordenadas de las estaciones de conteo vehicular en coordenadas UTM WGS 84 – 17S....	37
<b>Tabla 10</b> .....	37
Aforo Vehicular de la Estación 1 (Tía): Ingreso a la cooperativa por la Vía a Perimetral, sentido Centro – Mercado Bastión Popular. ....	37
<b>Tabla 11</b> .....	38
Aforo Vehicular de la Estación 2: Ingreso al Polígono 7 (Cooperativas Tiwinza, Nueva Guayaquil).....	38
<b>Tabla 12</b> .....	40
Coordenadas de las estaciones de peaje "Chivería" en coordenadas UTM WGS 84 – 17S....	40

<b>Tabla 13</b> .....	40
Factor mensual correspondiente al mes de noviembre. ....	40
<b>Tabla 14</b> .....	41
Factor de ajuste diario – Estación de conteo #1 .....	41
<b>Tabla 15</b> .....	42
Factor de ajuste diario – Estación de conteo #2.....	42
<b>Tabla 16</b> .....	45
Porcentaje de tráfico asignado de la Estación #1 .....	45
<b>Tabla 17</b> .....	45
Porcentaje de tráfico asignado de la Estación #2.....	45
<b>Tabla 18</b> .....	46
Tasas de crecimiento Ministerio de Transporte y Obras Públicas. ....	46
<b>Tabla 19</b> .....	47
Aforo de tráfico – TPDA – TPDA Proyectado – Estación #1 (Tía Flor de Bastión) .....	47
<b>Tabla 20</b> .....	48
Aforo de tráfico – TPDA – TPDA Proyectado – Estación #2 (Escuela Fiscal “Enrique Ibañez Mora”).....	48
<b>Tabla 21</b> .....	49
Coordenadas de calicatas en la vía urbana en coordenadas UTM WGS 84 – 17S.....	49
<b>Tabla 22</b> .....	51
Datos granulométricos obtenidos de la Calicata 1 (1.2 m) .....	51
<b>Tabla 23</b> .....	52
Datos granulométricos obtenidos de la Calicata 2 (0.9 m) .....	52
<b>Tabla 24</b> .....	53
Datos granulométricos obtenidos de la Calicata 3 (0.8 m) .....	53
<b>Tabla 25</b> .....	54
Datos granulométricos obtenidos de la Calicata 4 (0.9 m) .....	54

<b>Tabla 26</b> .....	55
Datos granulométricos obtenidos de la Calicata 5 (1.1 m) .....	55
<b>Tabla 27</b> .....	56
Datos granulométricos obtenidos de la Calicata 6 (1.2 m) .....	56
<b>Tabla 28</b> .....	57
Datos granulométricos obtenidos de la Calicata 7 (0.9 m) .....	57
<b>Tabla 29</b> .....	58
Datos granulométricos obtenidos de la Calicata 8 (1.1 m) .....	58
<b>Tabla 30</b> .....	59
Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 1 (1.2 m) .....	59
<b>Tabla 31</b> .....	60
Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 2 (0.9 m) .....	60
<b>Tabla 32</b> .....	61
Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 3 (0.8 m) .....	61
<b>Tabla 33</b> .....	62
Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 4 (0.9 m) .....	62
<b>Tabla 34</b> .....	63
Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 5 (1.1 m) .....	63
<b>Tabla 35</b> .....	64
Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 6 (1.2 m) .....	64
<b>Tabla 36</b> .....	65
Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 7 (0.9 m) .....	65
<b>Tabla 37</b> .....	66
Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 8 (1.1 m) .....	66
<b>Tabla 38</b> .....	67
Datos de Límite Plástico obtenidos de la Calicata 1 (1.2 m) .....	67
<b>Tabla 39</b> .....	67

Datos de Límite Plástico obtenidos de la Calicata 2 (0.9 m) .....	67
<b>Tabla 40</b> .....	68
Datos de Límite Plástico obtenidos de la Calicata 3 (0.8 m) .....	68
<b>Tabla 41</b> .....	68
Datos de Límite Plástico obtenidos de la Calicata (0.9 m) .....	68
<b>Tabla 42</b> .....	69
Datos de Límite Plástico obtenidos de la Calicata 5 (1.1 m) .....	69
<b>Tabla 43</b> .....	69
Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 6 (1.2 m) .....	69
<b>Tabla 44</b> .....	70
Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 7 (0.9 m) .....	70
<b>Tabla 45</b> .....	70
Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 8 (1.1 m) .....	70
<b>Tabla 46</b> .....	71
Resultados del Índice plástico de cada calicata .....	71
<b>Tabla 47</b> .....	72
Materiales usados para la compactación.....	72
<b>Tabla 48</b> .....	73
Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 1 .....	73
<b>Tabla 49</b> .....	75
Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 2 .....	75
<b>Tabla 50</b> .....	77
Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 3 .....	77
<b>Tabla 51</b> .....	79
Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 4 .....	79
<b>Tabla 52</b> .....	81
Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 5 .....	81

<b>Tabla 53</b> .....	83
Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 6 .....	83
<b>Tabla 54</b> .....	85
Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 7 .....	85
<b>Tabla 55</b> .....	87
Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 8 .....	87
<b>Tabla 56</b> .....	98
Resultado de Densidades húmedas de la calicata 1 .....	98
<b>Tabla 57</b> .....	99
Resultado de Contenido de humedad de la calicata 1 .....	99
<b>Tabla 58</b> .....	100
Resultado de Esponjamiento (Hinchamiento) de la calicata 1.....	100
<b>Tabla 59</b> .....	101
Resultado de los esfuerzos según los datos obtenidos en la penetración a los 56, 25 y 12 golpes en la calicata 1 .....	101
<b>Tabla 60</b> .....	103
Resultado de Densidades húmedas de la calicata 2 .....	103
<b>Tabla 61</b> .....	104
Resultado de Contenido de humedad de la calicata 2.....	104
<b>Tabla 62</b> .....	105
Resultado de Esponjamiento (Hinchamiento) de la calicata 2.....	105
<b>Tabla 63</b> .....	106
Resultado de los esfuerzos según los datos obtenidos en la penetración a los 56, 25 y 12 golpes en la calicata 2 .....	106
<b>Tabla 64</b> .....	108
Resultado de Densidades húmedas de la calicata 3 .....	108
<b>Tabla 65</b> .....	109
Resultado de Contenido de humedad de la calicata 3 .....	109

<b>Tabla 66</b> .....	110
Resultado de Esponjamiento (Hinchamiento) de la calicata 3.....	110
<b>Tabla 67</b> .....	111
Resultado de los esfuerzos según los datos obtenidos en la penetración a los 56, 25 y 12 golpes en la calicata 3 .....	111
<b>Tabla 68</b> .....	113
Resultado de Densidades húmedas de la calicata 4 .....	113
<b>Tabla 69</b> .....	114
Resultado de Contenido de humedad de la calicata 4.....	114
<b>Tabla 70</b> .....	115
Resultado de Esponjamiento (Hinchamiento) de la calicata 4.....	115
<b>Tabla 71</b> .....	116
Resultado de los esfuerzos según los datos obtenidos en la penetración a los 56, 25 y 12 golpes en la calicata 4 .....	116
<b>Tabla 72</b> .....	118
Resultado de Densidades húmedas de la calicata 5 .....	118
<b>Tabla 73</b> .....	119
Resultado de Contenido de humedad de la calicata 5.....	119
<b>Tabla 74</b> .....	120
Resultado de Esponjamiento (Hinchamiento) de la calicata 5.....	120
<b>Tabla 75</b> .....	121
Resultado de los esfuerzos según los datos obtenidos en la penetración a los 56, 25 y 12 golpes en la calicata 5 .....	121
<b>Tabla 76</b> .....	123
Resultado de Densidades húmedas de la calicata 6 .....	123
<b>Tabla 77</b> .....	124
Resultado de Contenido de humedad de la calicata 6.....	124
<b>Tabla 78</b> .....	125

Resultado de Esponjamiento (Hinchamiento) de la calicata 6.....	125
<b>Tabla 79</b> .....	126
Resultado de los esfuerzos según los datos obtenidos en la penetración a los 56, 25 y 12 golpes en la calicata 6 .....	126
<b>Tabla 80</b> .....	128
Resultado de Densidades húmedas de la calicata 7 .....	128
<b>Tabla 81</b> .....	129
Resultado de Contenido de humedad de la calicata 7.....	129
<b>Tabla 82</b> .....	130
Resultado de Esponjamiento (Hinchamiento) de la calicata 7.....	130
<b>Tabla 83</b> .....	131
Resultado de los esfuerzos según los datos obtenidos en la penetración a los 56, 25 y 12 golpes en la calicata 7 .....	131
<b>Tabla 84</b> .....	133
Resultado de Densidades húmedas de la calicata 8 .....	133
<b>Tabla 85</b> .....	134
Resultado de Contenido de humedad de la calicata 8.....	134
<b>Tabla 86</b> .....	135
Resultado de Esponjamiento (Hinchamiento) de la calicata 8.....	135
<b>Tabla 87</b> .....	136
Resultado de los esfuerzos según los datos obtenidos en la penetración a los 56, 25 y 12 golpes en la calicata 8 .....	136
<b>Tabla 88</b> .....	139
Características de diseño del sistema vial urbano según normas de vialidad y tráfico.....	139
<b>Tabla 89</b> .....	140
Resumen de estudios de granulometría.....	140
<b>Tabla 90</b> .....	141
Resumen de estudios (Limites de Atterberg).....	141

<b>Tabla 91</b> .....	142
Resumen de estudios (Ensayo Proctor).....	142
<b>Tabla 92</b> .....	143
Resumen de estudios (C.B.R) .....	143
<b>Tabla 93</b> .....	146
Evaluación de alternativas de diseño .....	146
<b>Tabla 94</b> .....	150
Carga por eje de Vehículo.....	150
<b>Tabla 95</b> .....	151
Cálculo del factor camión para cada eje del vehículo.....	151
<b>Tabla 96</b> .....	154
Factor Camión de cada Vehículo Aforado.....	154
<b>Tabla 97</b> .....	155
Factor Camión de cada Vehículo Aforado.....	155
<b>Tabla 98</b> .....	156
Nivel de confiabilidad para una carretera. ....	156
<b>Tabla 99</b> .....	157
Parámetros de Serviciabilidad.....	157
<b>Tabla 100</b> .....	158
Relación de confiabilidad y el valor de $Z_r$ .....	158
<b>Tabla 101</b> .....	159
Desviación estándar del sistema ( $S_o$ ). ....	159
<b>Tabla 102</b> .....	160
Evaluación de drenajes método AASHTO 93. ....	160
Nota: Diseño de Pavimento AASHTO 93. ....	160
<b>Tabla 103</b> .....	160
Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles.....	160

<b>Tabla 104</b> .....	161
Módulo Resiliente para la subrasante de cada tramo.....	161
<b>Tabla 105</b> .....	167
Módulo Resiliente para cada capa del pavimento.....	167
<b>Tabla 106</b> .....	172
Número Estructural de la subrasante de cada tramo de vía. ....	172
<b>Tabla 107</b> .....	175
Número Estructural de las capas del pavimento para los tramos con CBR 2%. ....	175
<b>Tabla 108</b> .....	176
Número Estructural de las capas del pavimento para los tramos con CBR 3%. ....	176
<b>Tabla 109</b> .....	176
Número Estructural de las capas del pavimento para los tramos con CBR 4%. ....	176
<b>Tabla 110</b> .....	179
Tabla de espesores mínimos de concreto asfáltico y base granular.....	179
<b>Tabla 111</b> .....	181
Tabla de resultados del cálculo de espesores para tramos #1 y #5 .....	181
<b>Tabla 112</b> .....	183
Tabla de resultados del cálculo de espesores para tramos #4 y #8 .....	183
<b>Tabla 113</b> .....	185
Tabla de resultados del cálculo de espesores para tramos #2, #3, #6 y #7 .....	185
<b>Tabla 114</b> .....	190
Tabla de resultados del cálculo de espesores usando la geomalla InterAx (NX750) para tramos 1 y 5.....	190
<b>Tabla 115</b> .....	191
Tabla comparativa entre el diseño del pavimento flexible convencional y con geosintético para los tramos 1 y 5.....	191
<b>Tabla 116</b> .....	195

Tabla de resultados del cálculo de espesores usando la geomalla InterAx (NX750) para tramos 4 y 8.....	195
<b>Tabla 117</b> .....	196
Tabla comparativa entre el diseño del pavimento flexible convencional y con geosintético para los tramos 4 y 8 .....	196
<b>Tabla 118</b> .....	200
Tabla de resultados del cálculo de espesores usando la geomalla InterAx (NX750) para tramos 2, 3, 6 y 7.....	200
<b>Tabla 119</b> .....	201
Tabla comparativa entre el diseño del pavimento flexible convencional y con geosintético para los tramos 2, 3, 6 y 7 .....	201
<b>Tabla 120</b> .....	207
Impactos que generan cada actividad del proyecto.....	207
<b>Tabla 121</b> .....	211
Escala de valoración cualitativa.....	211
<b>Tabla 122</b> .....	212
Valoración de impacto ambiental. ....	212
<b>Tabla 123</b> .....	213
Calificación de la escala de valoración cualitativa .....	213
<b>Tabla 124</b> .....	214
Calificación del impacto ambiental .....	214
<b>Tabla 122</b> .....	320
Tabla costos por metro lineal de cada tramo de vía.....	320
<b>Tabla 125</b> .....	322
Tabla comparativa de costos de ambas alternativas. ....	322

**Índice de planos**

Plano 1 Plano topográfico de la zona de estudio proporcionado por el cliente www.guayaquil.gob.ec.....	32
Plano 2 Plano topográfico con tramos y calicatas señaladas .....	33
Plano 3 Plano de ubicación de calicatas estudiadas.....	50

# Capítulo 1

## **1. INTRODUCCIÓN**

El crecimiento de la infraestructura vial es uno de los elementos más esenciales para que un país crezca y permita la integración de una nación. Las obras civiles, sobre todo las vinculadas al transporte, posibilitan la conexión entre comunidades, haciendo más fácil el intercambio comercial y reconfortar los trabajos productivos.

En el campo de la ingeniería civil el planificar, diseñar y ejecutar los proyectos viales es un reto permanente que exige resolver temas sostenibles, económicos y técnicos. Las restricciones de los recursos naturales, el aumento del tránsito y las condiciones ambientales han motivado a los expertos en este campo a explorar opciones que aseguren la eficiencia y la durabilidad de las infraestructuras.

El interés de tratar este tipo de proyectos se debe a su efecto inmediato en la seguridad, movilidad y la productividad regional. Asimismo, fomentan el desarrollo del conocimiento profesional y académico en el área de la ingeniería civil al impulsar la utilización de metodologías renovadas y perspectivas sostenibles como el uso y empleo de geosintéticos, especialmente en los costos.

### **1.1 Antecedentes**

Se evidencia la necesidad de intervenir en sectores con escasa atención municipal, específicamente en las cooperativas Tiwinza y Nuevo Guayaquil. Si bien la mayoría de los predios dispone de agua potable y alcantarillado sanitario, gran parte de la red vial permanece al nivel del terreno natural, lo que hace indispensable desarrollar estudios que sustenten una inversión en la construcción de pavimento

El diagnóstico realizada muestra que la vialidad existente se encuentra en malas condiciones, volviéndose intransitable durante la temporada invernal. A ello se suma la geometría irregular de las vías, que incrementa los costos de mantenimiento vehicular y

prolonga los tiempos de viaje de los moradores. Asimismo, la ausencia de aceras, rampas y señalización dificulta la movilidad, sobre todo en personas con discapacidad.

## **1.2 Descripción del Problema**

Los diseños de pavimentos flexibles tradicionales necesitan grandes espesores en sus capas estructurales, lo que supone un elevado gasto de materiales y una mayor inversión en la construcción. Además de aumentar la huella ambiental debido a la extracción y el transporte de áridos, esta circunstancia puede ser ineficaz en áreas con suelos que tienen una capacidad portante reducida, donde el pavimento tiene tendencia a deformarse y deteriorarse rápidamente. La ausencia de mantenimiento y las consecuencias climáticas han empeorado estas condiciones en la ruta que une las cooperativas Tiwinza y Nuevo Guayaquil, causando perjuicios a la seguridad y movilidad de los usuarios. Por esta razón, se estima que es imprescindible proponer una opción técnica que mejore el rendimiento de los recursos, optimice el comportamiento de la estructura y asegure una mayor durabilidad de la infraestructura vial.

El sistema vial de la cooperativa Nuevo Guayaquil y Tiwinza, ubicadas en la provincia del guayas, presenta condiciones funcionales y estructurales deficientes que afectan directamente con la seguridad y movilidad de los habitantes. La gran parte de las vías existentes en su mayoría se encuentran sin pavimentar, con escasa capacidad estructural, geoméricamente irregulares, lo que implica un deterioro acelerado en temporadas invernales. Por lo que, en ciertos tramos estas condiciones provocan que las vías sean intransitables, afectando con las necesidades cotidianas y el desarrollo económico local.

Del mismo modo, la falta de pavimentación, ausencia de mantenimiento preventivo y el uso de materiales convencionales sin refuerzo estructural han generado baches, fisuras y deformaciones plásticas. Además, las características sobre la mecánica de los suelos en la

zona presentan baja capacidad portante, lo que se compromete siendo susceptible con deformaciones bajo cargas vehiculares repetitivas. Factores como la irregularidad geométrica y exposición a la humedad, agravan las condiciones de las capas granulares del pavimento.

Respecto a la ingeniería vial, diseñar un pavimento para zonas de tráfico demandante es importante respetar un equilibrio sobre el costo de construcción y la eficiencia estructural. Tradicionalmente se suelen requerir espesores de subbase y base granular muy grandes para poder contribuir a la falta de capacidad portante del suelo, lo que incrementa el presupuesto y cantidad de material.

### **1.3 Justificación del Problema**

La mayoría de los diseños de pavimentos flexibles suelen implicar altos costos y presentar dificultades durante su construcción, lo que limita la aplicación de soluciones eficientes en vías de bajo y medio tránsito. En el caso de la vía que conecta la Cooperativa Nuevo Guayaquil Tiwinza, se puede evidenciar la falta de mantenimiento, el efecto de las condiciones climáticas y el uso de materiales convencionales sin refuerzo, lo que podría provocar fisuras, baches y deformaciones que afectan la seguridad vial.

Ante esta situación, los geosintéticos representan una alternativa eficiente y sostenible, ya que permiten mejorar el comportamiento estructural del pavimento, prolongar su vida útil y optimizar los costos de construcción y mantenimiento; sin embargo, su implementación en la provincia del Guayas aun es limitada debido al desconocimiento técnico, por lo que resulta necesario analizar y diseñar un pavimento flexible con refuerzo de geosintético para esta vía, con el fin de demostrar su viabilidad técnica, económica y social. Resolver esta problemática permitiría reducir los costos de material y, en caso contrario, se incrementaría la huella de carbono asociada al transporte y uso excesivo de recursos.

Esta problemática involucra no solo aspectos sociales, si no también económicos. Representando un riesgo a la seguridad y movilidad de los habitantes de la cooperativa Nuevo Guayaquil y Tiwinza, debido a las malas condiciones de la vía que los comunica y a las adversidades que presenta durante el invierno. La falta de un pavimento estructural adecuado incrementa las probabilidades de accidentes, intensifican el desgaste de los vehículos y apoya al aislamiento de la comunidad, restringiendo el acceso a servicios esenciales, tales como educación y comercio. Paralelamente, el mal estado de la vía genera disminución de la productividad generando pérdidas económicas derivadas a mayores tiempos de movilización o incluso hasta nula, afectando a actividades vinculadas al intercambio de bienes y servicios.

Ante esta situación, se plantea la ejecución de un estudio técnico de carácter comparativo orientado en el análisis de las condiciones del terreno, volumen de tránsito y capacidad estructural del pavimento. El enfoque central es exponer una propuesta ingenieril que asegure la funcionalidad y durabilidad de la infraestructura vial, disminuyendo los efectos negativos generados por las temporadas invernales y la baja capacidad portante del suelo.

De igual manera, este proyecto es un el comienzo para la comprobación de alternativas constructivas innovadoras, especialmente aplicables a vías de tránsito demandantes. Los resultados sirven como una referencia técnica para futuros diseños de obras con características similares geotécnica y climáticamente hablando.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Diseñar el pavimento flexible de una vía con refuerzos geosintéticos, aplicando criterios técnicos de ingeniería de pavimentos y análisis comparativos de desempeño, mejorando la capacidad estructural y prolongando la vida útil de la infraestructura vial.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Diseñar un pavimento flexible convencional, elaborando un estudio comparativo de desempeño.
2. Realizar el pavimento flexible con el uso de geosintéticos, mejorando la capacidad de carga y aumentando la durabilidad
3. Elaborar un análisis comparativo de costos entre la construcción de un pavimento flexible convencional y uno con refuerzo de geosintéticos, determinando su relación costo-beneficio y la incidencia en la prolongación de la vida útil de la vía.

## **Capítulo 2**

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 Revisión de literatura**

En este capítulo se presenta una revisión de literatura que evidencia que el uso de refuerzos geosintéticos en pavimentos flexibles se relaciona con teorías y prácticas consolidadas. Esta revisión se organiza desde una visión global del sector de pavimentos, hacia la función específica de los geosintéticos, hasta llegar al enfoque aplicado que vincula directamente con el diseño de pavimento flexible con refuerzos geosintéticos como en este proyecto.

#### **2.1.1 Vía Urbana**

La NTE INEN 1678 (Urbanización Sistema vial urbano) define la vía urbana como aquella destinada al tránsito vehicular y peatonal dentro de los sectores urbanos y centros poblados, excluyendo las autopistas, avenidas y vías de tránsito rápido que sirven para el acceso, salida o circunvalación de dichas zonas. Esta normativa establece que las vías urbanas forman parte del sistema de movilidad interna de la ciudad, permitiendo la conectividad entre barrios, áreas residenciales, zonas comerciales y espacios de uso público. Además, contempla que su diseño debe responder no solo al flujo vehicular, sino también a las demandas de accesibilidad, seguridad vial, integración peatonal y funcionalidad del entorno urbano, considerando elementos como intersecciones, accesos, franjas de estacionamiento, paraderos de transporte público y áreas para ciclistas. En este sentido, la vía urbana se caracteriza por un funcionamiento mixto, donde coexisten múltiples tipos de usuarios y se prioriza la circulación a velocidades moderadas para garantizar condiciones seguras y eficientes dentro del tejido urbano. (INEN, 1988).

### **2.1.2 Pavimento flexible**

El pavimento flexible es una estructura conformada por un conjunto de capas superpuestas cuya función es resistir, disipar y transmitir gradualmente las cargas del tránsito hacia el terreno de fundación. Su capa superior es la carpeta asfáltica o mezcla bituminosa, encargada de proporcionar una superficie de rodadura impermeable, resistente al deslizamiento y capaz de soportar esfuerzos de tracción, compresión y cortante generados por el tráfico.

Debajo de esta se encuentran las capas estructurales inferiores, generalmente la base granular y la subbase, formadas por materiales seleccionados y compactados que actúan como elementos de transición de esfuerzos, reduciendo progresivamente la magnitud de las tensiones verticales hacia la subrasante (Montejo Fonseca, 2002).

### **2.1.3 Terraplén**

Un terraplén se entiende como el cuerpo de relleno que forma parte de la explanación de la vía, construido generalmente con materiales seleccionados y compactados capa por capa, cuya función es elevar la rasante del camino sobre el terreno natural para mantener condiciones adecuadas de drenaje, estabilidad y soporte estructural. En zona de terraplén, puede preverse la interposición de una capa drenante entre el terreno natural y el cuerpo del terraplén, especialmente en el caso de construcción sobre suelos compresibles (Montejo Fonseca, 2002).

### **2.1.4 Sub-Base**

Es una capa estructural que forma parte del pavimento, generalmente constituida por agregados pétreos de procedencia natural o procesada, convenientemente graduados, uniformemente extendidos y compactados, que se construye directamente sobre la subrasante preparada y sirve de apoyo a la capa de base o directamente a la superficie de rodadura cuando la base no es requerida. De acuerdo con el Ministerio de Obras Públicas (MOP,

2002), su objetivo principal es garantizar una distribución adecuada de las cargas hacia las capas inferiores y contribuir al desempeño estructural y funcional del pavimento (MOP, 2002, Sección 403-1).

Las funciones específicas de la Sub-Base son:

- Servir como capa de drenaje, permitiendo la evacuación del agua infiltrada desde las capas superiores y evitando su acumulación dentro de la estructura del pavimento (MOP, 2002, Sección 403-2).
- Controlar o reducir los cambios volumétricos debidos a la variabilidad de la humedad, elasticidad o plasticidad del material de la subrasante, mejorando la estabilidad de la estructura.
- Evitar la ascensión capilar del agua proveniente de capas freáticas cercanas o de otras fuentes subterráneas, protegiendo al pavimento contra daños por saturación o hinchamiento, especialmente en zonas con ciclos de heladas o fuertes lluvias (MOP, 2002, Sección 403-3).

Especificaciones:

**Tabla 1**

*Especificaciones generales para materiales de la Sub-Base.*

<b>Propiedad del material</b>	<b>Requisito mínimo / máximo</b>	<b>Normas de ensayo asociadas</b>
CBR (California Bearing Ratio)	$\geq 30 \%$	AASHTO T-193
Límite líquido (LL)	$\leq 25$	INEN 691 / AASHTO T-89
Índice plástico (IP)	$< 6$	INEN 692 / AASHTO T-90
Desgaste de Los Angeles	$\leq 50 \%$	INEN 860 / AASHTO T-96

*Nota.* MOP-001-F-2002 (Libro Amarillo), Sección 403-1.02 y 816-2.

Según el MOP-001-F-2002, las sub-bases se clasifican en tres clases, y su uso depende de las condiciones contractuales y de diseño. A continuación, se detallan sus características granulométricas:

**Tabla 2**

*Porcentaje de pasante granulométrico de la Sub-Base.*

<b>Tamiz (mm / pulgadas)</b>	<b>Clase 1</b>	<b>Clase 2</b>	<b>Clase 3</b>
3" (76.2 mm)	—	—	100
2" (50.4 mm)	—	100	—
1 ½" (38.1 mm)	100	70 – 100	—
Nº 4 (4.75 mm)	30 – 70	30 – 70	30 – 70
Nº 40 (0.425 mm)	10 – 35	15 – 40	—
Nº 200 (0.075 mm)	0 – 15	0 – 20	0 – 20

*Nota.* MOP-001-F-2002, Tabla 403-1.1, Sección 403-1.02 y 816-2

### **2.1.5 Base**

La base constituye una de las capas estructurales más importantes del pavimento, ubicada inmediatamente sobre la sub-base y bajo la carpeta de rodadura. Está compuesta por material granular o estabilizado, seleccionado y procesado, con características adecuadas de resistencia, durabilidad y gradación. Según el Ministerio de Obras Públicas (MOP, 2002), su función principal es distribuir las cargas del tránsito hacia las capas inferiores, proporcionando soporte estructural y estabilidad al conjunto del pavimento (MOP, 2002, Sección 404-1.01).

Las funciones principales de la base son:

- Aumentar la capacidad estructural de la vía, distribuyendo las cargas de forma gradual hacia la sub-base.
- Proporcionar una superficie uniforme, estable y drenante para la colocación de la capa de rodadura.
- Reducir los efectos de la humedad ascendente y de los cambios volumétricos del suelo subyacente.
- Contribuir al drenaje y mejorar el desempeño mecánico de la estructura del pavimento (MOP, 2002, Sección 404-1.01; 404-1.02).

Especificaciones:

De acuerdo con el MOP-001-F-2002, las bases se clasifican en bases granulares y bases estabilizadas, pudiendo emplearse cemento Portland, cal o asfalto como agentes estabilizantes, según las condiciones del proyecto (MOP, 2002, Sección 404-1; 404-2; 404-3; 404-4).

Las características generales exigidas para la base granular son las siguientes:

**Tabla 3**

*Especificaciones generales para materiales de la Base.*

<b>Propiedad del material</b>	<b>Requisito mínimo / máximo</b>	<b>Normas de ensayo asociadas</b>
CBR (California Bearing Ratio)	$\geq 80 \%$	AASHTO T-193
Límite líquido (LL)	$< 25$	INEN 691 / AASHTO T-89
Índice plástico (IP)	$< 6$	INEN 692 / AASHTO T-90
Desgaste de Los Ángeles	$\leq 40 \%$	INEN 860 / AASHTO T-96

*Nota.* MOP-001-F-2002, Sección 814-3.02 y Capítulo 400.

En cuanto a la granulometría, el MOP establece los límites que deben cumplir los agregados gruesos y finos empleados en la mezcla, según la Tabla 404-2.1 del documento original:

**Tabla 4**

*Porcentaje de pasante granulométrico de la Base.*

<b>Tamiz (mm / pulgadas)</b>	<b>Clase 1 (Tipo A)</b>	<b>Clase 1 (Tipo B)</b>	<b>Clase 2</b>	<b>Clase 3</b>	<b>Clase 4</b>
2" (50.8 mm)	100	—	—	—	—
1½" (38.1 mm)	70–100	100	—	—	—
1" (25.4 mm)	55–85	70–100	100	—	—
¾" (19.0 mm)	50–80	60–90	70–100	100	100
⅜" (9.5 mm)	35–60	45–75	—	50–80	50–80
Nº 4 (4.75 mm)	25–50	30–60	20–50	45–80	35–65
Nº 10 (2.00 mm)	20–40	20–50	25–50	30–60	—
Nº 40 (0.425 mm)	10–25	10–25	15–30	20–35	15–30
Nº 200 (0.075 mm)	2–12	2–12	3–15	3–15	0–15

*Nota.* MOP-001-F-2002, Tablas 404-1.1 a 404-1.4, Sección 814.

### **2.1.6 Capa de Rodadura**

La capa de rodadura constituye la parte superior de la estructura del pavimento, directamente expuesta al tránsito vehicular y a las condiciones ambientales. Según el Ministerio de Obras Públicas (MOP, 2002), esta capa está formada por materiales específicamente seleccionados para proporcionar una superficie antideslizante, impermeable y resistente a la abrasión y a los

agentes climáticos. A menudo se la denomina también capa de desgaste (MOP, 2002, Sección 100, p. I-7).

De acuerdo con las especificaciones del MOP, la capa de rodadura tiene la función principal de proporcionar comodidad, seguridad y durabilidad al tránsito, además de distribuir uniformemente las cargas hacia las capas inferiores (MOP, 2002, Sección 405-5.01). Su desempeño depende de la calidad de los materiales, la adecuada compactación y el control de la humedad y temperatura durante la construcción.

**Tabla 5**

*Porcentaje de pasante granulométrico de la Capa de Rodadura.*

<b>Tamiz (mm / pulgadas)</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
38.1 mm (1 ½")	100	—	—	—	—	—
25.4 mm (1 ")	90 – 100	100	—	—	—	—
19.0 mm (¾ ")	20 – 55	90 – 100	100	—	—	—
12.7 mm (½ ")	0 – 15	20 – 55	90 – 100	100	100	—
9.5 mm (⅜ ")	0 – 5	0 – 15	40 – 75	90 – 100	90 – 100	100
4.75 mm (No. 4)	—	0 – 5	0 – 15	0 – 20	10 – 30	75 – 100
2.36 mm (No. 8)	—	—	0 – 5	0 – 10	0 – 10	20 – 55
1.18 mm (No. 16)	—	—	—	0 – 5	0 – 5	0 – 10
0.60 mm (No. 30)	—	—	—	—	—	0 – 5
0.075 mm (No. 200)	0 – 2	0 – 2	0 – 2	0 – 2	0 – 2	0 – 2

*Nota.* MOP-001-F-2002, Tabla 405.3.1, Sección 405 – Capa de Rodadura.

### **2.1.7 Bordillo**

El bordillo es un elemento lineal de concreto, prefabricado o construido *in situ*, cuya función es delimitar la calzada, contener el pavimento y servir como elemento de guía y confinamiento lateral. Además, cumple la función de canalizar las aguas superficiales hacia las cunetas, proteger los bordes del pavimento del deterioro por erosión y separar las áreas destinadas al tránsito vehicular de las zonas peatonales o ajardinadas. Su diseño, dimensiones y resistencia dependerán del tipo de vía y de las cargas a las que estará sometido, siguiendo las especificaciones establecidas por el Ministerio de Obras Públicas del Ecuador (MOP-001-F-2002, Sección 616).

### **2.1.8 Cuneta**

Las cunetas son estructuras longitudinales construidas a los costados de la calzada, cuya función principal es recoger y conducir las aguas de escorrentía superficial hacia los sistemas de drenaje o desagüe. Estas se ejecutan generalmente en concreto simple, con secciones trapezoidales o triangulares, y su diseño debe asegurar la capacidad hidráulica suficiente para evacuar el caudal máximo esperado sin producir erosión en los taludes ni socavación del borde del pavimento. Además, deben garantizar una superficie estable y de fácil mantenimiento, considerando la pendiente longitudinal de la vía y las condiciones topográficas del terreno (MOP-001-F-2002, Sección 616).

### **2.1.9 Aceras**

Las aceras son superficies peatonales construidas generalmente con concreto, que se ubican a los lados de las calzadas y sirven para el tránsito seguro de los peatones, separándolos del flujo vehicular. Forman parte del espacio público de la vía y cumplen una función de seguridad y accesibilidad. Deben diseñarse y construirse con pendientes adecuadas para el drenaje superficial, garantizando una superficie antideslizante, uniforme y sin irregularidades

que afecten el desplazamiento. Además, su estructura debe tener la resistencia y el espesor apropiados para soportar el tránsito peatonal y ocasionalmente de mantenimiento o emergencias (MOP-001-F-2002, Sección 616).

#### **2.1.10 Aforo Vehicular**

Para diseñar el pavimento de manera estructural, es esencial calcular el tráfico vehicular, pues la carga acumulada y la composición del tránsito son las que determinan los materiales y espesores necesarios. El MTOP, dentro del marco normativo de Ecuador, sostiene que los aforos manuales o automáticos, junto con factores de conversión a vehículo equivalente, posibilitan la proyección del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) y de los ejes equivalentes acumulados en el periodo de diseño del pavimento. Esta metodología ayuda a clasificar la vía, calcular la sección y prever el comportamiento estructural del firme frente a cargas recurrentes, lo que contribuye a una infraestructura más eficaz y apropiada para el contexto local (MTOP, 2013).

#### **2.1.11 Tráfico Promedio Diario Anual**

El Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) es el promedio de vehículos que transitan por una carretera a diario durante un año; esta cifra es clave para el diseño estructural de los pavimentos. Este valor es el resultado de aforos vehiculares efectuados en campo, los cuales se ajustan utilizando factores de corrección que tienen en cuenta la fluctuación de tránsito a diario, semanal y por estaciones. El TPDA posibilita la clasificación de las vías, el pronóstico del aumento en el tráfico vehicular y la determinación de las cargas equivalentes que incidirán en el pavimento durante su vida útil, garantizando así que la estructura diseñada se ajuste apropiadamente a las condiciones operativas anticipadas (MTOP, 2013).

### **2.1.12 Estudios de suelo en pavimentos flexibles**

La realización de estudios de suelo en proyectos de pavimentación es esencial para garantizar la estabilidad, durabilidad y seguridad de las estructuras viales. El comportamiento mecánico del pavimento depende directamente de las propiedades físicas y geotécnicas del terreno de fundación o subrasante, ya que este actúa como soporte ante las cargas del tránsito. Conocer la composición, humedad, compactabilidad y resistencia del suelo permite seleccionar materiales adecuados y definir espesores estructurales óptimos, evitando fallas prematuras como deformaciones o agrietamientos (Holtz, Kovacs & Sheahan, 2011).

#### **Ensayo de Granulometría**

El análisis granulométrico es un ensayo que permite determinar la distribución del tamaño de las partículas de un suelo, clasificándolas en gravas, arenas, limos y arcillas. Este ensayo se realiza mediante tamizado (para partículas gruesas) y sedimentación (para finas), permitiendo evaluar la uniformidad del material y su comportamiento mecánico ante cargas. La granulometría es fundamental en el diseño de capas estructurales del pavimento, ya que influye en la compactación, permeabilidad y estabilidad del suelo (Das, 2016).

#### **Ensayo de Límites de Atterberg**

Los límites de Atterberg (límite líquido, límite plástico y límite de contracción) permiten identificar el comportamiento plástico y la consistencia de los suelos finos. Estos parámetros determinan la humedad a la cual el suelo pasa de un estado sólido a plástico y luego a líquido. Su interpretación es clave para clasificar suelos cohesivos y estimar su comportamiento frente a la variación de humedad, fenómeno común en pavimentos construidos sobre arcillas expansivas. Por tanto, los límites de Atterberg permiten predecir problemas de expansión o retracción en las subrasantes (Braja M. Das & Sobhan, 2018).

### **Ensayo Proctor**

El ensayo Proctor tiene como objetivo establecer la relación entre el contenido de humedad y la densidad seca máxima que un suelo puede alcanzar mediante compactación. Esta prueba define la humedad óptima a la cual el suelo logra su máxima densidad, parámetro esencial para el control de calidad en obras de pavimentación. Compactar un suelo con la humedad adecuada mejora su resistencia, reduce asentamientos y garantiza un soporte uniforme para las capas superiores del pavimento (Holtz, Kovacs & Sheahan, 2011).

### **Ensayo CBR (California Bearing Ratio)**

El ensayo CBR evalúa la capacidad de soporte del suelo comparando su resistencia a la penetración con la de un material estándar triturado. Es un parámetro clave en el diseño estructural de pavimentos flexibles, ya que permite estimar el espesor requerido de las capas de base, subbase y carpeta asfáltica. Un valor bajo de CBR indica suelos de mala calidad y necesidad de estabilización o refuerzo. En Ecuador, este ensayo es ampliamente utilizado en proyectos viales como indicador directo de la capacidad portante de la subrasante (Holtz, Kovacs & Sheahan, 2011).

#### **2.1.13 Geosintéticos**

Los geosintéticos son compuestos poliméricos que se utilizan en la ingeniería civil con el fin de interactuar con el terreno y optimizar el desempeño estructural de las construcciones. Se presentan en diversas formas, como geotextiles, geomallas o geoláminas. Su objetivo es el de filtrar, drenar, reforzar y separar. Principalmente, están hechos de polímeros como el poliéster y el polipropileno, que fueron elegidos por su estabilidad térmica, resistencia mecánica y durabilidad. El poliéster presenta un mejor desempeño frente a variaciones de temperatura en comparación con el polipropileno, lo que lo hace más adecuado para aplicaciones en capas asfálticas. Desde su introducción en la década de 1970, los geosintéticos han sido

ampliamente utilizados en proyectos viales, ya que mejoran la distribución de cargas, reducen deformaciones y prolongan la vida útil de los pavimentos, representando una alternativa técnica y ambientalmente eficiente frente a los métodos tradicionales. (Norambuena-Contreras, Barraza, Castro-Fresno, & Vega-Zamanillo, ).

## **Geotextiles**

Son materiales sintéticos permeables, hechos de fibras poliméricas como el poliéster o el polipropileno. Se disponen en estructuras, las cuales pueden ser tejidas y no tejidas, sirven para separar, filtrar y drenar entre capas de diferentes materiales. Los geotextiles tejidos, por su parte, entrelazan las fibras en trama y urdimbre, lo que da lugar a una estructura con más resistencia mecánica y es perfecta para estabilizar los suelos o reforzar plataformas de tránsito pesado (EcogeoX, 2023). Por su parte, los geotextiles no tejidos se crean al unir fibras sintéticas de manera aleatoria a través de un proceso térmico, químico o mecánico. Esto les otorga mayor porosidad y adaptabilidad, facilitando la evacuación de fluidos y el filtrado de agua (Maccaferri, 2025). Los geotextiles, gracias a su versatilidad, se utilizan en proyectos de drenaje, carreteras, muros de contención y control de erosión. Esto ayuda a que las estructuras viales sean más duraderas al impedir la migración de partículas finas y permitir el flujo de agua (EcogeoX, 2023).

El geotextil tejido de alta resistencia es un material geosintético elaborado con hilos de polipropileno o poliéster entrelazados que le confieren gran resistencia a la tracción y a la perforación, siendo ideal para aplicaciones de refuerzo, estabilización y separación de suelos en obras de ingeniería civil. Se emplea comúnmente en la construcción de carreteras, control de erosión, drenaje y mejoramiento de subrasantes en zonas con suelos blandos o inestables, ya que distribuye mejor las cargas y prolonga la vida útil de las estructuras. En el contexto ecuatoriano, este tipo de geotextil resulta especialmente útil en proyectos viales costeros y

andinos, donde contribuye a reducir asentamientos diferenciales y mejorar la capacidad portante del terreno.

### **Figura 1**

*Geotextil Tejido de Alta Resistencia para proyectos de ingeniería*



*Nota.* Figura recuperada de Geotextil tejido de alta resistencia para proyectos de ingeniería

### **Geomallas**

Se producen mediante la extrusión continua de conjuntos paralelos de costillas poliméricas que están situadas en ángulos agudos entre sí, dando lugar a una estructura de malla con grandes aberturas. Su objetivo principal es el drenar y la conducir los fluidos dentro de los sistemas de control de flujo; se emplean en usos como drenajes subterráneos, protección de geomembranas y sistemas para lixiviación. (Koerner, 2012)

Las geomallas uniaxiales están concebidas para soportar esfuerzos en una única dirección.

Por ello, se utilizan sobre todo en taludes, terraplenes y muros de contención, sitios donde las cargas se distribuyen longitudinalmente. Por otro lado, las geomallas triaxiales tienen una forma triangular que distribuyen la tensión en varias direcciones, lo que hace más eficaz su

interacción con el material granular y proporciona mayor rigidez en capas de pavimento o plataformas expuestas a tráfico denso (Tensar Corporation, 2023).

### ***Figura 2***

*Eficaz Geomalla Uniaxial para el Refuerzo de suelo.*



*Nota.* Figura recuperada de Eficaz Geomalla Uniaxial para el Refuerzo de suelo

### **Geoláminas (Geomembranas)**

Son laminas impermeables de polímeros sintéticos que se utilizan en proyectos de ingeniería civil, ambiental y minera con el fin de evitar que líquidos y gases se filtren. Las que están hechas con polietileno de alta densidad (HDPE) se caracterizan por su gran resistencia a los rayos ultravioletas, la química y lo mecánico, cualidades que las vuelven perfectas para usos rigurosos como vertederos, embalses expuestos y plataformas de lixiviación. Por otro lado, las geomembranas de PVC (cloruro de polivinilo) son más fáciles de instalar y más flexibles que las HDPE, lo cual las hace preferibles en estructuras con formas complejas o que necesitan adaptarse al terreno. No obstante, tienen menos resistencia a condiciones extremas de temperatura y al desgaste que las HDPE (Earth Shield, 2024).

**Figura 3**

*Sistema de impermeabilización con Geomembranas HDPE.*



*Nota.* Figura recuperada de Geomembranas HDPE

**2.1.14 Refuerzos de pavimentos flexibles con geosintéticos**

El comportamiento del geosintético en el pavimento flexible se rige por tres mecanismos de refuerzo como el confinamiento lateral de agregados, redistribución de esfuerzos y el efecto de membrana tensada. Perkins et al. (2012) describen que estos mecanismos trabajan en conjunto para incrementar la rigidez del pavimento y disminuir las deformaciones verticales que se generan por las cargas. El confinamiento mejora la respuesta elástica de los agregados de las capas, la transferencia de esfuerzos reduce la presión que se genera en la subrasante, y el efecto membrana tensada es efectivo cuando el geosintético se encuentra en tensión, generando resistencia a la deformación.

La interacción entre el geosintético y el material granular es fundamental para el desempeño del pavimento. Baadiga et al. (2021) demostraron que el interbloqueo mecánico entre los agregados y las aperturas del geogrid aumenta significativamente la rigidez y la resistencia al

ahuellamiento. De igual forma, Sharbaf et al. (2021) denotaron en ensayos de laboratorio que la profundidad de la huella disminuye notablemente cuando se incorpora un geogrid con propiedades óptimas de rigidez y adherencia. Este efecto es notable en subrasantes blandas, donde el geosintético actúa como elemento estabilizador de carga.

La posición del geosintético dentro de la estructura del pavimento influye directamente en la magnitud del refuerzo. Zornberg (2015) señala que cuando el material se coloca en la parte superior de la base granular, se activa más eficientemente el efecto de membrana tensada, reduciendo las deflexiones y mejorando la distribución de esfuerzos. En cambio, si se coloca en posiciones más profundas, su acción se relaciona principalmente con el confinamiento y la reducción de desplazamientos laterales. Por ello, la ubicación óptima depende del tipo de suelo, del espesor de la base y del objetivo del diseño.

#### **2.1.15 Metodología AASHTO 93 para pavimento flexible**

El método AASHTO 1993 constituye uno de los procedimientos más utilizados a nivel mundial para el diseño estructural de pavimentos flexibles. Este método se basa en la correlación empírica de los resultados obtenidos del AASHO Road Test realizado en Ottawa, Illinois, entre los años 1958 y 1960, donde se evaluó el comportamiento de distintas secciones de pavimento bajo cargas controladas y condiciones ambientales reales (AASHTO, 1993).

A diferencia de los métodos puramente teóricos, el AASHTO 93 adopta un enfoque empírico–mecanicista simplificado, considerando factores como el número proyectado de ejes equivalentes (ESALs), las condiciones del suelo de subrasante expresadas mediante el módulo de resiliencia, el nivel de confiabilidad, la pérdida de serviciabilidad y las condiciones climáticas del sitio (AASHTO, 1993).

Además, el método introduce el concepto de serviciabilidad presente y final como indicador del desempeño funcional del pavimento a lo largo de su vida útil, permitiendo estimar el espesor total requerido de las capas para garantizar una adecuada capacidad estructural y durabilidad. Estas características hicieron del AASHTO 93 la base de numerosos procedimientos nacionales de diseño (AASHTO, 1993).

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 9.36 \text{ LOG}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_r - 8.07 \quad (2.1)$$

Donde:

$W_{18}$ : número de aplicaciones de cargas 80 kN

$Z_R$ : Abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad

$S_o$ : Desvío estándar de las variables

$\Delta PSI$ : Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño

$M_R$ : Módulo Resiliente de la subrasante

## 2.2 Área de estudio

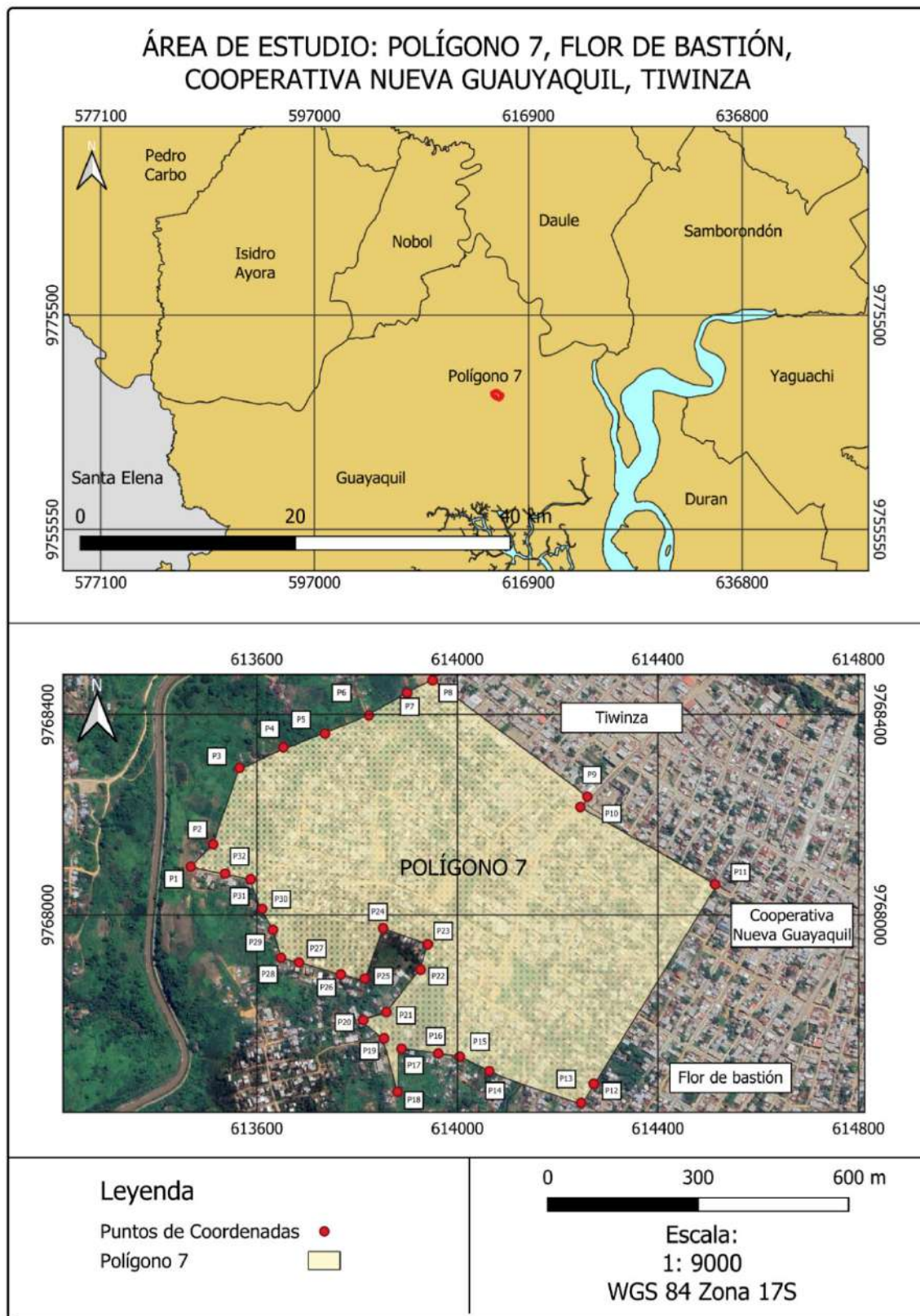
El presente estudio se desarrolla en el Polígono 7, ubicado en el sector Flor de Bastión, al noroeste del cantón Guayaquil, provincia del Guayas, Ecuador. Este polígono forma parte de la delimitación establecida por el Programa de Regularización y Mejoramiento Integral de Asentamientos Humanos (PRMI) implementado por la Municipalidad de Guayaquil. El Polígono 7 comprende varias cooperativas de vivienda, entre las cuales destacan Nueva Guayaquil y Tiwinza, que constituyen zonas de expansión urbana caracterizadas por un crecimiento poblacional acelerado y por procesos activos de consolidación habitacional e infraestructura básica.

La Cooperativa Nuevo Guayaquil es una urbanización popular creada como parte del proceso de reasentamiento y regularización de terrenos del sector norte de la ciudad. Su desarrollo responde a la necesidad de vivienda formal y cuenta con una estructura vial en crecimiento, con calles de afirmado y redes de servicios básicos en proceso de mejoramiento. Por su parte, Tiwinza se ubica en la zona contigua a la Cooperativa Nuevo Guayaquil y comparte características similares en cuanto a densidad poblacional y carencias iniciales de infraestructura vial y sanitaria, lo que ha motivado la ejecución de proyectos de pavimentación, alcantarillado y drenaje pluvial por parte del Municipio de Guayaquil (Municipalidad de Guayaquil, 2025).

El área total del “Polígono 7” abarca aproximadamente 54 hectáreas, delimitadas geográficamente mediante coordenadas UTM (WGS 84, Zona 17 S), como se muestra en la Figura 6. Según el Consejo Nacional Electoral (CNE), la población total asentada en la Cooperativa Flor de Bastión asciende a 160 685 habitantes, considerados beneficiarios indirectos del proyecto. Con base en el Censo de Población y Vivienda (INEC, 2010), se estima un total de 12 100 habitantes beneficiarios (Municipalidad de Guayaquil, 2025).

**Figura 4**

*Plano de Área de estudio del Polígono 7, Flor de bastión, Coop. Nueva Gye, Tiwinza.*



**Tabla 6***Coordenadas de los puntos del polígono 7 en coordenadas UTM WGS 84 – 17S*

<b>PUNTOS</b>	<b>COORD. NORTE</b>	<b>COORD. ESTE</b>
P1	9768055.75	613459.23
P2	9768144.65	613475.11
P3	9768325.62	613580.68
P4	9768356.74	613643.32
P5	9768376.62	613683.35
P6	9768416.19	613763.03
P7	9768453.41	613837.98
P8	9768476.36	613884.18
P9	9768233.85	614253.41
P10	9768215.45	614246.93
P11	9768032.35	614542.95
P12	9767637.34	614299.58
P13	9767600.88	614274.81
P14	9767651.36	614087.18
P15	9767694.12	614030.98
P16	9767688.89	613978.37
P17	9767667.29	613940.15
P18	9767689.13	613899.63
P19	9767709.89	613861.09
P20	9767803.56	613845.22
P21	9767831.51	613869.28
P22	9767864.64	613897.8
P23	9767902.39	613930.29
P24	9767963.67	613840.23
P25	9767846.24	613803.03
P26	9767857.53	613759.85
P27	9767881.75	613667.22
P28	9767889.85	613636.24
P29	9767919.79	613620.99
P30	9767962.63	613599.18
P31	9768019.24	613570.36
P32	9768030.88	613534.91

*Nota.* Datos obtenidos por plano topográfico levantado por el Municipio de Guayaquil, 2023

Las vías del sector intervenido se encontraban directamente sobre el terreno natural, presentando un avanzado estado de deterioro. El relieve era irregular y se identificó la presencia de varios ramales del sistema de alcantarillado que atravesaban la zona, lo que dificultaba significativamente la movilidad vehicular y peatonal.

Asimismo, la falta de áreas verdes planificadas y de jardineras generó un crecimiento descontrolado de la vegetación, afectando la estética y funcionalidad del entorno. Estas condiciones se agravaban durante la temporada invernal, cuando las precipitaciones intensas provocaban encharcamientos y la formación de terrenos fangosos, haciendo que las vías resultaran prácticamente intransitables y generando inconvenientes para la comunidad local.

***Figura 5***

*Condición de la vía existente, recuperado de la Municipalidad de Guayaquil (2023)*



Los tramos seleccionados para el estudio dentro del Polígono 7 corresponden a una fracción representativa del área total, ya que no todo el polígono cuenta con pavimento flexible, que constituye el objeto principal de este proyecto. En consecuencia, se consideraron únicamente aquellos tramos ubicados dentro del área de estudio que presentan las condiciones adecuadas para el análisis y diseño del pavimento.

Las coordenadas de los tramos previamente mostrados son las siguientes

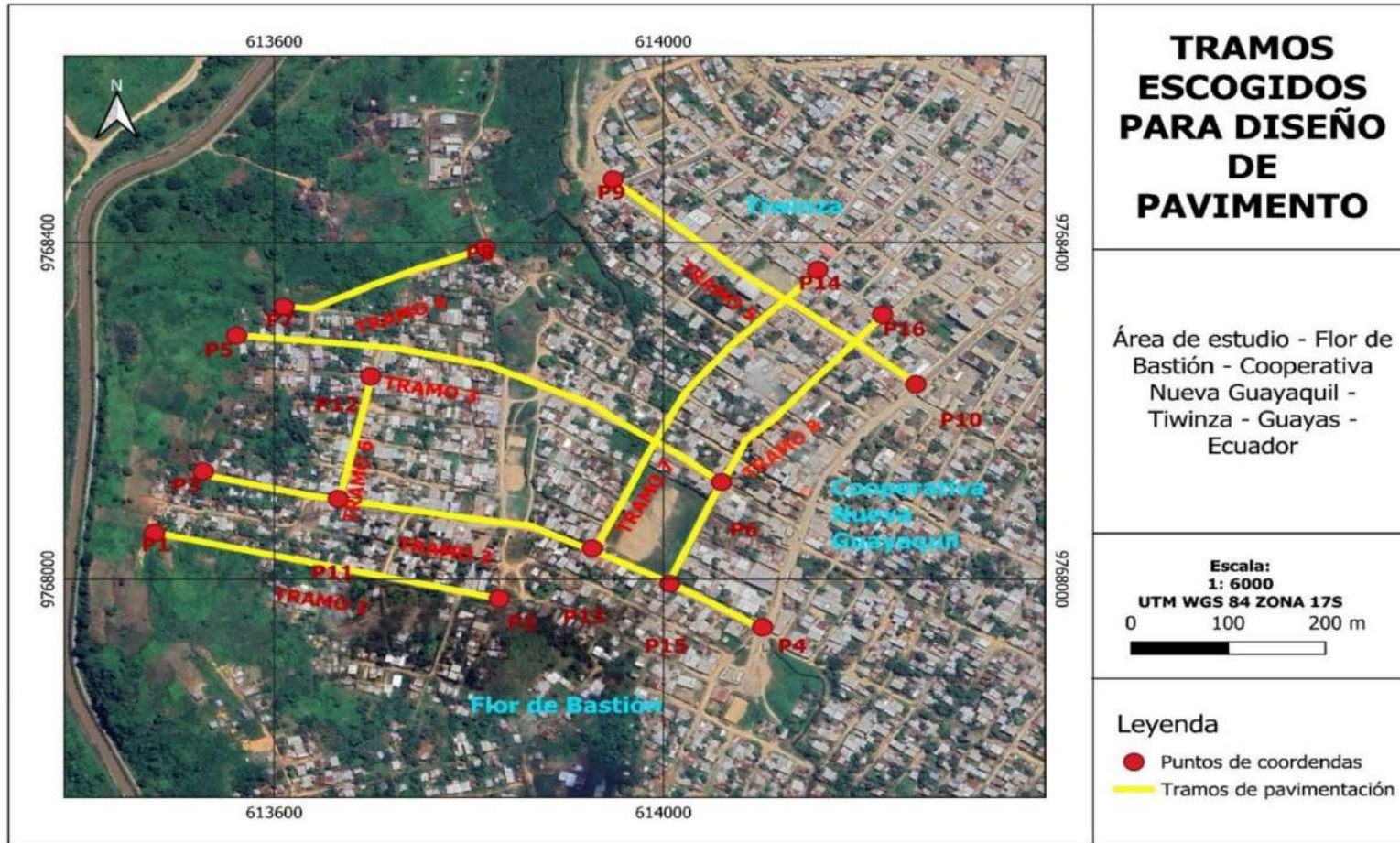
**Tabla 7**

*Coordenadas de los tramos de vía urbana en coordenadas UTM WGS 84 – 17S*

<b>TRAMO</b>	<b>PUNTOS DE INICIO</b>	<b>INICIO</b>	<b>PUNTOS FINAL</b>	<b>FIN</b>	<b>LONGITUD [m]</b>
1	P1	X: 613831.002 Y: 9767974.331	P2	X: 613470.234 Y: 9768054.368	369,7
2	P3	X: 614102.582 Y: 9767943.094	P4	X: 613512.280 Y: 9768127.762	626,1
3	P5	X: 614060.147 Y: 9768117.462	P6	X: 613561.809 Y: 9768289.210	539,7
4	P7	X: 613842.484 Y: 9768381.823	P8	X: 613583.486 Y: 9768327.181	269,8
5	P9	X: 614215.800 Y: 9768189.777	P10	X: 613911.120 Y: 9768425.997	385,9
6	P11	X: 613665.995 Y: 9768096.880	P12	X: 613697.616 Y: 9768239.209	146,1
7	P13	X: 614123.765 Y: 9768329.927	P14	X: 613926.048 Y: 9768039.797	355,3
8	P15	X: 614194.213 Y: 9768276.933	P16	X: 614006.433 Y: 9767997.979	340,8
<b>TOTAL [m]</b>					<b>3033,3</b>

Figura 6

Tramos Escogidos para el diseño de pavimento flexible convencional y con refuerzo de geosintético.



**Tabla 8***Ubicación geográfica según su división*

<b>Parroquia</b>	Tarqui
<b>Sector</b>	Flor de Bastion
<b>Canton</b>	Guayaquil
<b>Provincia</b>	Guayas
<b>Pais</b>	Ecuador

### **2.3 Trabajo de campo y laboratorio**

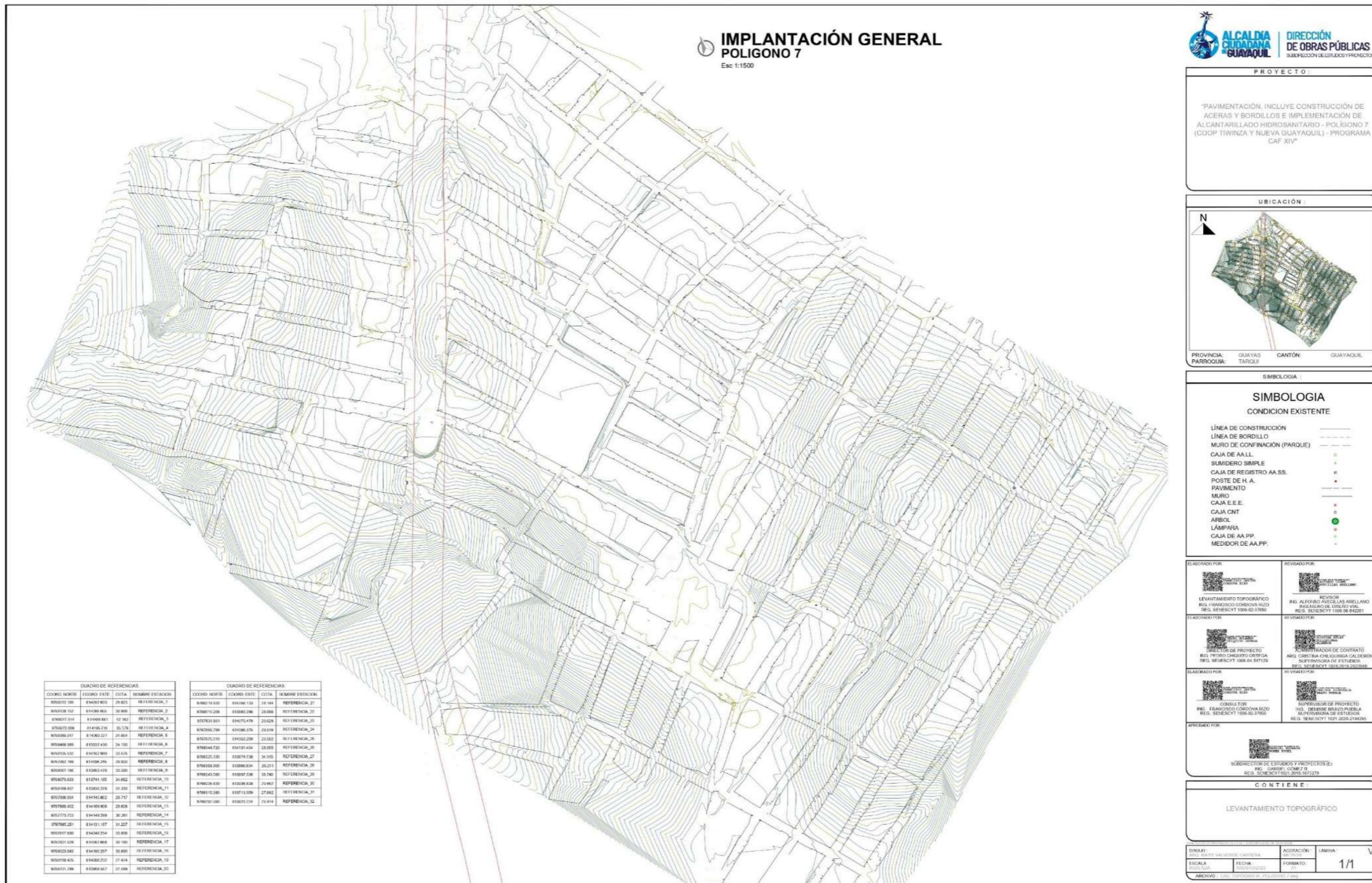
Los estudios de suelo, la topografía del terreno y Trafico Promedio Diaria Anual (TPDA) se incluyeron en sección. Estos elementos sirvieron como fundamento para realizar el análisis y diseño del pavimento flexible convencional y con refuerzo de geosintético.

#### **2.3.1 Topografía**

El levantamiento topográfico correspondiente al sector Flor de Bastión fue proporcionado por la Municipalidad de Guayaquil. Dicho levantamiento se realizó usando la tecnología RTK (Real Time Kinematic), donde incluyo datos minuciosos sobre altimetría y planimetría. Esto permitió tener una representación exacta del terreno y de sus cambios en términos geométricos.

Esta información fue fundamental para definir el área de estudio y para organizar las tareas que se llevaron a cabo en campo. El plano topográfico que se presenta muestra con precisión los tramos definidos para el análisis y las calicatas ejecutadas.

Plano 1 Plano topográfico de la zona de estudio proporcionado por el cliente [www.guayaquil.gob.ec](http://www.guayaquil.gob.ec)



Plano 2 Plano topográfico con tramos y calicatas señaladas



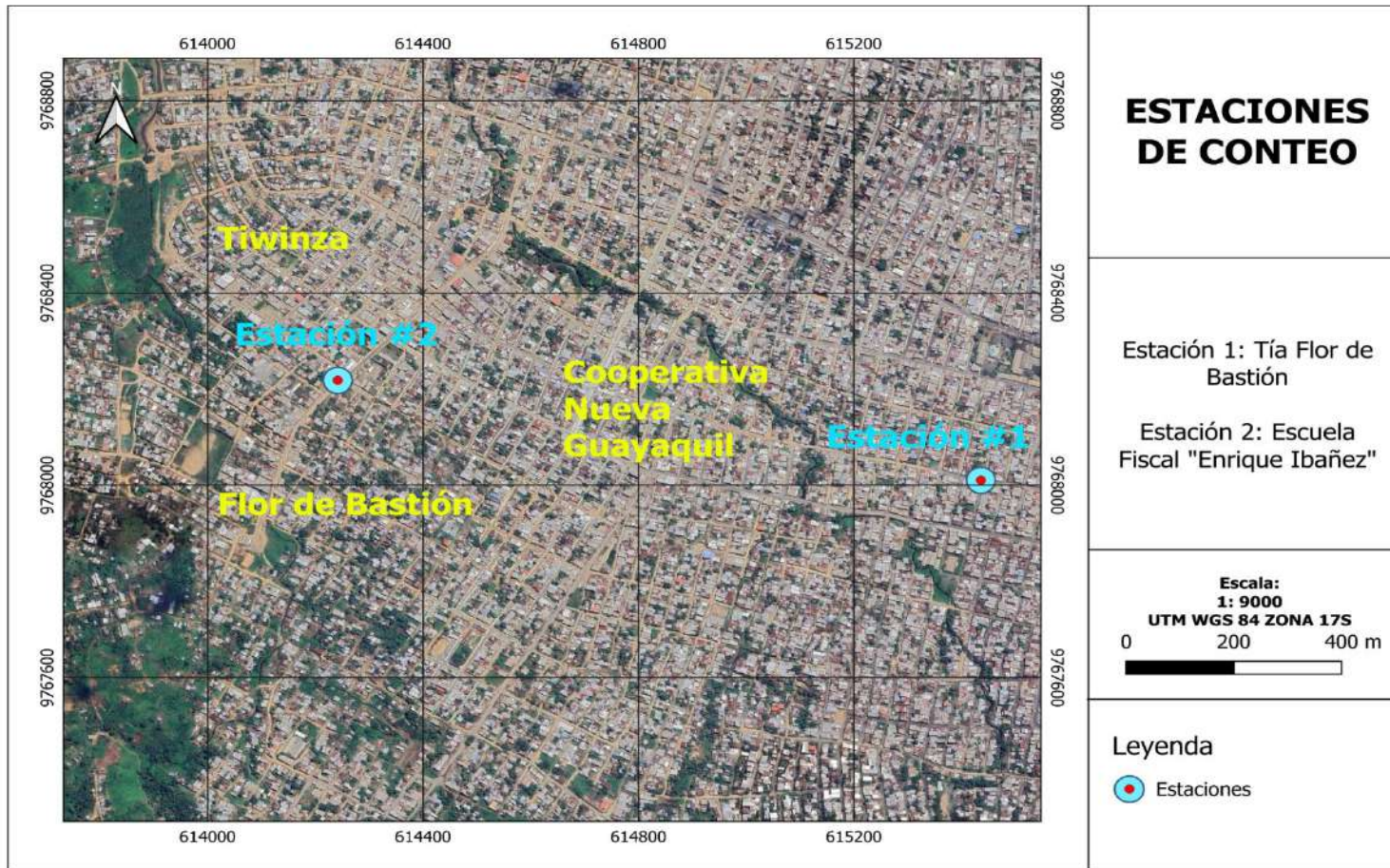
### **2.3.2 Estudio de Transito**

Para el cálculo del TPDA transito promedio diario anual que demanda espacio para movilidad, regido por las normas de la MTOP, para lo cual se realizó el aforo vehicular desde el jueves 04 al miércoles 10 de noviembre del 2021, durante 7 días incluyendo 1 sábado y 1 domingo, durante las 24 horas. Para esto los vehículos se clasificaron en: motos, tricimotos, livianos, buses, pesados y extrapesados, esta clasificación se la hizo para cada sentido de circulación.

Para el TPDA se establecieron 2 estaciones, las cuales abarcan el ingreso más importante del sector (Estación #1, Avenida 96 NO la cual es la prolongación de la calle Arq. Modesto Luque Rivadeneira o 24 NO y Calle 24° NO) donde se encuentra el Tía de Flor de Bastión y la otra estación es el acceso al polígono 7 (Estación #2, entre calle 24C y Avenida 123 NO, ingreso al polígono 7) donde se encuentra la Escuela Fiscal de Educación básica “Enrique Ibañez Mora”.

**Figura 7**

*Estaciones de Conteo 1 y 2 en ubicadas en el trayecto desde la Cooperativa Nueva Guayaquil hasta Tiwinza.*



**Figura 8**

*Estación de Cuento #1 Flor de bastión Popular Bloque #3 – Tía*



*Nota.* Imagen obtenida de Google Earth del Tía Flor de Bastión.

**Figura 9**

*Estación de Cuento #2 Flor de bastión Popular – Escuela Fiscal Enrique Ibañez*



*Nota.* Imagen obtenida de Google Earth de la Escuela Fiscal “Enrique Ibañez Mora”

**Tabla 9**

*Coordenadas de las estaciones de conteo vehicular en coordenadas UTM WGS 84 – 17S*

ESTACIONES	COORD. ESTE	COORD. NORTE
ESTACION DE CONTEO 1	615599.00	9767865.00
ESTACION DE CONTEO 2	614240.00	9768218.00

Realizando el aforo vehicular en ambas estaciones de conteo tanto 1 como la 2, se pudo obtener los siguientes resultados:

**Tabla 10**

*Aforo Vehicular de la Estación 1 (Tía): Ingreso a la cooperativa por la Vía a Perimetral, sentido Centro – Mercado Bastión Popular.*

ESTACIÓN # 1 (TÍA)		
Días	Vehículos Aforados	
Jueves	6954	veh/día
Viernes	6852	veh/día
Sábado	7624	veh/día
Domingo	6386	veh/día
Lunes	6378	veh/día
Martes	6505	veh/día
Miércoles	6362	veh/día
<b>Total</b>	<b>47061</b>	<b>veh/día</b>

**Tabla 11**

*Aforo Vehicular de la Estación 2: Ingreso al Polígono 7 (Cooperativas Tiwinza, Nueva Guayaquil)*

ESTACIÓN # 2 (INGRESO POLÍGONO 7)		
Días	Vehículos Aforados	
Jueves	2243	veh/día
Viernes	2186	veh/día
Sábado	2180	veh/día
Domingo	1963	veh/día
Lunes	2253	veh/día
Martes	1938	veh/día
Miércoles	2151	veh/día
<b>Total</b>	<b>14914</b>	<b>veh/día</b>

Para los cuales se obtuvieron respectivos TPDS Tráfico promedio diario semanal, usando la siguiente ecuación:

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{Dn}{m} + \frac{2}{7} \sum \frac{De}{m} \quad (2.2)$$

Donde:

*Dn: Suma del tráfico de lunes a viernes*

*De: Suma de tráfico los fines de semana*

*m: días correspondientes de aforo*

El Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS) obtenido en la estación 1: Ingreso por la Calle Arq. Modesto Luque Rivadeneira - Bastión Popular

$$TPDS_{Estacion(1)} = \frac{5}{7} * \sum \frac{33051}{5} + \frac{2}{7} \sum \frac{14010}{2}$$

$$TPDS_{Estacion(1)} = 6723 \text{ Veh. mixtos/día/ambos sentidos.}$$

El Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS): Sentido Centro – Polígono 7 (cooperativas Tiwinza, Nueva Guayaquil).

$$TPDS_{Estacion(2)} = \frac{5}{7} * \sum \frac{10771}{5} + \frac{2}{7} \sum \frac{4143}{2}$$

$$TPDS_{Estacion(2)} = 2131 Veh. mixtos/día/ambos sentidos.$$

### Factor de ajuste mensual (Fm)

Estos factores fueron obtenidos en base a la información Vehicular de la Estación de peaje “Chivería”, ubicada entre los cantones Guayaquil y Nobol, en la provincia del Guayas.

Los factores mensuales corresponden al año 2017 por medio de concesiones viales de la provincia del guayas.

### Figura 10

Estación de Peaje Chivería – (Guayaquil – Nobol)



Nota. Imagen obtenida por medio de Google Earth del Peaje “Chivería”.

**Tabla 12**

*Coordenadas de las estaciones de peaje "Chivería" en coordenadas UTM WGS 84 – 17S*

	<b>COORD. ESTE</b>	<b>COORD.NORTE</b>
<b>PEAJE "CHIVERÍA"</b>	609859.42	9784650.03

Respecto al peaje "Chivería", obteniendo los siguientes factores mensuales para el mes de noviembre que es el mes que se realizó el TPDA.

**Tabla 13**

*Factor mensual correspondiente al mes de noviembre.*

Factor mensual (Fm)	
Mes	Fm
Enero	1,051
Febrero	1,059
Marzo	1,083
Abril	1,052
Mayo	1,066
Junio	1,066
Julio	1,000
Agosto	0,973
Septiembre	0,979
Octubre	0,966
<b>Noviembre</b>	<b>0,937</b>
Diciembre	0,937

*Nota.* Datos obtenidos del Municipio de guayaquil (2023), y de las concesiones viales de la provincia del guayas.

### Factor de ajuste diario (Fd)

Así también es necesario considerar un factor de ajuste diario (Fd) que se calcula dividiendo el Tráfico Promedio diario Semanal y el número de vehículos aforados para un día de la semana en específico, expresado como:

$$Fd = \frac{TP_{semanal\ promedio}}{TP_{día\ base}} \quad (2.3)$$

Calculando el factor diario de cada día el cual fue aforado obtenemos un total de factor diario por cada día de la semana siendo estos 7 días tomando en cuenta el sábado y domingo, para luego obtener un promedio de todos los días y conseguir el factor diario promedio o final.

**Tabla 14**

*Factor de ajuste diario – Estación de conteo #1*

Factor Ajuste Diario (Fd) - Estacion #1		
Días	TPD (Veh/día)	Fd
Jueves	6954	0,967
Viernes	6852	0,981
Sábado	7624	0,882
Domingo	6386	1,053
Lunes	6378	1,054
Martes	6505	1,034
Miercoles	6362	1,057
<b>Total</b>	<b>47061</b>	<b>1,004</b>

**Tabla 15***Factor de ajuste diario – Estación de conteo #2*

Factor Ajuste Diario (Fd) - Estacion #2		
Días	TPD (Veh/día)	Fd
Jueves	2243	0,950
Viernes	2186	0,975
Sábado	2180	0,978
Domingo	1963	1,086
Lunes	2253	0,946
Martes	1938	1,100
Miercoles	2151	0,991
<b>Total</b>	<b>14914</b>	<b>1,003</b>

Consecuente se obtiene el Trafico Promedio Diario Anual (TPDA) con la siguiente ecuación:

$$TPDA = TPDS * Fm * Fd$$

(2.4)

Para el cual se realizó su respectivo calculo para ambas estaciones, en este caso para la estación #1, se obtuvo lo siguiente:

$$TPDA_1 = TPDS_1 * Fm * Fd$$

$$TPDA_1 = 6724 * 0,937 * 1,004$$

$$TPDA_1 = 6324 \text{ veh. mixtos/día/ambos sentidos}$$

Y para la estación #2, resultó lo siguiente:

$$TPDA_2 = TPDS_2 * Fm * Fd$$

$$TPDA_2 = 2131 * 0,937 * 1,003$$

$$TPDA_2 = 2003 \text{ veh. mixtos/día/ambos sentidos}$$

### Tráfico Asignado

El tráfico asignado para la estación #1 es:

$$TPDA_{Asignado (1)} = TPDA_1 + Trafico Generado + Tráfico desarrollo \quad (2.5)$$

$$TPDA_{Asignado (1)} = TPDA_1 + (0,25 * TPDA_1) + (0,05 * TPDA_1)$$

$$TPDA_{Asignado (1)} = 6324 + (0,25 * 6324) + (0,05 * 6324)$$

$$TPDA_{Asignado (1)} = 8221 \text{ veh/diario anuales/ ambos sentidos}$$

Así mismo para la estación #2 es:

$$TPDA_{Asignado (2)} = TPDA_2 + (0,25 * TPDA_2) + (0,05 * TPDA_2)$$









$$TPDA_{Asignado (2)} = 2003 + (0,25 * 2003) + (0,05 * 2003)$$

$$TPDA_{Asignado (2)} = 2603 \text{ veh/diario anuales/ ambos sentidos}$$

Tomando en cuenta la composición general de tráfico de los vehículos que pasaron las estaciones se encuentra el siguiente gráfico:

**Figura 11**

Clasificación general de los vehículos

TIPO DE VEHICULO		No. de EJES	ESQUEMA	SIMBOLO	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE CAMIONES		PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE VEHICULOS	
VEHICULOS LIVIANOS	AUTOMOVILES	2		P	-	-	60	
	CAMIONETAS			C				
VEHICULOS PESADOS	AUTOBUSES	2		B	-		15	
	CAMIONES	2		2-S	55	100	25	40
		3		3-S	35			
				2-S1				
		4		2-S2	9			
		5		3-S2	1			
		OTRAS COMBINACIONES						
VEHICULOS ESPECIALES	CAMIONES Y/O REMOLQUES ESPECIALES	VARIABLE		En variable	VARIABLE			
	MAQUINARIA AGRICOLA							
	BICICLETAS Y MOTOCICLETAS							
	OTROS							

*Nota.* Foto recuperada del Municipio de Guayaquil (2023).

Teniendo así el porcentaje de tráfico asignado correspondiente al tipo de vehículo que se acabó de definir, tomando en cuenta el cálculo previo de tráfico asignado y el aforo realizado.

**Tabla 16***Porcentaje de tráfico asignado de la Estación #1*

TPDA 1 (asignado)		
Tipo de Vehículo	Número	%
<b>Livianos</b>	5738	69,80%
<b>Buses</b>	2037	24,78%
<b>Camiones</b>	446	5,42%
<b>TOTAL</b>	<b>8221</b>	<b>100%</b>

**Tabla 17***Porcentaje de tráfico asignado de la Estación #2*

TPDA 2 (asignado)		
Tipo de Vehículo	Número	%
<b>Livianos</b>	1743	66,94%
<b>Buses</b>	677	25,76%
<b>Camiones</b>	184	7,30%
<b>TOTAL</b>	<b>2694</b>	<b>100%</b>

**Proyección del tráfico a 20 años (Tf)**

Con el tráfico asignado se realiza la proyección tráfico y su composición hasta los 20 años, según la siguiente expresión:

$$Tf = TPDA_{Asignado} * (1 + i)^n$$

(2.6)

Donde:

*Tf: Tráfico futuro**i: Tasa de crecimiento**n: Período de proyección, expresado en años*

Las tasas anuales de crecimiento son las manejadas en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas Área de Factibilidad de estas que se muestran a continuación:

**Tabla 18**

*Tasas de crecimiento Ministerio de Transporte y Obras Públicas.*

<b>Tasa de crecimiento - MTOP</b>			
<b>Tasas de Crecimiento</b>	<b>Livianos</b>	<b>Buses</b>	<b>Camiones</b>
2021-2026	3,27	1,54	2,52
2026-2031	3,17	1,4	2,02
2031-2036	3,06	1,33	1,84
2036-2041	3,06	1,33	1,84

*Nota.* Datos obtenidos del Municipalidad de guayaquil (2023)

Posteriormente se realizó la proyección del TPDA con un periodo de 20 años para el proyecto.

Tabla 19

Aforo de tráfico – TPDA – TPDA Proyectado – Estación #1 (Tía Flor de Bastión)




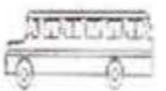











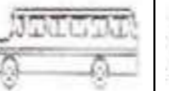








Tipo de Vehículo	Livianos		Buses		Buses Livianos			Camiones Pesados					Total
													
	Automóvil	Camioneta	Buseta	Bus	C2P	C2G	C3	C3-S1	C2-S1	C2-S2	C3-S2	C3-S3	
Jueves, 04/11/2021	3841	1089	238	1372	306	79	29	0	0	0	0	0	6954
Viernes, 05/11/2021	3974	768	244	1405	308	97	53	1	1	0	0	1	6852
Sábado, 06/11/2021	4580	969	239	1427	267	111	29	0	1	0	0	1	7624
Domingo, 07/11/2021	3951	808	155	1220	175	58	19	0	0	0	0	0	6386
Lunes, 08/11/2021	3745	846	226	1277	206	56	21	1	0	0	0	0	6378
Martes, 09/11/2021	3370	844	247	1674	243	97	28	2	0	0	0	0	6505
Miércoles, 10/11/2021	3280	782	303	1635	215	111	31	2	3	0	0	0	6362
<b>Total</b>	16346	3634	876	5424	1056	345	130	1	2	0	0	2	27816
T.P.D.S	3820	872	236	1430	246	87	30	1	1	0	0	0	<b>6723</b>
T.P.D.A (Actual)	3593	820	222	1345	231	82	28	1	1	0	0	0	6324
	4414		1567		341			2					<b>6324</b>
T.Asignado	4671	1067	289	1749	300	106	37	1	1	0	0	0	8221
	5738		2037		444			2					<b>8221</b>
Tráfico Proyectado	8536	1949	382	2368	434	154	53	1	1	0	0	1	13879
	10485		2750		641			3					<b>13879</b>
% De Vehículos Proyectado	56,82%	12,97%	3,51%	21,27%	3,65%	1,29%	0,45%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
	69,80%		24,78%		5,40%			0,3%					

Tabla 20

Aforo de tráfico – TPDA – TPDA Proyectado – Estación #2 (Escuela Fiscal “Enrique Ibañez Mora”)

Tipo de Vehículo	Livianos		Buses		Buses Livianos			Camiones Pesados					Total
													
	Automovil	Camioneta	Buseta	Bus	C2P	C2G	C3	C3-S1	C2-S1	C2-S2	C3-S2	C3-S3	
Jueves, 04/11/2021	1226	244	78	546	102	47	0	0	0	0	0	0	2243
Viernes, 05/11/2021	1142	185	72	574	145	59	9	0	0	0	0	0	2186
Sábado, 06/11/2021	1211	207	84	527	107	40	4	0	0	0	0	0	2180
Domingo, 07/11/2021	1174	228	55	416	72	15	3	0	0	0	0	0	1963
Lunes, 08/11/2021	1237	287	92	448	116	70	3	0	0	0	0	0	2253
Martes, 09/11/2021	1089	192	68	437	116	36	0	0	0	0	0	0	1938
Miércoles, 10/11/2021	1368	193	72	408	84	26	0	0	0	0	0	0	2151
<b>Total</b>	4753	864	289	2063	426	161	16	0	0	0	0	0	8572
<b>T.P.D.S</b>	1207	219	74	479	106	42	3	0	0	0	0	0	<b>2131</b>
<b>T.P.D.A (Actual)</b>	1134	206	70	451	100	39	3	0	0	0	0	0	2003
	1341		521		141			0					<b>2003</b>
<b>T.Asignado</b>	1475	268	91	586	130	51	3	0	0	0	0	0	2604
	1743		677		184			0					<b>2604</b>
<b>Tráfico Proyectado</b>	2695	490	120	794	187	74	5	0	0	0	0	0	4365
	3185		914		266			0					<b>4365</b>
<b>% De Vehículos Proyectado</b>	56,64%	10,30%	3,49%	22,50%	4,98%	1,96%	0,13%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
	66,94%		26,00%		7,07%			0,0%					

### 2.3.3 Estudios de Suelo

En esta etapa se tomó los resultados de 8 estudios de suelo correspondientes a 8 calicatas proporcionadas por el cliente (Municipio de Guayaquil, 2024). Estos resultados incluyen información geotécnica requerida para examinar las condiciones del terreno a lo largo de la sección de la vía, incluyendo el reconocimiento de estratos y los atributos físicos y mecánicos del suelo.

**Tabla 21**

*Coordenadas de calicatas en la vía urbana en coordenadas UTM WGS 84 – 17S*

<b>CALICATAS</b>	<b>COORD. NORTE</b>	<b>COORD. ESTE</b>
1	9768012.96	613665.45
2	9768028.33	613943.76
3	9768219.64	613893.81
4	9768344.47	613689.05
5	9768387.00	613955.00
6	9768116.34	613670.63
7	9768267.77	614057.56
8	9768152.05	614079.95

Plano 3 Plano de ubicación de calicatas estudiadas



## Granulometría

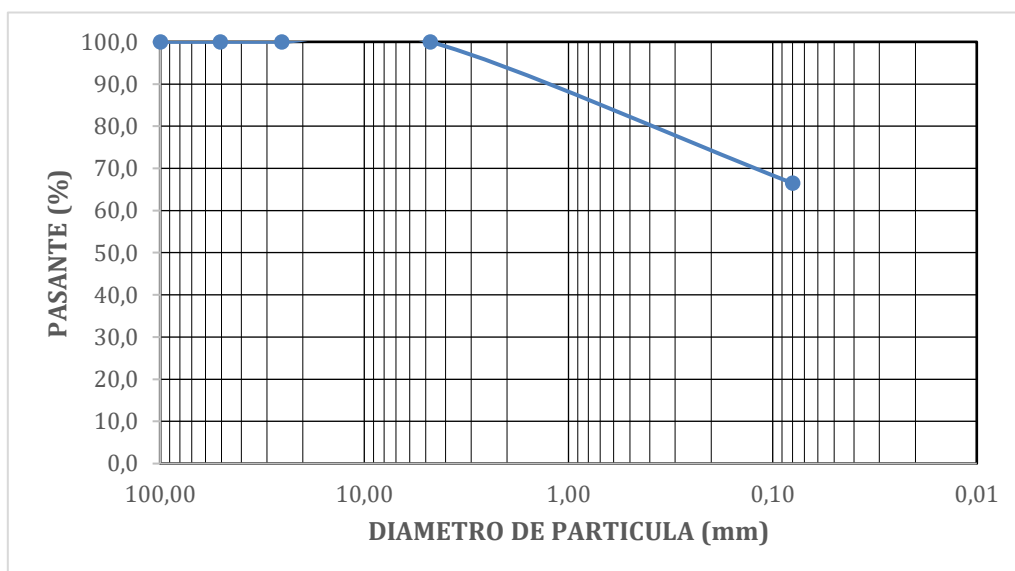
**Tabla 22**

*Datos granulométricos obtenidos de la Calicata 1 (1.2 m)*

TAMIZ		RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
ASTM	mm	PARCIAL	PARCIAL	ACUMULADO	ACUMULADO
		(g)	(%)	(%)	(%)
4"	100,00	0	0	0	100
3"	75,00	0	0	0	100
2"	50,80	0	0	0	100
1 ½"	38,10	0	0	0	100
1"	25,40	0	0	0	100
¾"	19,05	0	0	0	100
⅜"	9,53	0	0	0	100
No. 4	4,75	0	0	0	100
No. 10	2,00	186,9	7,7	7,7	92,3
No. 40	0,43	348,4	14,3	21,9	78,1
No. 200	0,08	282	11,6	33,5	66,5
<b>TOTAL MUESTRA</b>		<b>2439.8 gr.</b>			

**Figura 12**

*Curva granulométrica de la calicata 1 (0.8 m)*



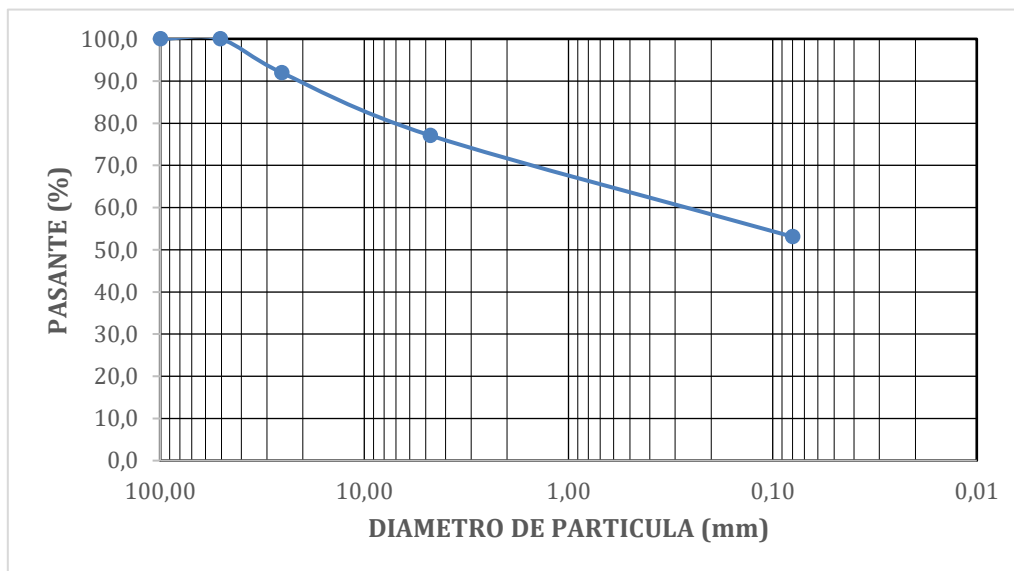
**Tabla 23**

Datos granulométricos obtenidos de la Calicata 2 (0.9 m)

TAMIZ		RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
ASTM	mm	PARCIAL	PARCIAL	ACUMULADO	ACUMULADO
		(g)	(%)	(%)	(%)
4"	100,00	0,0	0,0	0,0	100,0
3"	75,00	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,0	0,0	0,0	100,0
1 ½"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,40	177,8	8,0	8,0	92,0
¾"	19,05	0,0	0,0	8,0	92,0
⅜"	9,53	0,0	0,0	8,0	92,0
No. 4	4,75	328,1	14,8	22,9	77,1
No. 10	2,00	0,0	0,0	22,9	77,1
No. 40	0,43	0,0	0,0	22,9	77,1
No. 200	0,08	530,5	24,0	46,9	53,1
<b>TOTAL MUESTRA</b>		<b>2211,9 gr.</b>			

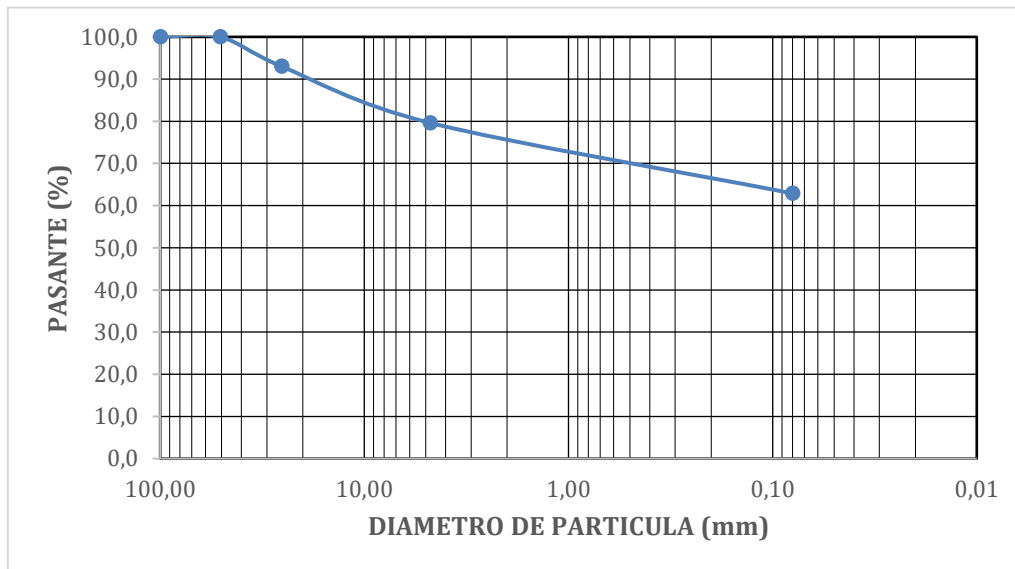
**Figura 13**

Curva granulométrica de la calicata 2 (0.8 m)



**Tabla 24***Datos granulométricos obtenidos de la Calicata 3 (0.8 m)*

TAMIZ		RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
ASTM	mm	PARCIAL	PARCIAL	ACUMULADO	ACUMULADO
		(g)	(%)	(%)	(%)
4"	100,00	0,0	0,0	0,0	100,0
3"	75,00	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,0	0,0	0,0	100,0
1 ½"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,40	142,6	7,0	7,0	93,0
¾"	19,05	0,0	0,0	7,0	93,0
⅜"	9,53	0,0	0,0	7,0	93,0
No. 4	4,75	274,7	13,4	20,4	79,6
No. 10	2,00	22,4	1,1	21,5	78,5
No. 40	0,43	0,0	0,0	21,5	78,5
No. 200	0,08	320,4	15,6	37,1	62,9
<b>TOTAL MUESTRA</b>		<b>2047,9</b>			

**Figura 14***Curva granulométrica de la calicata 3 (0.8 m)*

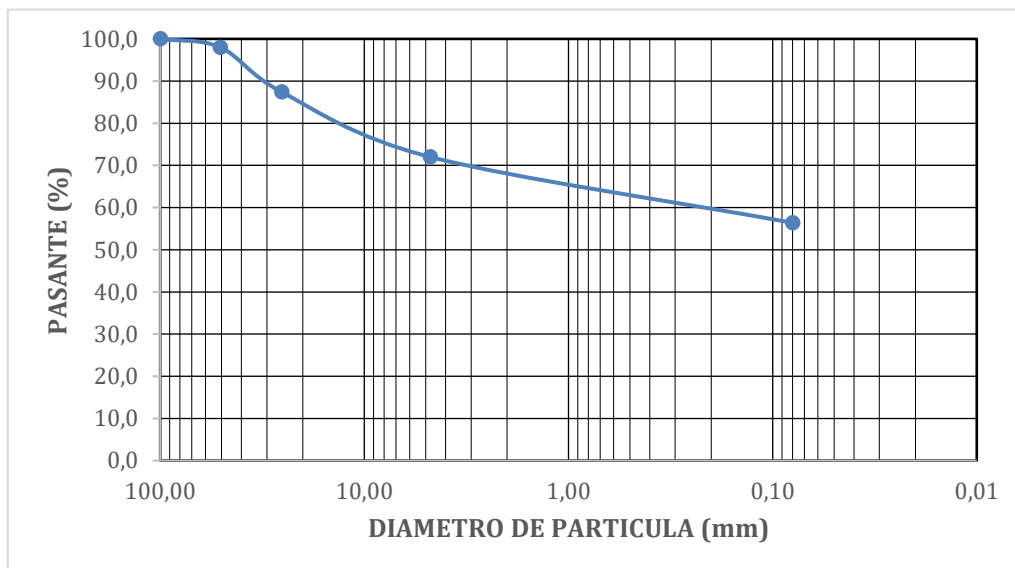
**Tabla 25**

*Datos granulométricos obtenidos de la Calicata 4 (0.9 m)*

TAMIZ		RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
ASTM	mm	PARCIAL	PARCIAL	ACUMULADO	ACUMULADO
		(g)	(%)	(%)	(%)
4"	100,00	0,0	0,0	0,0	100,0
3"	75,00	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	23,6	2,0	2,0	98,0
1 ½"	38,10	121,8	10,5	12,6	87,4
1"	25,40	0,0	0,0	12,6	87,4
¾"	19,05	0,0	0,0	12,6	87,4
⅜"	9,53	0,0	0,0	12,6	87,4
No. 4	4,75	178,6	15,5	28,0	72,0
No. 10	2,00	0,0	0,0	28,0	72,0
No. 40	0,43	0,0	0,0	28,0	72,0
No. 200	0,08	179,6	15,5	43,6	56,4
<b>TOTAL MUESTRA</b>		<b>1155,6 gr.</b>			

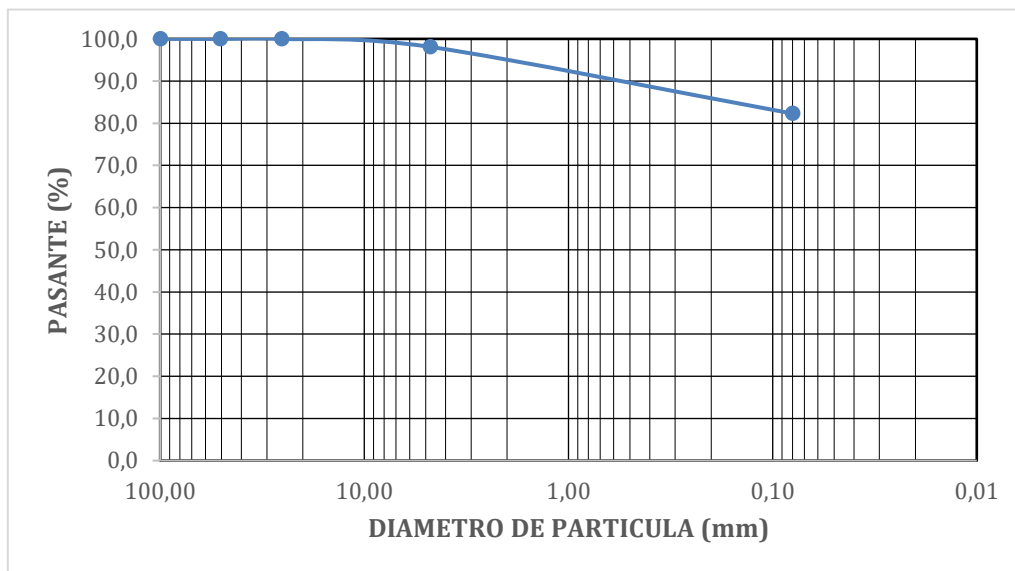
**Figura 15**

*Curva granulométrica de la calicata 4 (0.9 m)*



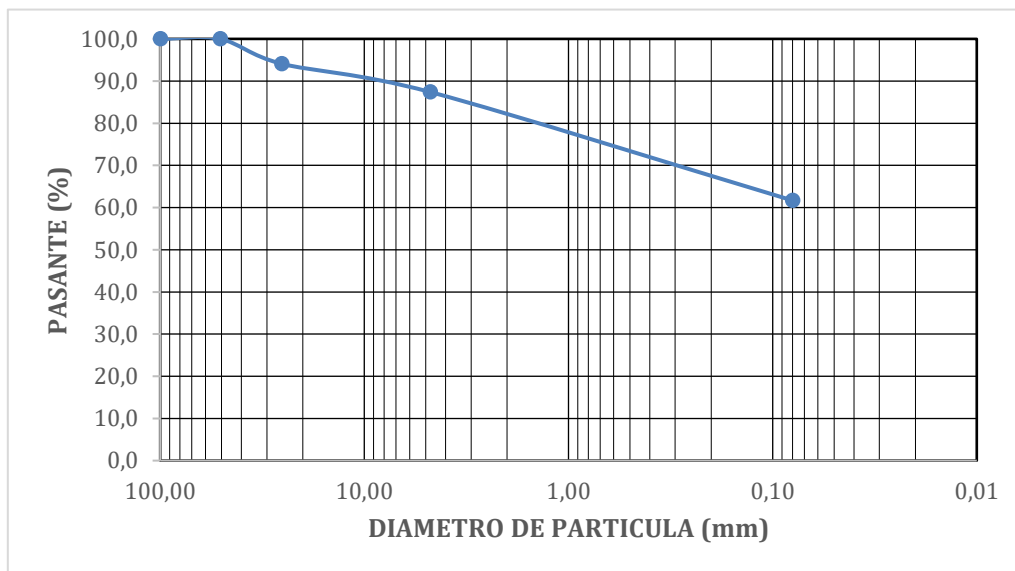
**Tabla 26***Datos granulométricos obtenidos de la Calicata 5 (1.1 m)*

TAMIZ		RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
ASTM	mm	PARCIAL	PARCIAL	ACUMULADO	ACUMULADO
		(g)	(%)	(%)	(%)
4"	100,00	0,0	0,0	0,0	100,0
3"	75,00	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,0	0,0	0,0	100,0
1 ½"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,40	0,0	0,0	0,0	100,0
¾"	19,05	13,3	0,7	0,7	99,3
⅜"	9,53	9,9	0,5	1,2	98,8
No. 4	4,75	13,0	0,7	1,9	98,1
No. 10	2,00	15,0	0,8	2,7	97,3
No. 40	0,43	50,6	2,7	5,3	94,7
No. 200	0,08	235,3	12,3	17,7	82,3
<b>TOTAL MUESTRA</b>		<b>1906,9 gr.</b>			

**Figura 16***Curva granulométrica de la calicata 5 (1.1 m)*

**Tabla 27***Datos granulométricos obtenidos de la Calicata 6 (1.2 m)*

TAMIZ		RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
ASTM	mm	PARCIAL	PARCIAL	ACUMULADO	ACUMULADO
		(g)	(%)	(%)	(%)
4"	100,00	0,0	0,0	0,0	100,0
3"	75,00	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,0	0,0	0,0	100,0
1 ½"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,40	101,3	5,9	5,9	94,1
¾"	19,05	0,0	0,0	5,9	94,1
⅜"	9,53	0,0	0,0	5,9	94,1
No. 4	4,75	114,6	6,7	12,6	87,4
No. 10	2,00	51,7	3,0	15,6	84,4
No. 40	0,43	0,0	0,0	15,6	84,4
No. 200	0,08	388,2	22,7	38,3	61,7
<b>TOTAL MUESTRA</b>		<b>1711,0 gr.</b>			

**Figura 17***Curva granulométrica de la calicata 6 (1.2 m)*

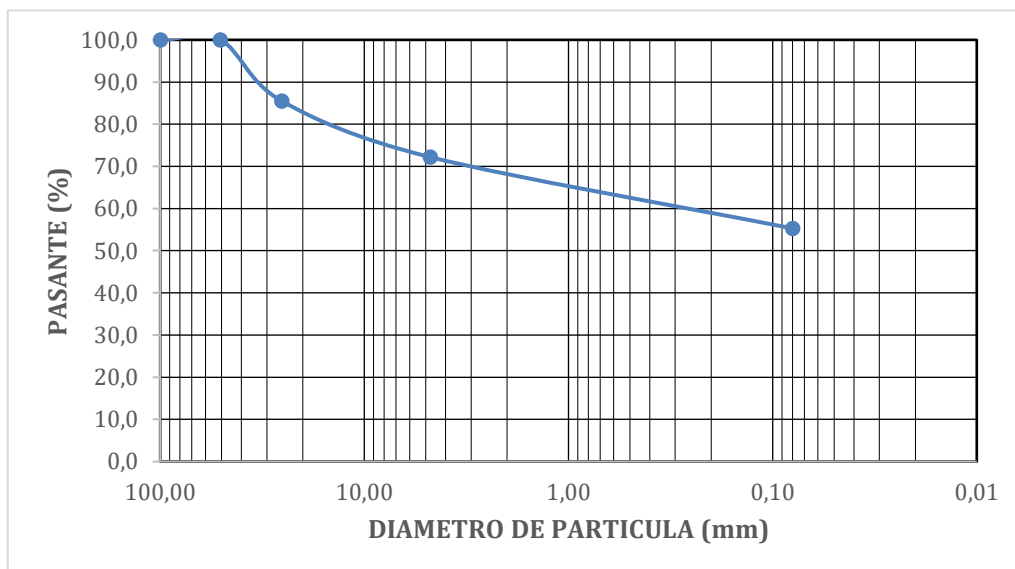
**Tabla 28**

*Datos granulométricos obtenidos de la Calicata 7 (0.9 m)*

TAMIZ		RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
ASTM	mm	PARCIAL	PARCIAL	ACUMULADO	ACUMULADO
		(g)	(%)	(%)	(%)
4"	100,00	0,0	0,0	0,0	100,0
3"	75,00	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,0	0,0	0,0	100,0
1 ½"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,40	247,2	14,5	14,5	85,5
¾"	19,05	123,5	7,3	21,8	78,2
⅜"	9,53	0,0	0,0	21,8	78,2
No. 4	4,75	102,3	6,0	27,8	72,2
No. 10	2,00	0,0	0,0	27,8	72,2
No. 40	0,43	154,3	9,1	36,9	63,1
No. 200	0,08	132,3	7,8	44,7	55,3
<b>TOTAL MUESTRA</b>		<b>1699,7 gr.</b>			

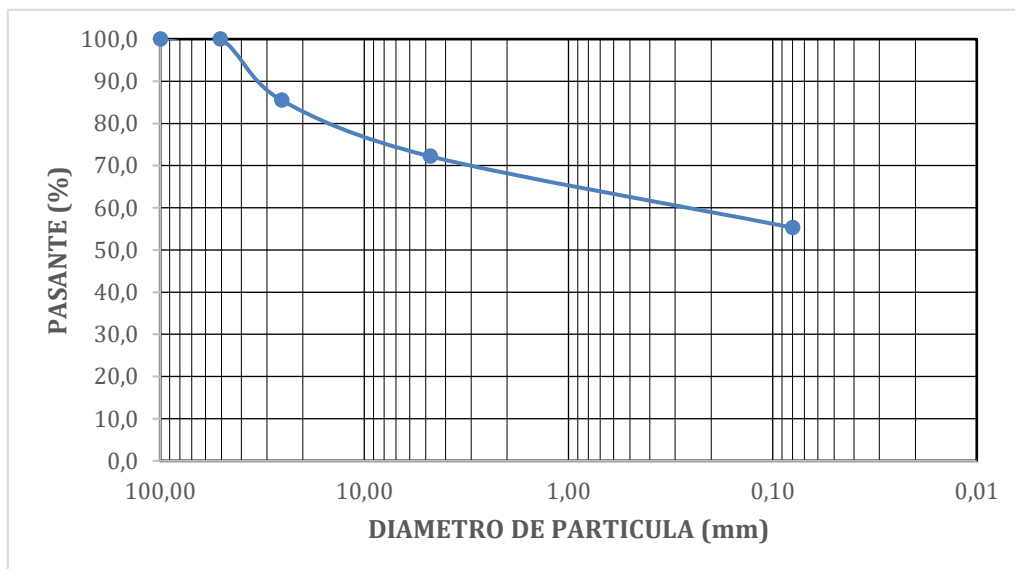
**Figura 18**

*Curva granulométrica de la calicata 7 (0.9 m)*



**Tabla 29***Datos granulométricos obtenidos de la Calicata 8 (1.1 m)*

TAMIZ		RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
ASTM	mm	PARCIAL	PARCIAL	ACUMULADO	ACUMULADO
		(g)	(%)	(%)	(%)
4"	100,00	0,0	0,0	0,0	100,0
3"	75,00	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,0	0,0	0,0	100,0
1 ½"	38,10	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,40	156,4	9,2	9,2	90,8
¾"	19,05	0,0	0,0	9,2	90,8
⅜"	9,53	0,0	0,0	9,2	90,8
No. 4	4,75	150,9	8,9	18,2	81,8
No. 10	2,00	0,0	0,0	18,2	81,8
No. 40	0,43	0,0	0,0	18,2	81,8
No. 200	0,08	284,5	16,8	35,0	65,0
<b>TOTAL MUESTRA</b>		<b>1692,0 gr.</b>			

**Figura 19***Curva granulométrica de la calicata 8 (1.1 m)*

## Límites de Atterberg

### Límite Líquido

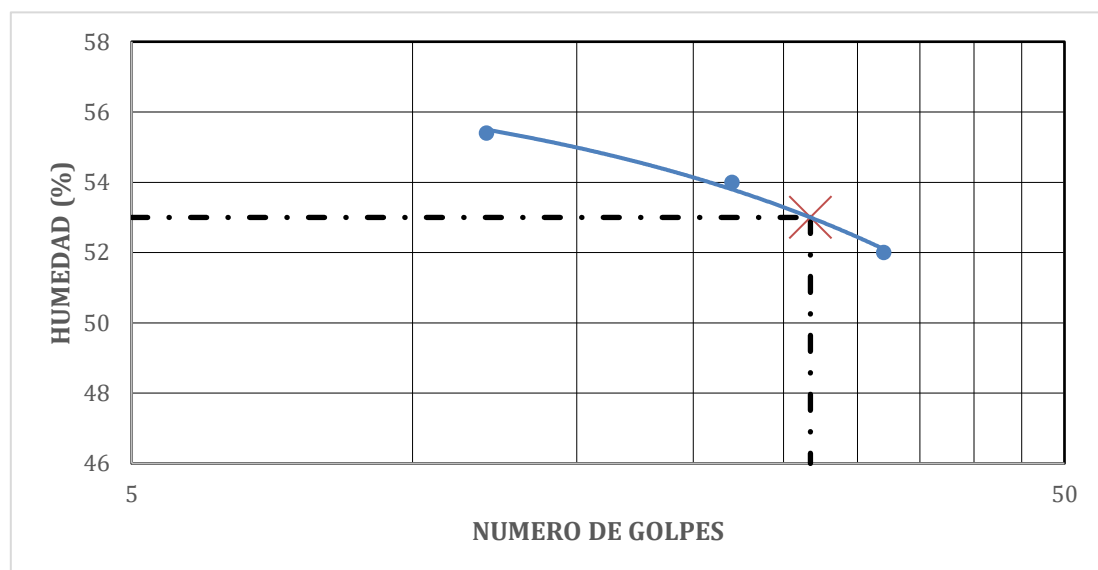
**Tabla 30**

*Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 1 (1.2 m)*

DATOS	LÍMITE LÍQUIDO		
	No. De Recipiente	B6	C8
Peso Suelo Humedo + Recip. (g)	16,25	14,89	22,53
Peso Suelo Seco + Recip. (g)	13,25	12,28	19,3
Peso del Agua (g)	3	2,61	3,23
Peso del Recipiente (g)	7,48	7,45	13,47
Peso Suelo Seco (g)	5,77	4,83	5,83
Número de Golpes	32	22	12
Contenido de Humedad (%)	52	54	55,4

**Figura 20**

*Grafica del Límite líquido de la calicata 1 (1.2 m)*



El límite líquido de la calicata 1 a 1.2 m es igual a 53% representando un promedio de los porcentajes contenido de humedad según el número de golpes.

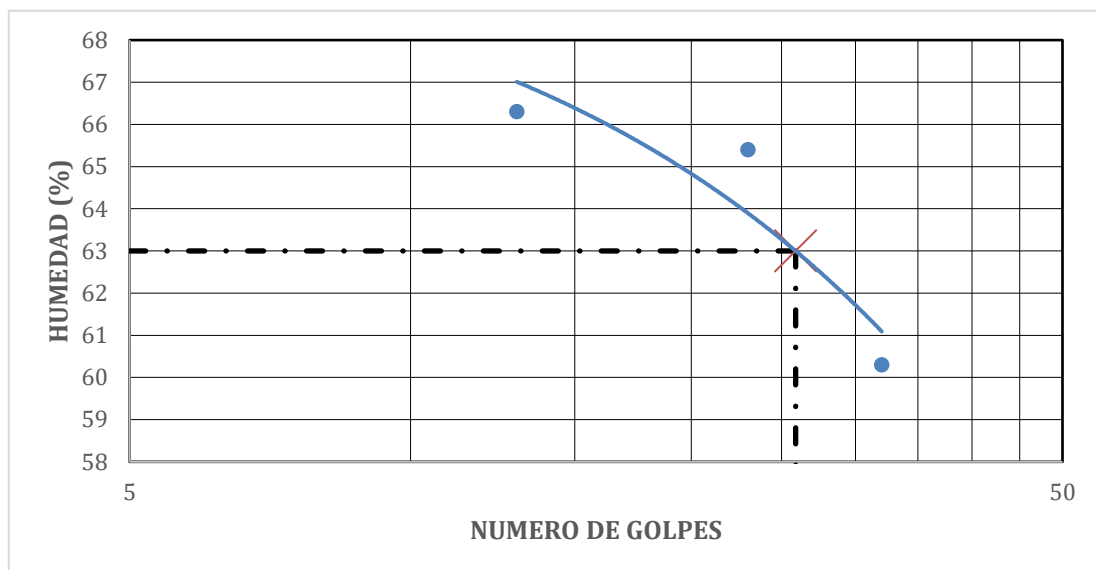
**Tabla 31**

Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 2 (0.9 m)

DATOS	LÍMITE LÍQUIDO		
	No. De Recipiente	C.85	C.01
Peso Suelo Humedo + Recip. (g)	17,43	16,96	17,78
Peso Suelo Seco + Recip. (g)	14,38	13,15	13,65
Peso del Agua (g)	3,05	3,81	4,13
Peso del Recipiente (g)	9,32	7,32	7,42
Peso Suelo Seco (g)	5,06	5,83	6,23
Numero de Golpes	32	23	13
Contenido de Humedad (%)	60,3	65,4	66,3

**Figura 21**

Grafica del Límite líquido de la calicata 2 (0.9 m)



El límite líquido de la calicata 2 a 0.9 m es igual a 63% representando un promedio de los porcentajes contenido de humedad según el número de golpes.

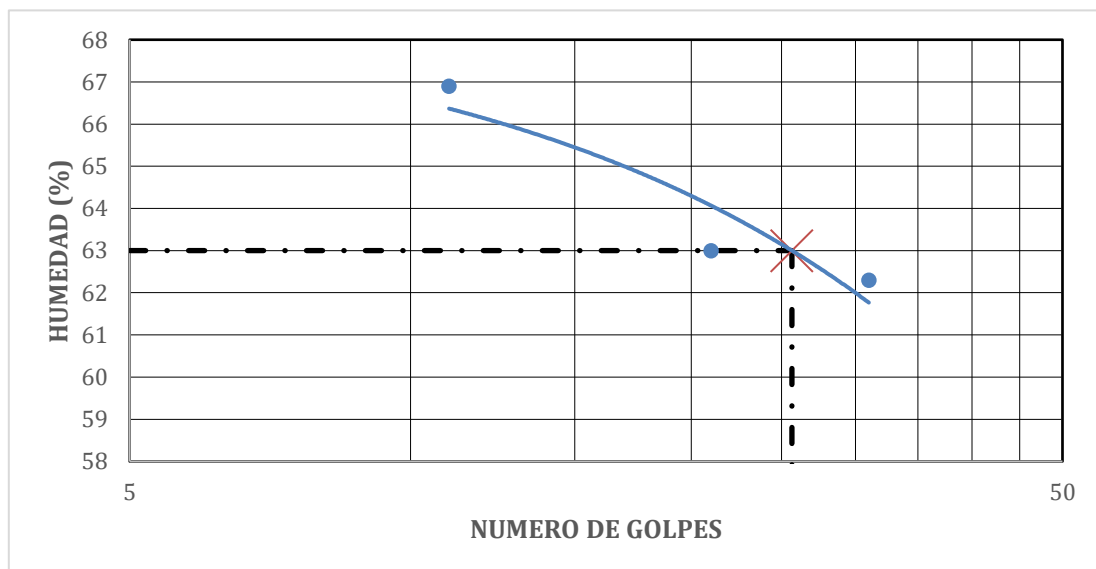
**Tabla 32**

*Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 3 (0.8 m)*

DATOS	LÍMITE LÍQUIDO		
	R.44	R.46	R.18
No. De Recipiente			
Peso Suelo Humedo + Recip. (g)	15,18	19,99	15,98
Peso Suelo Seco + Recip. (g)	12,26	15,15	12,42
Peso del Agua (g)	2,92	4,84	3,56
Peso del Recipiente (g)	7,57	7,47	7,1
Peso Suelo Seco (g)	4,69	7,68	5,32
Numero de Golpes	31	21	11
Contenido de Humedad (%)	62,3	63	66,9

**Figura 22**

*Grafica del Límite líquido de la calicata 3 (0.8 m)*



El límite líquido de la calicata 3 a 0.8 m es igual a 63% representando un promedio de los porcentajes contenido de humedad según el número de golpes.

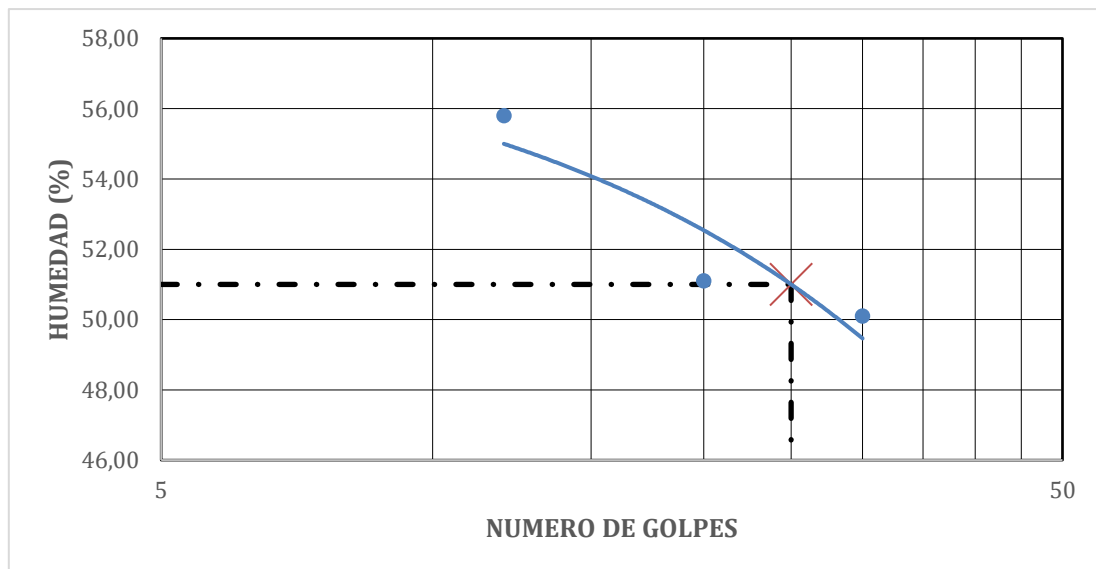
**Tabla 33**

*Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 4 (0.9 m)*

DATOS	LÍMITE LÍQUIDO		
	No. De Recipiente	28	14
Peso Suelo Humedo + Recip. (g)	21,73	21,48	20,75
Peso Suelo Seco + Recip. (g)	19,15	18,82	18,29
Peso del Agua (g)	2,58	2,66	2,46
Peso del Recipiente (g)	14,00	13,61	13,88
Peso Suelo Seco (g)	5,15	5,21	4,41
Numero de Golpes	30	20	12
Contenido de Humedad (%)	50,10	51,10	55,80

**Figura 23**

*Grafica del Límite líquido de la calicata 4 (0.9 m)*



El límite líquido de la calicata 4 a 0.9 m es igual a 51% representando un promedio de los porcentajes contenido de humedad según el número de golpes.

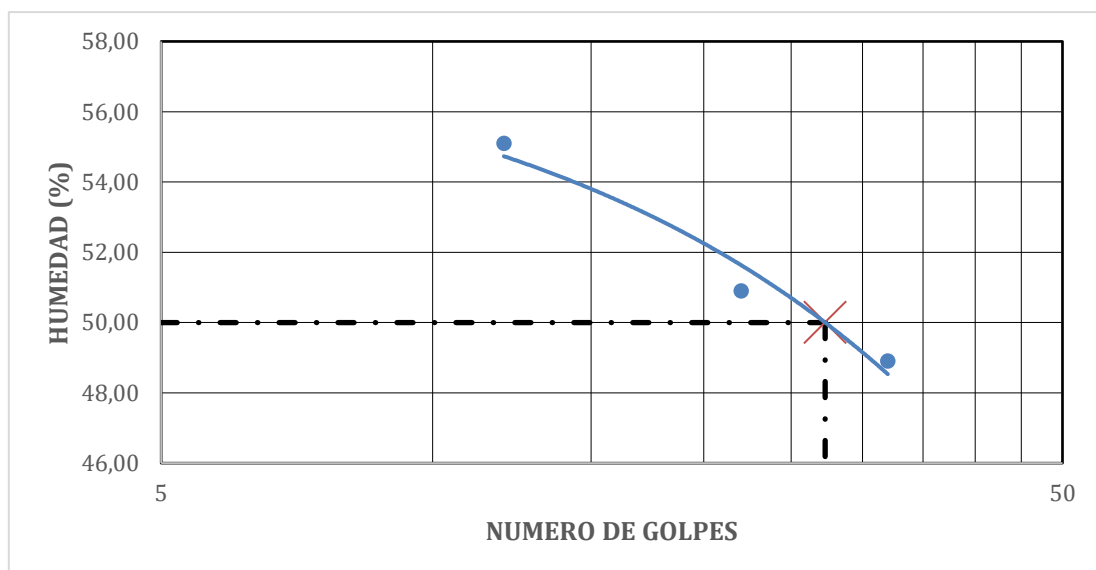
**Tabla 34**

Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 5 (1.1 m)

DATOS	LÍMITE LÍQUIDO		
	No. De Recipiente	B15	C1
Peso Suelo Humedo + Recip. (g)	24,71	23,66	22,38
Peso Suelo Seco + Recip. (g)	21,46	20,39	19,34
Peso del Agua (g)	3,25	3,27	3,04
Peso del Recipiente (g)	14,82	13,96	13,82
Peso Suelo Seco (g)	6,64	6,43	5,52
Numero de Golpes	32	22	12
Contenido de Humedad (%)	48,90	50,90	55,10

**Figura 24**

Grafica del Límite líquido de la calicata 5 (1.1 m)



El límite líquido de la calicata 5 a 1.1 m es igual a 50% representando un promedio de los porcentajes contenido de humedad según el número de golpes.

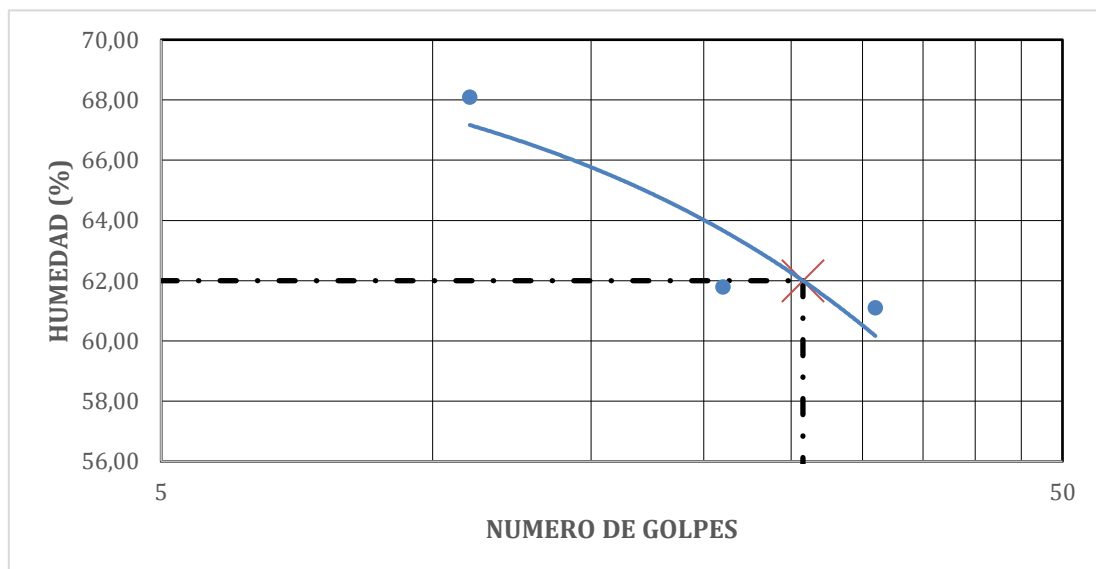
**Tabla 35**

*Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 6 (1.2 m)*

DATOS	LÍMITE LÍQUIDO		
	No. De Recipiente	C.09	C.37
Peso Suelo Humedo + Recip. (g)	14,86	16,01	15,28
Peso Suelo Seco + Recip. (g)	11,98	12,78	11,88
Peso del Agua (g)	2,88	3,23	3,40
Peso del Recipiente (g)	7,27	7,55	6,89
Peso Suelo Seco (g)	4,71	5,23	4,99
Numero de Golpes	31	21	11
Contenido de Humedad (%)	61,10	61,80	68,10

**Figura 25**

*Grafica del Límite líquido de la calicata 6 (1.2 m)*



El límite líquido de la calicata 6 a 1.2 m es igual a 62% representando un promedio de los porcentajes contenido de humedad según el número de golpes.

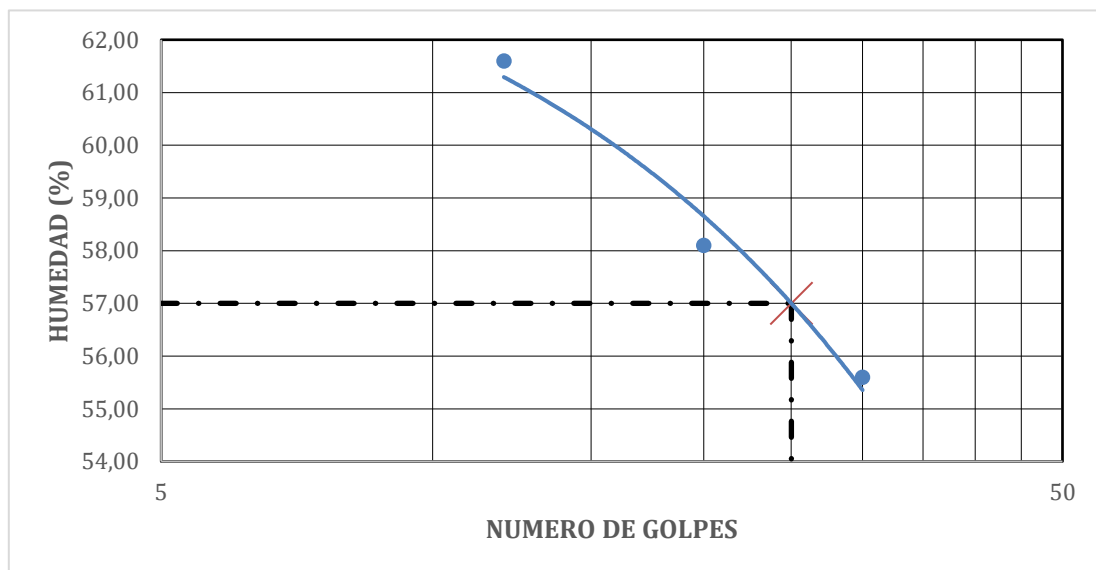
**Tabla 36**

Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 7 (0.9 m)

DATOS	LÍMITE LÍQUIDO		
	No. De Recipiente	25	74
Peso Suelo Humedo + Recip. (g)	22,69	23,11	23,28
Peso Suelo Seco + Recip. (g)	19,38	19,62	19,58
Peso del Agua (g)	3,31	3,49	3,70
Peso del Recipiente (g)	13,43	13,61	13,57
Peso Suelo Seco (g)	5,95	6,01	6,01
Numero de Golpes	30	20	12
Contenido de Humedad (%)	55,60	58,10	61,60

**Figura 26.**

Grafica del Límite líquido de la calicata 7 (0.9 m)



El límite líquido de la calicata 7 a 0.9 m es igual a 57% representando un promedio de los porcentajes contenido de humedad según el número de golpes.

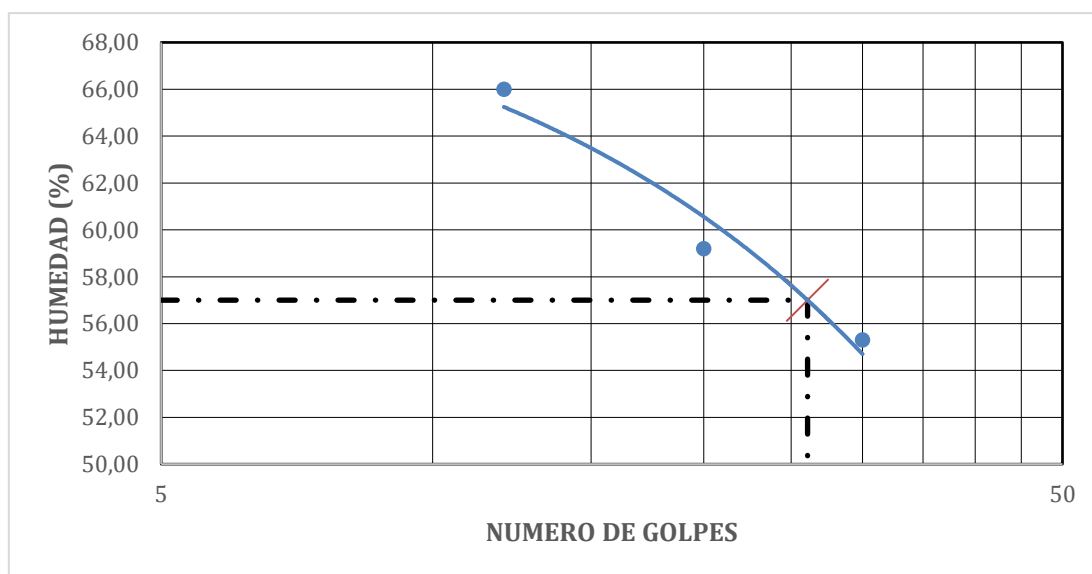
**Tabla 37**

Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 8 (1.1 m)

DATOS	LÍMITE LÍQUIDO		
	No. De Recipiente	A.16	O 10
Peso Suelo Humedo + Recip. (g)	26,33	17,10	23,50
Peso Suelo Seco + Recip. (g)	22,80	13,35	19,96
Peso del Agua (g)	3,53	3,75	3,54
Peso del Recipiente (g)	16,42	7,02	14,60
Peso Suelo Seco (g)	6,38	6,33	5,36
Numero de Golpes	30	20	12
Contenido de Humedad (%)	55,30	59,20	66,00

**Figura 27**

Grafica del Límite líquido de la calicata 8 (1.1 m)



El límite líquido de la calicata 8 a 1.1 m es igual a 57% representando un promedio de los porcentajes contenido de humedad según el número de golpes.

## Límite Plástico

**Tabla 38**

*Datos de Límite Plástico obtenidos de la Calicata 1 (1.2 m)*

DATOS	LIMITE PLASTICO		
	22	18	16
No. De Recipiente			
Peso Suelo Humedo + Recip. (g)	11,91	12,21	11,98
Peso Suelo Seco + Recip. (g)	11,36	11,66	11,40
Peso del Agua (g)	0,55	0,55	0,58
Peso del Recipiente (g)	9,50	9,71	9,41
Peso Suelo Seco (g)	1,86	1,95	1,99
Numero de Golpes	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	29,60	28,20	29,10

El límite plástico de la calicata 1 a 1.2 m es igual a 26% representando un promedio de los porcentajes de contenido de humedad.

**Tabla 39**

*Datos de Límite Plástico obtenidos de la Calicata 2 (0.9 m)*

DATOS	LIMITE PLASTICO		
	22	18	16
No. De Recipiente			
Peso Suelo Humedo + Recip. (g)	11,91	12,21	11,98
Peso Suelo Seco + Recip. (g)	11,36	11,66	11,40
Peso del Agua (g)	0,55	0,55	0,58
Peso del Recipiente (g)	9,50	9,71	9,41
Peso Suelo Seco (g)	1,86	1,95	1,99
Numero de Golpes	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	29,60	28,20	29,10

El límite plástico de la calicata 2 a 0.9 m es igual a 29% representando un promedio de los porcentajes de contenido de humedad.

**Tabla 40**

*Datos de Límite Plástico obtenidos de la Calicata 3 (0.8 m)*

DATOS	LIMITE PLASTICO		
	3	14	7
No. De Recipiente			
Peso Suelo Humedo + Recip. (g)	14,15	10,85	11,01
Peso Suelo Seco + Recip. (g)	13,20	9,99	10,14
Peso del Agua (g)	0,95	0,86	0,87
Peso del Recipiente (g)	9,48	6,39	6,61
Peso Suelo Seco (g)	3,72	3,60	3,53
Numero de Golpes	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	25,50	23,90	24,60

El límite plástico de la calicata 3 a 0.8 m es igual a 25% representando un promedio de los porcentajes de contenido de humedad.

**Tabla 41**

*Datos de Límite Plástico obtenidos de la Calicata (0.9 m)*

DATOS	LIMITE PLASTICO		
	74	3	94
No. De Recipiente			
Peso Suelo Humedo + Recip. (g)	11,20	11,21	11,19
Peso Suelo Seco + Recip. (g)	10,87	10,82	10,88
Peso del Agua (g)	0,33	0,39	0,31
Peso del Recipiente (g)	9,52	9,35	9,68
Peso Suelo Seco (g)	1,35	1,47	1,20
Numero de Golpes	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	24,40	26,50	25,80

El límite plástico de la calicata 4 a 0.9 m es igual a 26% representando un promedio de los porcentajes de contenido de humedad.

**Tabla 42**

*Datos de Límite Plástico obtenidos de la Calicata 5 (1.1 m)*

DATOS	LIMITE PLASTICO		
	88	4	117
No. De Recipiente			
Peso Suelo Humedo + Recip. (g)	12,90	12,98	12,75
Peso Suelo Seco + Recip. (g)	12,24	12,32	12,11
Peso del Agua (g)	0,66	0,66	0,64
Peso del Recipiente (g)	9,64	9,69	9,49
Peso Suelo Seco (g)	2,60	2,63	2,62
Numero de Golpes	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	25,40	25,10	24,40

El límite plástico de la calicata 5 a 1.1 m es igual a 25% representando un promedio de los porcentajes de contenido de humedad.

**Tabla 43**

*Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 6 (1.2 m)*

DATOS	LIMITE PLASTICO		
	51	42	13
No. De Recipiente			
Peso Suelo Humedo + Recip. (g)	12,69	12,88	12,75
Peso Suelo Seco + Recip. (g)	11,86	11,94	11,82
Peso del Agua (g)	0,83	0,94	0,93
Peso del Recipiente (g)	9,39	9,41	9,33
Peso Suelo Seco (g)	2,47	2,53	2,49
Numero de Golpes	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	33,60	37,20	37,30

El límite plástico de la calicata 6 a 1.2 m es igual a 36% representando un promedio de los porcentajes de contenido de humedad.

**Tabla 44**

*Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 7 (0.9 m)*

DATOS	LIMITE PLASTICO		
	17	35	14
No. De Recipiente			
Peso Suelo Humedo + Recip. (g)	11,97	11,91	11,80
Peso Suelo Seco + Recip. (g)	11,35	11,32	11,36
Peso del Agua (g)	0,62	0,59	0,44
Peso del Recipiente (g)	9,50	9,50	9,40
Peso Suelo Seco (g)	1,85	1,82	1,96
Numero de Golpes	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	33,50	32,40	22,40

El límite plástico de la calicata 7 a 0.9 m es igual a 29% representando un promedio de los porcentajes de contenido de humedad.

**Tabla 45**

*Datos de Límite Líquido obtenidos de la Calicata 8 (1.1 m)*

DATOS	LIMITE PLASTICO		
	27	12	14
No. De Recipiente			
Peso Suelo Humedo + Recip. (g)	12,88	13,31	12,94
Peso Suelo Seco + Recip. (g)	12,19	12,57	12,22
Peso del Agua (g)	0,69	0,74	0,72
Peso del Recipiente (g)	9,51	9,75	9,41
Peso Suelo Seco (g)	2,68	2,82	2,81
Numero de Golpes	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	25,7	26,2	25,6

El límite plástico de la calicata 8 a 1.1 m es igual a 26% representando un promedio de los porcentajes de contenido de humedad.

### Índice Plástico

El índice plástico se obtiene con los resultados del límite líquido y límite plástico, se calcula con la siguiente ecuación:

$$IP = LL - LP$$

Donde:

(2.7)

*IP*: Índice plástico

*LL*: Límite líquido

*LP*: Límite plástico

### Tabla 46

*Resultados del Índice plástico de cada calicata*

<b>No. Calicata</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Índice Plástico</b>
	<b>m</b>	<b>%</b>
<b>Calicata 1</b>	1,2	27
<b>Calicata 2</b>	0,9	34
<b>Calicata 3</b>	0,8	38
<b>Calicata 4</b>	0,9	25
<b>Calicata 5</b>	1,1	25
<b>Calicata 6</b>	1,2	26
<b>Calicata 7</b>	0,9	27
<b>Calicata 8</b>	1,1	31

**Ensayo Proctor**

Se tomaron 3 muestras por cada calicata y se las compacto a 5 capas de 56 golpes cada una.

**Tabla 47**

*Materiales usados para la compactación*

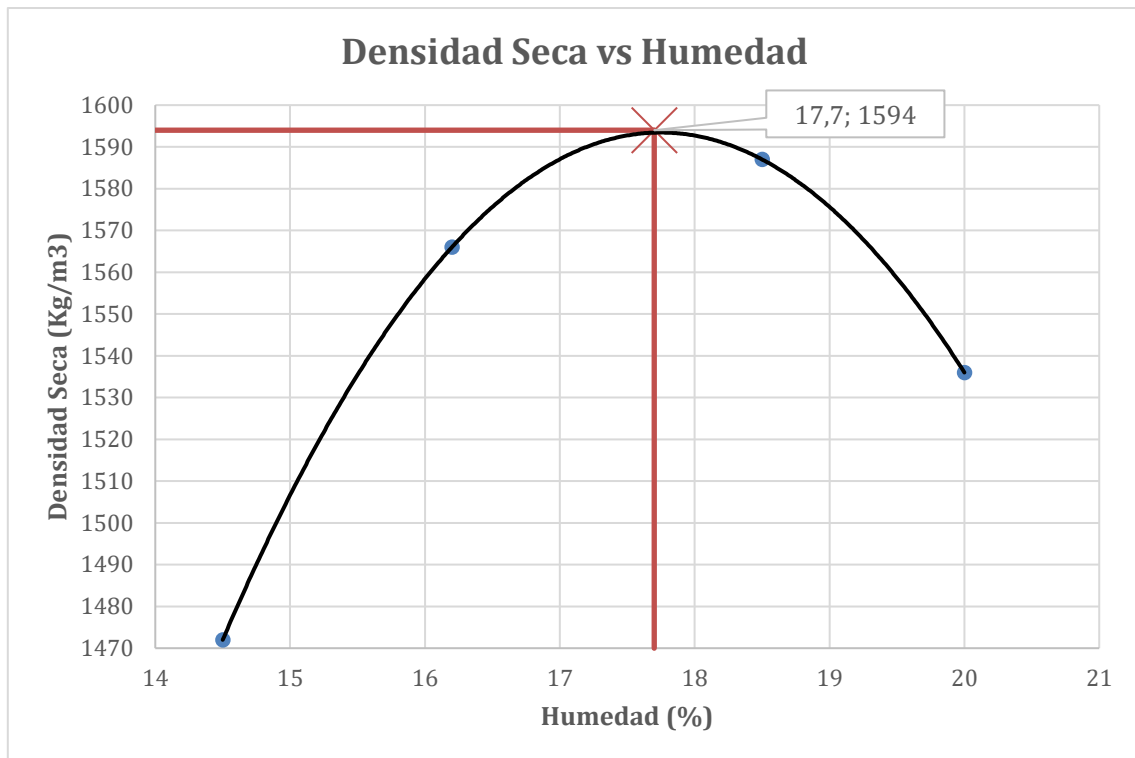
<b>Diametro del molde (g)</b>	6
<b>Volumen del molde (cm3)</b>	2125
<b>Peso del martillo (lbs)</b>	10

**Tabla 48***Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 1*

<b>Recipiente No.:</b>	<b>T91</b>	<b>T61</b>	<b>T58</b>	<b>T68</b>	<b>T42</b>	<b>T70</b>	<b>T83</b>	<b>T38</b>
<b>Peso de Recipiente + Suelo Humedo (g)</b>	192,8	179,6	195,6	197,4	191,4	189,3	180,7	184,7
<b>Peso de Recipiente + Suelo Seco (g)</b>	172,6	160,8	172,8	174,3	166,6	164,5	155,7	159,3
<b>Peso del Agua (g)</b>	20,2	18,8	22,8	23,1	24,8	24,8	25	25,4
<b>Peso de Recipiente (g)</b>	32,2	32,3	31,8	31,5	31,3	31,9	31,8	31,3
<b>Peso de Suelo Seco (g)</b>	140,4	128,5	141	142,8	135,3	132,6	123,9	128
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	14,4	14,6	16,2	16,2	18,3	18,7	20,2	19,8
<b>Prom. Contenido de Humedad (%)</b>	14,5		16,2		18,5		20	
<b>Peso de Suelo + Molde (g)</b>	9515		9799		9930		9850	
<b>Peso del Molde (g)</b>	5933		5933		5933		5933	
<b>Peso del Suelo en el Molde (g)</b>	3582		3866		3997		3917	
<b>Densidad Humeda (kg/m3)</b>	1686		1819		1881		1843	
<b>Densidad Seca (kg/m3)</b>	1472		1566		1587		1536	

**Figura 28.**

*Curva humedad vs Densidad seca en la calicata 1*

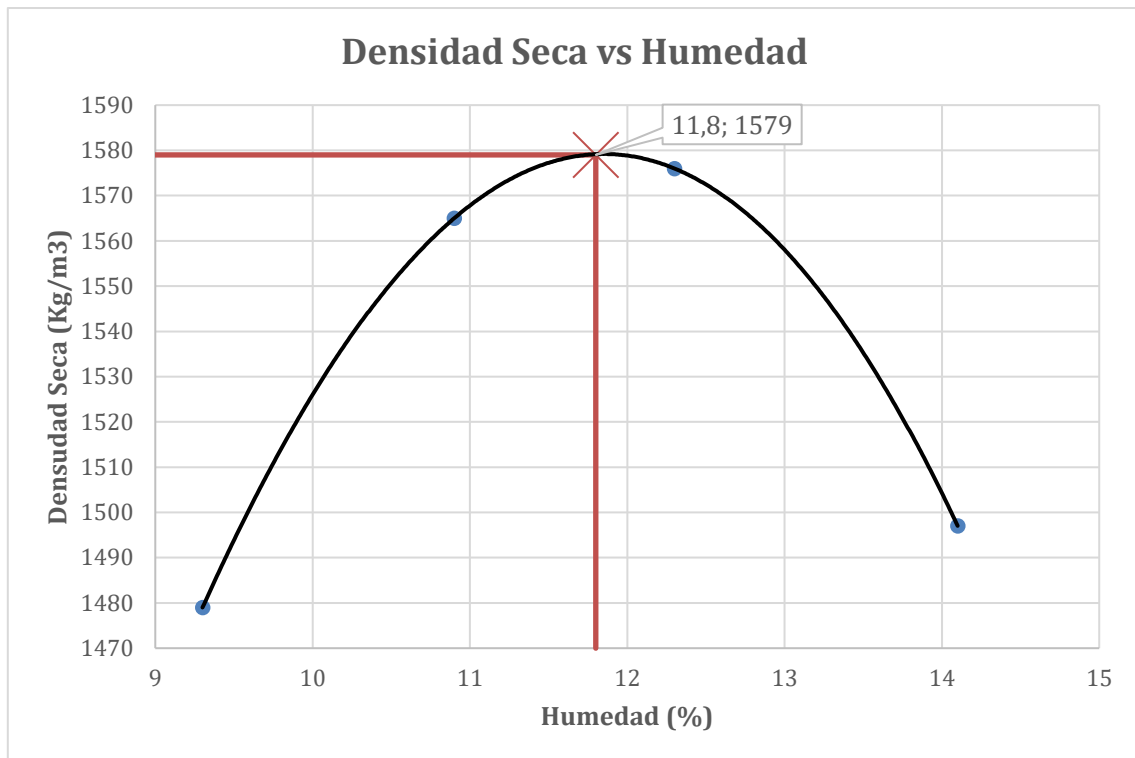


**Tabla 49***Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 2*

<b>Recipiente No.:</b>	<b>30</b>	<b>87</b>	<b>86</b>	<b>85</b>	<b>30</b>	<b>88</b>	<b>81</b>	<b>82</b>
<b>Peso de Recipiente + Suelo Humedo (g)</b>	166,1	173,7	168,4	174,4	160,1	173,3	164,4	155,3
<b>Peso de Recipiente + Suelo Seco (g)</b>	154,4	160,5	154,7	160,0	145,0	158,1	148,3	138,9
<b>Peso del Agua (g)</b>	11,7	13,2	13,7	14,4	15,1	15,2	16,1	16,4
<b>Peso de Recipiente (g)</b>	24,0	23,5	31,6	24,2	24,2	31,6	32,5	23,8
<b>Peso de Suelo Seco (g)</b>	130,4	137,0	123,1	135,8	120,8	126,5	115,8	115,1
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	9,0	9,6	11,1	10,6	12,5	12,0	13,9	14,2
<b>Prom. Contenido de Humedad (%)</b>	9,3		10,9		12,3		14,1	
<b>Peso de Suelo + Molde (g)</b>	9888		10138		10209		10080	
<b>Peso del Molde (g)</b>	6487		6487		6487		6487	
<b>Peso del Suelo en el Molde (g)</b>	3401		3651		3722		3593	
<b>Densidad Humeda (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1616		1735		1769		1708	
<b>Densidad Seca (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1479		1565		1576		1497	

**Figura 29**

*Curva humedad vs Densidad seca en la calicata 2*

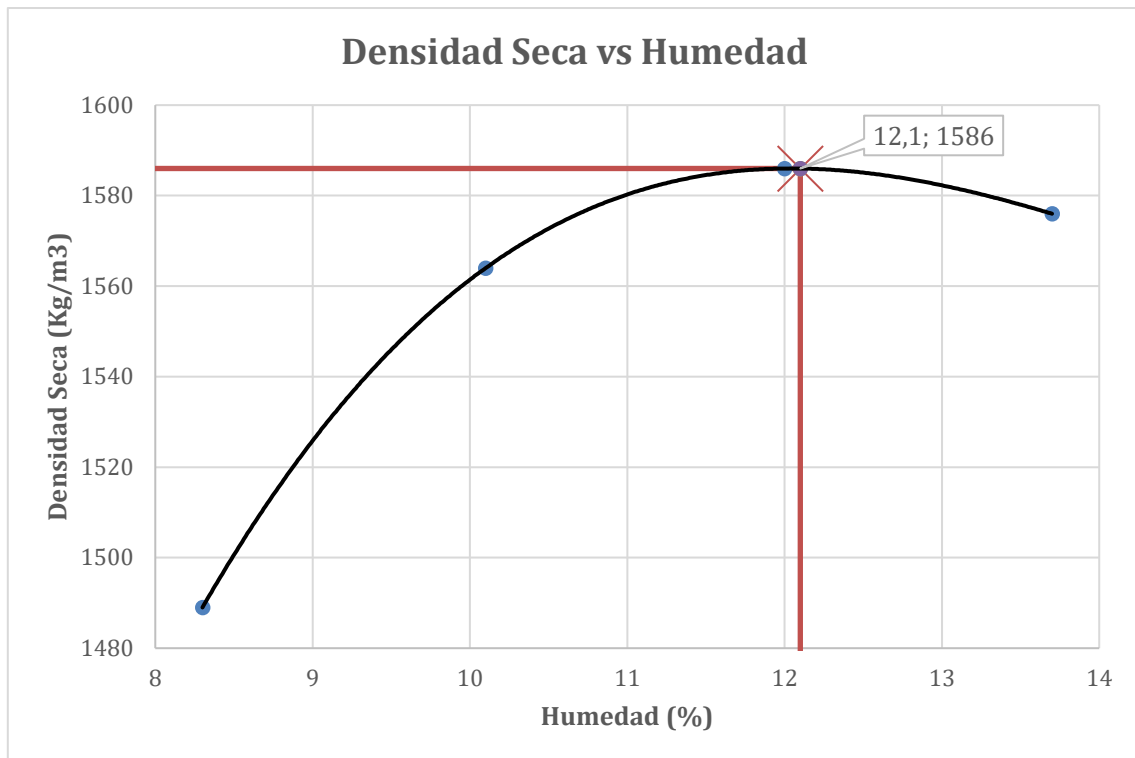


**Tabla 50***Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 3*

<b>Recipiente No.:</b>	<b>S36</b>	<b>S42</b>	<b>S30</b>	<b>S11</b>	<b>S12</b>	<b>S14</b>	<b>S29</b>	<b>S26</b>
<b>Peso de Recipiente + Suelo Humedo (g)</b>	115,3	112,6	118,6	119,4	119,8	120,0	116,5	112,0
<b>Peso de Recipiente + Suelo Seco (g)</b>	108,1	105,4	109,5	110,2	108,8	109,5	104,7	101,0
<b>Peso del Agua (g)</b>	7,2	7,2	9,1	9,2	11,0	10,5	11,8	11,0
<b>Peso de Recipiente (g)</b>	19,0	20,1	19,1	19,8	18,9	19,5	19,6	19,9
<b>Peso de Suelo Seco (g)</b>	89,1	85,3	90,4	90,4	89,9	90,0	85,1	81,1
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	8,1	8,4	10,1	10,2	12,2	11,7	13,9	13,6
<b>Prom. Contenido de Humedad (%)</b>	8,3		10,1		12		13,7	
<b>Peso de Suelo + Molde (g)</b>	9390		9624		9738		9773	
<b>Peso del Molde (g)</b>	5968		5968		5968		5968	
<b>Peso del Suelo en el Molde (g)</b>	3422		3656		3770		3805	
<b>Densidad Humeda (kg/m3)</b>	1612		1722		1776		1792	
<b>Densidad Seca (kg/m3)</b>	1489		1564		1586		1576	

**Figura 30**

Curva humedad vs Densidad seca en la calicata 3

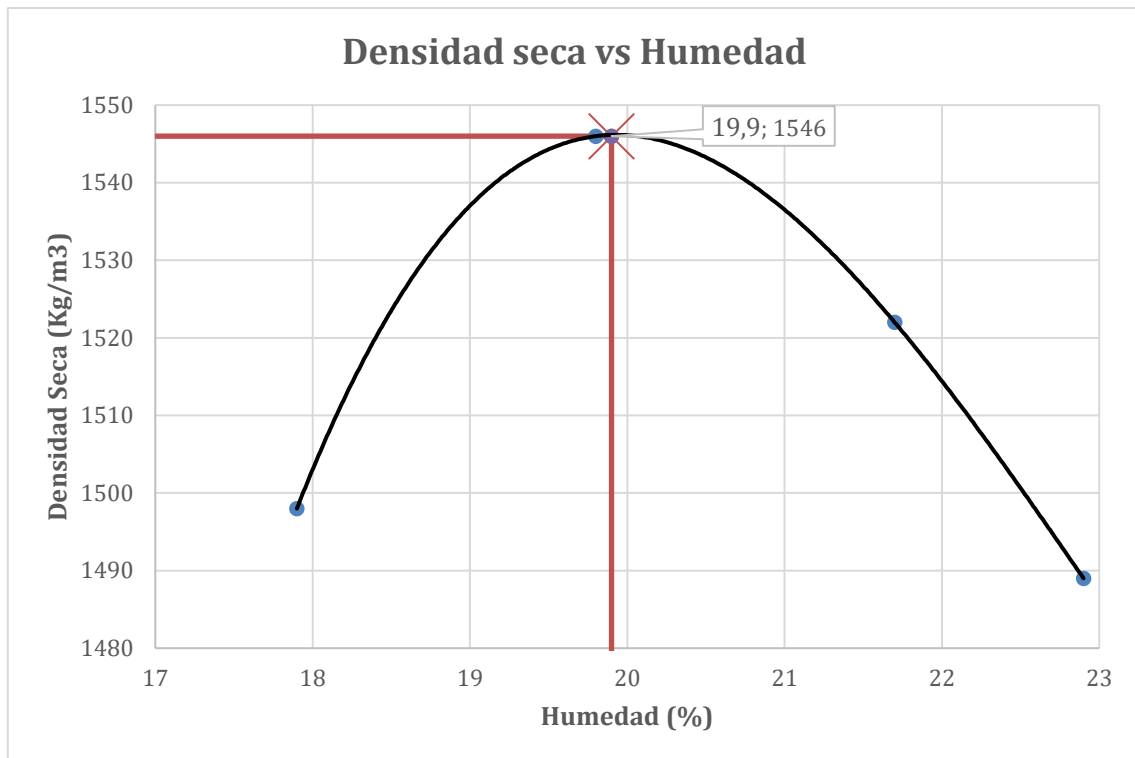


**Tabla 51***Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 4*

<b>Recipiente No.:</b>	<b>14</b>	<b>24</b>	<b>15</b>	<b>94</b>	<b>23</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>12</b>
<b>Peso de Recipiente + Suelo Humedo (g)</b>	137,8	140,2	141,3	142,6	139,3	129,5	151,8	112,0
<b>Peso de Recipiente + Suelo Seco (g)</b>	119,2	121,5	119,4	122,2	116,8	109,6	127,8	101,0
<b>Peso del Agua (g)</b>	18,6	18,7	21,9	20,4	22,5	19,9	24,0	11,0
<b>Peso de Recipiente (g)</b>	16,3	15,7	12,3	15,6	15,6	16,0	23,1	19,9
<b>Peso de Suelo Seco (g)</b>	102,9	105,8	107,1	106,6	101,2	93,6	104,7	81,1
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	18,1	17,7	20,4	19,1	22,2	21,3	22,9	13,6
<b>Prom. Contenido de Humedad (%)</b>	17,9		19,8		21,7		22,9	
<b>Peso de Suelo + Molde (g)</b>	9715		9898		9899		9850	
<b>Peso del Molde (g)</b>	5966		5966		5966		5966	
<b>Peso del Suelo en el Molde (g)</b>	3749		3932		5933		3884	
<b>Densidad Humeda (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1766		1852		1853		1829	
<b>Densidad Seca (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1498		1546		1522		1489	

**Figura 31**

*Curva humedad vs Densidad seca en la calicata 4*

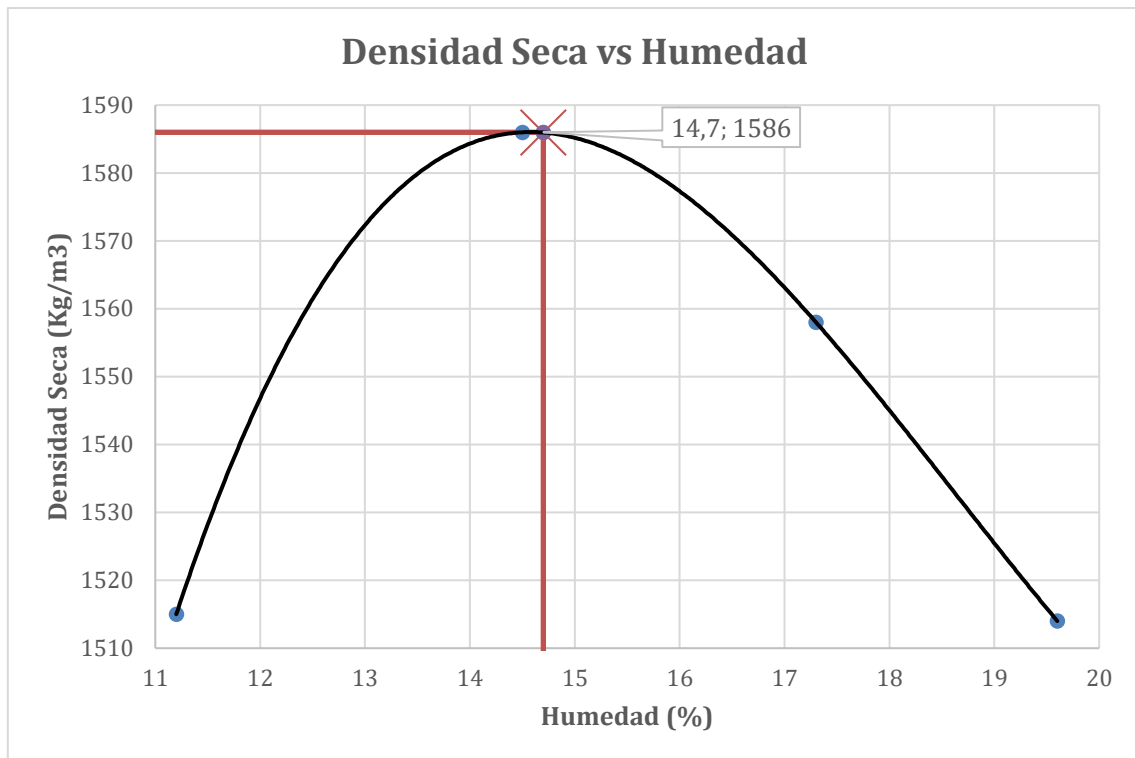


**Tabla 52***Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 5*

<b>Recipiente No.:</b>	<b>5</b>	<b>84</b>	<b>T90</b>	<b>T73</b>	<b>T100</b>	<b>T81</b>	<b>T350</b>	<b>T39</b>
<b>Peso de Recipiente + Suelo Humedo (g)</b>	152,7	162,4	156,4	150,0	137,2	170,9	163,8	169,9
<b>Peso de Recipiente + Suelo Seco (g)</b>	138,5	150,5	139,3	134,2	120,1	149,2	142,0	147,5
<b>Peso del Agua (g)</b>	14,2	11,9	17,1	15,8	17,1	21,7	21,8	22,4
<b>Peso de Recipiente (g)</b>	23,4	32,1	24,1	23,1	21,8	23,7	32,1	31,4
<b>Peso de Suelo Seco (g)</b>	115,1	118,4	115,2	111,1	98,3	125,5	109,9	116,1
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	12,3	10,1	14,8	14,2	17,4	17,3	19,8	19,3
<b>Prom. Contenido de Humedad (%)</b>	11,2		14,5		17,3		19,6	
<b>Peso de Suelo + Molde (g)</b>	9512		9792		9818		9780	
<b>Peso del Molde (g)</b>	5933		5933		5933		5933	
<b>Peso del Suelo en el Molde (g)</b>	3579		3859		3885		3847	
<b>Densidad Humeda (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1684		1816		1828		1810	
<b>Densidad Seca (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1515		1586		1558		1514	

**Figura 32**

Curva humedad vs Densidad seca en la calicata 5

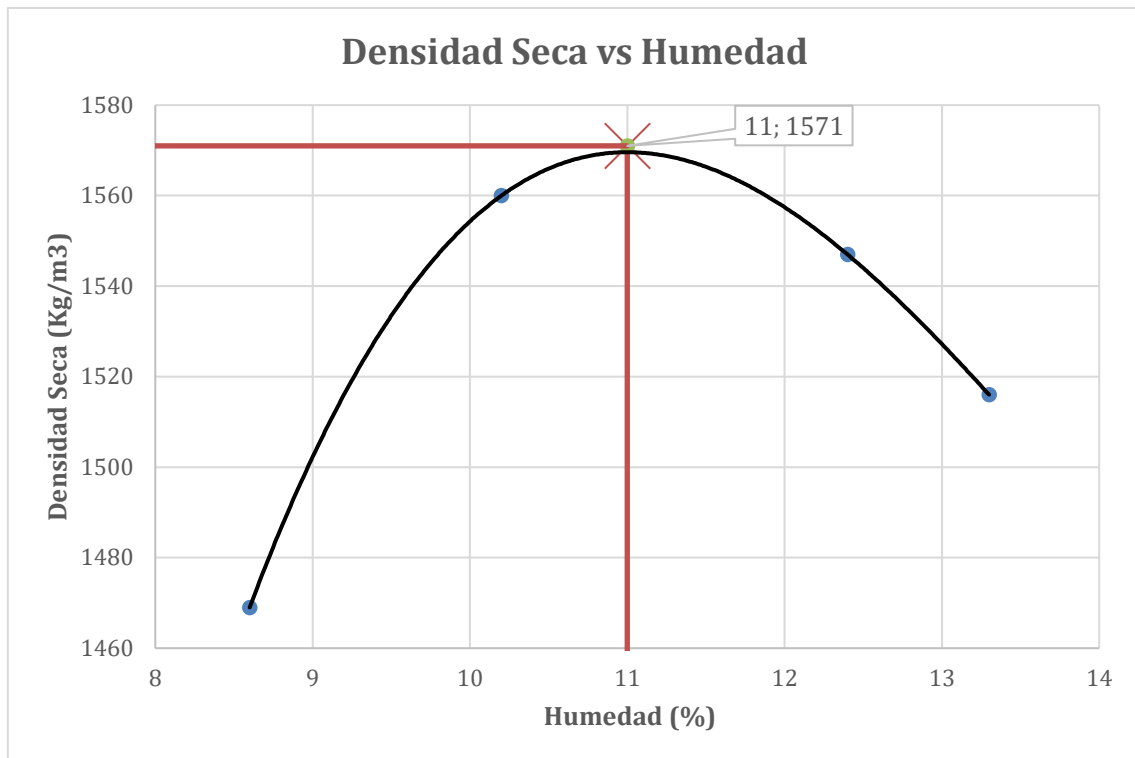


**Tabla 53***Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 6*

<b>Recipiente No.:</b>	<b>13</b>	<b>49</b>	<b>64</b>	<b>63</b>	<b>21</b>	<b>15</b>	<b>62</b>	<b>61</b>
<b>Peso de Recipiente + Suelo Humedo (g)</b>	137,3	131,9	118,9	117,9	148,5	137,9	126,4	143,3
<b>Peso de Recipiente + Suelo Seco (g)</b>	127,5	122,9	109,4	108,5	133,9	124,4	113,5	128,4
<b>Peso del Agua (g)</b>	9,8	9,0	9,5	9,4	14,6	13,5	12,9	14,9
<b>Peso de Recipiente (g)</b>	15,8	16,4	16,0	15,7	16,3	15,7	16,1	16,5
<b>Peso de Suelo Seco (g)</b>	111,7	106,5	93,4	92,8	117,6	108,7	97,4	111,9
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	8,8	8,5	10,2	10,1	12,4	12,4	13,2	13,3
<b>Prom. Contenido de Humedad (%)</b>	8,6		10,2		12,4		13,3	
<b>Peso de Suelo + Molde (g)</b>	9815		10072		10115		10070	
<b>Peso del Molde (g)</b>	6457		6457		6457		6457	
<b>Peso del Suelo en el Molde (g)</b>	3358		3615		3658		3613	
<b>Densidad Humeda (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1596		1718		1739		1717	
<b>Densidad Seca (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1469		1560		1547		1516	

**Figura 33**

Curva humedad vs Densidad seca en la calicata 6

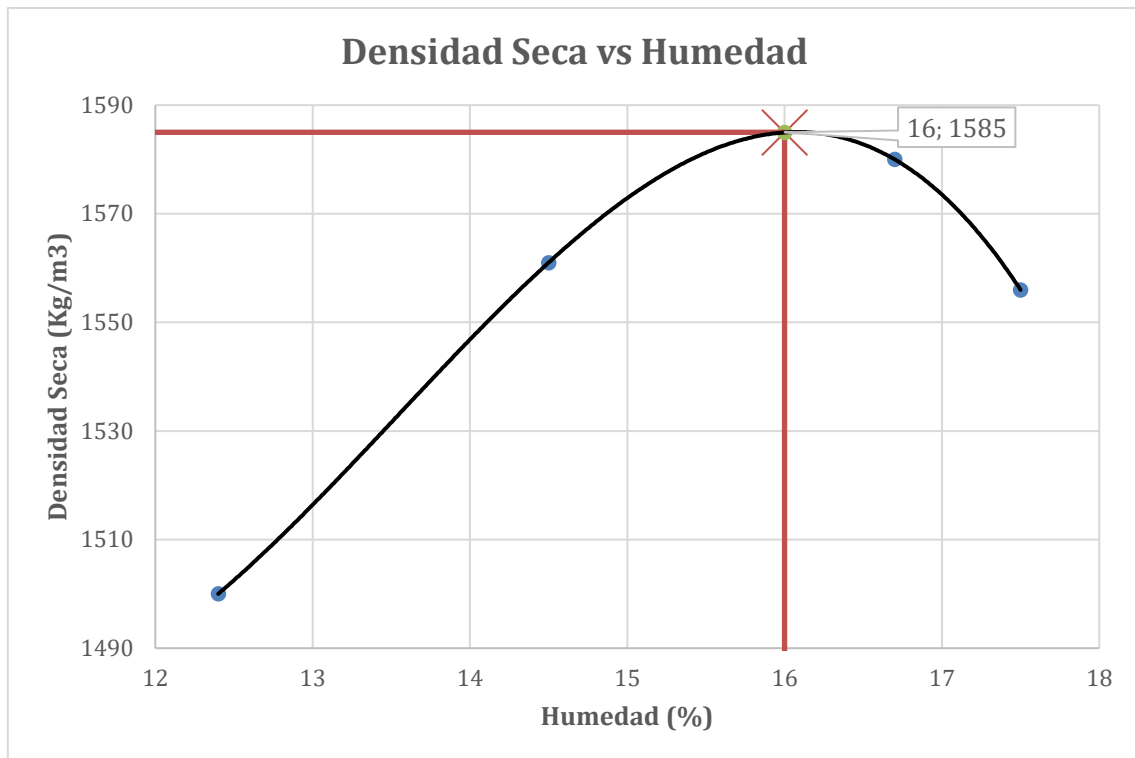


**Tabla 54***Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 7*

<b>Recipiente No.:</b>	<b>78</b>	<b>45</b>	<b>96</b>	<b>74</b>	<b>25</b>	<b>64</b>	<b>77</b>	<b>25</b>
<b>Peso de Recipiente + Suelo Humedo (g)</b>	145,2	156,4	157,6	147,6	184,5	165,2	187,2	146,3
<b>Peso de Recipiente + Suelo Seco (g)</b>	130,5	141,6	139,4	131,0	160,0	145,0	160,0	128,0
<b>Peso del Agua (g)</b>	14,7	14,8	18,2	16,6	24,5	20,2	27,2	18,3
<b>Peso de Recipiente (g)</b>	15,6	18,5	14,5	15,6	17,5	20,1	15,6	14,6
<b>Peso de Suelo Seco (g)</b>	114,9	123,1	124,9	115,4	142,5	124,9	144,4	113,4
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	12,8	12,0	14,6	14,4	17,2	16,2	18,8	16,1
<b>Prom. Contenido de Humedad (%)</b>	12,4		14,5		16,7		17,5	
<b>Peso de Suelo + Molde (g)</b>	9999		10214		10332		10301	
<b>Peso del Molde (g)</b>	6419		6419		6419		6419	
<b>Peso del Suelo en el Molde (g)</b>	3580		3795		3913		3882	
<b>Densidad Humeda (kg/m3)</b>	1686		1788		1843		1829	
<b>Densidad Seca (kg/m3)</b>	1500		1561		1580		1556	

**Figura 34**

Curva humedad vs Densidad seca en la calicata 7

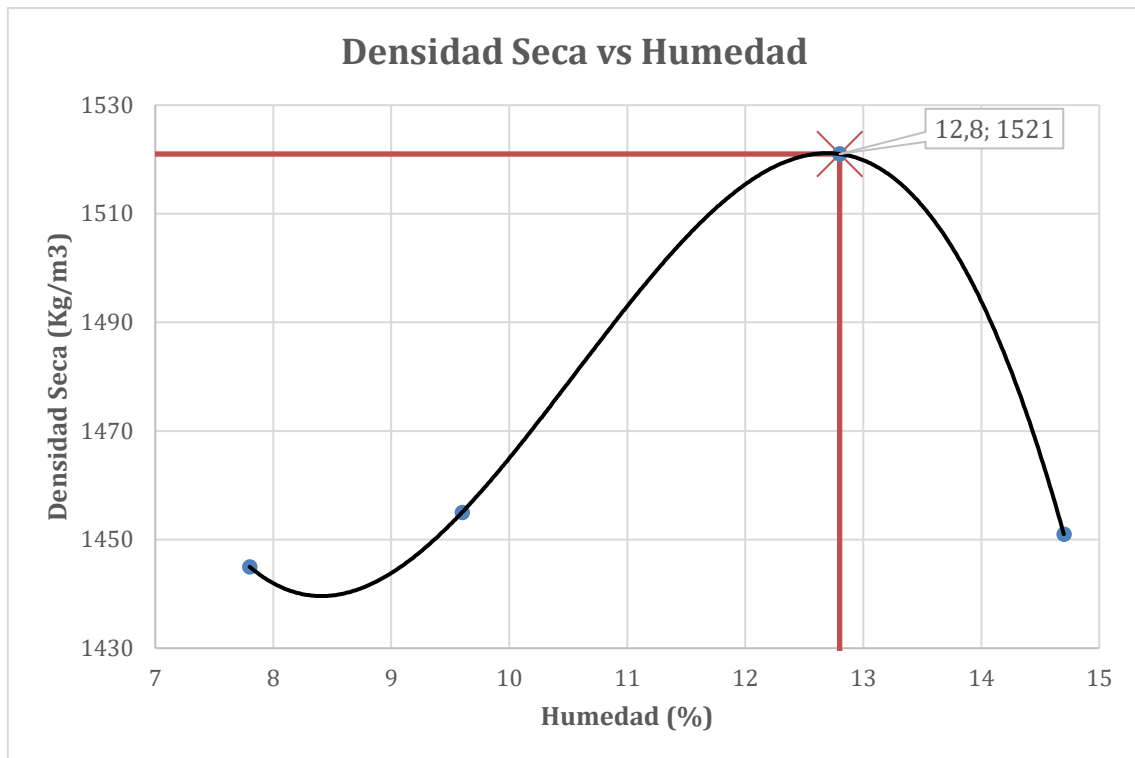


**Tabla 55***Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 8*

<b>Recipiente No.:</b>	<b>S-30</b>	<b>S-34</b>	<b>S-03</b>	<b>S-17</b>	<b>S-08</b>	<b>S-21</b>	<b>S-10</b>	<b>S-21</b>
<b>Peso de Recipiente + Suelo Humedo (g)</b>	122,3	123,6	114,7	135,1	135,2	140,3	114,8	109,9
<b>Peso de Recipiente + Suelo Seco (g)</b>	115,0	115,9	106,3	124,9	121,7	127,0	102,8	98,1
<b>Peso del Agua (g)</b>	7,3	7,7	8,4	10,2	13,5	13,3	12,0	11,8
<b>Peso de Recipiente (g)</b>	19,7	19,0	18,9	19,5	19,2	20,2	19,5	19,9
<b>Peso de Suelo Seco (g)</b>	95,3	96,9	87,4	105,4	102,5	106,8	83,3	78,2
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	7,7	7,9	9,6	9,7	13,2	12,5	14,4	15,1
<b>Prom. Contenido de Humedad (%)</b>	7,8		9,6		12,8		14,7	
<b>Peso de Suelo + Molde (g)</b>	9338		9418		9673		9566	
<b>Peso del Molde (g)</b>	6036		6036		6036		6036	
<b>Peso del Suelo en el Molde (g)</b>	3302		3382		3637		3530	
<b>Densidad Humeda (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1558		1595		1716		1665	
<b>Densidad Seca (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1445		1455		1521		1451	

**Figura 35**

Curva humedad vs Densidad seca en la calicata 8



## Ensayo CBR

**Tabla 56**

*Resultado de Densidades húmedas de la calicata 1*

<b>Molde No.</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>	
<b>No. de Capas</b>	<b>5</b>		<b>5</b>		<b>5</b>	
<b>No. de Golpes por capas</b>	<b>56</b>		<b>25</b>		<b>12</b>	
<b>Estado de la Muestra</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>
<b>Peso muestra húmeda + Molde (Kg)</b>	12449	12780	12858	13224	13266	13668
<b>Peso de Molde (Kg)</b>	8295	8295	8918	8918	9541	9541
<b>Peso de Muestra Húmeda (Kg)</b>	4154	4485	3939,5	4306	3725	4127
<b>Volumen de la muestra (m3)</b>	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142
<b>Densidad húmeda (Kg/m3)</b>	1939	2094	1839	2010	1739	1927

**Tabla 57***Resultado de Contenido de humedad de la calicata 1*

<b>Molde No.</b>	<b>1</b>			<b>2</b>			<b>3</b>		
<b>No. de Capas</b>	<b>5</b>			<b>5</b>			<b>5</b>		
<b>No. de Golpes por capas</b>	<b>56</b>			<b>25</b>			<b>12</b>		
	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>
<b>Peso de muestra húmeda + Tara (g)</b>	129,40	140,70	123,40	125,30	137,10	104,70	121,20	133,40	86,00
<b>Peso de muestra seca + Tara (g)</b>	117,30	127,40	95,20	113,90	124,50	82,00	110,50	121,50	68,70
<b>Peso del agua (g)</b>	12,10	13,30	28,20	11,40	12,60	22,80	10,70	11,90	17,30
<b>Peso de la Tara (g)</b>	31,20	31,70	11,40	31,90	31,70	11,40	32,50	31,70	11,40
<b>Peso de la muestra seca (g)</b>	86,10	95,70	83,80	82,10	92,80	70,60	78,00	89,80	57,30
<b>Cont. de Humedad Promedio (%)</b>	14,10	13,90	33,70	13,90	13,60	32,20	13,70	13,30	30,20
<b>Densidad Seca (Kg/m3)</b>	1700	1703	1567	1615	1619	1520	1529	1536	1480

**Tabla 58***Resultado de Esponjamiento (Hinchamiento) de la calicata 1*

<b>Molde No.</b>	<b>1</b>			<b>2</b>			<b>3</b>		
	<b>No. Dia</b>	<b>Lectura Indicador</b>	<b>Esponjamiento</b>		<b>Lectura Indicador</b>	<b>Esponjamiento</b>		<b>Lectura Indicador</b>	<b>Esponjamiento</b>
<b>Pulg.</b>			<b>%</b>	<b>Pulg.</b>		<b>%</b>	<b>Pulg.</b>		<b>%</b>
<b>1</b>	0+002	0,002	0,04	0+002	0,002	0,04	0+002	0,002	0,04
<b>2</b>	0+236	0,236	5,24	0+228	0,228	5,07	0+220	0,220	4,89
<b>3</b>	0+292	0,292	6,49	0+251	0,251	5,58	0+224	0,224	4,98
<b>4</b>	0+323	0,323	7,18	0+267	0,267	5,93	0+230	0,230	5,11

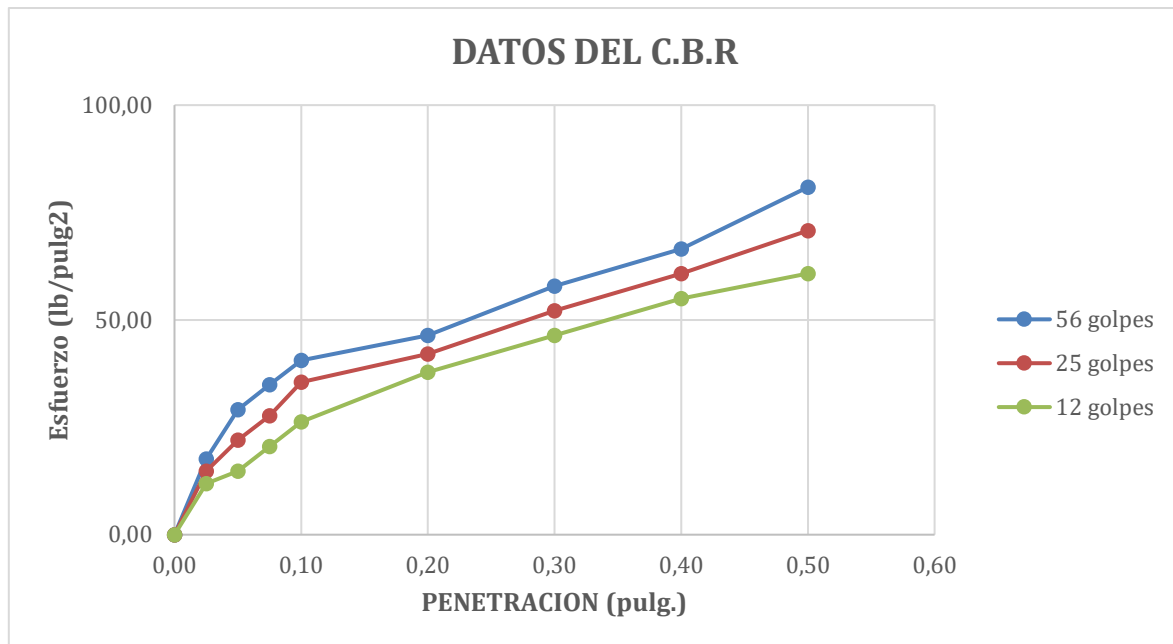
**Tabla 59**

*Resultado de los esfuerzos según los datos obtenidos en la penetración a los 56, 25 y 12 golpes en la calicata 1*

PENETRACION	1			2			3		
	Carga de Ensayo		CBR corr.	Carga de Ensayo		CBR corr.	Carga de Ensayo		CBR corr.
pulg.	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2
0,00	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	
0,03	52,90	17,60		44,30	14,80		35,70	11,90	
0,05	87,40	29,10		65,90	22,00		44,30	14,80	
0,08	104,70	34,90		83,10	27,70		61,50	20,50	
0,10	121,90	40,60	36,00	100,40	35,50	30,00	78,80	26,30	25,00
0,20	139,20	46,40		126,20	42,10		113,30	37,80	
0,30	173,70	57,90		156,40	52,10		139,20	46,40	
0,40	199,60	66,50		182,30	60,80		165,10	55,00	
0,50	242,70	80,90		212,50	70,80		182,30	60,80	

**Figura 36.**

Grafica Esfuerzos vs Penetración a los 56, 25 y 12 golpes de la calicata 1



*Nota.* El CBR de diseño en la calicata 1 es de 2% según los resultados proporcionados.

**Tabla 60***Resultado de Densidades húmedas de la calicata 2*

<b>Molde No.</b>	<b>12</b>		<b>16</b>		<b>21</b>	
<b>No. de Capas</b>	<b>5</b>		<b>5</b>		<b>5</b>	
<b>No. de Golpes por capas</b>	<b>56</b>		<b>25</b>		<b>12</b>	
<b>Estado de la Muestra</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>
<b>Peso muestra húmeda + Molde (Kg)</b>	12150	12360	11886	12263	11758	11963
<b>Peso de Molde (Kg)</b>	8397	8397	8386	8386	8277	8277
<b>Peso de Muestra Húmeda (Kg)</b>	3753	3963	3500	3877	3481	3686
<b>Volumen de la muestra (m3)</b>	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142
<b>Densidad húmeda (Kg/m3)</b>	1752	1850	1634	1810	1625	1721

**Tabla 61***Resultado de Contenido de humedad de la calicata 2*

<b>Molde No.</b>	<b>12</b>			<b>16</b>			<b>21</b>		
<b>No. de Capas</b>	<b>5</b>			<b>5</b>			<b>5</b>		
<b>No. de Golpes por capas</b>	<b>56</b>			<b>25</b>			<b>12</b>		
	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>
<b>Peso de muestra húmeda + Tara (g)</b>	159,70	152,70	126,90	155,90	146,40	129,40	114,60	136,90	152,80
<b>Peso de muestra seca + Tara (g)</b>	146,10	139,60	109,80	142,40	134,20	109,70	105,90	125,20	126,10
<b>Peso del agua (g)</b>	13,60	13,10	17,10	13,50	12,20	19,70	8,70	11,70	26,70
<b>Peso de la Tara (g)</b>	31,90	29,40	12,50	24,90	31,80	12,30	31,70	24,20	12,70
<b>Peso de la muestra seca (g)</b>	114,20	110,20	97,30	117,50	102,40	97,40	74,20	101,00	113,40
<b>Cont. de Humedad Promedio (%)</b>	11,90	11,90	17,60	11,50	11,90	20,20	11,70	11,60	23,50
<b>Densidad Seca (Kg/m3)</b>	1566	1566	1574	1466	1460	1505	1455	1456	1393

**Tabla 62***Resultado de Esponjamiento (Hinchamiento) de la calicata 2*

<b>No. Molde</b>		<b>12</b>				<b>16</b>				<b>21</b>	
<b>No. Dias</b>	<b>Lectura Indicador</b>	<b>Esponjamiento</b>		<b>Lectura Indicador</b>	<b>Esponjamiento</b>		<b>Lectura Indicador</b>	<b>Esponjamiento</b>			
		<b>Pulg.</b>	<b>%</b>		<b>Pulg.</b>	<b>%</b>		<b>Pulg.</b>	<b>%</b>		
		1	0+047		0,047	1,04		0+035	0,035	0,78	0+020
2	0+051	0,051	1,13	0+044	0,044	0,98	0+033	0+033	0,73		
3	0+059	0,059	1,31	0+056	0,056	1,24	0+045	0+045	1,00		
4	0+062	0,062	1,38	0+058	0,058	1,29	0+047	0+047	1,04		

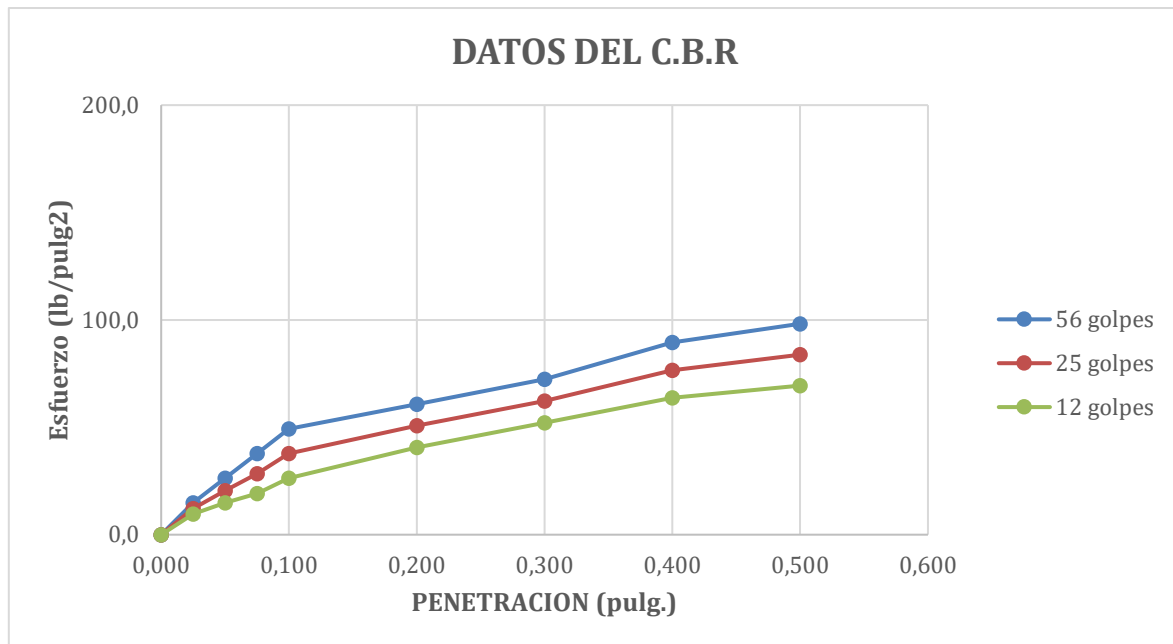
**Tabla 63**

*Resultado de los esfuerzos según los datos obtenidos en la penetración a los 56, 25 y 12 golpes en la calicata 2*

PENETRACION	12			16			21		
	Carga de Ensayo		CBR corr.	Carga de Ensayo		CBR corr.	Carga de Ensayo		CBR corr.
pulg.	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2
0,000	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
0,025	44,3	14,8		36,5	12,2		28,8	9,6	
0,050	78,8	26,3		61,5	20,5		44,3	14,8	
0,075	113,3	37,8		85,3	28,4		57,2	19,1	
0,100	147,8	49,3	48	113,3	37,8	37	78,8	26,3	25
0,200	182,3	60,8		152,1	50,7		121,9	40,6	
0,300	216,8	72,3		186,6	62,2		156,4	52,1	
0,400	268,6	89,5		229,8	76,6		191,0	63,7	
0,500	294,5	98,2		251,3	83,8		208,2	69,4	

**Figura 37**

Grafica Esfuerzos vs penetración a los 56, 25 y 12 golpes de la calicata 2



*Nota.* El CBR de diseño en la calicata 2 es de 4% según los resultados proporcionados.

**Tabla 64***Resultado de Densidades húmedas de la calicata 3*

<b>Molde No.</b>	<b>19</b>		<b>50</b>		<b>55</b>	
<b>No. de Capas</b>	<b>5</b>		<b>5</b>		<b>5</b>	
<b>No. de Golpes por capas</b>	<b>56</b>		<b>25</b>		<b>12</b>	
<b>Estado de la Muestra</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>
<b>Peso muestra húmeda + Molde (Kg)</b>	12165	12381	12706	12972	13248	13464
<b>Peso de Molde (Kg)</b>	8357	8357	9038	9038	9719	9719
<b>Peso de Muestra Húmeda (Kg)</b>	3808	4024	3668	3934	3529	3745
<b>Volumen de la muestra (m3)</b>	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142
<b>Densidad húmeda (Kg/m3)</b>	1778	1879	1712	1837	1648	1748

**Tabla 65***Resultado de Contenido de humedad de la calicata 3*

<b>Molde No.</b>	<b>19</b>			<b>50</b>			<b>55</b>		
<b>No. de Capas</b>	<b>5</b>			<b>5</b>			<b>5</b>		
<b>No. de Golpes por capas</b>	<b>56</b>			<b>25</b>			<b>12</b>		
	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>
<b>Peso de muestra húmeda + Tara (g)</b>	133,30	139,00	141,40	137,10	139,20	160,50	140,80	139,30	179,50
<b>Peso de muestra seca + Tara (g)</b>	121,10	126,10	126,40	125,00	126,30	142,00	129,00	126,00	156,40
<b>Peso del agua (g)</b>	12,20	12,90	15,00	12,10	12,90	18,50	11,80	13,30	23,10
<b>Peso de la Tara (g)</b>	19,20	23,90	19,50	25,30	21,80	19,80	31,40	19,60	20,00
<b>Peso de la muestra seca (g)</b>	101,90	102,20	106,90	99,70	104,50	122,20	97,60	106,40	136,40
<b>Cont. de Humedad Promedio (%)</b>	12,00	12,60	14,00	12,10	12,30	15,10	12,10	12,50	16,90
<b>Densidad Seca (Kg/m3)</b>	1588	1579	1647	1527	1524	1595	1470	1464	1495

**Tabla 66***Resultado de Esponjamiento (Hinchamiento) de la calicata 3*

No. Dias	Lectura Indicador	19		Lectura Indicador	50		Lectura Indicador	55	
		Esponjamiento			Esponjamiento			Esponjamiento	
		Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%
1	0+140	0,14	3,11	0+102	0,102	2,27	0+054	0,054	1,20
2	0+192	0,192	4,27	0+168	0,168	3,73	0+118	0,118	2,62
3	0+223	0,223	4,96	0+194	0,194	4,31	0+147	0,147	3,27
4	0+227	0,227	5,04	0+198	0,198	4,40	0+150	0,150	3,33

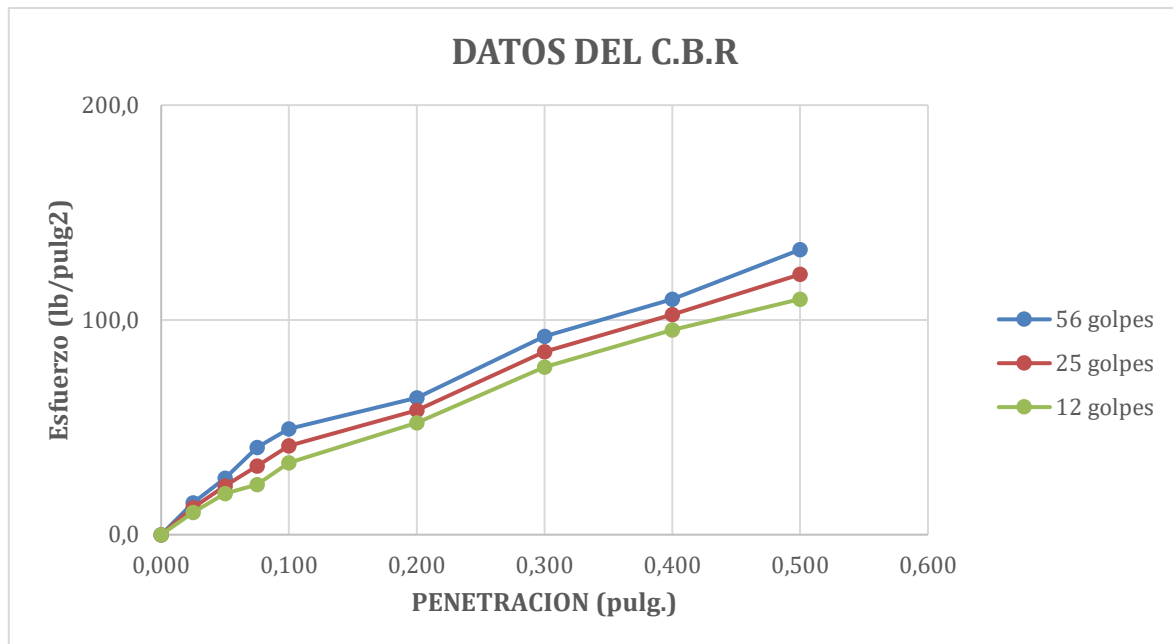
**Tabla 67**

*Resultado de los esfuerzos según los datos obtenidos en la penetración a los 56, 25 y 12 golpes en la calicata 3*

PENETRACION	19			50			55		
	Carga de Ensayo		CBR corr.	Carga de Ensayo		CBR corr.	Carga de Ensayo		CBR corr.
pulg.	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2
0,000	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
0,025	44,3	14,8		37,8	12,6		31,3	10,4	
0,050	78,8	26,3		68,0	22,7		57,2	19,1	
0,075	121,9	40,6		96,1	32,0		70,2	23,4	
0,100	147,8	49,3	48	124,1	41,4	40	100,4	33,5	31
0,200	191,0	63,7		173,7	57,9		156,4	52,1	
0,300	277,2	92,4		255,7	85,2		234,1	78,0	
0,400	329,0	109,7		307,4	102,5		285,9	95,3	
0,500	398,0	132,7		363,5	121,2		329,0	109,7	

**Figura 38**

Grafica Esfuerzos vs Penetración a los 56, 25 y 12 golpes de la calicata 3



*Nota.* El CBR de diseño en la calicata 3 es de 4% según los resultados proporcionados.

**Tabla 68***Resultado de Densidades húmedas de la calicata 4*

<b>Molde No.</b>	4		5		6	
<b>No. de Capas</b>	5		5		5	
<b>No. de Golpes por capas</b>	56		25		12	
<b>Estado de la Muestra</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>
<b>Peso muestra húmeda + Molde (Kg)</b>	12632	12827	12426	12625	13207	13438
<b>Peso de Molde (Kg)</b>	8670	8670	8591	8591	9609	9609
<b>Peso de Muestra Húmeda (Kg)</b>	3962	4157	3835	4034	3598	3829
<b>Volumen de la muestra (m3)</b>	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142
<b>Densidad húmeda (Kg/m3)</b>	1850	1941	1790	1883	1680	1788

**Tabla 69***Resultado de Contenido de humedad de la calicata 4*

<b>Molde No.</b>	<b>4</b>			<b>5</b>			<b>8</b>		
<b>No. de Capas</b>	<b>5</b>			<b>5</b>			<b>5</b>		
<b>No. de Golpes por capas</b>	<b>56</b>			<b>25</b>			<b>12</b>		
	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>
<b>Peso de muestra húmeda + Tara (g)</b>	112,20	113,10	128,50	113,50	111,40	127,50	131,50	117,20	123,40
<b>Peso de muestra seca + Tara (g)</b>	96,40	96,90	106,00	97,40	95,60	105,40	112,30	100,50	102,00
<b>Peso del agua (g)</b>	15,80	16,20	22,20	16,10	15,80	22,10	19,20	16,70	21,40
<b>Peso de la Tara (g)</b>	16,30	15,50	15,70	15,50	16,00	16,30	15,90	15,70	15,90
<b>Peso de la muestra seca (g)</b>	80,10	81,40	90,30	81,90	79,60	89,10	96,40	84,80	86,10
<b>Cont. de Humedad Promedio (%)</b>	19,70	19,90	24,50	19,70	19,80	24,80	19,90	19,70	24,90
<b>Densidad Seca (Kg/m3)</b>	1545	1543	1559	1496	1494	1509	1401	1403	1432

**Tabla 70***Resultado de Esponjamiento (Hinchamiento) de la calicata 4*

No. Dias	Lectura Indicador	4		Lectura Indicador	5		Lectura Indicador	8	
		Esponjamiento			Esponjamiento			Esponjamiento	
		Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%
1	0+080	0,08	1,78	0+062	0,062	1,38	0+042	0,042	0,93
2	0+123	0,123	2,73	0+113	0,113	2,51	0+085	0,085	1,89
3	0+162	0,162	3,60	0+151	0,151	3,36	0+125	0,125	2,78
4	0+192	0,192	4,27	0+172	0,172	3,82	0+145	0,145	3,22

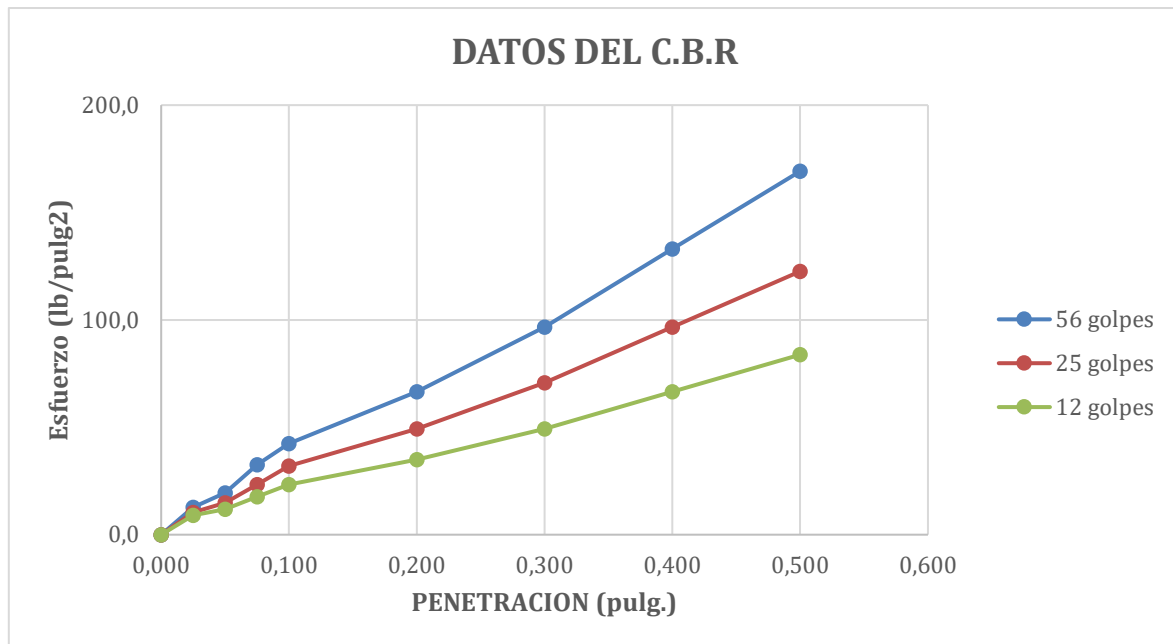
**Tabla 71**

*Resultado de los esfuerzos según los datos obtenidos en la penetración a los 56, 25 y 12 golpes en la calicata 4*

PENETRACION	4			5			8		
	Carga de Ensayo		CBR corr.	Carga de Ensayo		CBR corr.	Carga de Ensayo		CBR corr.
pulg.	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2
0,000	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
0,025	38,3	12,8		31,3	10,4		27,0	9,0	
0,050	58,1	19,4		44,3	14,8		35,7	11,9	
0,075	97,8	32,6		70,2	23,4		52,9	17,6	
0,100	127,1	42,4	44	96,1	32,0	33	70,2	23,4	23
0,200	199,6	66,5		147,8	49,3		104,7	34,9	
0,300	290,2	96,7		212,5	70,8		147,8	49,3	
0,400	398,9	133,0		290,2	96,7		199,6	66,5	
0,500	507,6	169,2		367,8	122,6		251,3	83,8	

**Figura 39**

Grafica Esfuerzos vs Penetración a los 56, 25 y 12 golpes de la calicata 4



*Nota.* El CBR de diseño en la calicata 4 es de 3% según los resultados proporcionados.

**Tabla 72***Resultado de Densidades húmedas de la calicata 5*

<b>Molde No.</b>	<b>9</b>		<b>12</b>		<b>13</b>	
<b>No. de Capas</b>	<b>5</b>		<b>5</b>		<b>5</b>	
<b>No. de Golpes por capas</b>	<b>56</b>		<b>25</b>		<b>12</b>	
<b>Estado de la Muestra</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>
<b>Peso muestra húmeda + Molde (Kg)</b>	13668	14025	13198	13645	12727	13264
<b>Peso de Molde (Kg)</b>	9532	9532	9325	9325	9118	9118
<b>Peso de Muestra Húmeda (Kg)</b>	4136	4493	3873	4320	3609	4146
<b>Volumen de la muestra (m3)</b>	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142
<b>Densidad húmeda (Kg/m3)</b>	1931	2098	1808	2017	1685	1936

**Tabla 73***Resultado de Contenido de humedad de la calicata 5*

<b>Molde No.</b>	<b>9</b>			<b>15</b>			<b>17</b>		
<b>No. de Capas</b>	<b>5</b>			<b>5</b>			<b>5</b>		
<b>No. de Golpes por capas</b>	<b>56</b>			<b>25</b>			<b>12</b>		
	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>
<b>Peso de muestra húmeda + Tara (g)</b>	126,50	136,10	171,10	146,20	139,60	152,80	165,80	143,10	134,50
<b>Peso de muestra seca + Tara (g)</b>	116,90	124,90	136,50	133,60	127,80	120,90	150,30	130,60	105,20
<b>Peso del agua (g)</b>	9,60	11,20	34,60	12,60	11,90	32,00	15,50	12,50	29,30
<b>Peso de la Tara (g)</b>	31,10	23,80	31,30	27,50	23,70	27,80	23,80	23,60	24,20
<b>Peso de la muestra seca (g)</b>	85,80	101,10	105,20	106,10	104,10	93,10	126,50	107,00	81,00
<b>Cont. de Humedad Promedio (%)</b>	11,20	11,10	32,90	11,80	11,40	34,30	12,30	11,70	36,20
<b>Densidad Seca (Kg/m3)</b>	1737	1738	1578	1617	1623	1501	1501	1509	1421

**Tabla 74***Resultado de Esponjamiento (Hinchamiento) de la calicata 5*

No. Dias	Lectura Indicador	9		15		17		Lectura Indicador	Lectura Indicador	Lectura Indicador
		Esponjamiento		Esponjamiento		Esponjamiento				
		Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%			
1	0+002	0,002	0,04	0+002	0,002	0,04	0+002	0,002	0,04	
2	0+333	0,333	7,40	0+295	0,295	6,56	0+265	0,265	5,89	
3	0+351	0,351	7,80	0+341	0,341	7,58	0+331	0,331	7,36	
4	0+386	0,386	8,58	0+359	0,359	7,98	0+341	0,341	7,58	

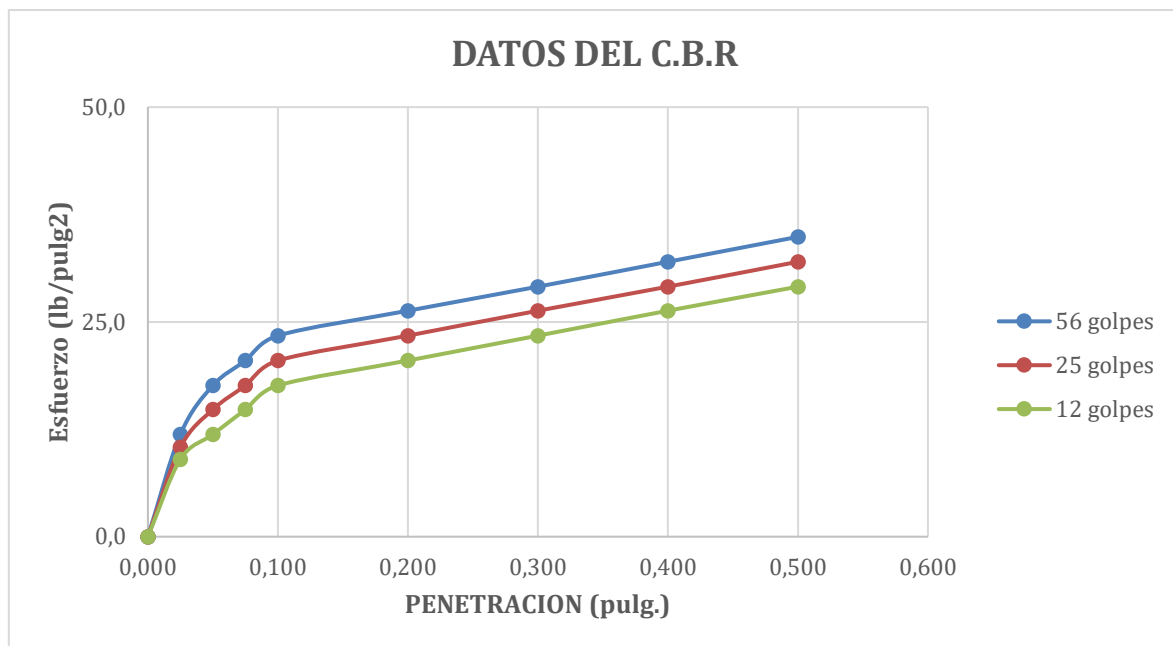
**Tabla 75**

*Resultado de los esfuerzos según los datos obtenidos en la penetración a los 56, 25 y 12 golpes en la calicata 5*

PENETRACION	9			15			17		
	Carga de Ensayo		CBR corr.	Carga de Ensayo		CBR corr.	Carga de Ensayo		CBR corr.
pulg.	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2
0,000	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
0,025	35,7	11,9		31,3	10,4		27,0	9,0	
0,050	52,9	17,6		44,3	14,8		35,7	11,9	
0,075	61,5	20,5		52,9	17,6		44,3	14,8	
0,100	70,2	23,4	20	61,5	20,5	18	52,9	17,6	16
0,200	78,8	26,3		70,2	23,4		61,5	20,5	
0,300	87,4	29,1		78,8	26,3		70,2	23,4	
0,400	93,1	32,0		87,4	29,1		78,8	26,3	
0,500	104,7	34,9		96,1	32,0		87,4	29,1	

**Figura 40**

Grafica Esfuerzos vs Penetración a los 56, 25 y 12 golpes de la calicata 5



*Nota.* El CBR de diseño en la calicata 4 es de 2% según los resultados proporcionados.

**Tabla 76***Resultado de Densidades húmedas de la calicata 6*

<b>Molde No.</b>	<b>7</b>		<b>13</b>		<b>6</b>	
<b>No. de Capas</b>	<b>5</b>		<b>5</b>		<b>5</b>	
<b>No. de Golpes por capas</b>	<b>56</b>		<b>25</b>		<b>12</b>	
<b>Estado de la Muestra</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>
<b>Peso muestra húmeda + Molde (Kg)</b>	12110	12537	12236	12501	12152	12505
<b>Peso de Molde (Kg)</b>	8364	8364	8614	8614	8854	8854
<b>Peso de Muestra Húmeda (Kg)</b>	3746	4173	3622	3887	3298	3651
<b>Volumen de la muestra (m3)</b>	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142
<b>Densidad húmeda (Kg/m3)</b>	1749	1948	1691	1815	1540	1704

**Tabla 77***Resultado de Contenido de humedad de la calicata 6*

<b>Molde No.</b>	<b>7</b>			<b>13</b>			<b>6</b>		
<b>No. de Capas</b>	<b>5</b>			<b>5</b>			<b>5</b>		
<b>No. de Golpes por capas</b>	<b>56</b>			<b>25</b>			<b>12</b>		
	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>
<b>Peso de muestra húmeda + Tara (g)</b>	158,00	156,90	120,40	152,30	145,00	124,50	146,50	133,10	126,60
<b>Peso de muestra seca + Tara (g)</b>	145,60	143,70	104,80	139,80	133,40	105,20	134,40	123,10	105,30
<b>Peso del agua (g)</b>	12,40	13,20	15,60	12,50	11,60	19,30	12,10	10,00	21,30
<b>Peso de la Tara (g)</b>	31,50	24,10	12,40	27,60	28,00	14,50	23,70	31,80	16,50
<b>Peso de la muestra seca (g)</b>	114,10	119,60	92,40	112,20	105,40	90,70	110,70	91,30	88,80
<b>Cont. de Humedad Promedio (%)</b>	10,90	11,00	16,90	11,10	11,00	21,30	10,90	11,00	24,00
<b>Densidad Seca (Kg/m3)</b>	1577	1575	1667	1521	1523	1496	1388	1388	1375

**Tabla 78***Resultado de Esponjamiento (Hinchamiento) de la calicata 6*

<b>No. Molde</b>		<b>7</b>				<b>13</b>				<b>6</b>	
<b>No. Dias</b>	<b>Lectura Indicador</b>	<b>Esponjamiento</b>		<b>Lectura Indicador</b>	<b>Esponjamiento</b>		<b>Lectura Indicador</b>	<b>Esponjamiento</b>			
		<b>Pulg.</b>	<b>%</b>		<b>Pulg.</b>	<b>%</b>		<b>Pulg.</b>	<b>%</b>		
<b>1</b>	0+038	0,038	0,84	0+032	0,032	0,71	0+026	0,026	0,58		
<b>2</b>	0+060	0,06	1,33	0+056	0,056	1,24	0+051	0,051	1,13		
<b>3</b>	0+071	0,071	1,58	0+066	0,066	1,47	0+061	0,061	1,36		
<b>4</b>	0+073	0,073	1,62	0+067	0,067	1,49	0+063	0,063	1,40		

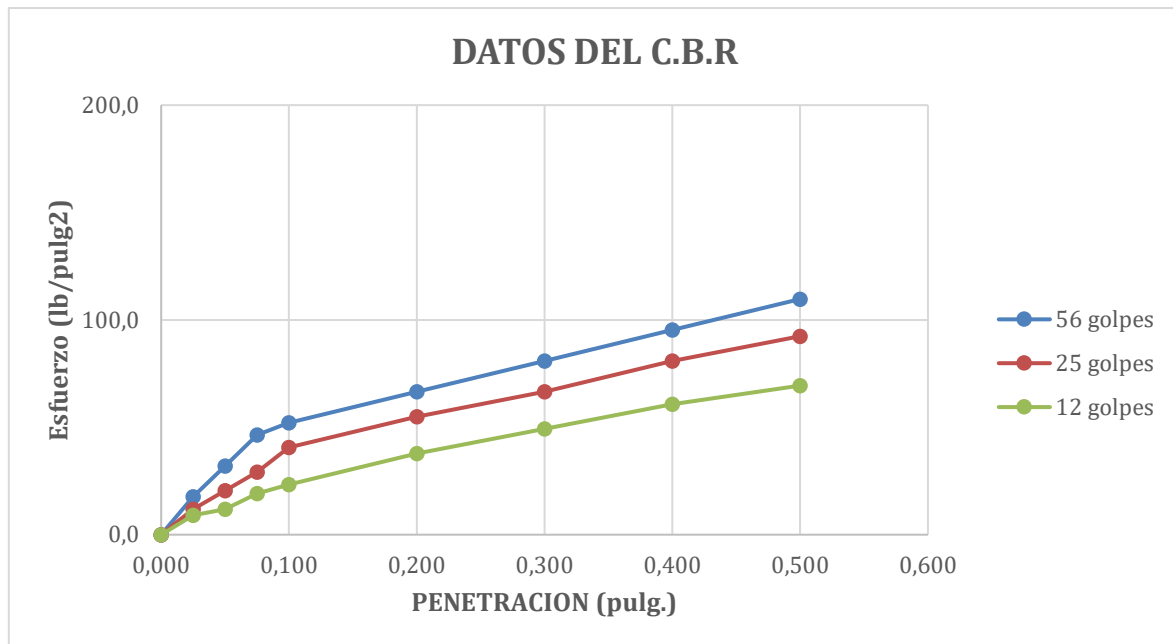
**Tabla 79**

*Resultado de los esfuerzos según los datos obtenidos en la penetración a los 56, 25 y 12 golpes en la calicata 6*

PENETRACION	7			13			6		
	Carga de Ensayo		CBR corr.	Carga de Ensayo		CBR corr.	Carga de Ensayo		CBR corr.
pulg.	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2
0,000	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
0,025	52,9	17,6		35,7	11,9		27,0	9,0	
0,050	96,1	32,0		61,5	20,5		35,7	11,9	
0,075	139,2	46,4		87,4	29,1		57,2	19,1	
0,100	156,4	52,1	47	121,9	40,6	41	70,2	23,4	23
0,200	199,6	66,5		165,1	55,0		113,3	37,8	
0,300	242,7	80,9		199,6	66,5		147,8	49,3	
0,400	285,9	95,3		242,7	80,9		182,3	60,8	
0,500	329,0	109,7		277,2	92,4		208,2	69,4	

**Figura 41**

Grafica Esfuerzos vs Penetración a los 56, 25 y 12 golpes de la calicata 6



*Nota.* El CBR de diseño en la calicata 6 es de 4% según los resultados proporcionados.

**Tabla 80***Resultado de Densidades húmedas de la calicata 7*

<b>Molde No.</b>	<b>10</b>		<b>21</b>		<b>34</b>	
<b>No. de Capas</b>	<b>5</b>		<b>5</b>		<b>5</b>	
<b>No. de Golpes por capas</b>	<b>56</b>		<b>25</b>		<b>12</b>	
<b>Estado de la Muestra</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>
<b>Peso muestra húmeda + Molde (Kg)</b>	12309	12749	12031	12359	12287	12614
<b>Peso de Molde (Kg)</b>	8372	8372	8295	8295	8773	8773
<b>Peso de Muestra Húmeda (Kg)</b>	3937	4377	3736	4064	3514	3841
<b>Volumen de la muestra (m3)</b>	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142
<b>Densidad húmeda (Kg/m3)</b>	1838	2043	1744	1897	1641	1793

**Tabla 81***Resultado de Contenido de humedad de la calicata 7*

<b>Molde No.</b>	<b>10</b>			<b>21</b>			<b>34</b>		
<b>No. de Capas</b>	<b>5</b>			<b>5</b>			<b>5</b>		
<b>No. de Golpes por capas</b>	<b>56</b>			<b>25</b>			<b>12</b>		
	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>
<b>Peso de muestra húmeda + Tara (g)</b>	187,00	174,00	125,00	199,70	204,60	125,00	204,50	178,50	135,60
<b>Peso de muestra seca + Tara (g)</b>	165,70	154,50	105,80	174,90	180,30	105,50	179,50	156,90	113,90
<b>Peso del agua (g)</b>	21,30	19,50	19,20	24,80	24,30	19,50	25,00	21,60	21,70
<b>Peso de la Tara (g)</b>	31,80	31,80	16,50	23,60	31,20	15,50	23,40	24,30	15,90
<b>Peso de la muestra seca (g)</b>	133,90	122,70	89,30	151,30	149,10	90,00	156,10	132,60	98,00
<b>Cont. de Humedad Promedio (%)</b>	15,90	15,90	21,50	16,40	16,30	21,70	16,00	16,30	22,10
<b>Densidad Seca (Kg/m3)</b>	1586	1586	1682	1499	1500	1559	1414	1411	1468

**Tabla 82***Resultado de Esponjamiento (Hinchamiento) de la calicata 7*

No. Dias	Lectura Indicador	10		21		34			
		Esponjamiento		Esponjamiento		Esponjamiento			
		Pulg.	%	Lectura Indicador	Pulg.	%	Lectura Indicador	Pulg.	%
1	0+019	0,019	0,42	0+016	0,016	0,36	0+015	0,015	0,33
2	0+021	0,021	0,47	0+020	0,020	0,44	0+018	0,018	0,40
3	0+028	0,028	0,62	0+026	0,026	0,58	0+023	0,023	0,51
4	0+030	0,030	0,67	0+028	0,028	0,62	0+024	0,024	0,53

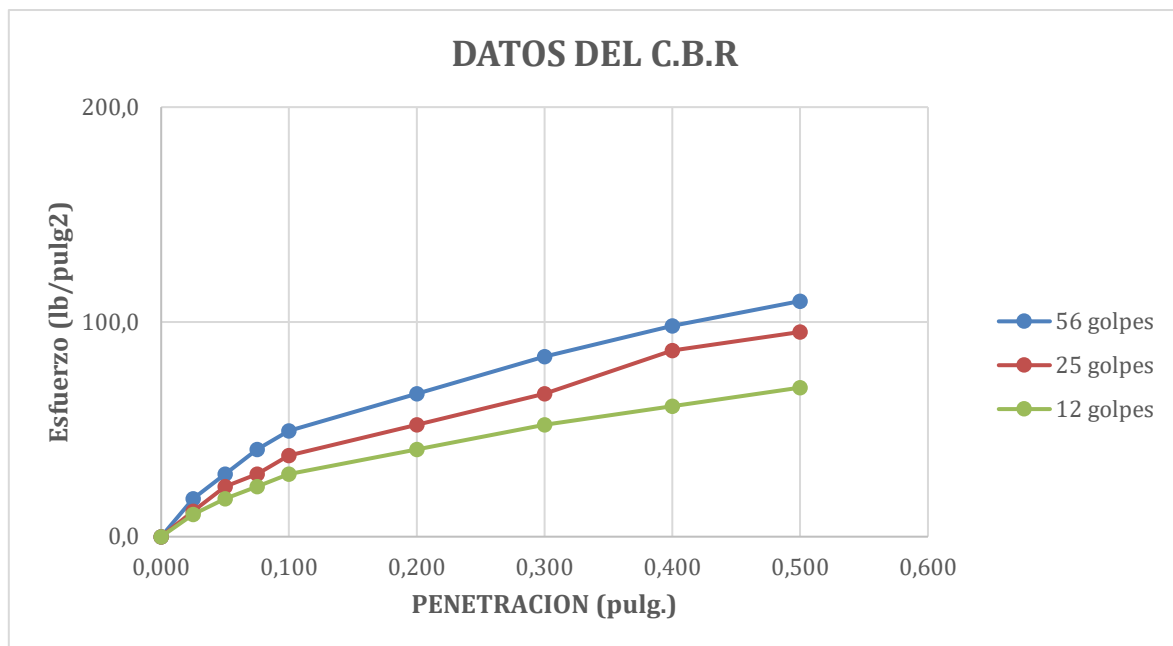
**Tabla 83**

*Resultado de los esfuerzos según los datos obtenidos en la penetración a los 56, 25 y 12 golpes en la calicata 7*

PENETRACION	10			21			34		
	Carga de Ensayo		CBR corr.	Carga de Ensayo		CBR corr.	Carga de Ensayo		CBR corr.
pulg.	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2
0,000	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
0,025	52,9	17,6		35,7	11,9		31,3	10,4	
0,050	87,4	29,1		70,2	23,4		52,9	17,6	
0,075	121,9	40,6		87,4	29,1		70,2	23,4	
0,100	147,8	49,3	45	113,3	37,8	34	87,4	29,1	26
0,200	199,6	66,5		156,4	52,1		121,9	40,6	
0,300	251,3	83,8		199,6	66,5		156,4	52,1	
0,400	294,5	98,2		260,0	86,7		182,3	60,8	
0,500	329,0	109,7		285,9	95,3		208,2	69,4	

**Figura 42**

Grafica Esfuerzos vs Penetración a los 56, 25 y 12 golpes de la calicata 7



*Nota.* El CBR de diseño en la calicata 7 es de 4% según los resultados proporcionados.

**Tabla 84***Resultado de Densidades húmedas de la calicata 8*

<b>Molde No.</b>	<b>122</b>		<b>14</b>		<b>11</b>	
<b>No. de Capas</b>	<b>5</b>		<b>5</b>		<b>5</b>	
<b>No. de Golpes por capas</b>	<b>56</b>		<b>25</b>		<b>12</b>	
<b>Estado de la Muestra</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>	<b>Antes de remojar</b>	<b>Despues de remojar</b>
<b>Peso muestra húmeda + Molde (Kg)</b>	12203	12386	11941	12003	11659	11937
<b>Peso de Molde (Kg)</b>	8650	8650	8465	8465	8270	8270
<b>Peso de Muestra Húmeda (Kg)</b>	3553	3736	3476	3538	3389	3667
<b>Volumen de la muestra (m3)</b>	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142
<b>Densidad húmeda (Kg/m3)</b>	1659	1744	1623	1652	1582	1712

**Tabla 85***Resultado de Contenido de humedad de la calicata 8*

<b>Molde No.</b>	<b>122</b>			<b>14</b>			<b>11</b>		
<b>No. de Capas</b>	<b>5</b>			<b>5</b>			<b>5</b>		
<b>No. de Golpes por capas</b>	<b>56</b>			<b>25</b>			<b>12</b>		
	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>	<b>Fondo</b>	<b>Arriba</b>	<b>1" de arriba</b>
<b>Peso de muestra húmeda + Tara (g)</b>	140,30	153,80	115,10	147,20	149,50	127,40	154,00	140,90	139,60
<b>Peso de muestra seca + Tara (g)</b>	126,90	138,90	102,70	133,10	135,10	112,70	139,30	127,10	122,00
<b>Peso del agua (g)</b>	13,40	14,90	12,40	14,10	14,40	14,70	14,70	13,80	17,60
<b>Peso de la Tara (g)</b>	19,60	19,00	19,50	19,90	18,70	19,50	20,10	16,30	19,50
<b>Peso de la muestra seca (g)</b>	107,30	119,90	83,20	113,20	116,40	93,20	119,20	110,80	102,50
<b>Cont. de Humedad Promedio (%)</b>	12,50	12,40	14,90	12,50	12,40	15,80	12,30	12,50	17,20
<b>Densidad Seca (Kg/m3)</b>	1475	1475	1518	1443	1444	1427	1408	1407	1461

**Tabla 86***Resultado de Esponjamiento (Hinchamiento) de la calicata 8*

No. Dias	Lectura Indicador	10		Lectura Indicador	21		Lectura Indicador	34	
		Esponjamiento			Esponjamiento			Esponjamiento	
		Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%
1	0+019	0,019	0,42	0+016	0,016	0,36	0+015	0,015	0,33
2	0+021	0,021	0,47	0+020	0,020	0,44	0+018	0,018	0,40
3	0+028	0,028	0,62	0+026	0,026	0,58	0+023	0,023	0,51
4	0+030	0,030	0,67	0+028	0,028	0,62	0+024	0,024	0,53

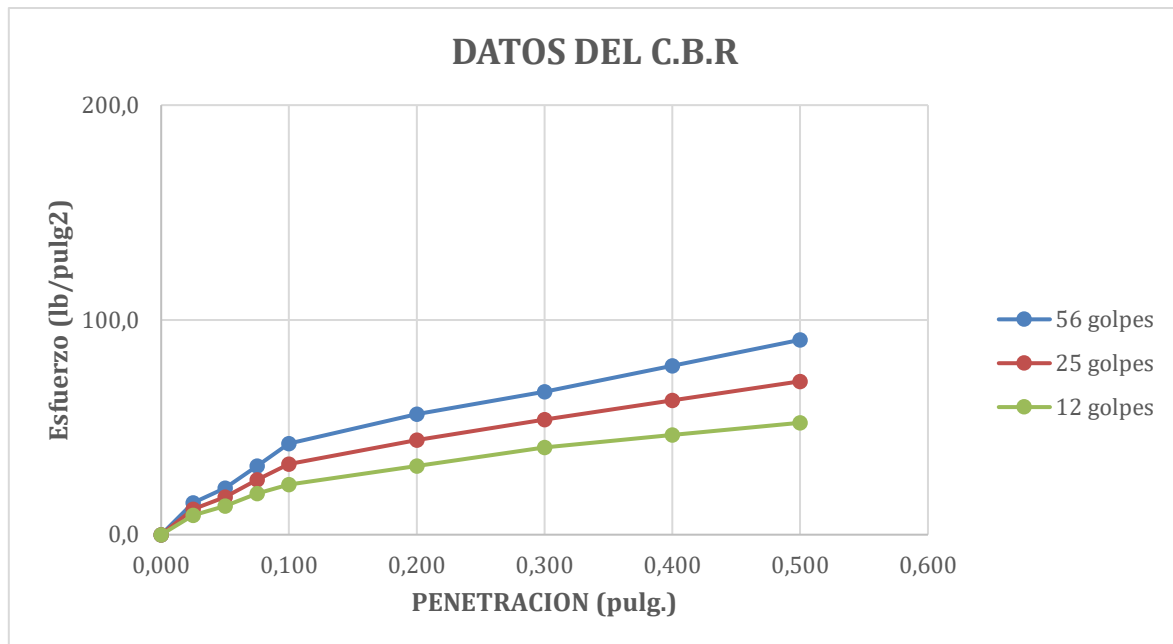
**Tabla 87**

*Resultado de los esfuerzos según los datos obtenidos en la penetración a los 56, 25 y 12 golpes en la calicata 8*

PENETRACION	122			14			11		
	Carga de Ensayo		CBR corr.	Carga de Ensayo		CBR corr.	Carga de Ensayo		CBR corr.
pulg.	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2	lb.	lb/pulg2	lb/pulg2
0,000	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
0,025	44,3	14,8		35,7	11,9		27,0	9,0	
0,050	65,0	21,7		52,5	17,5		40,0	13,3	
0,075	96,1	32,0		76,6	25,5		57,2	19,1	
0,100	127,1	42,4	42	98,6	32,9	32	70,2	23,4	22
0,200	168,5	56,2		132,3	44,1		96,1	32,0	
0,300	199,6	66,5		160,8	53,6		121,9	40,6	
0,400	235,8	78,6		187,5	62,5		139,2	46,4	
0,500	272,0	90,7		214,2	71,4		156,4	52,1	

**Figura 42**

Grafica Esfuerzos vs Penetración a los 56, 25 y 12 golpes de la calicata 8



*Nota.* El CBR de diseño en la calicata 8 es de 3% según los resultados proporcionados.

## 2.4 Análisis de datos

### 2.4.1 Topografía

El levantamiento topográfico muestra que el terreno del proyecto tiene diferencias de nivel muy pronunciadas, con áreas notoriamente elevadas y otras situadas a alturas mucho menores. La diferencia significativa entre las áreas elevadas y los espacios donde se encuentran los ejes, bordes y canales viales sugiere que el relieve no es uniforme y presenta pendientes abruptas, lo que descarta la existencia de una topografía plana o levemente ondulada. La presencia de pendientes naturales y cambios bruscos de nivel dentro del Polígono 7 se indican por el patrón de descenso desde las áreas más altas hasta los lugares más bajos.

Por lo tanto, la topografía general se puede categorizar como montañosa, y en estos casos las pendientes tienen un impacto directo en el diseño de la estructura del pavimento. Se necesita prestar atención a la gestión de aguas superficiales, la estabilidad de los taludes y el diseño de movimiento de tierra en esta clase de terrenos, debido a que este tipo de topografía afecta tanto al flujo del agua como la viabilidad de las plataformas y accesos.

#### **2.4.2 Tráfico Futuro**

El tráfico diario anual proyectado a 20 años resultó un valor de 13879 de vehículos diarios anuales, como el TPDA proyectado más representativo entre las dos estaciones, se clasificó la carretera acorde a los rangos establecidos por el Municipio de Guayaquil. (2011), con lo cual se esta se denomina como “Vialidad Secundaria – Vía Colectora (V5)” como se ve a continuación:

**Tabla 88**

*Características de diseño del sistema vial urbano según normas de vialidad y tráfico*

CLASIFICACION VIAL	SUBCLASIFICACION VIAL	NORMAS DE USO DEL SUELO, SEGÚN TIPOS DE VIAS.	FLUJOS SEGÚN CAPACIDAD DE LA VIA (V/C/H)
VIALIDAD PRIMARIA	AUTOPISTA (V1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•ZONAS INDUSTRIALES</li> <li>•AREAS AGRÍCOLAS</li> <li>•OTROS USOS CONTEMPLADOS EN V2</li> </ul>	MAS DE 4.000 Veh/h POR SENTIDO CIRCULACION ND
	VIAS EXPRESAS (V2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•ZONAS INDUSTRIALES</li> <li>•COMPLEJOS EDUCATIVOS</li> <li>•GRANDES CENTROS COMERCIALES</li> <li>•OTROS USOS CONTEMPLADOS EN V3.</li> </ul>	30.000 TPDA ó 2500 veh/h POR SENTIDO CIRCULACION CARRILES MULTIPLES 800 veh./h. Por carril
	VIAS ARTERIALES (V3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•ALMACENES DE VENTA</li> <li>•SERVICIOS PUBLICOS GRANDES</li> <li>•AREAS INDUSTRIALES</li> <li>•COMPLEJOS RESIDENCIALES</li> <li>•CENTROS DE NEGOCIOS, CENTROS CIVICOS</li> </ul>	25.000 TPDA ó 2000 veh/h. POR SENTIDO CIRCULACION 3 O 4 CARRILES DOS SENTIDOS, 4.000 veh. TOTAL EN AMBOS SENTIDOS
VIALIDAD SECUNDARIA	VIAS COLECTORAS (V4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•CORREDOR COMERCIAL (T2)</li> <li>•EQUIPAMIENTOS TERMINAL DE TRANSPORTES</li> <li>•GRANDES PARQUES SERVICIOS URBANOS</li> <li>•INSTALACIONES MILITARES</li> </ul>	18.000 TPDA ó 1500 veh/h POR SENTIDO CIRCULACION 800 veh./h. POR CARRIL, 2000 veh./h. TOTAL EN AMBOS SENTIDOS (*)
	VIAS COLECTORAS (V5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•SERVICIOS CULTURALES</li> <li>•ZONA RESIDENCIAL</li> <li>•AREAS DEPORTIVAS</li> <li>•AREAS EDUCATIVAS</li> <li>•PARQUES</li> </ul>	10.000–12.000 TPDA ó 800 veh/h. por carril
VIALIDAD TERCARIA	VIAS LOCALES (V6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•ZONAS RESIDENCIALES</li> <li>•PEQUEÑOS COMERCIOS</li> <li>•PARQUES INFANTILES</li> </ul>	MENOR DE 300 Veh/h. por carril

*Nota.* Municipio de Guayaquil. (2011). *Ordenanza que establece el Sistema de Uso y Gestión del Suelo del Cantón Guayaquil.*

### 2.4.3 Estudio de suelos

El análisis de los resultados se basa en la información proporcionada por los estudios otorgados por el cliente. Los ensayos mencionados abarcan la granulometría, Límites de Atterberg, ensayo Proctor y el CBR, que posibilitan una caracterización completa del comportamiento técnico y las propiedades físicas del suelo a lo largo del trazado.

## Granulometría

Tabla 89

Resumen de estudios de granulometría

No. de Calicata	COORDENADAS		PROFUNDIDAD metros	GRANULOMETRIA									
	NORTE	ESTE		PASANTE									
				Tamiz 3"	Tamiz 2"	Tamiz 1 ½"	Tamiz 1"	Tamiz ¾"	Tamiz ⅜"	Tamiz #4	Tamiz #10	Tamiz #40	Tamiz #200
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
1	9768012,96	613665,45	1,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100	100	92,3	78,1	66,5
2	9768028,33	613943,76	0,9	100,0	100,0	100,0	92,0	77,1	77,1	77,1	77,1	77,1	53,1
3	9768219,64	613893,81	0,8	100,0	93,0	93,0	93,0	79,6	79,6	79,6	78,5	78,5	62,9
4	9768344,47	613689,05	0,9	100,0	98,0	87,4	87,4	72	72	72	72	72	56,4
5	9768387,00	613955,00	1,1	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	98,8	98,1	97,3	94,7	82,3
6	9768116,34	613670,63	1,2	100,0	100,0	100,0	94,1	94,1	94,1	87,4	84,4	84,4	61,7
7	9768267,77	614057,56	0,9	100,0	100,0	100,0	85,5	78,2	78,2	72,2	72,2	63,1	55,3
8	9768152,05	614079,95	1,1	100,0	100,0	100,0	90,8	90,8	90,8	81,8	81,8	81,8	65

Según los resultados de los estudios granulométricos, se observa que todas las calicatas tienen más de 50% de material que pasa el tamiz #200, lo cual según la clasificación SUCS (Unified Soil Classification System) indica la presencia de suelos finos. Estos materiales, que son principalmente arcillosos o lomosos, se caracterizan por su baja permeabilidad y que experimentan cambios volumétricos al saturarse o secarse. La capacidad de los suelos estructuralmente se ve disminuida debido a que estos presentan con frecuencia problemas de asentamiento, inestabilidad y también deformaciones bajo cargas repetidas.

### Límites de Atterberg

**Tabla 90**

*Resumen de estudios (Límites de Atterberg)*

No. de Calicata	COORDENADAS		PROFUNDIDAD metros	LÍMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION SUCS
	NORTE	ESTE		WL	WP	IP	
				%	%	%	
1	9768012,96	613665,45	1,2	53	26	27	CH
2	9768028,33	613943,76	0,9	63	29	34	CH
3	9768219,64	613893,81	0,8	63	25	38	CH
4	9768344,47	613689,05	0,9	51	26	25	CH
5	9768387,00	613955,00	1,1	50	25	25	CH
6	9768116,34	613670,63	1,2	62	36	26	MH
7	9768267,77	614057,56	0,9	57	29	27	CH
8	9768152,05	614079,95	1,1	57	26	31	CH

Los resultados en este estudio de Límites de Atterberg, siguiendo la clasificación SUCS, muestran que la mayor parte de los suelos corresponden a arcillas de alta plasticidad (CH) a excepción de una calicata la cual presente un suelo correspondiente a limos de alta plasticidad (MH).

- Las arcillas de alta plasticidad, con índices plásticos entre 25 y 38, señalan un material que tiene una alta cohesión, una capacidad de retener gran cantidad de agua y es propenso a experimentar contracciones y expansiones.
- Los limos con alta plasticidad son materiales menos cohesivos, pero sin mostrar un comportamiento favorable frente a las cargas.

Los suelos de alta plasticidad ocasionan varios problemas a las estructuras de pavimento, ya que estos tienen una resistencia baja, provocando deformaciones y siendo sensibles al agua. Muestran defectos comunes como el bombeo del material bajo un tránsito pesado, fisuras y ahuellamientos.

### Ensayo Proctor

**Tabla 91**

*Resumen de estudios (Ensayo Proctor)*

No. de Calicata	COORDENADAS		PROFUNDIDAD m	PROCTOR	
	NORTE	ESTE		HUMEDAD OPTIMA	DENSIDAD MAXIMA
				%	kg/m <sup>3</sup>
1	9768012,96	613665,45	1,2	17,7	1594
2	9768028,33	613943,76	0,9	11,8	1579
3	9768219,64	613893,81	0,8	12,1	1586
4	9768344,47	613689,05	0,9	19,9	1546
5	9768387,00	613955,00	1,1	14,7	1586
6	9768116,34	613670,63	1,2	11	1571
7	9768267,77	614057,56	0,9	16	1585
8	9768152,05	614079,95	1,1	12,8	1521

Los datos de densidad máxima otorgados, los cuales se encuentran entre 1521 y 1594, son propios de suelos finos con una estructura compuesta por arcilla. Las humedades ideales, que

oscilan entre el 11% y 19.9%, evidencian la importancia de suministrar grandes volúmenes de agua para lograr una compactación apropiada.

Los suelos arcillosos necesitan que la humedad este estrictamente controlada en el proceso de compactación, debido a que variaciones mínimas podrían causar una reducción de la densidad y una disminución de la resistencia. En obra, estos materiales pueden transformarse en plásticos si la humedad sobrepasa un límite o volverse rígidos si se encuentran por debajo de la humedad ideal.

### **C.B.R.**

**Tabla 92**

*Resumen de estudios (C.B.R)*

No. de Calicata	COORDENADAS		PROFUNDIDAD m	CBR %
	NORTE	ESTE		
1	9768012,96	613665,45	1,2	2
2	9768028,33	613943,76	0,9	4
3	9768219,64	613893,81	0,8	4
4	9768344,47	613689,05	0,9	3
5	9768387,00	613955,00	1,1	2
6	9768116,34	613670,63	1,2	4
7	9768267,77	614057,56	0,9	4
8	9768152,05	614079,95	1,1	3

Los valores de CBR se encuentran entre el 2% y el 4%, clasificando el tipo de suelo estudiado como un material de capacidad de soporte muy baja. Una estructura de pavimento construida encima de este tipo de suelo no podría soportar apropiadamente las cargas de tránsito y sufrirían deformaciones excesivas.

## **2.5 Análisis de alternativa**

Los pavimentos dependiendo de la carga que este vaya a soportar se puede definir el tipo de pavimento que se vaya a emplear. Por eso se tomó en cuenta 3 tipos de pavimentos por lo que se consideró la mejor alternativa según su capacidad de carga, durabilidad, costo de fabricación. Para así poder evaluar estas alternativas en la escala de Likert.

### **2.5.1 Alternativa 1: Diseño de Pavimento Rígido**

El pavimento rígido está constituido por losas de concreto hidráulico con alta rigidez y capacidad estructural. Su comportamiento ante cargas repetitivas es favorable y presenta una vida útil prolongada. No obstante, su costo inicial de construcción es elevado, requiere equipos especializados y su velocidad constructiva es menor.

Además, en zonas donde se prevén asentamientos diferenciales o suelos de baja capacidad portante, la rigidez excesiva puede generar fisuras prematuras y mayores costos de reparación localizada.

### **2.5.2 Alternativa 2: Diseño de Pavimento Flexible**

El pavimento flexible distribuye las cargas a través de capas granulares y mezcla asfáltica, mostrando un comportamiento más adaptable frente a deformaciones del terreno. Su costo de construcción es menor y permite una ejecución más rápida.

Sin embargo, este tipo de pavimento es más susceptible a fisuras por fatiga, ahuellamiento y deterioro climático, por lo que requiere intervenciones de mantenimiento frecuentes. Su desempeño disminuye significativamente en suelos con baja capacidad portante.

### **2.5.3 Alternativa 3. Diseño de Pavimento Flexible con refuerzo de geosintético**

Esta alternativa incorpora un geosintético dentro de la estructura del pavimento flexible, ya sea como refuerzo de la base granular o como capa anti-reflexión de fisuras.

El refuerzo geosintético incrementa la capacidad estructural, reduce las deformaciones permanentes, limita el ahuellamiento y evita la propagación de fisuras, aumentando de manera significativa la vida útil del pavimento.

A su vez, permite optimizar espesores y reducir costos asociados al mantenimiento, haciéndolo especialmente eficiente en suelos de baja capacidad portante o vías con demanda de carga creciente. Por su flexibilidad, desempeño mecánico mejorado y costo-beneficio.

### **2.5.4 Criterios de evaluación para el análisis de alternativas**

Para este análisis se definieron los siguientes criterios:

- Capacidad estructural mejorada (conformación del sistema): capacidad del pavimento para distribuir cargas y limitar deformaciones.
- Durabilidad prolongada: resistencia al envejecimiento, fisuración y deformaciones permanentes.
- Costo de construcción: inversión inicial requerida para la implementación.
- Costo de mantenimiento a lo largo del ciclo de vida: frecuencia e intensidad de intervenciones futuras.
- Adaptabilidad a suelos de baja capacidad portante: eficiencia estructural en condiciones desfavorables del terreno.
- Optimización de espesores (eficiencia constructiva): reducción de material sin comprometer el desempeño.
- Impacto ambiental: analiza el consumo energético, la huella de carbono, el uso de materiales y la minimización de residuos asociados a cada alternativa.

La combinación de estos criterios permite obtener una evaluación integral, alineada con las necesidades estructurales, económicas y ambientales del proyecto.

**Tabla 93**

*Evaluación de alternativas de diseño*

<b>Criterio</b>	<b>Peso (%)</b>	<b>Pavimento Rígido</b>	<b>Pavimento Flexible</b>	<b>Pavimento Flexible con Geosintético</b>
Capacidad estructural	20%	5	3	4
Durabilidad	15%	5	3	5
Costo de construcción	10%	2	4	3
Costo de mantenimiento	15%	4	3	5
Adaptabilidad a suelos débiles	10%	2	3	5
Optimización de espesores	15%	1	3	5
Impacto ambiental	15%	2	3	5
<b>TOTAL PONDERADO</b>	<b>100%</b>	<b>3,25</b>	<b>3,05</b>	<b>4,55</b>

*Nota. 1 Malo, 2 Regular, 3 Aceptable, 4 Bueno, 5 Muy bueno*

La evaluación comparativa demuestra que la Alternativa 3: Pavimento Flexible con Refuerzo de Geosintético se consolida como la opción ganadora debido a que obtuvo el mejor desempeño en los criterios más determinantes del análisis.

En durabilidad, la alternativa 3 obtuvo la puntuación más alta porque el geosintético actúa como un refuerzo que reduce la propagación de fisuras, controla el ahuellamiento y disminuye la deformación por fatiga. Esto prolonga significativamente la vida útil del

pavimento en comparación con las otras alternativas, que dependen únicamente del comportamiento de sus capas convencionales.

En cuanto al costo de mantenimiento, esta alternativa destaca porque la presencia del geosintético reduce la frecuencia de intervenciones a lo largo del ciclo de vida del pavimento. Al minimizar daños estructurales y deformaciones permanentes, se disminuyen los trabajos de sellado, bacheo y rehabilitación, generando un ahorro económico acumulado que las otras alternativas no pueden igualar.

Por otra parte, la alternativa 3 lideró el criterio de adaptabilidad a suelos de baja capacidad portante, debido a que el geosintético distribuye mejor las cargas y aumenta la estabilidad de la base sobre terrenos débiles. Esto permite reducir asentamientos y mejorar la respuesta estructural, mientras que el pavimento rígido y el flexible convencional presentan mayores limitaciones frente a terrenos con baja resistencia.

En el criterio de optimización de espesores, el pavimento con geosintético alcanzó la máxima calificación porque el refuerzo incrementa el módulo estructural del sistema, permitiendo reducir el espesor de capas granulares sin comprometer la capacidad de soporte. Esto mejora la eficiencia constructiva y disminuye el consumo de materiales.

Finalmente, la alternativa obtuvo el mejor puntaje en impacto ambiental debido a que su diseño optimizado requiere menos materiales, genera menor huella de carbono en la construcción y reduce emisiones de CO<sub>2</sub> a largo plazo al demandar menos mantenimiento. Este rendimiento ambiental superior no puede ser alcanzado por las alternativas tradicionales debido a la mayor extracción de agregados y mayores necesidades de intervención periódica.

En conjunto, estos resultados demuestran que la Alternativa 3 supera claramente a las otras alternativas en los criterios más relevantes, ofreciendo un equilibrio óptimo entre desempeño estructural, sostenibilidad, durabilidad y eficiencia económica. Por estas razones, se selecciona como la opción más adecuada para el proyecto.

## Capítulo 3

### 3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

#### 3.1 Análisis y estudios preliminares

##### 3.1.1 Periodo de diseño

De acuerdo a los resultados de los aforos de tránsito, la estación #1 situada fuera del proyecto tiene un tráfico asignado de 8221 vehículos mixtos, mientras que la estación #2 situada en la calle perimetral de nuestro proyecto tiene un tráfico asignado de 2603 vehículos mixtos, sabiendo esto se estableció que para el diseño del pavimento independientemente del tipo de pavimento se consideró periodos de diseño de 15 años para las respectivas calles secundarias, llegando a una serviciabilidad de 2.0 para los pavimentos.

Considerando la topografía del proyecto se estimaron espesores de pavimentos, analizando el tráfico de la estación #2 para el diseño de pavimento flexible de este proyecto.

##### 3.1.2 Diseño de Pavimento Flexible Convencional

###### 3.1.2.1 Cálculo de ESAL's de diseño

Para el diseño del pavimento es necesario calcular el número de ejes equivalentes en base al TPDA, para esto es necesario definir la Ecuación del ESAL:

$$ESAL = TPDA \cdot CP \cdot GF \cdot DD \cdot LD \cdot TF \cdot 365$$

Donde: (3.1)

*TPDA: Tráfico promedio diario anual inicial*

*CP: Porcentaje de camiones pesados*

*GF: Factor de crecimiento de tráfico pesado*

*DD: Factor de distribución direccional*

*LD: Factor de distribución por carril*

*TF: Factor Camión obtenido del análisis previo*





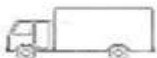
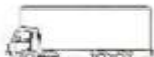
### **Factor Camión (TF)**

Para el factor camión es importante definir la carga por eje de vehículo que se aforaron, para esté análisis se ha considerado los siguientes vehículos en base al TPDA realizado:

**Tabla 94**

*Carga por eje de Vehículo.*

*Nota: la carga por eje de cada vehículo fueron datos obtenidos por MTOP*

<b>Tipo De Vehículo</b>	<b>Categoría</b>	<b>Carga por Ejes (Ton)</b>	
		<b>Delante</b>	<b>Detrás</b>
	Livianos (Autos y Camionetas)	2	3
	Buseta	3	7
	Buses	7	11
	Camión C2P	3	7
	Camión C2G	7	11
	Camión C3	7	20

Con la distribución de carga máxima por eje de los vehículos aforados, se procedió a obtener el factor camión de cada vehículo, para eso se utilizó las siguientes expresiones dependiendo de cada eje de cada vehículo.

**Tabla 95**

*Cálculo del factor camión para cada eje del vehículo*

<b>Tipo de Eje</b>	<b>Eje Equivalente (EE 8.2 tn)</b>
Eje Simple de ruedas simples (EES1)	$EES1 = [P/6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EES2)	$EES2 = [P/8.2]^{4.0}$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETA1)	$EES1 = [P/14.8]^{4.0}$
Eje Tándem (2 ejes ruedas dobles) (EETA2)	$EES1 = [P/15.1]^{4.0}$
Ejes Trídem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)	$EES1 = [P/20.7]^{3.9}$
Ejes Trídem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EES1 = [P/21.8]^{3.9}$

P = peso real por eje en toneladas

*Nota: Elaboración propia, en base a las correcciones con los valores de las tablas del apéndice D de la guía AASHTO 93*

Cálculo del factor camión para el Vehículo livianos (Automóviles y Camionetas) el cual se calcula respecto a cada eje que contenga el vehículo.

$$EE_{EES1} = \left[ \frac{P}{6.6} \right]^{4.0}$$

$$EE_{EES1} = \left[ \frac{2}{6.6} \right]^{4.0} = 0.0084$$

$$EE_{EES1} = \left[ \frac{3}{6.6} \right]^{4.0} = 0.0427$$

$$TF = 0.0084 + 0.0427$$

$$TF = 0.0511$$

Cálculo del factor camión para el Vehículo Busetas el cual se calcula respecto a cada eje que contenga el vehículo.

$$EE_{EES1} = \left[ \frac{P}{6.6} \right]^{4.0}$$

$$EE_{EES1} = \left[ \frac{3}{6.6} \right]^{4.0} = 0.0427$$

$$EE_{EES2} = \left[ \frac{P}{8.2} \right]^{4.0}$$

$$EE_{EES2} = \left[ \frac{7}{8.2} \right]^{4.0} = 0.5311$$

$$TF = 0.0427 + 0.5311$$

$$TF = 0.5737$$

Cálculo del factor camión para el Vehículo Buses el cual se calcula respecto a cada eje que contenga el vehículo.

$$EE_{EES1} = \left[ \frac{P}{6.6} \right]^{4.0}$$

$$EE_{EES1} = \left[ \frac{7}{6.6} \right]^{4.0} = 1.2654$$

$$EE_{EES2} = \left[ \frac{P}{8.2} \right]^{4.0}$$

$$EE_{EES2} = \left[ \frac{11}{8.2} \right]^{4.0} = 3.2383$$

$$TF = 1.2654 + 3.2383$$

$$TF = 4.5037$$

Cálculo del factor camión para camión C2P el cual se calcula respecto a cada eje que contenga el vehículo.

$$EE_{EES1} = \left[ \frac{P}{6.6} \right]^{4.0}$$

$$EE_{EES1} = \left[ \frac{3}{6.6} \right]^{4.0} = 0.0427$$

$$EE_{EES2} = \left[ \frac{P}{8.2} \right]^{4.0}$$

$$EE_{EES2} = \left[ \frac{7}{8.2} \right]^{4.0} = 0.5311$$

$$TF = 0.0427 + 0.5311$$

$$TF = 0.5737$$

Cálculo del factor camión para camión C2G el cual se calcula respecto a cada eje que contenga el vehículo.

$$EE_{EES1} = \left[ \frac{P}{6.6} \right]^{4.0}$$

$$EE_{EES1} = \left[ \frac{7}{6.6} \right]^{4.0} = 1.2654$$

$$EE_{EES2} = \left[ \frac{P}{8.2} \right]^{4.0}$$

$$EE_{EES2} = \left[ \frac{11}{8.2} \right]^{4.0} = 3.2383$$

$$TF = 1.2654 + 3.2383$$

$$TF = 4.5037$$

Cálculo del factor camión para camión C3 el cual se calcula respecto a cada eje que contenga el vehículo.

$$EE_{EES1} = \left[ \frac{P}{6.6} \right]^{4.0}$$

$$EE_{EES1} = \left[ \frac{7}{6.6} \right]^{4.0} = 1.2654$$

$$EE_{ETA2} = \left[ \frac{P}{15.1} \right]^{4.0}$$


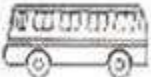

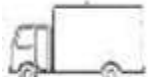
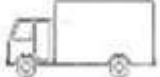

$$EE_{ETA2} = \left[ \frac{20}{15.1} \right]^{4.0} = 3.0776$$

$$TF = 1.2654 + 3.0776$$

Obteniendo como resultado los siguientes factor camión de cada vehículo.

**Tabla 96**







*Factor Camión de cada Vehículo Aforado.*

Tipo De Vehículo	Categoría	Carga por Ejes (Ton)		% Vehicular	Factor de carga Equivalente		Factor Camión
		Delante	Detrás		Delante	Detrás	
	Livianos (Autos y Camionetas)	2	3	66,94%	0,0084	0,0427	0,0511
	Buseta	3	7	3,49%	0,0427	0,5311	0,5737
	Buses	7	11	22,50%	1,2654	3,2383	4,5037
	Camión C2P	3	7	4,98%	0,0427	0,5311	0,5737
	Camión C2G	7	11	1,96%	1,2654	3,2383	4,5037
	Camión C3	7	20	0,13%	1,2654	3,0776	4,3430

*Nota: Cada carga por eje tanto delante como detrás fue obtenida de la MTOP.*

Obteniendo así el ESAL de diseño, tomando en cuenta que para el TPDA de diseño que fue el asignado, en este caso se tomó el 10% de los vehículos livianos aforados y el 5% de los camiones totales aforados, esto por recomendación del cliente.

**Tabla 97***Factor Camión de cada Vehículo Aforado.*

<b>Tipo De Vehículo</b>	<b>Categoría</b>	<b>TPDA</b>	<b>TF</b>	<b>DD</b>	<b>DÍAS</b>	<b>GF</b>	<b>LD</b>	<b>ESAL's</b>
	Livianos (Autos y Camionetas)	174	0,0511	0,5	365	18,68	1,00	30325,40
	Buseta	5	0,5737	0,5	365	16,48	1,00	8628,05
	Buses	29	4,5037	0,5	365	16,48	1,00	392817,45
	Camión C2P	7	0,5737	0,5	365	17,09	1,00	12529,76
	Camión C2G	3	4,5037	0,5	365	17,09	1,00	42151,76
	Camión C3	1	4,3430	0,5	365	17,09	1,00	13549,27
							<b>ESAL'S Total</b>	<b>500001,70</b>

### 3.1.2.2 Nivel de Confiabilidad (%R)

El MTOP establece niveles de confiabilidad según el tipo de vía y la zona en la que se desee diseñar la vía.

**Tabla 98**

*Nivel de confiabilidad para una carretera.*

Tipo de Vía	Niveles	
	Urbana	Rural
Carreteras interestatales y autopistas	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Vías colectoras	80 - 95	75 - 95
Vías Locales	50 - 80	50 - 80

*Nota: Normas de diseño geométrico de carretera, 2003.*

Según los datos de la tabla mostrada anteriormente y con la ayuda de la clasificación de vía la cual se definió una vía colectoras Urbana, el nivel de confiabilidad está en el rango 80 a 95 por ciento, teniendo así un 95% de confiabilidad.

### 3.1.2.3 Nivel de Serviciabilidad (Po, Pt)

La AASHTO 93 considera un nivel de Serviciabilidad inicial (Po) y un nivel de Serviciabilidad final (Pt), esto basado en la sensación de comodidad y confort que se siente al momento de transitar en un vehículo sobre dicha vía.

**Tabla 99***Parámetros de Serviciabilidad.*

<b>Parámetro</b>	<b>Valores Típicos</b>
Serviciabilidad inicial (Po)	4.2- 4.5 (Pavimento Nuevo)
Serviciabilidad final (Pt)	2.0 - 2.5 (Nivel mínimo aceptable)

*Nota: Diseño de pavimentos AASHTO, 1993.*

Considerando el uso que se le dará a la carretera se consideró un nivel de Serviciabilidad final de 2.5 y un valor de 4.2 para la Serviciabilidad inicial, ambos para todos los diseños realizados.

#### **3.1.2.4 Desviación normal estándar (Zr)**

Es un valor estadístico que corresponde al nivel de confiabilidad previamente obtenido (%R) y define la probabilidad de falla del diseño según una distribución normal estándar. Este valor se incorpora directamente en la ecuación AASHTO 93 para el cálculo del Número Estructural (SN).

**Tabla 100***Relación de confiabilidad y el valor de Zr*

<b>Confiabilidad (R)</b>	<b>Desviación normal estándar (Zr)</b>
51	0,000
61	0,253
71	0,524
76	0,674
81	0,841
86	1,037
90	1,282
91	1,340
92	1,405
93	1,476
94	1,555
95	1,645
96	1,751
97	1,881
98	2,054
99	2,327
99,9	3,090
99,99	3,750

*Nota: Fuente Diseño de Pavimentos AASHTO 93.*

### 3.1.2.5 Desviación estándar del sistema (So)

Refleja la variabilidad inherente al comportamiento del pavimento (material, tránsito, condiciones ambientales y errores de construcción).

**Tabla 101**

*Desviación estándar del sistema (So).*

Condición	Pavimento Rígido	Pavimento Flexible
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0.34	0.44
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito	0.39	0.49

*Nota: Fuente Diseño de Pavimento AASHTO 93.*

*Según lo recomendado por la AASHTO 93 el valor de la desviación estándar del sistema para el pavimento flexible es de 0,49.*

### 3.1.2.6 Coeficiente de drenaje (m)

*El drenaje es un factor determinante en el comportamiento de la estructura del pavimento a lo largo de su vida útil. En lo que respecta a los factores que toman en cuenta las condiciones de drenaje, se siguen las recomendaciones de la AASHTO 93:*

*AASHTO proporciona rangos estándar de “m” en función de la calidad de drenaje y el porcentaje de tiempo saturado en el año.*

**Tabla 102***Evaluación de drenajes método AASHTO 93.*

<b>Calidad de drenaje</b>	<b>50% de saturación en:</b>	<b>85% de saturación en:</b>
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	Mas de 10 horas
Muy Pobre	El agua no drena	Mucho más de 10 horas

*Nota: Diseño de Pavimento AASHTO 93.***Tabla 103***Coefficientes de drenaje para pavimentos flexibles.*

<b>Calidad de drenaje</b>	<b>% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación</b>			
	<b>&lt;1%</b>	<b>1-5%</b>	<b>5-25%</b>	<b>&gt;25%</b>
Excelente	1,40-1,35	1,35-1,30	1,30-1,20	1,20
Bueno	1,35-1,25	1,25-1,15	1,15-1,00	1,00
Regular	1,25-1,15	1,15-1,05	1,00-0,80	<b>0,80</b>
Pobre	1,15-1,05	1,05-0,80	0,80-0,60	0,60
Muy Pobre	1,05-0,95	0,95-0,75	0,75-0,40	0,40

*Nota: Diseño de Pavimento AASHTO 93.*

Coefficientes de drenaje para pavimentos flexibles (m) para efectos de diseño se asume un coeficiente de drenaje de 0,80 que corresponde a un drenaje regular, considerando zonas con bajas pendientes longitudinales; y, con régimen de días lluviosos que expondrán a los materiales granulares a niveles de saturación mayores al 25%.

### **3.1.2.7 Módulos Resilientes (Mr)**

De acuerdo con la metodología de diseño de la AASHTO-93 es necesario determinar el Módulo resiliente de la Sub-rasante y de los materiales que constituirán la estructura del pavimento. A continuación, se indican los parámetros empleados para tal efecto:

#### **Sub-Rasante**

Para obtener el módulo Resiliente de la Sub-rasante, en este caso como tenemos 8 tramos de vías en este proyecto, por lo que se realizó un diseño para cada tramo respectivamente.

Definiendo el CBR de cada tramo se hizo uso del siguiente ábaco, para poder definir consecuentemente el módulo resiliente de cada tramo:

**Tabla 104**

*Módulo Resiliente para la subrasante de cada tramo.*

<b>Tramo</b>	<b>CBR [%]</b>	<b>Mr [psi]</b>	<b>Mr [MPa]</b>
1	2	3000	20.7
2	4	5000	41.1
3	4	5000	41.1
4	3	4000	31
5	2	3000	20.7
6	4	5000	41.1
7	4	5000	41.1
8	3	4000	31

*Nota: Cada módulo resiliente fue obtenido por medio del ábaco para subrasantes AASHTO93*

### **Modulo Resiliente**

- CBR 2%

$$Mr = 3000 \text{ psi} * \frac{1 \text{ MPa}}{145.038 \text{ psi}}$$

$$Mr = 20.7 \text{ MPa}$$

- CBR 3%

$$Mr = 4000 \text{ psi} * \frac{1 \text{ MPa}}{145.038 \text{ psi}}$$

$$Mr = 31 \text{ MPa}$$

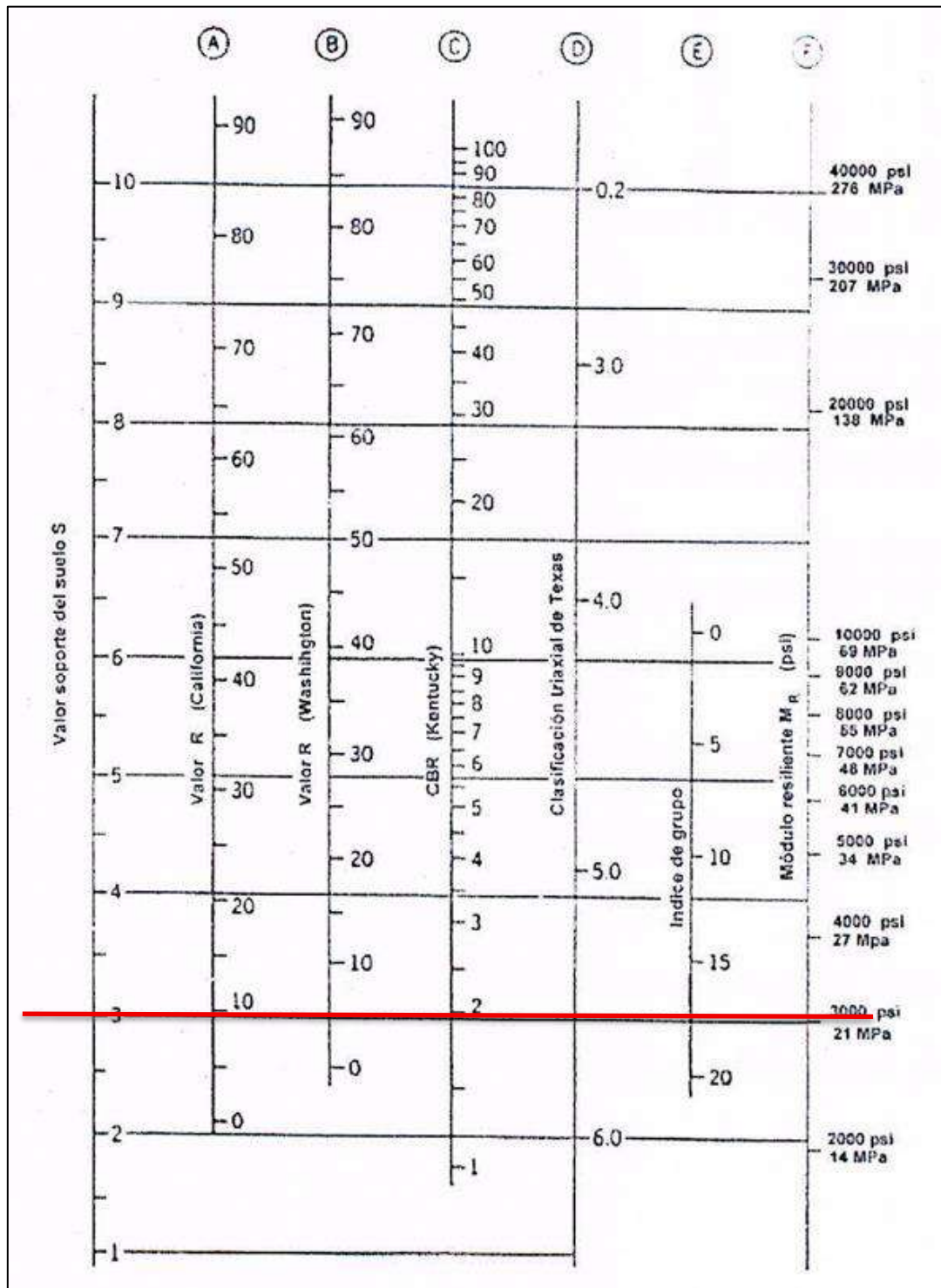
- CBR 4%

$$Mr = 5000 \text{ psi} * \frac{1 \text{ MPa}}{145.038 \text{ psi}}$$

$$Mr = 41.1 \text{ MPa}$$

Figura 43

Ábaco Modulo Resiliente para Subrasantes



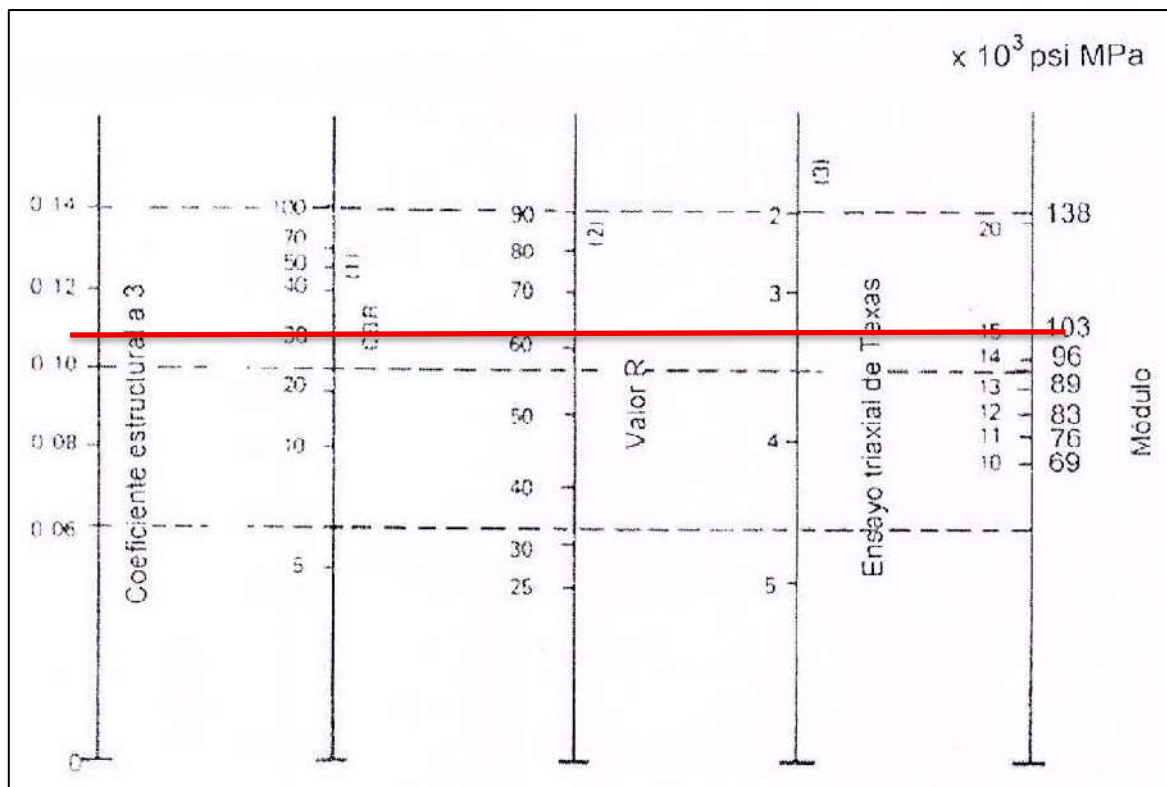
Nota: Diseño de Pavimentos AASHTO 93.

### Sub-Base Granular

La capa de la subbase granular por medio de normativa en este caso MOP-2002, se definió una subbase granular con un CBR de 30% (Capítulo 2, Tabla 1), a este material se le asignó un módulo resiliente de 15,000 psi y un coeficiente estructural de  $a_3 = 0.11$ . Estos parámetros demuestran el adecuado comportamiento de la subbase como material estructural para el pavimento.

**Figura 44**

*Ábaco Modulo Resiliente para Sub-base.*



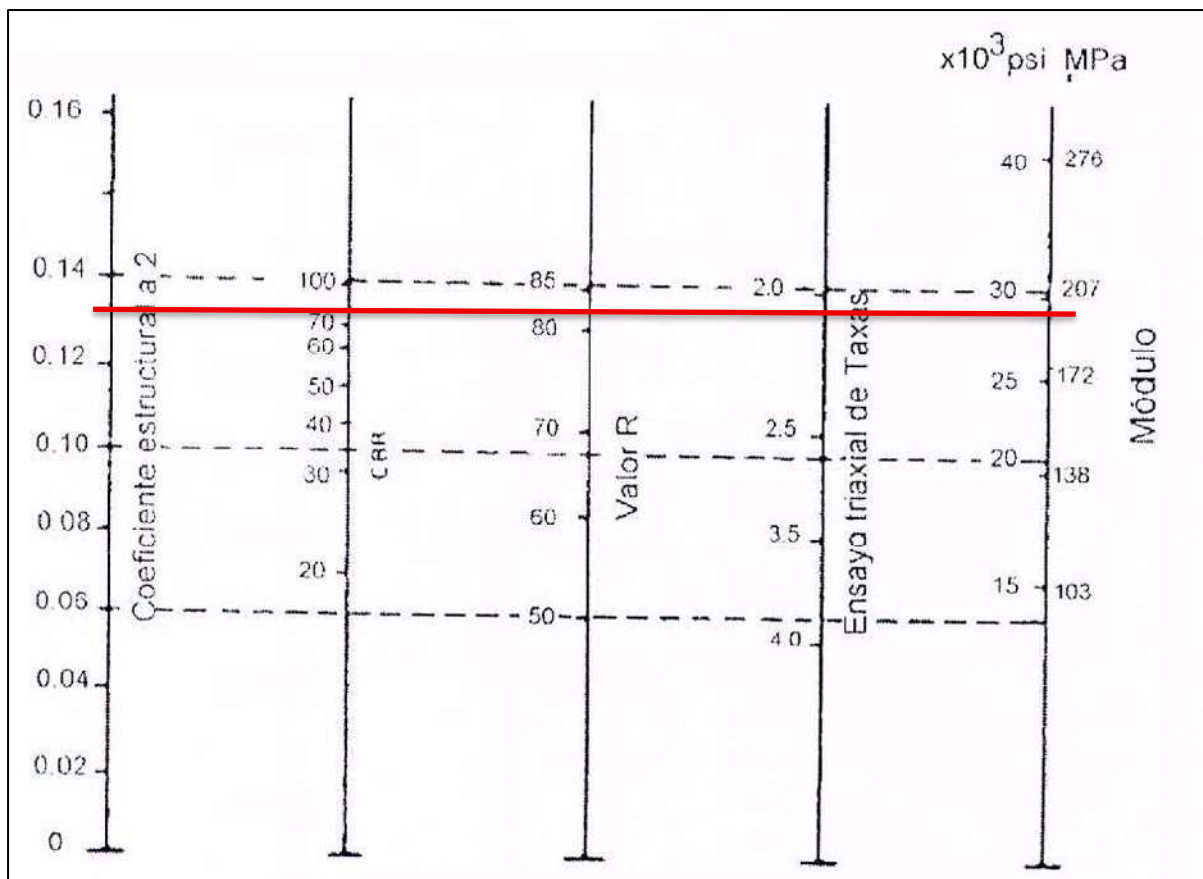
*Nota: Diseño de Pavimentos AASHTO 93*

## Base Granular

La capa de la base granular por medio de normativa en este caso MOP-2002, se definió una base granular con un CBR de 80% (Capítulo 2, Tabla 3), a este material se le asignó un módulo resiliente de 29,000 psi y un coeficiente estructural de  $a_2 = 0.13$ . Estos parámetros demuestran el adecuado comportamiento de la subbase como material estructural para el pavimento.

**Figura 45**

*Ábaco Modulo Resiliente para Base.*



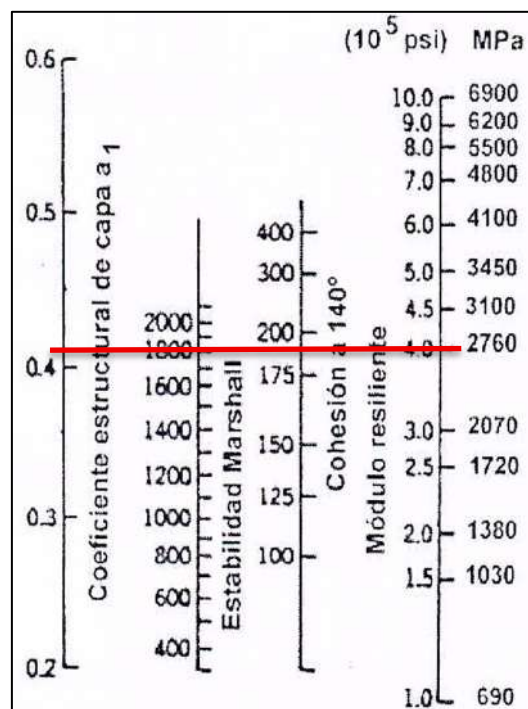
*Nota: Diseño de Pavimentos AASHTO 93*

## Capa de Rodadura

Para la capa de rodadura o carpeta asfáltica se definió un Módulo resiliente de 400000 psi (Municipalidad de Guayaquil, 2023) así obteniendo un valor de coeficiente estructural de  $a_1 = 0.42$ .

### Figura 45

*Ábaco Modulo Resiliente para la Carpeta Asfáltica.*



*Nota: Diseño de pavimentos AASHTO 93.*

Así obteniendo los siguientes datos, tanto el coeficiente estructural, módulo resiliente y coeficiente de drenaje de cada capa.

**Tabla 105***Módulo Resiliente para cada capa del pavimento.*

<b>Capa</b>	<b>Coefficiente de drenaje (m)</b>	<b>Coefficiente estructural (a)</b>	<b>Módulo Resiliente (Mr)</b>
Carpeta Asfáltica	-	0,42	400000
Base	0,8	0,13	29000
Sub-Base	0,8	0,11	15000

**3.1.2.8 Número Estructural (Sn)**

Para la determinación de los espesores de las capas del pavimento flexible se requiere conocer el número estructural requerido (Sn), utilizando la ecuación general básica de diseño según la metodología AASHTO 93 (Capítulo 2, 2.1.15), donde se involucran parámetros anteriormente descritos (número de ejes equivalentes en carril (N), Confiabilidad (R), Error estándar Combinado (So), Modulo Resiliente de la Sub-Rasante (Mr), y la diferencia del índice de servicio inicial y final (Po, Pf).

Para efectos prácticos, se hizo uso de un software con licencia libre, en este caso el “Ecuación AASHTO 93” donde se aplican los mismos conceptos con la metodología previamente definida en el capítulo 2. Por lo que, a continuación, se demostrará como se aplicó este software para el cálculo del número estructural de cada capa.

**Subrasante**

Como ya se ha definido, en este proyecto se establecen 8 tramos de vía, por lo que es necesario obtener el número estructural de la subrasante de los 8 tramos, se demostrará el proceso de cada uno de los tramos para la respectiva obtención del número estructural correspondiente al proyecto.

Los datos para ingresar son:

- ESALs (W18) = 500,001
- Confiabilidad = 95%
- Desviación estándar (So) = 0.49
- Serviciabilidad inicial = 4.2
- Serviciabilidad final = 2.5
- Modulo Resiliente (Mr) = 3000 psi; CBR 2%
- Modulo Resiliente (Mr) = 4000 psi; CBR 3%
- Modulo Resiliente (Mr) = 5000 psi; CBR 4%

**Figura 46**

*Número estructural (Sn) de la capa Subrasante Tramo 1*

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
 95 % Zr=-1.645 So = 0.49

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial 4.2 PSI final 2.5

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 3000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
 Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 500001** **Número Estructural SN = 4,72**  
 Calcular W18

Calcular Salir

*Nota: Diseño de Pavimentos AASHTO 93.*

**Figura 47**

*Número estructural (Sn) de la capa Subrasante Tramo 2*

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' section shows '95 % Zr=-1.645' and 'So = 0.49'. The 'Serviciabilidad inicial y final' section shows 'PSI inicial = 4.2' and 'PSI final = 2.5'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section shows 'Mr = 5000 psi'. The 'Información adicional para pavimentos rígidos' section has empty fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, with 'W18 = 500001' entered. The 'Número Estructural' section shows 'SN = 3.94'. There are 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

*Nota: Diseño de Pavimentos AASHTO 93.*

**Figura 48**

*Número estructural (Sn) de la capa Subrasante Tramo 3*

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' section shows '95 % Zr=-1.645' and 'So = 0.49'. The 'Serviciabilidad inicial y final' section shows 'PSI inicial = 4.2' and 'PSI final = 2.5'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section shows 'Mr = 5000 psi'. The 'Información adicional para pavimentos rígidos' section has empty fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, with 'W18 = 500001' entered. The 'Número Estructural' section shows 'SN = 3.94'. There are 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

*Nota: Diseño de Pavimentos AASHTO 93.*

**Figura 49**

*Número estructural (Sn) de la capa Subrasante Tramo 4*

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
 95 %  $Z_r = -1.645$  So = 0.49

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial = 4.2 PSI final = 2.5

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr = 4000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
 Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 500001**  Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 4.27**

Calcular Salir

*Nota: Diseño de Pavimentos AASHTO 93.*

**Figura 50**

*Número estructural (Sn) de la capa Subrasante Tramo 5*

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
 95 %  $Z_r = -1.645$  So = 0.49

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial = 4.2 PSI final = 2.5

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr = 3000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
 Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 500001**  Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 4.72**

Calcular Salir

*Nota: Diseño de Pavimentos AASHTO 93.*

**Figura 51**

*Número estructural (Sn) de la capa Subrasante Tramo 6*

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' section shows '95 % Zr=-1.645' and 'So = 0.49'. The 'Serviciabilidad inicial y final' section shows 'PSI inicial = 4.2' and 'PSI final = 2.5'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section shows 'Mr = 5000 psi'. The 'Información adicional para pavimentos rígidos' section has empty fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, with 'W18 = 500001' entered. The 'Número Estructural' section shows 'SN = 3.94'. There are 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

*Nota: Diseño de Pavimentos AASHTO 93.*

**Figura 52**

*Número estructural (Sn) de la capa Subrasante Tramo 7*

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' section shows '95 % Zr=-1.645' and 'So = 0.49'. The 'Serviciabilidad inicial y final' section shows 'PSI inicial = 4.2' and 'PSI final = 2.5'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section shows 'Mr = 5000 psi'. The 'Información adicional para pavimentos rígidos' section has empty fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, with 'W18 = 500001' entered. The 'Número Estructural' section shows 'SN = 3.94'. There are 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

*Nota: Diseño de Pavimentos AASHTO 93.*

**Figura 53**

Número estructural (Sn) de la capa Subrasante Tramo 8

Nota: Diseño de Pavimentos AASHTO 93.

Consiguiendo así, el Número estructural de cada subrasante de cada tramo:

**Tabla 106**

Número Estructural de la subrasante de cada tramo de vía.

Tramo	CBR [%]	Mr [psi]	SN
1	2	3000	4,72
2	4	5000	3,94
3	4	5000	3,94
4	3	4000	4,27
5	2	3000	4,72
6	4	5000	3,94
7	4	5000	3,94
8	3	4000	4,27

**Sub-Base Granular**

Para esta capa del pavimento se mantienen así mismo para la subrasante ciertos parámetros como la confiabilidad, la desviación estándar, la serviciabilidad final e inicial y el W18, solamente modificando el valor del módulo resiliente de la sub-base que en este caso según normativa es para CBR de 30 % por lo tanto el módulo resiliente de esta capa de pavimento es de 14500 psi, resultando un valor de número estructural de 2,63. Estos resultados se mantienen en los 8 tramos.

**Base Granular**

Se mantienen todos los parámetros como la sub-base, variando el CBR según la normativa (80%), se modificó el módulo resiliente de esta capa el cual es 29000 psi, obteniendo un número estructural de 2,01. Estos resultados se mantienen en los 8 tramos.

**Carpeta Asfáltica**

De igual manera, solamente se modifica el módulo resiliente de la carpeta asfáltica, en este caso su módulo resiliente es de 400000 psi, dando como resultado un número estructural de 0,55. Estos resultados se mantienen en los 8 tramos.

**Figura 54**

Número estructural ( $S_n$ ) de la capa Sub-Base.

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' section shows '95 % Zr=-1.645' and 'So = 0.49'. The 'Serviciabilidad inicial y final' section shows 'PSI inicial = 4.2' and 'PSI final = 2.5'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section shows 'Mr = 14500 psi'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, with 'W18 = 500001' and 'Número Estructural SN = 2.63'. Buttons for 'Calcular' and 'Salir' are visible at the bottom.

Nota: Diseño de Pavimentos AASHTO 93.

**Figura 55**

Número estructural ( $S_n$ ) de la capa Base.

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' section shows '95 % Zr=-1.645' and 'So = 0.49'. The 'Serviciabilidad inicial y final' section shows 'PSI inicial = 4.2' and 'PSI final = 2.5'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section shows 'Mr = 29000 psi'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, with 'W18 = 500001' and 'Número Estructural SN = 2.01'. Buttons for 'Calcular' and 'Salir' are visible at the bottom.

Nota: Diseño de Pavimentos AASHTO 93.

**Figura 56**

Número estructural ( $S_n$ ) de la carpeta asfáltica.

Nota: Diseño de Pavimentos AASHTO 93.

Resultando todos estos, los números estructurales de cada capa del pavimento; ya sea, carpeta asfáltica, base y subbase.

**Tabla 107**

Número Estructural de las capas del pavimento para los tramos con CBR 2%.

Capa	Módulo Resiliente (Mr)	Número Estructural ( $S_n$ )
Carpeta Asfáltica	400000	0.55
Base	29000	2.01
Sub-Base	14500	2.63
Subrasante	3000	4.72

**Tabla 108**

*Número Estructural de las capas del pavimento para los tramos con CBR 3%.*

<b>Capa</b>	<b>Módulo Resiliente (Mr)</b>	<b>Número Estructural (Sn)</b>
Carpeta Asfáltica	400000	0.55
Base	29000	2.01
Sub-Base	14500	2.63
Subrasante	4000	4.27

**Tabla 109**

*Número Estructural de las capas del pavimento para los tramos con CBR 4%.*

<b>Capa</b>	<b>Módulo Resiliente (Mr)</b>	<b>Número Estructural (Sn)</b>
Carpeta Asfáltica	400000	0.55
Base	29000	2.01
Sub-Base	14500	2.63
Subrasante	5000	3.94

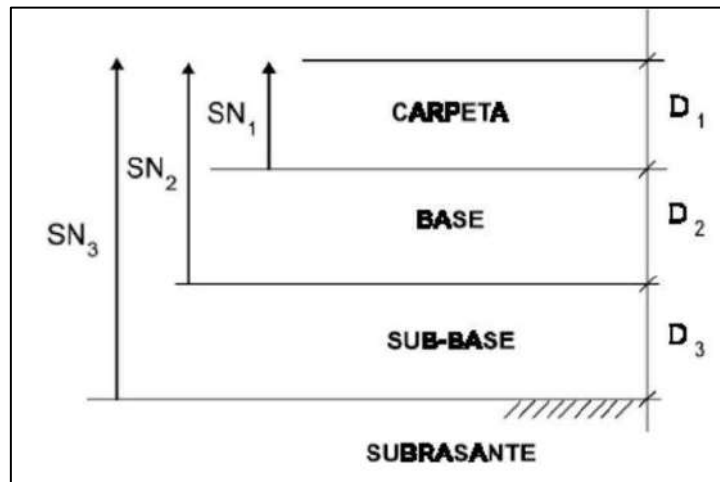
### **3.1.2.9 Definición de Espesores**

Para este apartado se utilizó el método de protección de capas según la metodología

AASHTO 93 que considera lo siguiente:

**Figura 57**

*Estructura Típica de los pavimentos flexibles.*



De igual manera, para los espesores de capa según AASHTO 93, los espesores mínimos en función del SN se pueden obtener de la siguiente manera, D1 para la carpeta asfáltica, D2 para la Base, D3 para la Sub-base:

$$D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SNe_1 = a_1 D_1$$

$$D_2^* = \frac{SN_2 - SNe_1}{a_2 m_2}$$

$$SNe_2 = SN_2 - SNe_1$$

$$SNe_1 + SNe_2 \geq SN_2$$

$$D_3^* \geq \frac{SN - (SNe_1 + SNe_2)}{a_3 m_3}$$

$$SNe_3 = (a_3 * m_3 * D_3) + SNe_2 + SNe_1$$

Donde:

$D_1^*$ : Espesor a iterar de la capa de rodadura

$D_2^*$ : Espesor a iterar de la capa de base granular

$D_3^*$ : Espesor a iterar de la capa de subbase granular

$D_1$ : Espesor adaptado de la capa de rodadura

$D_3$ : Espesor adaptado de la capa de subbase

$SN_1$ : Numero estructural requerido de la capa de base granular

$SN_2$ : Numero estructural requerido de la capa de subbase granular

$SN_3$ : Numero estructural requerido de la capa de subrasante

$SNe_1$ : Numero estructural efectivo de la base granular

$SNe_2$ : Numero estructural efectivo de la capa de subbase granular

$SNe_3$ : Numero estructural efectivo de la capa de subrasante

### **Cálculo de los espesores tramos 1 y 5**

Para estos tramos se sabe que el ensayo de CBR dio como resultado en 2%, es por lo que el módulo resiliente es de 3000 psi según los ábacos de la AASHTO 93, la confiabilidad que se definió es de 95%, la desviación estándar de 0.49, la serviciabilidad inicial y final de 4.2 y 2.5 respectivamente y un W18 de 500001 psi, obteniendo como resultado un numero estructural de 4.72 para la subrasante del tramo #1 y #5.

$$D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D_1^* \geq \frac{2.01}{0.42} \approx 5'' \approx 12.70 \text{ cm}$$

**Tabla 110**

Tabla de espesores mínimos de concreto asfáltico y base granular

Numero de ESALs	Concreto asfáltico	Base granular
Menos de 50,000	2.5 cm	10 cm
50,000 - 150,000	5.0 cm	10 cm
150,000 - 500,000	6.5 cm	10 cm
500,000 - 2,000,000	7.5 cm	15 cm
2,000,000 - 7,000,000	9.0 cm	15 cm
Mas de 7,000,000	10.0 cm	15 cm

Nota: Tabla 8.2 de la AASHTO 93

Según el Numero de ESALs de 500,001 y siguiendo la tabla 8.2 de la AASHTO 93 se toma los espesores mínimos de las carpetas de concreto asfáltico y de base granular son de 7.5 cm y 15 cm respectivamente.

En el caso del espesor a iterar de la capa de rodadura es mayor al espesor mínimo dado por la norma, pero se lo redondea a un espesor comercial el cual es 15 cm.

Por lo tanto,

$$D_1 = 15 \text{ cm} \approx 6''$$

$$SNe_1 = a_1 * D_1 \geq SN_1$$

$$SNe_1 = 0.42 * 5.12'' \geq 2.01$$

$$SNe_1 = 2.52 \geq 2.01 \therefore \text{Cumple}$$

$$D_2^* = \frac{SN_2 - SNe_1}{a_2 m_2}$$

$$D_2^* = \frac{2.63 - 2.52}{0.13 * 0.8} \approx 2'' \approx 5.08 \text{ cm}; \text{ Menor al espesor dado por la AASHTO 93 (Tabla 108)}$$

Por lo tanto,

$$D_2 \approx 15 \text{ cm}$$

$$SNe_1 + SNe_2 \geq SN_2$$

$$SNe_2 = SN_2 - SNe_1$$

$$SNe_2 = 2.63 - 2.52 = 0.11$$

$$2.52 + 0.11 = 2.63 \geq 2.63 \therefore \text{Cumple}$$

$$D_3^* \geq \frac{SN - (SNe_1 + SNe_2)}{a_3 m_3}$$

$$D_3^* \geq \frac{4.72 - (2.52 + 0.11)}{0.11 * 0.8}$$

$$D_3^* \approx 24'' \approx 60.96 \text{ cm}$$

$$D_3 \approx 61 \text{ cm}$$

$$SNe_3 = (a_3 * m_3 * D_3) + SNe_2 + SNe_1$$

$$SN_3^* = \left( 0.11 * 0.8 * \left( \frac{61}{2.54} \right) \right) + 0.48 + 2.15 = 4.88$$

$$SN_{total}^* = \sum SN_n^* \geq SN$$

$$SN_{total}^* = 2.52 + 0.11 + 5.265 \geq 4.72$$

$$SN_{total}^* = 7.89 \geq 4.72 \therefore \text{Cumple}$$

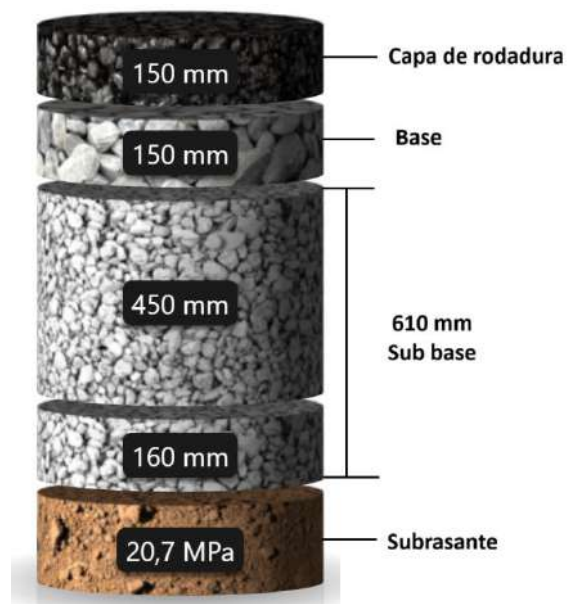
**Tabla 111**

Tabla de resultados del cálculo de espesores para tramos #1 y #5

Capa	Coefficiente de drenaje (mi)	Coefficiente Estructural (ai)	SN requerido	Espesor Calculado pulgadas	Espesor Adaptado centímetros	Espesor Adaptado pulgadas	SN efectivo
Rodadura	X	0,42		5,00	15,00	6,00	2,52
Base	0,8	0,13	2,01	5,00	15,00	6,00	0,11
Subbase	0,8	0,11	2,63	24,00	61,00	24,1	5,265
Subrasante			4,72				7,89

**Figura 58**

Estructura del pavimento flexible convencional para tramos #1 y #5.



### Cálculo de los espesores tramos 4 y 8

Para estos tramos se sabe que el ensayo de CBR dio como resultado en 3%, es por lo que el módulo resiliente es de 4000 psi según los ábacos de la AASHTO 93, la confiabilidad que se definió es de 95%, la desviación estándar de 0.49, la serviciabilidad inicial y final de 4.2 y 2.5 respectivamente y un W18 de 500001 psi, obteniendo como resultado un número estructural de 4.27 para la subrasante del tramo #4 y #8. Los valores para la capa de rodadura y de la base granular son iguales en todos los tramos.

$$D_3^* \geq \frac{SN_3 - (SNe_1 + SNe_2)}{a_3 m_3}$$

$$D_3^* \geq \frac{4.27 - (2.52 + 0.11)}{0.11 * 0.8}$$

$$D_3^* \approx 19" \approx 48.26 \text{ cm}$$

$$D_3 \approx 49 \text{ cm}$$

$$SNe_3 = (a_3 * m_3 * D_3) + SNe_2 + SNe_1$$

$$SN_3^* = \left( 0.11 * 0.8 * \left( \frac{49}{2.54} \right) \right) + 0.11 + 2.52 = 4.85$$

$$SN_{total}^* = \sum SN_n^* \geq SN$$

$$SN_{total}^* = 2.52 + 0.11 + 4.84 \geq 4.27$$

$$SN_{total}^* = 7.47 \geq 4.27 \therefore \text{Cumple}$$

**Tabla 112**

Tabla de resultados del cálculo de espesores para tramos #4 y #8

Capa	Coefficiente de drenaje (mi)	Coefficiente Estructural (ai)	SN requerido	Espesor Calculado pulgadas	Espesor Adaptado centímetros	Espesor Adaptado Pulgadas	SN efectivo
Rodadura	X	0,42		5,00	6,00	15,00	2,52
Base	0,8	0,13	2,01	5,00	6,00	15,00	0,11
Subbase	0,8	0,11	2,63	19,00	19,30	49,00	4,84
Subrasante			4,27				7,47

**Figura 59**

Estructura del pavimento flexible convencional para tramos #4 y #8.



### Cálculo de los espesores tramos 2, 3, 6 y 7

Para estos tramos se sabe que el ensayo de CBR dio como resultado en 4%, es por lo que el módulo resiliente es de 5000 psi (41.4 MPa) según los ábacos de la AASHTO 93, la confiabilidad que se definió es de 95%, la desviación estándar de 0.49, la serviciabilidad inicial y final de 4.2 y 2.5 respectivamente y un W18 de 500001 psi, obteniendo como resultado un número estructural de 3.94 para la subrasante del tramo #2, #3, #6 Y #7.

$$D_3^* \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 m_3}$$

$$D_3^* \geq \frac{3.94 - (2.52 + 0.11)}{0.11 * 0.8}$$

$$D_3^* \approx 15" \approx 38.10 \text{ cm}$$

$$D_3 \approx 39 \text{ cm}$$

$$SN_3^* = (a_3 * m_3 * D_3) + SN_2^* + SN_1^*$$

$$SN_3^* = \left( 0.11 * 0.8 * \left( \frac{39}{2.54} \right) \right) + 0.11 + 2.52 = 4.50$$

$$SN_{total}^* = \sum SN_n^* \geq SN$$

$$SN_{total}^* = 2.52 + 0.11 + 4.50 \geq 3.94$$

$$SN_{total}^* = 7.13 \geq 3.94 \therefore \text{Cumple}$$

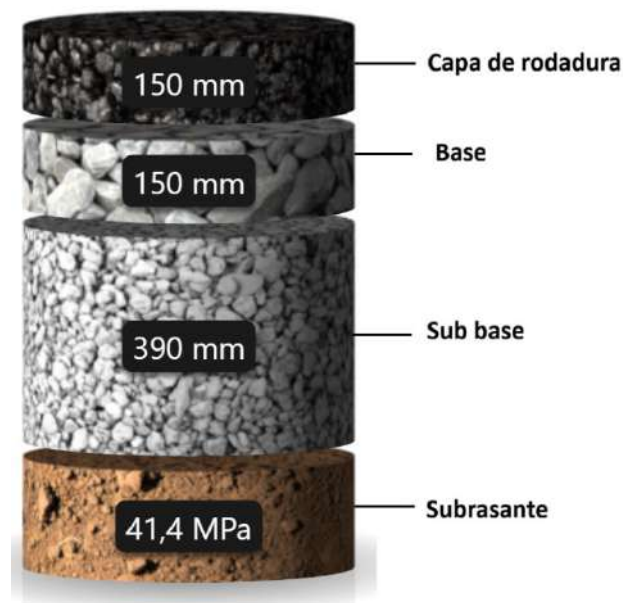
**Tabla 113**

Tabla de resultados del cálculo de espesores para tramos #2, #3, #6 y #7

Capa	Coefficiente de drenaje (mi)	Coefficiente Estructural (ai)	SN requerido	Espesor Calculado Pulgadas	Espesor Adaptado pulgadas	Espesor Adaptado centímetros	SN efectivo
Rodadura	X	0,42		5,00	6,00	15,00	2,52
Base	0,8	0,13	2,01	5,00	6,00	15,00	0,11
Subbase	0,8	0,11	2,63	15,00	15,40	39,00	4,50
Subrasante			3,94				7,13

**Figura 60**

Estructura del pavimento flexible convencional para tramos #2, #3, #6 y #7.



### 3.2 Diseño del pavimento con uso de geosintético

El diseño del pavimento flexible convencional que se ha elaborado no tiene en cuenta un tratamiento particular para las circunstancias de la subrasante arcillosa ni la estabilización de las capas granulares como la base y la subbase, lo cual puede influir negativamente en el rendimiento estructural y en la duración de la vía. En este contexto, se propone un diseño alternativo que emplea geosintéticos para optimizar el comportamiento del pavimento en situaciones de humedad y tránsito, disminuir las deformaciones y aumentar la capacidad portante del sistema.

Para el diseño del pavimento con el uso de geosintéticos, se usó un software especializado en diseño estructural y se utilizó como referencia la geomalla InterAx, elegida por sus propiedades técnicas y su adecuación al tipo de terreno del proyecto. El método conserva los parámetros del diseño tradicional basado en AASHTO, lo cual hace posible una comparación directa entre las dos opciones y la mejora de los espesores de las capas estructurales.

Los datos que se tomarán en cuenta para este diseño son:

- Ejes Equivalentes = 500001 ESALs
- Serviciabilidad inicial (psi) = 4,2
- Serviciabilidad final (psi) = 2,5
- Confiabilidad (R) = 95%
- Periodo de diseño = 15 años
- Coeficiente de drenaje (m) = 0,8
- Valores de CBR y Mr de cada tramo de vía

### 3.2.1 Tramos #1 y #5

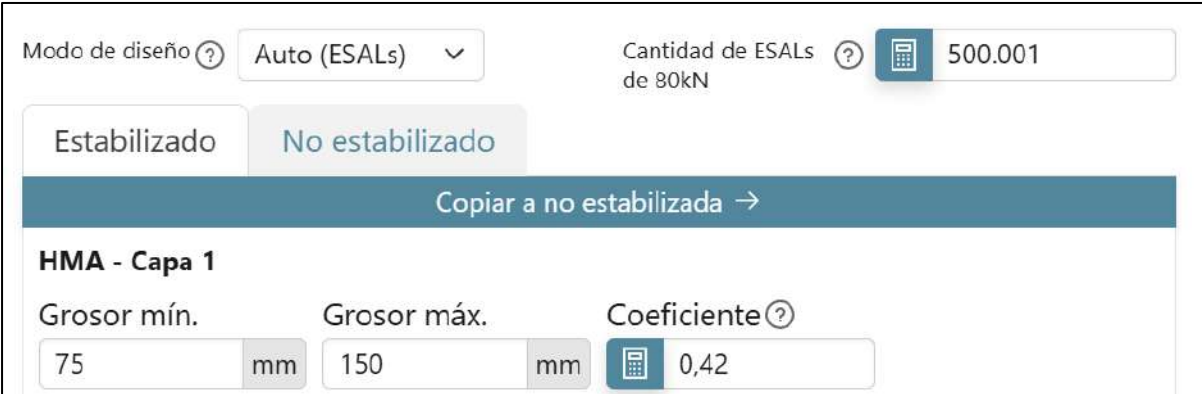
#### Capa de Rodadura

Los datos para usar son:

- Coeficiente Estructural ( $a$ ) = 0,42
- Espesor mínimo ( $d_{min}$ ) = 75 mm
- Espesor máximo ( $d_{max}$ ) = 150 mm

#### Figura 61

Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 1 y 5



Modo de diseño ? Auto (ESALs) v

Cantidad de ESALs de 80kN ? 500.001

Estabilizado No estabilizado

Copiar a no estabilizada →

**HMA - Capa 1**

Grosor mín.	Grosor máx.	Coeficiente ?
75 mm	150 mm	0,42

#### Capa de Base

Los datos para usar son:

- Coeficiente Estructural ( $a$ ) = 0,13
- Espesor mínimo ( $d_{min}$ ) = 150 mm
- Espesor máximo ( $d_{max}$ ) = 450 mm

**Figura 62**

Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 1 y 5

Base granular			
Grosor mín.	Grosor máx.	Coeficiente ?	Factor de drenaje ?
150 mm	450 mm	0,13	0,8
Geomalla ?			
Ninguno			

### Capa de subbase

Los datos para usar son:

- Coeficiente Estructural ( $a$ ) = 0,11
- Espesor mínimo ( $d_{min}$ ) = 0 mm
- Espesor máximo ( $d_{max}$ ) = 450 mm

**Figura 63**

Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 1 y 5

Sub-base			
Grosor mín.	Grosor máx.	Coeficiente ?	Factor de drenaje ?
0 mm	450 mm	0,11	0,8
Geomalla ?			
Ninguno			
<input checked="" type="checkbox"/> Sub-base			
Grosor mín.	Grosor máx.	Coeficiente ?	Factor de drenaje ?
0 mm	450 mm	0,11	0,8
Geomalla ?			
Ninguno			

*Nota: El programa solo deja colocar un espesor de máximo 450 mm en cada capa de sub base, por lo tanto, se colocó dos capas de sub base.*

### Subrasante

Los datos para usar son:

- Módulo resiliente de la subrasante ( $M_r$ ) = 20,7 MPa
- Desviación estándar ( $S_o$ ) = 0,49
- Geosintético de separación
- Confiabilidad = 95%
- Nivel de Servicio inicial (psi) = 4,5
- Nivel de Servicio final (psf) = 2,5

### Figura 64

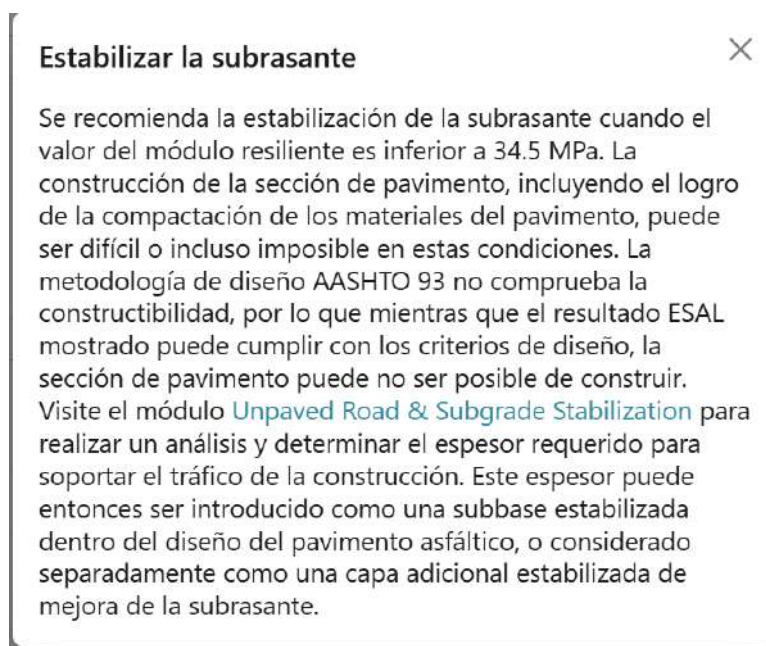
*Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 1 y 5*

Módulo resiliente de la subrasante ?	Estabilizar la subrasante	Geosintético de separación ?
<input type="text" value="20,7"/> MPa	<input type="text" value="NX750"/>	<input type="text" value="Sí"/>
Fiabilidad ?	Desviación Estándar ?	Nivel de Servicio Inicial ?
<input type="text" value="95"/> %	<input type="text" value="0,49"/>	<input type="text" value="4,2"/>
		Nivel de Servicio Final ?
		<input type="text" value="2,5"/>

En casos que el Módulo resiliente es menor a 34,5 MPa se recomienda el uso de geosintético para estabilizar la subrasante.

**Figura 65**

*Aviso del uso de geo sintético para estabilizar la subrasante*



*Nota. El Módulo Resiliente de los tramos 1 y 5 es de 20.7 MPa*

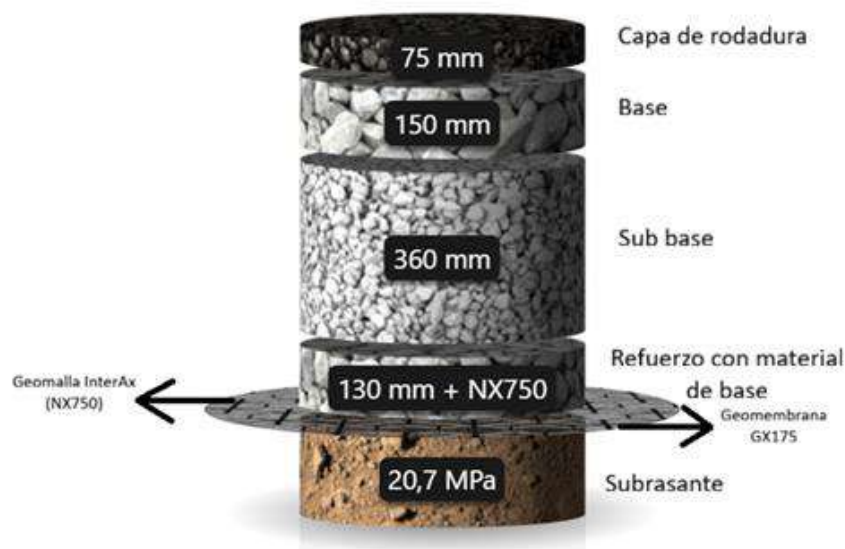
**Tabla 114**

*Tabla de resultados del cálculo de espesores usando la geomalla InterAx (NX750) para tramos 1 y 5*

Capa	Coefficiente de drenaje (mi)	Coefficiente Estructural (ai)	SN requerido	Espesor centímetros
Capa Asfáltica	-	0,42	1,24	7,50
Base Granular	0,80	0,13	0,61	15,00
Sub - Base Granular	0,80	0,11	1,25	36,00
Subrasante	-	-	3,10	-

**Figura 66**

*Estructura de pavimento flexible con uso de geosintético para tramos 1 y 5*



**Tabla 115**

*Tabla comparativa entre el diseño del pavimento flexible convencional y con geosintético para los tramos 1 y 5*

Capa	Espesores	
	Diseño sin estabilización	Diseño estabilizado con geosintético (Geomalla NX750)
	centímetros	centímetros
Capa Asfáltica	15,00	7,50
Base Granular	15,00	15,00
Sub - Base Granular	61,00	36,00
Capa de refuerzo (Sub base)	-	13,00
Espesor total de la estructura (cm)	91,00	71,50

Como se puede observar en la Tabla 113, hay una reducción de espesores para las capas de Base y Subbase, agregando también una capa con material granular de 13 centímetros. El software incorpora esta capa para que la geomalla trabaje de forma eficiente; este producto necesita un mínimo de agregado para trabajar confinado y soportar las cargas del pavimento.

Enlace del programa que se usó para el diseño de pavimento flexible con geosintéticos:

[tensarplus.com](http://tensarplus.com)

### 3.2.2 Tramos #4 y #8

#### Capa de Rodadura

Los datos para usar son:

- Coeficiente Estructural (a) = 0,42
- Espesor mínimo ( $d_{min}$ ) = 75 mm
- Espesor máximo ( $d_{max}$ ) = 150 mm

#### Figura 67

Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 4 y 8

Modo de diseño ? Auto (ESALs) v

Cantidad de ESALs de 80kN ? 500.001

Estabilizado No estabilizado

Copiar a no estabilizada →

**HMA - Capa 1**

Grosor mín. Grosor máx. Coeficiente ?

75 mm 150 mm 0,42

#### Capa de Base

Los datos para usar son:

- Coeficiente Estructural (a) = 0,13
- Espesor mínimo ( $d_{min}$ ) = 150 mm
- Espesor máximo ( $d_{max}$ ) = 450 mm

**Figura 68**

Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 4 y 8

Base granular			
Grosor mín.	Grosor máx.	Coeficiente ?	Factor de drenaje ?
150 mm	450 mm	0,13	0,8
Geomalla ?			
Ninguno			

### Capa de subbase

Los datos para usar son:

- Coeficiente Estructural (a) = 0,11
- Espesor mínimo ( $d_{min}$ ) = 0 mm
- Espesor máximo ( $d_{max}$ ) = 450 mm

**Figura 69**

Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 4 y 8

Sub-base			
Grosor mín.	Grosor máx.	Coeficiente ?	Factor de drenaje ?
0 mm	450 mm	0,11	0,8
Geomalla ?			
Ninguno			

## Subrasante

Los datos para usar son:

- Módulo resiliente de la subrasante ( $M_r$ ) = 31 MPa
- Desviación estándar ( $S_o$ ) = 0,49
- Geosintético de separación
- Confiabilidad = 95%
- Nivel de Servicio inicial (psi) = 4,5
- Nivel de Servicio final (psf) = 2,5

### Figura 70

Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 4 y 8

Módulo resiliente de la subrasante ?	Estabilizar la subrasante	Geosintético de separación ?
<input type="text" value="31"/> MPa	<input type="text" value="NX750"/>	<input type="text" value="Sí"/>
Fiabilidad ?	Desviación Estándar ?	Nivel de Servicio Inicial ?
<input type="text" value="95"/> %	<input type="text" value="0,49"/>	<input type="text" value="4,2"/>
		Nivel de Servicio Final ?
		<input type="text" value="2,5"/>

Nota: Igual a los tramos #1 y #5, el módulo resiliente, cuyo valor es 31 MPa, es menor a 34.5 MPa, por lo tanto, se necesita estabilizar la subrasante.

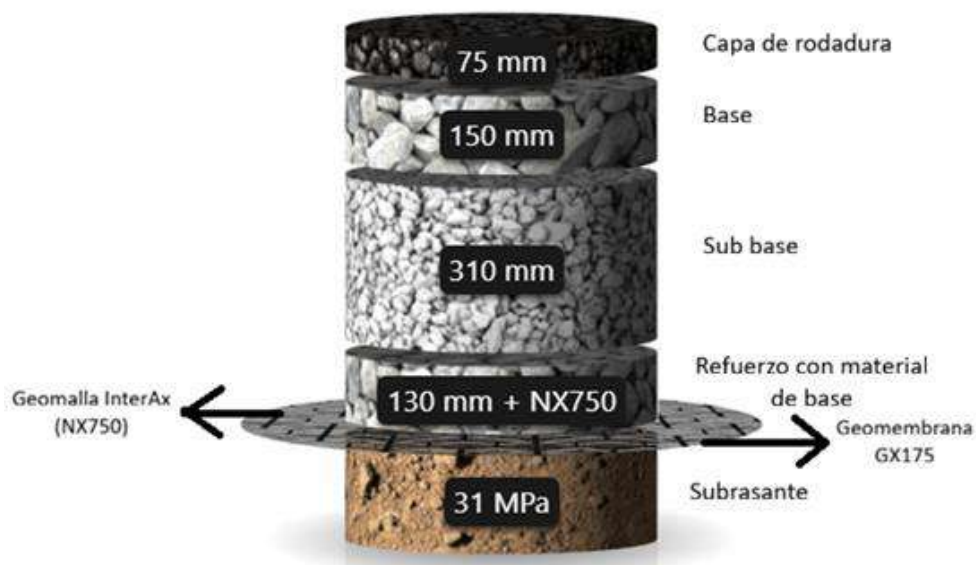
**Tabla 116**

Tabla de resultados del cálculo de espesores usando la geomalla InterAx (NX750) para tramos 4 y 8

Capa	Coefficiente de drenaje (mi)	Coefficiente Estructural (ai)	SN requerido	Espesor centímetros
Capa Asfáltica	-	0,42	1,24	7,5
Base Granular	0,8	0,13	0,61	15
Sub - Base Granular	0,8	0,11	1,07	31
Subrasante	-	-	2.93	-

**Figura 71**

Estructura de pavimento flexible con uso de geosintético para tramos 4 y 8



**Tabla 117**

*Tabla comparativa entre el diseño del pavimento flexible convencional y con geosintético para los tramos 4 y 8*

Capa	Espesores	
	Diseño sin estabilización	Diseño estabilizado con geosintético (Geomalla NX750)
	centímetros	centímetros
Capa Asfáltica	15,00	7,50
Base Granular	15,00	15,00
Sub - Base Granular	49,00	31,00
Capa de refuerzo (Sub base)	-	13,00
Espesor total de la estructura (cm)	79,00	66,50

Como se puede observar en la Tabla 115, hay una reducción de espesores únicamente para la capa de base, agregando también una capa con material granular de 13 centímetros para que la geomalla pueda trabajar de manera eficiente.

### 3.2.3 Tramos #2, #3, #6 y #7

#### Capa de Rodadura

Los datos para usar son:

- Coeficiente Estructural ( $a$ ) = 0,42
- Espesor mínimo ( $d_{min}$ ) = 75 mm
- Espesor máximo ( $d_{max}$ ) = 150 mm

#### Figura 72

Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 2, 3, 6 y 7

Modo de diseño  Cantidad de ESALs de 80kN

Estabilizado **No estabilizado**

Copiar a no estabilizada →

**HMA - Capa 1**

Grosor mín.  mm Grosor máx.  mm Coeficiente

#### Capa de Base

Los datos para usar son:

- Coeficiente Estructural ( $a$ ) = 0,13
- Espesor mínimo ( $d_{min}$ ) = 150 mm
- Espesor máximo ( $d_{max}$ ) = 450 mm

**Figura 73**

Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 2, 3, 6 y 7

Base granular			
Grosor mín.	Grosor máx.	Coeficiente ?	Factor de drenaje ?
150 mm	450 mm	0,13	0,8
Geomalla ?			
Ninguno			

### Capa de subbase

Los datos para usar son:

- Coeficiente Estructural (a) = 0,11
- Espesor mínimo ( $d_{min}$ ) = 0 mm
- Espesor máximo ( $d_{max}$ ) = 450 mm
- Geomalla NX750

**Figura 74**

Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 2, 3, 6 y 7

Sub-base			
Grosor mín.	Grosor máx.	Coeficiente ?	Factor de drenaje ?
0 mm	450 mm	0,11	0,8
Geomalla ?			
NX750			

## Subrasante

Los datos para usar son:

- Modulo resiliente de la subrasante ( $M_r$ ) = 41,4 MPa
- Desviación estándar ( $S_o$ ) = 0,49
- Confiabilidad = 95%
- Nivel de Servicio inicial ( $psi$ ) = 4,5
- Nivel de Servicio final ( $psf$ ) = 2,5

### Figura 75

Datos ingresados en el software de diseño para pavimentos con mejoramiento estructural en los tramos 2, 3, 6 y 7

Módulo resiliente de la subrasante <sup>?</sup>	Geosintético de separación <sup>?</sup>	Fiabilidad <sup>?</sup>
<input type="text" value="41,4"/> MPa	<input type="text" value="Sí"/> ▼	<input type="text" value="95"/> ▼ %
Desviación Estándar <sup>?</sup>	Nivel de Servicio <sup>?</sup>	
<input type="text" value="0,49"/>	Inicial <input type="text" value="4,2"/>	Final <input type="text" value="2,5"/>

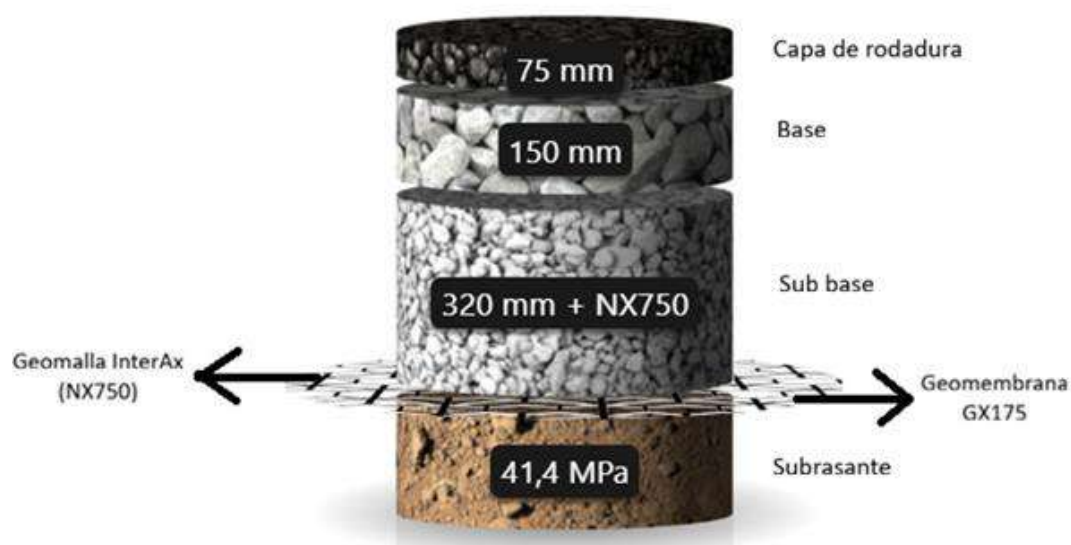
**Tabla 118**

*Tabla de resultados del cálculo de espesores usando la geomalla InterAx (NX750) para tramos 2, 3, 6 y 7*

Capa	Coefficiente de drenaje (mi)	Coefficiente Estructural (ai)	SN requerido	Espesor centímetros
Capa Asfáltica	-	0,42	1,24	7,5
Base Granular	0,8	0,13	0,61	15
Sub - Base Granular	0,8	0,18	1,83	32
Subrasante	-	-	3,69	-

**Figura 76**

*Estructura de pavimento flexible con uso de geosintético para tramos 2, 3, 6 y 7*



**Tabla 119**

*Tabla comparativa entre el diseño del pavimento flexible convencional y con geosintético para los tramos 2, 3, 6 y 7*

Capa	Espesores	
	Diseño sin estabilización	Diseño estabilizado con geosintético (Geomalla NX750)
	centímetros	centímetros
Capa Asfáltica	15,00	7,50
Base Granular	15,00	15,00
Sub - Base Granular	39,00	32,00
Espesor total de la estructura (cm)	69,00	54,5

Como se puede observar en la Tabla 117, hay una reducción de espesores únicamente para la capa de base y un aumento en el espesor de la capa de Subbase granular.

*Nota. Solo se considera el diseño de la estructura del pavimento, la subrasante deberá ser estudiada y diseñada, sacando los volúmenes de movimiento de tierra en base a la topografía del terreno.*

# Capítulo 4

## **4. ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **4.1 Descripción del proyecto**

El presente análisis del impacto ambiental en la zona donde se llevará a cabo el diseño de pavimento flexible con geosintético en distintos tramos de vía ubicadas entre la Cooperativa Nueva Guayaquil y Tiwinza, mejor representado en la Figura #4. Para la elaboración de este, se tomó la información del Plan de Manejo Ambiental proporcionada por el cliente (Municipio de Guayaquil, 2023). Este documento ofrece datos oficiales acerca de las cualidades físicas, bióticas y socioeconómicas del área donde se desarrollará el proyecto. Este insumo posibilita determinar una referencia ambiental auténtica y garantizar que la evaluación se ajusta a las pautas técnicas pertinentes al terreno.

El proyecto aporta de manera directa y significativa al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente al ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura) y al ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), al promover el fortalecimiento de la infraestructura vial mediante la incorporación de tecnologías innovadoras y eficientes, como el uso de geosintéticos en la estructura del pavimento. Estas soluciones técnicas permiten optimizar el desempeño mecánico de las capas del pavimento, reduciendo la aparición de fallas prematuras y extendiendo considerablemente su vida útil.

El análisis tiene como objetivo identificar las actividades del proyecto que tienen el potencial de generar impactos ambientales y establecer las medidas de gestión requeridas para prevenir, mitigar o remediar esos impactos. Se destacan entre las actividades con más posibilidades de afectar el medio ambiente: preparar el terreno, mover suelos, instalar geosintéticos, transportar y colocar materiales granulares y asfaltados, y operar maquinaria.

Por último, estas acciones tienen la capacidad de afectar, por un periodo determinado, la calidad del aire, el nivel sonoro, la estabilidad del terreno, las plantas que hay y el

comportamiento social relacionado con la accesibilidad y movilidad. Las medidas de gestión ambiental que se establecerán serán dirigidas a reducir los impactos y asegurar el desarrollo responsable del proyecto. Durante este punto se mencionará datos del Plan de Manejo Ambiental (Municipio de Guayaquil, 2023).

## **4.2 Línea base ambiental**

La línea base ambiental detalla las circunstancias presentes en el área de estudio antes del comienzo del proyecto, aquí se determinará los elementos del medio físico, biótico y socioeconómico que podrían resultar afectados por las actividades sugeridas.

### **4.2.1 Medio físico**

#### **Clima**

La zona de investigación está situada en la región costera ecuatoriana, la cual presenta un clima tropical seco con temperaturas medias que oscilan entre 24 °C y 30 °C a lo largo del año. La estación lluviosa se concentra principalmente entre los meses de enero y abril, periodo durante el cual se registran precipitaciones moderadas que pueden alcanzar valores aproximados de 150 a 300 mm anuales. Estas condiciones climáticas influyen directamente en el comportamiento estructural del pavimento, en la planificación de las actividades constructivas y en la estabilidad de los suelos, afectando tanto el desempeño como la durabilidad de la infraestructura vial (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022)).

#### **Geología y Suelo**

Según los análisis geotécnicos efectuados, el terreno de la zona tiene una materia de arcillas y limos de alta plasticidad, que son materiales típicos en las áreas costeras. Estos suelos tienen una baja capacidad de soporte, son muy plásticos y poco permeables cuando están húmedos. Debido a esto, se vuelven propensos a deformarse durante la época de lluvias. El suelo se

mantiene más sólido durante la época seca, pero sigue siendo susceptible a agrietarse en la superficie.

### **Hidrología**

En la zona del proyecto no hay cuerpos permanentes de agua en la superficie; sin embargo, se detecta que durante la temporada de lluvias ocurren escorrentías temporales que se trasladan por pendientes suaves hacia las áreas más bajas de la vía. También se hace referencia a la presencia de acuíferos someros, los cuales tienen el potencial de afectar la humedad de la subrasante en ciertas épocas del año. El sistema de drenaje superficial, en el presente, es insuficiente y permite que se acumule agua durante las épocas lluviosas

#### **4.2.2 Medio Biótico**

##### **Flora**

Las plantas halladas en el sector son especies de ecosistemas secos y semi intervenidos, con predominancia de hierbas y arbustos bajos. La región, fundamentalmente, tiene vegetación secundaria y no cuenta con ecosistemas frágiles ni bosques primarios. La discontinuidad de la cobertura vegetal hace que el suelo sea más vulnerable a los procesos de erosión.

##### **Fauna**

La fauna presente está formada, principalmente, por aves pequeñas, reptiles con poca movilidad y mamíferos pequeños que son frecuentes en entornos urbanos y rurales intervenidos. El informe ambiental asegura que en la zona inmediata del proyecto no hay especies amenazadas o protegidas. La diversidad de especies animales es baja y el peligro de afectación es mínimo debido al grado de intervención del entorno.

#### **4.2.3 Medio Socioeconómico**

##### **Uso del suelo y actividades humanas**

La zona en la que se lleva a cabo el proyecto tiene un uso mayoritariamente residencial y comercial, con pequeñas tiendas, viviendas y actividades que tienen lugar en comunidad. El estado de las vías existentes es preocupante, lo que repercute en el tránsito y la calidad de vida de los residentes.

### **Infraestructura y servicios**

La región dispone de servicios básicos tales como la recolección de basura, el alcantarillado, el agua potable y la electricidad. No obstante, el informe indica que existen problemas con el drenaje de las lluvias, lo que causa la acumulación de agua durante la temporada de lluvias.

La infraestructura vial ya existente muestra un deterioro significativo, con erosión superficial, baches y grietas.

### **Dinámica social**

El PMA señala que la comunidad está interesada en los proyectos de mejora vial porque estos favorecen el acceso a servicios, la circulación segura, la movilidad y el progreso económico a nivel local. Se admite que el estado actual de la carretera crea dificultades para acceder y riesgos para los usuarios.

### 4.3 Actividades del proyecto

Para poder identificar las acciones más relevantes de este proyecto es importante tener en cuenta que puntos son más susceptibles a causar el mayor impacto ambiental, por lo que se clasificó de la siguiente manera, por construcción, operación y abandono.

Donde se definió actividades desde la fase de construcción como la inicialización de la obra, la fase de operación como el mantenimiento vial y la fase de abandono como desalojo del sitio, como también la renovación de áreas verdes.

Este último siendo el más importante, ya que en una obra siempre se verá afectado el ambiente como fuente de naturaleza, generando la necesidad de tener que renovar las áreas verdes que fueron afectadas, y no solamente al mismo nivel que se afectó, si no también aumentando lo que se haya visto afectado.

**Tabla 120**

*Impactos que generan cada actividad del proyecto*

<b>Fase</b>	<b>Actividades</b>	<b>Accion</b>
Construccion	Preparacion del area	Transporte de equipo de construcción
		Desalojo del área de trabajo (retiro de vegetación)
		Colocación de señales de seguridad
	Movimiento de tierra	Excavación y relleno del terreno
		Trabajo de compactacion
		Desalojo de material sobrante
		Instalación de las capas granulares
	Colocación de las capas estructurales	Instalación del geosintético
		Trabajo de compactacion
		Excavacion para cunetas

	Construcción de bordillos y cunetas	Fundición del hormigón
Operación	Mantenimiento de la vía	Limpieza de cunetas
		Control de erosión y de bacheos
	Limpieza recurrente del área de trabajo	Recolección de basura de forma continua
		Control del punto de desalojo de basura
	Actualización de señalización	Sustitución de señalizaciones pasadas
Abandono		Retirada de maquinaria pesada
	Desalojo del área de trabajo	Retirada de señales de seguridad
		Limpieza del área de trabajo
	Renovar áreas verdes	Siembra de plantas
		Mantenimiento como regar estas áreas

#### 4.4 Identificación de impactos ambientales

Se empleó el método de la Matriz Causa-Efecto o Matriz de Leopold para determinar los efectos ambientales del proyecto. Este método hace posible establecer una relación entre las actividades del proyecto mostradas en la Tabla 109 y los factores ambientales que podrían verse afectados. La matriz se organizó en una estructura de doble entrada, con los factores ambientales que corresponden a los elementos de suelo, aire, agua, flora, fauna y medio socioeconómico situados en las filas; mientras que las actividades realizadas durante las etapas de construcción, operación y abandono se colocaron en las columnas. Se asignaron valores de magnitud en una escala de -10 a +10 y de importancia en una escala de 0 a 10 para evaluar cada interacción

Figura 77

Matriz Causa-efecto (Matriz de Leopold)

SISTEMA	COMPONENTE	REL.	Factores ambientales	Transporte de equipo de construcción	Desalojo del área de trabajo	Colocación de señales de seguridad	Excavación y relleno del terreno	Trabajo de compactación	Desalojo de material sobrante	Instalación de las capas granulares	Instalación del geoméxico	Excavación para cunetas	Fundición del hormigón	Limpieza de cunetas	Control del punto de desalojo de basura	Recolección de basura de forma continua	Sustitución de señaléticas pasadas	Retirada de maquinaria pesada	Retirada de señales de seguridad	Limpieza del área de trabajo	Siembra de plantas	Mantenimiento como regar estas áreas	TOTAL.	
FÍSICO	ATMOSFERA	I	Calidad del aire (polvo)	-5	-2	-1	-6	-4	-2	-5	-2	-3	-3	-1	-2	-2	-1	-3	-1	-2	-1	-1	0	
		II	Nivel de ruido	7	4	2	8	6	4	7	4	5	5	5	2	4	4	2	5	2	4	3	3	81
		III	Emissiones de gases (maquinaria)	-6	-1	-1	4	4	6	-1	4	6	2	4	4	2	3	3	2	3	5	-1	3	0
	SUELO	IV	Remoción del suelo superficial	8	3	2	6	6	3	3	6	2	4	4	2	3	3	3	5	2	3	-1	3	58
		V	Calidad del suelo	-1	-5	-7	9	4	-2	4	-3	-1	-4	-3	-1	-2	-1	-1	-1	3	3	-1	3	74
		VI	Compactación del terreno por maquinaria	3	7	9	8	9	4	4	5	3	6	5	3	4	4	3	3	3	3	2	5	71
		VII	Riesgo por derrame de combustibles	-3	-3	-5	8	9	-2	4	-3	-1	-3	-2	-1	3	4	3	-1	3	3	-1	5	74
	AGUA	VIII	Arrastre de sedimentos	-1	4	3	3	3	5	3	3	3	3	5	4	5	4	3	3	3	3	-1	3	33
		IX	Contaminación	-2	-5	-7	10	4	-3	5	-4	-1	-5	-1	-2	-3	-2	-1	-1	3	-1	-1	-1	75
		X	Drenaje	-3	-3	-6	9	5	-3	5	-3	-1	-4	-3	-2	4	6	-3	-2	4	3	-1	3	77
BIOTICO	FLORA	XI	Remoción de vegetación	-1	-8	-6	8	4	4	-3	-1	-4	-2	-1	-2	-1	0	-1	3	-2	4	1	64	
		XII	Reubicación de áreas verdes	2	9	5	5	3	4	3	4	2	6	4	3	4	4	3	2	0	4	1	5	39
	FAUNA	XIII	Alteración temporal del hábitat	-1	-6	-7	9	4	-2	4	-4	-1	-4	-3	-1	-2	-1	0	-1	3	-1	3	-1	70
		XIV	Tránsito de maquinaria pesada	-9	-2	-5	7	9	-7	-2	4	-3	-1	-3	-3	-1	-2	-2	-6	3	-1	3	1	81
		XV	Fauna	10	4	8	8	4	4	4	5	3	5	5	3	4	4	4	8	3	3	2	6	74
SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	XVI	Accesos a viviendas	-5	-2	-1	-3	-3	-2	-1	-3	-3	-1	-3	-3	-3	-3	-4	6	-2	1	4	1	78
		XVII	Polvo, ruido y vibraciones	7	4	2	5	5	6	6	4	4	3	5	5	3	6	6	6	6	4	4	4	3
	ECONÓMICO	XVIII	Comercio local	-8	-4	-6	8	9	-8	-3	-5	-2	-4	-4	-1	-3	-3	1	-4	2	4	1	4	41

Los efectos negativos más importantes se encuentran sobre todo en la fase de construcción, vinculados a las emisiones de CO<sub>2</sub> y del material granular, al aumento de los niveles sonoros y a las modificaciones superficiales del terreno durante el movimiento de tierras y la colocación de la carpeta asfáltica. Sin embargo, en los elementos socioeconómicos se registran impactos positivos vinculados con la creación de puestos de trabajo, el aumento de la seguridad vial y la optimización de la movilidad urbana. Normalmente los efectos detectados son temporales y manejables, siempre que se implementen de manera apropiada las acciones de gestión medioambiental sugeridas.

#### 4.5 Valoración de impactos ambientales

Se realizó una valoración de impacto ambiental, permitiéndonos así identificar los impactos más importantes desde la fase de diseño. Para esto, se definió un estudio de impacto ambiental del diseño de los tramos de vías que se realizaron en este proyecto, para eso se tomó la ecuación de tito (2020).

$$\begin{aligned} Imp &= W_c * E + W_d * D + W_r * R \\ IA &= \pm \sqrt{(Imp * |Mag|)} \end{aligned} \quad (4.1)$$

Donde:

*Imp*: Valor de importancia del impacto ambiental

*E*: Valor de extensión

*W<sub>e</sub>*: Peso de extensión

*D*: Valor de duración

*W<sub>d</sub>*: Peso de duración

*R*: Valor de reversibilidad

*W<sub>r</sub>*: Peso de reversibilidad

*IA*: Valor de Impacto ambiental (media geométrica de *Imp* y *Mag*)

*Mag: Valor de magnitud*

*(+): Sea beneficioso*

*(-): Sea perjudicial*

**Tabla 121**

*Escala de valoración cualitativa*

<b>Características</b>	<b>Puntaje</b>				
	<b>1</b>	<b>2.5</b>	<b>5</b>	<b>7.5</b>	<b>10</b>
<b>Extensión</b>	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
<b>Duración</b>	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
<b>Reversibilidad</b>	Completamente	Medianamente	Parcialmente	Medianamente irreversible	Completamente irreversible
<b>Magnitud (Incidencia sobre factor ambiental)</b>	Poca incidencia		Mediana incidencia	Alta incidencia	

*Nota: Propuesta por Tito, 2020*

Para la valoración del impacto ambiental se definió el peso de cada variable que se tiene en este proyecto específicamente. Por la misma razón, que tomando en cuenta el diseño de los 3 km de vía urbana, el peso de esta extensión respecto al impacto es de 0.2, el peso de la duración del impacto es de 0.4 y el peso de la reversibilidad de este impacto es de 0.4. Es necesario destacar que el total de estos coeficientes tiene que sumar en total a 1. Obteniendo los siguientes resultados en la siguiente tabla:

**Tabla 122***Valoración de impacto ambiental.*

<b>Elemento</b>	<b>Impacto</b>	<b>E</b>	<b>We</b>	<b>D</b>	<b>Wd</b>	<b>R</b>	<b>Wr</b>	<b>Mag</b>	<b>Imp</b>	<b>IA</b>
Aire	Aumento del polvo en el aire	6	0,2	5	0,4	8	0,4	-7	6,4	6,69
	Emisiones de CO2	8	0,2	3	0,4	3	0,4	-6	4	4,90
	Ruido y vibraciones	7	0,2	6	0,4	9	0,4	-8	7,4	7,69
Suelo	Erosión del suelo	8	0,2	7	0,4	9	0,4	-8	8	8,00
	Generación de residuos solidos	5	0,2	4	0,4	4	0,4	-5	4,2	4,58
Agua	Contaminación del agua	9	0,2	7	0,4	5	0,4	-8	6,6	7,27
	Alteración del flujo hidráulico	6	0,2	7	0,4	7	0,4	-6	6,8	6,39
	Contaminación por aceites y combustibles	7	0,2	8	0,4	8	0,4	-5	7,8	6,24
	Alteración del ciclo hidrológico	8	0,2	7	0,4	9	0,4	-8	8	8,00
Flora y Fauna	Perdida de la biodiversidad	6	0,2	7	0,4	4	0,4	-7	5,6	6,26
	Alteración del paisaje	7	0,2	7	0,4	6	0,4	-6	6,6	6,29

	Perdida del hábitat natural	8	0,2	7	0,4	8	0,4	-7	7,6	7,29
Social	Seguridad	4	0,2	3	0,4	7	0,4	-4	4,8	4,38
	Mejora en la conectividad vial	6	0,2	8	0,4	8	0,4	9	7,6	8,27
Interés Humano	Generación de empleo	8	0,2	8	0,4	5	0,4	8	6,8	7,38

**Tabla 123**

*Calificación de la escala de valoración cualitativa*

<b>Calificación del Impacto Ambiental</b>	<b>Valor del índice de Impacto Ambiental (IA)</b>
Altamente significativo	$ IA  \geq 6.5$
Significativo	$6.5 >  IA  \geq 4.2$
Despreciable	$ IA  < 4.5$
Benéfico	$ IA  > 0$

*Nota: Propuesta Tito, 2020*

Tomando en consideración esta escala de valoración cualitativa según Tito (2020) en la tabla previamente presentada, los valores de impacto ambiental obtenidos para cada uno de los factores que ya fueron identificados en lista, se tuvo el siguiente análisis:

**Tabla 124**

*Calificación del impacto ambiental*

<b>Elemento</b>	<b>Impacto</b>	<b>IA</b>	<b>Calificación del IA</b>
Aire	Aumento del polvo en el aire	6,69	Altamente significativo
	Emisiones de CO <sub>2</sub>	4,90	Significativo
	Ruido y vibraciones	7,69	Altamente significativo
Suelo	Erosión del suelo	8,00	Altamente significativo
	Generación de residuos sólidos	4,58	Significativo
Agua	Contaminación del agua	7,27	Altamente significativo
	Alteración del flujo hidráulico	6,39	Significativo
	Contaminación por aceites y combustibles	6,24	Significativo
	Alteración del ciclo hidrológico	8,00	Altamente significativo
Flora y Fauna	Perdida de la biodiversidad	6,26	Significativo
	Alteración del paisaje	6,29	Significativo
	Perdida del hábitat natural	7,29	Altamente significativo
Social	Seguridad	4,38	Despreciable
	Mejora en la conectividad vial	8,27	Benéfico
Interés Humano	Generación de empleo	7,38	Benéfico

#### **4.6 Propuestas de medidas de prevención/mitigación**

Es importante definir la calificación del impacto ambiental lo que causa por sí mismo cada factor antes de esto, hay que considerar medidas de prevención o mitigación con el fin de preservar los recursos naturales tales como el aire, el agua la flora y la fauna, y la calidad de vida de los habitantes del sector donde se desarrolló el proyecto.

La implementación de estos factores nos aseguró un proyecto sostenible y adaptable a nuevas innovaciones a futuro sin temor a afectar de manera irreversible al ecosistema.

- **Aumento del polvo en el aire**

Una opción para mitigar la contaminación del aire es reducir la duración del proyecto, ya que esto resulta más factible, al tomar en cuenta los riesgos continuos a los tramos que no han sido asfaltados en flor de bastión levantando polvo.

- **Ruidos y vibraciones**

Una buena práctica es administrar horarios en los cuales la emisión sea menor, con el fin de mitigar el impacto sonoro y de confort, también se ha de exigir que los operadores utilicen protección auditiva.

- **Erosión del suelo**

Para este proyecto respecto a los diseños no se diseñará las aceras, cunetas, pero si se las tomará en cuenta a la hora de recomendar este proyecto para evitar desbroces o erosión del suelo haciendo que el agua que es una principal causa de erosión, esta pueda evacuar de manera satisfactoria por las cunetas y alcantarillas que habrá.

- **Contaminación del agua**

Una principal fuente de contaminación es la mezcla asfáltica u otros aceites contaminantes, una forma de prevención de esta contaminación es mantener una constante limpieza de la zona donde se realiza el trabajo de pavimentación.

- **Alteración del ciclo hidrológico**

Como ya mencionamos anteriormente, una forma de mitigar este aspecto es diseñando aceras con alcantarillado y cuentas para el agua que escurre sea enviada a cumplir su ciclo original, y si la vía se encuentra perpendicular al cause, se propone diseñar una alcantarilla transversal a la vía para que el agua pueda tener su curso original sin afectar el ciclo hidrológico.

- **Perdida de hábitat**

Se restringirá el acceso de la maquinaria únicamente a las áreas previamente autorizadas, evitando la deforestación indiscriminada, y se emplearán métodos de intervención de bajo impacto con el objetivo de minimizar las afectaciones que esta actividad pueda generar sobre el entorno natural.

#### **4.7 Resultados de medidas**

Los criterios ambientales considerados permiten establecer medidas claras de prevención y mitigación orientadas a proteger la calidad del aire, el suelo, el agua y el confort de la población. El control del polvo generado durante las labores de obra resulta fundamental en un entorno poblado, ya que contribuye a mantener condiciones adecuadas de salubridad y visibilidad, reduciendo molestias a los habitantes y usuarios de las vías. De igual manera, la gestión de horarios de trabajo y el uso de equipos adecuados permiten minimizar los impactos asociados al ruido y las vibraciones, garantizando un mayor bienestar para la comunidad y condiciones seguras para los trabajadores.

En relación con el suelo, el proyecto prioriza la prevención de procesos erosivos, considerando soluciones de drenaje que faciliten la correcta evacuación de las aguas superficiales y eviten la degradación de las superficies intervenidas. La protección del recurso hídrico se refuerza mediante prácticas de limpieza permanente en las zonas de trabajo y un manejo responsable de materiales potencialmente contaminantes, como mezclas asfálticas y aceites, evitando su dispersión hacia el suelo o los sistemas de drenaje existentes.

Asimismo, la conservación del ciclo hidrológico constituye un criterio ambiental relevante, ya que el diseño y la adecuada disposición de cunetas y alcantarillas permiten que las aguas pluviales mantengan su curso natural, previniendo encharcamientos, inundaciones locales o afectaciones a la infraestructura urbana y a las viviendas cercanas. Aunque la pérdida de hábitat es mínima debido a la naturaleza urbana del área intervenida, la restricción del acceso de maquinaria a zonas estrictamente necesarias y la aplicación de métodos constructivos de bajo impacto aseguran una intervención ordenada y controlada, evitando afectaciones innecesarias al entorno.

En conclusión, el proyecto de pavimentación de los ocho tramos de vía incorpora criterios ambientales adecuados que permiten reducir y controlar los impactos generados durante su ejecución. La aplicación de medidas de prevención y mitigación enfocadas en la calidad del aire, el control del ruido, la protección del suelo y del agua, y el respeto del ciclo hidrológico, garantiza que la obra se desarrolle de manera responsable y compatible con el entorno urbano existente.

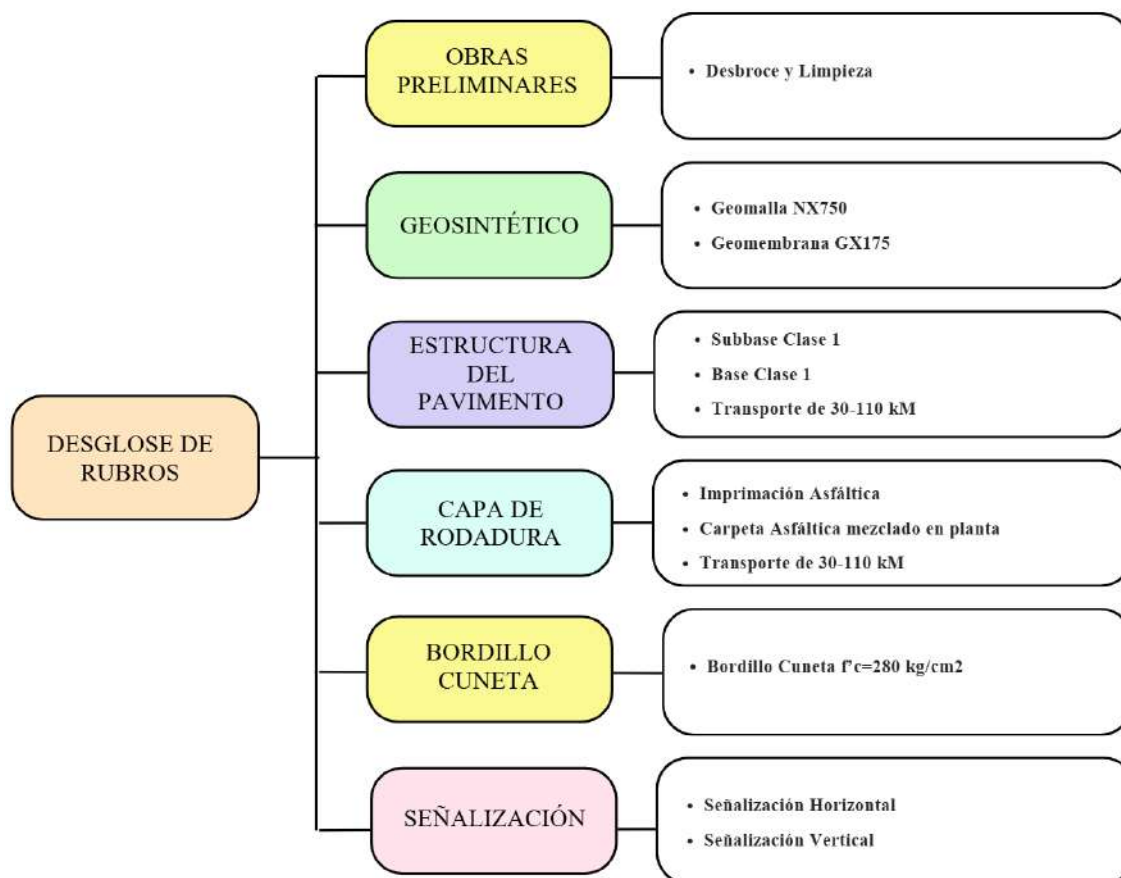
## Capítulo 5

## 5. PRESUPUESTO

### 5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

**Figura 78**

Diagrama de presupuesto del pavimento flexible con geosintético para los tramos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8.



## 5.2 Rubros y análisis de precios unitarios

### 5.2.1 Presupuesto del pavimento Flexible Convencional

#### Presupuesto del Tramo #1, L = 369.74 metros

#### *Presupuesto final del pavimento convencional de tramo #1*

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 1.734,08</b>
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	2.477,26	\$ 0,70	\$ 1.734,08
	<b>2</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 63.288,24</b>
2	2.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	1.511,13	\$ 23,07	\$ 34.861,71
3	2.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	45.333,82	\$ 0,35	\$ 15.866,84
4	2.3	BASE CLASE 1	m3	371,59	\$ 23,30	\$ 8.658,02
5	2.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	11.147,66	\$ 0,35	\$ 3.901,68
	<b>3</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$ 52.496,61</b>
6	3.1	IMPRIMACION ASFALTICA.	m2	2033,57	\$ 1,19	\$ 2.419,95
7	3.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=150 mm	m2	2033,57	\$ 23,05	\$ 46.873,79
8	3.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	9.151,07	\$ 0,35	\$ 3.202,87
	<b>4</b>	<b>BORDILLO-CUNETAS</b>				<b>\$ 21.592,82</b>
9	4.1	BORDILLO CUNETAS F'C=280 KG/CM2	m	739,48	\$ 29,20	\$ 21.592,82
	<b>5</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 1.911,35</b>
10	5.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	369,74	\$ 1,73	\$ 639,65
11	5.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	6,00	\$ 211,95	\$ 1.271,70
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 141.023,10</b>

El costo final del pavimento flexible convencional del tramo #1, es de un total de \$141.023,10 Ciento Cuarenta y Un mil, Veinte y Tres con 10/100 dólares de los Estados Unidos de América.

## Presupuesto del Tramo #2, L = 626.05 metros

*Presupuesto final del pavimento convencional del tramo #2.*

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 2.936,17</b>
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	4.194,54	\$ 0,70	\$ 2.936,17
	<b>2</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 76.182,40</b>
2	2.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	1.635,87	\$ 23,07	\$ 37.739,49
3	2.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	49.076,06	\$ 0,35	\$ 17.176,62
4	2.3	BASE CLASE 1	m3	629,18	\$ 23,30	\$ 14.659,90
5	2.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	18.875,41	\$ 0,35	\$ 6.606,39
	<b>3</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$ 88.888,14</b>
6	3.1	IMPRIMACION ASFALTICA.	m2	3443,275	\$ 1,19	\$ 4.097,50
7	3.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=150 mm	m2	3443,275	\$ 23,05	\$ 79.367,49
8	3.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	15.494,74	\$ 0,35	\$ 5.423,16
	<b>4</b>	<b>BORDILLO-CUNETAS</b>				<b>\$ 36.561,32</b>
9	4.1	BORDILLO CUNETAS F'C=280 KG/CM2	m	1.252,10	\$ 29,20	\$ 36.561,32
	<b>5</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 2.778,67</b>
10	5.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	626,05	\$ 1,73	\$ 1.083,07
11	5.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	8,00	\$ 211,95	\$ 1.695,60
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 170.785,39</b>

El costo final del pavimento flexible convencional del tramo #2, es de un total de \$170.785,39 Ciento Setenta mil, Setecientos Ochenta y Cinco con 39/100 dólares de los Estados Unidos de América.

### Presupuesto del Tramo #3, L = 539.74 metros

*Presupuesto final del pavimento convencional del tramo #3.*

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 2.531,38</b>
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	3.616,26	\$ 0,70	\$ 2.531,38
	<b>2</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 65.679,56</b>
2	2.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	1.410,34	\$ 23,07	\$ 32.536,56
3	2.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	42.310,22	\$ 0,35	\$ 14.808,58
4	2.3	BASE CLASE 1	m3	542,44	\$ 23,30	\$ 12.638,82
5	2.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	16.273,16	\$ 0,35	\$ 5.695,61
	<b>3</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$ 76.633,63</b>
6	3.1	IMPRIMACION ASFALTICA.	m2	2968,57	\$ 1,19	\$ 3.532,60
7	3.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=150 mm	m2	2968,57	\$ 23,05	\$ 68.425,54
8	3.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	13.358,57	\$ 0,35	\$ 4.675,50
	<b>4</b>	<b>BORDILLO-CUNETAS</b>				<b>\$ 31.520,82</b>
9	4.1	BORDILLO CUNETAS F'C=280 KG/CM2	m	1.079,48	\$ 29,20	\$ 31.520,82
	<b>5</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 2.841,30</b>
10	5.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	539,74	\$ 1,73	\$ 933,75
11	5.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	9,00	\$ 211,95	\$ 1.907,55
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 147.685,88</b>

El costo final del pavimento flexible convencional del tramo #3, es de un total de \$147.685,88 Ciento Cuarenta y Siete mil, Seiscientos Ochenta y Cinco con 88/100 dólares de los Estados Unidos de América.

## Presupuesto del Tramo #4, L = 269.75 metros

*Presupuesto final del pavimento convencional del tramo #4.*

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 1.265,13</b>
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	1.807,33	\$ 0,70	\$ 1.265,13
	<b>2</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 38.892,37</b>
2	2.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	885,59	\$ 23,07	\$ 20.430,54
3	2.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	26.567,68	\$ 0,35	\$ 9.298,69
4	2.3	BASE CLASE 1	m3	271,10	\$ 23,30	\$ 6.316,60
5	2.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	8.132,96	\$ 0,35	\$ 2.846,54
	<b>3</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$ 38.299,78</b>
6	3.1	IMPRIMACION ASFALTICA.	m2	1483,625	\$ 1,19	\$ 1.765,51
7	3.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=150 mm	m2	1483,625	\$ 23,05	\$ 34.197,56
8	3.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	6.676,31	\$ 0,35	\$ 2.336,71
	<b>4</b>	<b>BORDILLO-CUNETAS</b>				<b>\$ 15.753,40</b>
9	4.1	BORDILLO CUNETAS F'C=280 KG/CM2	m	539,50	\$ 29,20	\$ 15.753,40
	<b>5</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 1.526,42</b>
10	5.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	269,75	\$ 1,73	\$ 466,67
11	5.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	5,00	\$ 211,95	\$ 1.059,75
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 79.983,69</b>

El costo final del pavimento flexible convencional del tramo #4, es de un total de \$79.983,69 Setenta y Nueve mil, Novecientos Ochenta y Tres con 69/100 dólares de los Estados Unidos de América.

## Presupuesto del Tramo #5, L = 385.94 metros

*Presupuesto final del pavimento convencional del tramo #5.*

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 1.810,06</b>
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	2.585,80	\$ 0,70	\$ 1.810,06
	<b>2</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 66.061,19</b>
2	2.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	1.577,34	\$ 23,07	\$ 36.389,16
3	2.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	47.320,10	\$ 0,35	\$ 16.562,04
4	2.3	BASE CLASE 1	m3	387,87	\$ 23,30	\$ 9.037,36
5	2.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	11.636,09	\$ 0,35	\$ 4.072,63
	<b>3</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$ 54.796,73</b>
6	3.1	IMPRIMACION ASFALTICA.	m2	2122,67	\$ 1,19	\$ 2.525,98
7	3.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=150 mm	m2	2122,67	\$ 23,05	\$ 48.927,54
8	3.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	9.552,02	\$ 0,35	\$ 3.343,21
	<b>4</b>	<b>BORDILLO-CUNETAS</b>				<b>\$ 22.538,90</b>
9	4.1	BORDILLO CUNETAS F'c=280 KG/CM2	m	771,88	\$ 29,20	\$ 22.538,90
	<b>5</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 2.151,33</b>
10	5.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	385,94	\$ 1,73	\$ 667,68
11	5.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	7,00	\$ 211,95	\$ 1.483,65
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 124.819,30</b>

El costo final del pavimento flexible convencional del tramo #5, es de un total de \$124.819,30 Ciento Veinte y Cuatro mil, Ochocientos diecinueve con 30/100 dólares de los Estados Unidos de América.

## Presupuesto del Tramo #6, L = 146.09 metros

*Presupuesto final del pavimento convencional del tramo #6.*

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 685,16</b>
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	978,80	\$ 0,70	\$ 685,16
	<b>2</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 17.777,31</b>
2	2.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	381,73	\$ 23,07	\$ 8.806,58
3	2.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	11.452,00	\$ 0,35	\$ 4.008,20
4	2.3	BASE CLASE 1	m3	146,82	\$ 23,30	\$ 3.420,92
5	2.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	4.404,61	\$ 0,35	\$ 1.541,61
	<b>3</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$ 20.742,22</b>
6	3.1	IMPRIMACION ASFALTICA.	m2	803,495	\$ 1,19	\$ 956,16
7	3.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=150 mm	m2	803,495	\$ 23,05	\$ 18.520,56
8	3.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	3.615,73	\$ 0,35	\$ 1.265,50
	<b>4</b>	<b>BORDILLO-CUNETAS</b>				<b>\$ 8.531,66</b>
9	4.1	BORDILLO CUNETAS F'C=280 KG/CM2	m	292,18	\$ 29,20	\$ 8.531,66
	<b>5</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 888,59</b>
10	5.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	146,09	\$ 1,73	\$ 252,74
11	5.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	3,00	\$ 211,95	\$ 635,85
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 40.093,28</b>

El costo final del pavimento flexible convencional del tramo #6, es de un total de \$40.093,28 Cuarenta mil, Noventa y Tres con 28/100 dólares de los Estados Unidos de América.

## Presupuesto del Tramo #7, L = 355.25 metros

### Presupuesto final del pavimento convencional del tramo #7

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 1.666,12</b>
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	2.380,18	\$ 0,70	\$ 1.666,12
	<b>2</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 43.229,45</b>
2	2.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	928,27	\$ 23,07	\$ 21.415,15
3	2.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	27.848,05	\$ 0,35	\$ 9.746,82
4	2.3	BASE CLASE 1	m3	357,03	\$ 23,30	\$ 8.318,71
5	2.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	10.710,79	\$ 0,35	\$ 3.748,78
	<b>3</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$ 50.439,28</b>
6	3.1	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	1953,875	\$ 1,19	\$ 2.325,11
7	3.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=150 mm	m2	1953,875	\$ 23,05	\$ 45.036,82
8	3.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	8.792,44	\$ 0,35	\$ 3.077,35
	<b>4</b>	<b>BORDILLO-CUNETETA</b>				<b>\$ 20.746,60</b>
9	4.1	BORDILLO CUNETETA F'C=280 KG/CM2	m	710,50	\$ 29,20	\$ 20.746,60
	<b>5</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 2.098,23</b>
10	5.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	355,25	\$ 1,73	\$ 614,58
11	5.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	7,00	\$ 211,95	\$ 1.483,65
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 97.433,09</b>

El costo final del pavimento flexible convencional del tramo #7, es de un total de \$97.433,09 Noventa y Siete mil, Cuatrocientos Treinta y Tres con 09/100 dólares de los Estados Unidos de América.

## Presupuesto del Tramo #8, L = 340.75 metros

### Presupuesto final del pavimento convencional del tramo #8

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 1.598,12</b>
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	2.283,03	\$ 0,70	\$ 1.598,12
	<b>2</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 49.129,10</b>
2	2.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	1.118,68	\$ 23,07	\$ 25.808,00
3	2.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	33.560,47	\$ 0,35	\$ 11.746,16
4	2.3	BASE CLASE 1	m3	342,45	\$ 23,30	\$ 7.979,17
5	2.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	10.273,61	\$ 0,35	\$ 3.595,76
	<b>3</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$ 48.380,54</b>
6	3.1	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	1874,125	\$ 1,19	\$ 2.230,21
7	3.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=150 mm	m2	1874,125	\$ 23,05	\$ 43.198,58
8	3.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	8.433,56	\$ 0,35	\$ 2.951,75
	<b>4</b>	<b>BORDILLO-CUNETETA</b>				<b>\$ 19.899,80</b>
9	4.1	BORDILLO CUNETETA F'C=280 KG/CM2	m	681,50	\$ 29,20	\$ 19.899,80
	<b>5</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 2.497,05</b>
10	5.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	340,75	\$ 1,73	\$ 589,50
11	5.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	9,00	\$ 211,95	\$ 1.907,55
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 101.604,80</b>

El costo final del pavimento flexible convencional del tramo #8, es de un total de \$101.604,80 Ciento Un mil, Seiscientos Cuatro con 80/100 dólares de los Estados Unidos de América.

## 5.2.2 Presupuesto del pavimento Flexible con Geosintético

### Presupuesto del Tramo #1, L = 369.74 metros

*Presupuesto final del pavimento con refuerzo de geosintético del tramo #1*

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 1.734,08</b>
1	1,1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	2.477,26	\$ 0,70	\$ 1.734,08
	<b>2</b>	<b>GEOSINTÉTICO</b>				<b>\$ 25.862,57</b>
2	2,1	COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175	m2	2.477,26	\$ 5,32	\$ 13.179,01
3	2,2	COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750	m2	2.477,26	\$ 5,12	\$ 12.683,56
	<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 53.308,86</b>
4	3,1	SUB-BASE CLASE 1	m3	1.213,86	\$ 23,07	\$ 28.003,67
5	3,2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	36.415,69	\$ 0,35	\$ 12.745,49
6	3,3	BASE CLASE 1	m3	371,59	\$ 23,30	\$ 8.658,02
7	3,4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	11.147,66	\$ 0,35	\$ 3.901,68
	<b>4</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$ 27.305,76</b>
8	4,1	IMPRIMACION ASFALTICA.	m2	2.033,57	\$ 1,19	\$ 2.419,95
9	4,2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm	m2	2.033,57	\$ 11,45	\$ 23.284,38
10	4,3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	4.575,53	\$ 0,35	\$ 1.601,44
	<b>5</b>	<b>BORDILLO-CUNETA</b>				<b>\$ 21.592,82</b>
11	5,1	BORDILLO CUNETA F'C=280 KG/CM2	m	739,48	\$ 29,20	\$ 21.592,82
	<b>6</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 1.911,35</b>
12	6,1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	369,74	\$ 1,73	\$ 639,65
13	6,2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	6,00	\$ 211,95	\$ 1.271,70
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 131.715,44</b>

El costo final del pavimento flexible con refuerzo de geosintético del tramo #1, es de un total de \$131.715,44 Ciento Treinta Un mil, Setecientos Quince con 44/100 dólares de los Estados Unidos de América.

## Presupuesto del Tramo #2, L = 626.05 metros

### Presupuesto final de pavimento con refuerzo de geosintético del tramo #2

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 2.936,17</b>
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	4.194,54	\$ 0,70	\$ 2.936,17
	<b>2</b>	<b>GEOSINTÉTICO</b>				<b>\$ 43.790,95</b>
2	2.1	COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175	m2	4.194,54	\$ 5,32	\$ 22.314,93
3	2.2	COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750	m2	4.194,54	\$ 5,12	\$ 21.476,02
	<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 66.325,67</b>
4	3.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	1.342,25	\$ 23,07	\$ 30.965,74
5	3.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	40.267,54	\$ 0,35	\$ 14.093,64
6	3.3	BASE CLASE 1	m3	629,18	\$ 23,30	\$ 14.659,90
7	3.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	18.875,41	\$ 0,35	\$ 6.606,39
	<b>4</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$ 46.234,58</b>
8	4.1	IMPRIMACION ASFALTICA.	m2	3.443,28	\$ 1,19	\$ 4.097,50
9	4.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm	m2	3.443,28	\$ 11,45	\$ 39.425,50
10	4.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	7.747,37	\$ 0,35	\$ 2.711,58
	<b>5</b>	<b>BORDILLO-CUNETETA</b>				<b>\$ 36.561,32</b>
11	5.1	BORDILLO CUNETETA F'C=280 KG/CM2	m	1.252,10	\$ 29,20	\$ 36.561,32
	<b>6</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 2.778,67</b>
12	6.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	626,05	\$ 1,73	\$ 1.083,07
13	6.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	8,00	\$ 211,95	\$ 1.695,60
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 162.066,03</b>

El costo final del pavimento flexible con refuerzo de geosintético del tramo #2, es de un total de \$162.066,03 Ciento Sesenta y Dos mil, Sesenta y Seis con 03/100 dólares de los Estados Unidos de América.

### Presupuesto del Tramo #3, L = 539.74 metros

#### Presupuesto final del pavimento con refuerzo de geosintético del tramo #3

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 2.531,38</b>
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	3.616,26	\$ 0,70	\$ 2.531,38
	<b>2</b>	<b>GEOSINTÉTICO</b>				<b>\$ 37.753,73</b>
2	2.1	COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175	m2	3.616,26	\$ 5,32	\$ 19.238,49
3	2.2	COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750	m2	3.616,26	\$ 5,12	\$ 18.515,24
	<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 57.181,72</b>
4	3.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	1.157,20	\$ 23,07	\$ 26.696,66
5	3.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	34.716,08	\$ 0,35	\$ 12.150,63
6	3.3	BASE CLASE 1	m3	542,44	\$ 23,30	\$ 12.638,82
7	3.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	16.273,16	\$ 0,35	\$ 5.695,61
	<b>4</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$ 39.860,47</b>
8	4.1	IMPRIMACION ASFALTICA.	m2	2.968,57	\$ 1,19	\$ 3.532,60
9	4.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm	m2	2.968,57	\$ 11,45	\$ 33.990,13
10	4.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	6.679,28	\$ 0,35	\$ 2.337,75
	<b>5</b>	<b>BORDILLO-CUNETAS</b>				<b>\$ 31.520,82</b>
11	5.1	BORDILLO CUNETAS F'C=280 KG/CM2	m	1.079,48	\$ 29,20	\$ 31.520,82
	<b>6</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 2.841,30</b>
12	6.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	539,74	\$ 1,73	\$ 933,75
13	6.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	9,00	\$ 211,95	\$ 1.907,55
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 140.168,61</b>

El costo final del pavimento flexible con refuerzo de geosintético del tramo #3, es de un total de \$140.168.61 Ciento Cuarenta mil, Ciento Sesenta y Ocho con 61/100 dólares de los Estados Unidos de América.

## Presupuesto del Tramo #4, L = 269.75 metros

### Presupuesto final del pavimento con refuerzo de geosintético del tramo #4

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 1.265,13</b>
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	1.807,33	\$ 0,70	\$ 1.265,13
	<b>2</b>	<b>GEOSINTÉTICO</b>				<b>\$ 18.868,47</b>
2	2.1	COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175	m2	1.807,33	\$ 5,32	\$ 9.614,97
3	2.2	COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750	m2	1.807,33	\$ 5,12	\$ 9.253,50
	<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 35.858,77</b>
4	3.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	795,22	\$ 23,07	\$ 18.345,79
5	3.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	23.856,69	\$ 0,35	\$ 8.349,84
6	3.3	BASE CLASE 1	m3	271,10	\$ 23,30	\$ 6.316,60
7	3.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	8.132,96	\$ 0,35	\$ 2.846,54
	<b>4</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$ 19.921,37</b>
8	4.1	IMPRIMACION ASFALTICA.	m2	1.483,63	\$ 1,19	\$ 1.765,51
9	4.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm	m2	1.483,63	\$ 11,45	\$ 16.987,51
10	4.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	3.338,16	\$ 0,35	\$ 1.168,35
	<b>5</b>	<b>BORDILLO-CUNETAS</b>				<b>\$ 15.753,40</b>
11	5.1	BORDILLO CUNETAS F'C=280 KG/CM2	m	539,50	\$ 29,20	\$ 15.753,40
	<b>6</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 1.526,42</b>
12	6.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	269,75	\$ 1,73	\$ 466,67
13	6.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	5,00	\$ 211,95	\$ 1.059,75
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 77.440,17</b>

El costo final del pavimento flexible con refuerzo de geosintético del tramo #4, es de un total de \$77.440,17 Setenta y Siete mil, Cuatrocientos Cuarenta con 17/100 dólares de los Estados Unidos de América.

## Presupuesto del Tramo #5, L = 385.94 metros

### Presupuesto final del pavimento con refuerzo de geosintético del tramo #5

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 1.810,06</b>
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	2.585,80	\$ 0,70	\$ 1.810,06
	<b>2</b>	<b>GEOSINTÉTICO</b>				<b>\$ 26.995,73</b>
2	2.1	COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175	m2	2.585,80	\$ 5,32	\$ 13.756,45
3	2.2	COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750	m2	2.585,80	\$ 5,12	\$ 13.239,29
	<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 55.644,56</b>
4	3.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	1.267,04	\$ 23,07	\$ 29.230,64
5	3.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	38.011,23	\$ 0,35	\$ 13.303,93
6	3.3	BASE CLASE 1	m3	387,87	\$ 23,30	\$ 9.037,36
7	3.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	11.636,09	\$ 0,35	\$ 4.072,63
	<b>4</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$ 28.502,15</b>
8	4.1	IMPRIMACION ASFALTICA.	m2	2.122,67	\$ 1,19	\$ 2.525,98
9	4.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm	m2	2.122,67	\$ 11,45	\$ 24.304,57
10	4.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	4.776,01	\$ 0,35	\$ 1.671,60
	<b>5</b>	<b>BORDILLO-CUNETETA</b>				<b>\$ 22.538,90</b>
11	5.1	BORDILLO CUNETETA F'C=280 KG/CM2	m	771,88	\$ 29,20	\$ 22.538,90
	<b>6</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 2.151,33</b>
12	6.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	385,94	\$ 1,73	\$ 667,68
13	6.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	7,00	\$ 211,95	\$ 1.483,65
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 115.103,83</b>

El costo final del pavimento flexible con refuerzo de geosintético del tramo #5, es de un total de \$115.103,83 Ciento Quince mil, Ciento Tres con 83/100 dólares de los Estados Unidos de América.

## Presupuesto del Tramo #6, L = 146.09 metros

*Presupuesto final del pavimento con refuerzo de geosintético del tramo #6.*

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 685,16</b>
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	978,80	\$ 0,70	\$ 685,16
	<b>2</b>	<b>GEOSINTÉTICO</b>				<b>\$ 10.218,70</b>
2	2.1	COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175	m2	978,80	\$ 5,32	\$ 5.207,23
3	2.2	COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750	m2	978,80	\$ 5,12	\$ 5.011,47
	<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 15.477,22</b>
4	3.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	313,22	\$ 23,07	\$ 7.225,92
5	3.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	9.396,51	\$ 0,35	\$ 3.288,78
6	3.3	BASE CLASE 1	m3	146,82	\$ 23,30	\$ 3.420,92
7	3.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	4.404,61	\$ 0,35	\$ 1.541,61
	<b>4</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$ 10.788,93</b>
8	4.1	IMPRIMACION ASFALTICA.	m2	803,50	\$ 1,19	\$ 956,16
9	4.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm	m2	803,50	\$ 11,45	\$ 9.200,02
10	4.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	1.807,86	\$ 0,35	\$ 632,75
	<b>5</b>	<b>BORDILLO-CUNETAS</b>				<b>\$ 8.531,66</b>
11	5.1	BORDILLO CUNETAS F'C=280 KG/CM2	m	292,18	\$ 29,20	\$ 8.531,66
	<b>6</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 888,59</b>
12	6.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	146,09	\$ 1,73	\$ 252,74
13	6.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	3,00	\$ 211,95	\$ 635,85
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 38.058,60</b>

El costo final del pavimento flexible con refuerzo de geosintético del tramo #6, es de un total de \$38.058,60 Treinta y Ocho mil, Cincuenta y Ocho con 60/100 dólares de los Estados Unidos de América.

## Presupuesto del Tramo #7, L = 355.25 metros

*Presupuesto final del pavimento con refuerzo de geosintético del tramo #7.*

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 1.666,12</b>
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	2.380,18	\$ 0,70	\$ 1.666,12
	<b>2</b>	<b>GEOSINTÉTICO</b>				<b>\$ 24.849,03</b>
2	2.1	COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175	m2	2.380,18	\$ 5,32	\$ 12.662,53
3	2.2	COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750	m2	2.380,18	\$ 5,12	\$ 12.186,50
	<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 37.636,28</b>
4	3.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	761,66	\$ 23,07	\$ 17.571,40
5	3.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	22.849,68	\$ 0,35	\$ 7.997,39
6	3.3	BASE CLASE 1	m3	357,03	\$ 23,30	\$ 8.318,71
7	3.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	10.710,79	\$ 0,35	\$ 3.748,78
	<b>4</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$ 26.235,66</b>
8	4.1	IMPRIMACION ASFALTICA.	m2	1.953,88	\$ 1,19	\$ 2.325,11
9	4.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm	m2	1.953,88	\$ 11,45	\$ 22.371,87
10	4.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	4.396,22	\$ 0,35	\$ 1.538,68
	<b>5</b>	<b>BORDILLO-CUNETA</b>				<b>\$ 20.746,60</b>
11	5.1	BORDILLO CUNETA F'C=280 KG/CM2	m	710,50	\$ 29,20	\$ 20.746,60
	<b>6</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 2.098,23</b>
12	6.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	355,25	\$ 1,73	\$ 614,58
13	6.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	7,00	\$ 211,95	\$ 1.483,65
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 92.485,32</b>

El costo final del pavimento flexible con refuerzo de geosintético del tramo #7, es de un total de \$92.485,32 Noventa y Dos mil, Cuatrocientos Ochenta y Cinco con 32/100 dólares de los Estados Unidos de América.

## Presupuesto del Tramo #8, L = 340.75 metros

*Presupuesto final del pavimento con refuerzo de geosintético del tramo #8.*

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 1.598,12</b>
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	2.283,03	\$ 0,70	\$ 1.598,12
	<b>2</b>	<b>GEOSINTÉTICO</b>				<b>\$ 23.834,78</b>
2	2.1	COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175	m2	2.283,03	\$ 5,32	\$ 12.145,69
3	2.2	COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750	m2	2.283,03	\$ 5,12	\$ 11.689,09
	<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 45.297,04</b>
4	3.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	1.004,53	\$ 23,07	\$ 23.174,53
5	3.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	30.135,93	\$ 0,35	\$ 10.547,58
6	3.3	BASE CLASE 1	m3	342,45	\$ 23,30	\$ 7.979,17
7	3.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	10.273,61	\$ 0,35	\$ 3.595,76
	<b>4</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$ 25.164,81</b>
8	4.1	IMPRIMACION ASFALTICA.	m2	1.874,13	\$ 1,19	\$ 2.230,21
9	4.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm	m2	1.874,13	\$ 11,45	\$ 21.458,73
10	4.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	4.216,78	\$ 0,35	\$ 1.475,87
	<b>5</b>	<b>BORDILLO-CUNETA</b>				<b>\$ 19.899,80</b>
11	5.1	BORDILLO CUNETA F'C=280 KG/CM2	m	681,50	\$ 29,20	\$ 19.899,80
	<b>6</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 2.497,05</b>
12	6.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	340,75	\$ 1,73	\$ 589,50
13	6.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	9,00	\$ 211,95	\$ 1.907,55
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 98.391,80</b>

El costo final del pavimento flexible con refuerzo de geosintético del tramo #8, es de un total de \$98.391,80 Noventa y Ocho mil, Trescientos Noventa y Uno con 80/100 dólares de los Estados Unidos de América.

### **5.3 Especificaciones Técnicas**

#### Obras Preliminares

##### 1.1 Desbroce, desbosque y limpieza unidad: m2

#### **1. Descripción**

Este trabajo consistirá en despejar el terreno necesario para la ejecución de la obra contratada, conforme a las presentes especificaciones técnicas, planos y demás documentos contractuales. En las áreas definidas en los planos o indicadas por el Fiscalizador, se procederá a eliminar completamente árboles, arbustos, troncos, matorrales, tocones, cercas vivas, hojarascas y cualquier otra vegetación existente. Se incluye también la remoción de la capa de tierra vegetal hasta la profundidad especificada.

Adicionalmente, el rubro comprende la disposición del material proveniente del desbroce, desbosque y limpieza, en lugares autorizados por el Fiscalizador, de forma ambientalmente segura. El trabajo también se realizará en zonas de préstamo, canteras y minas dentro y fuera del área del camino, según indicaciones contractuales. Se conservará toda la vegetación, elementos construidos y servicios públicos que no deban ser afectados por la obra.

#### **2. Procedimiento**

El desbroce, desbosque y limpieza se ejecutarán mediante métodos manuales y mecánicos, incluyendo actividades como zocola, tala, repique, corte de césped, destrucción de tocones y remoción de raíces.

Las actividades seguirán los siguientes lineamientos:

- Límites: Se ejecutará dentro de la zona de construcción, extendiéndose hasta 10 m fuera del borde de estructuras si así lo establecen los planos o el Fiscalizador.
- Terraplenes < 2 m: Remoción total de raíces, tocones y vegetación superficial. Se podrá almacenar la capa vegetal para su posterior reutilización, según lo estipulado en los documentos contractuales.
- Terraplenes > 2 m: Los árboles se cortarán a una altura máxima de 20 cm sobre el terreno natural. Arbustos, maleza y césped se eliminarán completamente.
- Zonas con estructuras: Eliminación completa de vegetación, raíces y tocones.
- Canales, cunetas y cauces: Se efectuará destronque y limpieza hasta alcanzar la profundidad necesaria para las excavaciones respectivas.
- Zonas fuera del área de construcción: Árboles se cortarán al ras del terreno (máx. 30 cm); no se requerirá remoción de arbustos si no son especificados.

No se podrá iniciar el movimiento de tierras hasta que el Fiscalizador haya verificado que las labores de desbroce, desbosque y limpieza han sido concluidas de manera satisfactoria.

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

Los trabajos deberán realizarse conforme a las siguientes disposiciones:

- MOP 001-F 2002: Sección 300 – Obras Preliminares y subsección 305-1 para relleno y compactación posterior al desbroce.
- Normativa Ambiental vigente: Debe cumplirse con la Ley de Gestión Ambiental y normativas MAATE relacionadas a la disposición de residuos vegetales y protección de flora.

- Seguridad y Salud Ocupacional: Aplicación del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores (Decreto Ejecutivo 2393), incluyendo uso de EPP y señalización.

#### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

- TRACTOR DE ORUGAS 175 HP
- MOTOSIERRA 7 HP
- HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)

#### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

- OP. TRACTOR CARRIL (E.O.C1) (GRUPO I)
- ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)
- PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, herrero, plomero) (E.O.E2)

#### **6.-Materiales requeridos:**

- No se consideran materiales

#### **7.-Medición**

La medición se realizará en metros cuadrados de área efectivamente desbrozada, desboscada y limpiada, de acuerdo con los límites indicados en los planos aprobados o instrucciones del Fiscalizador. No se considerarán áreas fuera de los límites establecidos.

### **8.-Forma de Pago**

El pago se efectuará por metros cuadrados de superficie debidamente ejecutada, verificada y aprobada por el Fiscalizador. El precio incluirá todos los costos asociados a la ejecución completa del rubro.

Estos precios constituirán la compensación total por la mano de obra, equipo, herramientas, transporte, materiales y dispositivos auxiliares, así como por todas las operaciones conexas necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Desbroce, desbosque y limpieza	m2

## 2.1 Colocación de geomembrana GX175

Unidad: m<sup>2</sup>

### 1. Descripción

Este rubro consiste en el suministro, colocación y correcta instalación de geomembrana tipo GX175, fabricada a base de polímeros sintéticos de alta resistencia, destinada a funciones de separación, impermeabilización, control de infiltraciones y protección dentro de estructuras de pavimento, plataformas, terraplenes y obras civiles en general.

La geomembrana GX175 actúa como una barrera continua que evita la migración de finos, la infiltración de agua y la contaminación entre capas de diferente granulometría, contribuyendo a la durabilidad y desempeño estructural de la obra.

El rubro incluye todas las operaciones, materiales, equipos y mano de obra necesarios para su correcta ejecución, conforme a planos, especificaciones técnicas y disposiciones del Fiscalizador.

### 2. Procedimiento

La colocación de la geomembrana GX175 se ejecutará de acuerdo con los siguientes lineamientos:

- Preparación de la superficie:
- La subrasante o capa de apoyo deberá encontrarse nivelada, compactada y libre de piedras, raíces, elementos punzantes, lodo o irregularidades que puedan dañar la geomembrana.
- Instalación de la geomalla:
- La geomembrana se desenrollará directamente sobre la superficie preparada, manteniéndola extendida sin tensiones excesivas, pliegues o arrugas que comprometan su continuidad.
- Traslapes:

- Los traslapes longitudinales y transversales se ejecutarán conforme a los planos o indicaciones del Fiscalizador, con un traslape mínimo recomendado de 0,30 m, asegurando continuidad funcional.
- Fijación provisional:
- Cuando sea necesario, la geomembrana se fijará temporalmente mediante lastre, estacas o elementos auxiliares, evitando desplazamientos durante la colocación del material de recubrimiento.
- Colocación del material granular:

El material granular de recubrimiento se colocará cuidadosamente sobre la geomembrana, evitando el tránsito directo de maquinaria pesada sin una capa protectora mínima.

No se permitirá la colocación de la geomembrana sobre superficies saturadas, con agua libre o bajo condiciones climáticas adversas sin la autorización del Fiscalizador.

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

Los materiales y la ejecución del rubro deberán cumplir con las siguientes normas y disposiciones:

- ASTM D4439 – Terminología estándar para geosintéticos.
- ASTM D4833 – Resistencia al punzonamiento.
- ASTM D751 / ASTM D5199 – Espesor de geomembranas.
- AASHTO R50 – Especificación estándar para geosintéticos.
- Especificaciones Generales del MOP vigentes.
- Normativa de Seguridad y Salud Ocupacional (Decreto Ejecutivo 2393).

### **4. Cuadrilla mínima, equipo y herramientas**

- HERRAMIENTA MENOR (5 % M.O.)
- CORTADOR MANUAL O TIJERA INDUSTRIAL
- ELEMENTOS DE FIJACIÓN O LASTRE (si aplica)

#### **5. Cuadrilla mínima de mano de obra**

- OFICIAL DE CONSTRUCCIÓN (E.O.C1)
- PEÓN / AYUDANTE (E.O.E2)

#### **6. Materiales requeridos**

Geomembrana tipo GX175, fabricada en polímero sintético de alta resistencia, suministrada en rollos, conforme a las especificaciones técnicas del proyecto.

Elementos auxiliares de fijación o protección, cuando sean requeridos.

#### **7. Medición**

La medición se realizará en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de geomembrana efectivamente colocada y aceptada por el Fiscalizador, medida sobre la superficie cubierta, incluyendo traslapes autorizados. No se considerará material sobrante, deteriorado o instalado fuera de las áreas indicadas en los planos.

#### **8. Forma de Pago**

El pago se efectuará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de geomembrana GX175 correctamente suministrada e instalada, conforme a planos y especificaciones técnicas, previa aprobación del Fiscalizador.

El precio unitario incluirá:

- Suministro del material.
- Mano de obra.
- Equipos, herramientas y transporte.
- Colocación, traslapes y fijación.

- Todas las operaciones necesarias para la correcta ejecución del rubro.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Colocación de geomembrana GX175	m2

## 2.2 Colocación de geomalla NX750

Unidad: m<sup>2</sup>

### 1. Descripción

Este rubro consiste en el suministro, colocación y correcta instalación de geomalla estructural tipo NX750, fabricada a base de polímeros coextruidos de alto desempeño, destinada a la estabilización mecánica de capas granulares en estructuras de pavimento, plataformas de trabajo, vías de acceso y obras civiles en general.

La geomalla NX750 presenta una geometría multiaxial optimizada, con aberturas de diferentes formas, diseñada para mejorar la interacción suelo–geomalla–agregado, restringiendo el desplazamiento lateral de las partículas y aumentando la rigidez estructural de la capa reforzada.

El rubro incluye todas las actividades, materiales, equipos y mano de obra necesarios para su correcta instalación, de acuerdo con los planos, especificaciones técnicas y disposiciones del Fiscalizador.

### 2. Procedimiento

La colocación de la geomalla NX750 se ejecutará conforme a los siguientes lineamientos técnicos:

- Preparación de la superficie:

La subrasante o capa inferior deberá encontrarse debidamente nivelada, compactada y libre de materiales orgánicos, elementos punzantes o irregularidades que puedan afectar la integridad de la geomalla.

- Instalación de la geomalla:

La geomalla se desenrollará directamente sobre la superficie preparada, manteniéndola extendida sin tensiones excesivas, arrugas o pliegues.

- Traslapes:

Los traslapes longitudinales y transversales se ejecutarán según lo establecido en los planos o indicaciones del Fiscalizador, con un traslape mínimo recomendado de 0,30 m, garantizando continuidad estructural.

- **Fijación provisional:**

Cuando sea necesario, la geomalla se fijará temporalmente mediante estacas, grapas o lastre granular, evitando desplazamientos durante la colocación del material de recubrimiento.

- **Colocación del material granular:**

El material de base o subbase se colocará directamente sobre la geomalla, evitando el tránsito directo de maquinaria pesada sobre la geomalla sin una capa mínima de recubrimiento.

No se permitirá la colocación de la geomalla sobre superficies saturadas, encharcadas o bajo condiciones climáticas adversas sin autorización del Fiscalizador.

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

Los materiales y la ejecución del rubro deberán cumplir con las siguientes normas y disposiciones:

- ASTM D4759 – Identificación de geomallas.
- ASTM D6637 – Ensayo de resistencia a la tracción de geogrillas.
- AASHTO R50 – Especificación estándar para geosintéticos.
- Especificaciones Generales del MOP vigentes.
- Normativa de Seguridad y Salud Ocupacional (Decreto Ejecutivo 2393).

### **4. Cuadrilla mínima, equipo y herramientas**

- HERRAMIENTA MENOR (5 % M.O.)
- CORTADOR MANUAL O TIJERA INDUSTRIAL
- ESTACAS O GRAPAS DE FIJACIÓN (si aplica)

## **5. Cuadrilla mínima de mano de obra**

- OFICIAL DE CONSTRUCCIÓN (E.O.C1)
- PEÓN / AYUDANTE (E.O.E2)

## **6. Materiales requeridos**

Geomalla tipo NX750, fabricada en polímero sintético de alta resistencia, suministrada en rollos y conforme a las especificaciones técnicas del proyecto.

Elementos auxiliares de fijación, cuando sean requeridos.

## **7. Medición**

La medición se realizará en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de geomalla efectivamente colocada y aceptada por el Fiscalizador, medida sobre la superficie cubierta, incluyendo traslapes autorizados. No se considerará material sobrante, deteriorado o colocado fuera de las áreas establecidas en los planos.

## **8. Forma de Pago**

El pago se efectuará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de geomalla NX750 correctamente suministrada e instalada, conforme a planos y especificaciones técnicas, previa aprobación del Fiscalizador.

El precio unitario incluirá todos los costos asociados a:

- Suministro del material.
- Mano de obra.
- Equipos, herramientas y transporte.
- Colocación, traslapes y fijación.
- Operaciones auxiliares necesarias para la ejecución completa del rubro.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad</b>	<b>de</b>
	<b>Medición</b>	
Colocación de geomalla NX750	m2	

## 3.1 Sub-base clase 1                    unidad: m3

**1. Descripción**

Este trabajo comprende el suministro, tendido, conformación y compactación de **material granular seleccionado** para la construcción de la **capa de sub-base clase 1**, destinada a proporcionar soporte estructural y drenaje a las capas superiores del pavimento.

El material deberá ser previamente aprobado por el Fiscalizador y cumplir con las características físicas, granulométricas y de calidad especificadas en los planos del proyecto y la normativa vigente.

Clase 1: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 1, en la Tabla 403-1.1. Por lo menos el 30 % del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.

**Tabla 403-1.1**

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70 - 100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

**2. Procedimiento**

- **Preparación de la subrasante**

- o Antes de colocar la sub-base, la **subrasante deberá estar terminada, compactada y conforme** a las alineaciones, pendientes y niveles especificados. Debe encontrarse libre de materiales extraños y con los subdrenajes terminados (si aplica).
- **Selección y mezclado del material**
  - o El Contratista deberá garantizar que el material de sub-base cumpla la granulometría especificada, ya sea mediante mezcla en planta aprobada (preferible) o en sitio. Si la mezcla es en planta, se utilizarán tambor o paletas; si es en vía, deberá colocarse el material en capas y mezclarse homogéneamente con motoniveladoras o equipo aprobado, evitando la segregación y respetando la humedad óptima para compactación.
- **Tendido, conformación y compactación**
  - o El material será transportado y tendido en capas uniformes con motoniveladora. Se procederá a:
    - Humedecer el material hasta alcanzar la humedad óptima.
    - Conformar el perfil con la pendiente, alineación y espesor indicado.
    - Compactar usando rodillos lisos o vibratorios de 8–12 t o equivalentes.
    - Prohibir el tránsito no autorizado sobre la capa en proceso.
- **Capas múltiples**
  - o Si la sub-base requiere colocarse en más de una capa, cada capa deberá ser de espesor similar y ejecutada con el mismo procedimiento hasta alcanzar la compactación especificada.

### 3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones

El trabajo se ejecutará conforme a:

- **MOP-001-F-2002**, Sección 400: Sub-base granular, subsección 816-2: ensayos.
- **Normas INEN** aplicables a materiales granulares para pavimentos.
- **Normas ASTM y AASHTO** referenciales para ensayos de laboratorio y control de calidad.

#### Ensayos y Tolerancias

o **Control** **granulométrico**

La granulometría se comprobará mediante ensayos establecidos en la **Subsección 816-2**, realizados al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente luego del mezclado final en sitio. Si se verifica en planta, el Contratista deberá asegurar su conservación hasta el tendido en obra.

o **Ensayos de calidad de agregados**

Se deberán cumplir todos los requisitos de calidad establecidos en la subsección mencionada o en las disposiciones especiales del contrato.

o **Control de compactación**

Se realizarán **ensayos de densidad de campo** mediante equipo nuclear calibrado o por el método **AASHTO T-147**. La **densidad mínima será el 100% de la Densidad Máxima de Laboratorio**, obtenida con el método **AASHTO T-180, método D (Proctor Modificado)**.

o **Control de espesor**

- El espesor final no podrá **variar más de  $\pm 2$  cm** respecto al espesor indicado en planos.

- El **promedio de espesores no podrá ser inferior al especificado.**
- Se medirán los espesores compactados **cada 100 m**, alternando entre eje y bordes.
- Si hay desviaciones, se realizarán mediciones adicionales y se corregirá mediante escarificación, retiro o adición de material y nueva compactación, sin costo adicional para la entidad.
- **Nivelación** **final**  
La superficie será verificada mediante nivelación, y en ningún punto deberá desviarse más de  $\pm 2$  cm de la cota de proyecto.
- **Reparación de testigos**  
Si los controles se hacen mediante perforaciones, el contratista deberá rellenarlas y compactarlas cuidadosamente, sin pago adicional.

#### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

- HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)
- MOTONIVELADORA 135 HP
- TANQUERO 8TN
- RODILLO VIBRATORIO LISO 142 HP

#### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

- ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE  
(E.O.D2)

- PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)
- OP. MOTONIVELADORA (E.O.C1) (GRUPO I)
- OP. RODILLO AUTOPROPULSADO (E.O.C2)
- CHOFER: Tanqueros (E.O.C1)

#### **6.-Materiales requeridos:**

- MAT. CRIBADO
- MAT.UNIF.GRUESO (SUB-BASE) TRITURADO
- MAT. LIGANTE (RELLENO MINERAL)

#### **7.-Medición**

Se medirá en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de sub-base colocada y compactada, según espesores y dimensiones aprobadas por el Fiscalizador.

#### **8.-Forma de Pago**

El pago será por metro cúbico (m<sup>3</sup>) compactado. Estos precios constituirán la compensación total por la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y dispositivos auxiliares, así como por todas las operaciones conexas necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Sub-base clase 1	m3

3.3 Base clase 1                      unidad: m<sup>3</sup>

### **1. Descripción**

Este trabajo consiste en la construcción de la **capa de base granular Clase 1**, conformada por **agregados totalmente triturados**, estabilizados con agregados finos procedentes de trituración adicional o arenas finas, según se requiera para cumplir con la granulometría y plasticidad especificadas.

La capa de base será colocada sobre una sub-base o, en casos excepcionales, sobre una subrasante previamente aprobada, siguiendo los alineamientos, pendientes y sección transversal indicadas en los planos del proyecto o disposiciones especiales del contrato.

### **2. Procedimiento**

- **Preparación de la sub-base**

La superficie de la sub-base deberá estar terminada, conforme a lo estipulado, limpia de materiales extraños, y libre de humedad excesiva. No se iniciará el tendido de la base hasta que el Fiscalizador haya aprobado esta superficie.

- **Selección y mezclado de materiales**

Los agregados deben cumplir las condiciones granulométricas y mecánicas establecidas para la **Clase 1**, Tipo A o B según la **Tabla 404-1.1**. La mezcla de fracciones gruesas y finas se realizará preferentemente en planta con mezcladora de tambor o paletas aprobadas. De ser necesario, podrá realizarse en la vía, siguiendo este proceso:

Colocación inicial del agregado grueso.

Distribución de agregados finos o relleno mineral.

Humectación controlada con cisterna.

Mezclado con motoniveladora u otro equipo aprobado hasta obtener una mezcla uniforme.

- **Tendido y conformación**

El material será transportado y esparcido en franjas uniformes con equipo adecuado. Se prohíbe el esparcimiento directo desde montones de volquetas sin el mezclado previo.

El perfil de la base debe ajustarse a los planos en pendiente, alineación y espesor.

- **Compactación**

Se ejecutará con rodillo liso o vibratorio de mínimo 8 toneladas.

La compactación será:

Desde los costados hacia el eje.

Con traslapes de 50% por pasada.

Bajo humedad óptima.

Evitando tránsito vehicular ajeno a la obra.

En zonas restringidas, se usarán apisonadores mecánicos o placas vibratorias.

- **Capas** **múltiples**

En caso de colocar más de una capa, cada una tendrá un espesor similar, y no será inferior a **10 cm compactados**, aplicándose los mismos procedimientos.

- **Zonas** **especiales**

En zonas como intersecciones, rampas o islas, se permitirán métodos mecánicos o manuales alternativos, siempre aprobados por el Fiscalizador.

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

Los trabajos deberán cumplir con:

- **MOP-001-F-2002**, Sección 404 y **Subsección 814-2** (Bases Granulares).
- **Capítulo de Ensayos y Tolerancias de la Sección 404.**
- **Normas INEN 696 y 697** (equivalentes a **AASHTO T-11 y T-27**) para granulometría.
- **AASHTO T-180, método D** para Densidad Máxima y Humedad Óptima.
- **AASHTO T-147 o T-191** para densidad de campo.
- **Ensayos y Tolerancias**

**Granulometría:** Verificada después de la mezcla en planta o tras el mezclado en vía.

**Índice de Plasticidad:**  $IP < 6$ .

**Límite Líquido de fracción pasante tamiz No. 40:**  $LL < 25$ .

**Desgaste por abrasión:**  $\leq 40\%$ .

**CBR  $\geq 80\%$ .**

- **Compactación:**

Densidad mínima exigida: **100% de la Densidad Máxima Proctor Modificado (T-180 método D).**

Ensayos cada **100 m**, alternando entre eje y costados.

- **Espesor final:**

Tolerancia puntual:  $\pm 1$  cm respecto al diseño.

Promedio de mediciones: No inferior al especificado.

Tolerancias complementarias (no requiere corrección):

- Exceso de cota  $\leq +1.5$  cm si no afecta rasante.
- Déficit  $\leq -1.5$  cm si:
  - La capa de base  $> 10$  cm.
  - Se compensa con capa de rodadura de HMA.
- **Reparaciones:**

Zonas con densidad o espesor fuera de tolerancia se **escarificarán, corregirán y compactarán a costo del Contratista.**

Orificios de muestreo deberán ser rellenados y compactados sin pago adicional.

- **Nivelación** **final:**
- Diferencias con cota de diseño no mayores a  $\pm 1.5$  cm.

#### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

- HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)
- MOTONIVELADORA 135 HP
- TANQUERO 8TN
- RODILLO VIBRATORIO LISO 142 HP

#### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

- ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)
- PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)
- OP. MOTONIVELADORA (E.O.C1) (GRUPO I)

- OP. RODILLO AUTOPROPULSADO (E.O.C2)
- CHOFER: Tanqueros (E.O.C1)

#### **6.-Materiales requeridos:**

- MAT.UNIF.MEDIANO (BASE)

#### **7.-Medición**

La medición se realizará en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) compactados, no se pagarán excesos no autorizados de espesor o área.

#### **8.-Forma de Pago**

El pago se realizará por metro cúbico compactado conforme a lo ejecutado y aprobado por el Fiscalizador. Estos precios constituirán la compensación total por la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y dispositivos auxiliares, así como por todas las operaciones conexas necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Base clase 1	m3

(3.1 – 3.3 – 4.2) Transporte de base, sub-base y h. asfáltico longitud de acarreo de 30-110 km

unidad: m<sup>3</sup>-km

### **1. Descripción**

Este trabajo consiste en el transporte autorizado de materiales empleados en la construcción de la estructura del pavimento, tales como: base y subbase granular, capas de rodadura de hormigón asfáltico.

El transporte se efectuará desde las fuentes de materiales previamente aprobadas hasta el sitio de colocación, siguiendo la ruta más corta y factible definida por la fiscalización.

### **2. Procedimiento**

- El transporte se realizará en camiones o volquetes adecuados para el tipo y volumen del material.
- La carga se efectuará en la cantera o planta de procesamiento, cuidando no contaminar los materiales.
- La descarga se realizará en los sitios definidos en planos o instrucciones de fiscalización.
- Cuando se utilicen materiales de diferentes fuentes, se ponderarán los volúmenes según el porcentaje aportado de cada una.
- Se cumplirán las disposiciones de seguridad vial y señalización durante las operaciones de acarreo.

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

- **Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP, Vol. 3 – Sección 309: Transporte.**
- **MOP-001-F-2002:** Especificaciones Generales de Construcción de Caminos y Puentes.

- Plan de Manejo Ambiental del Proyecto.
- Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Especificaciones de planos y disposiciones de fiscalización.

#### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

- VOLQUETA (12Ton)

#### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

- CHOFER: Volquetas (E.O.C1)

#### **6.-Materiales requeridos:**

- No se consideran materiales.

#### **7.-Medición**

La medición del transporte de base, subbase y capa de rodadura se efectuará en m<sup>3</sup>-km, multiplicando el volumen compactado colocado en calzada por la distancia entre el centro de gravedad de la fuente aprobada y el sitio de colocación, pasando por planta de procesamiento si corresponde. La ruta será la más corta factible aprobada por Fiscalización.

#### **8.-Forma de Pago**

El pago se hará al precio unitario contractual. En ningún caso se reconocerán pagos adicionales por mayores distancias originadas en la decisión del contratista de utilizar fuentes distintas a las aprobadas por la Fiscalización, ni por recorridos diferentes a la ruta autorizada. Estos precios constituirán la compensación total por mano de obra, equipo, herramientas, transporte y todas las operaciones conexas necesarias para la correcta ejecución.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Transporte de base, sub-base y h. asfáltico longitud de acarreo de 30-110 km	m <sup>3</sup> -km

#### 4.1 Imprimación asfáltica      unidad: m<sup>2</sup>

##### **1. Descripción**

Este ítem comprende la **aplicación de una capa de imprimación asfáltica** sobre la superficie de la sub-base o base granular previamente terminada, limpia, seca y aprobada por la fiscalización. El objetivo de la imprimación es lograr la penetración del ligante en la capa granular, fijando las partículas sueltas y proporcionando adherencia para la posterior colocación de las capas asfálticas.

##### **2. Procedimiento**

- Previa a la imprimación, la superficie deberá estar terminada, perfilada y compactada conforme a las especificaciones.
- Se realizará limpieza mecánica y manual, eliminando polvo, material suelto y contaminantes.
- El ligante asfáltico (cut-back MC-30, MC-70, MC-250 u otro aprobado) se calentará y aplicará en la temperatura recomendada por el fabricante, garantizando fluidez y penetración.
- La aplicación se efectuará mediante distribuidor de asfalto a presión, uniformemente y en la cantidad establecida en planos o lo indicado por la fiscalización (generalmente entre 0,8 y 1,2 L/m<sup>2</sup>).
- Se impedirá la circulación vehicular hasta que el producto haya penetrado y curado adecuadamente.

##### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

- Especificaciones MOP-001-F-2002 – Sección 401.
- Normas AASHTO M82 y ASTM D2397 (ligantes asfálticos para imprimación).
- Plan de Manejo Ambiental del proyecto.

- Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.

#### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

- HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)
- ESCOBA AUTOPROPULSADA
- DISTRIBUIDOR DE ASFALTO 6TN

#### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

- ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)
- PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)
- OP. DE BARREDORA AUTOPROPULSADA (E.O.C2) (GRUPO II)
- OP. DISTRIBUIDOR DE ASFALTO (E.O.C2) (GRUPO II)

#### **6.-Materiales requeridos:**

- ASFALTO RC 250
- DIESEL

#### **7.-Medición**

La imprimación asfáltica se medirá en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) efectivamente ejecutados y aprobados por la fiscalización.

**8.-Forma de Pago**

El pago se realizará al precio unitario por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de imprimación asfáltica aplicada, lo cual constituirá la compensación total por el suministro del ligante, transporte, calentamiento, distribución, mano de obra, equipo, herramientas y demás operaciones necesarias para la correcta ejecución de los trabajos, a satisfacción de la fiscalización.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Imprimacion asfáltica	m2

#### 4.2 Capa de rodadura de horm. asf. mezclado en planta e=7.5 cm (3")

unidad: m<sup>2</sup>

##### 1. Descripción

Este ítem comprende la **producción en planta, extendido y compactación** de una capa de rodadura de hormigón asfáltico en caliente, con espesor compactado de **7,5 cm (3")**, conforme a las especificaciones del proyecto. La mezcla estará compuesta por agregados pétreos seleccionados y cemento asfáltico, diseñados bajo el método Marshall o aprobado por la fiscalización.

##### 2. Procedimiento

- **Producción de la mezcla:** Se realizará en planta de asfalto con control de temperatura, humedad y granulometría. El cemento asfáltico se calentará y dosificará en proporción al diseño aprobado (contenido típico entre 4,5% y 6% en peso de la mezcla).
- **Colocación:** El extendido se efectuará con terminadora (finisher), en capas uniformes, manteniendo la temperatura de colocación (140 – 160 °C) y el espesor suelto suficiente para alcanzar 7,5 cm compactado.
- **Compactación:** Se ejecutará inmediatamente después del extendido, utilizando rodillos metálicos lisos, neumáticos y vibratorios, hasta alcanzar la densidad mínima del 95% de la densidad teórica máxima (Rice).
- **Acabado:** La superficie deberá quedar uniforme, sin segregaciones, ondulaciones, grietas ni depresiones.

##### 3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones

- Especificaciones MOP-001-F-2002 – Sección 410.
- AASHTO T245 (Diseño Marshall).

- ASTM D1559 (Ensayo de estabilidad y flujo).
- Plan de Seguridad y Salud Ocupacional del proyecto.
- Plan de Manejo Ambiental.

#### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

- HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)
- RODILLO NEUMATICO 96 HP
- FINISHER
- RODILLO TANDEM 119 HP

#### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

- ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)
- PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, herrero, plomero) (E.O.E2)
- OP. RODILLO AUTOPROPULSADO (E.O.C2)
- OP. ACABADORA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO (E.O.C2) (GRUPO II)

#### **6.-Materiales requeridos:**

- HORMIGON ASFALTICO.

#### **7.-Medición**

La capa de rodadura de hormigón asfáltico se medirá en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) colocados con espesor compactado de 7,5 cm, o en toneladas (t) de mezcla en caliente aplicada, según lo establezca el contrato.

## 8.-Forma de Pago

El pago se realizará al precio unitario por m<sup>2</sup> de hormigón asfáltico colocado y compactado, lo cual constituirá compensación total por la producción en planta, transporte, tendido, compactación, mano de obra, equipos, herramientas, control de calidad y demás operaciones necesarias para la correcta ejecución de los trabajos, a satisfacción de la fiscalización.

N.º del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
Capa de rodadura de horm. asf. mezclado en planta e=7.5 cm (3")	m <sup>2</sup>

5.1 Bordillo cuneta  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$       unidad: m

### 1. Descripción

Este trabajo consistirá en la construcción de bordillo-cuneta, que tendrán las formas y dimensiones que se definen en los diseños y planos del proyecto, combinados de hormigón simple de cemento Portland con una resistencia  $F'c= 280 \text{ Kg/cm}^2$  incluyendo

los bordillos en donde por efecto de los accesos vehiculares y de personas discapacitadas es necesario la construcción de rampas de hormigón simple que producen la disminución de la altura de estas estructuras e inclusive donde la cunera es reemplazada por rejilla del sumidero, de acuerdo con los detalles indicados en los planos y fijada por el Fiscalizados y con las presentes especificaciones técnicas.

## 2. Procedimiento

El bordillo cuneta se construirá con hormigón hidráulico ( $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ), que puede ser mezclado en la planta o en el lugar. De acuerdo con los planos, se comportará como una estructura completa, reforzada vertical y horizontalmente con acero corrugado y anclada a la losa del pavimento.

- **Preparación del cimiento:** Se conformará de acuerdo con las pendientes y las secciones de diseño. Antes de vaciar, es necesario que se humedezca y compacte correctamente. De acuerdo con las Especificaciones MOP.001-F-2002, el material inestable será retirado hasta 15 cm y sustituido por material granular comprimido.
- **Encofrado:** Puede ser de madera o metal y debe estar liso y lubricado cuando está en contacto con el hormigón. Se instalará teniendo en cuenta las pendientes, alineaciones y cotas, y será rígido para evitar distorsiones. Se retirará en el momento justo para posibilitar el acabado sin perjudicar el fraguado.
- **Construcción de bordillos-cunetas:** Se mantendrán vacíos en las rampas, los accesos para vehículos y las áreas donde las rejillas sustituyan a la cuneta. La construcción se llevará a cabo de acuerdo con las instrucciones del Fiscalizador y los planos, asegurando que el componente tenga continuidad, estabilidad y geometría apropiada
- **Juntas de expansión:** Se llevarán a cabo juntas de expansión de 8 a 10 mm de ancho, con una distancia máxima entre ellas de 3,50 m. Las juntas serán

perpendiculares al eje del bordillo cuneta y se rellenarán con material premoldeado, siguiendo la Sección 806 del MOP.001-F-2002.

- **Acabado y curado:** La superficie se alisará antes y después de desencofrar, conservando las pendientes y las secciones. Las aristas se redondearán de acuerdo con los planos, y el acabado final se ejecutará con un cepillado fino. La Sección 801-4 del MOP.001-F-2002 se cumplirá en el curado del concreto.
- **Control y reparación:** Se demolerá y reconstruirá, sin costo adicional, todo bordillo cuneta que tenga defectos constructivos, deformaciones o fisuras hasta la junta más cercana, asegurando que se cumplan los requisitos de alineación, acabado y resistencia establecidos en la especificación técnica.

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

- NORMA NTE INEN 152-2012; ASTM 1157.
- NORMA NTE INEN 2380.
- NORMA NTE INEN 2615.
- NORMA NTE INEN 696-697 ó C-33 ASTM.
- NORMA NTE INEN 102.
- NORMA NTE INEN 103.
- NORMA NTE INEN 104.
- MOP – 001- F – 2002.

### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

- HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)

### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

- OFICIAL ALBAÑIL (E.O.D2)

- PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)

#### 6.-Materiales requeridos:

- HORMIGON PREMEZCLADO 280 KG/CM2 INC. TRNASPORTE, ENCOFRADO.

#### 7.-Medición

La medición de la cuneta bordillo  $f^c=280$  kg/cm<sup>2</sup> se llevara a cabo en metros lineales (m), que hayan sido correctamente ejecutados aprobados por la fiscalización, incluyendo secciones con variaciones de altura, rampas de acceso y áreas donde la rejilla sustituya a la cuneta.

#### 8.-Forma de Pago

El pago se realizara al precio unitario acordado en el contrato, que representara la compensación total por proporcionar hormigon, materiales, mano de obra, equipos, herramientas, transporte, encofrados, juntas y curado, así como cualquier otra actividad que sea necesaria para llevar a cabo adecuadamente este rubro

N.º del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
Bordillo cuneta $f^c=280$ kg/cm <sup>2</sup>	m

6.1 Señalización horizontal continua (pintada de via 15 cm amarilla o blanca/microesferas)                    unidad: m

### **1. Descripción**

El trabajo consiste en la aplicación de marcas permanentes longitudinales continuas sobre el pavimento terminado, de 15 cm de ancho, en color blanco o amarillo según corresponda, con incorporación de microesferas de vidrio para garantizar la reflectancia nocturna. Se ejecutará conforme a los planos, la Norma INEN 004-2 de Señalización Horizontal y lo indicado por el Fiscalizador.

### **2. Procedimiento**

- Limpieza de la superficie del pavimento, libre de polvo, grasa, humedad y materiales extraños.
- Aplicación con equipos de aspersión tipo spray, provistos de agitador mecánico y alimentador de microesferas sincronizado.
- La aplicación se realizará en condiciones ambientales adecuadas: pavimento seco, temperatura ambiente mayor a 4 °C y humedad relativa menor al 85%.
- Las áreas pintadas se protegerán del tráfico hasta su secado.

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 004-2: Señalización Horizontal.
- Sección 706 del NEVI-12 MTOP (Marcas Permanentes del Pavimento).
- Plan de Manejo Ambiental y Plan de Seguridad y Salud Ocupacional del proyecto.
- Especificaciones técnicas del contrato y disposiciones de fiscalización.

### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

- HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)
- ESCOBA AUTOPROPULSADA
- FRANJADORA

#### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

- PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, herrero, plomero) (E.O.E2)
- MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)
- OP. COMPRESOR (E.O.C2) (GRUPO II)
- OP. DE BARREDORA AUTOPROPULSADA (E.O.C2) (GRUPO II)

#### **6.-Materiales requeridos:**

- PINTURA REFLECTIVA ( sin perlas )
- DILUYENTE
- MICROESFERAS

#### **7.-Medición**

Se medirá en metros lineales (m) de línea continua de 15 cm de ancho, aceptados por el Fiscalizador.

**8.-Forma de Pago**

El pago se efectuará al precio unitario contratado por metro lineal de señal pintada, que incluirá la preparación de superficie, suministro y aplicación de pintura y microesferas, mano de obra, equipo, herramientas, transporte y todas las operaciones necesarias.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Señalización horizontal continua (pintada de vía 15 cm amarilla o blanca/microesferas)	m

## 6.2 Señalización vertical definitiva e informativa      unidad: u

### 1. Descripción

Este ítem comprende el suministro, fabricación, instalación y anclaje de señales verticales informativas, preventivas o reglamentarias, **con placa metálica de 500 mm x 350 mm**, ubicadas al borde de la carretera, conforme al Manual Ecuatoriano de Señalización Vial (MTOPI).

Incluye el poste galvanizado, la placa, película reflectiva, anclaje, excavación, concreto de cimentación, accesorios de montaje y limpieza final del área. Las señales deben ser completamente funcionales, visibles y colocadas conforme al diseño vial aprobado.

### 2. Procedimiento

- **Replanteo:** Verificación de la ubicación exacta de cada señal conforme al plano aprobado por la fiscalización.
- **Fabricación de la placa:** Corte de lámina galvanizada o aluminio de 500 mm x 350 mm, aplicación de película reflectiva tipo III o superior (INEN o ASTM D4956).
- **Montaje sobre poste:** La placa se fijará a un poste galvanizado cuadrado (2" de diámetro nominal), con tornillos y abrazaderas de acero inoxidable.
- **Excavación y cimentación:** Se excavará una base de mínimo 0.40 m x 0.40 m x 0.60 m, se colocará el poste y se rellenará con hormigón simple  $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ .
- **Nivelación y alineación:** La señal debe instalarse perpendicular al eje de la vía, con la cara visible al conductor.
- **Limpieza final:** Retiro de excedentes y materiales sobrantes, dejando el sitio en condiciones limpias y seguras.

### 3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones

- **Manual Ecuatoriano de Señalización Vial (MTOB).**
- **Norma INEN 004 (para materiales de construcción).**
- **Norma INEN 2218: Láminas reflectivas retrorreflectivas.**
- **ASTM D4956** (para películas reflectivas).
- **Normas de seguridad y trabajo en vías** del Ministerio del Trabajo.
- **Manual de instalación y criterios de visibilidad (MTOB – señalización vertical).**

#### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

- HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)
- SOLDADORA

#### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

- MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES  
(E.O.C1)
- TECNICO ELECTROMECHANICO DE CONSTRUCCION  
(E.O.D2)

#### **6.-Materiales requeridos:**

- PLATINA REF/ALUM. 1.1/2"x1/8"
- REMACHES
- PINTURA PRIMER GRIS
- FONDO PARA SEÑAL
- PATA TUBO HG (2"x2 mm)

- ACCESORIOS
- PLACA / ALUMINIO e=2 mm
- PAPEL REFLEC. GRADO/ DIAMANTE.( LEYENDA )
- BLOQUE DE ANCLAJE H.S.  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  (40x40x40)
- Soldadura 6011, 1/8" ( 1 kg = 38.0 palillos )
- PERNO DE REFUERZO
- Base/Sop.Plancha 1.22x2.44x3 mm , 70.10 kg/plancha

### 7.-Medición

La medición se realizará por unidad (u) de señal completamente instalada, alineada y aprobada por la fiscalización, incluyendo poste, placa, película, fijaciones y base de hormigón.

### 8.-Forma de Pago

El pago se realizará por unidad (u) de señal vertical instalada, conforme a planos y aprobación de la fiscalización. Estos precios constituirán la compensación total por todos los materiales, mano de obra, equipos, herramientas y operaciones necesarias para la instalación completa y funcional de la señal al borde de la carretera.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Señalización vertical definitiva e informativa	u

## 5.4 Cantidades de obra

### 5.4.1 Pavimento con refuerzo de Geosintético

#### Cantidades del Tramo #1



**Rubro:** 1.1 DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

**Unidad:** M2

**Descripcion:** Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 369.74$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el area del tramo,  $A = 6.7 \times 369.74 = 2477.26$  metros cuadrados



**Rubro:** 2.1 COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175

**Unidad:** M2

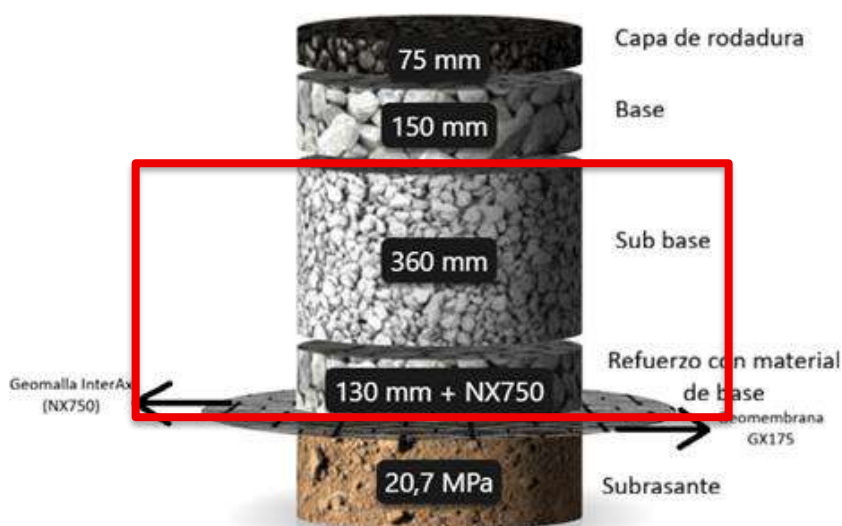
**Descripcion:** Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 369.74$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el area del tramo,  $A = 6.7 \times 369.74 = 2477.26$  metros cuadrados



**Rubro:** 2.2 COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750

**Unidad:** M2

**Descripcion:** Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 369.74$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el area del tramo,  $A = 6.7 \times 369.74 = 2477.26$  metros cuadrados



**Rubro:** 3.1 SUB-BASE CLASE 1

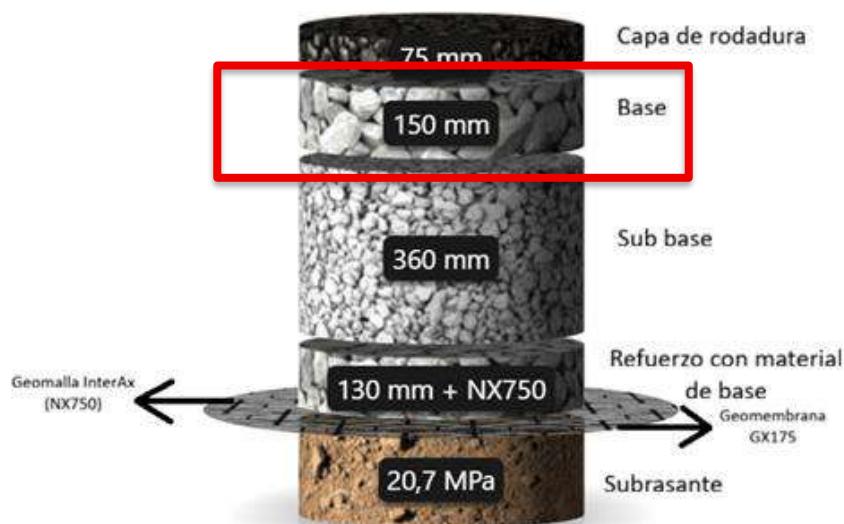
**Unidad:** M3

**Descripcion:** Se mantiene el área del tramo ya que es el mismo de los rubros anteriores, pero se le agrega el valor del espesor de la sub base y del refuerzo con el mismo material, 0.49 metros, para obtener el volumen en metros cúbicos.  $V = 2477.26 * 0.49 = 1213.86$  metros cúbicos.

**Rubro:** 3.2 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM

**Unidad:** M3-KM

**Descripcion:** Para el transporte se sub base se toma la cantidad de la capa y se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto.  $1213.86 * 30 = 36415.8$  metros cubicos por kilometro

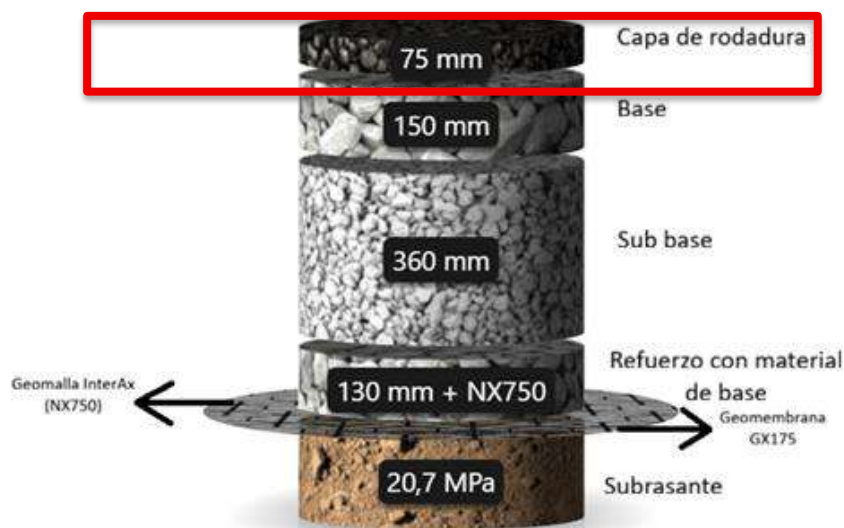


<b>Rubro:</b>	<b>3.3 BASE CLASE 1</b>
<b>Unidad:</b>	M3
<b>Descripcion:</b>	Se mantiene el área del tramo ya que es el mismo de los rubros anteriores, pero se le agrega el valor del espesor de la Base, 0.15 metros, para obtener el volumen en metros cúbicos. $V = 2477.26 * 0.15 = 371.59$ metros cúbicos.
<b>Rubro:</b>	<b>3.4 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte se Base se toma la cantidad de la capa y se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. $371.59 * 30 = 11147.66$ metros cubicos por kilometro



<b>Rubro:</b>	<b>4.1 IMPRIMACION ASFALTICA.</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripcion:</b>	Se considera el ancho de la vía, 5 metros, y el largo del tramo, $L = 369.74$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 5,5 \times 369.74 = 2033.57$ metros cuadrados
<b>Rubro:</b>	<b>4.2 CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm</b>
<b>Unidad:</b>	M2

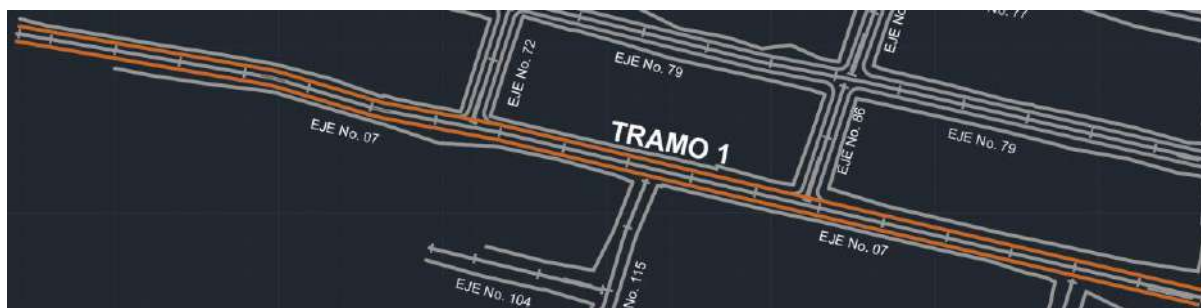
**Descripcion:** Se considera el ancho de la vía, 5 metros, y el largo del tramo,  $L = 369.74$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo,  $A = 5.5 \times 369.74 = 2033.57$  metros cuadrados



**Rubro:** 4.3 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM

**Unidad:** M3-KM

**Descripcion:** Para el transporte de la Capa de rodadura se toma el área de la capa, se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. También se multiplica por el espesor de la capa en metros, 0,075 metros.  $2033.57 \times 30 \times 0,075 = 4575.53$  metros cúbicos por kilómetro



**Rubro:** 5.1 BORDILLO CUNETA F'C=280 KG/CM2

**Unidad:** M

**Descripcion:**

Para este rubro se calcula la distancia de los bordillos-cunetas en metros lineales, estos se ubican a los lados del tramo de vía. Por lo tanto, se debe multiplicar por dos el metro lineal del bordillo cuneta,  $369.74 \text{ metros}$ .  $L = 2 * 369.74 = 739.48 \text{ metros}$



**Rubro:** 6.1 SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)

**Unidad:** M

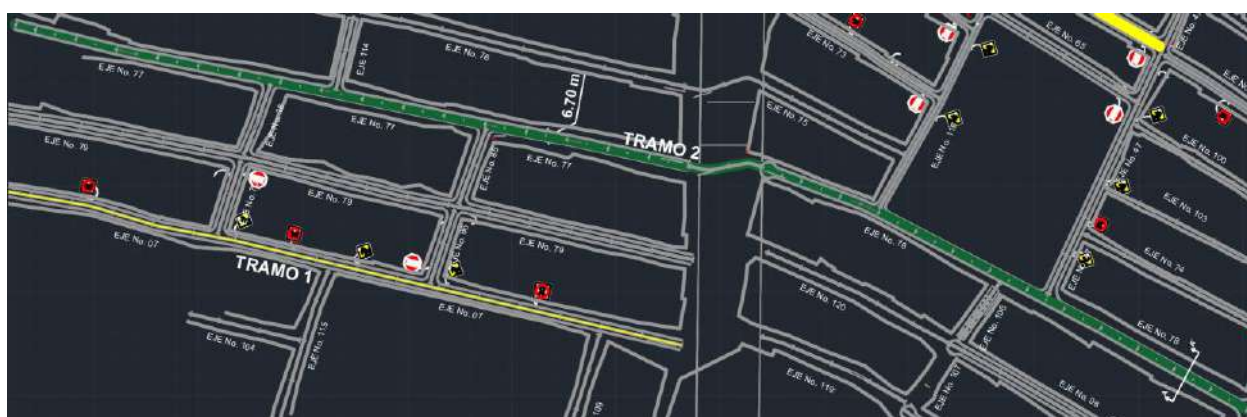
**Descripcion:** La cantidad de este rubro es igual al largo del tramo de vía, 369.74 metros.

**Rubro:** 6.2 SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA

**Unidad:** U

**Descripcion:** La cantidad es igual a la cantidad de señaléticas que se encuentran en la acera de la vía.  $U = 6 \text{ unidades}$

## Cantidades del Tramo #2

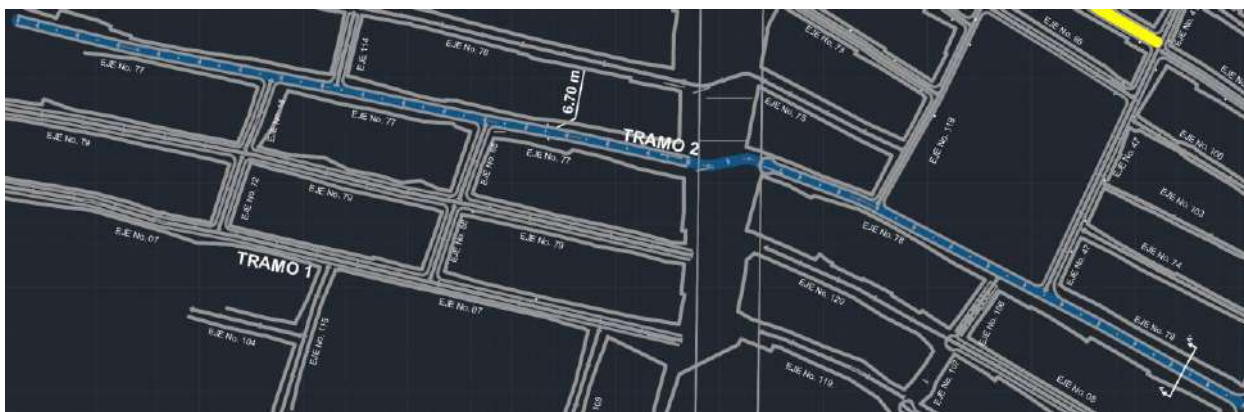


**Rubro:** 1.1 DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

**Unidad:** M2

**Descripcion:**

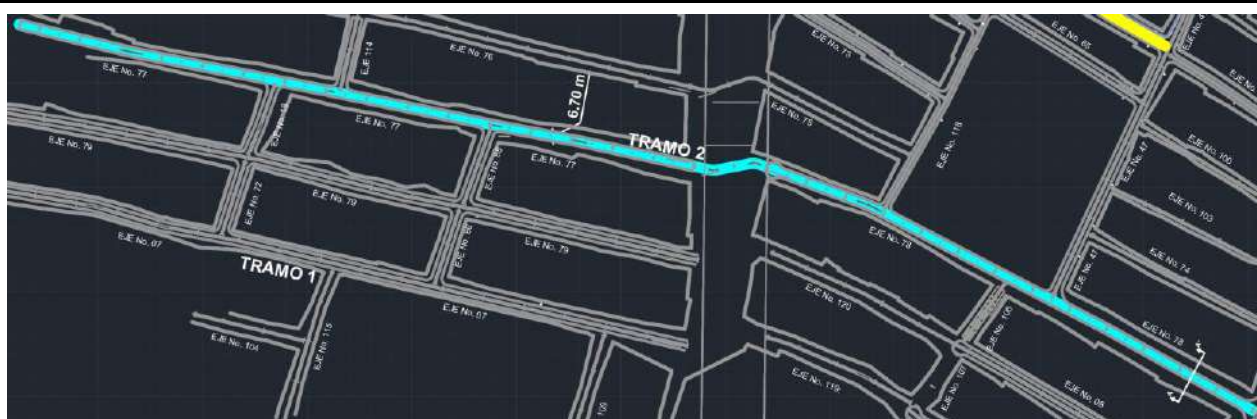
Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 626.05 \text{ metros}$ . Una vez tenemos los datos se saca el area del tramo,  $A = 6.7 \times 626.05 = 4194.54 \text{ metros cuadrados}$



**Rubro:** 2.1 COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175

**Unidad:** M2

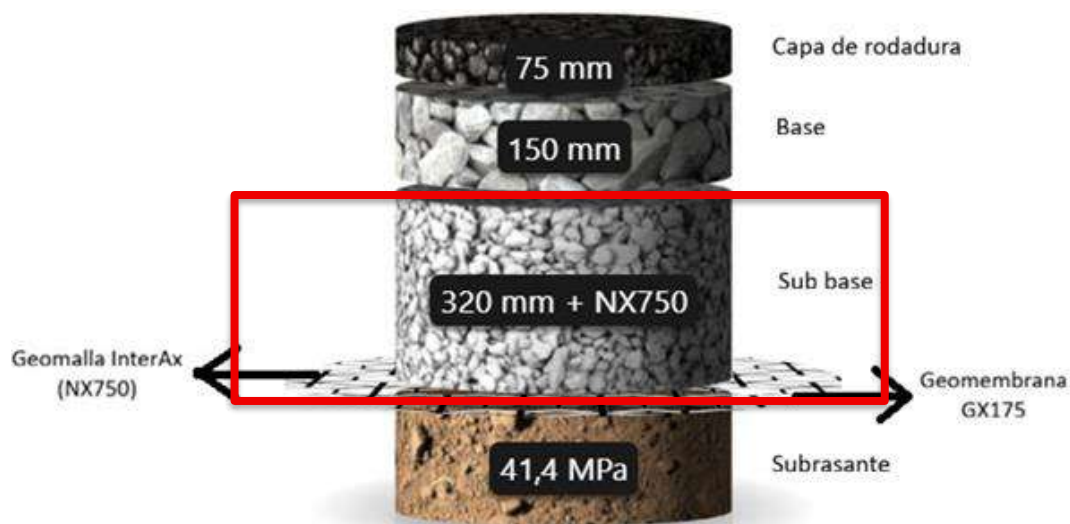
**Descripcion:** Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 626.05$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el area del tramo,  $A = 6.7 \times 626.05 = 4194.54$  metros cuadrados



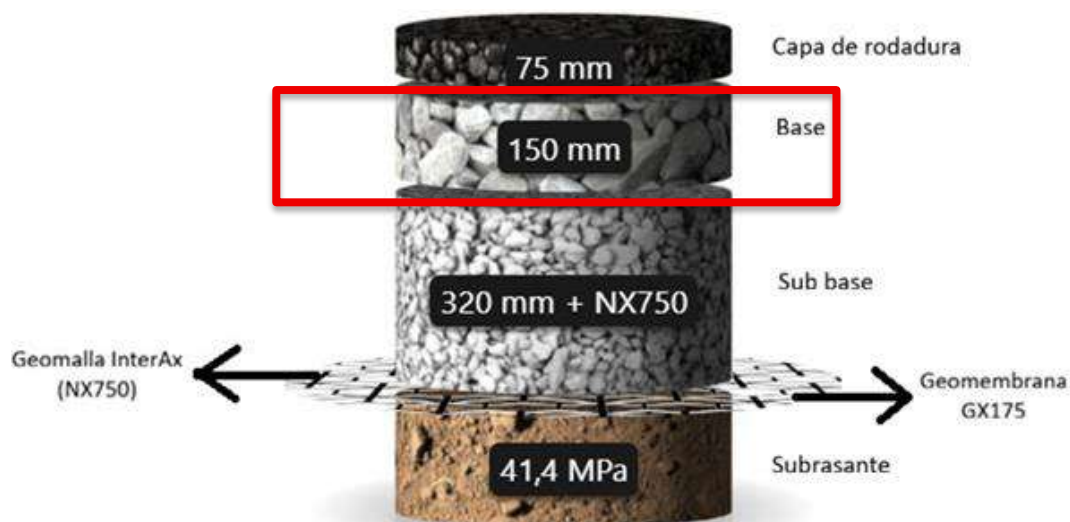
**Rubro:** 2.2 COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750

**Unidad:** M2

**Descripcion:** Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 626.05$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el area del tramo,  $A = 6.7 \times 626.05 = 4194.54$  metros cuadrados



<b>Rubro:</b>	<b>3.1 SUB-BASE CLASE 1</b>
<b>Unidad:</b>	M3
<b>Descripcion:</b>	Se mantiene el área del tramo ya que es el mismo de los rubros anteriores, pero se le agrega el valor del espesor de la sub base, 0.32 metros, para obtener el volumen en metros cúbicos. $V = 4194.54 * 0.32 = 1342.25$ metros cúbicos.
<b>Rubro:</b>	<b>3.2 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte se sub base se toma la cantidad de la capa y se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. $1342.25 * 30 = 40267.54$ metros cubicos por kilometro

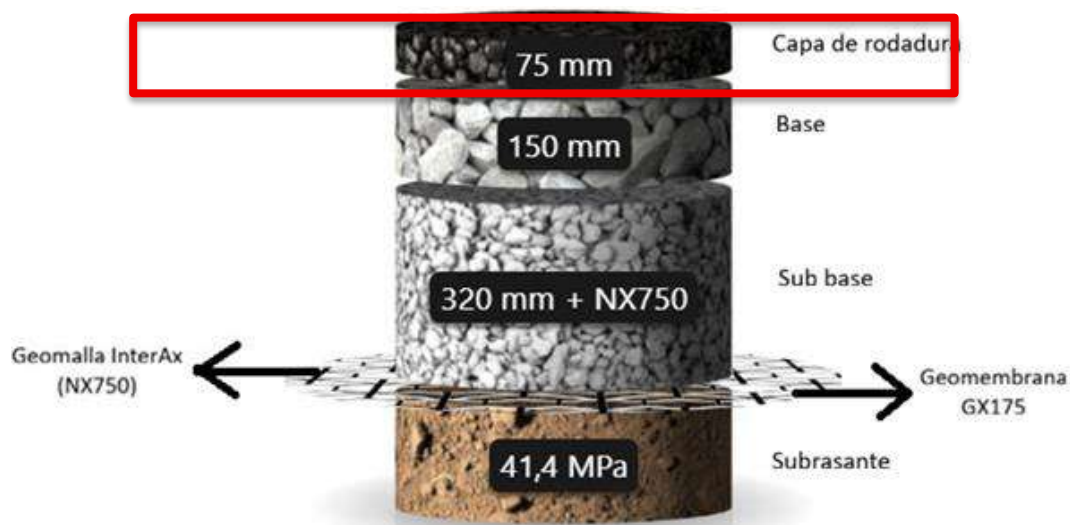


<b>Rubro:</b>	<b>3.3 BASE CLASE 1</b>
<b>Unidad:</b>	M3
<b>Descripcion:</b>	Se mantiene el área del tramo ya que es el mismo de los rubros anteriores, pero se le agrega el valor del espesor de la Base, 0.15 metros, para obtener el volumen en metros cúbicos. $V = 4194.54 * 0.15 = 629.18$ metros cubicos.

<b>Rubro:</b>	<b>3.4 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte se Base se toma la cantidad de la capa y se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. $629.18 * 30 = 18875.41$ metros cubicos por kilometro



<b>Rubro:</b>	<b>4.1 IMPRIMACION ASFALTICA.</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripcion:</b>	Se considera el ancho de la vía, 5 metros, y el largo del tramo, $L = 626.05$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 5,5 \times 626.05 = 3443.28$ metros cuadrados
<b>Rubro:</b>	<b>4.2 CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripcion:</b>	Se considera el ancho de la vía, 5 metros, y el largo del tramo, $L = 626.05$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 5,5 \times 626.05 = 3443.28$ metros cuadrados

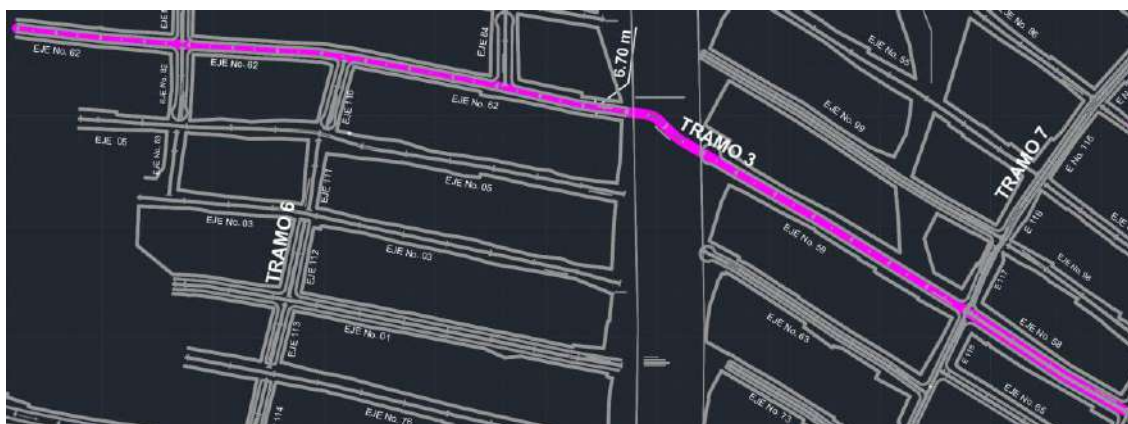


<b>Rubro:</b>	<b>4.3 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte de la Capa de rodadura se toma el área de la capa, se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. También se multiplica por el espesor de la capa en metros, 0,075 metros. $3443.28 * 30 * 0,075 = 7747.37$ metros cubicos por kilometro



<b>Rubro:</b>	<b>5.1 BORDILLO CUNETAS F'C=280 KG/CM2</b>
<b>Unidad:</b>	M
<b>Descripcion:</b>	Para este rubro se calcula la distancia de los bordillos-cunetas en metros lineales, estos se ubican a los lados del tramo de vía. Por lo tanto, se debe multiplicar por dos el metro lineal del bordillo cuneta, 626.05 metros. $L = 2 * 626.05 = 1252.10$ metros





**Rubro:** 2.1 COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175

**Unidad:** M2

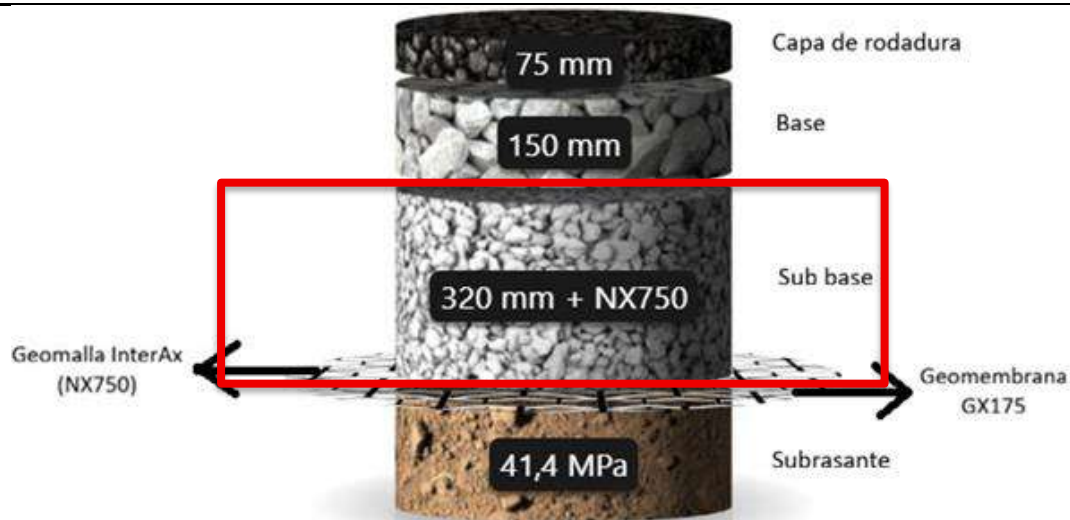
**Descripcion:** Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 539.74$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo,  $A = 6.7 \times 539.74 = 3616.26$  metros cuadrados



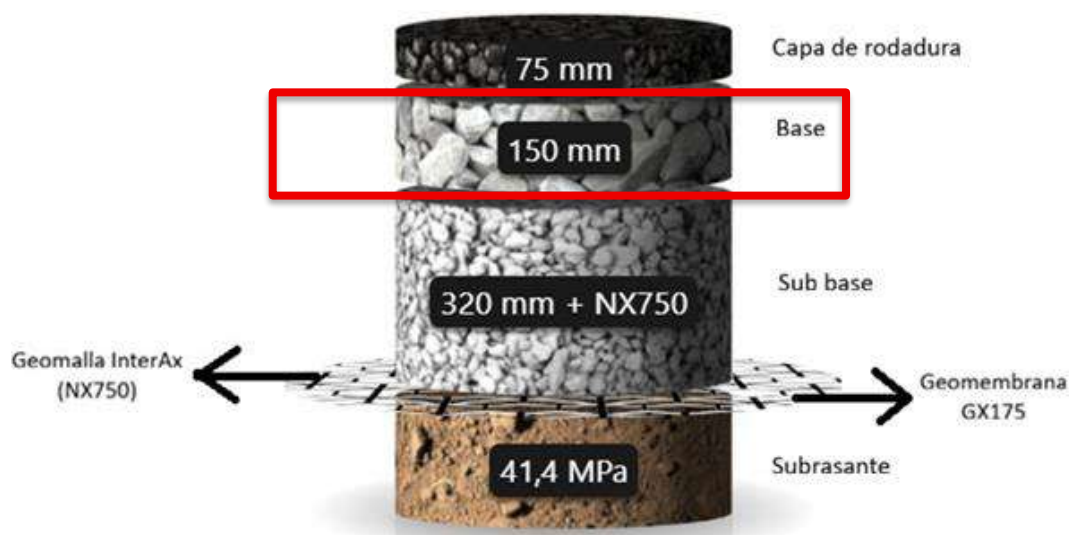
**Rubro:** 2.2 COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750

**Unidad:** M2

**Descripcion:** Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 539.74$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo,  $A = 6.7 \times 539.74 = 3616.26$  metros cuadrados



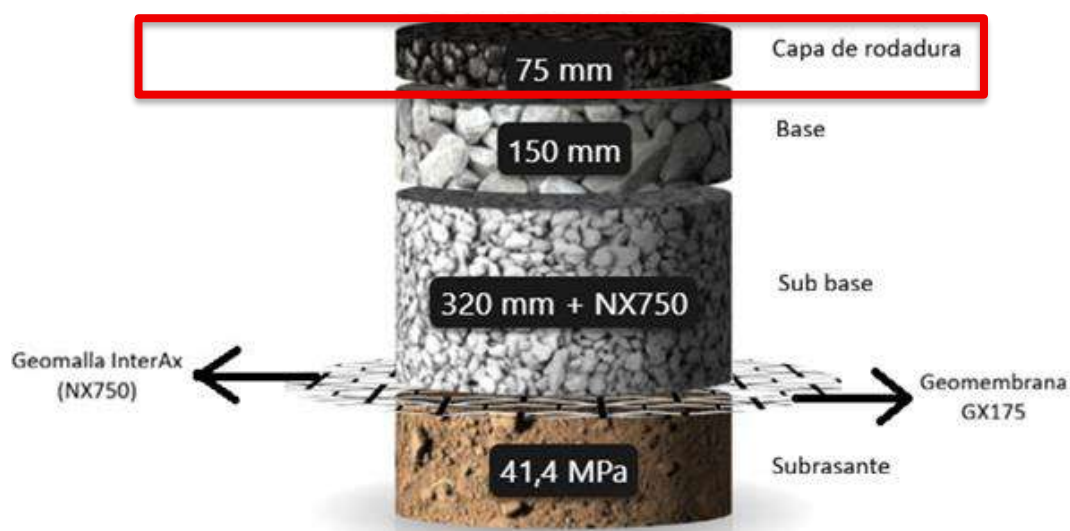
<b>Rubro:</b>	<b>3.1 SUB-BASE CLASE 1</b>
<b>Unidad:</b>	M3
<b>Descripcion:</b>	Se mantiene el área del tramo ya que es el mismo de los rubros anteriores, pero se le agrega el valor del espesor de la sub base, 0.32 metros, para obtener el volumen en metros cúbicos. $V = 3616.26 * 0.32 = 1157.20$ metros cúbicos.
<b>Rubro:</b>	<b>3.2 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte se sub base se toma la cantidad de la capa y se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. $1157.20 * 30 = 34716.08$ metros cúbicos por kilometro



<b>Rubro:</b>	<b>3.3 BASE CLASE 1</b>
<b>Unidad:</b>	M3
<b>Descripcion:</b>	Se mantiene el área del tramo ya que es el mismo de los rubros anteriores, pero se le agrega el valor del espesor de la Base, 0.15 metros, para obtener el volumen en metros cúbicos. $V = 3616.26 * 0.15 = 542.44$ metros cúbicos.
<b>Rubro:</b>	<b>3.4 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte se Base se toma la cantidad de la capa y se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. $542.44 * 30 = 16273.16$ metros cúbicos por kilometro



<b>Rubro:</b>	<b>4.1 IMPRIMACION ASFALTICA.</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripcion:</b>	Se considera el ancho de la vía, 5.5 metros, y el largo del tramo, $L = 539.74$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 5.5 \times 539.74 = 2968.57$ metros cuadrados
<b>Rubro:</b>	<b>4.2 CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripcion:</b>	Se considera el ancho de la vía, 5.5 metros, y el largo del tramo, $L = 539.74$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 5.5 \times 539.74 = 2968.57$ metros cuadrados



<b>Rubro:</b>	<b>4.3 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte de la Capa de rodadura se toma el área de la capa, se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. También se multiplica por el espesor de la capa en metros, 0,075 metros. $2968.57 * 30 * 0,075 = 6679.28$ metros cúbicos por kilometro



<b>Rubro:</b>	<b>5.1 BORDILLO CUNETETA F'C=280 KG/CM2</b>
<b>Unidad:</b>	M
<b>Descripcion:</b>	Para este rubro se calcula la distancia de los bordillos-cunetas en metros lineales, estos se ubican a los lados del tramo de vía. Por lo tanto, se debe multiplicar por dos el metro lineal del bordillo cuneta, 539.74 metros. $L = 2 * 539.74 = 1079.48$ metros

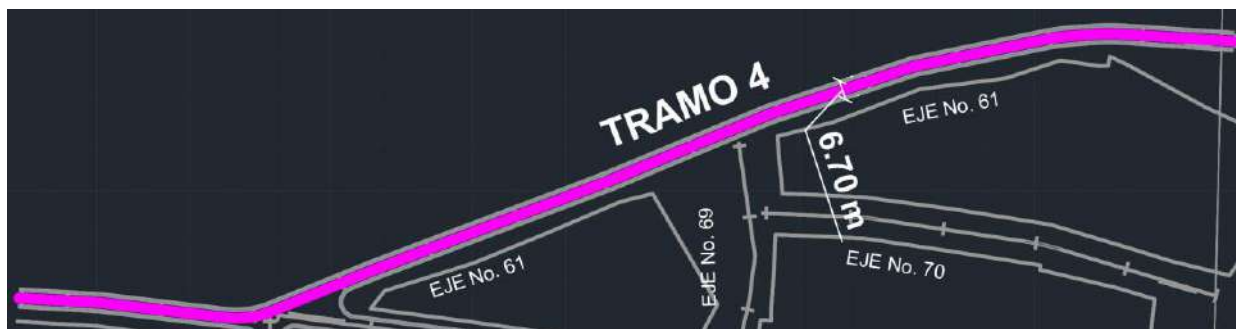


<b>Rubro:</b>	<b>6.1 SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)</b>
<b>Unidad:</b>	M
<b>Descripcion:</b>	La cantidad de este rubro es igual al largo del tramo de vía, 539.74 metros.
<b>Rubro:</b>	<b>6.2 SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA</b>
<b>Unidad:</b>	U
<b>Descripcion:</b>	La cantidad es igual a la cantidad de señaléticas que se encuentran en la acera de la vía. $U = 9$ unidades

#### Cantidades del Tramo #4



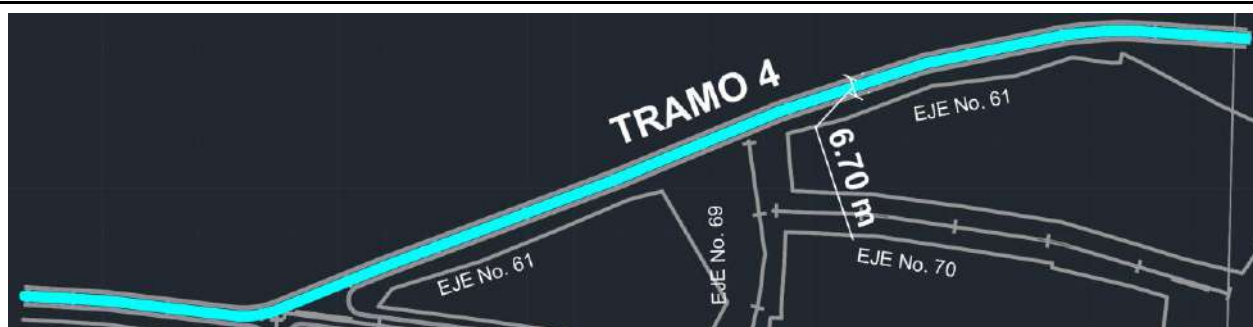
<b>Rubro:</b>	<b>1.1 DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripcion:</b>	Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo, $L = 269.75$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 6.7 \times 269.75 = 1807.33$ metros cuadrados



**Rubro:** 2.1 COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175

**Unidad:** M2

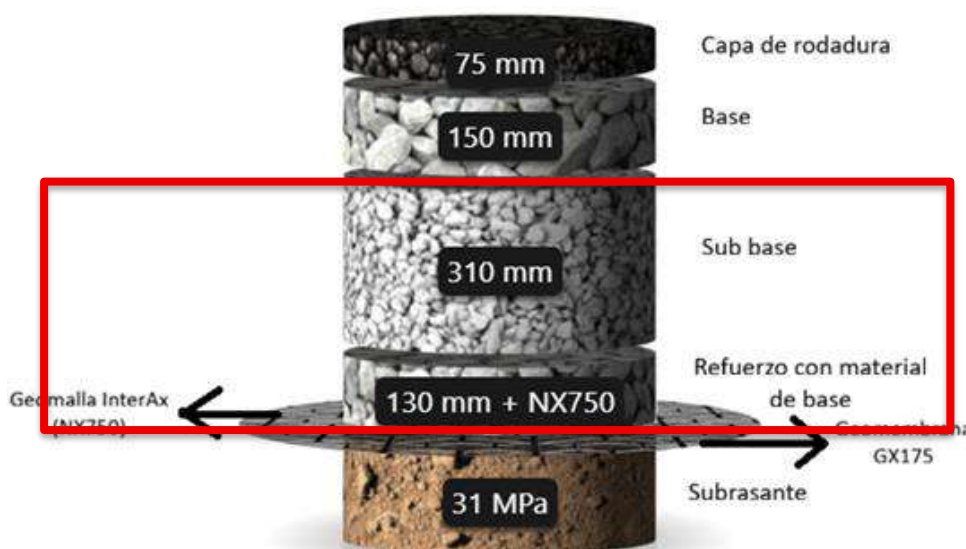
**Descripcion:** Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 269.75$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo,  $A = 6.7 \times 269.75 = 1807.33$  metros cuadrados



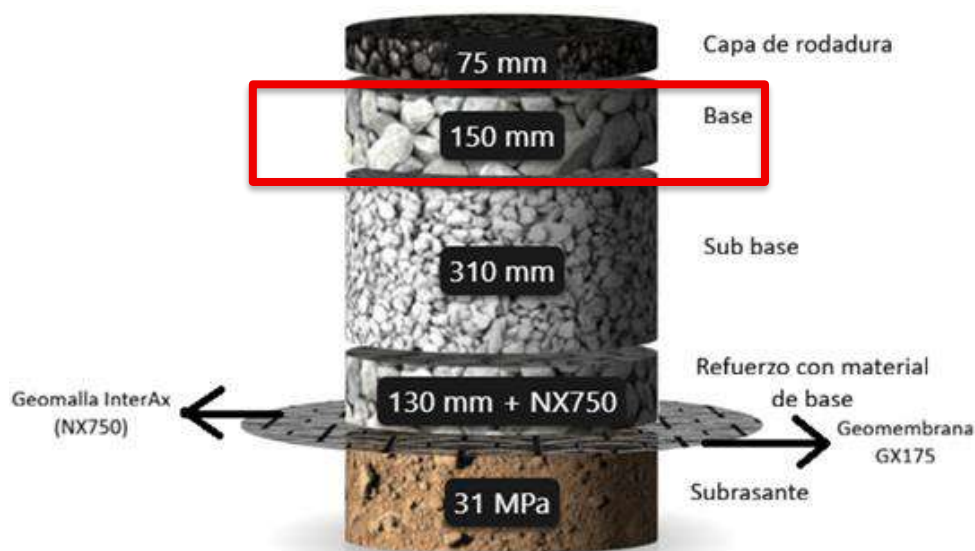
**Rubro:** 2.2 COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750

**Unidad:** M2

**Descripcion:** Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 269.75$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo,  $A = 6.7 \times 269.75 = 1807.33$  metros cuadrados



<b>Rubro:</b>	<b>3.1 SUB-BASE CLASE 1</b>
<b>Unidad:</b>	M3
<b>Descripcion:</b>	Se mantiene el área del tramo ya que es el mismo de los rubros anteriores, pero se le agrega el valor del espesor de la sub base y del refuerzo con el mismo material, 0.44 metros, para obtener el volumen en metros cúbicos. $V = 1807.33 * 0.44 = 795.22$ metros cúbicos.
<b>Rubro:</b>	<b>3.2 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte se sub base se toma la cantidad de la capa y se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. $1807.33 * 30 = 23856.69$ metros cúbicos por kilometro



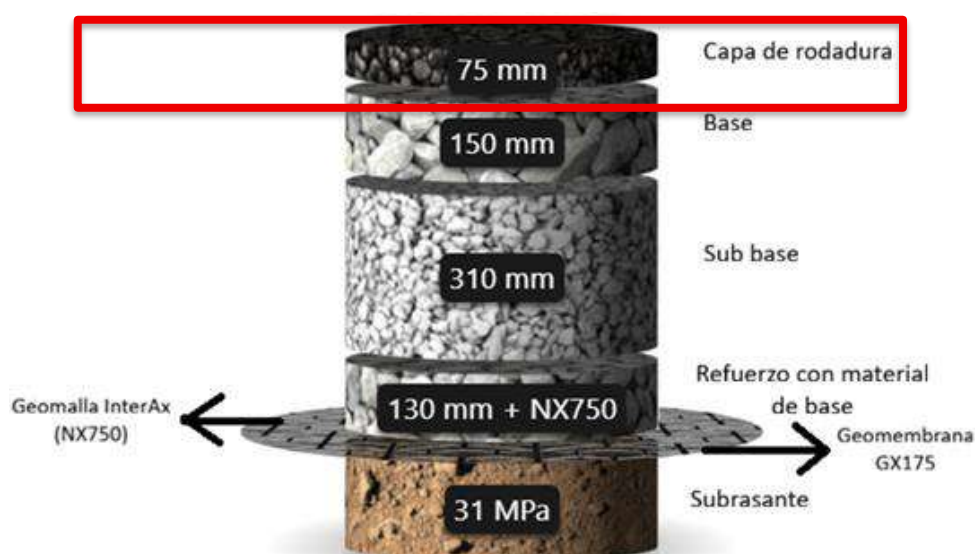
<b>Rubro:</b>	<b>3.3 BASE CLASE 1</b>
<b>Unidad:</b>	M3
<b>Descripcion:</b>	Se mantiene el área del tramo ya que es el mismo de los rubros anteriores, pero se le agrega el valor del espesor de la Base, 0.15 metros, para obtener el volumen en metros cúbicos. $V = 1807.33 * 0.15 = 271.10$ metros cúbicos.

<b>Rubro:</b>	<b>3.4 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte se Base se toma la cantidad de la capa y se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. $271.10 * 30 = 8132.96$ metros cúbicos por kilometro



<b>Rubro:</b>	<b>4.1 IMPRIMACION ASFALTICA.</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripcion:</b>	Se considera el ancho de la vía, 5.5 metros, y el largo del tramo, $L = 269.75$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 5.5 \times 269.75 = 1483.63$ metros cuadrados

<b>Rubro:</b>	<b>4.2 CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripcion:</b>	Se considera el ancho de la vía, 5.5 metros, y el largo del tramo, $L = 269.75$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 5.5 \times 269.75 = 1483.63$ metros cuadrados

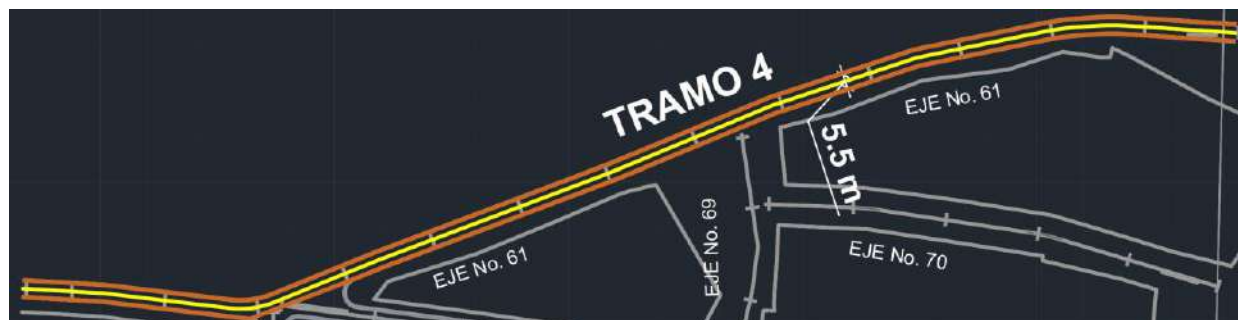


<b>Rubro:</b>	<b>4.3 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
---------------	---

**Unidad:** M3-KM

**Descripcion:**

Para el transporte de la Capa de rodadura se toma el área de la capa, se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. También se multiplica por el espesor de la capa en metros, 0,075 metros.  $1483.63 * 30 * 0,075 = 3338.16$  metros cúbicos por kilometro

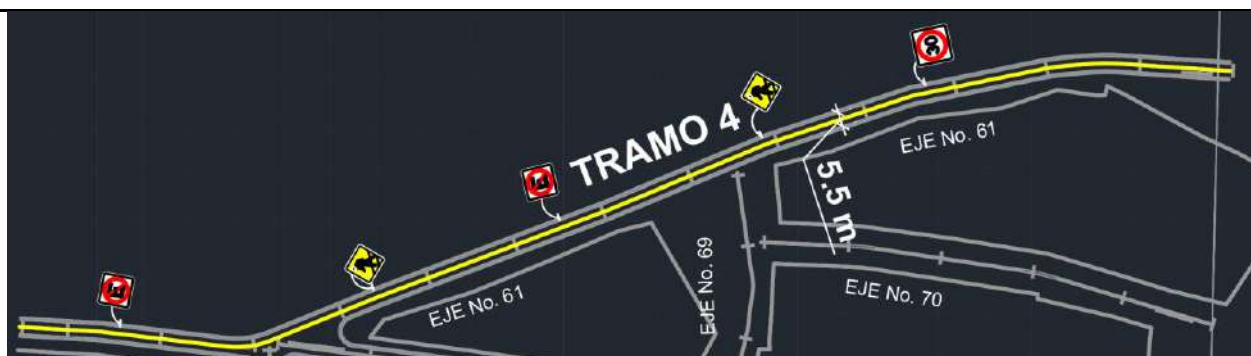


**Rubro:** 5.1 BORDILLO CUNETAS F'C=280 KG/CM2

**Unidad:** M

**Descripcion:**

Para este rubro se calcula la distancia de los bordillos-cunetas en metros lineales, estos se ubican a los lados del tramo de vía. Por lo tanto, se debe multiplicar por dos el metro lineal del bordillo cuneta,  $269.75 \text{ metros} * 2 = 539.50 \text{ metros}$



**Rubro:** 6.1 SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)

**Unidad:** M

**Descripcion:**

La cantidad de este rubro es igual al largo del tramo de vía, 269.75 metros.

**Rubro:** 6.2 SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA

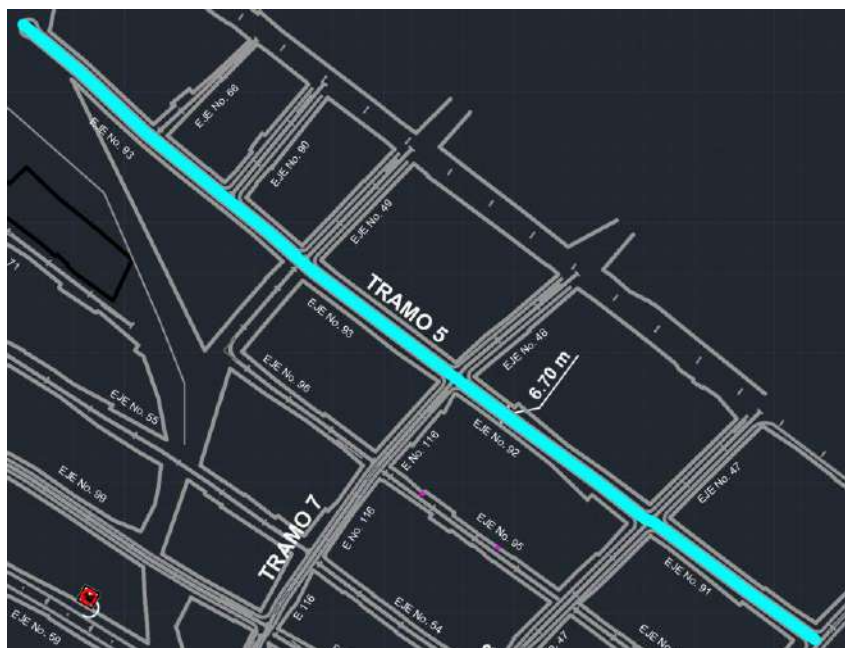
**Unidad:** U

**Descripcion:**

La cantidad es igual a la cantidad de señaléticas que se encuentran en la acera de la vía.  $U = 5 \text{ unidades}$



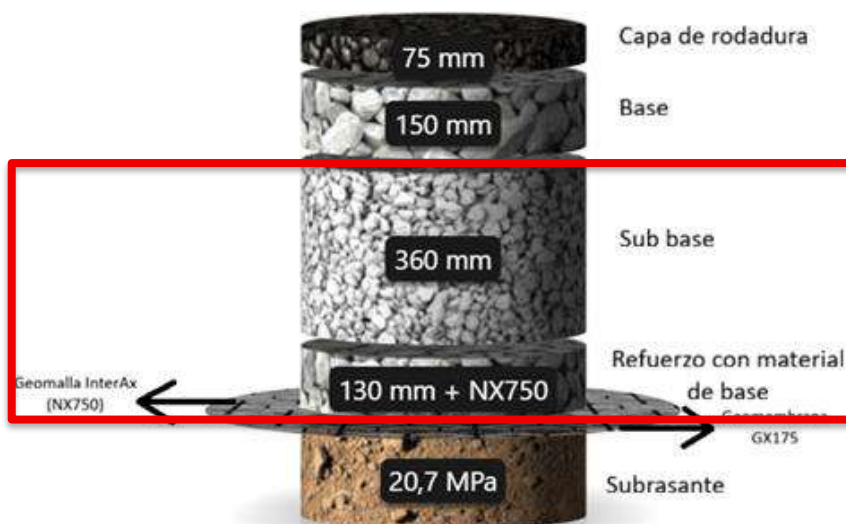
**Descripcion:** Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 385.94$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo,  $A = 6.7 \times 385.94 = 2585.80$  metros cuadrados



**Rubro:** 2.2 COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750

**Unidad:** M2

**Descripcion:** Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 385.94$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo,  $A = 6.7 \times 385.94 = 2585.80$  metros cuadrados

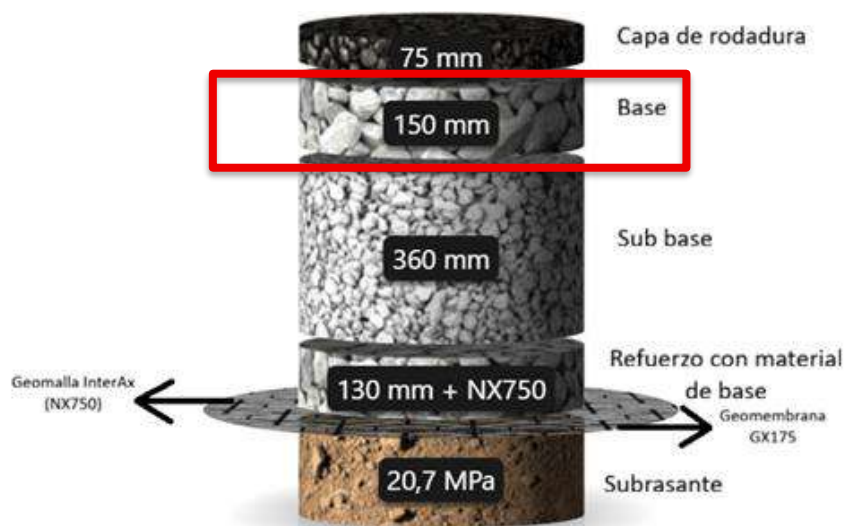


**Rubro:** 3.1 SUB-BASE CLASE 1

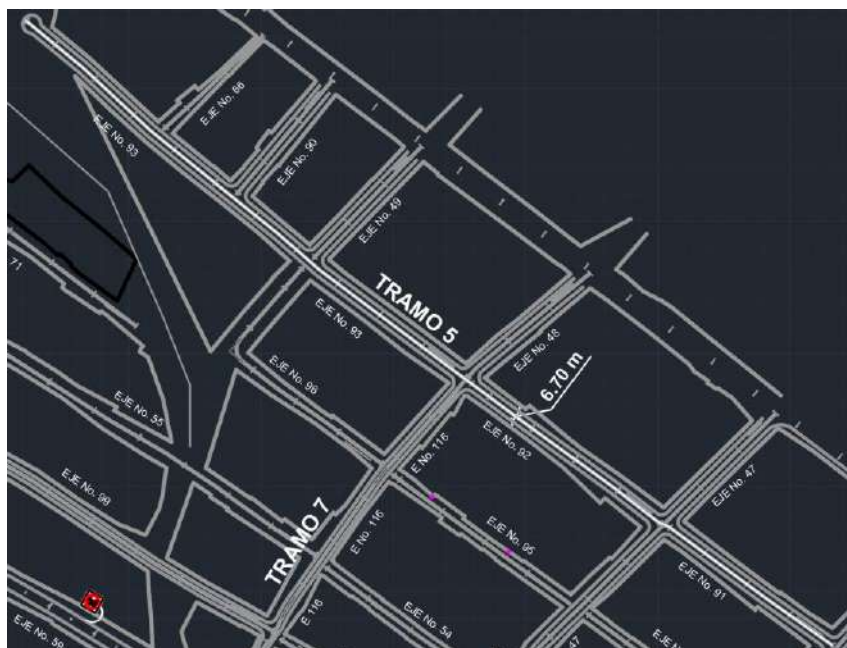
**Unidad:** M3

**Descripcion:** Se mantiene el área del tramo ya que es el mismo de los rubros anteriores, pero se le agrega el valor del espesor de la Sub base, 0.49 metros, para obtener el volumen en metros cúbicos.  $V = 2585.80 \times 0.49 = 1267.04$  metros cúbicos.

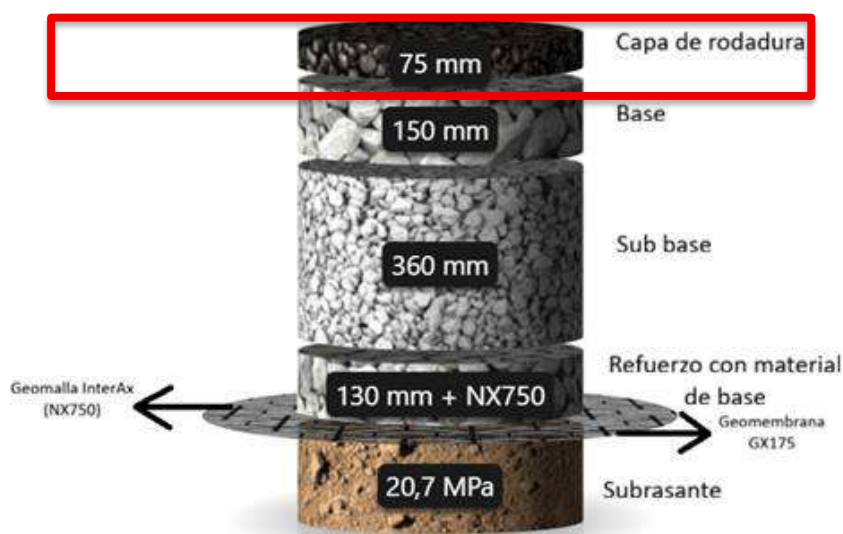
<b>Rubro:</b>	<b>3.2 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte se sub base se toma la cantidad de la capa y se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. $1267.04 * 30 = 38011.23$ metros cubicos por kilometro



<b>Rubro:</b>	<b>3.3 BASE CLASE 1</b>
<b>Unidad:</b>	M3
<b>Descripcion:</b>	Se mantiene el área del tramo ya que es el mismo de los rubros anteriores, pero se le agrega el valor del espesor de la Base, 0.15 metros, para obtener el volumen en metros cúbicos. $V = 2585.80 * 0.15 = 387.87$ metros cubicos.
<b>Rubro:</b>	<b>3.4 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte se Base se toma la cantidad de la capa y se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. $387.87 * 30 = 11636.09$ metros cubicos por kilometro



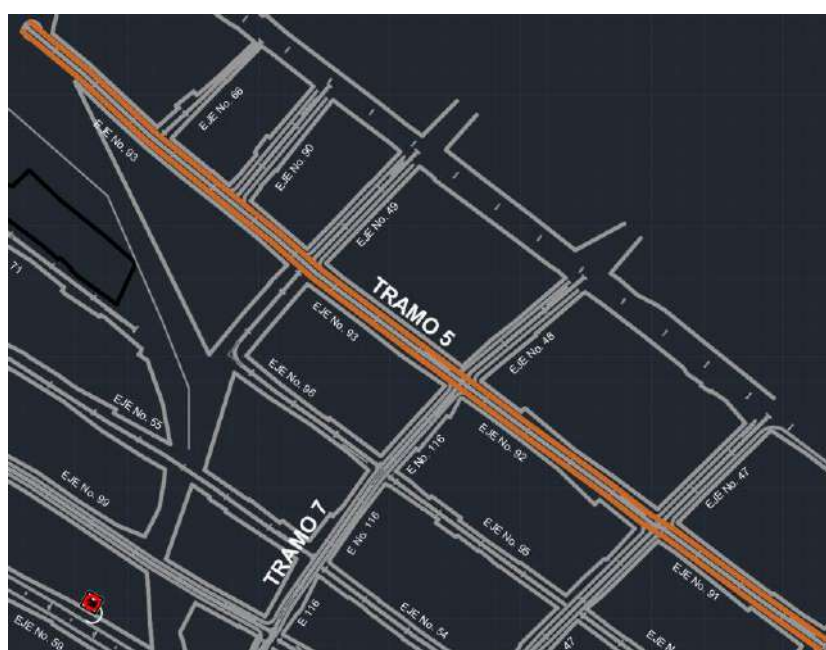
<b>Rubro:</b>	<b>4.1 IMPRIMACION ASFALTICA.</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripcion:</b>	Se considera el ancho de la vía, 5.5 metros, y el largo del tramo, $L = 385.94$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 5.5 \times 385.94 = 2122.67$ metros cuadrados
<b>Rubro:</b>	<b>4.2 CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripcion:</b>	Se considera el ancho de la vía, 5.5 metros, y el largo del tramo, $L = 385.94$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 5.5 \times 385.94 = 2122.67$ metros cuadrados



**Rubro:** 4.3 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM

**Unidad:** M3-KM

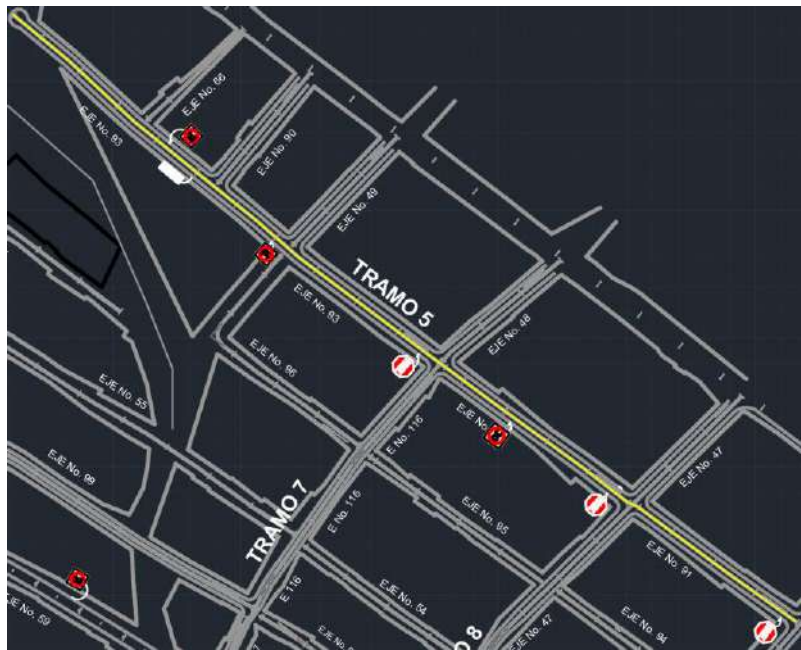
**Descripcion:** Para el transporte de la Capa de rodadura se toma el área de la capa, se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. También se multiplica por el espesor de la capa en metros, 0,075 metros.  $2122.67 * 30 * 0,075 = 4776.01$  metros cúbicos por kilometro



**Rubro:** 5.1 BORDILLO CUNETA F'C=280 KG/CM2

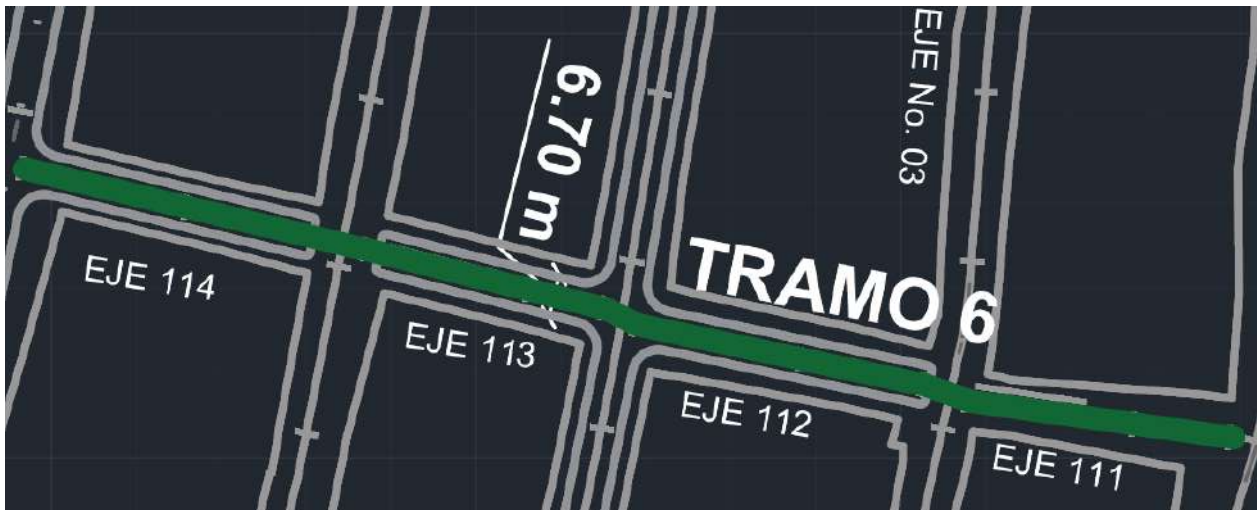
**Unidad:** M

**Descripcion:** Para este rubro se calcula la distancia de los bordillos-cunetas en metros lineales, estos se ubican a los lados del tramo de vía. Por lo tanto, se debe multiplicar por dos el metro lineal del bordillo cuneta,  $385.94$  metros.  $L = 2 * 385.94 = 771.88$  metros



<b>Rubro:</b>	<b>6.1 SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)</b>
<b>Unidad:</b>	M
<b>Descripcion:</b>	La cantidad de este rubro es igual al largo del tramo de vía, 385.94 metros.
<b>Rubro:</b>	<b>6.2 SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA</b>
<b>Unidad:</b>	U
<b>Descripcion:</b>	La cantidad es igual a la cantidad de señaléticas que se encuentran en la acera de la vía. $U = 7$

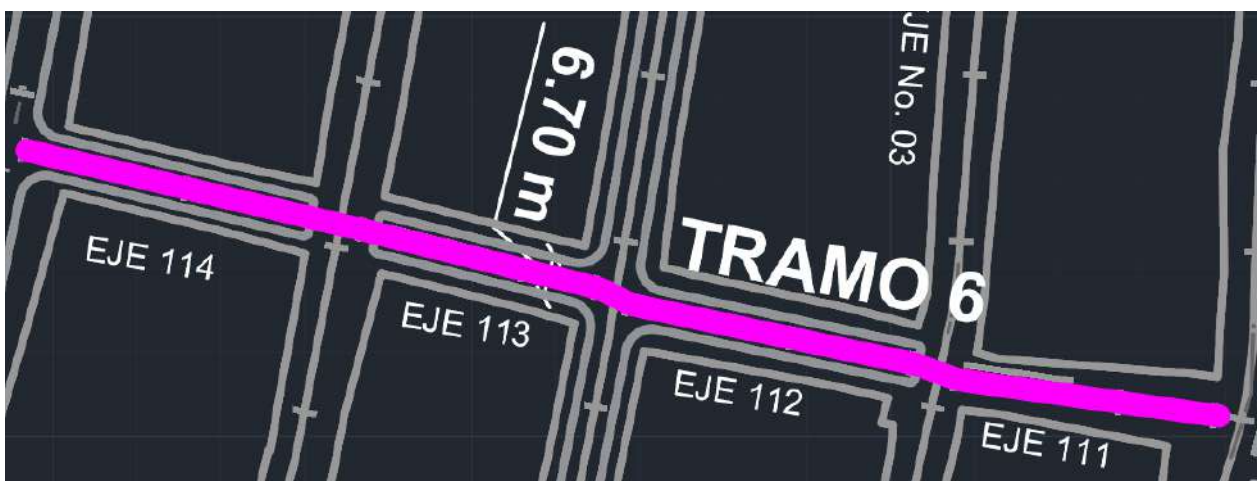
### Cantidades del Tramo #6



**Rubro:** 1.1 DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

**Unidad:** M2

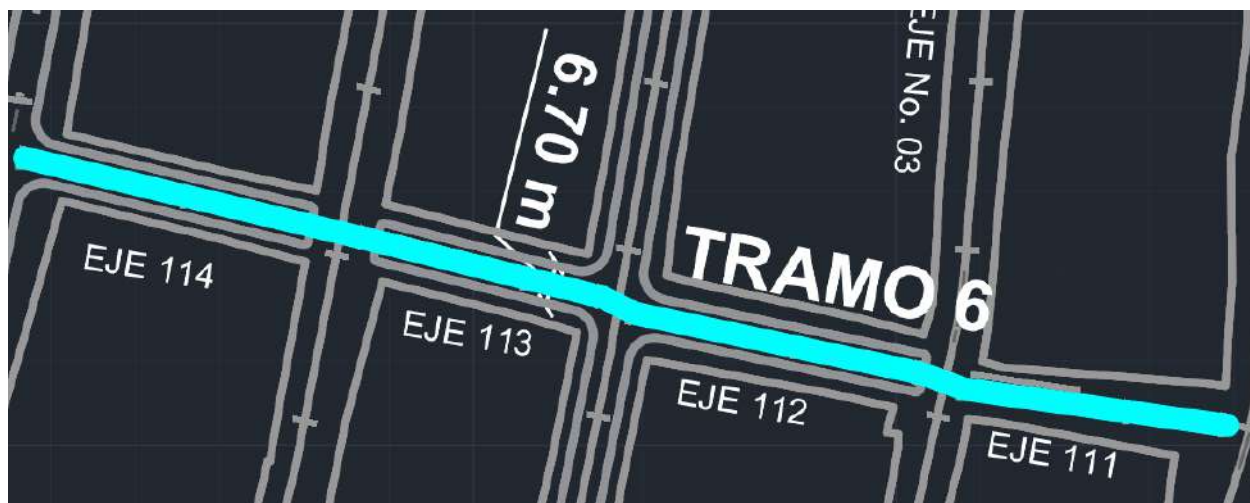
**Descripcion:** Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 146.09$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo,  $A = 6.7 \times 146.09 = 978.80$  metros cuadrados



**Rubro:** 2.1 COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175

**Unidad:** M2

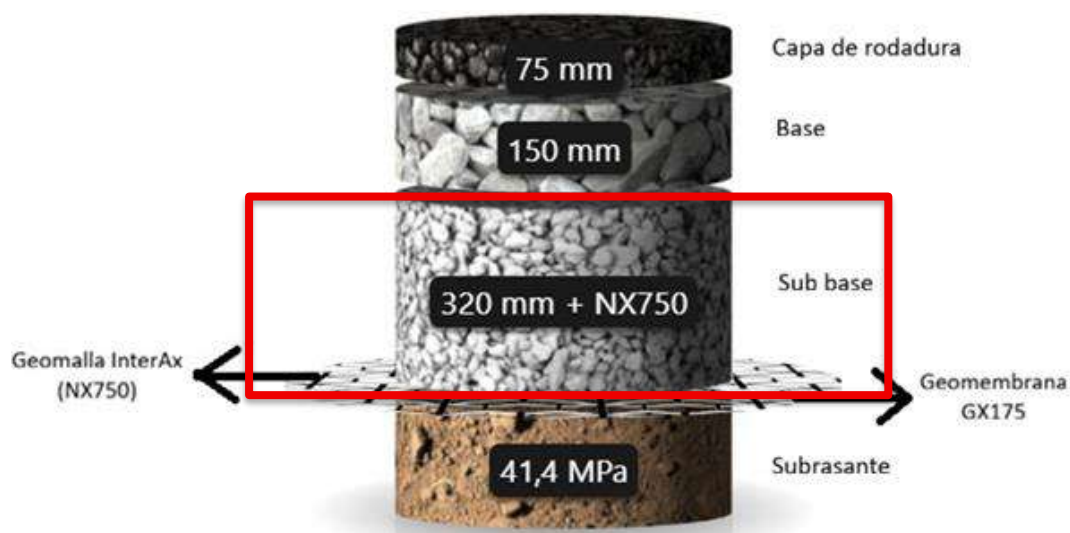
**Descripcion:** Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 146.09$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo,  $A = 6.7 \times 146.09 = 978.80$  metros cuadrados



**Rubro:** 2.2 COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750

**Unidad:** M2

**Descripcion:** Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 146.09$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo,  $A = 6.7 \times 146.09 = 978.80$  metros cuadrados



**Rubro:** 3.1 SUB-BASE CLASE 1

**Unidad:** M3

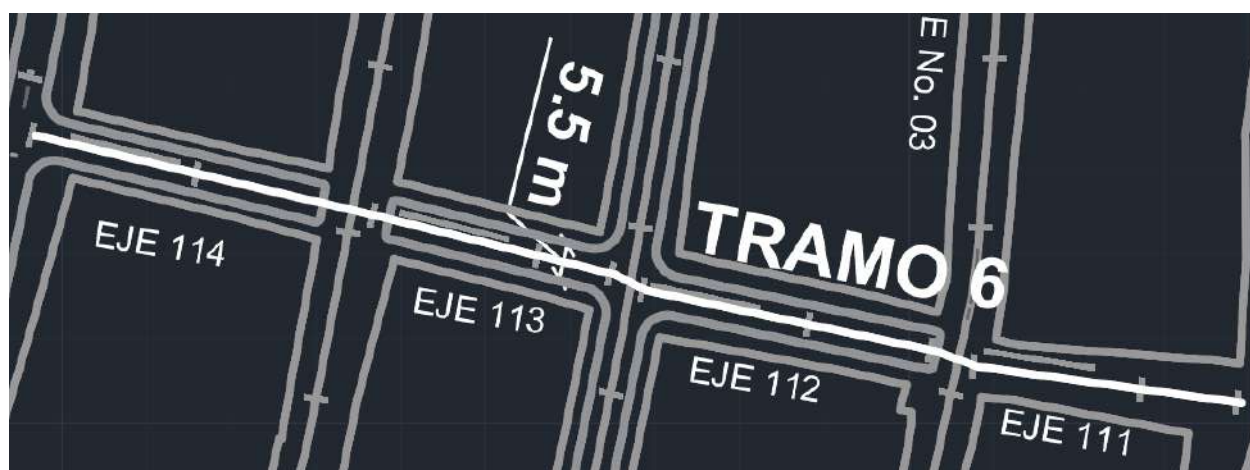
**Descripcion:** Se mantiene el área del tramo ya que es el mismo de los rubros anteriores, pero se le agrega el valor del espesor de la sub base, 0.32 metros, para obtener el volumen en metros cúbicos.  $V = 978.80 \times 0.32 = 313.22$  metros cúbicos.

<b>Rubro:</b>	<b>3.2 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte se sub base se toma la cantidad de la capa y se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. $313.22 * 30 = 9396.51$ metros cúbicos por kilometro

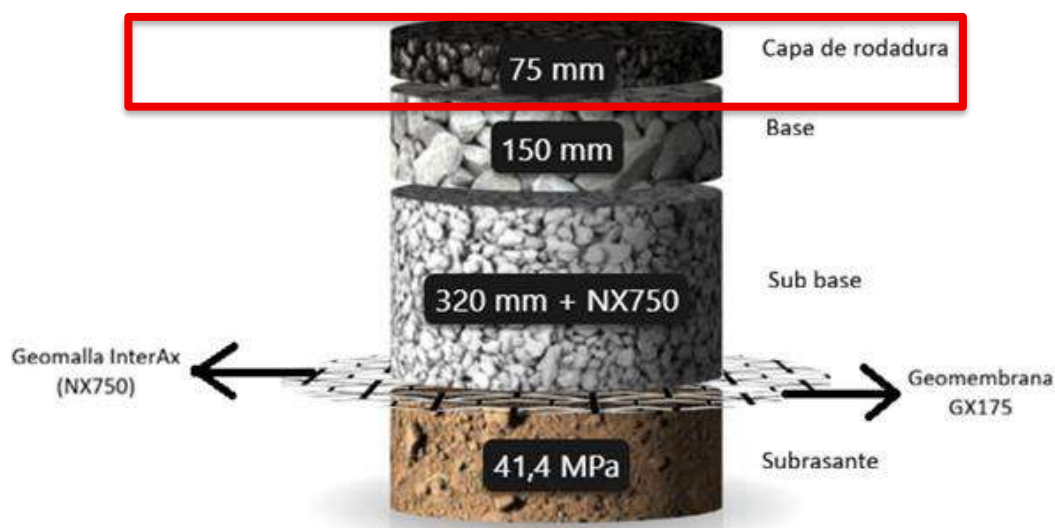


<b>Rubro:</b>	<b>3.3 BASE CLASE 1</b>
<b>Unidad:</b>	M3
<b>Descripcion:</b>	Se mantiene el área del tramo ya que es el mismo de los rubros anteriores, pero se le agrega el valor del espesor de la Base, 0.15 metros, para obtener el volumen en metros cúbicos. $V = 978.80 * 0.15 = 146.82$ metros cubicos.

<b>Rubro:</b>	<b>3.4 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte se Base se toma la cantidad de la capa y se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. $146.82 * 30 = 4404.61$ metros cubicos por kilometro



<b>Rubro:</b>	<b>4.1 IMPRIMACION ASFALTICA.</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripcion:</b>	Se considera el ancho de la vía, 5.5 metros, y el largo del tramo, $L = 146.09$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 5.5 \times 146.09 = 803.50$ metros cuadrados
<b>Rubro:</b>	<b>4.2 CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripcion:</b>	Se considera el ancho de la vía, 5.5 metros, y el largo del tramo, $L = 146.09$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 5.5 \times 146.09 = 803.50$ metros cuadrados



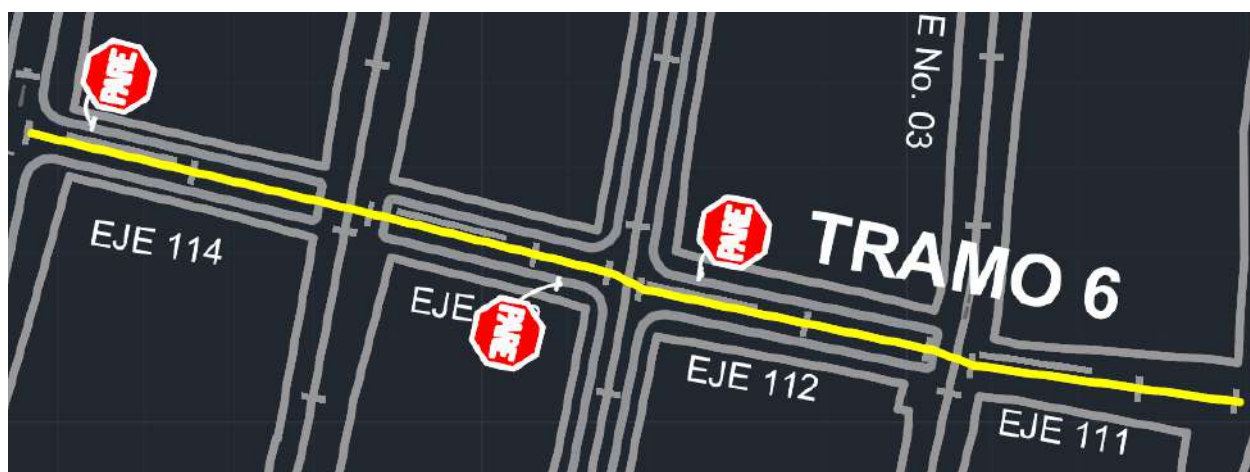
<b>Rubro:</b>	<b>4.3 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte de la Capa de rodadura se toma el área de la capa, se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. También se multiplica por el espesor de la capa en metros, 0,075 metros. $803.50 \times 30 \times 0,075 = 1807.86$ metros cúbicos por kilometro



**Rubro:** 5.1 BORDILLO CUNETETA F'C=280 KG/CM2

**Unidad:** M

**Descripcion:** Para este rubro se calcula la distancia de los bordillos-cunetas en metros lineales, estos se ubican a los lados del tramo de vía. Por lo tanto, se debe multiplicar por dos el metro lineal del bordillo cuneta, 146.09 metros.  $L = 2 * 146.09 = 292.18$  metros



**Rubro:** 6.1 SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)

**Unidad:** M

**Descripcion:** La cantidad de este rubro es igual al largo del tramo de vía, 146.09 metros.

**Rubro:** 6.2 SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA

**Unidad:** U

**Descripcion:** La cantidad es igual a la cantidad de señaléticas que se encuentran en la acera de la vía.  $U = 3$  unidades

### Cantidades del Tramo #7



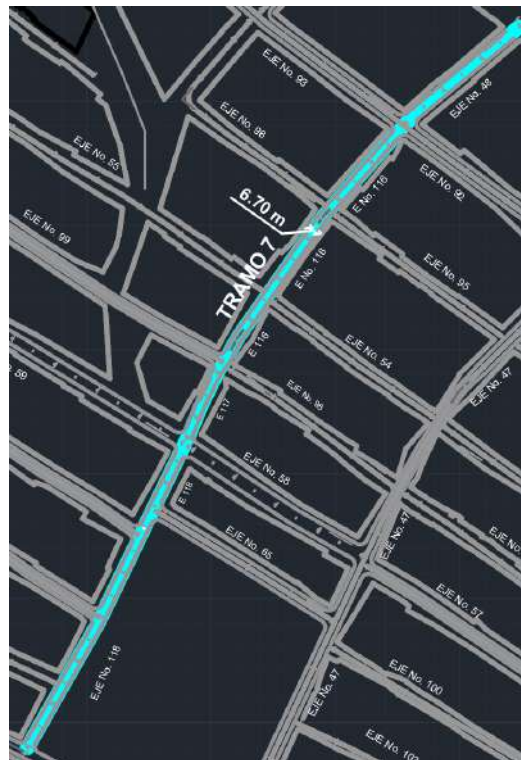
<b>Rubro:</b>	<b>1.1 DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripcion:</b>	Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo, $L = 355.25$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 6.7 \times 355.25 = 2380.18$ metros cuadrados



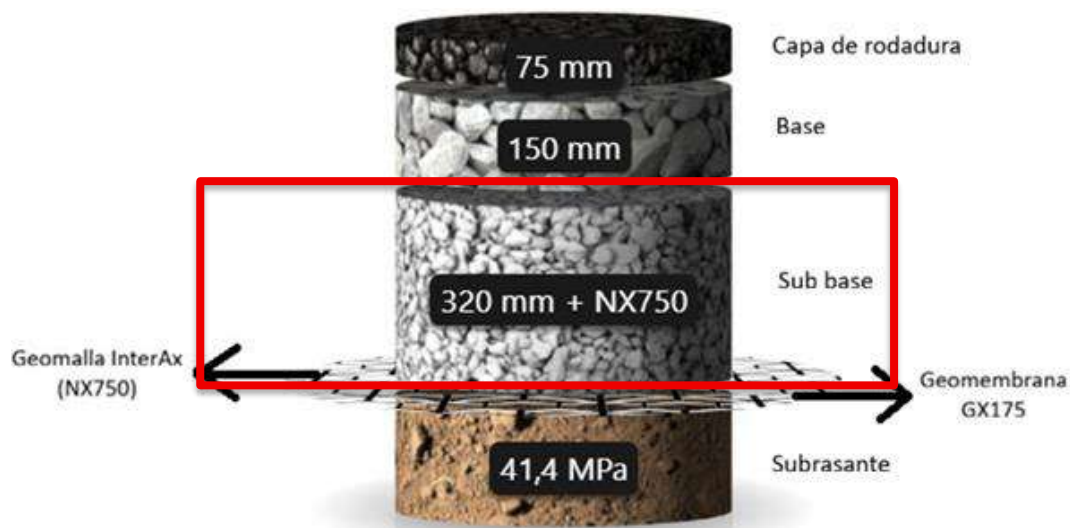
**Rubro:** 2.1 COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175

**Unidad:** M2

**Descripcion:** Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 355.25$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo,  $A = 6.7 \times 355.25 = 2380.18$  metros cuadrados



<b>Rubro:</b>	<b>2.2 COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripción:</b>	Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo, $L = 355.25$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 6.7 \times 355.25 = 2380.18$ metros cuadrados

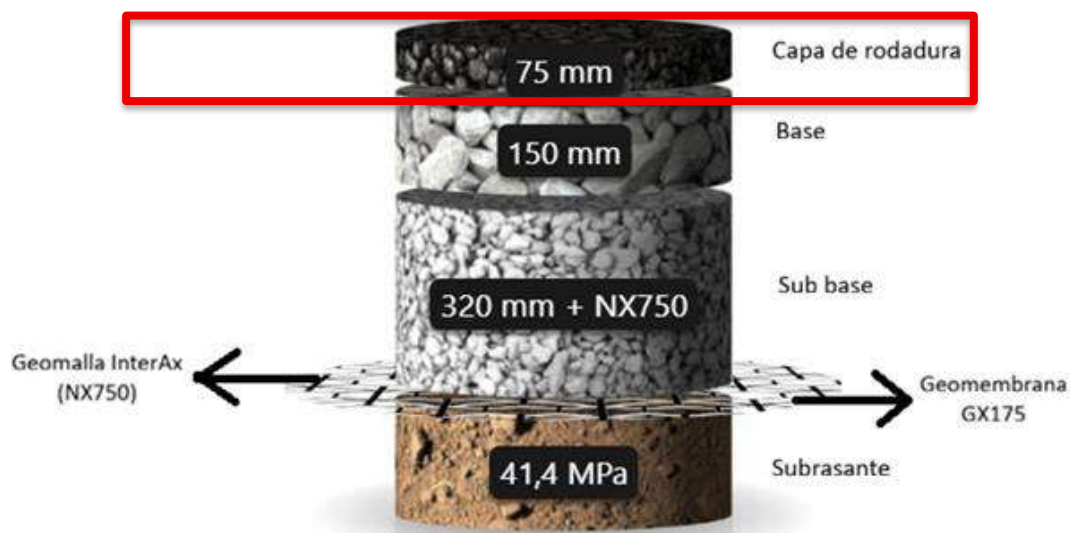


<b>Rubro:</b>	<b>3.1 SUB-BASE CLASE 1</b>
<b>Unidad:</b>	M3
<b>Descripción:</b>	Se mantiene el área del tramo ya que es el mismo de los rubros anteriores, pero se le agrega el valor del espesor de la sub base, 0.32 metros, para obtener el volumen en metros cúbicos. $V = 2380.18 \times 0.32 = 761.66$ metros cúbicos.
<b>Rubro:</b>	<b>3.2 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripción:</b>	Para el transporte se sub base se toma la cantidad de la capa y se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. $761.66 \times 30 = 22849.68$ metros cúbicos por kilometro

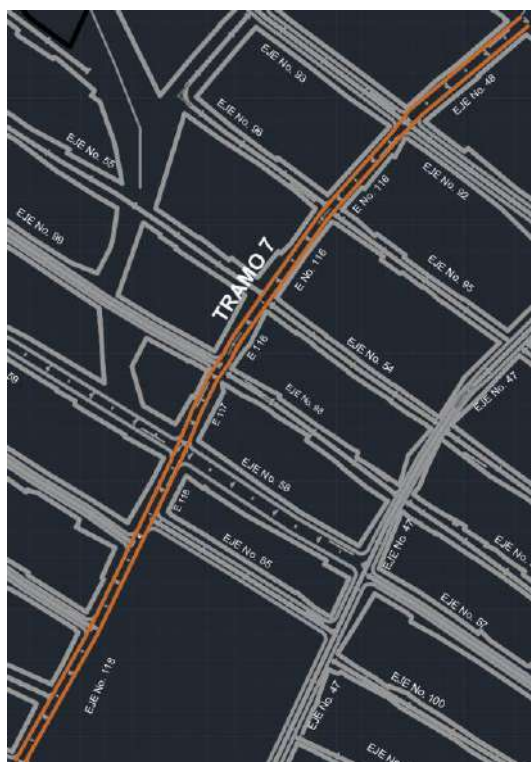


<b>Rubro:</b>	<b>3.3 BASE CLASE 1</b>
<b>Unidad:</b>	M3
<b>Descripcion:</b>	Se mantiene el área del tramo ya que es el mismo de los rubros anteriores, pero se le agrega el valor del espesor de la Base, 0.15 metros, para obtener el volumen en metros cúbicos. $V = 2380.18 * 0.15 = 357.03$ metros cúbicos.
<b>Rubro:</b>	<b>3.4 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte se Base se toma la cantidad de la capa y se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. $357.03 * 30 = 10710.79$ metros cúbicos por kilometro





<b>Rubro:</b>	<b>4.3TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte de la Capa de rodadura se toma el área de la capa, se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. También se multiplica por el espesor de la capa en metros, 0,075 metros. $1953.88 * 30 * 0,075 = 4396.22$ metros cúbicos por kilometro

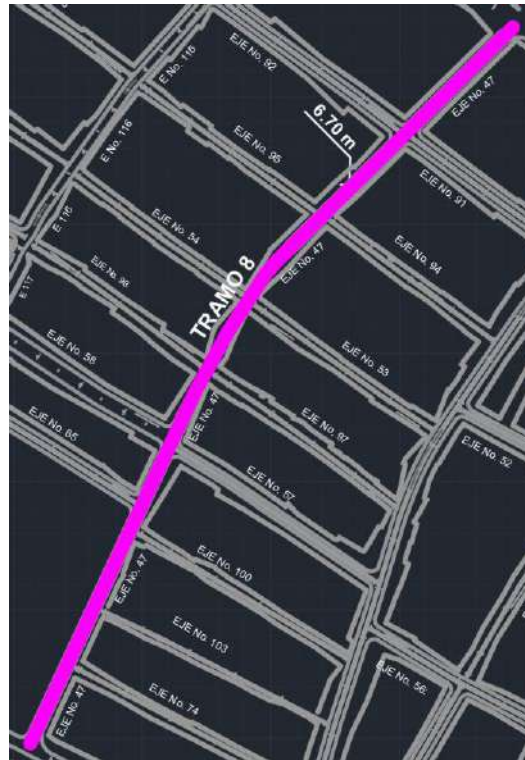




### Cantidades del Tramo #8



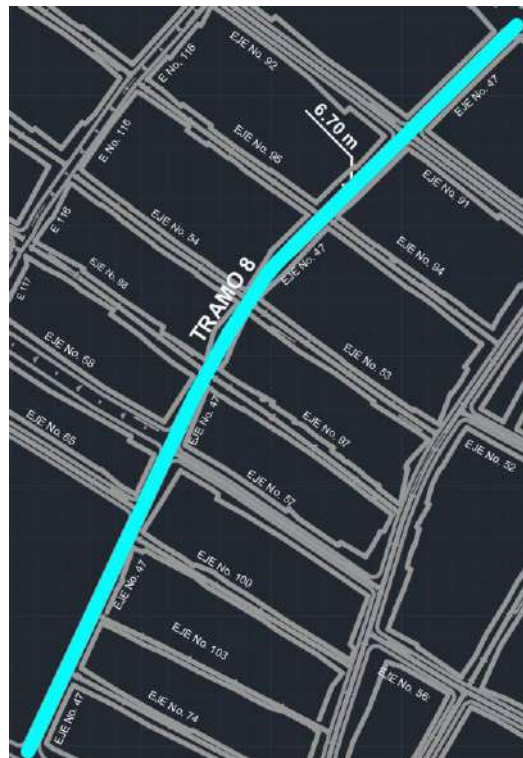
<b>Rubro:</b>	<b>1.1 DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripcion:</b>	Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo, $L = 340.75$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 6.7 \times 340.75 = 2283.03$ metros cuadrados



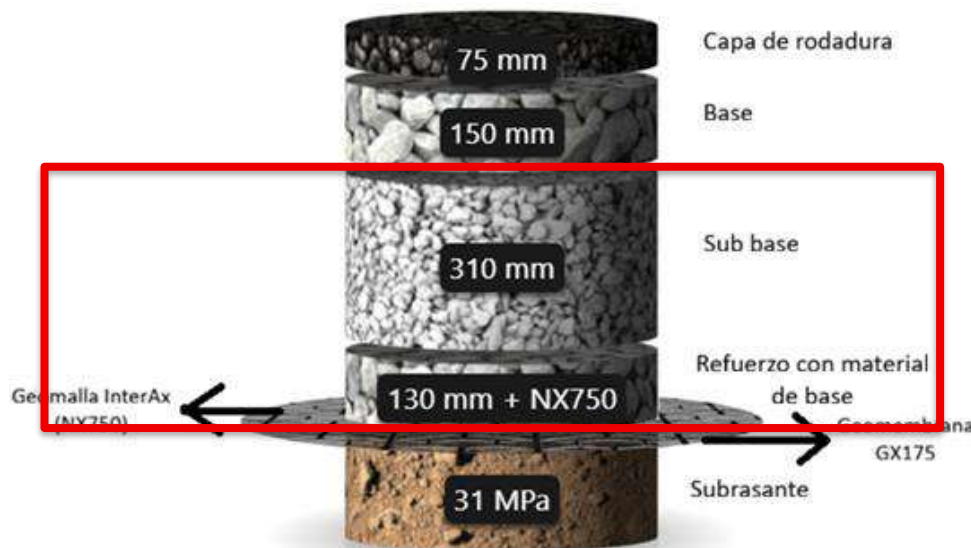
**Rubro:** 2.1 COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175

**Unidad:** M2

**Descripcion:** Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo,  $L = 340.75$  metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo,  $A = 6.7 \times 340.75 = 2283.03$  metros cuadrados

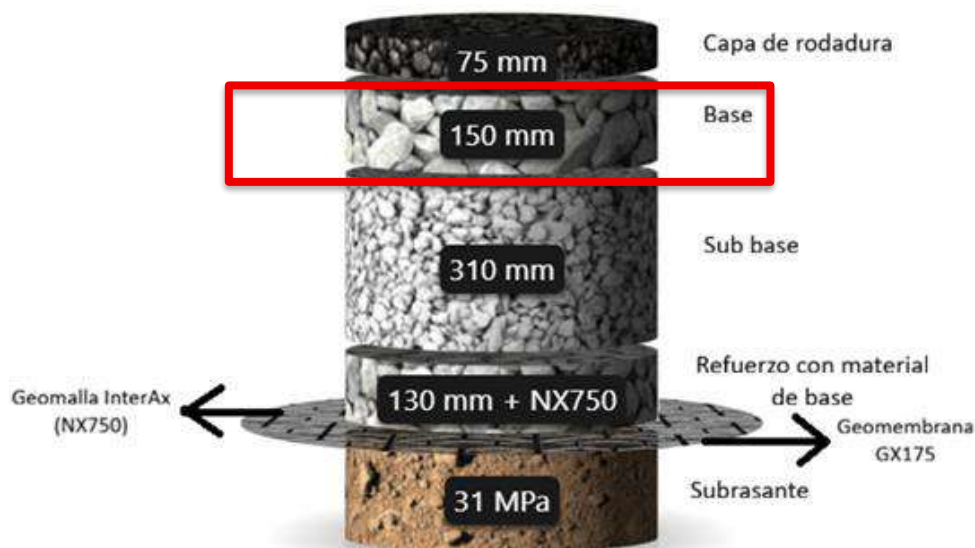


<b>Rubro:</b>	<b>2.2 COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripción:</b>	Se considera el ancho de calzada, 6.7 metros, y el largo del tramo, $L = 340.75$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 6.7 \times 340.75 = 2283.03$ metros cuadrados



<b>Rubro:</b>	<b>3.1 SUB-BASE CLASE 1</b>
<b>Unidad:</b>	M3
<b>Descripción:</b>	Se mantiene el área del tramo ya que es el mismo de los rubros anteriores, pero se le agrega el valor del espesor de la sub base y del refuerzo con el mismo material, 0.44 metros, para obtener el volumen en metros cúbicos. $V = 2283.03 \times 0.44 = 1004.53$ metros cúbicos.

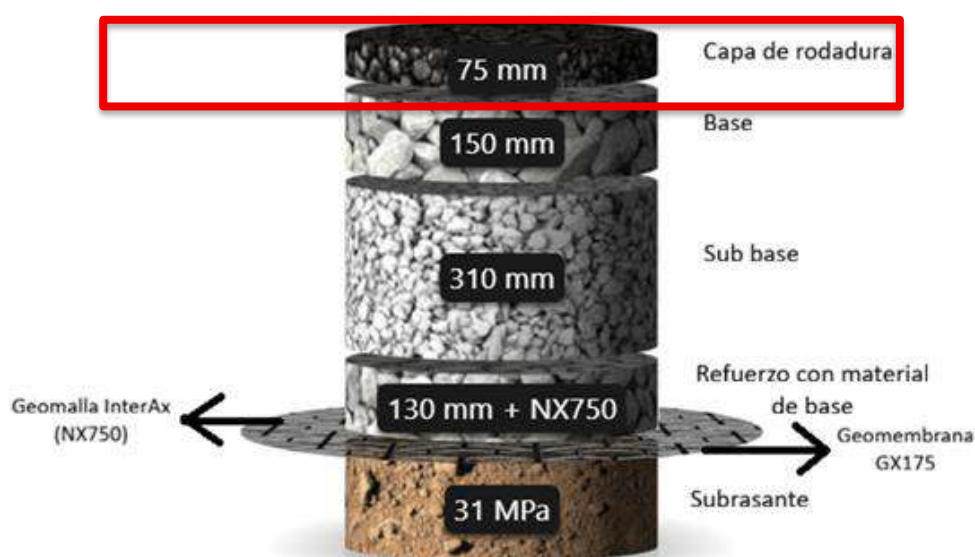
<b>Rubro:</b>	<b>3.2 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripción:</b>	Para el transporte se sub base se toma la cantidad de la capa y se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. $1004.53 \times 30 = 30135.93$ metros cúbicos por kilometro



<b>Rubro:</b>	<b>3.3 BASE CLASE 1</b>
<b>Unidad:</b>	M3
<b>Descripcion:</b>	Se mantiene el área del tramo ya que es el mismo de los rubros anteriores, pero se le agrega el valor del espesor de la Base, 0.15 metros, para obtener el volumen en metros cúbicos. $V = 2283.03 * 0.15 = 342.45$ metros cúbicos.
<b>Rubro:</b>	<b>3.4 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte se Base se toma la cantidad de la capa y se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comprará el material hasta el lugar del proyecto. $342.45 * 30 = 10273.61$ metros cúbicos por kilometro



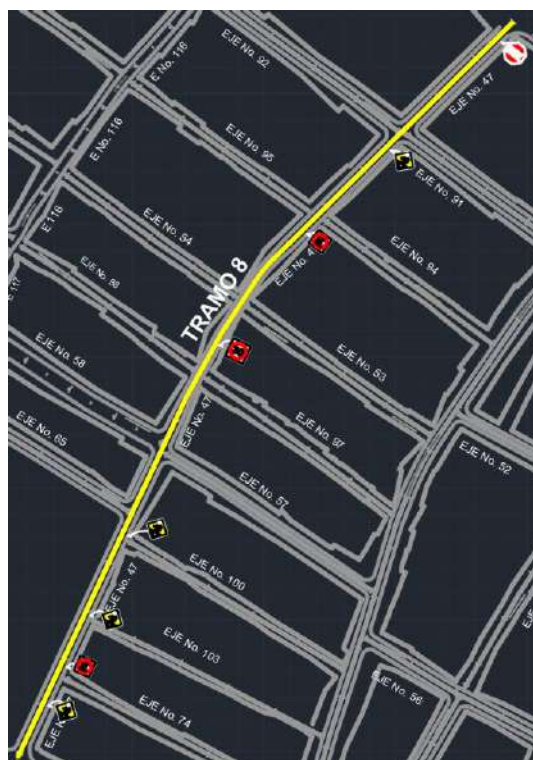
<b>Rubro:</b>	<b>4.1 IMPRIMACION ASFALTICA.</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripcion:</b>	Se considera el ancho de la vía, 5.5 metros, y el largo del tramo, $L = 340.75$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 5.5 \times 340.75 = 1874.13$ metros cuadrados
<b>Rubro:</b>	<b>4.2 CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm</b>
<b>Unidad:</b>	M2
<b>Descripcion:</b>	Se considera el ancho de la vía, 5.5 metros, y el largo del tramo, $L = 340.75$ metros. Una vez tenemos los datos se saca el área del tramo, $A = 5.5 \times 340.75 = 1874.13$ metros cuadrados



<b>Rubro:</b>	<b>4.3 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM</b>
<b>Unidad:</b>	M3-KM
<b>Descripcion:</b>	Para el transporte de la Capa de rodadura se toma el área de la capa, se lo multiplica por la distancia, en kilómetros, de la cantera donde se comparará el material hasta el lugar del proyecto. También se multiplica por el espesor de la capa en metros, 0,075 metros. $1874.13 \times 30 \times 0,075 = 4216.78$ metros cúbicos por kilometro



<b>Rubro:</b>	<b>5.1 BORDILLO CUNETAS F'C=280 KG/CM2</b>
<b>Unidad:</b>	M
<b>Descripcion:</b>	Para este rubro se calcula la distancia de los bordillos-cunetas en metros lineales, estos se ubican a los lados del tramo de vía. Por lo tanto, se debe multiplicar por dos el metro lineal del bordillo cuneta, 340.75 metros. $L = 2 * 340.75 = 681.50$ metros



<b>Rubro:</b>	<b>6.1 SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)</b>
<b>Unidad:</b>	M
<b>Descripcion:</b>	La cantidad de este rubro es igual al largo del tramo de vía, 340.75 metros.
<b>Rubro:</b>	<b>6.2 SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA</b>
<b>Unidad:</b>	U
<b>Descripcion:</b>	La cantidad es igual a la cantidad de señaléticas que se encuentran en la acera de la vía. U = 8 unidades-

## 5.5 Costo del proyecto

### 5.5.1 Costos por metro lineal

Una vez ya obtenidos los presupuestos de los 8 tramos de vía urbana, se calcula el valor por metro lineal en \$ de cada uno de los tramos. Para este cálculo se usa la siguiente fórmula:

$$\text{Costo por metro lineal} = \frac{\text{Costo total del tramo (\$)}}{\text{Longitud del tramo (m)}}$$

Por ejemplo, para el tramo uno, con una longitud de tramo de 369.74 m y con un costo de proyecto de \$141023.10, se calculó de la siguiente forma:

$$\text{Costo por metro lineal} = \frac{\$141023.10}{369.74 \text{ m}} = 381.41 \frac{\$}{\text{m}}$$

**Tabla 122**

*Tabla costos por metro lineal de cada tramo de vía*

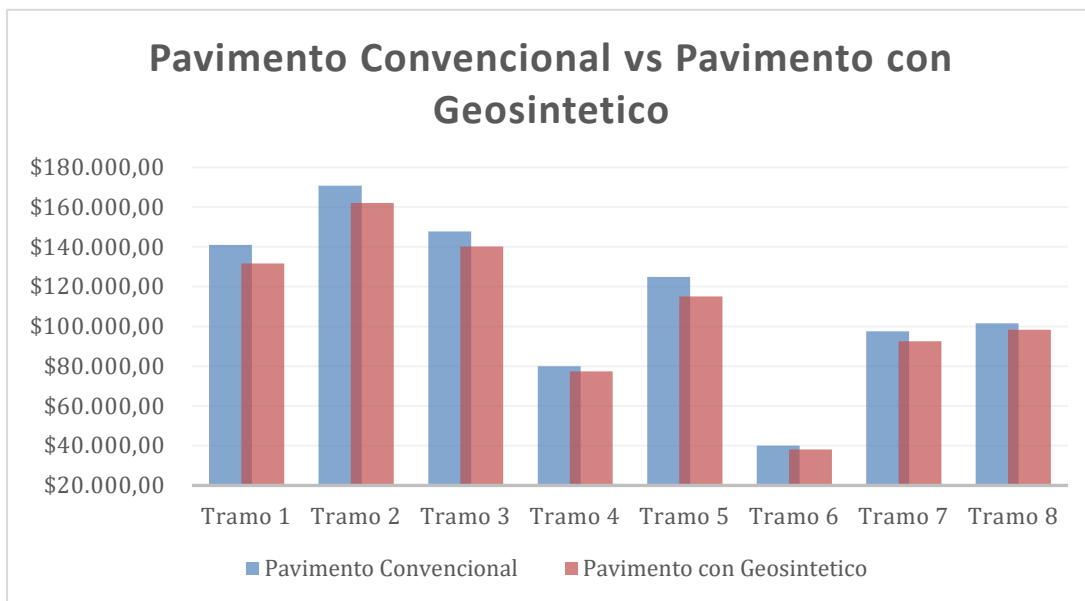
Tramos	Longitud	Pavimento Convencional		Pavimento con Geosintético	
		Costo	Costo por metro lineal	Costo	Costo por metro lineal
	metros	\$	\$/m	\$	\$/m
Tramo 1	369,74	141023,1	381,41	131715,44	356,24
Tramo 2	626,05	170785,39	272,80	162066,03	258,87
Tramo 3	539,74	147685,88	273,62	140168,61	259,70
Tramo 4	269,75	79983,69	296,51	77440,17	287,08
Tramo 5	385,94	124819,3	323,42	115103,83	298,24
Tramo 6	146,09	40093,28	274,44	38058,6	260,51
Tramo 7	355,25	97433,09	274,27	92485,32	260,34
Tramo 8	340,75	101604,8	298,18	98391,8	288,75

### 5.5.2 Comparativa de Costos entre ambas alternativas

Como se definió las alternativas previamente, la propuesta de solución para este proyecto fue diseñar un pavimento flexible convencional y, por otro lado, diseñar un pavimento flexible con refuerzo de geosintético. Por lo mismo que se hará un análisis comparativo entre ambas alternativas para así poder definir la alternativa ganadora ahora económicamente hablando.

**Figura 79**

*Gráfica comparativa de costos de ambas alternativas.*



**Tabla 125**

*Tabla comparativa de costos de ambas alternativas.*

Pavimento Convencional		Pavimento con Geosintético	
Tramos	Costo	Tramo	Costo
Tramo 1	\$ 141.023,10	Tramo 1	\$ 131.715,44
Tramo 2	\$ 170.785,39	Tramo 2	\$ 162.066,03
Tramo 3	\$ 147.685,88	Tramo 3	\$ 140.168,61
Tramo 4	\$ 79.983,69	Tramo 4	\$ 77.440,17
Tramo 5	\$ 124.819,30	Tramo 5	\$ 115.103,83
Tramo 6	\$ 40.093,28	Tramo 6	\$ 38.058,60
Tramo 7	\$ 97.433,09	Tramo 7	\$ 92.485,32
Tramo 8	\$ 101.604,80	Tramo 8	\$ 98.391,80
TOTAL	\$ 903.428,54	TOTAL	\$ 855.429,79
	AHORRO	\$	47.998,75

Como se observa en la tabla comparativa, es importante resaltar que la alternativa ganadora económicamente hablando es la alternativa del diseño del pavimento flexible con refuerzo de geosintético, teniendo un ahorro de \$47.998,75 Cuarenta y Siete mil, Novecientos Noventa y Ocho con 75/100 dólares de los Estados Unidos de América.







**Cronograma Tramo #4**

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	Rendimiento	Dias	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5		SEMANA 6		SEMANA 7		SEMANA 8		SEMANA 9		SEMANA 10		SEMANA 11								
									L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 1.265,13</b>																															
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	1.807,33	\$ 0,70	\$ 1.265,13	0,0052	9,00																													
	<b>2</b>	<b>GEOSINTÉTICO</b>				<b>\$18.868,47</b>																															
2	2.1	COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175	m2	1.807,33	\$ 5,32	\$ 9.614,97	0,0027	4,00																													
3	2.2	COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750	m2	1.807,33	\$ 5,12	\$ 9.253,50	0,0027	4,00																													
	<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$35.858,77</b>																															
4	3.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	795,22	\$ 23,07	\$18.345,79	0,0031	2,00																													
5	3.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	23.856,69	\$ 0,35	\$ 8.349,84	0,0010	23,00																													
6	3.3	BASE CLASE 1	m3	271,10	\$ 23,30	\$ 6.316,60	0,0035	1,00																													
7	3.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	8.132,96	\$ 0,35	\$ 2.846,54	0,0010	8,00																													
	<b>4</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$19.921,37</b>																															
8	4.1	IMPRIMACION ASFALTICA.	m2	1.483,63	\$ 1,19	\$ 1.765,51	0,0017	2,00																													
9	4.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm	m2	1.483,63	\$ 11,45	\$16.987,51	0,0034	5,00																													
10	4.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	3.338,16	\$ 0,35	\$ 1.168,35	0,0010	3,00																													
	<b>5</b>	<b>BORDILLO-CUNETETA</b>				<b>\$15.753,40</b>																															
11	5.1	BORDILLO CUNETETA F'C=280 KG/CM2	m	539,50	\$ 29,20	\$15.753,40	0,0156	8,00																													
	<b>6</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 1.526,42</b>																															
12	6.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	269,75	\$ 1,73	\$ 466,67	0,0078	2,00																													
13	6.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	5,00	\$ 211,95	\$ 1.059,75	0,7300	3,00																													
<b>TOTAL</b>						<b>\$77.440,17</b>		<b>51,00</b>																													





**Cronograma Tramo #7**

Nro.	Item	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	Rendimiento	Dias	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13																																											
									L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L
	<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 1.666,12</b>																																																										
1	1.1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	2.380,18	\$ 0,70	\$ 1.666,12	0,0052	12,00																																																								
	<b>2</b>	<b>GEOSINTÉTICO</b>				<b>\$24.849,03</b>																																																										
2	2.1	COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175	m2	2.380,18	\$ 5,32	\$12.662,53	0,0027	6,00																																																								
3	2.2	COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750	m2	2.380,18	\$ 5,12	\$12.186,50	0,0027	6,00																																																								
	<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$37.636,28</b>																																																										
4	3.1	SUB-BASE CLASE 1	m3	761,66	\$ 23,07	\$17.571,40	0,0031	2,00																																																								
5	3.2	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	#####	\$ 0,35	\$ 7.997,39	0,0010	22,00																																																								
6	3.3	BASE CLASE 1	m3	357,03	\$ 23,30	\$ 8.318,71	0,0035	2,00																																																								
7	3.4	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	#####	\$ 0,35	\$ 3.748,78	0,0010	10,00																																																								
	<b>4</b>	<b>CAPA DE RODADURA</b>				<b>\$26.235,66</b>																																																										
8	4.1	IMPRIMACION ASFALTICA.	m2	1.953,88	\$ 1,19	\$ 2.325,11	0,0017	3,00																																																								
9	4.2	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm	m2	1.953,88	\$ 11,45	\$22.371,87	0,0034	6,00																																																								
10	4.3	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	4.396,22	\$ 0,35	\$ 1.538,68	0,0010	4,00																																																								
	<b>5</b>	<b>BORDILLO-CUNETETA</b>				<b>\$20.746,60</b>																																																										
11	5.1	BORDILLO CUNETETA F'C=280 KG/CM2	m	710,50	\$ 29,20	\$20.746,60	0,0156	11,00																																																								
	<b>6</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>\$ 2.098,23</b>																																																										
12	6.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	m	355,25	\$ 1,73	\$ 614,58	0,0078	2,00																																																								
13	6.2	SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	u	7,00	\$ 211,95	\$ 1.483,65	0,7300	5,00																																																								
<b>TOTAL</b>						<b>\$92.485,32</b>		64,00																																																								



# Capítulo 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

El diseño del pavimento flexible con refuerzo de geosintético para los 3 kilómetros de tramos de vía, nos permitió establecer una estructura vial técnicamente optimizada, capaz de responder de manera eficiente a las condiciones geotécnicas desfavorables que presenta el área de estudio. Los suelos predominantes, clasificados como arcillosos de baja capacidad portante y elevada expansividad, representan un factor crítico para el desempeño estructural del pavimento, lo cual fue comprobado con el estudio de suelo que se hizo mediante las 8 calicatas que se obtuvieron en cada tramo de vía. Estos resultados evidenciaron la necesidad de adoptar soluciones de estabilización que mitiguen la ocurrencia de deformaciones y fallas prematuras.

La incorporación de geosintéticos, específicamente geomallas y geomembranas de polietileno, demostró ser una alternativa técnica y eficaz para mejorar el comportamiento mecánico del sistema estructural del pavimento. Su aplicación permitió una mejor distribución de esfuerzos, el control de deformaciones y una considerable reducción de espesores de las capas granulares, lo que se traduce en una optimización de los recursos tanto naturales como constructivos y una disminución sobre todo de los costos asociados a la ejecución de obra.

Es importante destacar que, respecto al desempeño a largo plazo, el diseño propuesto puede mejorar la vida útil del pavimento, incrementándolo de 20 a 25 años, así como una ampliación del intervalo entre ciclos de mantenimiento, que pasa de aproximadamente 3 a 5 años. Esto confirma que la solución planteada no solo puede mejorar la capacidad estructural de los tramos de vía, sino que también contribuye a una gestión más eficiente del mantenimiento vial.

En términos generales, el proyecto cumple con los objetivos planteados, al mejorar la durabilidad, funcionalidad y sostenibilidad de las vías. Asimismo, el modelo de diseño desarrollado constituye una referencia técnica replicable para futuras intervenciones en zonas con condiciones geotécnicas complejas, aportando al desarrollo de infraestructura viales más resilientes y acordes con las exigencias técnicas y ambientales actuales. Se deja en claro que esta tesis es solo el diseño de la estructura del pavimento con uso del geosintético para disminuir espesores

## **6.2 Recomendaciones**

Se recomienda profundizar en el análisis del uso de geosintéticos en proyectos viales, considerando configuraciones más avanzadas que incluyan la combinación de geotextiles, geomallas y geomembranas. Este tipo de soluciones integradas podría generar mejoras adicionales en la estabilidad del suelo de fundación y en el desempeño estructural del pavimento, especialmente en vías de mayor jerarquía o sometidas a cargas de tránsito más elevadas.

Asimismo, resulta fundamental realizar evaluaciones del comportamiento a largo plazo de los geosintéticos bajo distintas condiciones de carga, humedad y variabilidad climática. Estos estudios permitirían validar de manera más precisa su desempeño frente a los métodos tradicionales de estabilización de suelos, así como analizar su impacto en la sostenibilidad del diseño y en la reducción de los costos asociados al mantenimiento de infraestructuras viales construidas sobre suelos arcillosos.

Se sugiere implementar el modelo de diseño propuesto en proyectos piloto futuros, acompañando su ejecución con un seguimiento técnico detallado que permita evaluar su impacto económico, ambiental y social. La documentación sistemática de estos resultados

fortalecerá el conocimiento técnico disponible y facilitará la adopción de soluciones innovadoras y sostenibles dentro del sector de la infraestructura vial.

# Referencias

Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras* (2.<sup>a</sup> ed.). Universidad Católica de Colombia

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Ecuador. (2002). *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes* (MOP-001-F-2002, Tomo I). Quito, Ecuador.

Koerner, R.M. (2012). *Designing with geosynthetixs* (Vol. 1). Xlibris Corporation.

Tensor Corporation. (2023). *Geogrids: What are geogrids?*

<https://www.tensarcorp.com/resources/guides/introduction-to-geosynthetics>

EcogeoX. (2023,). *Significant differences between woven and non-woven geotextiles.*

<https://www.ecogeoX.com/resources/significant-differences-between-woven-and-non-woven-geotextiles.html>

Maccaferri. (2025). *Understanding woven and non-woven geotextiles – functions &*

*applications.* <https://www.maccaferri.com/id/woven-non-woven-geotextiles-functions-applications/>

Earth Shield. (2024). *What is the difference between HDPE and PVC geomembrane?*

<https://www.earthshields.com/what-is-the-difference-between-hdpe-and-pvc-geomembrane/>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (1988). *NTE INEN 1678: Urbanización.*

*Sistema vial urbano. Requisitos.* Quito: INEN.

- Perkins, S. W., Christopher, B. R., Thom, N., Montestruque, G., Korkiala-Tanttu, L., & Watn, A. (2012). Geosynthetics in pavement reinforcement applications. International Geosynthetics Society. <https://library.geosyntheticssociety.org/wp-content/uploads/resources/proceedings/Geosynthetics%20in%20Pavement%20Reinforcement%20Applications.pdf>
- Baadiga, R., Biligiri, K. P., & Anupam, K. (2021). Influence of geogrid properties on rutting and stress distribution in pavements. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 33(10), 04021295. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0003972](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003972)
- Sharbaf, M. R., Tutumluer, E., & Puppala, A. J. (2021). Laboratory evaluation of geogrid-reinforced flexible pavements. *Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements*, 147(4), 04021059. <https://doi.org/10.1061/JPEODX.0000271>
- Zornberg, J. G. (2015). Functions and applications of geosynthetics in roadways. *Geosynthetics International*, 22(3), 165–180. [https://www.cae.utexas.edu/prof/zornberg/pdfs/AJ/Zornberg\\_2017a.pdf](https://www.cae.utexas.edu/prof/zornberg/pdfs/AJ/Zornberg_2017a.pdf)
- Guo, J., Han, J., Zhang, X., & Li, Z. (2021). Experimental evaluation of wicking geotextile-stabilized aggregate bases over subgrade under rainfall simulation and cyclic loading. *Geotextiles and Geomembranes*, 49, 1550–1564. <https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2021.07.004>
- Qamhia, I. I. A., Abu-Farsakh, M., & Zhang, Z. (2021). Evaluation of geosynthetics use in pavement foundation and related guidance. U.S. Department of Transportation / Louisiana Transportation Research Center Report No. FHWA/LA.21/683. <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/57409>

American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. Washington, D.C.: AASHTO.

Municipalidad de Guayaquil. (2025, 9 de abril). *Tiwintza y Nueva Guayaquil tendrán calles pavimentadas, aceras nuevas y sistema de alcantarillado moderno*. Alcaldía de Guayaquil. <https://guayaquil.gob.ec/tiwintza-y-nueva-guayaquil-tendran-calles-pavimentadas-aceras-nuevas-y-sistema-de-alcantarillado-moderno>

Municipio de Guayaquil. (2023). *Informe de tránsito Cooperativa Tiwinza y Nueva Guayaquil-Bastión Popular*. <https://guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/UPFE-CAF/UPFE%202023/PE-MIMG-2023-2/PREPARATORIA/MEMORIAS/TR%C3%81FICO/INFORME-DE-TRANSITO-COOPERATIVA-TIWINZA-Y-NUEVA-GUAYAQUIL-BASTION-PRO%20Popular-signed-signed.pdf>

Municipalidad de Guayaquil. (2023). *Informe de diseño vial*. [https://guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/UPFE-CAF/UPFE%202023/PE-MIMG-2023-2/PREPARATORIA/MEMORIAS/VIAL/INFORME-DISENO-VIAL-POLIGONO-7\\_Rev00-signed-signed-signed.pdf](https://guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/UPFE-CAF/UPFE%202023/PE-MIMG-2023-2/PREPARATORIA/MEMORIAS/VIAL/INFORME-DISENO-VIAL-POLIGONO-7_Rev00-signed-signed-signed.pdf)

Pivaltec S.A. (s. f.). *Geotextil tejido de alta resistencia para proyectos de ingeniería*.

[Online]. Disponible en: <https://www.geosinteticos.com/portafolio/geotextil-tejido/>

Pivaltec S.A. (s. f.). *Geomalla Uniaxial en Muros de Suelo Reforzado* [Online]. Disponible

en: <https://www.geosinteticos.com/portafolio/geomalla-uniaxial/>

Pivaltec S.A. (s. f.). *Geomembranas HDPE*. [Online]. Disponible en:

<https://www.geosinteticos.com/portafolio/geomembranas/>

- Holtz, R. D., Kovacs, W. D., & Sheahan, T. C. (2011). *An Introduction to Geotechnical Engineering* (2nd ed.). Pearson Education.
- Das, B. M. (2016). *Principles of Geotechnical Engineering* (8th ed.). Cengage Learning.
- Das, B. M., & Sobhan, K. (2018). *Principles of Geotechnical Engineering* (9th ed.). Cengage Learning.
- Ministerio de Obras Públicas del Ecuador. (2002). *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes – MOP-001-F-2002*. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (MTOPE). (2012). *Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12. Volumen 2A: Norma para Estudios Viales*. Quito, Ecuador: MTOPE.
- Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón. (2006). *Diseño de pavimentos – Método AASHTO 93*. La Paz, Bolivia: IBCH.
- MTOPE. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003*. Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Ecuador. [Normas de Diseño Geométrico-2003](#)
- Municipio de Guayaquil. (2011). Ordenanza que establece el Sistema de Uso y Gestión del Suelo del Cantón Guayaquil. Registro Oficial No. 435. Anexo 5-A.
- ASTM International. (2017). ASTM D4318-17: Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2022). *Caracterización climática de la región Costa del Ecuador*. INAMHI.

# **PLANOS Y ANEXOS**

## Anexo APUS

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>Rubro:</b>						
DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA					<b>Unidad:</b>	m2
					<b>R1 (h/Ha):</b>	0,01500
					<b>R2 (Ha/h):</b>	66,66666667
					<b>R3 (Ha/dia):</b>	533,33
<b>Detalle:</b>						
<b>EQUIPOS</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>	
TRACTOR DE ORUGAS 175 HP	1,00	57,83	57,83000	0,01500	0,87	
MOTOSIERRA 7 HP	2,00	1,25	2,50000	0,01500	0,04	
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0,00000		0,01	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,92</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hr</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>	
OP. TRACTOR CARRIL (E.O.C1) (GRUPO I)	1,00	4,75	4,75000	0,01500	0,07	
ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)	1,00	4,28	4,28000	0,01500	0,06	
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, herrero, plomero) (E.O.E2)	2,00	4,23	8,46000	0,01500	0,13	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,26</b>	
<b>MATERIALES</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo</b>		
				0,00		
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,00</b>	
<b>TRANSPORTE</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>		
				0,00		
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>1,18</b>	
<b>INDIRECTOS</b>					17 %	0,20
<b>UTILIDAD</b>					%	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1,38</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1,38</b>	

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>Rubro:</b>		<b>Unidad:</b>	m2
COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA GX175		<b>R1 (h/m2):</b>	0,027
		<b>R2 (m2/h):</b>	37,037
		<b>R3 (m2/dia):</b>	296,296

<b>Detalle:</b>						
<b>EQUIPOS</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>	
Herramienta manuales (5% M.O.)					0,17	
<b>SUBTOTAL M</b>						0,17
<b>MANO DE OBRA</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hr</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>	
Peón	2,00	4,00	21,72000	0,02700	1,17	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1,00	4,06	4,06000	0,02700	0,11	
<b>SUBTOTAL N</b>						1,28
<b>MATERIALES</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo</b>		
Geomembrana Polietileno 1,00mm	m2	1,00	2,80	2,80		
<b>SUBTOTAL O</b>						2,80
<b>TRANSPORTE</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>		
				0,00		
<b>SUBTOTAL P</b>						0,00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					4,25	
<b>INDIRECTOS</b>					25,00%	1,06
<b>UTILIDAD</b>					%	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					5,32	
<b>VALOR OFERTADO</b>					5,32	

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>Rubro:</b>		<b>Unidad:</b>	m2
COLOCACIÓN DE GEOMALLA NX750		<b>R1 (h/m2):</b>	0,027
		<b>R2 (m2/h):</b>	37,037
		<b>R3 (m2/dia):</b>	296,296

<b>Detalle:</b>						
<b>EQUIPOS</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>	
Herramienta manuales (5% M.O.)					0,06	
<b>SUBTOTAL M</b>						0,06
<b>MANO DE OBRA</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hr</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>	
Albañil	1,00	4,06	8,12000	0,02700	0,22	
Peón	2,00	4,00	21,72000	0,02700	1,17	
<b>SUBTOTAL N</b>						1,39
<b>MATERIALES</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo</b>		
Geomalla Biaxial NX750	m2	1,00	2,35	2,35		
Estacas	u	2,00	0,15	0,30		
<b>SUBTOTAL O</b>						2,65
<b>TRANSPORTE</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>		
				0,00		
<b>SUBTOTAL P</b>						0,00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					4,10	
<b>INDIRECTOS</b>					25,00%	1,02
<b>UTILIDAD</b>					%	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					5,12	
<b>VALOR OFERTADO</b>					5,12	

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>Rubro:</b>						
SUB-BASE CLASE 1					<b>Unidad:</b>	m3
					<b>R1 (h/m3):</b>	0,0300
					<b>R2 (m3/h):</b>	33,3333
					<b>R3 (m3/dia):</b>	266,6667
<b>Detalle:</b>						
<b>EQUIPOS</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>	
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0,00000		0,06	
MOTONIVELADORA 135 HP	1,00	64,17	64,17000	0,03000	1,93	
TANQUERO 8TN	1,00	30,00	30,00000	0,03000	0,90	
RODILLO VIBRATORIO LISO 142 HP	1,00	42,06	42,06000	0,03000	1,26	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>4,15</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hr</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>	
ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)	1,00	4,28	4,28000	0,03000	0,13	
OP. MOTONIVELADORA (E.O.C1) (GRUPO I)	1,00	4,75	4,75000	0,03000	0,14	
OP. RODILLO AUTOPROPULSADO (E.O.C2)	1,00	4,52	4,52000	0,03000	0,14	
CHOFER: Tanqueros (E.O.C1)	1,00	6,22	6,22000	0,03000	0,19	
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)	5,00	4,23	21,15000	0,03000	0,63	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,23</b>	
<b>MATERIALES</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo</b>		
MAT.UNIF.GRUESO (SUB-BASE) TRITURADO	m3	0,44000	12,24	5,39		
MAT. CRIBADO	m3	0,74	4,24	3,14		
MAT. LIGANTE (RELLENO MINERAL)	m3	0,07	13,25	0,93		
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>9,46</b>		
<b>TRANSPORTE</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>		
				0,00		
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0,00</b>		
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>14,84</b>	
<b>INDIRECTOS</b>					17 %	2,52
<b>UTILIDAD</b>					%	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>17,36</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>17,36</b>	

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>Rubro:</b>					
TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM				<b>Unidad:</b>	m3-km
				<b>R1 (h/m3-kM):</b>	0,010
				<b>R2 (m3-kM/h):</b>	100,000
				<b>R3 (m3-kM/dia):</b>	800,000
<b>Detalle:</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
VOLQUETA (12Ton)	1,00	28,73	28,73000	0,01000	0,29
<b>SUBTOTAL M</b>					0,29
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hr</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
CHOFER: Volquetas (E.O.C1)	1,00	6,22	6,22000	0,01000	0,06
<b>SUBTOTAL N</b>					0,06
<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo</b>	
				0,00	
<b>SUBTOTAL O</b>					0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>	
				0,00	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>0,35</b>
<b>INDIRECTOS</b>				17%	0,06
<b>UTILIDAD</b>				%	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0,41</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>0,41</b>

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>Rubro:</b>		
BASE CLASE 1	<b>Unidad:</b>	m3
	<b>R1 (h/m3):</b>	0,0300
	<b>R2 (m3/h):</b>	33,3333
	<b>R3 (m3/dia):</b>	266,6667

**Detalle:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0,00000		0,06
MOTONIVELADORA 135 HP	1,00	64,17	64,17000	0,03000	1,93
TANQUERO 8TN	1,00	30,00	30,00000	0,03000	0,90
RODILLO VIBRATORIO LISO 142 HP	1,00	42,06	42,06000	0,03000	1,26
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>4,15</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)	1,00	4,28	4,28000	0,03000	0,13
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)	5,00	4,23	21,15000	0,03000	0,63
OP. MOTONIVELADORA (E.O.C1) (GRUPO I)	1,00	4,75	4,75000	0,03000	0,14
OP. RODILLO AUTOPROPULSADO (E.O.C2)	1,00	4,52	4,52000	0,03000	0,14
CHOFER: Tanqueros (E.O.C1)	1,00	6,22	6,22000	0,03000	0,19
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,23</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
MAT.UNIF.MEDIANO (BASE)	m3	1,25000	12,84	16,05	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>16,05</b>	
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
				0,00	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0,00</b>	
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>21,43</b>
			<b>INDIRECTOS</b>	17 %	<b>3,64</b>
			<b>UTILIDAD</b>	%	
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>25,07</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>25,07</b>

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>Rubro:</b>		<b>Unidad:</b>	m2		
IMPRIMACION ASFALTICA.		<b>R1 (h/m2):</b>	0,0017		
		<b>R2 (m2/h):</b>	588,2353		
		<b>R3 (m2/dia):</b>	4.705,8824		
<b>Detalle:</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0,00000		0,00
ESCOBA AUTOPROPULSADA	1,00	25,00	25,00000	0,00170	0,04
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO 6TN	1,00	70,00	70,00000	0,00170	0,12
<b>SUBTOTAL M</b>					0,16
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hr</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)	1,00	4,28	4,28000	0,00170	0,01
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)	6,00	4,23	25,38000	0,00170	0,04
OP. DISTRIBUIDOR DE ASFALTO (E.O.C2) (GRUPO II)	1,00	4,52	4,52000	0,00170	0,01
OP. DE BARREDORA AUTOPROPULSADA (E.O.C2) (GRUPO II)	1,00	4,52	4,52000	0,00170	0,01
<b>SUBTOTAL N</b>					0,07
<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo</b>	
ASFALTO RC 250	I	1,62000	0,48	0,78	
DIESEL	I	0,03	0,46	0,01	
<b>SUBTOTAL O</b>				0,79	
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>	
				0,00	
<b>SUBTOTAL P</b>				0,00	
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				1,02
	<b>INDIRECTOS</b>				17%
	<b>UTILIDAD</b>				%
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				1,19
	<b>VALOR OFERTADO</b>				1,19

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>Rubro:</b>						
CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=75 mm					<b>Unidad:</b>	m2
					<b>R1 (h/m2):</b>	0,0034
					<b>R2 (m2/h):</b>	294,1176
					<b>R3 (m2/dia):</b>	2.352,9412
<b>Detalle:</b>						
<b>EQUIPOS</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>	
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0,00000		0,01	
RODILLO NEUMATICO 96 HP	1,00	48,00	48,00000	0,00340	0,16	
FINISHER	1,00	55,00	55,00000	0,00340	0,19	
RODILLO TANDEM 119 HP	1,00	45,00	45,00000	0,00340	0,15	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,51</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hr</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>	
ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)	1,00	4,28	4,28000	0,00340	0,01	
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, herrero, plomero) (E.O.E2)	8,00	4,23	33,84000	0,00340	0,12	
OP. RODILLO AUTOPROPULSADO (E.O.C2)	2,00	4,52	9,04000	0,00340	0,03	
OP. ACABADORA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO (E.O.C2) (GRUPO II)	1,00	4,52	4,52000	0,00340	0,02	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,18</b>	
<b>MATERIALES</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo</b>		
HORMIGON ASFALTICO	m3	0,15000	98,00	14,70		
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>14,70</b>		
<b>TRANSPORTE</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>		
				0,00		
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0,00</b>		
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>15,39</b>	
<b>INDIRECTOS</b>					17%	2,62
<b>UTILIDAD</b>					%	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>18,01</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>18,01</b>	

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>Rubro:</b>		<b>Unidad:</b>	m
SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)		<b>R1:</b>	0,0078
		<b>R2:</b>	12,8200
		<b>R3:</b>	102,5600

**Detalle:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0,00000		0,01
ESCOBA AUTOPROPULSADA	1,00	25,00	25,00000	0,00780	0,20
FRANJADORA	1,00	5,25	5,25000	0,00780	0,04
<b>SUBTOTAL M</b>					0,25
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)	2,00	4,23	8,46000	0,00780	0,07
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	1,00	4,75	4,75000	0,00780	0,04
OP. COMPRESOR (E.O.C2) (GRUPO II)	1,00	4,52	4,52000	0,00780	0,04
OP. DE BARREDORA AUTOPROPULSADA (E.O.C2) (GRUPO II)	1,00	4,52	4,52000	0,00780	0,04
<b>SUBTOTAL N</b>					0,19
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
PINTURA REFLECTIVA ( sin perlas )	gal	0,03000	28,41	0,85	
DILUYENTE	gal	0,01	6,12	0,06	
MICROESFERAS	Kg	0,09	1,47	0,13	
<b>SUBTOTAL O</b>					1,04
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
					0,00
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				1,48
	<b>INDIRECTOS</b>				17%
	<b>UTILIDAD</b>				%
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				1,73
	<b>VALOR OFERTADO</b>				1,73

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>Rubro:</b>		
SEÑALIZACION VERTICAL DEFINITIVA E INFORMATIVA	<b>Unidad:</b>	u
	<b>R1:</b>	20,0000
	<b>R2:</b>	0,0500
	<b>R3:</b>	0,0400

<b>Detalle:</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0,00000		3,31
SOLDADORA	1,00	2,20	2,20000	7,33330	16,13
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>19,44</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal/hr</b>	<b>Costo hora</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	1,00	4,75	4,75000	7,33330	34,83
TECNICO ELECTROMECHANICO DE CONSTRUCCION (E.O.D2)	1,00	4,28	4,28000	7,33330	31,39
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>66,22</b>
<b>MATERIALES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo</b>	
PLATINA REF/ALUM. 1.1/2"x1/8"	m	1,20000	0,80	0,96	
Bloque de anclaje H.S. f'c=210kg/cm2 (40x40x40cm)	u	1,00	14,53	14,53	
REMACHES	u	15,00	0,03	0,45	
PINTURA PRIMER GRIS	gal	0,14	26,59	3,72	
FONDO PARA SEÑAL	m2	0,54	31,37	16,94	
PATA TUBO HG (2"x2 mm)	m	3,00	3,70	11,10	
ACCESORIOS	Glb	1,00	0,67	0,67	
PLACA / ALUMINIO e=2 mm	m2	0,50	45,21	22,61	
PAPEL REFLEC. GRADO/ DIAMANTE. ( LEYENDA )	m2	0,22	76,23	16,77	
Soldadura 6011, 1/8" ( 1 kg = 38.0 palillos )	kg	0,14	3,56	0,50	
PERNO DE REFUERZO	u	2,00	3,00	6,00	
Base/Sop.Plancha 1.22x2.44x3 mm , 70.10 kg/plancha	u	0,02	62,14	1,24	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>95,49</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>	
				0,00	
<b>SUBTOTAL P</b>				0,00	
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>181,15</b>
	<b>INDIRECTOS</b>	17%			<b>30,80</b>
	<b>UTILIDAD</b>	%			
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>211,95</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>211,95</b>

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.

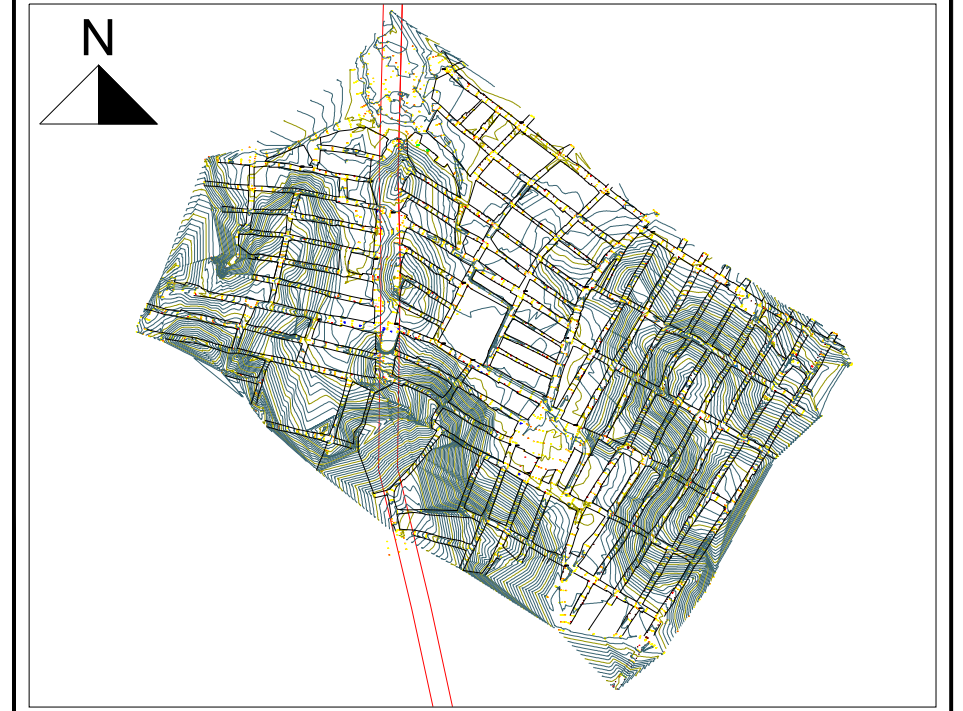
# IMPLANTACIÓN GENERAL POLIGONO 7

Esc 1:1500

PROYECTO :

"PAVIMENTACIÓN, INCLUYE CONSTRUCCIÓN DE ACERAS Y BORDILLOS E IMPLEMENTACIÓN DE ALCANTARILLADO HIDROSANITARIO - POLIGONO 7 (COOP TWINZA Y NUEVA GUAYAQUIL) - PROGRAMA CAF XIV"

UBICACIÓN :



PROVINCIA: GUAYAS CANTÓN: GUAYAQUIL  
PARROQUIA: TARQUI


SIMBOLOGIA :

## SIMBOLOGIA CONDICION EXISTENTE

- LÍNEA DE CONSTRUCCIÓN
- LÍNEA DE BORDILLO
- MURO DE CONFINACIÓN (PARQUE)
- CAJA DE A.A.L.
- SUMIDERO SIMPLE
- CAJA DE REGISTRO AA.SS.
- POSTE DE H. A.
- PAVIMENTO
- MURO
- CAJA E.E.E.
- CAJA CNT
- ARBOL
- LÁMPARA
- CAJA DE AA.PP.
- MEDIDOR DE AA.PP.

<p>ELABORADO POR:</p>  <p>FRANCISCO JAVIER CORDOVA RIZO</p> <p>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO ING. FRANCISCO CORDOVA RIZO REG. SENESCYT 1006-02-37050</p>	<p>REVISADO POR:</p>  <p>ALFONSO GOMEZ AVICILLAS ARELLANO</p> <p>REVISOR ING. ALFONSO AVICILLAS ARELLANO INGENIERO DE DISEÑO VIAL REG. SENESCYT 1006-08-842261</p>
<p>ELABORADO POR:</p>  <p>PEDRO SOLANO CHILQUINGA ORTEGA</p> <p>DIRECTOR DE PROYECTO ING. PEDRO CHILQUINGA ORTEGA REG. SENESCYT 1006-04-517129</p>	<p>REVISADO POR:</p>  <p>CRISTINA SILEY CHILQUINGA CALDERON</p> <p>ADMINISTRADOR DE CONTRATO ARQ. CRISTINA CHILQUINGA CALDERON SUPERVISORA DE ESTUDIOS REG. SENESCYT 1026-2016-202049</p>
<p>ELABORADO POR:</p>  <p>FRANCISCO JAVIER CORDOVA RIZO</p> <p>CONSULTOR ING. FRANCISCO CORDOVA RIZO REG. SENESCYT 1006-02-37050</p>	<p>REVISADO POR:</p>  <p>FRANCISCO JAVIER CORDOVA RIZO</p> <p>SUPERVISOR DE PROYECTO ING. DENISE BRAVO PUERLA SUPERVISORA DE ESTUDIOS REG. SENESCYT 1021-2020-2194295</p>

APROBADO POR:



GABRIEL GOMEZ RIZO

SUBDIRECTOR DE ESTUDIOS Y PROYECTOS (E)  
ING. GABRIEL GÓMEZ R.  
REG. SENESCYT 1021-2016-1675279

CONTIENE :

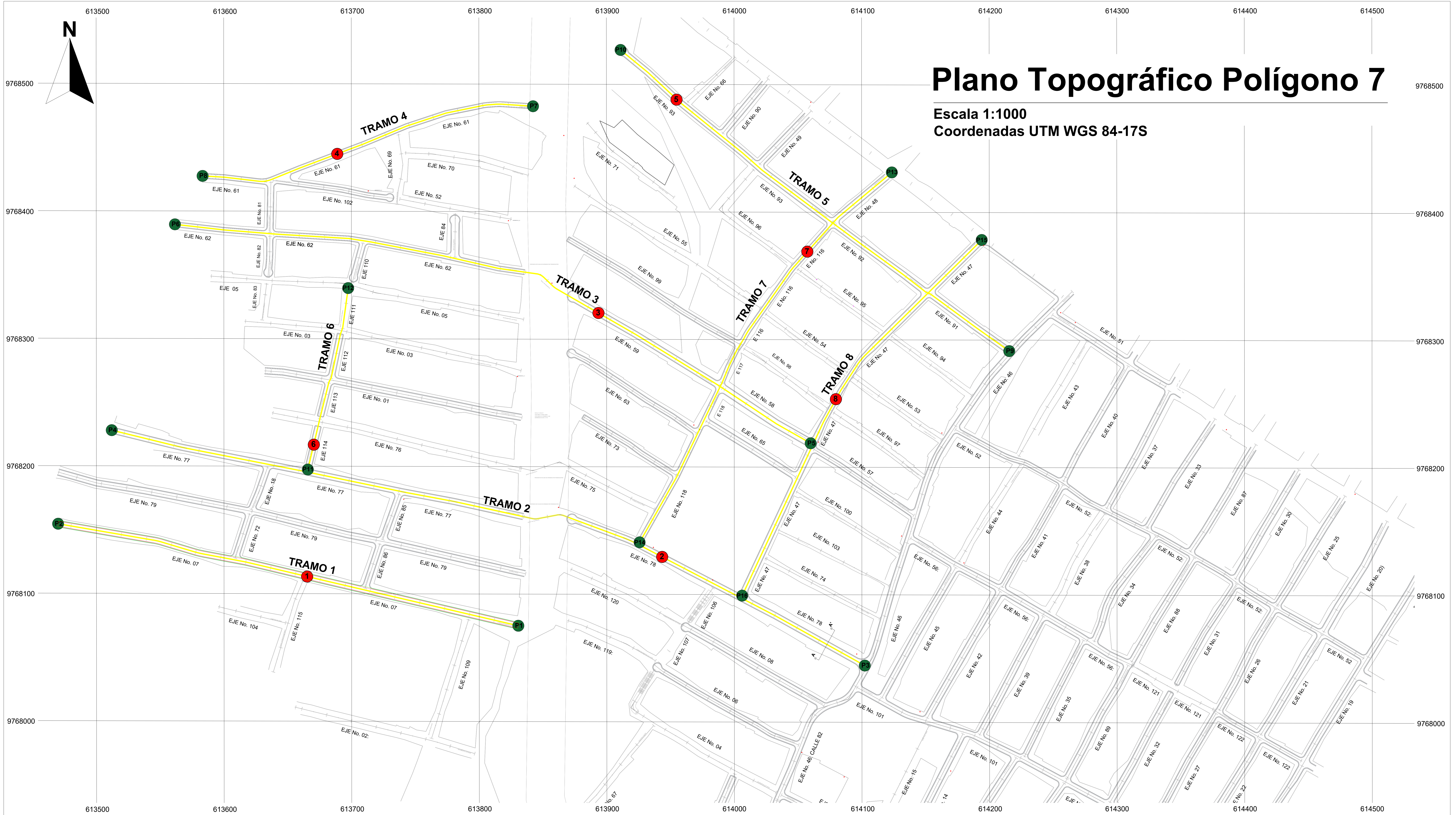
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

COORD. NORTE.	COORD. ESTE.	COTA.	NOMBRE ESTACION.
9768212.185	614267.633	29.823	REFERENCIA_1
9768128.152	614386.055	30.888	REFERENCIA_2
9768077.514	614486.881	42.162	REFERENCIA_3
9768272.609	614195.716	25.579	REFERENCIA_4
9768385.017	614060.221	24.854	REFERENCIA_5
9768468.989	613937.430	24.190	REFERENCIA_6
9768125.532	614162.980	33.425	REFERENCIA_7
9767952.169	614096.245	29.000	REFERENCIA_8
9768067.186	613862.470	33.590	REFERENCIA_9
9768073.633	613741.165	34.662	REFERENCIA_10
9768169.837	613630.278	31.330	REFERENCIA_11
9767906.934	614145.862	29.717	REFERENCIA_12
9767860.402	614169.906	29.608	REFERENCIA_13
9767773.753	614149.299	30.281	REFERENCIA_14
9767685.251	614131.167	31.207	REFERENCIA_15
9767617.690	614248.234	33.896	REFERENCIA_16
9767831.029	614067.668	30.180	REFERENCIA_17
9768023.643	614180.297	30.890	REFERENCIA_18
9768118.425	614066.232	27.424	REFERENCIA_19
9768131.799	613968.567	27.499	REFERENCIA_20

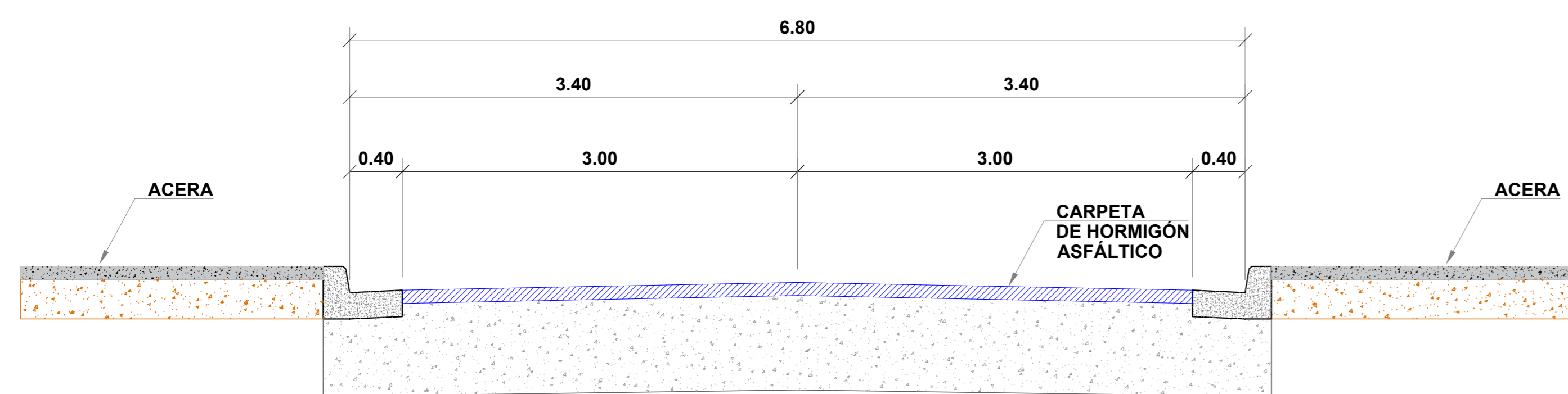
COORD. NORTE.	COORD. ESTE.	COTA.	NOMBRE ESTACION.
9768219.920	614256.133	28.144	REFERENCIA_21
9768010.208	613983.296	28.686	REFERENCIA_22
9767831.561	614070.479	29.629	REFERENCIA_23
9767855.799	614086.375	29.516	REFERENCIA_24
9767875.010	614053.209	29.582	REFERENCIA_25
9768044.720	614131.404	28.955	REFERENCIA_26
9768325.330	613874.738	34.015	REFERENCIA_27
9768358.900	613866.634	26.211	REFERENCIA_28
9768243.080	613857.336	33.740	REFERENCIA_29
9768035.830	613936.838	29.662	REFERENCIA_30
9768315.380	613713.359	27.682	REFERENCIA_31
9768292.080	613823.224	29.474	REFERENCIA_32

# Plano Topográfico Polígono 7

Escala 1:1000  
Coordenadas UTM WGS 84-17S



**CORTE A - A'**  
CORTE DE CALLES  
tramos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8



CALICATAS	COORD. NORTE	COORD. ESTE
1	9768012.963	613665.450
2	9768028.330	613943.760
3	9768219.640	613893.810
4	9768344.470	613689.050
5	9768387.990	613955.000
6	9768116.340	613670.630
7	9768267.770	614057.560
8	9768152.050	614079.950

TRAMOS	PUNTOS DE INICIO	INICIO	PUNTOS FINAL	FIN	LONGITUD (m)
1	P1	X: 613831.002 Y: 97679740.331	P2	X: 613470.234 Y: 9768054.348	369.74
2	P3	X: 614102.582 Y: 97687943.094	P4	X: 613152.280 Y: 9768127.362	626.05
3	P5	X: 614060.147 Y: 9768117.462	P6	X: 613561.809 Y: 9768289.210	539.74
4	P7	X: 613842.484 Y: 9768381.823	P8	X: 613583.486 Y: 9768327.181	269.75
5	P9	X: 614215.800 Y: 9768189.777	P10	X: 613911.120 Y: 9768425.997	385.94
6	P11	X: 613665.995 Y: 9768096.880	P12	X: 613697.616 Y: 9768239.209	146.09
7	P13	X: 614123.765 Y: 9768039.797	P14	X: 613926.048 Y: 9768329.927	355.25
8	P15	X: 614194.213 Y: 9768276.933	P16	X: 614006.433 Y: 9767997.979	340.75

## SIMBOLOGÍA

- Línea de Tramo
- Calicatas
- Puntos de tramos

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:	Diseño pavimento flexible con refuerzo de geosintéticos via L= 3,0 km desde cooperativa Nuevo Guayaquil hasta Tiwinza		
CONTENIDO:	Topografía del Polígono 7 con sus respectivos tramos escogidos para el diseño y calicatas realizadas en sitio		
Coordinador de materia integradora:	Tutores de conocimiento específico:	Estudiantes:	Fecha de entrega:
Ing. Lenin Dender Aguilar	PHD. Eduardo Santos Baquerizo	Alvaro Paul Espin Alcivar Juan Sebastian Rios Riera	Noviembre/2025
Lamina:	1/2	Escala:	1:1000



# Plano ubicación de calicatas

Escala 1:1000  
 Coordenadas UTM WGS 84-17S

## SIMBOLOGÍA

 Calicatas

CUADRO COORDENADAS DE CALICATAS.		
CALICATAS	COORD. NORTE.	COORD. ESTE.
1	976802,963	613665,450
2	9768028,330	613943,760
3	9768219,640	613893,810
4	9768344,470	613689,050
5	9768387,000	613855,000
6	9768116,340	613670,630
7	9768267,770	614057,560
8	9768152,050	614079,950

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **Diseño pavimento flexible con refuerzo de geosintéticos via L= 3,0 km desde cooperativa Nuevo Guayaquil hasta Tiwinza**

CONTENIDO: **Plano de ubicación de calicatas estudiadas**

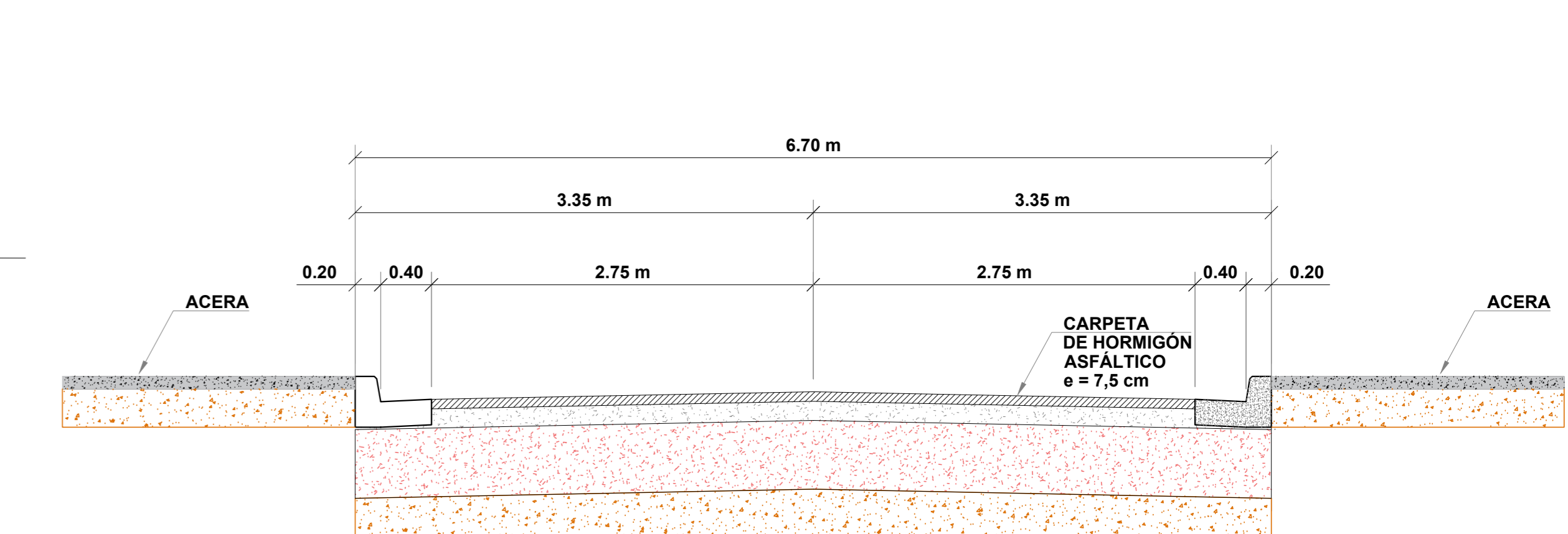
Coordinador de materia integradora:	Tutores de cursoamiento específicos:	Estudiantes:	Fecha de entrega:
Ing. Lenin Dender Aguilar	PHD. Eduardo Santos Baquerizo	Alvaro Paul Espin Alcivar Juan Sebastian Rios Riera	Noviembre/2025
Lamina:	2/2	Escala:	1:1000

# Plano ubicación de Tramos

Escala 1:1000

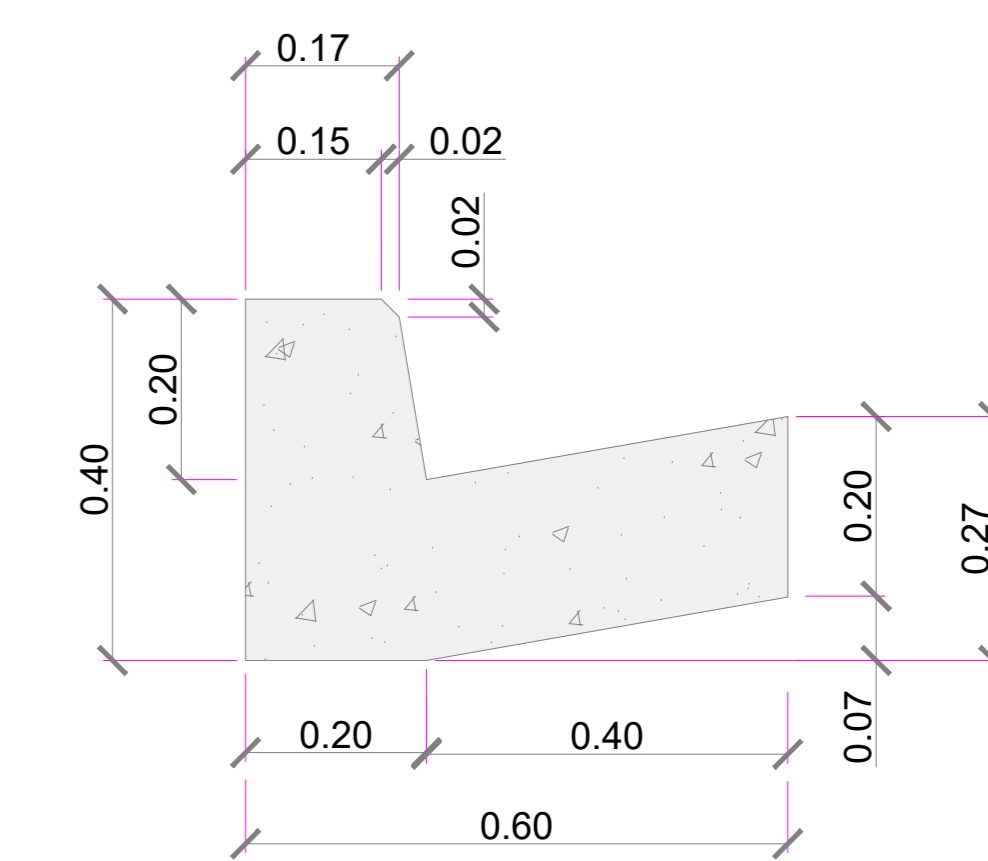


DETALLE DE CORTE DE PAVIMENTO



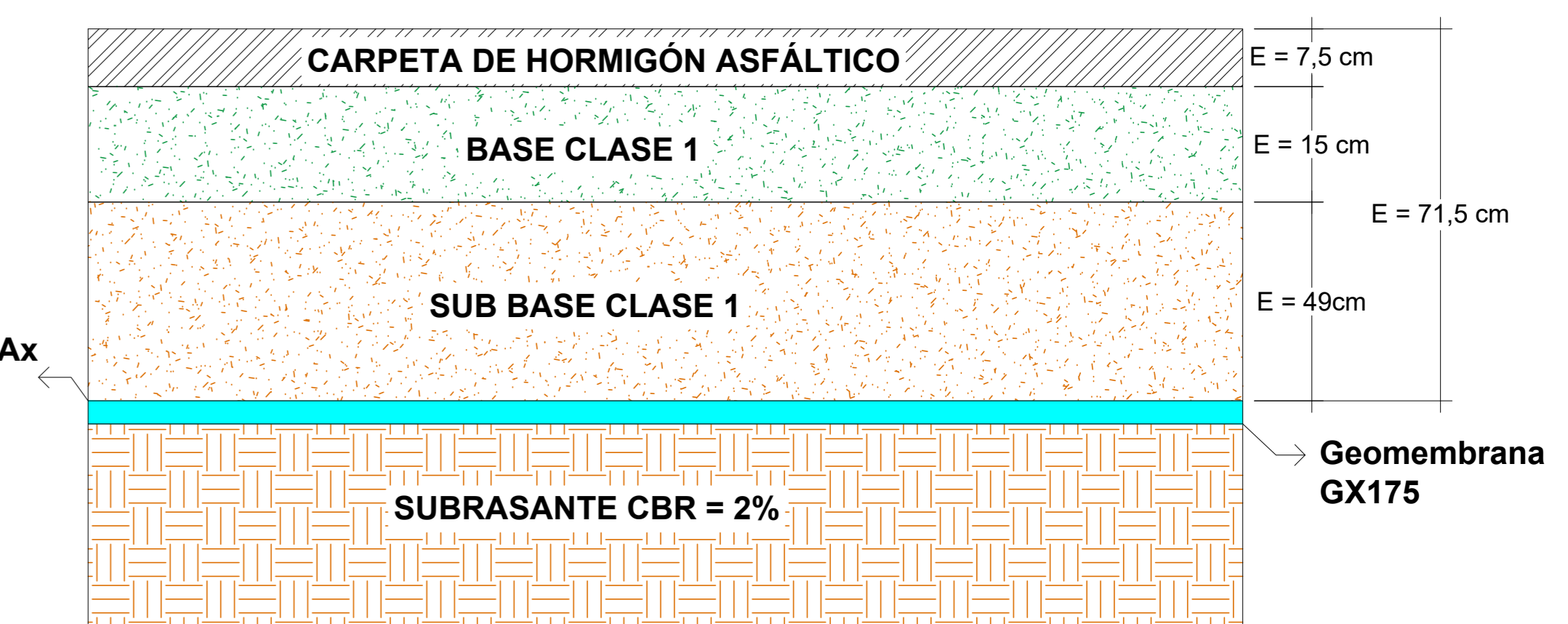
DETALLE DE BORDILLO CUNETA

Ho. SIMPLE f'c=280kg/cm<sup>2</sup>



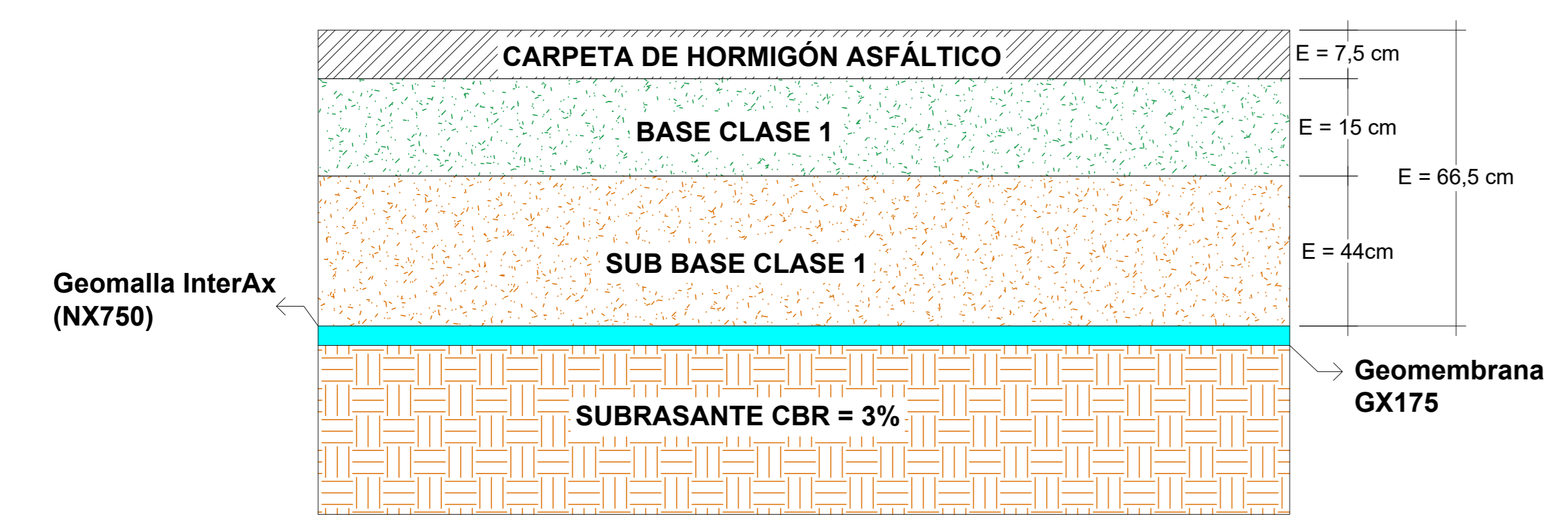
DETALLE DEL PAVIMENTO PARA TRAMO 1 Y 5

Corte A - A'



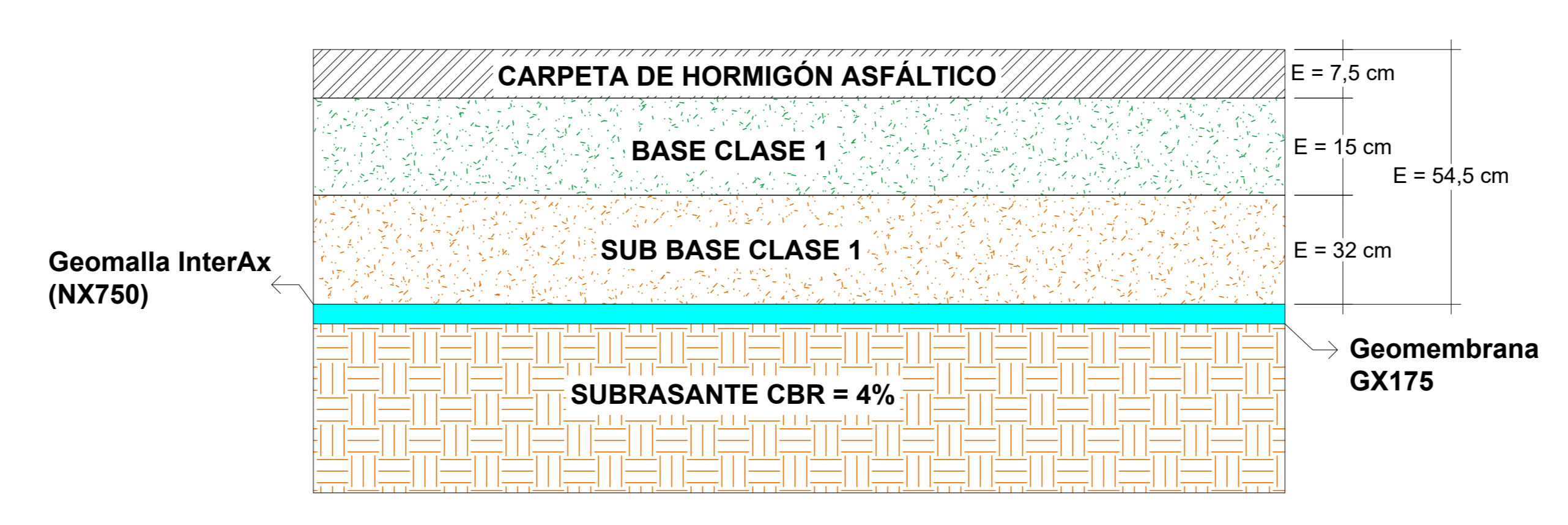
DETALLE DEL PAVIMENTO PARA TRAMO 4 y 8

Corte B - B'



DETALLE DEL PAVIMENTO PARA TRAMO 2, 3, 6 y 7

Corte C - C'



CUADRO COORDENADAS DE TRAMOS.					
TRAMOS	PUNTOS DE INICIO	INICIO	PUNTOS FINAL	FIN	LONGITUD (m)
1	P1	X: 613831.002 Y: 97679740.331	P2	X: 613470.234 Y: 9768054.268	369.74
2	P3	X: 614102.582 Y: 9767943.094	P4	X: 613561.809 Y: 9768289.210	626.05
3	P5	X: 613842.484 Y: 9768381.823	P6	X: 613583.486 Y: 9768327.181	539.74
4	P7	X: 614215.800 Y: 9768189.777	P8	X: 613911.120 Y: 9768423.997	269.75
5	P9	X: 613665.995 Y: 9768096.880	P10	X: 613697.616 Y: 9768239.209	385.94
6	P11	X: 614123.765 Y: 9768329.927	P12	X: 613926.048 Y: 9768039.797	146.09
7	P13	X: 614194.213 Y: 9768276.933	P14	X: 614006.433 Y: 9767997.979	355.25
8	P15		P16		340.75

## SIMBOLOGÍA

- Corte Transversal
- Línea de Tramo
- Puntos de tramos

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:	Diseño pavimento flexible con refuerzo de geosintéticos via L= 3,0 km desde cooperativa Nuevo Guayaquil hasta Tiwinza		
CONTENIDO:	Diseño de la Estructura de Pavimento y Bordillo Cuneta		
Coordinador de materia integradora:	Tutores de conocimiento específico:	Estudiantes:	Fecha de entrega:
Ing. Lenin Dender Aguilar	PHD. Eduardo Santos Baquerizo	Alvaro Paul Espin Alcivar Juan Sebastian Rios Riera	Enero/2026
Lamina:	1/1	Escala:	-