

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

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

Rediseño vial de 3km para acceso de vehículos carga pesada a finca La Esperanza

**INGE-3060**

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Diego Mauricio Teneda González

Mauro Andrés Aguilar Sánchez

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

## Dedicatoria

---

Este proyecto lo dedico a mis padres que desde el primer día en el pre hicieron todo lo posible para que pueda entrar a ESPOL.

A mi abuelo Cristobal que, aunque no aproveché como debía, siempre lo tendré en el corazón.

A mi papá, mi pilar fundamental para seguir adelante, siendo un gran ejemplo para seguir y que siempre me apoyó en todo.

Y a mi mamá que siempre estuvo ahí para no rendirme y darme ánimos para terminar esta etapa.

-Diego Teneda

## Dedicatoria

---

A mis padres, Mauricio y Mónica, por ser los cimientos de mi vida; su amor y sacrificio incondicional me han llevado a superar cada reto que he tenido por delante.

A mis hermanas, Pamela y Melanie, por ser mi compañía y alegría constante.

A mi familia y amigos, porque cada palabra de aliento me dio ánimos para continuar con este sueño que hoy se hace realidad.

-Mauro Aguilar

## Agradecimientos

---

Mi más sincero agradecimiento a mis padres que me dieron un amor incondicional y apoyo que los hicieron mi pilar fundamental para alcanzar este logro.

También quiero expresar mi completa gratitud a mi tutor PhD. Eduardo Santos quien nos brindó una valiosa guía académica durante el desarrollo del proyecto y de igual forma, agradezco a los docentes de la universidad por aportar a mi formación profesional.

Finalmente, quiero agradecer a mi compañero de tesis quien es una gran persona y será un gran profesional y a mis futuros colegas/amigos quienes me ayudaron con consejos y detalles técnicos.

-Diego Teneda

## Agradecimientos

---

Agradezco inmensamente a mis padres, por ser mi soporte emocional, por su guía paciente y por heredarme los valores que hoy me definen. Este título es el reflejo de su esfuerzo y amor; gracias por creer siempre en mí.

A todos mis docentes, quienes forjaron en mí el criterio para enfrentar los retos de la ingeniería, en especial, mi gratitud al PhD. Eduardo Santos, mi tutor, cuya guía y paciencia fueron vitales para este proyecto, y cuyo rigor profesional no solo enriqueció esta tesis, sino también mi visión como ingeniero.

A mi compañero de tesis, Diego, por el apoyo constante día tras día, por ser un gran amigo y, desde ahora, también un colega ingeniero.

A mis amigos de Jaque, mi segunda familia, por ser parte de esta etapa de mi vida, y un agradecimiento especial a mi buen amigo Quino, por su apoyo y amistad invaluable.

A todos mis amigos y familia que formaron parte de este proceso, ¡gracias!

-Mauro Aguilar

## Declaración Expresa

---

Nosotros (Mauro Andrés Aguilar Sánchez y Diego Mauricio Teneda González) 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.

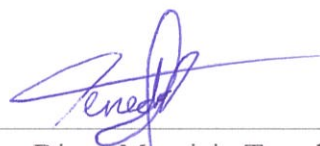
En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y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

Guayaquil, 14 de octubre del 2025.



---

Mauro Andrés Aguilar Sánchez



---

Diego Mauricio Teneda González

## **Evaluadores**

---

---

**Msc. Ingrid Tatiana Orta Zambrano**

Profesor de Materia

---

**PhD. Eduardo Alberto Santos Baquerizo**

Tutor de proyecto

## Resumen

En el recinto Estados Unidos, parroquia Tenguel, cantón Guayaquil, provincia del Guayas hacia la finca La Esperanza, se encuentra una vía de acceso de 3 km, actualmente de lastre. El objetivo del proyecto es rediseñar la vía, utilizando normativas de diseño y seguridad garantizando la eficiencia del transporte y sostenibilidad de las actividades agrícolas hacia la finca La Esperanza. El diseño se llevó a cabo mediante un levantamiento topográfico con estación total que ayudó a diseñar la geometría de la vía especificaciones del MTOP y la normativa AASHTO. También se extrajeron muestras de suelo del terreno natural para ensayos de laboratorio como Proctor. Los resultados obtenidos sirven para calcular CBR que fue de 1.54% para la primera calicata de 1 metro de profundidad. También se obtuvieron planos del diseño geométrico con 2 curvas horizontales, 6 curvas verticales y peraltes. La estructura del pavimento flexible tuvo un mejoramiento de la subrasante de 1.2 m, una subbase de 35 cm, una base de 15 cm y una carpeta de rodadura asfáltica de 15 cm. La ejecución de la obra cumple con las normativas ambientales actuales con la incorporación de rubros con respecto al monitoreo de ruido y calidad de aire.

**Palabras Clave:** Normativa, laboratorio, curvas, pavimento, rubros.

## **Abstract**

In the Estados Unidos community, Tenguel parish, Guayaquil canton, Guayas province, towards La Esperanza estate, there is a 3 km access road, currently gravel. The objective of the project is to redesign the road, using design and safety standards, ensuring transport efficiency and sustainability of agricultural activities towards La Esperanza estate. The design was carried out using a total station survey, which helped to design the geometry of the road, MTOP specifications, and AASHTO standards. Soil samples were also taken from the natural terrain for laboratory tests such as Proctor. The results obtained were used to calculate the CBR, which was 1.54% for the first 1-meter-deep test pit. Geometric design plans were also obtained with two horizontal curves, six vertical curves, and superelevations. The flexible pavement structure had a 1.2-meter subgrade improvement, a 35-centimeter subbase, a 15-centimeter base, and a 15-centimeter asphalt wearing course. The execution of the work complies with current environmental regulations with the incorporation of items related to noise and air quality monitoring.

**Keywords:** Regulations, laboratory, curves, pavement, items.

## Índice general

Resumen .....	II
Abstract .....	IX
Índice general .....	X
Abreviaturas .....	XIV
Simbología .....	XV
Índice de figuras .....	XVI
Índice de tablas.....	XVII
Índice de planos.....	XXI
Capítulo 1 .....	1
1.1    INTRODUCCIÓN .....	2
1.2    Antecedentes .....	2
1.3    Descripción del Problema .....	3
1.4    Justificación del Problema .....	3
1.5    Objetivos .....	4
1.5.1    Objetivo general .....	4
1.5.2    Objetivos específicos.....	4
Capítulo 2.....	6
2.    MATERIALES Y MÉTODOS .....	7
2.1    Revisión de literatura .....	7
2.1.1    Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA).....	7
2.1.2    Clasificación de vías.....	8
2.1.3    Vía de lastre.....	9
2.1.4    Pavimento flexible.....	10
2.1.5    Método AASHTO para diseño de pavimento flexible .....	11
2.1.6    Tipos de suelo en la subrasante .....	11

2.1.7	Bombeo .....	13
2.1.8	Ensayos.....	14
2.1.9	Curvas horizontales .....	17
2.1.10	Curvas verticales .....	18
2.1.11	Ancho de vía.....	19
2.1.12	Peralte.....	19
2.1.13	Sistema de drenaje.....	20
2.1.14	Señalética en vías .....	20
2.2	Área de estudio.....	21
2.2.1	Ubicación geográfica.....	21
2.2.2	Descripción técnica del sitio.....	23
2.3	Trabajo de campo y laboratorio.....	24
2.3.1	TPDA .....	24
2.3.2	Topografía .....	31
2.3.3	Ensayos de laboratorio .....	31
2.4	Análisis de datos.....	66
2.5	Análisis de alternativas.....	68
Capítulo 3	.....	71
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES .....	72
3.1	Análisis y estudios preliminares.....	72
3.1.1	Periodo de diseño .....	72
3.1.2	Topografía .....	74
3.1.3	Geotecnia.....	74
3.2	Diseño definitivo .....	75
3.2.1	Cálculo de Ejes Equivalentes (ESALs).....	75
3.2.2	Valoración de la subrasante.....	80
3.2.3	Confiabilidad (R) y Desviación ( <b>So</b> ) .....	84

3.2.4	Niveles de serviciabilidad .....	85
3.2.5	Coefficientes de drenaje .....	86
3.2.6	Cálculo del Número Estructural (SN) .....	87
3.2.7	Espesores por capa .....	89
3.2.8	Diseño Horizontal .....	92
3.2.9	Diseño vertical.....	97
3.2.10	Cálculo del peralte.....	119
Capítulo 4 .....		122
4.	ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL .....	123
4.1	Descripción del proyecto.....	123
4.2	Línea base ambiental.....	123
4.2.1	Medio físico.....	124
4.2.2	Medio biótico .....	125
4.2.3	Medio socioeconómico .....	125
4.3	Actividades del proyecto.....	126
4.3.1	Fase de construcción .....	126
4.3.2	Fase de operación y mantenimiento .....	127
4.4	Identificación de impactos ambientales .....	127
4.5	Valoración de impactos ambientales.....	128
4.6	Propuestas de medidas de prevención/mitigación.....	132
4.7	Conclusiones .....	133
Capítulo 5 .....		134
5.	Presupuesto.....	135
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo .....	135
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios .....	136
5.3	Especificaciones técnicas .....	140
5.4	Cantidades de obra .....	210

5.5	Costo del proyecto.....	214
5.6	Cronograma de obra .....	214
Capítulo 6.....		218
6.	Conclusiones y recomendaciones.....	219
6.1	Conclusiones .....	219
6.2	Recomendaciones.....	220
Referencias .....		221
Planos y Anexos .....		223

## Abreviaturas

MOP	Ministerio de Obras Públicas
MAATE	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
ASTM	American Society for Testing and Materials
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
NEVI	Normas Ecuatorianas Viales
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
SAE	Society of Automotive Engineers
HVS	High Volume Sampler
NAAQS	National Ambient Air Quality Standards
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente
OMS	Organización Mundial de la Salud
CBR	California Bearing Ratio
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
TPDA	Tráfico Promedio Anual
ESAL	Equivalent Single Axle Load
MIT	Ministerio de Infraestructura y Transporte
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
UTM	Universal Transverse Mercator

## Simbología

mm	Milímetro
cm	Centímetro
in	Pulgada
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
km	Kilómetro
g	Gramo
kg	Kilogramo
h	Hora
Ha	Hectárea
HP	Horse Power (Caballos de fuerza)
TN	Tonelada
gal	Galón
glb	Global
kph	Kilómetro por hora
°C	Grados Celsius
u	Unidad

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Estructura de pavimento flexible .....	10
<b>Figura 2.</b> Ensayo de CBR.....	14
<b>Figura 3.</b> Ensayo de límites de Atterberg.....	16
<b>Figura 4.</b> Trazo de curva horizontal .....	17
<b>Figura 5.</b> Trazo de curva vertical .....	18
<b>Figura 6.</b> Señalización vertical.....	20
<b>Figura 7.</b> Señalización horizontal.....	21
<b>Figura 8.</b> Plano Google de la vía existente.....	22
<b>Figura 9.</b> Calicata # 1 con 1 metro de profundidad.....	32
<b>Figura 10.</b> Tendido y secado de muestra.....	33
<b>Figura 11.</b> Cuarteo de muestra .....	34
<b>Figura 12.</b> Lavado de muestra para ensayo de Granulometría.....	35
<b>Figura 13.</b> Peso de muestra seca.....	36
<b>Figura 14.</b> Armado de tamizadora.....	37
<b>Figura 15.</b> Curva granulométrica Calicata Uno, 1.0 metro de profundidad.....	38
<b>Figura 16.</b> Curva granulométrica Calicata Uno, 1.5 metros de profundidad .....	39
<b>Figura 17.</b> Curva granulométrica Calicata Dos, 1.5 metros de profundidad.....	40
<b>Figura 18.</b> Curva granulométrica Calicata Dos, 2.0 metros de profundidad.....	41
<b>Figura 19.</b> Toma de muestra para ensayo Límites de Atterberg .....	42
<b>Figura 20.</b> Mezcla de muestra y colocación en Copa Casagrande .....	43
<b>Figura 21.</b> Muestra para Límite Plástico .....	44
<b>Figura 22.</b> Curva LL Calicata Uno, 1 m de profundidad .....	46
<b>Figura 23.</b> Curva LL Calicata Uno, 1.5 m de profundidad .....	47
<b>Figura 24.</b> Curva LL Calicata Dos, 1.5 m de profundidad.....	48
<b>Figura 25.</b> Curva LL Calicata Dos, 2.0 m de profundidad.....	50
<b>Figura 26.</b> Toma de peso de molde más muestra compactada .....	52
<b>Figura 27.</b> Curva de compactación Calicata Uno, 1.0 m de profundidad .....	54
<b>Figura 28.</b> Curva de compactación Calicata Uno, 1.5 m de profundidad .....	55

<b>Figura 29.</b> Curva de compactación Calicata Dos, 1.5 m de profundidad.....	57
<b>Figura 30.</b> Colocación del molde en prensa CBR .....	60
<b>Figura 31.</b> Curva Esfuerzo vs Penetración .....	61
<b>Figura 32.</b> Curva CBR/Densidad Seca 1.5m.....	63
<b>Figura 33.</b> Curva CBR/Densidad Seca C2 1.5m .....	64
<b>Figura 34.</b> Curva CBR/Densidad Seca C2 2.0m .....	66
<b>Figura 35.</b> Pesos y dimensiones de vehículos nacionales .....	76
<b>Figura 36.</b> Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos .....	76
<b>Figura 37.</b> Correlaciones con el módulo resiliente de la subrasante .....	81
<b>Figura 38.</b> Relación entre el coeficiente estructural para subbase granular y distintos parámetros resistentes .....	82
<b>Figura 39.</b> Relación entre el coeficiente estructural para base granular y distintos parámetros resistentes. ....	83
<b>Figura 40.</b> Coeficientes estructurales para capas asfálticas relacionados con varios ensayos. ....	84
<b>Figura 41.</b> Número estructural de la capa Subbase .....	87
<b>Figura 42.</b> Número estructural de la capa Base.....	87
<b>Figura 43.</b> Número estructural de la capa de rodadura .....	88
<b>Figura 44.</b> Espesores por capa del pavimento en cm .....	91
<b>Figura 45.</b> Curva horizontal simple y sus elementos .....	92
<b>Figura 46.</b> Ilustración de curva vertical.....	97
<b>Figura 47.</b> Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción.....	120
<b>Figura 48.</b> Diagrama de Gantt.....	217

### Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de vía según su TPDA .....	9
<b>Tabla 2.</b> Clasificación del suelo en la subrasante .....	12
<b>Tabla 3.</b> Coordenadas UTM de la vía de acceso a Finca La Esperanza .....	21

<b>Tabla 4.</b> Valores del factor mensual.....	25
<b>Tabla 5.</b> Conteo vehicular en punto 1 abscisa 0+000.....	26
<b>Tabla 6.</b> Conteo vehicular en punto 2 abscisa 1+400.....	27
<b>Tabla 7.</b> Conteo vehicular en punto 3 abscisa 2+900.....	27
<b>Tabla 8.</b> Conteo vehicular día dos, punto 1 abscisa 0+000.....	28
<b>Tabla 9.</b> Conteo vehicular día dos, punto 2 abscisa 1+400.....	28
<b>Tabla 10.</b> Conteo vehicular día dos, punto 3, abscisa 2+900.....	28
<b>Tabla 11.</b> Conteo vehicular día tres, punto 1 abscisa 0+000.....	29
<b>Tabla 12.</b> Conteo vehicular día tres, punto 2 abscisa 1+400.....	29
<b>Tabla 13.</b> Conteo vehicular día tres, punto 3 abscisa 2+900.....	30
<b>Tabla 14.</b> Resumen conteo vehicular.....	30
<b>Tabla 15.</b> Datos granulometría Calicata Uno, 1.0 metro de profundidad.....	37
<b>Tabla 16.</b> Datos granulometría Calicata Uno, 1.5 metros de profundidad.....	38
<b>Tabla 17.</b> Datos granulometría Calicata Dos, 1.5 metros de profundidad.....	39
<b>Tabla 18.</b> Datos granulometría Calicata Dos, 2.0 metros de profundidad.....	40
<b>Tabla 19.</b> Límite Líquido, Límite Plástico, Índice Plástico Calicata Uno, 1 m de profundidad ..	45
<b>Tabla 20.</b> Límite Líquido, Límite Plástico, Índice Plástico Calicata Uno, 1.5 m de profundidad	46
<b>Tabla 21.</b> Límite Líquido, Límite Plástico, Índice Plástico Calicata Dos, 1.5 m de profundidad	47
<b>Tabla 22.</b> Límite Líquido, Límite Plástico, Índice Plástico Calicata Dos, 2.0 m de profundidad	49
<b>Tabla 23.</b> Ensayo Proctor Modificado Calicata Uno, 1.0 m de profundidad.....	52
<b>Tabla 24.</b> Ensayo Proctor Modificado Calicata Uno, 1.5 m de profundidad.....	54
<b>Tabla 25.</b> Ensayo Proctor Modificado Calicata Dos, 1.5 m de profundidad.....	55
<b>Tabla 26.</b> Ensayo Proctor Modificado Calicata Dos, 2.0 m de profundidad.....	57
<b>Tabla 27.</b> Curva de compactación Calicata Dos, 2.0 m de profundidad.....	58
<b>Tabla 28.</b> Tabla de humedad, densidad e hinchamiento CBR Calicata Uno, 1 m.....	60
<b>Tabla 29.</b> Tabla de humedad, densidad e hinchamiento CBR Calicata Uno, 1.5 m.....	62
<b>Tabla 30.</b> Tabla de humedad, densidad e hinchamiento CBR Calicata Dos, 1.5 m.....	63
<b>Tabla 31.</b> Tabla de humedad, densidad e hinchamiento CBR Calicata Dos, 2.0 m.....	64
<b>Tabla 32.</b> Matriz de Likert de análisis de alternativas.....	69
<b>Tabla 33.</b> Resultados del TPDA.....	72
<b>Tabla 34.</b> Clasificación de vía según su TPDA.....	73

<b>Tabla 35.</b> Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño .....	77
<b>Tabla 36.</b> Factor de ajuste por presión de neumático Fp.....	78
<b>Tabla 37.</b> Valores del crecimiento anual de vehículos.....	79
<b>Tabla 38.</b> Tasa de crecimiento del Tráfico Promedio Anual.....	79
<b>Tabla 39.</b> Valores de estabilidad requerida por nivel de tráfico.....	83
<b>Tabla 40.</b> Niveles de confiabilidad.....	84
<b>Tabla 41.</b> Desviación Estándar Combinada (So).....	85
<b>Tabla 42.</b> Tiempos de drenaje recomendados por AASHTO.....	86
<b>Tabla 43.</b> Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles .....	86
<b>Tabla 44.</b> Valores de CBR, Mr, ai, SN de cada capa .....	88
<b>Tabla 45.</b> Espesores mínimos de concreto asfáltico y base granular .....	89
<b>Tabla 46.</b> Resumen de cálculos para el espesor de cada capa del pavimento .....	91
<b>Tabla 47.</b> Resultados de curva horizontal .....	93
<b>Tabla 48.</b> Ángulos de deflexión .....	93
<b>Tabla 49.</b> Curva horizontal izquierda #1 .....	93
<b>Tabla 50.</b> Curva horizontal izquierda #2 .....	94
<b>Tabla 51.</b> Libreta de la curva 1 .....	94
<b>Tabla 52.</b> Libreta de la curva 2.....	96
<b>Tabla 53.</b> Valores del coeficiente de fricción.....	98
<b>Tabla 54.</b> Resultados de abscisas de PIV, pendientes y tipo de curva .....	98
<b>Tabla 55.</b> Resultados de PIV .....	99
<b>Tabla 56.</b> Resumen de valores para cada curva vertical.....	99
<b>Tabla 57.</b> Abscisas y cotas de PCV, PIV y PTV .....	99
<b>Tabla 58.</b> Libreta curva vertical 1.....	100
<b>Tabla 59.</b> Libreta curva vertical 2.....	100
<b>Tabla 60.</b> Libreta curva vertical 3.....	101
<b>Tabla 61.</b> Libreta Curva vertical 4.....	102
<b>Tabla 62.</b> Libreta curva vertical 5.....	102
<b>Tabla 63.</b> Libreta de curva vertical 6.....	103
<b>Tabla 64.</b> Abscisas y cotas del proyecto.....	104

<b>Tabla 65.</b> Coeficiente de fricción transversal máxima .....	120
<b>Tabla 66.</b> Peralte en cada curva.....	121
<b>Tabla 67.</b> Lista de revisión de factores ambientales.....	127
<b>Tabla 68.</b> Escala de valoración cualitativa según Tito (2020).....	129
<b>Tabla 69.</b> Valoración cualitativa del Impacto Ambiental.....	130
<b>Tabla 70.</b> Matriz de resultados de impactos ambientales .....	130
<b>Tabla 71.</b> Presupuesto del proyecto.....	137
<b>Tabla 72.</b> Análisis de Precios Unitarios del rubro 1.1 .....	139
<b>Tabla 73.</b> Cantidades de señales horizontales .....	211
<b>Tabla 74.</b> Cantidades de señalización vertical.....	212
<b>Tabla 75.</b> Cantidades señales reglamentarias .....	213
<b>Tabla 76.</b> Rubros, rendimientos y fechas del cronograma .....	214
<b>Tabla 77.</b> APU 1.2 Material de préstamo importado .....	224
<b>Tabla 78.</b> APU 1.3 Transporte de base, sub-base y h. Asfáltico longitud de acarreo de 30-110 km.....	225
<b>Tabla 79.</b> APU 2.1 Sub-base clase 1 .....	226
<b>Tabla 80.</b> APU 2.2 Transporte de base, sub-base y h. Asfáltico longitud de acarreo de 30-110 km.....	227
<b>Tabla 81.</b> APU 2.3 Base clase 1 .....	228
<b>Tabla 82.</b> APU 2.4 Transporte de base, sub-base y h. Asfáltico longitud de acarreo de 30-110 km.....	229
<b>Tabla 83.</b> APU 2.5 Imprimacion asfáltica .....	233
<b>Tabla 84.</b> APU 2.6 Capa de rodadura de horm. Asf. Mezclado en planta e=15 cm (6") .....	234
<b>Tabla 85.</b> APU 2.7 Transporte de base, sub-base y h. Asfáltico longitud de acarreo de 30-110 km.....	235
<b>Tabla 86.</b> APU 3.1 Señalización horizontal continua (pintada de vía 15 cm amarilla o blanca/microesferas).....	236
<b>Tabla 87.</b> APU 3.2 Señalización horizontal segmentada (pintada de vía 15 cm amarilla o blanca/microesferas).....	237
<b>Tabla 88.</b> APU 3.3 Marcadores de pavimento retro reflejantes (tachas) (bidireccionales).....	238
<b>Tabla 89.</b> APU 4.1.1 Señales al lado de la carretera (750x750).....	239

<b>Tabla 90.</b> APU 4.2.1 Señales al lado de la carretera (750x750).....	240
<b>Tabla 91.</b> APU 4.3.1 Señales al lado de la carretera (500x350).....	242
<b>Tabla 92.</b> APU 5.1 Batería sanitaria portátil (unidad x mes) .....	243
<b>Tabla 93.</b> APU 5.2 Agua para control de polvo .....	244
<b>Tabla 94.</b> APU 5.3 Monitoreo de ruido.....	245
<b>Tabla 95.</b> APU 5.4 Monitoreo de Calidad de aire (material particulado PM10) .....	246
<b>Tabla 96.</b> APU 5.5 Monitoreo de Calidad de aire (material particulado PM2.5) .....	247

### **Índice de planos**

Plano 1 Diseño Horizontal y vertical desde 0+000 hasta 0+960.....	248
Plano 2 Diseño Vertical y Horizontal desde 0+920 hasta 2+040.....	249
Plano 3 Diseño Vertical y Horizontal desde 2+000 hasta 2+980.....	250
Plano 4 Secciones Transversales desde 0+000 hasta 0+480 .....	251
Plano 5 Secciones Transversales desde 0+500 hasta 0+960 .....	252
Plano 6 Secciones Transversales desde 0+980 hasta 1+420 .....	253
Plano 7 Secciones Transversales desde 1+460 hasta 1+920 .....	254
Plano 8 Secciones Transversales desde 1+940 hasta 2+400 .....	255
Plano 9 Secciones Transversales desde 2+420 hasta 2+880 .....	256
Plano 10 Secciones Transversales desde 2+900 hasta 2+980 .....	257

# Capítulo 1

## **1.1 INTRODUCCIÓN**

La infraestructura vial es muy importante para el avance económico y social de la zona agrícola del país. Su desarrollo y mantenimiento permiten a las zonas productivas una mejor movilización lo que fortalece a un conjunto de procesos para que el producto llegue a su destino de manera óptima y eficiente. La provincia del Guayas tiene una de las mayores cantidades de actividad agrícola en el país. Uno de sus principales cultivos es el banano, según ((INEC), 2023) la producción de banano en el Guayas corresponde al 32% de la producción nacional, convirtiéndose en pieza clave para la creación de empleo e ingresos. Tomando en cuenta este contexto, es fundamental tener un correcto diseño y mantenimiento de las vías rurales para asegurar y mejorar una competitividad en la zona agrícola y la calidad de vida de la población. La finca La Esperanza tiene actualmente una vía de longitud de 3 Km de material de lastre para la movilización de su producto de banano. Se va a requerir realizar un levantamiento topográfico del terreno que está ligado al área de topografía, una rama de la ingeniería civil. También se realizará un estudio del suelo con varios ensayos como Proctor, CBR, Límites de Atterberg y Granulometría, que tiene relación con el área de geología. Asimismo, se procederá con el diseño geométrico y estructural de la vía y una solución de drenaje pluvial que tiene relación con la rama vial.

## **1.2 Antecedentes**

La parroquia rural Tenguel es una de las zonas más importantes de producción de banano en la provincia del Guayas. Esta producción de materia prima es fundamental para la economía del país porque gran parte es destinada a exportación. En el recinto Estados Unidos se ubica la finca La Esperanza que se dedica a la producción de banano. Esta actividad necesita de un flujo constante de transporte de carga tanto liviana para insumos y carga pesada para los días de embarque del producto. La entrada a la finca se

realiza a través de una vía de longitud 3 Km que actualmente está conformada por material de lastre. Esto no garantiza una condición debida de transitabilidad. Más aún, cuando es temporada de lluvia, la vía se daña más rápido por la falta de un correcto sistema de drenaje. También, el camino no cumple con las normativas técnicas de diseño y seguridad para el tránsito de vehículos pesados por lo que se crea problemas como daños en los vehículos y poca seguridad.

### **1.3 Descripción del Problema**

El problema existente de la vía lastrada es el deterioro constante a lo largo de los 3.0 km de longitud lo que provoca huecos, pozos y daños a los vehículos. Esta vía constituye una ruta de acceso esencial para las actividades agrícolas de la zona. Esta situación afecta directamente a los productores y transportistas de banano y cacao, quienes dependen de esta vía para movilizar su producción hacia los centros de acopio y exportación. Si bien el proyecto se enfoca en una vía rural específica, la problemática que aborda no es exclusiva de esta zona. Las deficiencias en infraestructura vial rural son comunes en varios sectores agrícolas del litoral ecuatoriano, donde las vías de acceso fueron construidas sin criterios técnicos ni medidas de drenaje adecuadas. Por ello, la metodología aplicada, puede servir como modelo replicable para el mejoramiento de otras vías rurales productivas, contribuyendo al fortalecimiento del sector agrícola y al desarrollo económico regional.

### **1.4 Justificación del Problema**

La rehabilitación de la vía mencionada, en recinto Estados Unidos, que permite el acceso hacia la Finca La Esperanza y otros centros agrícolas, es de suma importancia para garantizar la eficiencia del transporte y la sostenibilidad de las actividades

agrícolas de la zona. Actualmente, el mal estado de la vía lastrada dificulta el tránsito vehicular, generando pérdida de productividad debido al retraso en el transporte.

Resolver esta problemática permitirá mejorar y facilitar el tránsito, tanto de vehículos livianos como pesados, reduciendo costos de mantenimiento, tiempo de traslado y riesgos ante posibles siniestros por el mal estado actual de esta ruta de acceso. Además, el rediseño conforme a lo establecido en las normas AASHTO proporcionará una infraestructura segura y duradera, permitiendo un flujo continuo en la cadena de distribución del banano y el cacao, fortaleciendo la economía local y mejorando la calidad de vida de los moradores de dicho sector.

El no intervenir esta vía, implicaría la continuidad de las afectaciones económicas para los productores, debido al deterioro constante de los vehículos de transporte, los retrasos durante el traslado y la limitación del desarrollo productivo de la parroquia. Por lo que la ejecución de este proyecto representaría una inversión estratégica para el crecimiento sostenible del sector agrícola.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Rediseñar una vía de acceso con longitud 3.0 Km, utilizando las normativas de diseño y seguridad AASHTO, para el acceso de vehículos livianos y pesados, promoviendo la producción y exportación de banano en el Cantón Tenguel.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

1. Realizar el levantamiento topográfico y estudios geotécnicos correspondientes para la determinación del estado actual de la vía.
2. Presentar la propuesta técnica de rediseño de la vía conforme a las normas AASHTO.

3. Garantizar la transitabilidad y la seguridad de vehículos livianos y pesados para el transporte de la producción bananera hacia los centros de exportación.

## **Capítulo 2**

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 Revisión de literatura**

En la ingeniería civil, el rediseño y el diseño de vías rurales es muy importante para el desarrollo integral del país, más aún cuando se busca asegurar la conexión de las zonas agrícolas con las vías principales del transporte nacional. Aún en la actualidad, varias fincas en el Ecuador necesitan accesos que sean eficientes para el tránsito de transporte de carga pesada para asegurar una entrada y salida adecuada de productos agrícolas como el banano. El proceso para rediseñar una vía contempla varios aspectos como técnicos, económicos y ambientales. Estos aspectos por considerar permitirán una mejora de la durabilidad del pavimento y de la seguridad del tránsito. Según la norma (AASHTO, 1993), los factores que tienen impacto en cómo se comporta estructuralmente una vía son: tipo de suelo, la carga o tipo de vehículo, la condición climática y la intensidad del tránsito.

#### **2.1.1 Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)**

El Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) es una manera de representar el volumen de tránsito incluida en varios estudios viales. Tiene relación con la definición de volúmenes de vehículos que se movilizan por una vía durante un año calendario. Esto no es posible en varios estudios que requieren de cuantificación. (Jácome, Rodríguez, Hernández Cruz, & López Morales).

Estos volúmenes de vehículos se van corrigiendo con factores de ajuste que tienen en consideración cambios por semana, estaciones y de la misma área de estudio. Por consiguiente, el TPDA es proyectado al periodo de diseño tomando en cuenta el crecimiento vehicular. Con el cálculo del volumen a futuro, se pueden obtener los ejes

equivalentes (ESALs) para realizar el diseño de la estructura del pavimento. (Chango Acurio, Zambrano Cruzatty, & Loayza Jaramillo)

### 2.1.2 Clasificación de vías

La clasificación de vías se divide en varios aspectos como por su diseño, por su Tráfico Promedio Anual (TPDA). Basado en características, las vías se dividen por su diseño:

- Autopistas. - Son las vías de alta capacidad, planificadas, construidas y señalizadas, con características geométricas y estructurales propias, poseen accesos especiales tendientes a proveer velocidades constantes, niveles de servicio y seguridad a los usuarios. Entre estas características están: restricción de accesos, intersecciones controladas, contar mínimo dos carriles para cada sentido de circulación separadas entre sí, con un Tráfico Promedio Diario Anual desde 8.000 vehículos y otras de similar naturaleza establecidas en las Normas Generales de Diseño emitidas por el ministerio rector.
- Autovías. - Son las que, no reuniendo todos los requisitos de las autopistas, tienen calzadas separadas para cada sentido de circulación y limitación de accesos a las propiedades colindantes.
- Vías rápidas. - Son aquellas vías de una sola calzada con dos carriles de circulación y con limitación total de acceso a las propiedades colindantes.
- Carreteras. - Son aquellas vías que responden a características de diseño geométrico y de tipo estructural establecidas en las Normas Generales de Diseño emitidas por el ministerio rector, sin llegar a reunir las características especiales de las autopistas, autovías y vías rápidas.

- Caminos vecinales. - Son aquellas vías que sirven para comunicar preferentemente áreas rurales internas (caseríos, recintos), sin llegar a reunir las características de Carreteras; y tienen características geométricas y estructurales determinadas en las Normas Técnicas emitidas por el ministerio rector.
- Urbanas. - Son el conjunto de vías que conforman la zona urbana del cantón, la cabecera parroquial rural y aquellas vías que, de conformidad con cada planificación municipal, estén ubicadas en zonas de expansión urbana.

Por su Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA):

**Tabla 1.** Clasificación de vía según su TPDA

<b>Tipo de vía</b>	<b>TPDA</b>
<b>Carretera RI, RII</b>	> 8000 vehículos
<b>Carretera CLASE I</b>	3000-8000 vehículos
<b>Carretera CLASE II</b>	1000-3000 vehículos
<b>Carretera CLASE III</b>	300-1000 vehículos
<b>Carretera CLASE IV</b>	100-300 vehículos
<b>Carretera CLASE V</b>	Menor a 100 vehículos

*Nota.* Fuente MIT, 2018

Cada clase de carretera tiene en consideración valores recomendables y absolutos los cuales guardan relación directamente con la topografía del terreno y se clasifica en: Llanos (LL), Ondulados (O), y Montañosos (M). (MIT, 2018).

### 2.1.3 Vía de lastre

Una vía lastrada es un camino o carretera en la cual la superficie está conformada por una capa de lastre que está compuesta por material granular como piedra triturada o grava. Esta capa es compactada sobre la base de suelo natural. Estas

vías no están diseñadas técnicamente ni con pavimento flexible o rígido. Esto conlleva a ciertas ventajas como: un menor costo de construcción, su reparación o mantenimiento es más sencilla, pero se debe realizar con más frecuencia y por último una mayor permeabilidad. Así mismo, se tienen desventajas como: generación de polvo cuando la época es seca y cuando llueve se crea lodo y baches. Una mayor frecuencia de deterioro y menor confort y seguridad para el usuario.

#### 2.1.4 Pavimento flexible

**Figura 1.** Estructura de pavimento flexible



*Nota.* Fuente (CONSTRUNEIC, 2024)

El pavimento flexible es una estructura de varias capas las cuales se flexionan debido al tráfico o a las cargas aplicadas. Su principal característica es su capacidad de volver a su forma original, teniendo un comportamiento elástico. Principalmente, el pavimento flexible es usado para carreteras, autopistas, pistas de aeropuertos y aparcamientos con cargas moderadas a altas.

El diseño de pavimentos flexibles requiere un equilibrio entre aspectos técnicos, económicos y ambientales. La estructura diseñada de pavimento debe garantizar que las diferentes capas de la estructura reciban los esfuerzos de manera adecuada para lograr

un comportamiento elástico, lo cual garantiza la prolongación de la vida útil de la infraestructura. Los pavimentos flexibles están diseñados para una vida útil promedio de 8 a 10 años, pero para cumplir dicho periodo de vida útil es decisivo en su desempeño el buen proceso constructivo que haya tenido.

Es muy importante el control de calidad estricto que garantice el uso de materiales adecuados en cumplimiento a la normatividad, la correcta compactación y la temperatura de extendido y compactado de la mezcla asfáltica acorde al proyecto, entre otros factores. Las correctas prácticas del constructor y supervisor serán claves en el comportamiento futuro de la estructura.

Durante la vida útil del pavimento, la mezcla asfáltica experimenta dos tipos de envejecimiento y los deterioros que presentará están asociados a cada uno de estos procesos.

#### **2.1.5 Método AASHTO para diseño de pavimento flexible**

La metodología AASHTO-93 para diseño de pavimentos asfálticos emplea un modelo o ecuación a través de la cual se obtiene el parámetro denominado número estructural (SN) el cual es fundamental para la determinación de los espesores de las capas que conforman el pavimento las cuales son la capa asfáltica, la capa de base y la capa de subbase. Como se dijo anteriormente, esta ecuación está en función de unas variables de diseño tales como el tránsito, la desviación estándar, la confiabilidad y el índice de serviciabilidad entre otros.

#### **2.1.6 Tipos de suelo en la subrasante**

La subrasante es la base o el apoyo natural donde se va a elaborar la estructura del pavimento que en este caso será flexible. Existen diferentes tipos de materiales

naturales que están en la subrasante de una carretera o vía. Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS):

**Tabla 2.** *Clasificación del suelo en la subrasante*

<b>Suelos Gruesos (Gravas y arenas)</b>	<b>Suelos finos (Limos y arcillas)</b>	<b>Suelos orgánicos</b>
<b>(GW)</b> La grava bien graduada tiene una excelente capacidad para soporte y una permeabilidad buena.	<b>(ML)</b> El limo con baja compresibilidad tiene una estabilidad uniforme, pero tiene problemas con heladas.	<b>(OL)</b> El limo orgánico tiene una compresibilidad entre media y alta y está conformado por tierra, agua y restos vegetales.
<b>(GP)</b> La grava pobremente graduada tiene una buena capacidad para soporte, pero tiene problemas con la erosión.	<b>(CL)</b> La arcilla con baja compresibilidad al estar seca tiene una buena capacidad de soporte.	<b>(OH)</b> La arcilla orgánica tiene una alta capacidad para retener agua. Baja capacidad de soporte y compresibilidad alta.
<b>(SW)</b> La arena bien graduada tiene una compactación y estabilidad buena.	<b>(MH)</b> El limo de alta compresibilidad tiene una baja capacidad para soporte y una alta compresibilidad.	<b>(PT)</b> La turba tiene una alta compresibilidad y es totalmente inadecuada como material para subrasante.
<b>(SP)</b> La arena pobremente graduada tiene una estabilidad uniforme, pero	<b>(CH)</b> La arcilla con alta compresibilidad es expansiva y al estar	

---

necesita de una	húmeda tiene una mala
compactación controlada.	capacidad de soporte.

---

*Nota.* Fuente (Das, 2015)

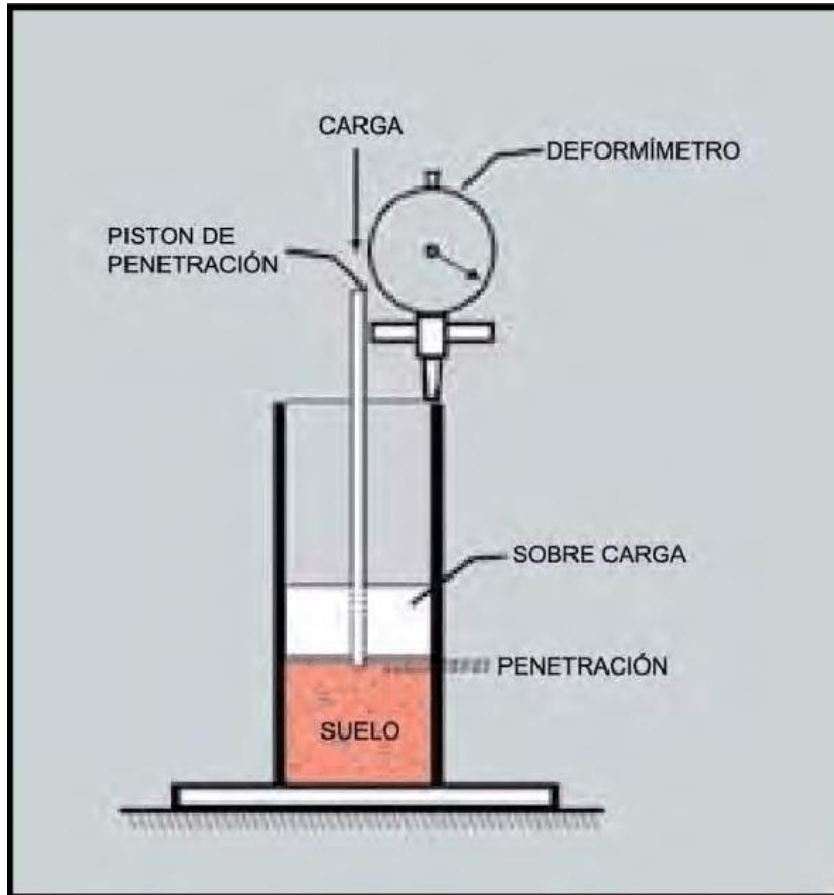
### 2.1.7 **Bombeo**

Es la pendiente o la inclinación transversal de una carretera que tiene del eje de la vía hacia la derecha e izquierda y sirve para evacuar las aguas lluvias hacia las cunetas o talud. El rango de pendiente del bombeo está entre 1 y 4%. Hay varios factores que influyen en el bombeo como la intensidad de lluvia en el área, el ancho de la vía, el tipo de superficie de rodadura, la velocidad de diseño de la vía, entre otras. Cuando existe un bombeo insuficiente se pueden crear charcos de agua, menor fricción entre el neumático y el pavimento y mayor desgaste del pavimento. Por otra parte, cuando el bombeo es excesivo, se crea incomodidad al usuario, un desplazamiento lateral de los vehículos y una mayor erosión de los espaldones y taludes.

## 2.1.8 Ensayos

### 2.1.8.1 CBR

**Figura 2.** *Ensayo de CBR*



*Nota.* Fuente (Morales, 2013)

El Ensayo de Índice de Soporte California, conocido como el ensayo de CBR (California Bearing Ratio), es una prueba de laboratorio que evalúa la resistencia al corte de un suelo. Este ensayo proporciona información crucial para diseñar pavimentos y carreteras, ya que evalúa la capacidad del suelo para soportar cargas aplicadas.

El procedimiento típico del ensayo de CBR implica compactar un espécimen de suelo en un cilindro y luego someterlo a cargas repetidas en condiciones controladas. Se mide la penetración del pistón en el suelo a intervalos de carga específicos. El valor CBR se calcula como la relación entre la carga necesaria para producir una cierta

penetración y la carga necesaria para producir la misma penetración en un suelo estándar de referencia, generalmente una mezcla de grava y arcilla.

Un valor de CBR del 100% indica que el suelo tiene una resistencia al corte comparable al suelo de referencia, mientras que un valor del 0% indica una capacidad de carga muy baja. Este índice es esencial para los ingenieros geotécnicos y de pavimentos, ya que ayuda a determinar la idoneidad de un suelo para soportar estructuras de pavimentos y carreteras, influyendo en el diseño y la construcción de infraestructuras de manera efectiva y segura.

#### 2.1.8.2 **Proctor**

El Ensayo Proctor, es una prueba esencial en el campo de la geotecnia e ingeniería civil. El ensayo Proctor se utiliza para determinar las propiedades de compactación de los suelos, lo que desempeña un papel crítico en el diseño y construcción de infraestructuras. A través de un proceso meticuloso, el Ensayo Proctor permite establecer la densidad máxima seca y el contenido de humedad óptimo de un suelo, proporcionando información valiosa para garantizar la estabilidad y durabilidad de proyectos como carreteras, cimientos de edificios y estructuras civiles. En este contexto, exploraremos en detalle los procedimientos, equipos y aplicaciones clave de este ensayo fundamental.

### 2.1.8.3 Límites de Atterberg

**Figura 3.** *Ensayo de límites de Atterberg*

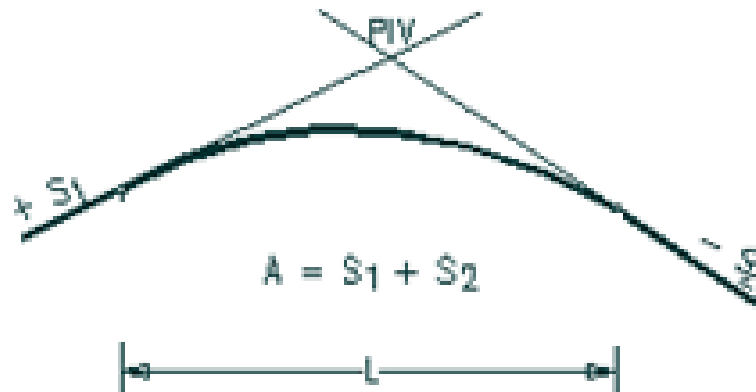


*Nota.* Fuente (CONSTRUNEIC, 2024)

Pueden definirse como los límites de los contenidos de humedad que caracterizan los cuatro estados de consistencia de un suelo de grano fino: estado sólido, estado semisólido, estado plástico y estado semilíquido o viscoso. El límite entre los estados sólido y semisólido se denomina límite de retracción, el límite entre los estados semisólido y plástico se llama límite plástico y el límite entre los estados plástico y semilíquido, límite líquido. Así de este modo, un suelo de grano fino puede pasar de un estado de consistencia a otro en función del contenido en humedad. En el siguiente cuadro se muestra de forma gráfica como a medida que aumenta el contenido en agua del suelo se va pasando de un estado a otro y los límites Atterberg que hay entre ellos.

### 2.1.9 Curvas horizontales

Figura 4. Trazo de curva horizontal



$S_1$  = Pendiente de entrada

$S_2$  = Pendiente de salida

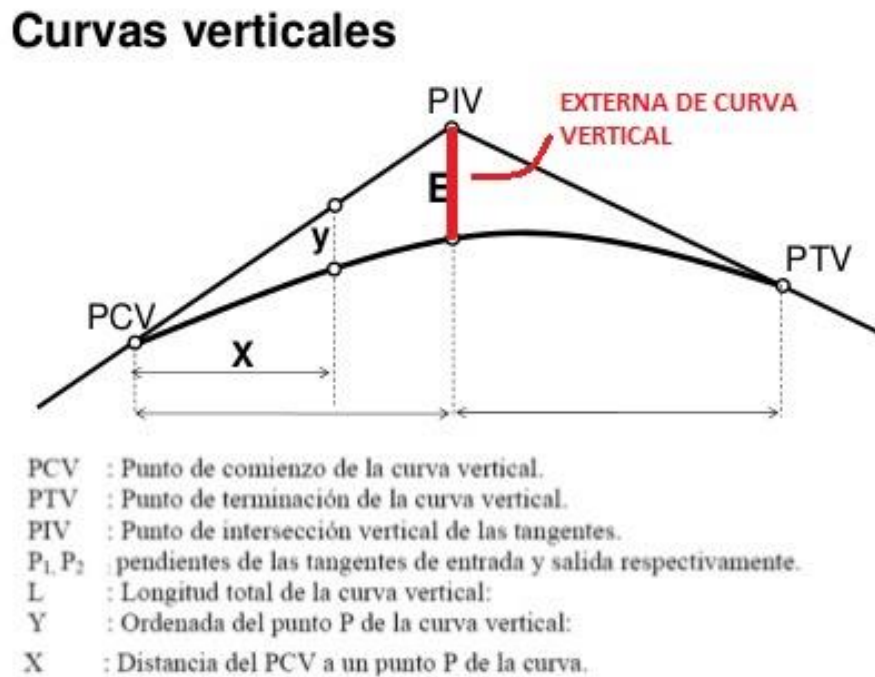
Nota. Fuente (Orrala, 2011)

Las curvas horizontales como arcos de circunferencia tangente de un solo radio son utilizados para unir tangentes de un alineamiento, cuyo objetivo es suavizar las deflexiones en las alineaciones de los ejes de la carretera. Según Harry Capuyi para el diseño geométrico de una curva horizontal se debe tomar en cuenta la topografía del terreno y la velocidad de diseño que puede variar de una curva a otra, teniendo cuidado de no incrementar en más de 10 kph la velocidad entre una curva y la siguiente. Para lograr este cambio gradual de dirección entre los tramos longitudinales, se emplean distintos tipos de curvas horizontales. Dentro de ella podemos hallar la curva horizontal compuesta, que es la combinación de dos o más curvas simples, la medida de colocar una curva compuesta se toma cuando la distancia de separación entre dos curvas consecutivas es menor que la establecida por las normas según la velocidad de diseño. Asimismo, tenemos las curvas circulares simples que están formadas por un arco de circunferencia, dicho de otro modo, es un segmento de circunferencia que sirve de

unión entre dos alineaciones y también para lograr un cambio gradual en la alineación de tangentes.

### 2.1.10 Curvas verticales

**Figura 5. Trazo de curva vertical**



*Nota.* (Barrios, n.d.)

Las curvas verticales constituyen un elemento esencial en el diseño geométrico de carreteras, al garantizar la continuidad entre tramos de pendiente y proporcionar condiciones adecuadas de visibilidad y confort. La longitud y el tipo de curva vertical, de cresta o de depresión, deben determinarse en función de la distancia de visibilidad requerida, el cambio algebraico de pendiente y los criterios de seguridad vial. Esta norma establece fórmulas estandarizadas para el cálculo de curvas parabólicas, asegurando una transición suave del gradiente y un desplazamiento seguro tanto en sentido ascendente como descendente ((AASHTO), 2018).

El NCHRP Report 502 resalta que la consistencia geométrica entre curvas verticales y horizontales influye significativamente en el desempeño operativo y en la

percepción del conductor. Este estudio propone que un diseño inadecuado de la curvatura vertical puede generar variaciones abruptas de velocidad y afectar la estabilidad vehicular, especialmente en carreteras de alta velocidad. El documento sugiere métodos para evaluar la coherencia del trazado en relación con la seguridad y el confort, destacando la importancia de las curvas verticales en la reducción de accidentes por pérdida de control (Campbell et al., 2003)

#### **2.1.11 Ancho de vía**

El ancho de una vía es la distancia total de manera transversal de la calzada donde va a ocurrir el tránsito vehicular, donde se toma en cuenta el carril de circulación y algunas ocasiones las bermas o áreas de seguridad. Es un parámetro muy importante para el diseño geométrico porque tiene una influencia directa en la capacidad, la seguridad y el confort de la vía.

#### **2.1.12 Peralte**

El peralte es la inclinación total de los carriles hacia la izquierda y derecha y uno de los elementos esenciales en el diseño geométrico de las carreteras, ya que permite compensar las fuerzas centrífugas que actúan sobre los vehículos al transitar en una curva horizontal. Según (Abdulhafedh, 2019), el diseño adecuado del peralte busca equilibrar la fricción lateral y la aceleración centrífuga, garantizando estabilidad vehicular y comodidad al conductor. El autor revisa diferentes métodos de distribución del peralte a lo largo de la curva, señalando que su correcta aplicación reduce el desgaste de neumáticos y mejora la seguridad vial, especialmente en vías con radios reducidos.

### 2.1.13 Sistema de drenaje

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 —emergente del MTOP—, los sistemas de drenaje vial deben contemplar la evacuación eficiente de aguas pluviales mediante elementos transversales y longitudinales que garanticen la vida útil, estabilidad estructural y la seguridad de la infraestructura vial en el contexto ecuatoriano (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (MTOP), 2013).

### 2.1.14 Señalética en vías

La señalización vertical es fundamental para regular, advertir e informar a los usuarios de las vías, contribuyendo a una circulación segura y ordenada. Según el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, esta señalización debe cumplir con requisitos específicos en cuanto a forma, color, tamaño y ubicación, garantizando su visibilidad y comprensión por parte de los conductores y peatones.

**Figura 6. Señalización vertical**

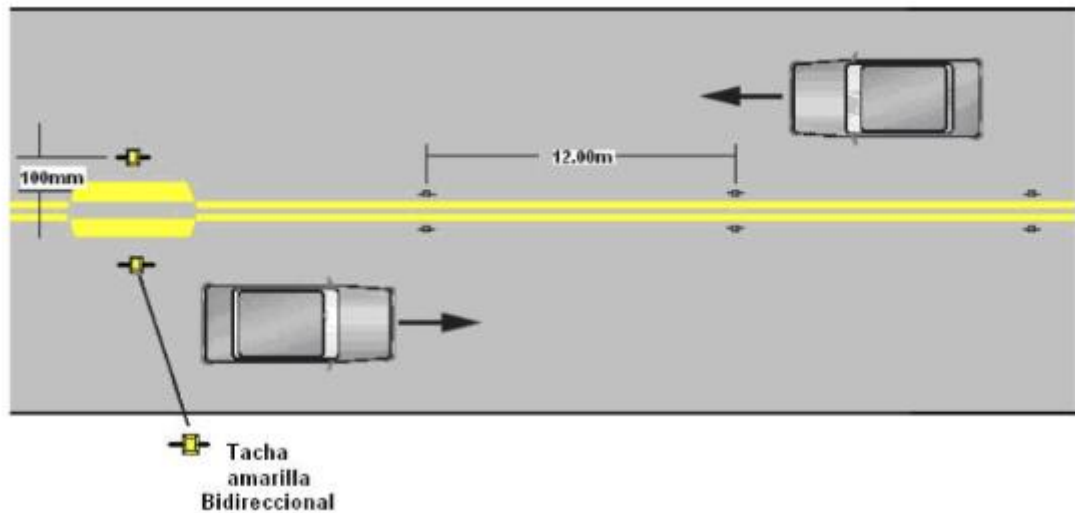


*Nota.* Fuente (INEN, Señalización vial. Parte 1. Señalización vertical, 2011)

La señalización horizontal complementa a la señalización vertical y es crucial para guiar y advertir a los usuarios de las vías sobre condiciones específicas del entorno

vial. El RTE INEN 004-2:2011 establece las especificaciones técnicas para las marcas viales, incluyendo líneas, símbolos y flechas, que deben ser aplicadas de acuerdo con las características geométricas de la vía y el tipo de tránsito.

**Figura 7. Señalización horizontal**



*Nota.* Fuente (INEN, Señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal, 2011)

## 2.2 Área de estudio

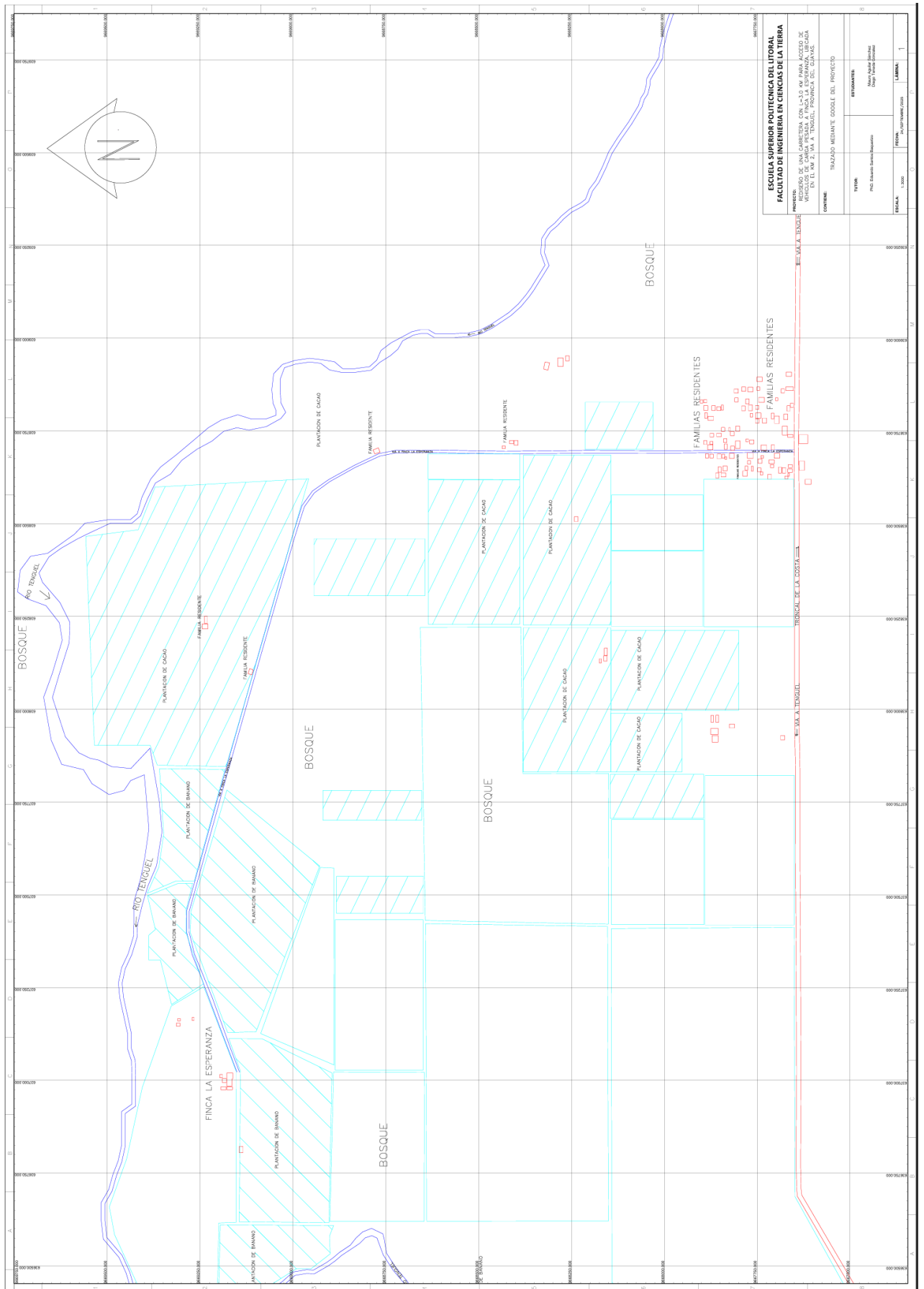
### 2.2.1 Ubicación geográfica

La vía por rediseñar se encuentra ubicada en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, parroquia, Tenguel, recinto Estados Unidos. Con una Longitud de 3.0 km de vía. Sus coordenadas UTM se muestran en la Tabla 4:

**Tabla 3. Coordenadas UTM de la vía de acceso a Finca La Esperanza**

Zona	17 M	Coordenadas	
		N	E
Inicio del tramo		9667652.00 m	638692.00 m
Fin del tramo		9669152.00 m	636998.00 m

Figura 8. Plano Google de la vía existente



### 2.2.2 Descripción técnica del sitio

El proyecto se localiza en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, parroquia Tenguel, específicamente en el recinto Estados Unidos, el cual cuenta con una vía rural de acceso con una longitud aproximada de 3 kilómetros, conformada actualmente por material de lastre compactado.

El clima en la zona de estudio se clasifica como tropical húmedo, con una temperatura media anual cercana a los 26 °C y una precipitación elevada durante gran parte del año (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI), 2020). La topografía es ligeramente ondulada a predominantemente plana, con suaves pendientes naturales orientadas hacia el río Tenguel, lo que favorece el escurrimiento superficial, aunque pueden presentarse puntos de acumulación de agua en sectores bajos de la vía.

A lo largo del trazado vial se identifican dos ductos cajón que permiten el paso transversal del flujo pluvial, complementados con pequeños accesos secundarios que comunican hacia otras fincas agrícolas y plantaciones aledañas. El tráfico vehicular que circula por la vía corresponde principalmente a vehículos pesados, en su mayoría camiones de doble rueda y un solo eje, destinados al transporte de banano y suministros agrícolas.

Desde el punto de vista socioeconómico, la población del recinto se dedica principalmente a actividades agrícolas, en especial al cultivo y comercialización del banano y cacao, siendo la vialidad rural un componente fundamental para la conectividad, movilidad de la producción y desarrollo económico local.

## 2.3 Trabajo de campo y laboratorio

### 2.3.1 TPDA

Se determinó la intensidad media del tránsito de la vía del proyecto con conteos de vehículos en tres diferentes puntos (P1, P2, P3). El primer punto está ubicado en el inicio de la vía donde se conecta con otra vía. El segundo punto se encuentra en la mitad de la vía hacia la finca y el último punto se ubica en el final donde está la entrada a la finca. La duración del conteo duró dos días diferentes de 8:09 a.m. hasta las 16:17 p.m. (8 horas). Se clasificó en 6 categorías diferentes de vehículos: motos, autos, camionetas, camión 2 ejes mediano, camión 3 ejes y tractocamión 3 ejes con remolque 2 ejes. Los datos obtenidos serán utilizados con factores y fórmulas que facilitarán el cálculo del TPDA. A continuación, las ecuaciones usadas en orden:

Tráfico Promedio Diario:

$$TPD = \frac{\text{Número Total de Vehículos}}{\text{Número de Días de Conteo}}$$

EC. 2.1

Tráfico Promedio Semanal:

$$TPDS = \frac{5}{7} \cdot \sum \frac{Dn}{m} + \frac{2}{7} \cdot \sum \frac{De}{m}$$

EC. 1.2

Donde:

Dn: Los días entre la semana, de lunes a viernes.

m: la cantidad de días

De: Los días del fin de semana, sábado y domingo

Luego tenemos el factor mensual y diario que nos permiten transformar el TPDS a TPDA de manera aproximada.

Factor diario:

$$Fd = \frac{TPDS}{TD}$$

EC. 2.3

Factor mensual:

**Tabla 4.** *Valores del factor mensual*

<b>Factor mensual</b>	
Mes	Factor
Enero	0.94
Febrero	0.91
Marzo	0.96
Abril	0.98
Mayo	1.04
Junio	1.05
Julio	1.02
Agosto	0.99
Septiembre	1.04
Octubre	1.03
Noviembre	0.98
Diciembre	0.92

*Nota.* Fuente: Elaboración propia a partir del perfil de estacionalidad de la Concesionaria Consur R7H y MTOP (R7H, 2023)

Tráfico Promedio Anual:

$$TPDA = TPDS \cdot Fm \cdot Fd$$

EC. 2.4

Para luego así calcular el tráfico asignado y el tráfico futuro:

$$\text{Tráfico asignado} = \text{TPDA actual} + \text{Tráfico desarrollado} + \text{Tráfico generado}$$

EC. 2.2

Donde,

$$\text{Tráfico desarrollado} = \text{TPDA actual} * 5\%$$

EC. 2.6

$$\text{Tráfico generado} = \text{TPDA actual} * 25\%$$

EC. 2.3

Tráfico futuro:

$$T_p = T_a * (1 + i)^n$$

EC. 2.4

Donde:

$T_p$ : Tráfico proyectado

$T_a$ : Tráfico actual (TPDA)

i: Tasa de crecimiento vehicular

n: Años de servicio a futuro del pavimento

### Conteo Vehicular

**Tabla 5.** *Conteo vehicular en punto 1 abscisa 0+000*

Fecha: 25/Sep./2025	P1:	Abscisa	0+000							
Hora										
	8:00- 9:00	10:00- 11:00	9:00- 10:01	11:00- 12:00	12:00- 13:00	13:00- 14:00	14:00- 15:00	15:00- 16:00	16:00- 17:00	TOTAL
<b>  motos</b>	12	14	7	18	4	9	7	12	11	94
<b>autos</b>	3	1	0	3	2	1	0	2	1	13
<b>camionetas</b>	3	1	1	0	0	1	1	0	1	8
<b>camión 2 ejes mediano 2DA</b>	1	2	1	0	0	0	1	1	0	6
<b>camión 3 ejes 3-A</b>	1	0	0	1	1	0	0	0	1	4

<b>tractocamión 3 ejes con remolque 2 ejes 3S2</b>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Tabla 6.** *Conteo vehicular en punto 2 abscisa 1+400*

<b>Fecha:</b> <b>25/Sep./2025</b>	<b>P2:</b>		<b>Abscisa</b>		<b>1+400</b>					
	8:00- 9:00	10:00- 11:00	9:00- 10:01	11:00- 12:00	12:00- 13:00	13:00- 14:00	14:00- 15:00	15:00- 16:00	16:00- 17:00	<b>TOTAL</b>
<b>motos</b>	4	7	3	9	1	4	1	3	8	40
<b>autos</b>	1	0	0	1	0	0	1	2	0	5
<b>camionetas</b>	1	1	0	0	1	1	1	0	1	6
<b>camión 2 ejes mediano 2DA</b>	2	1	0	1	0	0	2	0	0	6
<b>camión 3 ejes 3-A</b>	1	0	0	1	1	0	0	0	1	4
<b>tractocamión 3 ejes con remolque 2 ejes 3S2</b>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

**Tabla 7.** *Conteo vehicular en punto 3 abscisa 2+900*

<b>Fecha:</b> <b>25/Sep./2025</b>	<b>P3:</b>		<b>Abscisa</b>		<b>2+900</b>					
	8:00- 9:00	10:00- 11:00	9:00- 10:01	11:00- 12:00	12:00- 13:00	13:00- 14:00	14:00- 15:00	15:00- 16:00	16:00- 17:00	<b>TOTAL</b>
<b>motos</b>	3	4	0	3	0	3	1	3	4	21
<b>autos</b>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
<b>camionetas</b>	1	1	0	0	0	1	0	0	1	4
<b>camión 2 ejes mediano 2DA</b>	2	0	0	1	0	0	1	0	0	4
<b>camión 3 ejes 3-A</b>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<b>tractocamión 3 ejes con remolque 2 ejes 3S2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla 8.** *Conteo vehicular día dos, punto 1 abscisa 0+000*

Fecha: 26/Sep./2025	P1:		Abscisa		0+000					
	Hora									
	8:00- 9:00	10:00- 11:00	9:00- 10:01	11:00- 12:00	12:00- 13:00	13:00- 14:00	14:00- 15:00	15:00- 16:00	16:00- 17:00	TOTAL
<b>motos</b>	11	10	8	12	5	8	9	11	10	84
<b>autos</b>	2	1	0	2	2	3	0	1	0	11
<b>camionetas</b>	1	0	0	0	2	1	0	2	0	6
<b>camión 2 ejes mediano 2DA</b>	0	1	1	0	2	1	1	1	0	7
<b>camión 3 ejes 3-A</b>	0	1	1	0	0	1	2	1	0	6
<b>tractocamión 3 ejes con remolque 2 ejes 3S2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla 9.** *Conteo vehicular día dos, punto 2 abscisa 1+400*

Fecha: 26/Sep./2025	P2:		Abscisa		1+400					
	8:00- 9:00	10:00- 11:00	9:00- 10:01	11:00- 12:00	12:00- 13:00	13:00- 14:00	14:00- 15:00	15:00- 16:00	16:00- 17:00	TOTAL
<b>motos</b>	5	5	2	4	0	2	1	2	6	27
<b>autos</b>	1	0	0	1	0	1	0	0	0	3
<b>camionetas</b>	1	0	0	0	1	1	0	1	0	4
<b>camión 2 ejes mediano 2DA</b>	0	1	0	0	1	1	0	0	0	3
<b>camión 3 ejes 3-A</b>	0	1	0	0	0	1	2	0	0	4
<b>tractocamión 3 ejes con remolque 2 ejes 3S2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla 10.** *Conteo vehicular día dos, punto 3, abscisa 2+900*

Fecha: 26/Sep./2025	P3:		Abscisa		2+900					
------------------------	-----	--	---------	--	-------	--	--	--	--	--

	8:00- 9:00	10:00- 11:00	9:00- 10:01	11:00- 12:00	12:00- 13:00	13:00- 14:00	14:00- 15:00	15:00- 16:00	16:00- 17:00	TOTAL
<b>motos</b>	0	4	1	1	0	1	1	0	4	12
<b>autos</b>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
<b>camionetas</b>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
<b>camión 2 ejes mediano 2DA</b>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
<b>camión 3 ejes 3-A</b>	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
<b>tractocamión 3 ejes con remolque 2 ejes 3S2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla 11.** *Conteo vehicular día tres, punto 1 abscisa 0+000*

<b>Fecha:</b> <b>27/Sep./2025</b>	<b>P1:</b>	<b>Abscisa</b>	<b>0+000</b>	Hora							
	8:00- 9:00	10:00- 11:00	9:00- 10:01	11:00- 12:00	12:00- 13:00	13:00- 14:00	14:00- 15:00	15:00- 16:00	16:00- 17:00	TOTAL	
<b>motos</b>	6	10	2	12	6	6	2	4	6	54	
<b>autos</b>	2	0	0	1	1	1	0	0	1	6	
<b>camionetas</b>	3	0	0	1	0	1	1	0	0	6	
<b>camión 2 ejes mediano 2DA</b>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	
<b>camión 3 ejes 3-A</b>	0	1	1	0	0	2	0	1	0	5	
<b>tractocamión 3 ejes con remolque 2 ejes 3S2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

**Tabla 12.** *Conteo vehicular día tres, punto 2 abscisa 1+400*

<b>Fecha:</b> <b>27/Sep./2025</b>	<b>P2:</b>	<b>Abscisa</b>	<b>1+400</b>	Hora							
	8:00- 9:00	10:00- 11:00	9:00- 10:01	11:00- 12:00	12:00- 13:00	13:00- 14:00	14:00- 15:00	15:00- 16:00	16:00- 17:00	TOTAL	
<b>motos</b>	2	3	1	0	3	3	0	0	2	14	

<b>autos</b>	2	0	0	1	1	0	0	0	0	4
<b>camionetas</b>	2	0	0	0	0	1	1	0	0	4
<b>camión 2 ejes mediano 2DA</b>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<b>camión 3 ejes 3-A</b>	0	1	0	0	0	1	0	1	0	3
<b>tractocamión 3 ejes con remolque 2 ejes 3S2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla 13.** *Conteo vehicular día tres, punto 3 abscisa 2+900*

<b>Fecha:</b> <b>27/Sep./2025</b>	<b>P3:</b>		<b>Abscisa</b>		<b>2+900</b>						
	8:00- 9:00	10:00- 11:00	9:00- 10:01	11:00- 12:00	12:00- 13:00	13:00- 14:00	14:00- 15:00	15:00- 16:00	16:00- 17:00		<b>TOTAL</b>
<b>motos</b>	1	1	0	0	0	2	0	0	2		6
<b>autos</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	0		1
<b>camionetas</b>	1	0	0	0	0	1	0	0	0		2
<b>camión 2 ejes mediano 2DA</b>	1	0	0	1	0	0	0	0	0		2
<b>camión 3 ejes 3-A</b>	0	1	0	0	0	0	0	1	0		2
<b>tractocamión 3 ejes con remolque 2 ejes 3S2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0

**Tabla 14.** *Resumen conteo vehicular*

	<b>25- Sep</b>	<b>26- Sep</b>	<b>27- Sep</b>	<b>Total</b>
<b>motos</b>	155	123	74	352
<b>autos</b>	20	16	11	47
<b>camionetas</b>	18	12	12	42
<b>camión 2 ejes mediano 2DA</b>	16	12	6	34
<b>camión 3 ejes 3-A</b>	10	12	10	32

<b>tractocamión 3 ejes con remolque 2 ejes 3S2</b>	2	0	0	2
--	---	---	---	---

### 2.3.2 Topografía

El levantamiento topográfico es un estudio muy importante donde se determina las posiciones de manera relativa de la superficie terrestre. En la ingeniería civil, el estudio topográfico es uno de los ejes más importantes del diseño ingenieril por lo que en esta área se define la geometría del terreno donde se va a realizar el proyecto.

Para realizar el levantamiento topográfico se empleó la estación total para conseguir todos los puntos necesarios, a lo largo de la vía se recopiló información correspondiente a los ejes de la vía, los postes de alumbrado existentes, las obras de drenaje y las viviendas a lo largo de los 3 km. Todos estos datos se utilizarán comprender las condiciones físicas del terreno y nos permite continuar con el análisis del perfil longitudinal y posterior diseño geométrico del pavimento.

### 2.3.3 Ensayos de laboratorio

Se tomaron dos muestras de calicatas en diferentes puntos de la vía de estudio. La primera calicata fue realizada en la entrada del recinto Estados Unidos donde inicia la vía de estudio y al final donde es la entrada a la finca La Esperanza. Mediante una retroexcavadora y trabajo manual se obtuvieron estas muestras. La primera calicata fue realizada con una profundidad de 1.0 metro y 1.5 metros. La segunda calicata tuvo una profundidad de 1.5 y 2.0 metros de profundidad con 80 cm de ancho.

**Figura 9.** *Calicata # 1 con 1 metro de profundidad*



### **2.3.3.1 Granulometría**

El ensayo de granulometría tiene como objetivo determinar la forma en que se distribuye el tamaño de las partículas que conforman el suelo del área de estudio. En otras palabras, las proporciones de arena, grava, arcilla y limo. Primero, el material extraído de las calicatas, guardadas en sacos, fueron llevadas al laboratorio. La muestra fue extendida bajo el sol para que se seque por completo.

**Figura 10. Tendido y secado de muestra**



Luego, se realizó el cuarteo y se tomaron 300 gramos para el lavado observando que el agua que pasa por el tamiz No. 200 esté clara.

**Figura 11.** *Cuarteo de muestra*



**Figura 12.** *Lavado de muestra para ensayo de Granulometría*



Por consiguiente, se tomó el peso de la muestra y se la colocó en el horno durante 24 horas. El horno tiene una temperatura de 110 grados Celsius. Luego de las 24 horas, se pesó la muestra para después realizar el tamizado.

**Figura 13.** *Peso de muestra seca*



Se procedió al armado de la tamizadora que en este caso solo será para agregados finos, donde el material va a ser colocado durante 5 minutos. Los tamices que se usan son el No. 4, 10, 40 y 200 y, por último, se toma el peso que se retiene en cada tamiz. Se calcula el porcentaje de material retenido, el acumulado y el pasante para poder realizar la curva granulométrica.

**Figura 14.** Armado de tamizadora



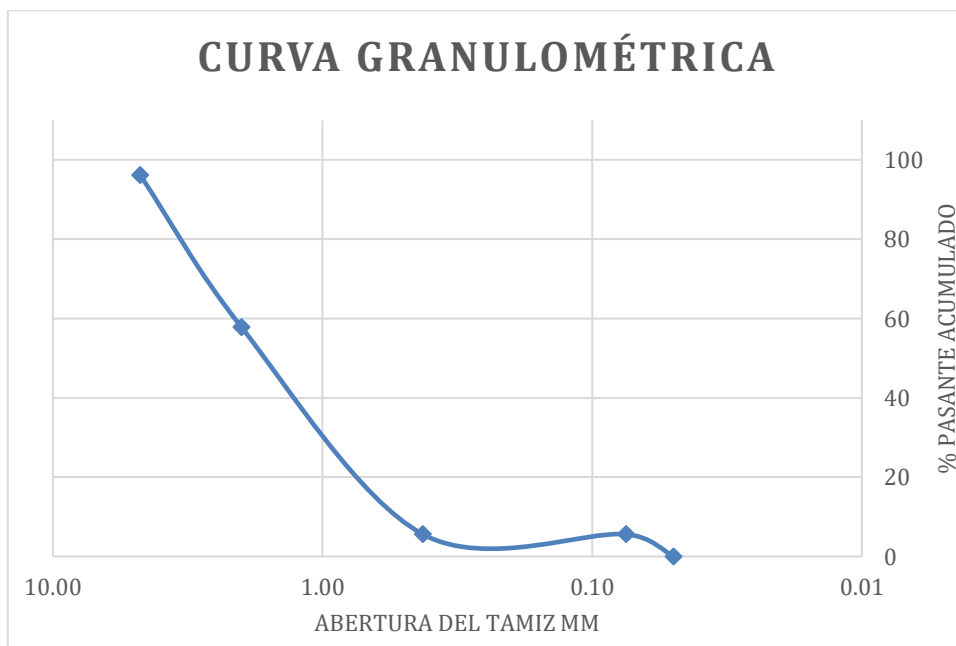
### Resultados de Granulometría

**Tabla 15.** Datos granulometría Calicata Uno, 1.0 metro de profundidad

Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	%Pasante Acumulado
Nº4	4.75	2.94	3.82	3.82	96.18
10.00	2.00	29.50	38.35	42.17	57.83
40.00	0.43	40.17	52.22	94.40	5.60
200.00	0.08	0.00	0.00	94.40	5.60

Fondo	0	4.31	5.60	100.00	0
<hr/>					
Total		76.92	100.00		
<hr/>					
<b>%Error</b>		1.85			
<b>masa inicial</b>		75.52			
<b>masa final</b>		76.92			

**Figura 15.** Curva granulométrica Calicata Uno, 1.0 metro de profundidad

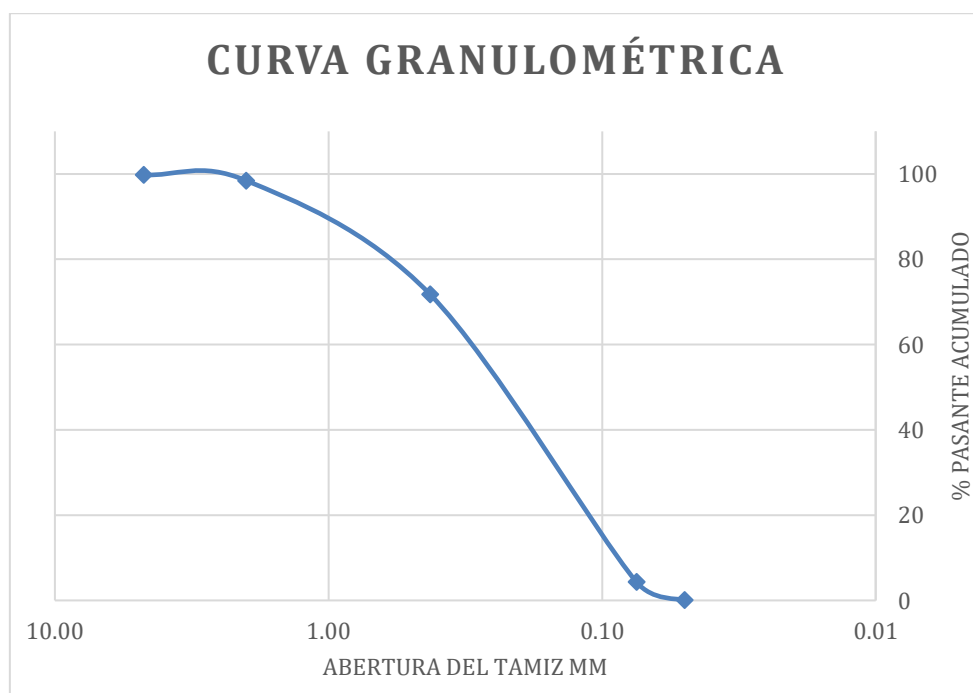


**Tabla 16.** Datos granulometría Calicata Uno, 1.5 metros de profundidad

Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	%Pasante Acumulado
Nº4	4.75	0.21	0.19	0.19	99.81
10.00	2.00	1.49	1.35	1.53	98.47
40.00	0.43	29.57	26.70	28.23	71.77
200.00	0.08	74.64	67.40	95.63	4.37

Fondo	0	4.84	4.37	100.00	0
Total		110.75	100.00		
<b>%Error</b>		0.32			
<b>masa inicial</b>		111.11			
<b>masa final</b>		110.75			

**Figura 16.** Curva granulométrica Calicata Uno, 1.5 metros de profundidad

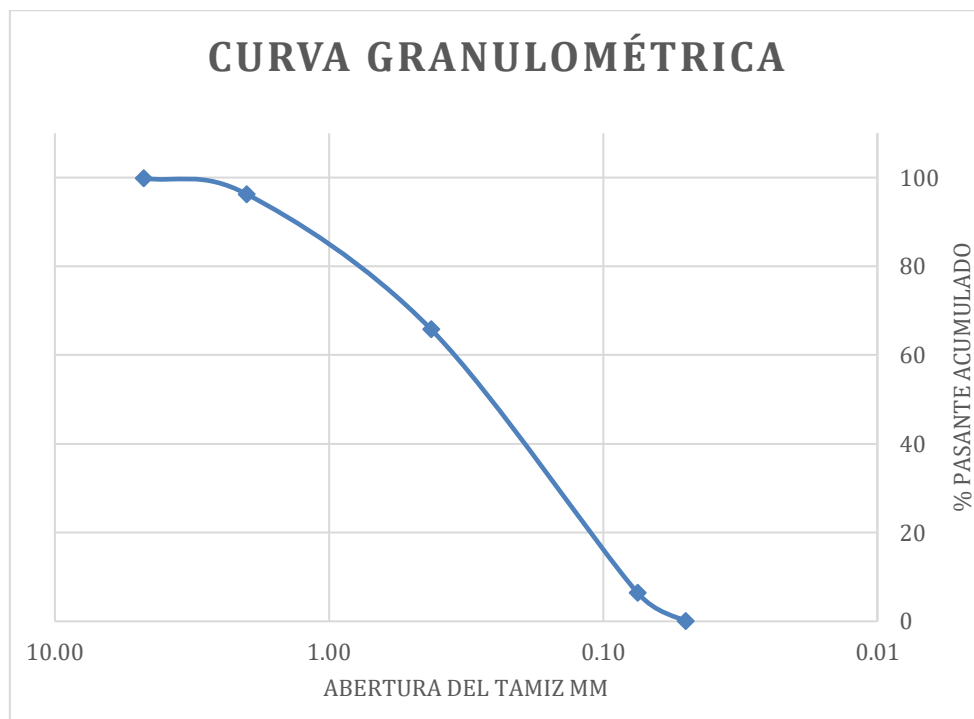


**Tabla 17.** Datos granulometría Calicata Dos, 1.5 metros de profundidad

Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	%Pasante Acumulado
Nº4	4.75	0.11	0.13	0.13	99.87
10.00	2.00	3.04	3.59	3.72	96.28
40.00	0.43	25.82	30.46	34.17	65.83
200.00	0.08	50.35	59.40	93.57	6.43

Fondo	0	5.45	6.43	100.00	0
Total		84.77	100.00		
<b>%Error</b>		1.76			
<b>masa inicial</b>		83.30			
<b>masa final</b>		84.77			

**Figura 17.** Curva granulométrica Calicata Dos, 1.5 metros de profundidad

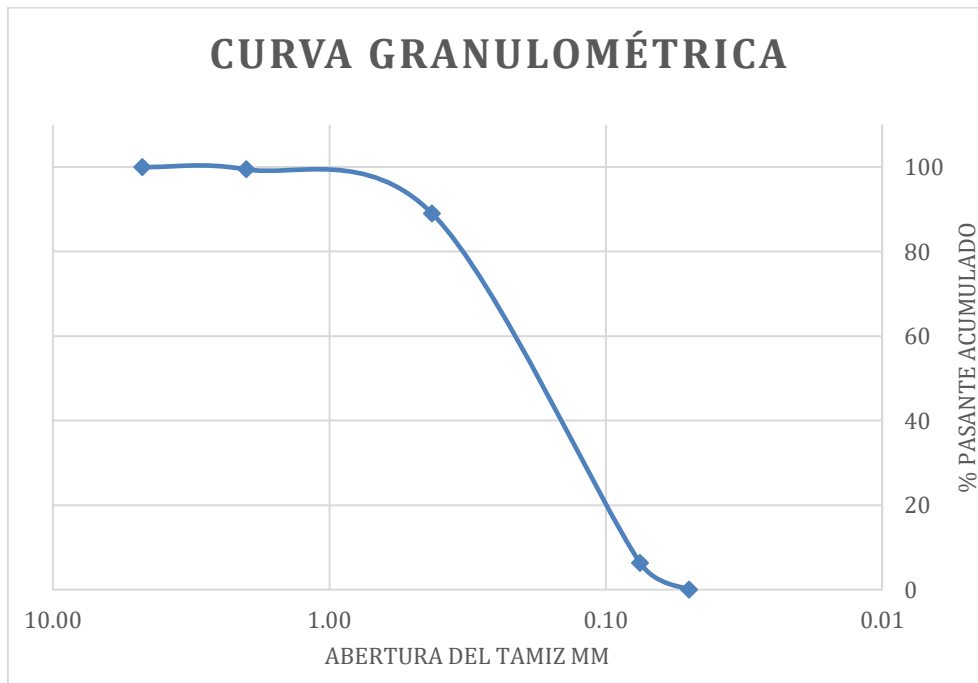


**Tabla 18.** Datos granulometría Calicata Dos, 2.0 metros de profundidad

Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	%Pasante Acumulado
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
10.00	2.00	0.60	0.56	0.56	99.44
40.00	0.43	11.13	10.42	10.98	89.02

200.00	0.08	88.36	82.72	93.70	6.30
Fondo	0	6.73	6.30	100.00	0
Total		106.82	100.00		
<b>%Error</b>		0.87			
<b>masa inicial</b>		105.90			
<b>masa final</b>		106.82			

**Figura 18.** Curva granulométrica Calicata Dos, 2.0 metros de profundidad



### 2.3.3.2 Límites de Atterberg

En este ensayo se obtienen los índices de Límite Líquido, Límite Plástico y el Índice de Plasticidad los cuales indican el contenido de humedad en un suelo fino.

Asimismo, luego del secado por 24 horas, se toma una muestra de 200 gramos pasado por el tamiz No.200.

**Figura 19.** Toma de muestra para ensayo Límites de Atterberg



Para el Límite Líquido (LL) se utiliza un mortero de porcelana para coloca 120 gramos de muestra y gradualmente se le agregó 20 ml de agua. Se mezcla con la espátula hasta conseguir una mezcla consistente y homogénea.

**Figura 20. Mezcla de muestra y colocación en Copa Casagrande**



Luego con la Copa de Casagrande y una espátula, se coloca una parte de la masa y se esparce sobre la copa hasta tenerla uniformemente llena. Con el ranurador se puede observar si la cantidad es correcta al notar que el nivel no sobrepasa las aletas. Con el mismo ranurador, se barre desde arriba hacia abajo, en el centro de la copa, teniendo un trazo.

Los golpes que se realizan con la manivela se realizarán hasta que el espacio que se trazó con el ranurador se una hasta una distancia de 13 mm. Se anota la cantidad de golpes que se dieron. La distancia donde se observa la unión de 13 mm se trazan dos líneas horizontales a lo largo para luego remover esa franja con una espátula. La porción recogida se coloca sobre un recipiente para anotar el peso. Por último, se lleva la

muestra al horno. Este proceso se repite para cuatro muestras diferentes con un diferente número de golpes y contenido de humedad.

Con respecto al Límite Plástico (LP), se colocó una parte de masa para secar hasta que se pueda manipular sin que manche la mano. Al observar que no sucede esto, se separa en dos partes de 8 gramos para amasar cada una creando palos finos. Si los palos llegan a un diámetro de 3 mm sin presentar grietas, se debe volver a mezclar y amasar hasta que se observe fisuras con ese diámetro. Por último, las muestras son colocadas en recipientes y llevadas al horno por 24 horas mínimo.

**Figura 21.** *Muestra para Límite Plástico*

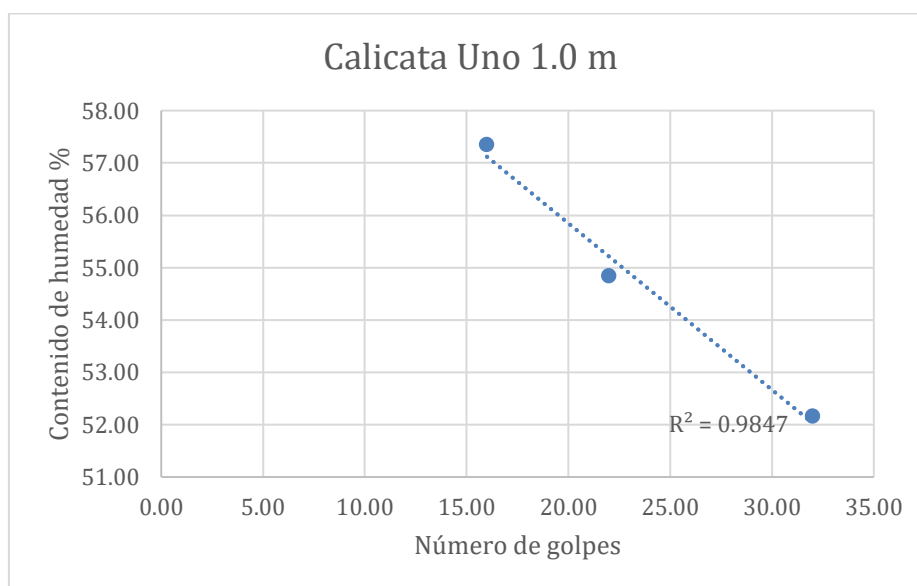


## Datos de Límites de Atterberg

*Tabla 19. Límite Líquido, Límite Plástico, Índice Plástico Calicata Uno, 1 m de profundidad*

Determinación del Límite Líquido			Determinación del Límite Plástico			
	1	2	3	1	2	
<b>Id del recipiente</b>	13.00	35.00	100.00	<b>Id del recipiente</b>	35.00	27.00
<b>Masa del recipiente A (g)</b>	6.27	6.09	6.10	<b>Masa del recipiente A (g)</b>	5.90	6.03
<b>Número de Golpes</b>	32.00	16.00	22.00	<b>Masa de suelo húmedo + recipiente B (g)</b>	12.76	12.72
<b>Masa de suelo húmedo + recipiente B (g)</b>	15.05	15.94	16.01	<b>Masa de suelo seco + recipiente C (g)</b>	10.92	11.08
<b>Masa de suelo seco + recipiente C (g)</b>	12.04	12.35	12.50	<b>Masa de agua evaporada D=B-C (g)</b>	1.84	1.64
<b>Masa de agua evaporada D=B-C (g)</b>	3.01	3.59	3.51	<b>Masa de suelo seco E=C-A (g)</b>	5.02	5.05
<b>Masa de suelo seco E=C-A (g)</b>	5.77	6.26	6.40	<b>Humedad (D/E) *100 (%)</b>	36.65	32.48
<b>Humedad (D/E) *100 (%)</b>	52.17	57.35	54.84	<b>Determinación del Índice Plástico</b>		
				<b>IP=LL-LP</b>	<b>20.22</b>	

**Figura 22.** Curva LL Calicata Uno, 1 m de profundidad

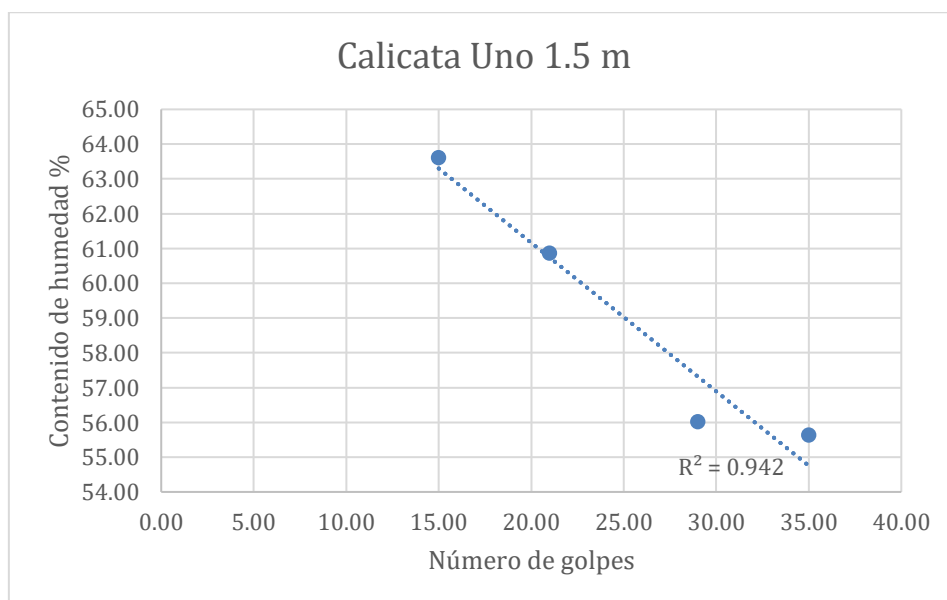


**Tabla 20.** Límite Líquido, Límite Plástico, Índice Plástico Calicata Uno, 1.5 m de profundidad

	Determinación del Límite Líquido				Determinación del Límite Plástico		
	1	2	3	4	1	2	
<b>Id del recipiente</b>	23.00	99.00	12.00	19	<b>Id del recipiente</b>	28.00	55.00
<b>Masa del recipiente A (g)</b>	5.80	6.10	6.10	6.10	<b>Masa del recipiente A (g)</b>	5.80	5.60
<b>Número de Golpes</b>	29.00	35.00	21.00	15.00	<b>Masa de suelo húmedo + recipiente B (g)</b>	13.80	11.80
<b>Masa de suelo húmedo + recipiente B (g)</b>	15.80	14.80	15.80	15.90	<b>Masa de suelo seco + recipiente C (g)</b>	11.63	10.20
<b>Masa de suelo seco + recipiente C (g)</b>	12.21	11.69	12.13	12.09	<b>Masa de agua evaporada D=B-C (g)</b>	2.17	1.60

<b>Masa de agua evaporada D=B-C (g)</b>	3.59	3.11	3.67	3.81	<b>Masa de suelo seco E=C-A (g)</b>	5.83	4.60
<b>Masa de suelo seco E=C-A (g)</b>	6.41	5.59	6.03	5.99	<b>Humedad (D/E) *100 (%)</b>	37.22	34.78
<b>Humedad (D/E) *100 (%)</b>	56.01	55.64	60.86	63.61	<b>Determinación del Índice Plástico</b>		
					<b>IP=LL-LP</b>	<b>23.03</b>	

**Figura 23.** Curva LL Calicata Uno, 1.5 m de profundidad

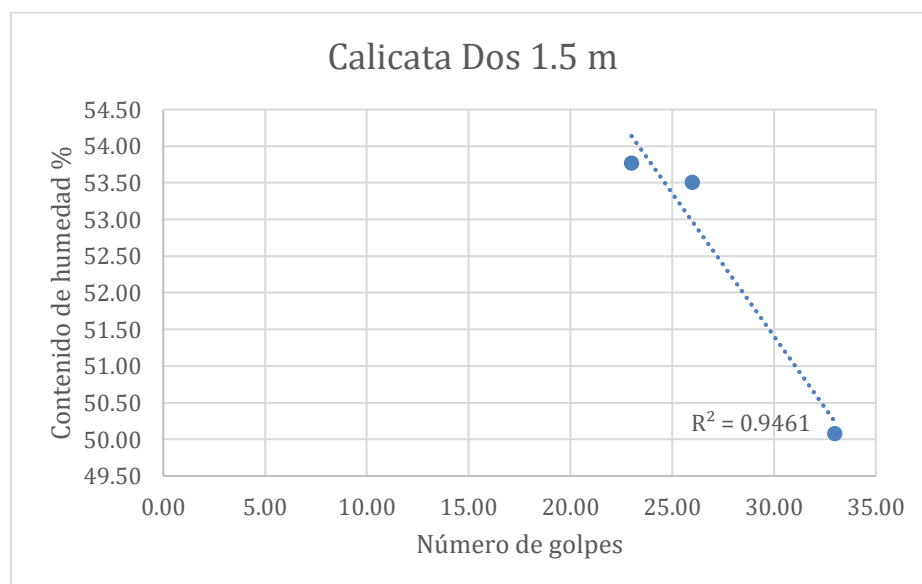


**Tabla 21.** Límite Líquido, Límite Plástico, Índice Plástico Calicata Dos, 1.5 m de profundidad

	Determinación del Límite Líquido			Determinación del Límite Plástico		
	1	2	3	1	2	
<b>Id del recipiente</b>	31.00	72.00	110	<b>Id del recipiente</b>	84.00	1.00
<b>Masa del recipiente A (g)</b>	5.89	6.15	6.26	<b>Masa del recipiente A (g)</b>	5.84	5.80

<b>Número de Golpes</b>	33.00	26.00	23.00	<b>Masa de suelo húmedo + recipiente B (g)</b>	14.66	13.20
<b>Masa de suelo húmedo + recipiente B (g)</b>	16.05	18.63	17.50	<b>Masa de suelo seco + recipiente C (g)</b>	12.52	11.37
<b>Masa de suelo seco + recipiente C (g)</b>	12.66	14.28	13.57	<b>Masa de agua evaporada D=B-C (g)</b>	2.14	1.83
<b>Masa de agua evaporada D=B-C (g)</b>	3.39	4.35	3.93	<b>Masa de suelo seco E=C-A (g)</b>	6.68	5.57
<b>Masa de suelo seco E=C-A (g)</b>	6.77	8.13	7.31	<b>Humedad (D/E) *100 (%)</b>	32.04	32.85
<b>Humedad (D/E) *100 (%)</b>	50.07	53.51	53.76	<b>Determinación del Índice Plástico</b>		
				<b>IP=LL-LP</b>	<b>19.34</b>	

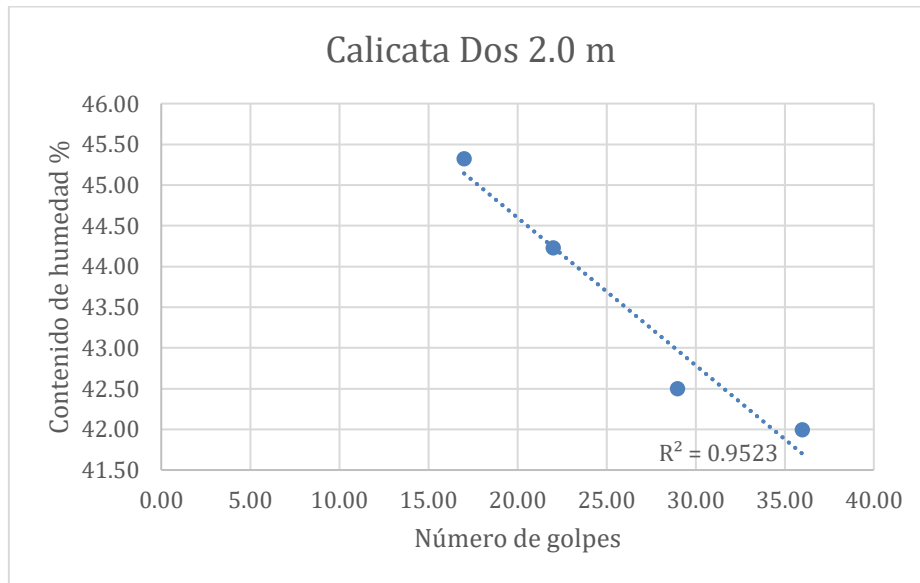
**Figura 24.** Curva LL Calicata Dos, 1.5 m de profundidad



**Tabla 22.** Límite Líquido, Límite Plástico, Índice Plástico Calicata Dos, 2.0 m de profundidad

Determinación del Límite Líquido					Determinación del Límite Plástico		
	1	2	3	4		1	2
<b>Id del recipiente</b>	69.00	104.00	126.00	128	<b>Id del recipiente</b>	103.00	43.00
<b>Masa del recipiente A (g)</b>	6.31	6.06	6.10	5.93	<b>Masa del recipiente A (g)</b>	6.33	6.04
<b>Número de Golpes</b>	36.00	17.00	29.00	22.00	<b>Masa de suelo húmedo + recipiente B (g)</b>	13.58	13.73
<b>Masa de suelo húmedo + recipiente B (g)</b>	18.55	18.18	19.21	17.54	<b>Masa de suelo seco + recipiente C (g)</b>	12.18	12.22
<b>Masa de suelo seco + recipiente C (g)</b>	14.93	14.40	15.30	13.98	<b>Masa de agua evaporada D=B-C (g)</b>	1.40	1.51
<b>Masa de agua evaporada D=B-C (g)</b>	3.62	3.78	3.91	3.56	<b>Masa de suelo seco E=C-A (g)</b>	5.85	6.18
<b>Masa de suelo seco E=C-A (g)</b>	8.62	8.34	9.20	8.05	<b>Humedad (D/E) *100 (%)</b>	23.93	24.43
<b>Humedad (D/E) *100 (%)</b>	42.00	45.32	42.50	44.22	<b>Determinación del Límite Plástico</b>		
					<b>IP=LL-LP</b>	<b>19.09</b>	

**Figura 25.** Curva LL Calicata Dos, 2.0 m de profundidad



### 2.3.3.3 Proctor

En el ensayo Proctor Modificado en este caso, acorde a la norma ASTM D1557, se define la relación de la humedad del suelo con respecto a su máxima densidad seca para definir factores óptimos de compactación. Es muy importante este parámetro para asegurar la estabilidad estructural de la subrasante y del pavimento.

Luego del secado del material, se realizó el tamizado con el tamiz 3/4" con el fin de retener partículas gruesas. Después, se procedió con el cuarteo para obtener muestras representativas de 2.7 kg. Se realizó el mismo procedimiento y cantidad para todas las calicatas.

Para la primera calicata, para dos profundidades de 1.0 y 1.5 metros, se añadieron cuatro diferentes cantidades de agua las cuales fueron: 200, 300, 400, 550 y 700 gramos. Para la segunda calicata, para profundidades de 1.5 y 2.0 metros, las cantidades de agua fueron 200, 300, 400, 550 y 700 gramos. Para todas las muestras se mezcla de manera homogénea y se dividen en cinco capas uniformes.

Para la compactación, se utiliza un molde de forma cilíndrica de 4", con una masa de 1.996 kg y volumen de estándar de 944  $cm^3$ . El tipo de martillo es de 4.54 kg/

457 mm y se comienza con los golpes que en total son 25. Estos 25 golpes se repiten para cada capa.

Luego de la compactación, se procede a retirar el collarín y en la parte inferior se realiza el enrazado para poder pesar el molde con la masa compactada. También se recolecta parte de la muestra húmeda en un recipiente el cual es pesado individualmente y luego con la muestra para obtener el dato de la masa del suelo húmeda, por consiguiente, esta muestra es colocada en el horno por 24 horas para determinar la masa de suelo seco. Este proceso se repite para ambas calicatas.

Finalmente, con los datos obtenidos, se realiza la curva de compactación donde  $R^2$  no debe ser menor a 0.930 y así obtener la humedad óptima y la densidad seca máxima del suelo al ser compactado con una energía específica.

**Figura 26.** Toma de peso de molde más muestra compactada



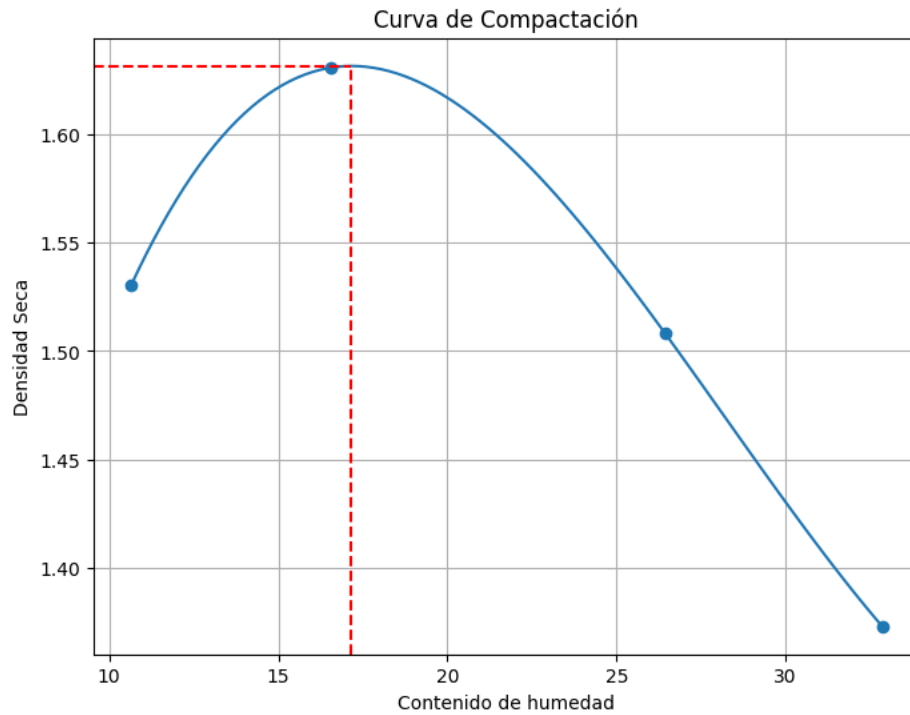
**Resultados de ensayo Proctor**

**Tabla 23.** *Ensayo Proctor Modificado Calicata Uno, 1.0 m de profundidad*

Datos molde y método						
Molde	4"	#capas	5.00	Pasante	No.4	
Masa molde B	2.040	kg	golpes capas	25.00	Tipo martillo	4.54 kg
Volumen (V) m3		0.000944	m3			
Determinación de la densidad húmeda						

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Masa compactada+molde A (kg)	3.638	3.834	3.840	3.762
Densidad húmeda (A-B)/V	1692.797	1900.424	1906.780	1824.153
Determinación de la humedad				
Peso de agua añadida (g)	200	400	550	700
Id del recipiente	24	3	32	9
Masa del recipiente A (g)	92.70	100.70	86.30	82.30
Masa de suelo humedo+recipiente B (g)	392.100	433.000	358.000	331.400
Masa de suelo seco + recipiente C (g)	363.300	385.800	301.200	269.800
Masa de agua evaporada D=B-C (g)	28.800	47.200	56.800	61.600
Masa de suelo seco E=C-A (g)	270.600	285.100	214.900	187.500
Humedad F=D/E*100 (%)	10.643	16.556	26.431	32.853
Determinación de la densidad seca				
A=(F+100) *0.01	1.106	1.166	1.264	1.329
Densidad seca=Densidad húmeda/A (kg/m3)	1529.962	1630.487	1508.160	1373.057

**Figura 27.** Curva de compactación Calicata Uno, 1.0 m de profundidad



Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>): 1.65

Óptimo contenido de humedad (%): 19.53

**Tabla 24.** Ensayo Proctor Modificado Calicata Uno, 1.5 m de profundidad

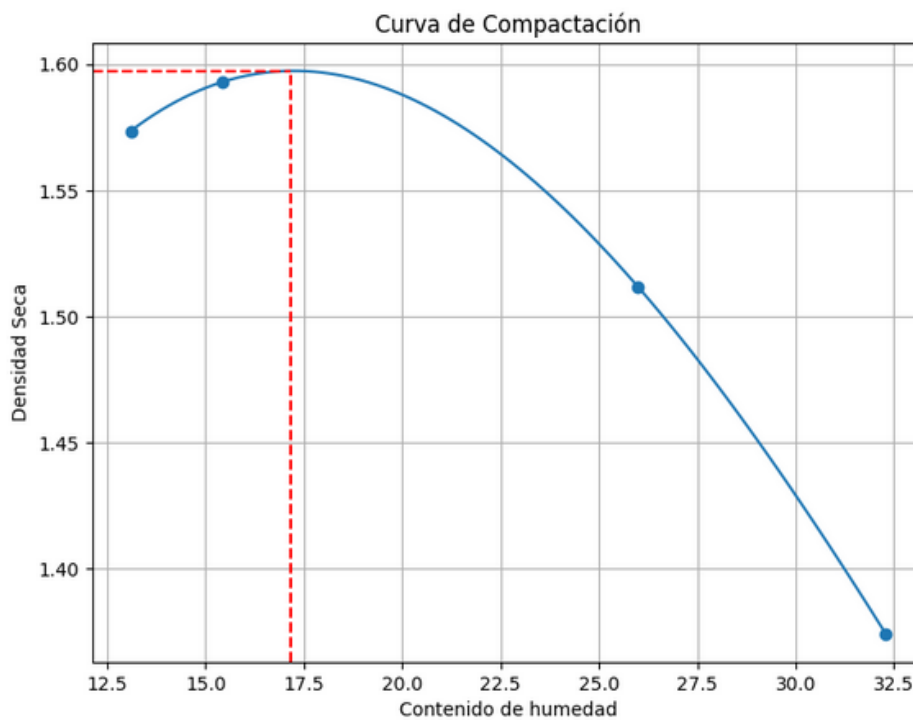
Datos molde y método

Molde	4"	#capas	5.00	Pasante	No.4
Masa molde B	1.996 kg	golpes capas	25.00	Tipo martillo	4.54 kg

Volumen (V) m <sup>3</sup>	0.000944	m <sup>3</sup>		
Determinación de la densidad húmeda				
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Masa compactada+molde A (kg)	3.676	3.732	3.794	3.712
Densidad húmeda (A-B) /V	1779.661	1838.983	1904.661	1817.797
Determinación de la humedad				
Peso de agua añadida (g)	200	400	550	700
Id del recipiente	P1	P12F	24	45
Masa del recipiente A (g)	111.30	95.30	92.70	92.90
Masa de suelo humedo+recipiente B (g)	427.520	458.580	416.500	328.900

Masa de suelo seco + recipiente C (g)	390.900	410.000	349.700	271.300
Masa de agua evaporada D=B-C (g)	36.620	48.580	66.800	57.600
Masa de suelo seco E=C-A (g)	279.600	314.700	257.000	178.400
Humedad F=D/E*100 (%)	13.097	15.437	25.992	32.287
Determinación de la densidad seca				
A=(F+100) *0.01	1.131	1.154	1.260	1.323
Densidad seca=Densidad húmeda/A (kg/m3)	1573.567	1520.892	1511.729	1374.131

**Figura 28.** Curva de compactación Calicata Uno, 1.5 m de profundidad



Máxima Densidad Seca (g/cm3): 1.60

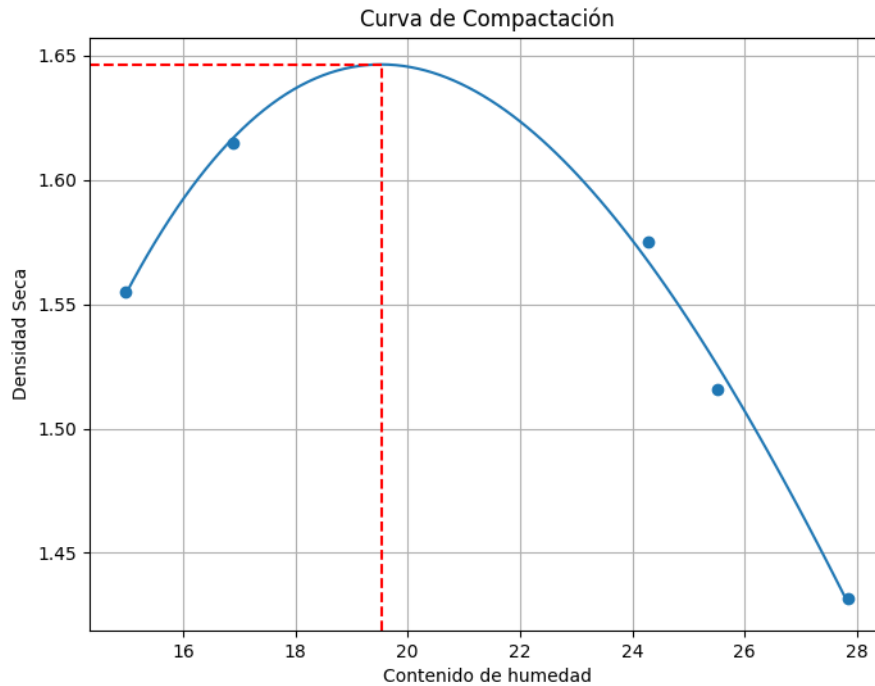
Óptimo contenido de humedad (%): 17.17

**Tabla 25.** Ensayo Proctor Modificado Calicata Dos, 1.5 m de profundidad

Datos molde y método				
Molde	4"	#capas	5.00	Pasante No.4

Masa molde B	1.996	kg	golpes capas	25.00	Tipo martillo	4.54	kg
Volumen (V) m3	0.000944	m3					
Determinación de la densidad húmeda							
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5		
Masa compactada+molde A (kg)	3.684	3.778	3.844	3.792	3.724		
Densidad húmeda (A-B) /V	1788.136	1887.712	1957.627	1902.542	1830.508		
Determinación de la humedad							
Peso de agua añadida (g)	200	300	400	550	700		
Id del recipiente	9	34	p12f	p1f	9		
Masa del recipiente A (g)	82.20	88.10	82.20	95.30	111.30		
Masa de suelo humedo+recipiente B (g)	346.800	290.500	293.600	348.400	425.700		
Masa de suelo seco + recipiente C (g)	312.320	261.250	252.300	296.930	357.230		
Masa de agua evaporada D=B-C (g)	34.480	29.250	41.300	51.470	68.470		
Masa de suelo seco E=C-A (g)	230.120	173.150	170.100	201.630	245.930		
Humedad F=D/E*100 (%)	14.983	16.893	24.280	25.527	27.841		
Determinación de la densidad seca							
A=(F+100) *0.01	1.150	1.169	1.243	1.255	1.278		
Densidad seca=Densidad húmeda/A (kg/m3)	1555.124	1614.908	1575.177	1515.644	1431.861		

**Figura 29.** Curva de compactación Calicata Dos, 1.5 m de profundidad



Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>): 1.65

Óptimo contenido de humedad (%): 19.53

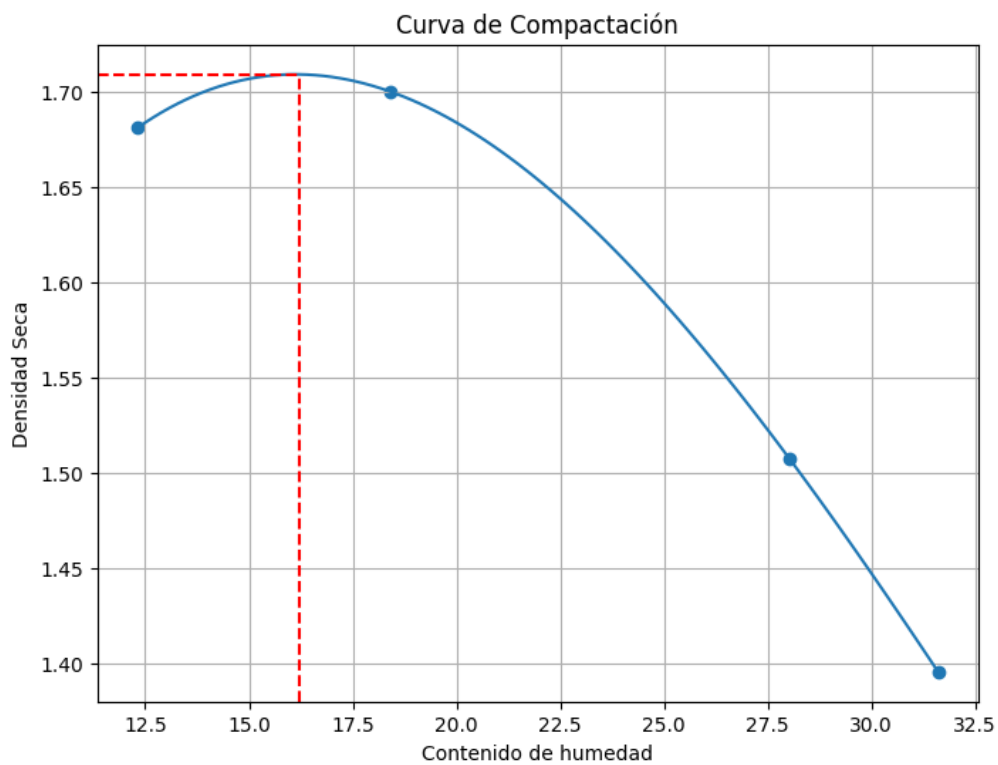
**Tabla 26.** Ensayo Proctor Modificado Calicata Dos, 2.0 m de profundidad

Datos molde y método

Molde	4"	#capas	5.00	Pasante	No.4		
Masa molde B	1.996	kg	golpes capas	25.00	Tipo martillo	4.54	kg
Volumen (V) m <sup>3</sup>	0.000944	m <sup>3</sup>					
Determinación de la densidad húmeda							
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4			
Masa compactada+molde A (kg)	3.778	3.896	3.818	3.730			
Densidad húmeda (A-B) /V	1887.712	2012.712	1930.085	1836.864			
Determinación de la humedad							
Peso de agua añadida (g)	200	300	550	700			
Id del recipiente	19	3	16	32			
Masa del recipiente A (g)	86.00	100.70	96.90	86.30			

Masa de suelo humedo+recipiente B (g)	373.600	413.200	436.380	319.400
Masa de suelo seco + recipiente C (g)	342.080	364.650	362.100	263.420
Masa de agua evaporada D=B-C (g)	31.520	48.550	74.280	55.980
Masa de suelo seco E=C-A (g)	256.080	263.950	265.200	177.120
Humedad F=D/E*100 (%)	12.309	18.394	28.009	31.606
Determinación de la densidad seca				
$A=(F+100) * 0.01$	1.123	1.184	1.280	1.316
Densidad seca=Densidad húmeda/A (kg/m3)	1680.825	1700.017	1507.772	1395.733

**Tabla 27.** Curva de compactación Calicata Dos, 2.0 m de profundidad



Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>): 1.71

Óptimo contenido de humedad (%): 16.21

#### 2.3.3.4 CBR

El ensayo California Bearing Ratio (CBR) determina la capacidad del suelo compactado para la resistencia al corte, aplicando una carga. Esta situación simula como el suelo se enfrenta a diferentes condiciones de humedad y densidad. El resultado es un porcentaje el cual se realiza una comparación con valores referenciales y así determinar si se necesita un mejoramiento del suelo.

Primero, ya obtenido el contenido de humedad óptima y densidad seca máxima del ensayo Proctor, se procede con la compactación de 5 capas de una muestra de 5.7 kg al igual que en el ensayo Proctor. Con el porcentaje de humedad óptimo, se calcula la cantidad de agua para realizar el ensayo CBR.

Luego de la compactación y el enrasado, se coloca una pesa con una placa perforada sobre la parte inferior del cilindro para representar la carga y en la cara inferior y superior de la muestra se colocan filtros. Después, se sumerge el cilindro con la muestra en agua durante 96 horas. Pasado las 96 horas, la muestra en el molde es colocada en una máquina para ensayo CBR donde es aplicada una carga vertical.

**Figura 30.** Colocación del molde en prensa CBR



**Tabla 28.** Tabla de humedad, densidad e hinchamiento CBR Calicata Uno, 1 m

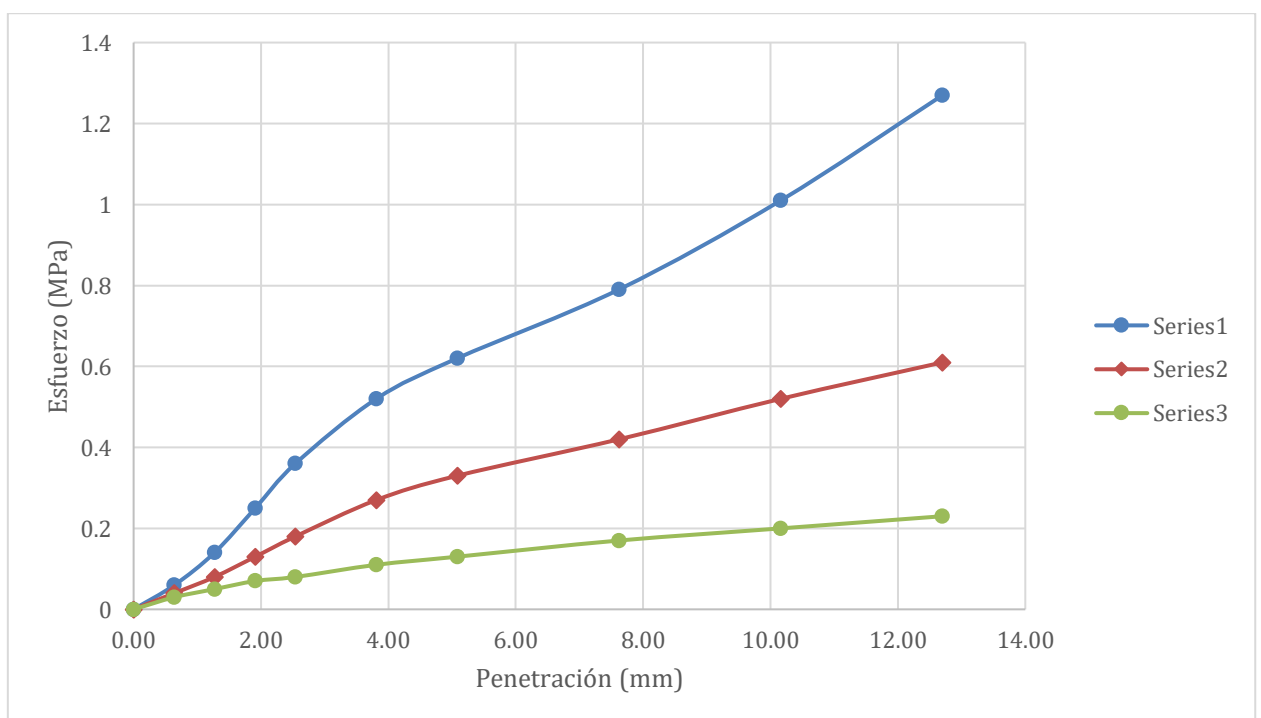
HUMEDAD Y DENSIDAD						
		INICIAL			FINAL	
<b>Golpes por capa</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>12</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>12</b>
<b>#Recipiente</b>	P12F	32	39	26	34	22
<b>Masa del recipiente. A (g)</b>	95.29	86.29	98.41	85	87.9	88.9
<b>Masa de s húmedo + recip. B (g):</b>	336.38	284.55	315.32	190.53	182.1	200.9
<b>Masa de s seco + recip C (g):</b>	300.03	247.47	284.35	170.53	152.1	165.9
<b>Masa de agua D = B - C (g)</b>	36.4	37.1	31.0	20.0	30.0	35.0

<b>Masa de suelo seco E = C - A (g)</b>	204.7	161.2	185.9	85.5	64.2	77.0
<b>Humedad F = D/E*100 (%)</b>	17.8	23.0	16.7	23.4	46.7	45.5
<b>#Recipiente</b>	8	12	14	8	12	14
<b>Masa del recipiente. A (g)</b>	4162	426	4196	4162	4226	4196
<b>Volumen del recipiente V (m3)</b>	0.00212	0.00212	0.002111	0.00212	0.00212	0.002111
<b>Masa compactada + molde B (Kg)</b>	8146	8551	8064	8558	8792	8552
<b>Densidad húmeda (B - A) /V (kg/m3)</b>	1879245.3	3832547.2	1832307.0	2073584.9	2153773.6	2063477.0
<b>C = (F+100) *0.01</b>	1.2	1.2	1.2	1.2	1.5	1.5
<b>Densidad seca = densidad húmeda/C</b>	1595904.8	3115756.8	1570693.6	1680600.0	1467858.4	1418640.5

#### HINCHAMIENTO

<b>Golpes por capa</b>	#	<b>25</b>	<b>12</b>
<b>Lectura inicial (mm)</b>	#	0.01	0.00
<b>24 h (%)</b>	#	2.94	3.76
<b>48 h (%)</b>	#	4.48	4.04
<b>72 h (%)</b>	#	2.66	4.17

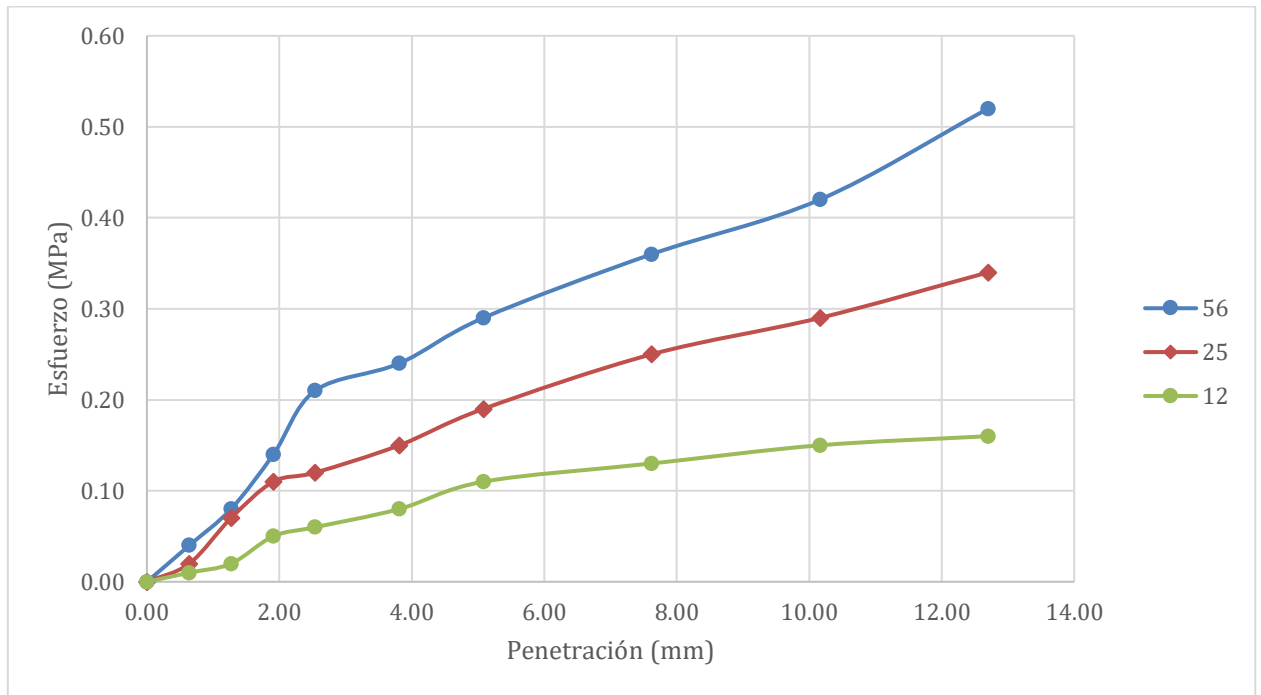
**Figura 31.** Curva Esfuerzo vs Penetración



**Tabla 29.** *Tabla de humedad, densidad e hinchamiento CBR Calicata Uno, 1.5 m*

<b>HUMEDAD Y DENSIDAD</b>						
	<b>INICIAL</b>			<b>FINAL</b>		
<b>Golpes por capa</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>12</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>12</b>
<b>#Recipiente</b>	22	41	36	22	41	40
<b>Masa del recipiente. A (g)</b>	84.73	88.67	99.63	89.33	90.26	91.54
<b>Masa de s húmedo + recip. B (g):</b>	358	295.89	330.96	193.59	205.51	223.36
<b>Masa de s seco + recip C (g):</b>	327.75	254.36	280.85	173.47	174.94	187.54
<b>Masa de agua D = B - C (g)</b>	30.3	41.5	50.1	20.1	30.6	35.8
<b>Masa de suelo seco E = C - A (g)</b>	243.0	165.7	181.2	84.1	84.7	96.0
<b>Humedad F = D/E*100 (%)</b>	12.4	25.1	27.7	23.9	36.1	37.3
<b>#Recipiente</b>	2	9	10	2	9	10
<b>Masa del recipiente. A (g)</b>	4170	4168	4190	4170	4168	4190
<b>Volumen del recipiente V (m3)</b>	0.002114	0.002113	0.002118	0.002114	0.002113	0.002118
<b>Masa compactada + molde B (Kg)</b>	8156	8549	8086	8579	8803	8546
<b>Densidad húmeda (B - A) /V (kg/m3)</b>	1885525.1	2073355.4	1839471.2	2085619.7	2193563.7	2056657.2
<b>C = (F+100) *0.01</b>	1.1	1.3	1.3	1.2	1.4	1.4
<b>Densidad seca = densidad húmeda/C</b>	1676804.3	1657823.9	1441010.6	1683138.7	1611722.1	1497793.2
<b>HINCHAMIENTO</b>						
<b>Golpes por capa</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>12</b>			
<b>Lectura inicial (mm)</b>	0.06	0.01	0.22			
<b>24 h (%)</b>	2.85	3.30	3.30			
<b>48 h (%)</b>	3.94	3.91	3.81			
<b>72 h (%)</b>	4.50	4.02	3.88			

**Figura 32.** Curva CBR/Densidad Seca 1.5m

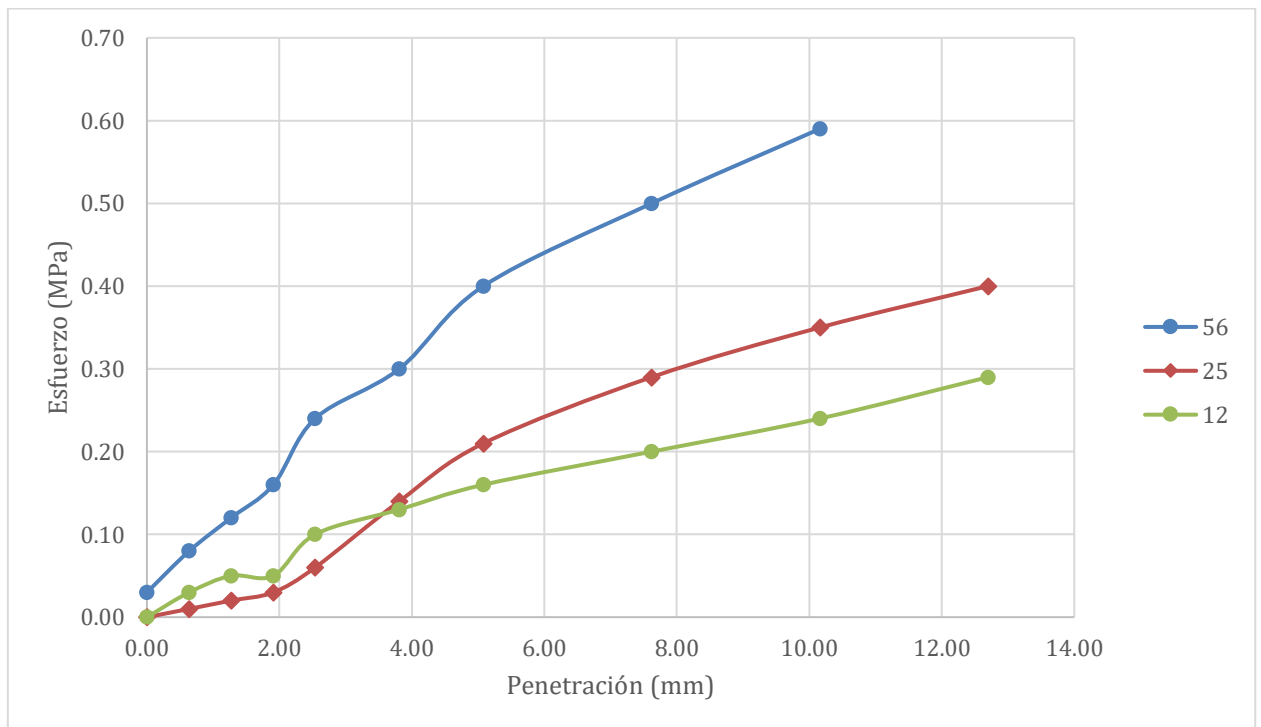


**Tabla 30.** Tabla de humedad, densidad e hinchamiento CBR Calicata Dos, 1.5 m

<b>HUMEDAD Y DENSIDAD</b>						
	<b>INICIAL</b>			<b>FINAL</b>		
<b>Golpes por capa</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>12</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>12</b>
<b>#Recipiente</b>	22	3	6	22	4	p2s2
<b>Masa del recipiente. A (g)</b>	91.38	100.7	96.57	87.7	90.6	93.9
<b>Masa de s húmedo + recip. B (g):</b>	322.91	472.7	464.36	214.5	228.3	242.7
<b>Masa de s seco + recip C (g):</b>	288.63	413.2	396.7	189.5	198.3	202.7
<b>Masa de agua D = B - C (g)</b>	34.3	59.5	67.7	25.0	30.0	40.0
<b>Masa de suelo seco E = C - A (g)</b>	197.3	312.5	300.1	101.8	107.7	108.8
<b>Humedad F = D/E*100 (%)</b>	17.4	19.0	22.5	24.6	27.9	36.8
<b>#Recipiente</b>	2	9	10	2	9	10
<b>Masa del recipiente. A (g)</b>	4170	4168	4190	4170	4168	4190
<b>Volumen del recipiente V (m3)</b>	0.002114	0.002113	0.002118	0.002114	0.002113	0.002118
<b>Masa compactada + molde B (Kg)</b>	8648	8324	8356	8930	8728	8668

<b>Densidad húmeda (B - A) /V (kg/m3)</b>	2118259.2	1966871.7	1966950.0	2251655.6	2158069.1	2114258.7
<b>C = (F+100) *0.01</b>	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4
<b>Densidad seca = densidad húmeda/C</b>	1804632.8	1652278.0	1605102.6	1807717.2	1687901.5	1545909.6
<b>HINCHAMIENTO</b>						
<b>Golpes por capa</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>12</b>			
<b>Lectura inicial (mm)</b>	0.09	0.03	0.23			
<b>24 h (%)</b>	2.98	3.28	3.34			
<b>48 h (%)</b>	4.14	3.83	3.75			
<b>72 h (%)</b>	4.59	4.02	3.87			

**Figura 33.** Curva CBR/Densidad Seca C2 1.5m

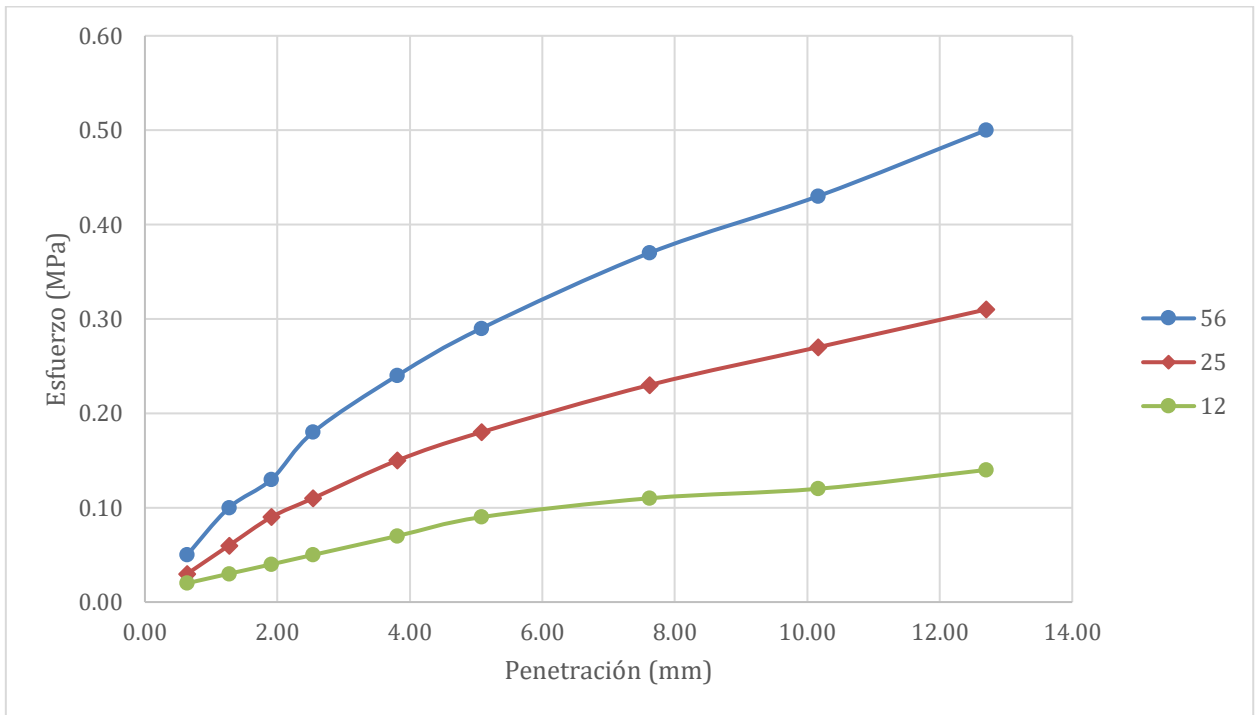


**Tabla 31.** Tabla de humedad, densidad e hinchamiento CBR Calicata Dos, 2.0 m

<b>HUMEDAD Y DENSIDAD</b>						
	<b>INICIAL</b>			<b>FINAL</b>		
<b>Golpes por capa</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>12</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>12</b>
<b>#Recipiente</b>	34	PLRF	12	PLRF	9	12
<b>Masa del recipiente. A (g)</b>	87.9	100.6	82.7	100.53	82.18	82.76
<b>Masa de s húmedo + recip. B (g):</b>	337.4	363.5	291.3	200	200	200

<b>Masa de s seco + recip C (g):</b>	304.3	330.5	263.6	178.65	174.66	175.64
<b>Masa de agua D = B - C (g)</b>	33.1	33.0	27.7	21.4	25.3	24.4
<b>Masa de suelo seco E = C - A (g)</b>	216.4	229.9	180.9	78.1	92.5	92.9
<b>Humedad F = D/E*100 (%)</b>	15.3	14.4	15.3	27.3	27.4	26.2
<b>#Recipiente</b>	12	14	8	12	14	8
<b>Masa del recipiente. A (g)</b>	4.226	4.198	4.162	4.226	4.198	4.162
<b>Volumen del recipiente V (m3)</b>	0.00324	0.00324	0.00324	0.00324	0.00324	0.00324
<b>Masa compactada + molde B (Kg)</b>	8.456	8.156	7.93	8.73	8.544	8.376
<b>Densidad húmeda (B - A)/V (kg/m3)</b>	1305.6	1221.6	1163.0	1390.1	1341.4	1300.6
<b>C = (F+100) *0.01</b>	1.2	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3
<b>Densidad seca = densidad húmeda/C</b>	1132.4	1068.3	1008.5	1091.8	1052.9	1030.4
<b>HINCHAMIENTO</b>						
<b>Golpes por capa</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>12</b>			
<b>Lectura inicial (mm)</b>	0.09	0.10	1.50			
<b>24 h (%)</b>	2.57	4.03	5.80			
<b>48 h (%)</b>	3.57	4.34	5.94			
<b>72 h (%)</b>	4.00	4.44	5.98			

**Figura 34.** Curva CBR/Densidad Seca C2 2.0m



#### 2.4 Análisis de datos

En el ensayo de granulometría se determina la distribución del tamaño de partículas que un suelo contiene. Es muy importante determinar esta distribución porque así se puede clasificar el suelo y también conocer el comportamiento. Los resultados en el ensayo de granulometría corresponden a las dos calicatas realizadas al inicio y al final del tramo del proyecto. Primero la muestra analizada es de la calicata uno a un metro de profundidad. Se observa que con respecto a la masa de muestra seca inicial y final después del tamizado, existe un error de 1.85% lo cual es aceptable por lo que es menor a 2% e indica que hubo una buena ejecución sin mucha pérdida de material. Existe un 63.74% de material pasante del tamiz 200 al momento del lavado de la muestra, de manera posterior, al realizar el tamizado se determinó que el 3.82% fue retenido en el tamiz No. 4, un 38.5% en el tamiz No. 10, un 52.22% en el tamiz No. 40, 0% en el tamiz No. 200 y un 5.6% de retenido en el fondo del tamiz. Según la clasificación SUCS, al tener un 63.74% de material fino pasante del tamiz No. 200, un 34.85% de

materia entraría en la clasificación de arena y únicamente el 1.41% se trataría de grava. Por lo tanto, se clasifica como un suelo fino.

Del ensayo de Límites de Atterberg, se determinó que el Límite Líquido corresponde al 54.79% y el Límite Plástico al 34.56%, siendo el Índice de Plasticidad de 20.23%. Estos resultados nos ayudan a clasificar de mejor manera el tipo de suelo, siendo un suelo fino, pero cayendo en la clasificación de Limo de Alta compresibilidad (MH).

Respecto a la segunda profundidad, 1.5 m, de la misma calicata uno, se obtuvo de los resultados que existía un porcentaje de finos de 48.06%, siendo su clasificación como una arena, pero con predominancia de material fino, su clasificación sería una Arena Limosa de Alta Compresibilidad (SM).

En el ensayo de Proctor, los datos en la calicata uno a un metro de profundidad, demuestran una curva de compactación donde la densidad seca va aumentando de manera progresiva junto al contenido de humedad donde llega a un punto máximo. En esta profundidad la densidad seca máxima fue de 1.65 g/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad óptimo de 19.53%. El comportamiento de la curva refleja que luego de llegar a 20% de humedad, existe un decrecimiento de la curva lo que indica que el suelo reacciona de manera sensible cuando existe mucha humedad. Para la profundidad de 1.5 metros de la misma calicata, se tiene una densidad seca máxima de 1.60 g/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad óptimo de 17.17%. Se observa una reducción de densidad y humedad al aumentar la profundidad lo que significa existe una disminución de finos. Para la segunda calicata, se tiene una profundidad de 1.5 m y 2.0 m. En la profundidad de 1.5 m se tiene una máxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) de 1.65 y un óptimo contenido de humedad (%) de 19.53. En los 2.0 m de profundidad los valores para máxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) y óptimo contenido de humedad (%) son: 1.71 y 16.21 respectivamente lo

que refleja el mismo comportamiento de la calicata uno, un perfil de suelo en la a mayor profundidad existe una mayor cantidad de material granular.

## 2.5 Análisis de alternativas

Se analizaron dos alternativas para solucionar el problema de la vía lastrada que conlleva al deterioro constante a lo largo de los 3.0 km de longitud lo que provoca huecos, pozos y daños a los vehículos, lo cual conlleva a un incremento de costos de operación.

Alternativa 1 (A1): Rediseño de la vía lastrada con pavimento flexible

Alternativa 2 (A2): Rediseño de la vía lastrada con pavimento rígido

Con respecto a la alternativa 1, el rediseño de la vía lastrada con pavimento flexible tiene una solución con varias ventajas como el costo al inicio, el impacto ambiental, el tiempo y la trabajabilidad de la construcción. También con respecto al presupuesto, existe un menor costo, un proceso de ejecución más ágil y mayor conocimiento de la técnica por parte de los obreros. Con respecto a la carpeta de rodadura, esta es más suave y genera mayor confort al conductor. Tomando la perspectiva ambiental, existe un menor impacto negativo al entorno natural mientras se ejecuta la obra y la contaminación inicial tiene una reducción. Aunque la vida útil del pavimento flexible es menor con respecto al del pavimento rígido, el mantenimiento del pavimento flexible es más económico y sencillo de realizar. Esta opción es favorable en este caso porque el traslado del producto no puede ser detenido y cuando se necesite realizar mantenimiento a la vía, no afectará en la operación de la finca.

Por otro lado, en la alternativa 2, el uso de pavimento rígido para el rediseño de la vía lastrada tiene como beneficio principal una larga duración y gran capacidad para cargas. Es ideal para tráfico pesado a diario y su vida útil es mayor a la del pavimento

flexible. A pesar de ello, el pavimento rígido tiene un mayor costo inicial y el proceso constructivo tiene un mayor tiempo de ejecución y es más complicado de llevar a cabo. El impacto ambiental también tiene una mayor incidencia por lo que se requiere de maquinaria pesada y más cantidad de material. Otro punto para considerar es que el mantenimiento del pavimento rígido es más complejo y de mayor costo.

Tomando en cuenta el análisis técnico, social y ambiental como se observa en la Matriz de Likert, se define que la mejor alternativa para este proyecto es el rediseño de la vía lastrada con pavimento flexible. Existen varias ventajas que son esenciales para este proyecto como un presupuesto más adecuado, una mayor velocidad de proceso constructivo, un mantenimiento con mayor rapidez y menor costo y tiempo de afectación a las demás fincas que están conectadas a la vía lastrada. El impacto ambiental también influye por lo que el impacto negativo es menor con respecto al pavimento rígido durante la etapa constructiva.

**Tabla 32.** *Matriz de Likert de análisis de alternativas*

<b>Criterio</b>	<b>Categoría</b>	<b>Descripción del aspecto</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>Análisis comparativo</b>
<b>Presupuesto</b>	Técnico	Costo inicial de construcción	5	3	El pavimento flexible tiene menor costo inicial y demanda menos recursos económicos.
<b>Tiempo de vida útil</b>	Técnico	Duración esperada de la estructura	4	5	Aunque el pavimento rígido tiene mayor vida útil, el flexible es más fácil y económico de rehabilitar.
<b>Capacidad de carga</b>	Técnico	Soporte ante cargas pesadas y tráfico	4	5	Ambos soportan tráfico, pero el flexible se adapta mejor a deformaciones y su mantenimiento es más sencillo.

<b>Tránsito vehicular</b>	Técnico	Comportamiento ante volumen de tráfico	5	4	El pavimento flexible proporciona una rodadura más suave y confortable para los usuarios.
<b>Facilidad de construcción</b>	Técnico	Complejidad y rapidez del proceso constructivo	5	3	El pavimento flexible es más rápido de ejecutar y requiere menor especialización técnica.
<b>Operabilidad</b>	Social	Comodidad y funcionalidad para los usuarios	5	4	Ofrece mejor comodidad de conducción y menor ruido vehicular.
<b>Estética</b>	Social	Apariencia y acabado superficial	4	3	El pavimento flexible mantiene un color uniforme y se integra mejor al entorno.
<b>Impacto negativo</b>	Ambiental	Alteración del entorno natural durante la obra	5	3	Requiere menos maquinaria pesada y genera menor afectación al entorno.
<b>Contaminación generada</b>	Ambiental	Emisiones o residuos producidos en construcción y mantenimiento	4	3	El flexible usa menos energía en su ejecución y produce menor contaminación inicial.
<b>Total</b>			41	33	

Donde 1 es una puntuación muy mala, 2 malo, 3 regular, 4 bueno y 5 muy bueno, el total de puntos en la Matriz de Likert refleja como la alternativa 1 (A1) rediseño con pavimento flexible es la mejor opción por varios criterios claves que benefician de mejor manera al proyecto.

## Capítulo 3

### 3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

#### 3.1 Análisis y estudios preliminares

Para el rediseño de la vía de acceso a la Finca La Esperanza (L=3.0 km), se han recopilado y procesado los datos fundamentales de topografía, geotecnia y tráfico obtenidos en la fase de campo. Estos parámetros constituyen la base para el dimensionamiento estructural y geométrico de la vía.

##### 3.1.1 Periodo de diseño

El periodo de diseño seleccionado es de 20 años para la estructura del pavimento flexible. Basados en el TPDA, la vía rural es clasificada como tipo III (300-1000 vehículos), por lo que se escogió este periodo, baja intensidad de tránsito, pero existe carga pesada agrícola. Así, se garantiza la durabilidad de la vía cumpliendo las recomendaciones de la normativa AASHTO 93 y el MTOP para caminos rurales.

- **Periodo seleccionado:** 20 años

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

Tomando como base el aforo vehicular realizado en el Capítulo 2, se determinó el volumen de tránsito actual que circula por el recinto Estados Unidos y la Finca La Esperanza.

**Tabla 33.** Resultados del TPDA

<b>Tabla de aforo de vehículos</b>			
<b>Integrantes:</b>	Diego Teneda y Mauro Aguilar	<b>Factor mensual</b>	1.04
<b>Proyecto:</b>	Rediseño de vía L=3km para acceso de vehículos carga pesada a finca La Esperanza ubicada en el Km 2 vía a Tenguel provincia del Guayas.	<b>Factor diario</b>	1.024

		<b>T.P.D.</b>					170	
		<b>Livianos</b>		<b>Camiones</b>		<b>Tractocamiones</b>	<b>Total</b>	
<b>Fecha</b>	<b>Día de la semana</b>	<b>Carro</b>	<b>Camioneta</b>	<b>Camión 2 ejes mediano 2DA</b>	<b>Camión 3 ejes 3-A</b>	<b>Tractocamión 3 ejes con remolque 2 ejes 3S2</b>		
<b>25/09/2025</b>	Jueves	175	18	16	10	2	221	
<b>26/09/2026</b>	Viernes	139	12	12	12	0	175	
<b>27/09/2027</b>	Sábado	85	12	6	10	0	113	
<b>Total</b>		399	42	34	32	2	509	
<b>TPD</b>		133	14	11	11	1	170	
<b>T.P.D.S.</b>		136	14	12	11	1	174	
<b>%T.P.D.S.</b>		78.54 %	8.14%	6.74%	6.17%	0.41%	100.00 %	
<b>T.P.D.A. Actual</b>		145	15	12	11	1	185	
<b>%T.P.D.A. Actual</b>		78.54 %	8.14%	6.74%	6.17%	0.41%	100.00 %	
<b>T.P.D.A. Asignado</b>		189	20	16	15	1	240	
<b>%T.P.D.A. Asignado</b>		78.54 %	8.14%	6.74%	6.17%	0.41%	100.00 %	
<b>Porcentaje General</b>		86.68%		12.91%		0.41%	100.00 %	
<b>Trafico proyectado</b>		667	69	30	28	2	796	

**Tabla 34.** Clasificación de vía según su TPDA

<b>Tipo de vía</b>	<b>TPDA</b>
<b>Carretera RI, RII</b>	> 8000 vehículos
<b>Carretera CLASE I</b>	3000-8000 vehículos
<b>Carretera CLASE II</b>	1000-3000 vehículos
<b>Carretera CLASE III</b>	300-1000 vehículos
<b>Carretera CLASE IV</b>	100-300 vehículos
<b>Carretera CLASE V</b>	Menor a 100 vehículos

*Nota.* Fuente (MIT, 2018)

Como se observa, el tráfico proyectado para 20 años da un total de 796 vehículos lo que clasifica al tipo de vía en una carretera clase III.

### **3.1.2 Topografía**

Luego de realizar el levantamiento topográfico, se estableció que el terreno de la vía que se va a rediseñar se considera como terreno llano (LL) según el MTOP. El levantamiento topográfico describe lo que se clasifica como terreno llano, un terreno con pendientes longitudinales y transversales suaves. También existe una visibilidad amplia y no se requiere una gran cantidad de movimiento de tierras para llevar a cabo la construcción de la nueva vía. La mayoría del terreno tiende a ser plano con ligeras ondulaciones que facilitará el diseño de curvas horizontales, pendientes máximas, radios de curvatura, entre otros, para una vía de clase III para tráfico pesado.

### **3.1.3 Geotecnia**

En base al análisis de datos de las muestras de las dos calicatas, en la primera calicata a un 1 metro de profundidad, se clasificó el suelo como fino con un Límite Líquido (LL) de 54.79%, un Límite Plástico (LP) de 34.57%, un Índice Plástico (IP) de 20.22%. y CBR de 1.54%. Basado en la clasificación SUCS, es un Limo de Alta compresibilidad (MH). A 1.5 m de profundidad, se obtuvo una Arena Limosa (SM) con un LL de 59.03%, LP de 36%, IP de 23.03% y CBR de 1.45%. Con respecto a la segunda calicata a 1.5m, el suelo se clasificó como una Arena Pobremente Graduada con Limo (SP-SM) con un LL de 52.42%, LP de 32.45%, IP de 19.34% y CBR de 1.37%. A 2m de profundidad, el suelo es una Arcilla de Baja a Media Plasticidad (CL) con un LL de 43.51%, LP de 24.18%, IP de 19.09% y CBR de 1.68%.

## 3.2 Diseño definitivo

### 3.2.1 Cálculo de Ejes Equivalentes (ESALs)

Para el cálculo de los ESALs proyectados, se utilizó la siguiente fórmula basada en la normativa Diseño de Pavimentos AASHTO93:

$$ESAL = \sum [EE_{día} * F_{ca} * 365]$$

EC. 3.1

$$EE_{día} = TPD * F_d * F_c * F_p * F_{vp}$$

EC. 3.2

Donde:

- $EE_{día}$ : Ejes equivalentes por tipo de vehículo
- $F_{ca}$ : Factor de crecimiento acumulado
- *Repeticiones*: Número de repeticiones de ejes equivalentes
- $TPD$ : Tráfico Promedio Diario
- $F_d$ : Factor Direccional
- $F_c$ : Factor Carril
- $F_p$ : Factor de presión de Neumático
- $F_{vp}$ : Factor de equivalencia

En nuestro proyecto existe el tránsito de un tracto camión de 3 ejes y semirremolque de 2 ejes (3S2).

**Figura 35.** Pesos y dimensiones de vehículos nacionales

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3S3			48	20,50	2,60	4,30
2R2			40	20,50	2,60	4,30
2R3			48	20,50	2,60	4,30
3R2			48	20,50	2,60	4,30
3R3			48	20,50	2,60	4,30
2B1			29	20,50	2,60	4,30
2B2			38	20,50	2,60	4,30
2B3			42	20,50	2,60	4,30
3B1			38	20,50	2,60	4,30
3B2			47	20,50	2,60	4,30
3B3			48	20,50	2,60	4,30

Nota. Fuente: Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (Tabla Nacional de Pesos y Dimensiones autorizadas a circular por los caminos publicos, 2012)

**Figura 36.** Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>8.2tn</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	$EE_{S1} = [ P / 6.6 ]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	$EE_{S2} = [ P / 8.2 ]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	$EE_{TA1} = [ P / 14.8 ]^{4.0}$
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	$EE_{TA2} = [ P / 15.1 ]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	$EE_{TR1} = [ P / 20.7 ]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	$EE_{TR2} = [ P / 21.8 ]^{3.9}$

P = peso real por eje en toneladas

Nota. Fuente: correlaciones con valores de Tablas del apéndice D (AASHTO, 1993)

Entonces se calcula del factor equivalente de carga del tracto camión 3S2:

$$F_{vp} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^4 + \left(\frac{18}{15.1}\right)^4 + \left(\frac{18}{15.1}\right)^4 = 5.31$$

EC. 3.3

Los factores de carril y dirección se los obtiene de la siguiente tabla:

**Tabla 35.** Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Nota. Fuente: Elaboración en base a datos de la normativa (AASHTO, 1993)

$$F_c = 1.00$$

$$F_d = 0.50$$

**Tabla 36. Factor de ajuste por presión de neumático  $F_p$**

<b>FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO (<math>F_p</math>) PARA EJES EQUIVALENTES (EE)</b>							
Espesor de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psi PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (psi)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.36	1.80	2.31	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Nota. Fuente: (AASHTO, 1993)

Se toma en cuenta que la presión de los neumáticos del tracto camión es de 80 psi por lo que el factor por presión de neumático es de 1.0. Por lo tanto, una vez obtenido cada factor, se procede a calcular el Eje Equivalente con la ecuación 3.2:

$$EE_{día} = TPD * F_d * F_c * F_p * F_{vp}$$

EC. 3.2

$$EE_{día} = 170 * 0.5 * 1 * 1 * 5.31 = 451$$

## Factor de crecimiento acumulado (Fca)

**Tabla 37. Valores del crecimiento anual de vehículos**

Periodo de análisis (años)	Factor de Crecimiento *	Tasa de Crecimiento anual (%)						
		2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

\* Factor =  $[(1+g)^n - 1]/g$  donde  $g = \text{tasa}/100$  y no debe ser nula. Si ésta es nula, el factor es igual al periodo de análisis.

Nota. Fuente: (AASHTO, 1993)

**Tabla 38. Tasa de crecimiento del Tráfico Promedio Anual**

PERÍODO	Livianos y motos	Camiones 2, 3, 4, 5 v 6 ejes	Buses 2 v 3 ejes
2021-2026	6,51%	3,20%	1,27%
2027-2031	5,92%	3,06%	1,14%
2032-2036	5,26%	2,90%	1,00%
2037-2041	4,56%	2,74%	0,86%
2042-2046	3,85%	2,59%	0,73%
2047-2051	3,17%	2,44%	0,60%

Nota. Fuente: Tabla 5. Tasa de crecimiento del TPDA (MTOPI, 2022)

$$g = \frac{3.20}{100} = 0.032$$

EC. 3.4

$$F_{ca} = \frac{(1 + 0.032)^{20} - 1}{0.032} = 27.424$$

EC. 3.5

Ahora se procede a utilizar la ecuación 3.1 para el cálculo del ESAL del tracto camión 3S2

$$ESAL = \sum [EE_{día} * F_{ca} * 365]$$

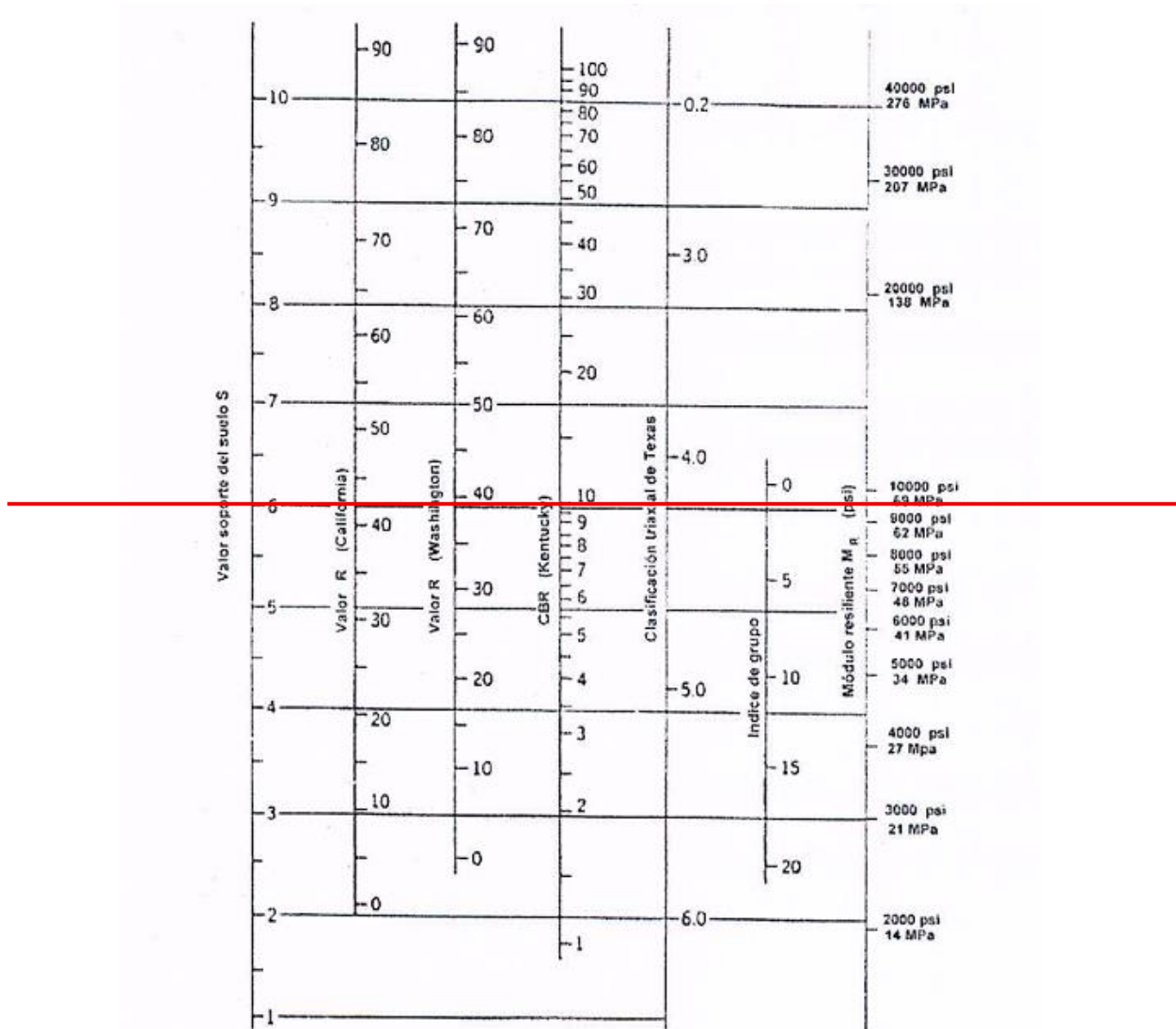
$$ESAL = 451 * 27.424 * 365 = 4.51 \times 10^6$$

### 3.2.2 Valoración de la subrasante

Se procede a evaluar el módulo resiliente (Mr) para conocer la capacidad de soporte del suelo. Los ensayos de laboratorio realizados en la sección 2.3 dieron valores de CBR muy bajos para la subrasante:

Para la calicata 1 se obtuvieron valores de 1.54% y 1.45% para 1 y 1.5 metros de profundidad respectivamente. Para la calicata 2 los valores de CBR fueron 1.37% y 1.68 para 1.5 y 2 metros de profundidad respectivamente. El CBR más crítico es de 1.37% y según la normativa AASHTO 93, para CBR menores al 3% se necesita una capa de mejoramiento antes de la colocación de la subbase para que el valor de CBR de diseño incremente. Por ello se usará un mejoramiento de 30 cm con lastre bueno que cumpla ciertos requisitos como que sea de baja plasticidad, arenas con pocos finos y un IP menor a 10% con el que obtiene un CBR de diseño de 10%. Como se observa en la figura 41, el valor del Módulo Resiliente sería de 9600 psi de manera aproximada.

**Figura 37.** Correlaciones con el módulo resiliente de la subrasante

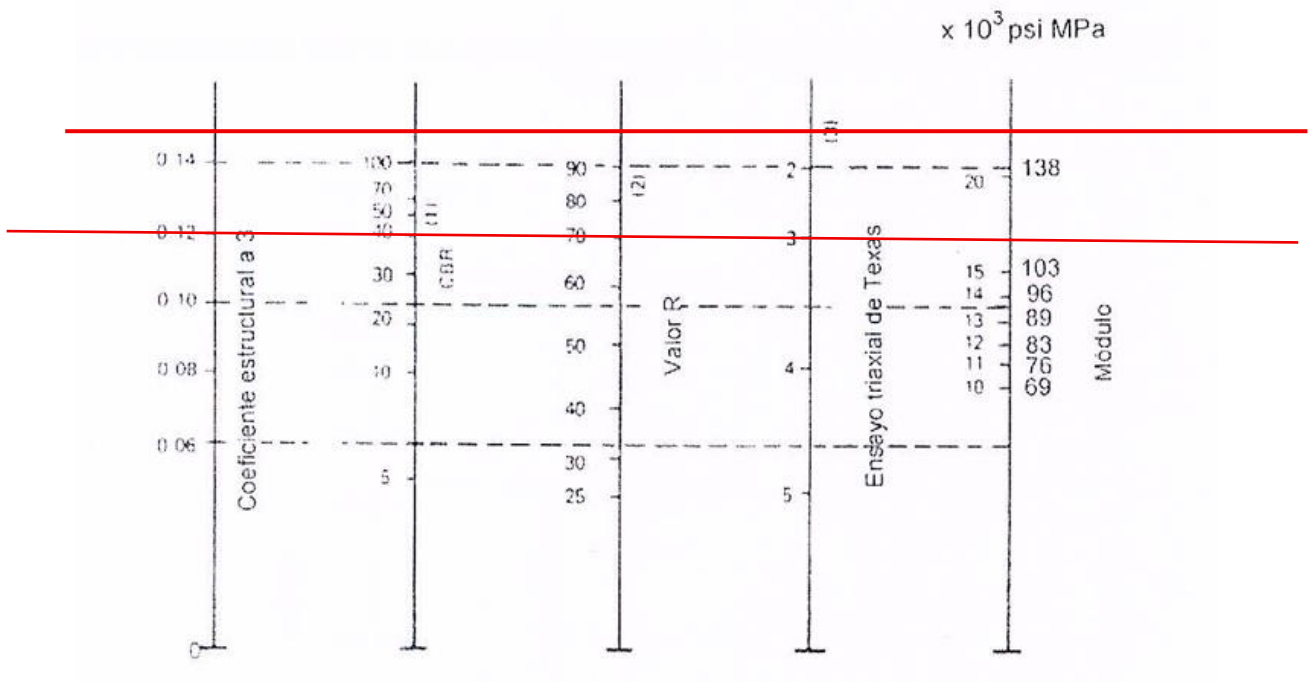


Nota. Fuente: (AASHTO, 1993)

### 3.2.2.1 Capa de la subbase

Con respecto al material de la subbase, se utilizará un material como grava arenosa que esté clasificado como Clase 3 y su CBR sea mayor a 30% (Holcim Ecuador S.A., n.d.). Así, se procede a calcular el Módulo Resiliente de la capa de la subbase, que al tener un CBR de 40%, se utilizó el ábaco para obtener el valor del Módulo Resiliente y el coeficiente estructural, dando como resultado  $M_r = 16500$  psi y un coeficiente ( $a_3$ ) de 0.12.

**Figura 38.** Relación entre el coeficiente estructural para subbase granular y distintos parámetros resistentes

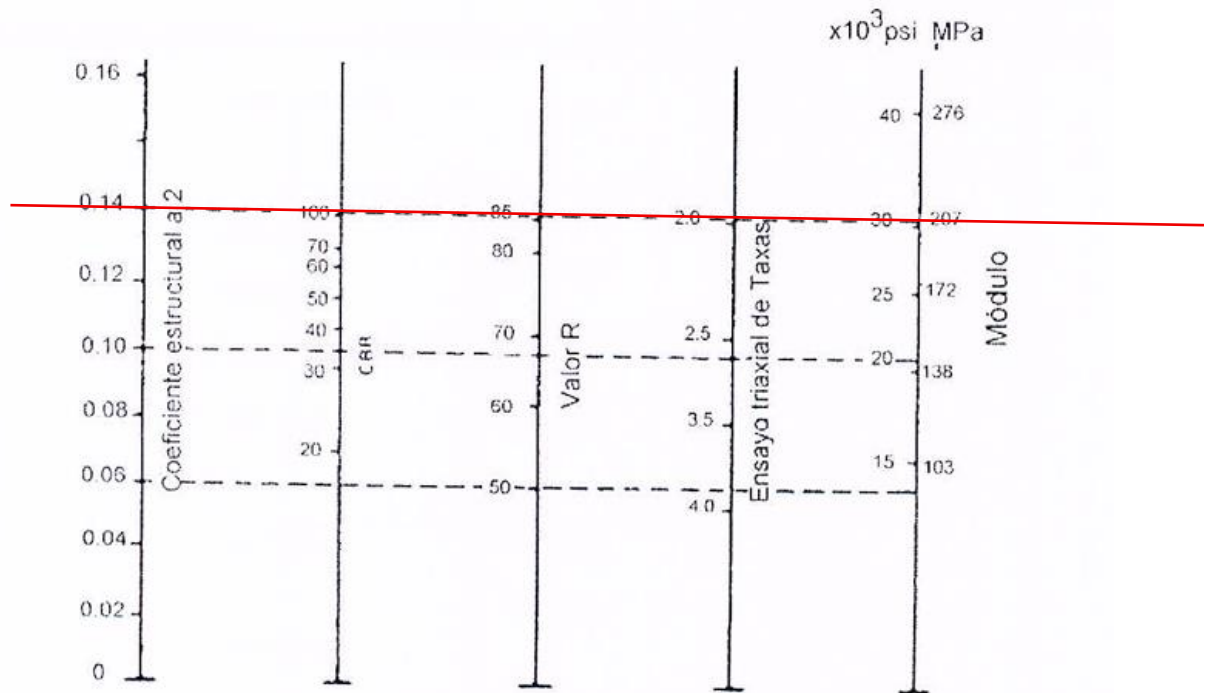


Nota. Fuente: (AASHTO, 1993)

### 3.2.2.2 Capa de la base

De la misma manera como en la capa de la subbase, en la capa de la base se adapta un material granular triturado de Clase 1A que tiene un CBR mayor de 80% por lo que se escoge de 85% (Holcim Ecuador S.A., n.d.). Observando en el ábaco, el valor de del Módulo ( $M_r$ ) es igual a 30,000 psi y un coeficiente ( $a_2$ ) de 0.14.

**Figura 39.** Relación entre el coeficiente estructural para base granular y distintos parámetros resistentes.



Nota. Fuente: (AASHTO, 1993)

### 3.2.2.3 Capa de la carpeta de rodadura

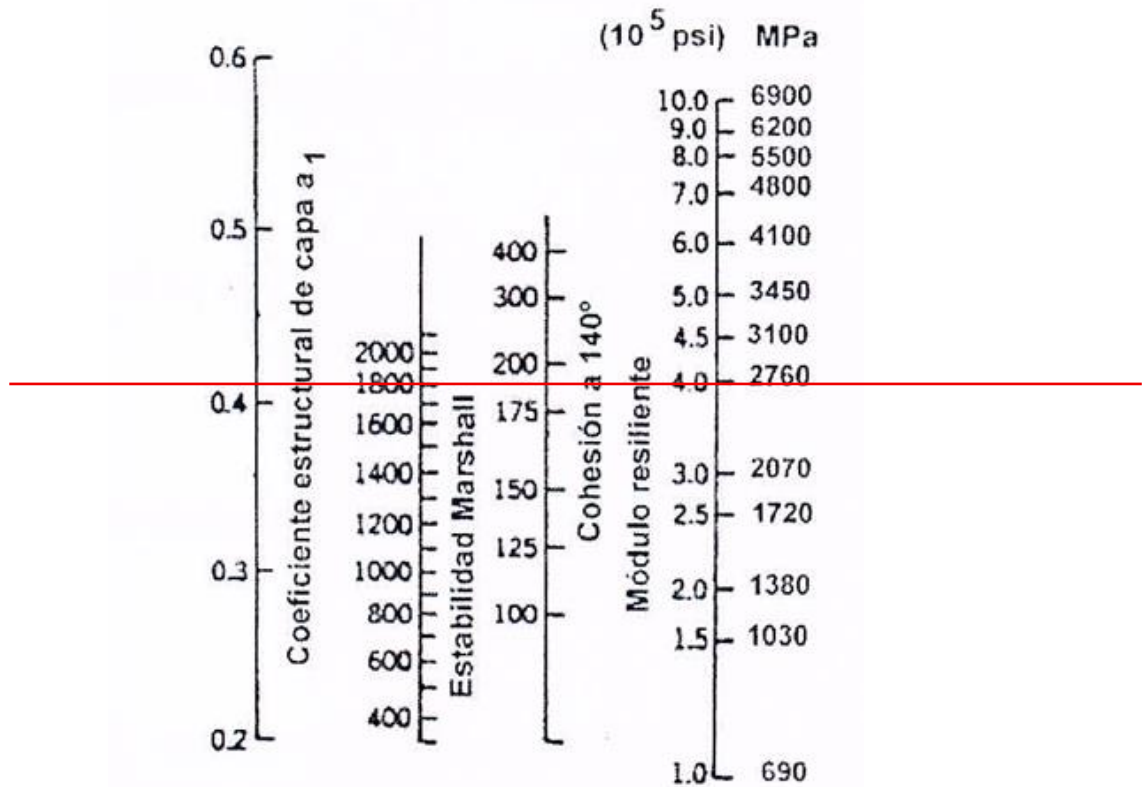
Nuestro proyecto de rediseño vial existe la presencia de un tracto camión 3S2 por lo que el diseño debe soportar un tráfico pesado. Por lo tanto, en la tabla 39 se escoge el valor de 1800 lb de estabilidad y así, se procede a usar el ábaco (figura 44) para obtener el Módulo y el coeficiente. Para el módulo se tiene un valor de 400,000 psi y un coeficiente estructural ( $a_1$ ) de 0.41.

**Tabla 39.** Valores de estabilidad requerida por nivel de tráfico

Tipo de tráfico	Muy pesado		Pesado		Mediano		Liviano	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Estabilidad [lb]	2200	-	1800	-	1200	-	1000	2400

Nota. Fuente: (AASHTO, 1993)

**Figura 40.** Coeficientes estructurales para capas asfálticas relacionados con varios ensayos.



Nota. Fuente: (AASHTO, 1993)

### 3.2.3 Confiabilidad (R) y Desviación (S<sub>o</sub>)

Estos factores influyen en la incertidumbre del diseño. La vía es local en una zona rural por lo que se escoge un valor de 80 con una desviación normal estándar de 0.841 (Z<sub>r</sub>) como se observa en la tabla 40. Para la desviación estándar combinada, la construcción será nueva y el diseño es de pavimento flexible por lo que el valor es de 0.45 como se observa en la tabla 41.

**Tabla 40.** Niveles de confiabilidad

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona urbana	Zona rural

Rutas interestatales y autopistas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-99
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Nota. Fuente: (AASHTO, 1993)

**Tabla 41. Desviación Estándar Combinada (So)**

Proyecto de pavimento	Desviación estándar, So	
	Flexible	Rígido
Construcción nueva	0.40-0.50	0.30-0.40
Sobre capas	0.45	0.35
	0.50	0.40

Nota. Fuente: (AASHTO, 1993)

### 3.2.4 Niveles de serviciabilidad

La serviciabilidad de un pavimento es la capacidad con la que puede servir al tránsito con la que fue diseñada la estructura. El índice de serviciabilidad indica la condición del pavimento entre 0 que son pésimas condiciones y 5 que es perfecto. El AASHO Road Test recomienda valores:

Serviciabilidad inicial:

$p_o = 4.5$  para pavimentos rígidos

$p_o = 4.2$  para pavimentos flexibles

Serviciabilidad final:

$p_t = 2.5$  o más para caminos muy importantes

$p_t = 2.0$  para caminos de menor tránsito

(AASHTO, 1993)

Por lo que el factor de serviciabilidad se calcula con la siguiente fórmula:

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

EC. 3.6

### 3.2.5 Coeficientes de drenaje

Para determinar los coeficientes de drenaje (mi) del presente proyecto, se usaron las tablas 42 y 42 donde se tomó en consideración la topografía de la zona y los materiales que se seleccionaron para el diseño del pavimento flexible. Por lo que la calidad del drenaje es regular con un 50% de saturación en 1 semana. Como el proyecto se encuentra en una zona con un clima húmedo con altas precipitaciones en la estación invernal, se toma en consideración que el diseño estará expuesto a niveles de humedad que tienden a saturar por tiempo considerable, por ende, se toma un % mayor a 25 para el tiempo de exposición. Con ello, el coeficiente de drenaje para la base y subbase es de 0.80 y para la carpeta asfáltica es de 1.00 por ser una capa impermeable.

**Tabla 42.** *Tiempos de drenaje recomendados por AASHTO*

Calidad de drenaje	50% de saturación en:	85% de saturación en:
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 mas de 10 horas

Nota. Fuente: (AASHTO, 1993)

**Tabla 43.** *Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles*

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
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	0.80
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. Fuente: (AASHTO, 1993)

### 3.2.6 Cálculo del Número Estructural (SN)

Figura 41. Número estructural de la capa Subbase

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The 'Tipo de Pavimento' is set to 'Pavimento flexible'. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' are set to '80 % Zr=-0.841' and 'So = 0.45'. The 'Serviciabilidad inicial y final' are 'PSI inicial = 4.2' and 'PSI final = 2'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' is 'Mr = 9600 psi'. The 'Número Estructural' is calculated as 'SN = 3.57'. The 'W18' is calculated as '4514401.76'. The 'Calcular' button is highlighted.

Nota. Fuente: Programa Ecuación AASHTO 93

Figura 42. Número estructural de la capa Base

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The 'Tipo de Pavimento' is set to 'Pavimento flexible'. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' are set to '80 % Zr=-0.841' and 'So = 0.45'. The 'Serviciabilidad inicial y final' are 'PSI inicial = 4.2' and 'PSI final = 2'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' is 'Mr = 16500 psi'. The 'Número Estructural' is calculated as 'SN = 2.96'. The 'W18' is calculated as '4514401.76'. The 'Calcular' button is highlighted.

Nota. Fuente: Programa Ecuación AASHTO 93

**Figura 43.** Número estructural de la capa de rodadura

Nota. Fuente: Programa Ecuación AASHTO 93

Una vez obtenidos los números estructurales, módulos resilientes, CBR, factor de drenaje y coeficiente estructural de cada capa, se procede a calcular cada espesor. A continuación, se resumen todos los valores en la tabla 44:

**Tabla 44.** Valores de CBR, Mr, ai, SN de cada capa

Capa	CBR (%)	Módulo Resiliente (Mr) (psi)	Coeficiente estructural (ai)	Número Estructural (SN)
Concreto asfáltico	-	400000	0.41	0.77
Base	85	30000	0.14	2.39
Subbase	40	16500	0.12	2.96
Subrasante	10	9600	-	3.57

### 3.2.7 Espesores por capa

Mediante una hoja de cálculo realizada en Microsoft Excel se determinaron los espesores de cada capa. Se pueden observar valores como el coeficiente y el número estructural de cada capa agrupado en una sola tabla. Luego de obtener el espesor mínimo de diseño se obtiene un espesor adoptado para facilidad constructiva y que cumpla con el espesor mínimo sugeridos por la AASHTO para concreto asfáltico y base granular. Para el cálculo de los espesores y número estructural efectivo (SN\*), se utilizaron las siguientes ecuaciones:

Para el espesor ( $D_1$ ) de la carpeta asfáltica la expresión es:

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

EC.3.7

$$D_1 \geq \frac{0.77}{0.41} = 1.88 \text{ in}$$

Ese sería el espesor calculado en pulgadas y en cm da un valor de 4.70. Sin embargo, en la tabla 45 se tiene un valor mínimo que recomienda la AASHTO la cual se adopta. Con ese valor adoptado se calcula el Número Estructural Efectivo (SN\*).

**Tabla 45.** *Espesores mínimos de concreto asfáltico y base granular*

Número 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
Más de 7,000,000	10.0 cm	15 cm

Nota. Fuente: Tabla 8.2. Espesores mínimos de concreto asfáltico y base granular (AASHTO, 1993)

$$SN_1^* \geq a_1 D_1^* > SN_1$$

EC.3.8

$$SN_1^* \geq 0.41 * 5.50 = 2.26 > SN_1$$

Por lo que si cumple. De ahí se procede con los demás cálculos del espesor de la base y subbase y sus números estructurales efectivos.

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 m_2}$$

EC.3.9

$$D_2 = \frac{2.96 - 2.26}{0.14 * 0.8} = 6.39 \text{ in}$$

Basándose en la tabla 45, se adopta un valor de 6.50 in y se calcula el SN\*:

$$SN_2^* = a_2 m_2 D_2^*$$

EC.3.10

$$SN_2^* = 0.14 * 0.80 * 6.50 = 0.72$$

Y para el espesor de la subbase se utiliza la siguiente fórmula:

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

EC.3.11

$$D_3 \geq \frac{3.57 - (2.26 + 0.72)}{0.12 * 0.8} = 6.22 \text{ in}$$

El valor adoptado es de 14 in. Su SN\* es calculado:

$$SN_3^* = a_3 m_3 D_3^*$$

EC.3.12

$$SN_3^* = 0.12 * 0.8 * 14 = 1.34$$

En la siguiente tabla se resumen todos los cálculos y los espesores adoptados para el diseño final de la estructura de pavimento.

**Tabla 46.** Resumen de cálculos para el espesor de cada capa del pavimento

Capa	Factor de drenaje (mi)	Coefficiente estructural (ai)	Numero estructural req (SN)	Espesor de capa calculado(in)	Espesor de capa calculado (cm)	Espesor de capa adoptado (in)	Espesor de capa adoptado (cm)	Número estructural efectivo (SN)*
Concreto asfáltico	1.00	0.41	0.77	1.88	4.70	6.00	15.00	2.46
Base	0.80	0.14	2.96	4.53	11.32	6.50	16.00	0.72
Subbase	0.80	0.12	3.57	4.09	10.22	14.00	35.00	1.34
Subrasante			3.57					4.52

Para verificar que cada capa del diseño esté protegida se utiliza la siguiente fórmula donde la suma de los 3 números estructurales efectivos sea mayor o igual al número estructural de la subrasante:

$$SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* \geq SN$$

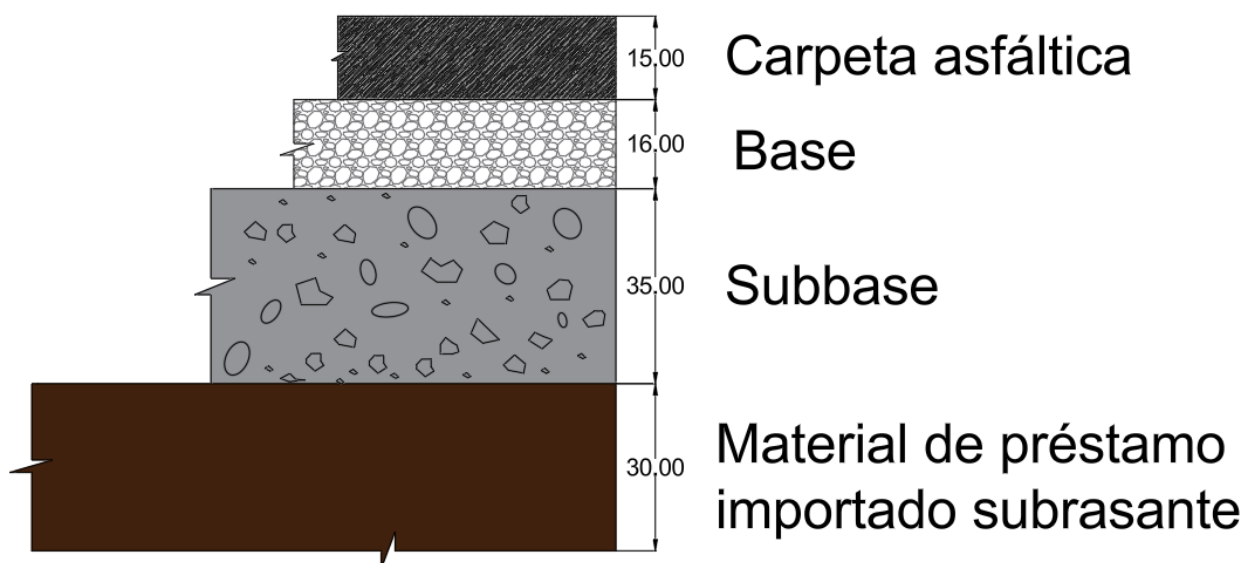
EC.3.12

$$2.26 + 0.72 + 1.34 \geq 3.57$$

$$4.52 \geq 3.57$$

Por lo que si cumple y se realiza el diseño estructural del pavimento:

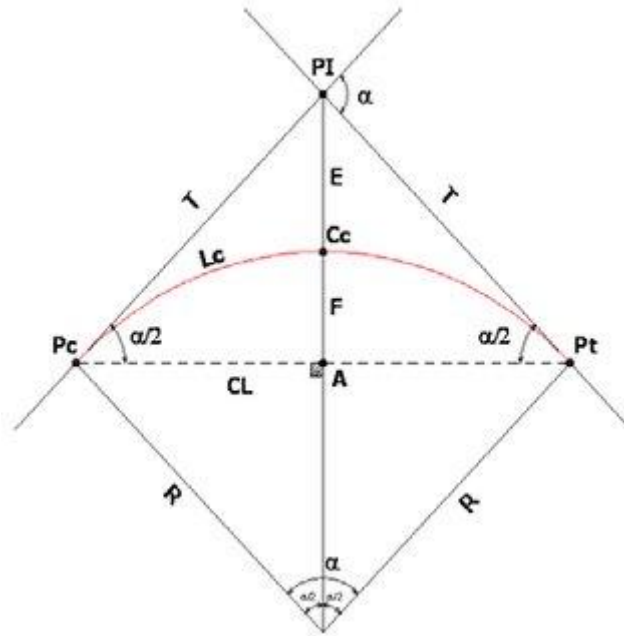
**Figura 44.** Espesores por capa del pavimento en cm



### 3.2.8 Diseño Horizontal

#### Curva Horizontal Simple

Figura 45. Curva horizontal simple y sus elementos



Dentro de la figura 45 se puede observar la curva horizontal simple y sus partes, donde:

- PC: Punto de comienzo de la curva
- PT: Punto de término de la curva
- PI: Punto de intersección de las tangentes
- R: radio de la curva
- F: flecha de la curva, cuya ecuación es:

$$F = R - R \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

EC.3.13

- E: External de la curva, cuya ecuación es:

$$E = R \left[ R \sec\left(\frac{\alpha}{2}\right) - 1 \right]$$

EC.3.14

- Lc: Longitud de la curva, cuya ecuación es:

$$Lc = \frac{\pi R \alpha}{180}$$

EC.3.14

- T: Longitud de la tangente, desde PI hasta PC o PT, cuya ecuación es:

$$T = R \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

EC.3.15

- Cl: Cuerda larga de la curva, cuya ecuación es:

$$Cl = 2R \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

EC.3.16

Con los parámetros geométricos de la curva horizontal simple ya definidos, se debe determinar las coordenadas de los puntos PI, PC y PT. Teniendo estos puntos en cuenta, se puede calcular los incrementos ( $\Delta x$  y  $\Delta y$ ) entre las rectas tangentes, las distancias lineales y el ángulo de deflexión  $\alpha$ .

Resultados de cada curva horizontal

**Tabla 47.** Resultados de curva horizontal

PUNTO	COORDENADAS		DISTANCIA		
	X	Y	$\Delta X$	$\Delta Y$	L
PI 0	638696	9667650	0	0	0
PI 1	638689	9668933	-7	1283	1283.02
PI 2	637412	9669295	-1277	362	1327.32
PI 3	637020	9669147	-392	-148	419.01

**Tabla 48.** Ángulos de deflexión

Signo	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN			
	$\alpha$ [°]		Radianes	GMS
-	$\alpha_1$	74.007	1.292	74° 00' 25"
-	$\alpha_2$	37.003	0.646	37° 00' 09"

**Tabla 49.** Curva horizontal izquierda #1

CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA N.º 1			
PI 1	X	638689	[m]
	Y	9668933	[m]

$\alpha$	74° 00' 25"	[GMS]
$R_{min}$	275	[m]
$T$	226.1	[m]
$E$	75	[m]
$Lc$	387.5	[m]
$PC$	1+055.9	[Km]
$PT$	1+443.4	[Km]

**Tabla 50.** Curva horizontal izquierda #2

CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA N.º 2		
$X$	637412	[m]
$Y$	9669295	[m]
$\alpha$	37° 00' 09"	[GMS]
$R_{min}$	275	[m]
<b>PI 2</b> $T$	92	[m]
$E$	15	[m]
$Lc$	177.6	[m]
$PC$	2+453.3	[Km]
$PT$	2+630.9	[Km]

### Replanteo de curvas horizontales simples

**Tabla 51.** Libreta de la curva 1

Libreta curva C1			
		$\alpha$	74.00704854      74° 00' 25"
<b>PC</b>	1+055.90	$\alpha / 2$	37° 00' 12"
<b>PT</b>	1+443.40	LC	387.5
		Diámetro	Angulo

<b>Abscisa</b>	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado(replanteo)
<b>1+055.90</b>		0		0° 00' 00.00"
	4.10		0° 23' 29"	
<b>1+060.00</b>		4.10		0° 23' 29"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+080.00</b>		24.10		2° 18' 04"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+100.00</b>		44.10		4° 12' 40"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+120.00</b>		64.10		6° 07' 15"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+140.00</b>		84.10		8° 01' 51"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+160.00</b>		104.10		9° 56' 26"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+180.00</b>		124.10		11° 51' 02"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+200.00</b>		144.10		13° 45' 37"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+220.00</b>		164.10		15° 40' 13"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+240.00</b>		184.10		17° 34' 48"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+260.00</b>		204.10		19° 29' 24"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+280.00</b>		224.10		21° 23' 59"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+300.00</b>		244.10		23° 18' 35"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+320.00</b>		264.10		25° 13' 10"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+340.00</b>		284.10		27° 07' 46"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+360.00</b>		304.10		29° 02' 21"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+380.00</b>		324.10		30° 56' 57"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+400.00</b>		344.10		32° 51' 32"
	20.00		1° 54' 35"	
<b>1+420.00</b>		364.10		34° 46' 08"
	20.00		1° 54' 35"	

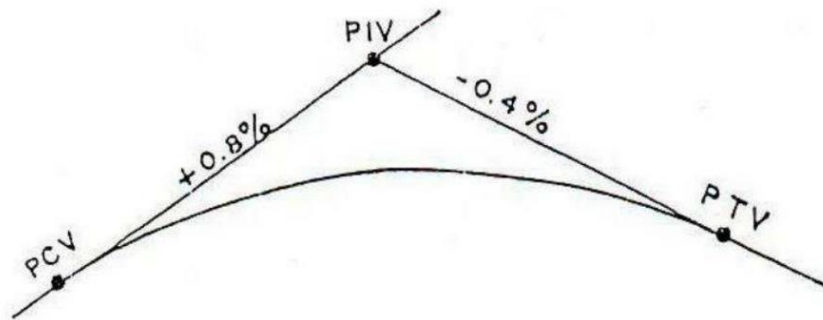
<b>1+440.00</b>		384.10	36° 40' 43"
	3.40		0° 19' 28"
<b>1+443.40</b>		387.50	37° 00' 12"

**Tabla 52. Libreta de la curva 2**

<b>Libreta curva C2</b>				
		$\alpha$	37.00265615	37° 00' 09"
<b>PC</b>	2+453.30	$\alpha / 2$	18° 30' 04"	
<b>PT</b>	2+630.90	LC	177.6	
		Diámetro		Angulo
Abscisa	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado(replanteo)
<b>2+453.30</b>		0		0° 00' 00.00"
	6.70		0° 41' 53"	
<b>2+460.00</b>		6.70		0° 41' 53"
	20.00		2° 05' 01"	
<b>2+480.00</b>		26.70		2° 46' 53"
	20.00		2° 05' 01"	
<b>2+500.00</b>		46.70		4° 51' 54"
	20.00		2° 05' 01"	
<b>2+520.00</b>		66.70		6° 56' 54"
	20.00		2° 05' 01"	
<b>2+540.00</b>		86.70		9° 01' 55"
	20.00		2° 05' 01"	
<b>2+560.00</b>		106.70		11° 06' 55"
	20.00		2° 05' 01"	
<b>2+580.00</b>		126.70		13° 11' 56"
	20.00		2° 05' 01"	
<b>2+600.00</b>		146.70		15° 16' 56"
	20.00		2° 05' 01"	
<b>2+620.00</b>		166.70		17° 21' 57"
	10.90		1° 08' 08"	
<b>2+630.90</b>		177.60		18° 30' 05"

### 3.2.9 Diseño vertical

Figura 46. Ilustración de curva vertical



La planificación del perfil vertical consiste en enlazar tramos rectos de diferentes inclinaciones a través de parábolas verticales. Estas curvas, clasificadas como cóncavas o convexas según la variación de la pendiente, son fundamentales para garantizar la estabilidad del vehículo y el confort de los pasajeros, factores críticos en entornos de alta velocidad como los circuitos de carrera. Conforme a la normativa del MTOP, la extensión de estas curvas se calcula basándose en su tipología.

La longitud de las curvas convexas se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$Lcv_{convexa} = \frac{AS^2}{426} \tag{EC.3.17}$$

Mientras que para curvas cóncavas se tiene la siguiente ecuación:

$$Lcv_{cóncava} = \frac{AS^2}{122 + 3.5 * S} \tag{EC.3.18}$$

Donde:

$$A = |m_1 - m_2| \tag{EC.3.19}$$

$$S = dvp = 0.70 * V_d + \frac{V_d^2}{254 * (f - m)}$$

$V_d$ : Velocidad de diseño en (km/h)

f: Coeficiente de fricción

m: Pendiente longitudinal de la vía

A: diferencia algebraica de las pendientes entre las rectas tangentes [%]

S: Distancia de visibilidad de parada (dvp).

Los valores del coeficiente de fricción se los obtiene del MTOP:

**Tabla 53.** *Valores del coeficiente de fricción*

<b>Vd (km/h)</b>	<b>f</b>
40	0.384
50	0.362
60	0.344
70	0.332
80	0.320
90	0.310
100	0.300

*Nota.* Fuente: MTOP

Luego, se obtiene las cotas a lo largo del eje vertical una vez obtenidas las longitudes de curva, con la siguiente fórmula:

$$y = \frac{A * x^2}{200 * Lcv}$$

EC.3.21

En base al tipo de curva (cóncava o convexa), se procede a definir los puntos característicos: PV, PCV y PTV, junto a sus respectivas abscisas y cotas.

Se presentan los valores de cotas, abscisas, pendientes, longitud de curva, el tipo de curva, entre otros, en las siguientes tablas:

**Tabla 54.** *Resultados de abscisas de PIV, pendientes y tipo de curva*

<b>Curva</b>	<b>PIV (abscisa)</b>	<b>m1</b>	<b>m2</b>	<b>Tipo</b>
1	0+320	-0.94%	0.91%	Cóncava
2	0+540	0.91%	-1.67%	Convexa
3	0+720	-1.67%	1.66%	Cóncava

4	0+841	1.66%	-0.91%	Convexa
5	1+500	-0.91%	-2.67%	Convexa
6	1+680	-2.67%	-0.71%	Cóncava

**Tabla 55. Resultados de PIV**

m%	Abscisa	Cota	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$ escala
	0	40.00			
-0.94%			-3.01	320	-7.52
	320	37.23			
0.91%			2.00	220	5.01
	540	38.68			
-1.67%			-3.01	180	-7.52
	720	36.42			
1.66%			2.01	121	5.02
	841	37.74			
-0.91%			-6.00	659	-14.99
	1500	31.58			
-2.67%			-4.81	180	-12.02
	1680	27.44			
-0.71%					

**Tabla 56. Resumen de valores para cada curva vertical**

PI	A	Vd (km/h)	f	S1 (m)	S2 (m)	S (m)	Tipo	Lcv (m)	Lcv adoptado (m)
1	1.85	90	0.31	162.84	168.98	169	Cóncava	75	180
2	2.58	90	0.31	168.98	160.61	169	Convexa	173	180
3	3.33	90	0.31	160.61	171.69	172	Cóncava	137	180
4	2.57	90	0.31	171.69	162.94	172	Convexa	179	180
5	1.76	90	0.31	162.94	157.71	163	Convexa	110	170
6	1.96	90	0.31	157.71	163.57	164	Cóncava	76	170

La velocidad que se adopta para circulación es de 80 km/h.

**Tabla 57. Abscisas y cotas de PCV, PIV y PTV**

PI	Abscisa PCV	Cota PCV	Abscisa PIV	Cota PIV	Abscisa PTV	Cota PTV
1	0+271	37.47	0+320	37.23	0+371	37.46
2	0+490	38.54	0+540	38.68	0+590	38.17

3	0+670	36.83	0+720	36.42	0+770	36.83
4	0+801	37.34	0+841	37.74	0+881	37.64
5	1+405	32.86	1+500	31.58	1+595	29.46
6	1+630	28.53	1+680	27.44	1+730	26.84

### Libretas Curva Vertical

**Tabla 58. Libreta curva vertical 1**

Curva vertical 1	
Tipo	Cóncava
Abscisa PCV	0+271
Abscisa PIV	0+320
Abscisa PTV	0+371
Cota PIV	37.23
A	1.85
f	0.31
Vd (km/h)	90
S (m)	169
Lev (m)	170

Curva Vertical 1 - Cóncava					
<b>PI Abscisa</b>	0+320	<b>Cota PIV (m)</b>	37.23	<b>Vd (km/h)</b>	90
<b>m1</b>	-0.94%	<b>A</b>	1.85	<b>Lev (m)</b>	75
<b>m2</b>	0.91%	<b>K</b>	1.23E-04		
<b>PI</b>	<b>Abscisa</b>	<b>m</b>	<b>Cota tangente</b>	<b>y</b>	<b>Cota curva</b>
PCV 1	0+271	-0.94%	37.79	0.00	37.79
	0+290	-0.94%	37.61	0.05	37.66
	0+310	-0.94%	37.42	0.20	37.62
PIV 1	0+320	-	37.23	0.44	37.67
	0+340	0.91%	37.41	0.20	37.61
	0+360	0.91%	37.59	0.05	37.64
PTV 1	0+371	0.91%	37.78	0.00	37.78

**Tabla 59. Libreta curva vertical 2**

Curva vertical 2	
Tipo	Convexa
Abscisa PCV	0+490

Abscisa PIV	0+540
Abscisa PTV	0+590
Cota PIV	38.68
A	2.58
f	0.31
Vd (km/h)	90
S (m)	169
Lcv (m)	170

<b>Curva Vertical 2 - Convexa</b>					
<b>PI</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota PIV (m)</b>	<b>38.68</b>	<b>Vd (km/h)</b>	<b>90</b>
<b>m1</b>	0.91%	<b>A</b>	2.58	<b>Lcv (m)</b>	173
<b>m2</b>	-1.67%	<b>K</b>	7.46E-05		
<b>PI</b>	<b>Abscisa</b>	<b>m</b>	<b>Cota tangente</b>	<b>y</b>	<b>Cota curva</b>
PCV 2	0+490	0.91%	38.13	0.00	38.13
	0+510	0.91%	38.32	0.05	38.37
	0+530	0.91%	38.50	0.20	38.70
PIV 2	0+540	-	38.68	0.44	39.12
	0+560	-1.67%	38.35	0.20	38.54
	0+580	-1.67%	38.01	0.05	38.06
PTV 2	0+590	-1.67%	37.68	0.00	37.68

**Tabla 60. Libreta curva vertical 3**

<b>Curva vertical 3</b>	
Tipo	Cóncava
Abscisa PCV	0+670
Abscisa PIV	0+720
Abscisa PTV	0+770
Cota PIV	36.42
A	3.33
f	0.31
Vd (km/h)	90
S (m)	172
Lcv (m)	180

<b>Curva Vertical 3 - Cóncava</b>					
<b>PI</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota PIV (m)</b>	<b>36.42</b>	<b>Vd (km/h)</b>	<b>90</b>
<b>m1</b>	-1.67%	<b>A</b>	3.33	<b>Lcv (m)</b>	137

<b>m2</b>	1.66%	<b>K</b>	1.22E-04		
<b>PI</b>	<b>Abscisa</b>	<b>m</b>	<b>Cota tangente</b>	<b>y</b>	<b>Cota curva</b>
PCV 3	0+670	-1.67%	37.42	0.00	37.42
	0+690	-1.67%	37.09	0.05	37.14
	0+710	-1.67%	36.75	0.20	36.95
PIV 3	0+720	-	36.42	0.44	36.86
	0+740	1.66%	36.75	0.20	36.95
	0+760	1.66%	37.08	0.05	37.13
PTV 3	0+770	1.66%	37.42	0.00	37.42

**Tabla 61.** *Libreta Curva vertical 4*

<b>Curva vertical 4</b>	
Tipo	Convexa
Abscisa PCV	0+801
Abscisa PIV	0+841
Abscisa PTV	0+881
Cota PIV	37.74
A	0.75
f	0.31
Vd (km/h)	90
S (m)	172
Lcv (m)	180

<b>Curva Vertical 4 - Convexa</b>					
<b>PI</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota PIV (m)</b>	<b>Vd (km/h)</b>	<b>Lcv (m)</b>	
	0+841	37.74	90		
<b>m1</b>	1.66%	<b>A</b>	0.75		
<b>m2</b>	-0.91%	<b>K</b>	7.08E-05		53
<b>PI</b>	<b>Abscisa</b>	<b>m</b>	<b>Cota tangente</b>	<b>y</b>	<b>Cota curva</b>
PCV 4	0+801	1.66%	37.08	0.00	37.08
	0+821	1.66%	37.41	0.05	37.46
PIV 4	0+841	-	37.74	0.20	37.94
	0+861	-0.91%	37.56	0.05	37.61
PTV 4	0+881	-0.91%	37.38	0.00	37.38

**Tabla 62.** *Libreta curva vertical 5*

<b>Curva vertical 5</b>	
Tipo	Convexa
Abscisa PCV	1+405

Abscisa PIV	1+500
Abscisa PTV	1+595
Cota PIV	31.58
A	3.58
f	0.31
Vd (km/h)	90
S (m)	169
Lcv (m)	170

<b>Curva Vertical 5 - Convexa</b>					
<b>PI Abscisa</b>	1+500	<b>Cota PIV (m)</b>	31.58	<b>Vd (km/h)</b>	90
<b>m1</b>	-0.91%	<b>A</b>	3.58	<b>Lcv (m)</b>	241
<b>m2</b>	-2.67%	<b>K</b>	7.43E-05		
<b>PI</b>	<b>Abscisa</b>	<b>m</b>	<b>Cota tangente</b>	<b>y</b>	<b>Cota curva</b>
PCV 5	1+405	-0.91%	32.49	0.00	32.49
	1+420	-0.91%	32.31	0.05	32.36
	1+440	-0.91%	32.13	0.20	32.32
	1+460	-0.91%	31.94	0.44	32.39
	1+480	-0.91%	31.76	0.79	32.55
PIV 5	1+500	-	31.58	1.23	32.81
	1+520	-2.67%	31.05	0.79	31.84
	1+540	-2.67%	30.51	0.44	30.96
	1+560	-2.67%	29.98	0.20	30.18
	1+580	-2.67%	29.44	0.05	29.49
PTV 5	1+595	-2.67%	28.91	0.00	28.91

**Tabla 63.** *Libreta de curva vertical 6*

<b>Curva vertical 6</b>	
Tipo	Cóncava
Abscisa PCV	1+630
Abscisa PIV	1+680
Abscisa PTV	1+730
Cota PIV	27.44
A	1.96
f	0.31
Vd (km/h)	90
S (m)	164
Lcv (m)	170

<b>Curva Vertical 6 - Cóncava</b>					
<b>PI</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota PIV (m)</b>	<b>Vd (km/h)</b>		
	1+680	27.44	90		
<b>m1</b>	-2.67%	<b>A</b>	1.96	<b>Lcv (m)</b>	76
<b>m2</b>	-0.71%	<b>K</b>	1.29E-04		
<b>PI</b>	<b>Abscisa</b>	<b>m</b>	<b>Cota tangente</b>	<b>y</b>	<b>Cota curva</b>
PCV 6	1+630	-2.67%	29.04	0.00	29.04
	1+650	-2.67%	28.51	0.05	28.56
	1+670	-2.67%	27.97	0.20	28.17
PIV 6	1+680	-	27.44	0.44	27.88
	1+700	-0.71%	27.30	0.20	27.50
	1+720	-0.71%	27.16	0.05	27.21
PTV 6	1+730	-0.71%	27.01	0.00	27.01

**Tabla 64.** *Abscisas y cotas del proyecto*

<b>Cotas subrasante</b>				<b>Cota terreno (m)</b>
<b>m%</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Cota subrasante</b>	<b><math>\Delta Y</math></b>	
	0+000	40.00		39.5
-0.94%			-0.19	
	0+020	39.81		38.96
-0.94%			-0.19	
	0+040	39.62		38.82
-0.94%			-0.19	
	0+060	39.43		38.63
-0.94%			-0.19	
	0+080	39.24		38.42
-0.94%			-0.19	
	0+100	39.05		38.07
-0.94%			-0.19	
	0+120	38.86		37.62
-0.94%			-0.19	
	0+140	38.67		37.61
-0.94%			-0.19	
	0+160	38.48		37.43
-0.94%			-0.19	
	0+180	38.29		37.23
-0.94%			-0.19	

		0+200	38.10	37.02
		-0.94%		-0.19
		0+220	37.91	36.96
		-0.94%		-0.19
		0+240	37.72	36.81
		-0.94%		-0.19
		0+260	37.53	36.63
<b>PCV1</b>		-0.94%		-0.19
		0+280	37.34	36.17
		-0.94%		-0.19
		0+300	37.15	35.85
		-0.94%		-0.19
<b>PIV 1</b>		0+320	36.96	35.48
		0.91%		0.18
		0+340	37.14	35.74
		0.91%		0.18
		0+360	37.32	35.95
<b>PTV1</b>		0.91%		0.18
		0+380	37.50	36.32
		0.91%		0.18
		0+400	37.68	36.43
		0.91%		0.18
		0+420	37.86	36.67
		0.91%		0.18
		0+440	38.04	36.84
		0.91%		0.18
		0+460	38.22	36.93
		0.91%		0.18
		0+480	38.40	37.1
<b>PCV2</b>		0.91%		0.18
		0+500	38.58	37.36
		0.91%		0.18
		0+520	38.76	37.64
		0.91%		0.18
<b>PIV2</b>		0+540	38.94	37.88
		-1.67%		-0.33
		0+560	38.61	37.66
		-1.67%		-0.33
		0+580	38.28	37.36
<b>PTV2</b>		-1.67%		-0.33

		0+600	37.95	36.9
	-1.67%			-0.33
		0+620	37.62	36.48
	-1.67%			-0.33
		0+640	37.29	36.23
	-1.67%			-0.33
		0+660	36.96	35.99
PCV3	-1.67%			-0.33
		0+680	36.63	35.63
	-1.67%			-0.33
		0+700	36.30	35.15
	-1.67%			-0.33
PIV3		0+720	35.97	34.86
	1.66%			0.33
		0+740	36.30	35.19
	1.66%			0.33
		0+760	36.63	35.46
PTV3	1.66%			0.33
		0+780	36.96	35.81
	1.66%			0.33
		0+800	37.29	36.22
PCV4	1.66%			0.33
		0+820	37.62	36.85
	1.66%			0.33
		0+840	37.95	37.31
PIV4	-0.91%			-0.18
		0+860	37.77	37.21
	-0.91%			-0.18
		0+880	37.59	36.95
PTV4	-0.91%			-0.18
		0+900	37.41	36.82
	-0.91%			-0.18
		0+920	37.23	36.5
	-0.91%			-0.18
		0+940	37.05	36.26
	-0.91%			-0.18
		0+960	36.87	36.07
	-0.91%			-0.18
		0+980	36.69	35.83
	-0.91%			-0.18
		1+000	36.51	35.42

	-0.91%		-0.18
	1+020	36.33	35.12
	-0.91%		-0.18
	1+040	36.15	34.9
	-0.91%		-0.18
	1+060	35.97	34.72
	-0.91%		-0.18
	1+080	35.79	34.27
	-0.91%		-0.18
	1+100	35.61	33.82
	-0.91%		-0.18
	1+120	35.43	33.28
	-0.91%		-0.18
	1+140	35.25	33.11
	-0.91%		-0.18
	1+160	35.07	33.3
	-0.91%		-0.18
	1+180	34.89	33.21
	-0.91%		-0.18
	1+200	34.71	33.02
	-0.91%		-0.18
	1+220	34.53	32.95
	-0.91%		-0.18
	1+240	34.35	32.89
	-0.91%		-0.18
	1+260	34.17	32.88
	-0.91%		-0.18
	1+280	33.99	32.72
	-0.91%		-0.18
	1+300	33.81	32.66
	-0.91%		-0.18
	1+320	33.63	32.51
	-0.91%		-0.18
	1+340	33.45	32.61
	-0.91%		-0.18
	1+360	33.27	32.56
	-0.91%		-0.18
	1+380	33.09	32.5
	-0.91%		-0.18
	1+400	32.91	32.41
PCV5	-0.91%		-0.18

		1+420	32.73	32.34
	-0.91%			-0.18
		1+440	32.55	30.8
	-0.91%			-0.18
		1+460	32.37	30.64
	-0.91%			-0.18
		1+480	32.19	30.56
	-0.91%			-0.18
PIV5		1+500	32.01	30.37
	-2.67%			-0.53
		1+520	31.48	29
	-2.67%			-0.53
		1+540	30.95	28.97
	-2.67%			-0.53
		1+560	30.42	28.8
	-2.67%			-0.53
		1+580	29.89	28.31
PTV5	-2.67%			-0.53
		1+600	29.36	28.01
	-2.67%			-0.53
		1+620	28.83	27.79
PCV6	-2.67%			-0.53
		1+640	28.30	27.54
	-2.67%			-0.53
		1+660	27.77	27.26
	-2.67%			-0.53
PIV6		1+680	27.24	27.19
	-0.71%			-0.14
		1+700	27.10	26.47
	-0.71%			-0.14
		1+720	26.96	26.33
PTV6	-0.71%			-0.14
		1+740	26.82	26.05
	-0.71%			-0.14
		1+760	26.68	25.79
	-0.71%			-0.14
		1+780	26.54	25.7
	-0.71%			-0.14
		1+800	26.40	25.67
	-0.71%			-0.14
		1+820	26.26	25.13

-0.71%			-0.14
	1+840	26.12	25.08
-0.71%			-0.14
	1+860	25.98	24.85
-0.71%			-0.14
	1+880	25.84	24.74
-0.71%			-0.14
	1+900	25.70	24.44
-0.71%			-0.14
	1+920	25.56	24.56
-0.71%			-0.14
	1+940	25.42	24.49
-0.71%			-0.14
	1+960	25.28	24.36
-0.71%			-0.14
	1+980	25.14	24.17
-0.71%			-0.14
	2+000	25.00	24.04
-0.71%			-0.14
	2+020	24.86	24.12
-0.71%			-0.14
	2+040	24.72	24.1
-0.71%			-0.14
	2+060	24.58	24
-0.71%			-0.14
	2+080	24.44	23.77
-0.71%			-0.14
	2+100	24.30	23.84
-0.71%			-0.14
	2+120	24.16	23.77
-0.71%			-0.14
	2+140	24.02	23.7
-0.71%			-0.14
	2+160	23.88	23.53
-0.71%			-0.14
	2+180	23.74	23.5
-0.71%			-0.14
	2+200	23.60	23.16
-0.71%			-0.14
	2+220	23.46	22.99
-0.71%			-0.14

	2+240	23.32		23.09
-0.71%			-0.14	
	2+260	23.18		23.12
-0.71%			-0.14	
	2+280	23.04		22.88
-0.71%			-0.14	
	2+300	22.90		22.81
-0.71%			-0.14	
	2+320	22.76		22.53
-0.71%			-0.14	
	2+340	22.62		22.33
-0.71%			-0.14	
	2+360	22.48		21.99
-0.71%			-0.14	
	2+380	22.34		21.63
-0.71%			-0.14	
	2+400	22.20		21.23
-0.71%			-0.14	
	2+420	22.06		20.84
-0.71%			-0.14	
	2+440	21.92		20.63
-0.71%			-0.14	
	2+460	21.78		20.62
-0.71%			-0.14	
	2+480	21.64		20.44
-0.71%			-0.14	
	2+500	21.50		20.11
-0.71%			-0.14	
	2+520	21.36		19.96
-0.71%			-0.14	
	2+540	21.22		19.85
-0.71%			-0.14	
	2+560	21.08		19.48
-0.71%			-0.14	
	2+580	20.94		19.41
-0.71%			-0.14	
	2+600	20.80		19.3
-0.71%			-0.14	
	2+620	20.66		19.27
-0.71%			-0.14	
	2+640	20.52		19.13
-0.71%			-0.14	
	2+660	20.38		19.11

-0.71%			-0.14
	2+680	20.24	18.99
-0.71%			-0.14
	2+700	20.10	18.76
-0.71%			-0.14
	2+720	19.96	18.44
-0.71%			-0.14
	2+740	19.82	18.17
-0.71%			-0.14
	2+760	19.68	17.9
-0.71%			-0.14
	2+780	19.54	17.68
-0.71%			-0.14
	2+800	19.40	17.46
-0.71%			-0.14
	2+820	19.26	17.37
-0.71%			-0.14
	2+840	19.12	17.43
-0.71%			-0.14
	2+860	18.98	17.51
-0.71%			-0.14
	2+880	18.84	17.56
-0.71%			-0.14
	2+900	18.70	17.5
-0.71%			-0.14
	2+920	18.56	17.44
-0.71%			-0.14
	2+940	18.42	17.39
-0.71%			-0.14
	2+960	18.28	17.25
-0.71%			-0.14
	2+980	18.14	17.11

**Tabla 65.** Área y volumen de relleno-Movimiento de tierra

Abscisa	Distancia	Área (m <sup>2</sup> )		Volumen (m <sup>3</sup> )	
		Corte	Relleno	Corte	Relleno
0+000		-	9.38		
	20			-	171.20
0+020		-	8.56		
	20			-	168.80

0+040	-	8.44	
	20		181.80
0+060	-	9.09	
	20		188.60
0+080	-	9.43	
	20		176.60
0+100	-	8.83	
	20		199.00
0+120	-	9.95	
	20		187.20
0+140	-	9.36	
	20		179.00
0+160	-	8.95	
	20		175.40
0+180	-	8.77	
	20		173.40
0+200	-	8.67	
	20		189.00
0+220	-	9.45	
	20		177.40
0+240	-	8.87	
	20		162.20
0+260	-	8.11	
	20		175.60
0+280	-	8.78	
	20		189.20
0+300	-	9.46	
	20		167.00
0+320	-	8.35	
	20		166.80
0+340	-	8.34	
	20		181.00
0+360	-	9.05	
	20		181.00
0+380	-	9.05	
	20		185.20
0+400	-	9.26	
	20		193.80
0+420	-	9.69	
	20		188.80
0+440	-	9.44	

	20		-	184.20
0+460		-	9.21	
	20		-	188.60
0+480		-	9.43	
	20		-	172.60
0+500		-	8.63	
	20			174.20
0+520		-	8.71	-
	20			168.80
0+540		-	8.44	-
	20			171.60
0+560		-	8.58	-
	20			185.00
0+580		-	9.25	-
	20			163.40
0+600		-	8.17	-
	20			177.20
0+620		-	8.86	-
	20			177.00
0+640		-	8.85	-
	20			179.60
0+660		-	8.98	-
	20			176.80
0+680		-	8.84	
	20		-	172.20
0+700		-	8.61	
	20		-	176.80
0+720		-	8.84	
	20		-	195.40
0+740		-	9.77	
	20		-	197.60
0+760		-	9.88	
	20		-	179.80
0+780		-	8.99	
	20		-	184.80
0+800		-	9.24	
	20		-	164.40
0+820		-	8.22	
	20		-	172.40
0+840		-	8.62	
	20			176.40

0+860	-	8.82	-	
	20			194.40
0+880	-	9.72	-	
	20			169.80
0+900	-	8.49	-	
	20			179.00
0+920	-	8.95	-	
	20			199.20
0+940	-	9.96	-	
	20			180.60
0+960	-	9.03	-	
	20			184.20
0+980	-	9.21	-	
	20			164.60
1+000	-	8.23	-	
	20			192.80
1+020	-	9.64	-	
	20			183.80
1+040	-	9.19	-	
	20			181.60
1+060	-	9.08	-	
	20			173.40
1+080	-	8.67	-	
	20			172.00
1+100	-	8.60	-	
	20			176.40
1+120	-	8.82	-	
	20			187.00
1+140	-	9.35	-	
	20			194.80
1+160	-	9.74	-	
	20			180.20
1+180	-	9.01	-	
	20			186.60
1+200	-	9.33	-	
	20			183.20
1+220	-	9.16	-	
	20			184.80
1+240	-	9.24	-	
	20			186.80
1+260	-	9.34	-	

	20			193.40
1+280		-	9.67	-
	20			163.00
1+300		-	8.15	-
	20			190.40
1+320		-	9.52	-
	20			169.60
1+340		-	8.48	-
	20			167.60
1+360		-	8.38	
	20			- 182.60
1+380		-	9.13	
	20			- 163.60
1+400		-	8.18	
	20			- 195.20
1+420		-	9.76	
	20			- 184.80
1+440		-	9.24	
	20			- 188.60
1+460		-	9.43	
	20			- 160.40
1+480		-	8.02	
	20			- 183.60
1+500		-	9.18	
	20			- 182.00
1+520		-	9.10	
	20			166.20
1+540		-	8.31	-
	20			165.80
1+560		-	8.29	-
	20			187.60
1+580		-	9.38	-
	20			172.60
1+600		-	8.63	-
	20			187.40
1+620		-	9.37	-
	20			182.00
1+640		-	9.10	-
	20			175.40
1+660		-	8.77	-
	20			196.80

1+680	-	9.84	-	
	20			193.40
1+700	-	9.67		
	20		-	174.00
1+720	-	8.70		
	20		-	161.60
1+740	-	8.08		
	20		-	172.00
1+760	-	8.60		
	20		-	175.60
1+780	-	8.78		
	20		-	188.00
1+800	-	9.40		
	20		-	199.60
1+820	-	9.98		
	20		-	174.00
1+840	-	8.70		
	20		-	190.20
1+860	-	9.51		
	20			183.40
1+880	-	9.17	-	
	20			187.40
1+900	-	9.37	-	
	20			165.80
1+920	-	8.29	-	
	20			175.80
1+940	-	8.79	-	
	20			169.40
1+960	-	8.47	-	
	20			173.60
1+980	-	8.68	-	
	20			180.20
2+000	-	9.01	-	
	20			186.40
2+020	-	9.32	-	
	20			164.00
2+040	-	8.20		
	20		-	165.00
2+060	-	8.25		
	20		-	172.60
2+080	-	8.63		

	20		-	186.20
2+100		-	9.31	
	20		-	193.60
2+120		-	9.68	
	20		-	181.80
2+140		-	9.09	
	20		-	194.00
2+160		-	9.70	
	20		-	175.20
2+180		-	8.76	
	20		-	172.40
2+200		-	8.62	
	20			174.00
2+220		-	8.70	-
	20			166.60
2+240		-	8.33	-
	20			193.00
2+260		-	9.65	-
	20			173.40
2+280		-	8.67	-
	20			181.80
2+300		-	9.09	-
	20			183.00
2+320		-	9.15	-
	20			180.60
2+340		-	9.03	-
	20			159.80
2+360		-	7.99	-
	20			199.20
2+380		-	9.96	
	20		-	196.00
2+400		-	9.80	
	20		-	168.00
2+420		-	8.40	
	20		-	171.40
2+440		-	8.57	
	20		-	180.60
2+460		-	9.03	
	20		-	195.80
2+480		-	9.79	
	20		-	199.20

2+500	-	9.96	
	20		170.00
2+520	-	8.50	
	20		182.40
2+540	-	9.12	
	20		192.00
2+560	-	9.60	-
	20		175.60
2+580	-	8.78	-
	20		189.00
2+600	-	9.45	-
	20		166.20
2+620	-	8.31	-
	20		183.80
2+640	-	9.19	-
	20		194.40
2+660	-	9.72	-
	20		199.20
2+680	-	9.96	-
	20		163.00
2+700	-	8.15	-
	20		176.80
2+720	-	8.84	
	20		168.00
2+740	-	8.40	
	20		177.80
2+760	-	8.89	
	20		181.60
2+780	-	9.08	
	20		163.40
2+800	-	8.17	
	20		171.60
2+820	-	8.58	
	20		196.80
2+840	-	9.84	
	20		182.60
2+860	-	9.13	
	20		178.00
2+880	-	8.90	
	20		190.00
2+900	-	9.50	-

	20			189.40
2+920		-	9.47	-
	20			161.80
2+940		-	8.09	-
	20			188.20
2+960		-	9.41	-
	20			193.40
2+980		-	9.67	-
			Total	27360.00

### 3.2.10 Cálculo del peralte

Para el cálculo del peralte en las curvas horizontales se siguen lineamientos establecidos por la AASHTO. El diseño del peralte se basa en la correlación entre la velocidad de diseño, el radio de la curva, seguridad y confort del usuario. El valor del peralte (e) se obtiene con la siguiente fórmula (EC. 3.17):

$$e = \frac{V_d^2}{127 * R} - f$$

EC.3.20

Donde:

$V_d$ : Velocidad de diseño (km/h)

R: Radio de curva horizontal (m)

f: Coeficiente de fricción lateral

Para los valores del coeficiente de fricción lateral (f), se utiliza la tabla 3.7 Maximum Side Friction Factors (fmax) del libro (AASHTO, 2018). La velocidad de diseño (Vd) y el radio de curvatura (R) son valores ya obtenidos en la sección 3.2.8 Diseño Horizontal.

Figura 47. Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción

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

- 1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 – 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno – Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.
- 2) Longitud de las curvas verticales:  $L = KA$ , en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales:  $L_{min} = 0,60 V$ , en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- 3) En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.
- 4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.
- 5) Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
- 6) Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
- 7) En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsense dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- 8) Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- 9) Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar  $V_0 = 20$  Km/h y  $R = 15$  m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA: Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al limite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

2-R

Nota. Fuente: (Ministerio de Obras Públicas, 2003)

Para ambas curvas se tienen un Rmin de 275 m y una velocidad de diseño es 90 km/h, terreno llano (LL), valores obtenidos del MTOP en la figura 49. El coeficiente de fricción transversal máxima para ambas curvas es de 0.13 como se observa en la tabla 53.

Tabla 66. Coeficiente de fricción transversal máxima

Velocidad específica (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Coefficiente de fricción transversal máxima $f_{m\acute{a}x}$	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

Nota. Fuente: (AASHTO, 2018)

Por lo tanto, los peraltes en curvas son:

**Tabla 67.** Peralte en cada curva

<b>Curva</b>	<b>Velocidad de diseño (km/h)</b>	<b>e (%)</b>
C1	90	0.1
C2	90	0.1

No se necesita peralte

# Capítulo 4

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

### **4.1 Descripción del proyecto**

El alcance del estudio de impacto ambiental de este proyecto se enfoca en la parte constructiva y operativa del rediseño vial de 3 km en el recinto Estados Unidos, cantón Tenguel, con acceso a la finca La Esperanza mediante un diseño de pavimento flexible. Con respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) alineados al proyecto se empleó el ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico) por lo que se mejora la distribución logística de exportación de banano. También, el ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura) que brinda una infraestructura flexible, recuperable, duradera y sostenible para una zona agrícola.

La importancia de desarrollar un EIA para este proyecto se basa en demostrar cómo se ve afectada la sostenibilidad, al realizar la transición de la capa de rodadura actual de lastre hacia un pavimento flexible. Esto permitirá sustentar la manera en la que el proyecto mitigará de manera definitiva la contaminación generada que podría afectar en gran medida a la población local, las áreas de cultivo identificadas y en general, al medio biótico del sector. Como objetivo final se espera que las medidas tomadas creen un cambio temporal que a futuro mitigue de manera permanente la generación de polvo con el paso de los vehículos en la vía y los cultivos y viviendas ya no sean afectados lo que genera una opción viable y sostenible.

### **4.2 Línea base ambiental**

La línea base de un estudio de impacto ambiental (EIA) representa un análisis detallado del estado actual del ambiente en el área de estudio de un proyecto antes de llevar a cabo alguna intervención. Esto nos permite identificar, predecir y valorar el grado de afectación de nuestro proyecto hacia el medioambiente. La vía de estudio se

encuentra bastante deteriorada por los factores climáticos presentes en la zona, debido a su ubicación geográfica, existe una alta incidencia de lluvias y un clima húmedo.

La zona posee en su entorno plantaciones de banano y cacao, además de encontrarse puntos de zonas boscosas que delimitan y rodean las zonas de cultivo. La principal afectación al entorno se daría hacia las plantaciones y zonas de bosque mencionadas. Existen tres canales detectados a lo largo de la vía, que derivan hacia el río Tenguel, aunque se evidenció la presencia de peces en estos canales, la construcción del proyecto no presentaría una afectación a fauna del entorno, además, no se evidenció presencia de fauna endémica en la zona circundante a la vía. A continuación, se describen las características identificadas:

#### **4.2.1 Medio físico**

##### **4.2.1.1 Clima**

El clima en la zona es tropical húmedo con altas precipitaciones en la temporada de lluvia. La temperatura media es de 26 ° C anualmente según datos reportados del (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología , 2023)

##### **4.2.1.2 Suelo**

El suelo de la vía de estudio presenta un deterioro de manera superficial con saturación en la temporada de lluvia por la falta de un adecuado sistema de drenaje pluvial. Además, basados en los ensayos de laboratorio, el tipo de suelo es fino con contenido de arena, limo y arcilla variando según la profundidad desde 1 metro a 2 metros, caracterizándolo como arcilla y limo de alta compresibilidad, es decir, es propenso a variar su volumen al llegar a determinado nivel de humedad, lo que contribuye, junto con factores externos, al avanzado deterioro de esta vía de acceso. Con respecto al uso de suelo tiene como función principal la actividad agrícola y rural.

## **4.2.2 Medio biótico**

### **4.2.2.1 Flora**

De acuerdo con lo que se ha podido visualizar durante las visitas, la flora que predomina en la zona corresponde a las actividades agrícolas de producción como las plantaciones de banano y cacao. Se presencia también arboles de diferentes tipos como el árbol de mango, arbustos y un área boscosa que delimitan con las fincas.

### **4.2.2.2 Fauna**

De acuerdo con lo que se ha podido visualizar durante las visitas, la fauna existente es producto de la intervención de la agricultura de la zona. Aunque se observe presencia de peces comunes en los canales actuales y aves, junto con especies de lagartijas, características del bosque seco tropical, no existe un registro de especies endémicas en protección o que estén en peligro de extinción.

## **4.2.3 Medio socioeconómico**

### **4.2.3.1 Población**

La parroquia Tenguel está conformada por una población de 13,000 habitantes aproximadamente con diferentes distribuciones de recintos como el recinto Estados Unidos el cual es el acceso o inicio de la vía a rediseñar (INEC, 2022).

### **4.2.3.2 Actividad económica**

De acuerdo con la información que se ha recopilado con la comunidad, el eje principal de la economía local es la actividad agropecuaria y acuícola. Los cultivos de banano y cacao son la actividad principal de la ubicación del proyecto donde se necesita una infraestructura vial adecuada para el transporte de productos e insumos de las fincas. La finca La Esperanza es una de las fuentes principales de empleo para las

familias del recinto Estados Unidos. Con una menor incidencia, existe actividad camaronera en los sectores bajos que se encuentran cercanos a los canales de drenaje.

### **4.3 Actividades del proyecto**

De acuerdo con la distribución de las actividades del proyecto que se describe, durante la etapa constructiva de daría la mayor afectación, el uso de maquinaria pesada generaría material particulado (polvo) liberado al ambiente, y el CO<sub>2</sub> emitido por las mismas maquinarias. Esta afectación sería temporal, ya que en el estado actual (vía sin intervenir), al transitar por la vía se genera una nube de polvo que afecta directamente a las plantaciones, fauna, y principalmente a las familias que residen al pie de la vía de acceso. A continuación, se detalla las actividades a ejecutarse.

#### **4.3.1 Fase de construcción**

En esta etapa se desarrollan las actividades que se necesitan para que se materialice la obra y en este lapso es donde más se crean impactos:

- a) Traslado de maquinaria y equipos: Se moviliza la maquinaria necesaria (retroexcavadoras, motoniveladoras, rodillos, volquetas, pavimentadoras, palas, etc.) al sitio.
- b) Limpieza y desbroce: Se retira o desplaza una línea de plantación a los márgenes de la actual vía para su rectificación. También se excava y se desaloja el presente material de lastre. Esto implica la remoción de suelo y creación de polvo.
- c) Conformación y estabilización de subbase y base: Se realiza el traslado, tendido, la humectación y compactación del material granular. Se usan los rodillos vibratorios y los tanqueros de agua de manera constante.
- d) Colocación de la carpeta asfáltica: Se realiza la imprimación con material bituminoso y se coloca la mezcla asfáltica en caliente.
- e) Infraestructura de drenaje: Se excava y se realiza el hormigonado de las cunetas y alcantarillas aprovechando las alcantarillas ducto cajón existentes.

### 4.3.2 Fase de operación y mantenimiento

En la fase de operación se llevan a cabo los acabados finales como la colocación de señalética vial y limpieza.

- a) Implementación de señalética y seguridad vial: Se coloca la señalización tanto horizontal como vertical.
- b) Limpieza de residuos: Se recolecta residuos sólidos y vegetales de la fase de construcción al culminar con todas las actividades.

### 4.4 Identificación de impactos ambientales

Para el presente proyecto de rediseño de vía de 3 km para acceso a la finca La Esperanza, el método de identificación de impacto ambiental a usar es Listas de Control. Con esta metodología se enumeran los factores ambientales que pueden ser afectados y así también clasificar las características del impacto con un enjuiciamiento al final.

**Tabla 68.** Lista de revisión de factores ambientales

Actividad relacionada	Factor	Carácter		Duración		En el tiempo		Espacio		Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable	Juicio
		Beneficio	Negativo	Temporal	Permanente	Corto Plazo	Largo Plazo	Local	Extenso					
Construcción (Movimiento de tierra, operación de maquinaria pesada, desbroce y limpieza.	Calidad del aire		X	X		X		X		X		X		Moderado
	Nivel de ruidos		X	X		X		X		X		X		Compatible
	Calidad del suelo		X	X		X		X		X		X		Compatible
	Calidad del agua		X	X		X		X		X		X		Compatible
	Vegetación		X	X		X		X		X		X		Compatible

	<b>Fauna local</b>	X	X	X	X	X	X	Compatible
<b>Operación</b> (contratación de mano de obra local, desvíos del tránsito, mejor transporte del producto y reducción de polvo)	<b>Generación de Empleo</b>	X	X	X	X			Positivo
	<b>Molestias al tráfico</b>		X	X	X	X	X	Moderado
	<b>Seguridad Vial</b>	X		X	X	X		Muy Positivo
	<b>Plusvalía Agrícola</b>	X		X	X	X		Muy Positivo
	<b>Salud de la población</b>	X		X	X	X		Positivo

*Nota.* Modificada de la fuente: (Garmendia, Salvador, Crespo, & Garmendia, 2005)

Como se puede observar en la tabla, los factores de carácter negativo como la calidad del aire, nivel de ruido, vegetación, fauna local, entre otros, están en la categoría de temporal, reversible y recuperable. Por lo que su valoración está entre Compatible y Moderado lo que significa que existe un impacto bajo del factor y la recuperación inmediata al finalizar la actividad y también se necesitan acciones que corrijan como el riego de agua hacia el polvo. Por otra parte, los factores con beneficio (seguridad vial, economía agrícola y salud de la población) están categorizados como permanentes y de largo plazo lo que indica que el rediseño crea una mejora que perdura.

#### 4.5 Valoración de impactos ambientales

El método para valorar el impacto ambiental en este proyecto es el método propuesto por Tito (2020), por el cual se puede obtener una valoración cualitativa de cada impacto identificado y se obtiene un Índice de Impacto Ambiental (IA) en base al Valor de Importancia (Imp) y Magnitud (Mag) del impacto ambiental.

Para calcular el Índice de Impacto Ambiental se usan las siguientes ecuaciones:

$$Imp = We \times E \times Wd \times D + Wr \times R$$

EC. 4.1

$$IA = \pm \sqrt{Imp \times |Mag|}$$

EC. 4.2

Donde:

Imp=Valor de Importancia del impacto ambiental

E= Valor de Extensión

We= Peso de Extensión

D= Valor de Duración

Wd= Peso de Duración

R=Valor de Reversibilidad

Wr= Peso de Reversibilidad

IA=Valor de Impacto Ambiental

Mag= Valor de Magnitud, (+) beneficio, (-) perjudicial

- **Peso de Extensión (We)=0.20**
- **Peso de Duración (Wd)=0.40**
- **Peso de Reversibilidad (Wr)=0.40**

Para una adecuada aplicación dentro del presente proyecto, los pesos propuestos por (Tito, 2020) fueron modificados ajustándolos a la propuesta planteada.

**Tabla 69.** Escala de valoración cualitativa según Tito (2020)

Característica	Puntaje				
	1	2.5	5	7.5	10
Extensión	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
Duración	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente

Reversibilidad    Completamente reversible    Medianamente reversible    Parcialmente irreversible    Medianamente irreversible    Completamente irreversible

Magnitud                      Poca incidencia                      Mediana incidencia                      Alta incidencia

*Nota.* Fuente: (Tito, 2020)

**Tabla 70.** Valoración cualitativa del Impacto Ambiental

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

*Nota.* Fuente: (Tito, 2020)

**Tabla 71.** Matriz de resultados de impactos ambientales

Factor Ambiental	Impacto Identificado	E	D	R	Mag	Imp	IA	Calificación del Impacto Ambiental
Calidad del aire	Generación de polvo	5	2.5	2.5	-7.5	3	-4.7	Significativo
Nivel de ruidos	Incremento de niveles sonoros por maquinaria	5	2.5	1	-5	2.4	-3.5	Despreciable
Calidad del suelo	Compactación y riesgo de erosión	2.5	2.5	2.5	-5	2.5	-3.5	Despreciable

<b>Molestias al tráfico</b>	Molestias temporales por cierre de vía	5	2.5	1	-5	2.4	-3.5	Despreciable
<b>Generación de empleo</b>	Generación de empleo local temporal	5	2.5	1	5	2.4	3.46	Benéfico
<b>Salud de la población</b>	Eliminación permanente de polvo	5	10	10	10	9	9.49	Benéfico
<b>Seguridad vial</b>	Seguridad y confort en el transporte	5	10	10	10	9	9.49	Benéfico
<b>Plusvalía agrícola</b>	Plusvalía agrícola y reducción de costos	5	10	10	7.5	9	8.22	Benéfico

Con respecto a la valoración negativa de los impactos, el valor más alto es en la calidad del aire donde se tiene un -4.7 lo que significa que tiene una significativa calificación. Nos hace entender que se necesita una implementación de un plan de riego de manera periódica. Los demás valores negativos están por debajo de 4.5 teniendo una calificación de despreciable porque sus características Duración es de 2.5 lo que significa que es temporal y Reversibilidad está entre 1 y 2.5 lo que se entiende que es reversible. Por otra parte, los impactos positivos son con respecto a la población, la seguridad vial y la economía agrícola donde el Impacto Ambiental fue mayor a 8 teniendo como clasificación de Benéfico. Asimismo, estas altas valoraciones se deben a las características con respecto a la duración, que es igual a 10 y la reversibilidad igual a 10 lo que significa que el beneficio será de manera permanente y que las mejoras tendrán una larga perduración en el tiempo.

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

Con el fin de prevenir los impactos ambientales que fueron identificados en el proyecto, se presentan las actividades específicas para cada impacto principal que se genera en la fase de construcción del rediseño vial.

- **Calidad del aire:** Realizar un riego de manera periódica a lo largo y en la superficie de la vía mediante tanqueros de agua con una frecuencia de 3 veces por día. Este riego se debe realizar en la fase constructiva del proyecto y en época seca para que la generación de polvo disminuya y no afecte al recinto Estados Unidos y a las fincas aledañas. Además, se realizará un análisis técnico con respecto al volumen de agua que se va a utilizar para que tampoco la medida de mitigación se convierta en un impacto negativo desperdiciando el recurso hídrico.
- **Nivel de ruido:** Con respecto al nivel sonoro, para la disminución del ruido, se trabajará por horarios estrictos (07:00 a 17:00) donde se restrinja las actividades que generen ruido por la maquinaria como el uso de retroexcavadoras o compactadoras. También, si la maquinaria no está siendo utilizada por más de 10 minutos, se debe apagar hasta que se vuelva a usar. Aun así, el horario estará sujeto con la molestia de la comunidad. Se realizará un ajuste o se ofrecerá un horario en el que no moleste a la comunidad.
- **Calidad del suelo:** Para evitar una contaminación del suelo por residuos sólidos y que se genere una erosión de este, se van a retirar los escombros a zonas que estén autorizadas por el GAD municipal para que los escombros no sean colocados al margen del río o de predios aledaños.
- **Molestia al tráfico:** Las molestias temporales por el cierre de la vía serán mitigadas mediante un trabajo paulatino donde se trabaje durante los días los cuales no se realiza el traslado del producto y para el ingreso de trabajadores e insumos para las fincas, se realizarán los trabajos en la mitad de la vía para que siempre esté habilitado un carril. También, se realizará un mantenimiento adecuado a la obra vial una vez culminada la construcción para asegurar que la infraestructura mantenga calidad y se conserve la plusvalía en el sector a largo plazo.

#### **4.7 Conclusiones**

El rediseño de la vía para el acceso a la finca La Esperanza en términos ambientales es viable. Tomando en cuenta la valoración de los impactos, se puede observar que los puntos negativos como es la generación de polvo, ruido y tráfico, tienen una incidencia temporal y pueden ser mitigados con las propuestas ya mencionadas en la sección 4.6. Existe una mayor cantidad de impactos positivos que tendrán una mayor duración que los aspectos negativos como, por ejemplo: con el pavimento flexible, el polvo será eliminado para siempre cuando los vehículos pasen por la vía lo que beneficiará a la salud de la población y la afectación a las plantaciones de banano y cacao serán reducidas lo que aumenta su calidad.

# Capítulo 5

## 5. Presupuesto

### 5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

En nuestro presupuesto de la vía de 3 km, vamos a organizarla en 5 grupos:

1. **Obras preliminares:** En esta actividad se desarrollará la limpieza de toda el área afectada por la maleza y también se transportará material de préstamo importado para mejorar la subrasante.
  - 1.1 Desbroce, desbosque y limpieza
  - 1.2 Material de préstamo importado
  - 1.3 Transporte de Material de préstamo importado, longitud de acarreo de 65-180 km
2. **Estructura de pavimento:** En esta etapa se lleva a cabo la construcción de las capas del pavimento flexible. Se transporta, se coloca y se compacta, la subbase y base clase 1 y se aplica un riego de imprimación asfáltica para finalizar con la capa de rodadura.
  - 2.1 Tubos H.A. estructural L 440mm
  - 2.2 Sub-base Clase 1
  - 2.3 Transporte de sub-base longitud de acarreo de 30-110 km
  - 2.4 Base clase 1
  - 2.5 Transporte de base longitud de acarreo de 30-110 km
  - 2.6 Cuneta  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$   $VH=0.16 \text{ m}^3/\text{m}$
  - 2.7 Imprimación asfáltica
  - 2.8 Capa de rodadura de hormigón asfáltica mezclado en planta  $e=15 \text{ cm}$  (6")
  - 2.9 Transporte de h. asfáltico longitud de acarreo de 110-180 km
3. **Señalización horizontal:** Colocación de señalización sobre la vía con el pintado de líneas continuas y segmentadas usando microesferas.

- 3.1 Señalización horizontal continua (pintada de vía 15 cm amarilla o blanca/microesferas)
- 3.2 Señalización horizontal segmentada (pintada de vía 15 cm amarilla o blanca/microesferas)
- 3.3 Marcadores de pavimento retro reflejantes (tachas) (bidireccionales)
- 4. Señalización vertical:** Instalación de señalética física a lo largo de la vía a los costados. Se incluye señalética preventiva, reglamentaria, e informativa.
  - 4.1 Preventivas**
    - 4.1.1 Señales al lado de la carretera (750x750)
  - 4.2 Reglamentarias**
    - 4.2.1 Señales al lado de la carretera (750x750)
  - 4.3 Informativas**
    - 4.3.1 Señales al lado de la carretera (500x350)
- 5. Ambientales:** Toma de medidas para la mitigación del impacto ambiental de la obra donde se incluye un control de ruido, calidad de aire, desechos y erosión del suelo.
  - 5.1 Batería sanitaria portátil (unida x mes)
  - 5.2 Agua para control de polvo
  - 5.3 Monitoreo de ruido
  - 5.4 Monitoreo de calidad de aire (material particulado PM10)
  - 5.5 Monitoreo de calidad de aire (material particulado PM2.5)
- 5.2 Rubros y análisis de precios unitarios**

**Tabla 72. Presupuesto del proyecto**

**“Rediseño vial de 3 km para acceso de vehículos carga pesada a finca la Esperanza”**

<b>DATOS GENERALES</b>	
<b>LONGITUD:</b>	<b>3 km</b>
<b>ESPELOR DE SUB-BASE:</b>	<b>35 cm</b>
<b>ESPELOR DE BASE:</b>	<b>15 cm</b>
<b>ESPELOR DE LA CARPETA ASFALTICA:</b>	<b>6"</b>
<b>DISTANCIAS DE ACARREO DESDE LAS CANTERAS HACIA EL BARICENTRO DEL PROYECTO</b>	
<b>BASE CLASE I, SUB-BASE CLASE I</b>	<b>55 km</b>
<b>MEZCLA ASFALTICA</b>	<b>55 km</b>

<b>Nro.</b>	<b>Ítem</b>	<b>Código</b>	<b>Rubro/Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
	<b>1</b>		<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$ 671,542.64</b>
1	1.1		Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	0.78	\$ 164.41	\$ 128.24
2	1.2		Material de préstamo importado (*)	m3	27,360.00	\$ 5.84	\$ 159,782.40
3	1.3		Transporte de Material de préstamo importado, longitud de acarreo de 65-180 km	m3-km	1,504,800.00	\$ 0.34	\$ 511,632.00
	<b>2</b>		<b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>				<b>\$ 929,105.52</b>
4	2.1		Sub-base clase 1	m3	7,980.00	\$ 12.66	\$ 101,026.80
5	2.2		Transporte de sub-base longitud de acarreo de 30-110 km	m3-km	438,900.00	\$ 0.32	\$ 140,448.00
6	2.3		Base clase 1	m3	3,360.00	\$ 20.37	\$ 68,443.20
7	2.4		Transporte de base longitud de acarreo de 30-110 km	m3-km	184,800.00	\$ 0.32	\$ 59,136.00
8	2.5		Tubos HA estructural L 440mm	m	9.00	\$ 61.28	\$ 551.52000
9	2.6		Cuneta f'c = 210 kg/cm2 VH=0.16 m3/m	m	6,000.00	\$ 28.48	\$ 170,880.00
10	2.7		Imprimacion asfáltica.	m2	18000	\$ 1.10	\$ 19,800.00
11	2.8		Capa de rodadura de horm. Asf. Mezclado en planta e=15 cm (6")	m2	18000	\$ 17.85	\$ 321,300.00

12	2.9	Transporte de h. Asfáltico longitud de acarreo de 110-180 km	m3-km	148,500.00	\$ 0.32	\$ 47,520.00
	<b>3</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL</b>				<b>\$ 18,983.40</b>
13	3.1	Señalización horizontal continua (pintada de vía 15 cm amarilla o blanca/microesferas)	m	6,520.00	\$ 1.73	\$ 11,279.60
14	3.2	Señalización horizontal segmentada (pintada de vía 15 cm amarilla o blanca/microesferas)	m	2,420.00	\$ 1.09	\$ 2,637.80
15	3.3	Marcadores de pavimento retro reflejantes (tachas) (bidireccionales)	u	745.00	\$ 6.80	\$ 5,066.00
	<b>4</b>	<b>SEÑALIZACION VERTICAL</b>				<b>\$ 2,858.45</b>
	4.1	<b>PREVENTIVAS</b>				<b>\$ 1,852.76</b>
16	4.1.1	Señales al lado de la carretera (750x750)	u	7.00	\$264.68	\$ 1,852.76
	4.2	<b>REGLAMENTARIAS</b>				<b>\$ 794.04</b>
17	4.2.1	Señales al lado de la carretera (750x750)	u	3.00	\$264.68	\$ 794.04
	4.3	<b>INFORMATIVAS</b>				<b>\$ 211.65</b>
18	4.3.1	Señales al lado de la carretera (500x350)	u	1.00	\$211.65	\$ 211.65
	<b>5</b>	<b>AMBIENTALES</b>				<b>\$ 6,581.97</b>
19	5.1	Batería sanitaria portátil (unidad x mes)	u	6.00	\$257.40	\$ 1,544.40
20	5.2	Agua para control de polvo	m3	1,872.00	\$ 1.94	\$ 3,631.68
21	5.3	Monitoreo de ruido	u	3.00	\$ 47.43	\$ 142.29
22	5.4	Monitoreo de Calidad de aire (material particulado PM10)	u	3.00	\$210.60	\$ 631.80
23	5.5	Monitoreo de Calidad de aire (material particulado PM2.5)	u	3.00	\$210.60	\$ 631.80
<b>TOTAL</b>						<b>\$1,629,071.98</b>

Para el análisis de precio unitario (APU), se presenta de ejemplo la siguiente tabla del primer rubro 1.1. Desbroce, desbosque y limpieza. Los demás APUs se encuentran en ANEXOS.

**Tabla 73. Análisis de Precios Unitarios del rubro 1.1**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>Rubro:</b> DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	<b>Unidad:</b> Ha
<b>R1:</b>	1.79 h/Ha
<b>R2:</b>	0.56 Ha/h
<b>R3:</b>	4.48 Ha/día

**Detalle:**  
**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
TRACTOR DE ORUGAS 175 HP	1.00	57.83	57.83000	1.78570	103.27
MOTOSIERRA 7 HP	2.00	1.25	2.50000	1.78570	4.46
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		1.56
<b>SUBTOTAL M</b>					109.29

**MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
OP. TRACTOR CARRIL (E.O.C1) (GRUPO I)	1.00	4.75	4.75000	1.78570	8.48
ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	1.78570	7.64
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, herrero, plomero) (E.O.E2)	2.00	4.23	8.46000	1.78570	15.11
<b>SUBTOTAL N</b>					31.23

**MATERIALES**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
				0.00
<b>SUBTOTAL O</b>				0.00

**TRANSPORTE**

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
				0.00

<b>SUBTOTAL P</b>			0.00
	<b>TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		140.52
	<b>INDIRECTOS</b>	17 %	23.89
	<b>UTILIDAD</b>	%	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>164.41</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>164.41</b>

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

### **5.3 Especificaciones técnicas**

#### **OBRAS PRELIMINARES**

#### **DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA UNIDAD: HA**

##### **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 hectárea (Ha) 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 hectárea (Ha) 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 Medición</b>	<b>de</b>
Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	

## **MATERIAL DE PRÉSTAMO IMPORTADO (\*) UNIDAD: M3**

### **1. DESCRIPCIÓN**

Este ítem comprende la adquisición, recepción, tendido, hidratación, conformación y compactación del material de préstamo granular proveniente de una cantera autorizada, localizada fuera del derecho de vía, conforme al numeral 304-1.01.2 de las Especificaciones Generales MOP-001-F-2002.

El material deberá cumplir con los requisitos geotécnicos y de calidad establecidos en los estudios del proyecto y será aprobado previamente por el Fiscalizador. La adquisición incluye el pago por el volumen de material requerido, así como cualquier gasto administrativo asociado a su obtención.

### **2. PROCEDIMIENTO**

- El contratista deberá adquirir el material en una **cantera legalmente autorizada**, la cual deberá estar aprobada por el Fiscalizador.
- Una vez acopiado o entregado en el sitio de obra, el material será extendido en capas uniformes conforme a los espesores definidos en los planos.
- Se procederá a la **hidratación controlada** con tanquero, hasta alcanzar la humedad óptima de compactación.
- Se conformará la superficie con motoniveladora, garantizando las pendientes y cotas requeridas.
- Se compactará cada capa con rodillo autopropulsado hasta alcanzar el **grado de compactación exigido** en la Tabla 305-2.1 del MOP (95% para rellenos y subrasantes).

### **3. CUMPLIMIENTO DE NORMAS Y ESPECIFICACIONES**

- **MOP-001-F-2002 – Capítulo 300:**

- 304-1.01.2 – Material de préstamo importado
- 304-1.02 – Colocación y compactación
- 304-1.03 – Medición
- 305-2.04 – Grado de compactación
- **Tabla 305-2.1:** Compactación mínima exigida
- **Normas ASTM:**
  - D698 / D1557 – Proctor estándar o modificado
  - D6938 – Densidad in situ (densímetro nuclear)
- **Normas INEN aplicables**
- Disposiciones ambientales y legales para el uso de canteras autorizadas.

#### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

- HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)
- MOTONIVELADORA 135 HP
- RODILLO P.C. VIBRATORIO 125 HP
- TANQUERO 10TN

#### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

- OP. MOTONIVELADORA (E.O.C1) (GRUPO I)
- OP. RODILLO AUTOPROPULSADO (E.O.C2)
- CHOFER: Tanqueros (E.O.C1)
- ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)

## 6.-Materiales requeridos:

- Material pétreo.

## 7.-Medición

La medición se realizará en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de material colocado y compactado en sitio, conforme a los espesores y secciones definidas en planos y especificaciones del proyecto.

No se considerarán volúmenes fuera de tolerancia ni capas rechazadas por incumplimiento de densidad o calidad.

## 8.-Forma de Pago

El pago se efectuará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de material adquirido, tendido, hidratado, conformado y compactado conforme a los requisitos técnicos del proyecto y a satisfacción del Fiscalizador.

Estos precios constituirán la compensación total por la adquisición del material, mano de obra, equipo, herramientas, transporte interno, agua y dispositivos auxiliares, así como por todas las operaciones conexas necesarias para la correcta ejecución del trabajo.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Material de préstamo importado (*)	m3

## **TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRÉSTAMO IMPORTADO, LONGITUD DE ACARREO DE 65-180 KM UNIDAD: M3-KM**

### **1. Descripción**

Este ítem comprende únicamente el transporte de material de préstamo importado desde la fuente previamente aprobada por la Fiscalización hasta el sitio de la obra, considerando una longitud de acarreo entre 30 y 110 km.

### **2. Procedimiento**

- El contratista deberá contar con vehículos de transporte adecuados (volquetes o tractocamiones) con capacidad suficiente para garantizar el suministro oportuno.
- Antes del inicio, se verificará el estado de las vías de acarreo y el cumplimiento de permisos de circulación.
- El transporte se realizará de forma continua y segura, evitando sobrecargas, pérdidas de material en ruta y emisiones de polvo mediante la adecuada cobertura de las tolvas.
- El material deberá entregarse en el sitio de la obra en condiciones que permitan su utilización inmediata en el proceso constructivo.

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

- Especificaciones MOP-001-F-2002.
- Normas de tránsito y transporte terrestre vigentes.
- Plan de Seguridad y Salud Ocupacional del proyecto.
- Plan de Manejo Ambiental, con especial atención al control de emisiones de polvo y residuos en ruta.

### **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**

Los volúmenes para el cálculo de transporte de materiales de préstamo importado, el mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado, la estabilización con material pétreo, serán los mismos volúmenes establecidos para su pago de conformidad con su rubro correspondiente, m<sup>3</sup>-km. o fracción de km, luego de su compactación.

**8.-Forma de Pago**

Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el transporte de los materiales, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, y operaciones conexas necesarias para ejecutar los trabajos descritos en esta subsección.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Transporte de material de préstamo importado, longitud de acarreo de 65-180 km	m <sup>3</sup> -km

## 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 **±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 Medición</b>	<b>de</b>
Sub-base clase 1	m3	

## **TRANSPORTE DE SUB-BASE LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM**

**UNIDAD: M3-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 Medición</b>	<b>de</b>
Transporte de sub-base longitud de acarreo de 30-110 km	m3-km	

## **BASE CLASE 1 UNIDAD: M3**

### **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 Medición</b>	<b>de</b>
Base clase 1	m3	

## **TRANSPORTE DE BASE LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM UNIDAD: M3-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 Medición</b>	<b>de</b>
Transporte de base longitud de acarreo de 30-110 km	m3-km	

## **Tubos H.A. estructural 440mm Unidad: m**

### **Descripción**

Este rubro comprende el suministro, transporte, almacenamiento, instalación y prueba de tubería de PVC de perfil estructural (corrugada) de 440 mm de diámetro nominal, para sistemas de alcantarillado pluvial, de acuerdo con los alineamientos y pendientes indicados en los planos.

### **2. Procedimiento**

1. **Suministro y acopio:** La tubería será transportada y almacenada en el sitio de la obra de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, evitando la exposición prolongada al sol y daños físicos.
2. **Preparación de la zanja:** La excavación y preparación de la cama de apoyo para la tubería se pagarán bajo sus rubros correspondientes. La cama deberá estar afinada, nivelada y libre de piedras.
3. **Instalación:** La tubería se bajará a la zanja y se ensamblará (unión campana-espigo con empaque elastomérico) siguiendo las instrucciones del fabricante. Se instalará siguiendo la línea y pendiente especificadas.
4. **Pruebas (si aplica):** Se realizarán las pruebas de estanqueidad o deflexión que sean requeridas por la Fiscalización.
5. **Relleno:** Una vez instalada y aprobada la tubería, se procederá al relleno de la zanja según la especificación correspondiente, cuidando no dañar ni desplazar el tubo.

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

- **INEN 1374:** Tubos perfilados de PVC rígido para alcantarillado.
- **INEN 1373:** Anillos de caucho para uniones de tuberías.

- **MTOP-NEVI 12:** Sección 602, Alcantarillas de Tubería.

#### **4. Equipo mínimo**

- Retroexcavadora (para bajar los tubos a la zanja)
- Equipo de topografía (nivel)
- Herramientas menores (lubricante para uniones, palancas)

#### **5. Mano de obra**

- Instalador de tuberías (tubero)
- Ayudantes
- Maestro mayor / Topógrafo

#### **6. Materiales**

- Tubería PVC estructural de 440 mm, con su respectivo empaque de caucho.
- Lubricante para juntas recomendado por el fabricante.

#### **7. Medición**

La unidad de medida será el metro lineal (m) de tubería suministrada e instalada, medida a lo largo de su eje horizontal y aceptada por la Fiscalización. No se medirán los traslapes en las juntas.

#### **8. Forma de pago**

El pago se realizará al precio unitario contractual. 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.

**N.º del Rubro de Pago y Designación**

**Unidad de  
Medición**

**Tubos H.A. estructural 440mm**

**m**

**Cuneta  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$   $VH=0.16 \text{ m}^3/\text{m}$  Unidad: m**

### **1. Descripción**

Este trabajo consiste en la construcción de cunetas de hormigón simple de sección trapezoidal, triangular o la que indiquen los planos, con una resistencia a la compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El volumen de hormigón por metro lineal es de  $0.16 \text{ m}^3$ . El rubro incluye excavación, encofrado, preparación, colocación y curado del hormigón.

### **2. Procedimiento**

1. **Excavación y preparación:** Se excavará el terreno para dar la forma y nivel a la cuneta según los planos. El fondo será compactado y nivelado.
2. **Encofrado:** Se colocarán encofrados (metálicos o de madera) que aseguren la forma, dimensiones y acabado liso de la cuneta. El encofrado deberá ser rígido y estar correctamente alineado.
3. **Colocación del hormigón:** Se verterá el hormigón de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  dentro de los moldes. Se vibrará para eliminar vacíos y asegurar la compacidad.
4. **Acabado:** La superficie de la cuneta será acabada con paleta o llana para obtener una superficie lisa y uniforme. Se construirán juntas de contracción cada 3 metros y juntas de dilatación cada 9 metros, o lo que disponga Fiscalización.
5. **Curado:** Una vez que el hormigón haya fraguado, se procederá a su curado por un mínimo de 7 días, mediante la aplicación de agua o compuestos curadores.
6. **Desencofrado y limpieza:** Se retirarán los encofrados una vez que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente. Se limpiará el área circundante.

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

- **MTOP-NEVI 12:** Sección 610, Cunetas, Bordillos y Desagües.
- **INEN 152:** Cemento Portland. Requisitos.
- **INEN 696:** Áridos para hormigón.
- **ACI 301:** Especificaciones para Hormigón Estructural.

### **4. Equipo mínimo**

- HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)
- Concretera de 1 saco (13hp)
- Vibrador de hormigón 1HP

## 5. Mano de obra

- PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)
- MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)
- CARPINTERO (E.O.D2)
- ALBAÑIL (E.O.D2)
- PINTOR (E.O.D2)

## 6. Materiales

- AGUA
- ENCOFRADO (BORDILLO CUNETETA)
- PIEDRA # 4
- ARENA
- CEMENTO

## 7. Medición

La medición se realizará por metro lineal (m) de cuneta construida y aceptada, medida en el sitio a lo largo de su eje.

## 8. Forma de pago

El pago se realizará al precio unitario contractual. 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>
<b>Cuneta f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> VH=0.16 m<sup>3</sup>/m</b>	<b>m</b>

## **IMPRIMACION ASFÁLTICA UNIDAD: M2**

### **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 Medición</b>	<b>de</b>
Imprimacion asfáltica	m2	

## **CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=15 CM (6") UNIDAD: M2**

### **1. Descripción**

Este ítem comprende la producción en planta, transporte, extendido y compactación de una capa de rodadura de hormigón asfáltico en caliente, con espesor compactado de 15 cm (6"), 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 15 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, fierro, 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 15 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.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad Medición</b>	<b>de</b>
Capa de rodadura de horm. Asf. Mezclado en planta e=15 cm (6")	m <sup>2</sup>	

## **TRANSPORTE DE H. ASFÁLTICO LONGITUD DE ACARREO DE 110-180 KM UNIDAD: M3-KM**

### **1. Descripción**

Este ítem comprende únicamente el transporte de materiales (base granular, sub-base granular y mezcla de hormigón asfáltico en caliente), desde la planta o cantera previamente aprobada por la Fiscalización hasta el sitio de la obra, considerando una longitud de acarreo entre 110 y 180 km.

Queda expresamente excluida la extracción, cargada, extendido, tendido, hidratación y compactación de los materiales, que corresponden a rubros independientes.

### **2. Procedimiento**

- Se emplearán volquetes o tractocamiones con tolva metálica en buen estado, con capacidad mínima de 10 m<sup>3</sup>.
- Antes del inicio, se verificará el estado de las vías de acarreo, permisos de circulación y señalización de los vehículos.
- En el caso de la mezcla asfáltica, las tolvas deberán ser previamente tratadas con agentes antiadherentes (aprobados por fiscalización) y deberán mantenerse cubiertas para evitar pérdidas de temperatura.
- El transporte se realizará sin interrupciones innecesarias, evitando la segregación del material y garantizando la entrega en condiciones adecuadas para su colocación.

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

- Especificaciones MOP-001-F-2002 (Secciones 300, 400).
- Normas de tránsito y transporte terrestre vigentes.

- Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Plan de Manejo Ambiental del proyecto (control de emisiones y polvo en ruta).

**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**

El transporte de materiales se medirá en metro cúbico-kilómetro ( $m^3 \cdot km$ ), según lo establecido en el contrato, considerando el volumen transportado y la distancia promedio de acarreo dentro del rango 110 – 180 km.

**8.-Forma de Pago**

El volumen para el transporte de capa de rodadura, subbase y de base se medirá en la calzada, luego de su compactación. La distancia de transporte medida en km. será la distancia que exista desde el centro de gravedad del sitio de obtención (fuentes de materiales) hasta el centro de gravedad del lugar de colocación de los materiales, pasando por la planta de procesamiento, siguiendo la medida a lo largo del eje del camino o por la ruta más corta que señale el Fiscalizador.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>	<b>de</b>
Transporte de h. Asfáltico longitud de acarreo de 110-180 km	m <sup>3</sup> -km	

## **SEÑALIZACION HORIZONTAL**

### **SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VÍA 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, fierro, 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 Medición</b>	<b>de</b>
Señalización horizontal continua (pintada de vía 15 cm amarilla o blanca/microesferas)	m	

## **SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL SEGMENTADA (PINTADA DE VÍA 15 CM AMARILLA O BLANCA/MICROESFERAS) UNIDAD: M**

### **1. Descripción**

El trabajo comprende la aplicación de marcas permanentes segmentadas de 15 cm de ancho, en color blanco o amarillo según lo indiquen los planos y la normativa, sobre la superficie terminada del pavimento. Las líneas deberán incorporar microesferas de vidrio para garantizar la retro reflectividad nocturna y la seguridad vial.

### **2. Procedimiento**

- Limpieza previa del pavimento: libre de polvo, grasa, humedad y partículas sueltas.
- Delimitación y replanteo de los tramos segmentados de acuerdo con los planos y la Norma INEN 004-2 (longitudes y espaciamiento de las líneas segmentadas).
- Aplicación de la pintura con máquina pintar rayas, en franjas de 15 cm de ancho, en segmentos alternos de la longitud especificada (ejemplo: 3 m de línea por 9 m de espacio).
- Incorporación simultánea de microesferas de vidrio mediante dosificador sincronizado.
- Protección temporal del área pintada hasta su completo secado y verificación de reflectancia.

### **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 de los planos aprobados y 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 segmentada de 15 cm de ancho, terminada y aceptada por el Fiscalizador.

## **8.-Forma de Pago**

El pago se realizará al precio unitario por metro lineal de señal segmentada, que cubrirá la preparación de superficie, suministro y aplicación de pintura y microesferas, personal, equipo, herramientas, transporte y todas las operaciones necesarias.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad Medición</b>	<b>de</b>
Señalización horizontal segmentada (pintada de vía 15 cm amarilla o blanca/microesferas)	m	

## **MARCADORES DE PAVIMENTO RETRO REFLEJANTES (TACHAS)**

**(BIDIRECCIONALES) UNIDAD: U**

### **1. Descripción**

Este ítem comprende el suministro, almacenamiento, transporte y colocación de tachas retro reflectivas bidireccionales sobre la superficie del pavimento, fijadas mediante adhesivos adecuados conforme a la norma ASTM D4956, capaces de soportar el tránsito vehicular sin desprenderse.

Los trabajos se realizarán de acuerdo con los planos del proyecto, la presente especificación y bajo la supervisión del Fiscalizador.

### **2. Procedimiento**

- **Localización y replanteo**

Las tachas se colocarán en las ubicaciones señaladas en los planos del proyecto o las definidas por el Fiscalizador, respetando la alineación, espaciamiento y relación con las marcas horizontales.

- **Preparación de superficie**

El pavimento deberá estar **limpio, seco y libre de grasa, polvo, humedad y materiales sueltos**. No se permitirá la instalación en tiempo lluvioso.

- **Aplicación del adhesivo**

Se usará un **adhesivo epóxico o de poliuretano bicomponente**, resistente al intemperismo y al tráfico vehicular, aprobado por el fabricante y el Fiscalizador.

La aplicación será conforme a las instrucciones del fabricante.

- **Colocación de la tacha**

La tacha será colocada presionando sobre el adhesivo, asegurando su fijación sin permitir deslizamientos. Se eliminará el exceso de adhesivo visible.

- **Curado y protección**

Durante el tiempo de curado del adhesivo, se **protegerá la zona contra el tránsito vehicular** con señalización temporal adecuada.

- **Limpieza final**

Una vez finalizada la instalación, el Constructor deberá **retirar todos los equipos, señales, materiales sobrantes y residuos**, dejando el área completamente limpia.

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

Los trabajos deberán cumplir con:

- **ASTM D4956** (adhesivos retro reflectivos).
- **ASTM E809** (medición de retro reflejancia).
- **ASTM D244** (resistencia al impacto).
- **ASTM D968** (resistencia a la abrasión).
- **ASTM D4383-96** (resistencia al rayado).
- **Normativa ambiental y de tránsito aplicable.**

### **Ensayos y Tolerancias**

- **Características dimensionales**
  - **Altura:** 15–18 mm  $\pm$ 1,3 mm
  - **Largo:** 101–104 mm  $\pm$ 10 mm
  - **Ancho:** 87–90 mm  $\pm$ 10 mm

- **Retrorreflejancia mínima (ASTM E809)**

Las tachas deberán cumplir con los valores mínimos de **coeficiente de intensidad lumínica retro reflejada (R1)**, expresados en mcd/lx, conforme a la Tabla 1 del proyecto.

- **Resistencia física**

**Rayado:** ASTM D4383-96 (100 frotos con lana de acero).

**Abrasión:** ASTM D968 (carburo de silicio sobre lente).

**Temperatura:** Resistencia luego de 12 h a 62,7 °C.

**Impacto:** ASTM D244 Dardo A, 1000 g desde 1 m sin fisuras.

**Penetración de agua:** Según procedimiento descrito, sin infiltración visible ni pérdida de retrorreflejancia.

- **Condiciones de instalación**

No se permite la instalación durante lluvia.

No deben colocarse antes de aplicar la señalización horizontal.

El Fiscalizador rechazará tachas mal posicionadas o adheridas.

#### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

- HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)
- EQUIPO MEZCLA BITUMINOSA (TACHA)

#### **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. DE EQUIPO LIVIANO (E.O.D2)
- INSTALADOR DE REVESTIMIENTO EN GENERAL (E.O.D2)

**6.-Materiales requeridos:**

- ADHESIVO BITUMINOSO
- MARCADOR DE PAVIMENTO BIDIRECCIONAL (SIN ESPIGO)

**7.-Medición**

Se medirá por unidad (u) de tacha bidireccional instalada y aprobada por el Fiscalizador, conforme a planos y especificaciones.

**8.-Forma de Pago**

El pago se realizará por cada unidad colocada correctamente, al precio unitario establecido en el contrato. 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>
Marcadores de pavimento retro reflejantes (tachas) (bidireccionales)	u

## SEÑALIZACION VERTICAL

### SEÑALES PREVENTIVA

#### SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (750X750) UNIDAD: U

##### 1. Descripción

Este ítem comprende el suministro, fabricación, instalación y anclaje de señales verticales informativas, preventivas o reglamentarias, con placa metálica de 750 mm x 750 mm, ubicadas al borde de la carretera, conforme al Manual Ecuatoriano de Señalización Vial (MTOPE).

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 750 mm x 750 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 (MTOPI).**
- **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 (MTOPI – señalización vertical).**

### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

- HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)
- SOLDADORA

### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

- PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)
- MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)
- TECNICO ELECTROMECHANICO DE CONSTRUCCION (E.O.D2)
- TECNICO OBRAS CIVILES (E.O.C2)

### **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=210kg/cm2 (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>
Señales al lado de la carretera (750x750)	u

## SEÑALES REGLAMENTARIAS

### SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (750X750) UNIDAD: U

#### 1. Descripción

Este ítem comprende el suministro, fabricación, instalación y anclaje de señales verticales informativas, preventivas o reglamentarias, con placa metálica de 750 mm x 750 mm, ubicadas al borde de la carretera, conforme al Manual Ecuatoriano de Señalización Vial (MTOPE).

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 750 mm x 750 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 (MTOPI).**
- **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 (MTOPI – señalización vertical).

### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

- HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)
- SOLDADORA

### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

- PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)
- MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)
- TECNICO ELECTROMECHANICO DE CONSTRUCCION (E.O.D2)
- TECNICO OBRAS CIVILES (E.O.C2)

### **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>	<b>de</b>
Señales al lado de la carretera (750x750)	u	

## SEÑALES INFORMATIVAS

SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (450X600+450X600) UNIDAD: U

### 1. Descripción

El ítem comprende el suministro, transporte e instalación de señales verticales de tránsito de tipo reglamentarias, preventivas o informativas, fabricadas en plancha de aluminio o galvanizada, con medidas 450x600 mm (rectangulares) y 450x600 mm (rectangulares), con recubrimiento reflectivo de alta intensidad o grado ingeniería. Incluye postes de soporte metálico, pernos, bases de hormigón y todos los elementos complementarios necesarios para su instalación y funcionamiento conforme a los planos y especificaciones.

### 2. Procedimiento

- **Replanteo y ubicación:** Según planos de señalización y disposiciones de Fiscalización.
- **Excavación para fundación:** De dimensiones adecuadas para recibir el pedestal de hormigón.
- **Colocación del poste:** Vertical, nivelado y alineado.
- **Fundación:** Hormigón simple  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ , con dimensiones indicadas en planos.
- **Montaje de la señal:** Fijación del panel reflectivo al poste con pernos galvanizados; aplicación de lámina reflectiva homologada (blanco, rojo, amarillo, verde o azul según el tipo de señal).
- **Limpieza y terminación:** Retiro de sobrantes, verificación de nivel, altura (mínima 2,10 m desde borde inferior de la señal hasta rasante) y orientación hacia el flujo vehicular.

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

- **MOP-001-F-2002, Sección 708** (Señales al lado de la carretera).
- **Manual Ecuatoriano de Señalización Vial** (MTOPE, última edición).
- **Normas INEN y ASTM** aplicables para láminas reflectivas y galvanizado.
- **Plan de Seguridad y Salud Ocupacional y Plan de Manejo Ambiental** del proyecto.

### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

- HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)
- SOLDADORA

### **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)
- TECNICO ELECTROMECHANICO DE CONSTRUCCION (E.O.D2)
- TECNICO OBRAS CIVILES (E.O.C2)

### **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)
- Soldadura 6011, 1/8" (1 kg = 38.0 palillos)
- PERNO DE REFUERZO
- Base/Sop.Plancha 1.22x2.44x3 mm, 70.10 kg/plancha
- Bloque de anclaje H.S.  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  (40x40x40cm)

### 7.-Medición

La medición se realizará por unidad (u) de señal completa instalada, de las dimensiones especificadas (450x600+450x600), terminada y aceptada por la Fiscalización.

### 8.-Forma de Pago

El pago se efectuará por cada unidad de señal instalada y aceptada- 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>	<b>de</b>
Señales al lado de la carretera (450x600+450x600)	u	

## SEÑALES INFORMATIVAS

### SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (500X350) 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 (MTOPE).

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 (MTOPI).**
- **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 (MTOPI – 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=210kg/cm2 (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>	<b>de</b>
Señales al lado de la carretera (500x350)	u	

## **PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

### **AGUA PARA CONTROL DE POLVO UNIDAD: M3**

#### **1. Descripción**

Este ítem comprende la provisión, transporte y aplicación de agua en las superficies de obra, con el objeto de controlar la generación de polvo en los caminos, accesos, excavaciones, acopios y áreas de tránsito vehicular y peatonal. Su propósito es garantizar la seguridad, la visibilidad del tránsito, la salud de los trabajadores y el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes.

#### **2. Procedimiento**

- El contratista dispondrá de fuentes de agua autorizadas por la autoridad competente y aprobadas por la fiscalización.
- El agua se cargará en tanqueros con sistema de aspersión regulado.
- Se aplicará en la superficie afectada de forma uniforme, evitando encharcamientos o escurrimientos.
- La frecuencia de riego dependerá de las condiciones climáticas, del tipo de suelo y de la intensidad del tránsito.
- La fiscalización podrá ordenar riegos adicionales cuando las condiciones de polvo lo requieran.

#### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

- Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12, Sección 207 “Aplicación de agua para control del polvo”.
- Plan de Manejo Ambiental del proyecto.
- Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.

#### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

TANQUERO 14TN

#### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, herrero, plomero)

(E.O.E2)

CHOFER: Tanqueros (E.O.C1)

#### **6.-Materiales requeridos:**

AGUA

#### **7.-Medición**

Se medirá en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de agua aplicada en sitio, aceptados por el Fiscalizador

#### **8.-Forma de Pago**

El pago se realizará al precio unitario por metro cúbico de agua aplicado, que incluye provisión, transporte, aplicación, equipo, mano de obra, materiales y todas las operaciones necesarias.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad Medición</b>	<b>de</b>
Agua para control de polvo	m3	

## **BATERÍA SANITARIA PORTÁTIL (UNIDAD X MES)**

**UNIDAD: U**

### **1. Descripción**

Este ítem comprende el suministro, transporte, instalación, mantenimiento y retiro de baterías sanitarias portátiles en el frente de obra, destinadas al uso del personal técnico y obrero. Incluye el servicio de limpieza, desinfección, vaciado, reposición de insumos higiénicos y su mantenimiento durante todo el período contratado.

### **2. Procedimiento**

- Selección de ubicación adecuada en la obra, accesible y segura, definida con la fiscalización.
- Transporte e instalación de las unidades portátiles.
- Mantenimiento periódico (al menos una vez por semana o conforme a normativa local): vaciado de tanque, limpieza, desinfección y reposición de papel higiénico, jabón y desinfectante.
- Registro de cada mantenimiento en bitácora de obra.
- Retiro y traslado de las baterías al finalizar el contrato o cuando lo disponga la fiscalización.

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

- Plan de Seguridad y Salud Ocupacional del proyecto.
- Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores (Decreto Ejecutivo 2393).
- Normas INEN de salubridad aplicables.

### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

### **6.-Materiales requeridos:**

## CABINA SANITARIA PORTATIL

### **7.-Medición**

Se medirá en unidad-mes (u), de batería sanitaria portátil instalado, en correcto funcionamiento, mantenida y aceptada por el Fiscalizador.

### **8.-Forma de Pago**

El pago se realizará al precio unitario por unidad-mes (u), e incluirá el suministro, instalación, transporte, limpieza periódica, desinfección, insumos, mantenimiento y retiro de la batería.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad Medición</b>	<b>de</b>
Batería sanitaria portátil (unidad x mes)	u	

## MONITOREO DE RUIDO UNIDAD: U

### 1. Descripción

El ruido es todo sonido indeseable percibido por el receptor. En obras viales y civiles, los niveles elevados de ruido y vibraciones pueden generar repercusiones negativas en la salud de los trabajadores, comunidades aledañas y fauna local. Este ítem comprende la contratación de servicios especializados para la medición, control y reporte de niveles de ruido ambiente durante la ejecución del proyecto.

### 2. Procedimiento de trabajo

- Se realizarán **3 campañas de monitoreo** de ruido ambiente:
  - **Inicial:** al inicio de las actividades, como línea base de control.
  - **Intermedia:** al 50% de avance de obra, en zonas próximas a las principales fuentes de ruido.
  - **Final:** en la fase de terminación de obra, en sitios determinados por la fiscalización.
- Los puntos de monitoreo serán definidos por el Fiscalizador, considerando fuentes significativas de emisión.
- Los equipos y métodos empleados deberán cumplir la legislación ambiental vigente (MAATE o su equivalente).
- Las mediciones serán efectuadas únicamente por **laboratorios ambientales acreditados por el SAE** o entidad equivalente.
- Ante niveles superiores a los límites normativos, el Contratista deberá implementar medidas correctivas:
  - Mantenimiento de maquinaria ruidosa.
  - Uso de silenciadores, amortiguadores o barreras acústicas.
  - Eliminación de señales audibles innecesarias (sirenas, pitos).

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

- Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12, Sección 220 “Monitoreo Ambiental”.
- Legislación ambiental vigente: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA – Libro VI).
- Normas INEN / ISO 1996 para medición de ruido ambiental.
- Plan de Manejo Ambiental y Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.

### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

### **6.-Materiales requeridos:**

TOMA DE MUESTRA CON SONOMETRO (MUESTREO POR DIA)

### **7.-Medición**

Se medirá por unidad (u), entendida como cada campaña completa de monitoreo de ruido ambiental ejecutada y reportada, conforme a la normativa y aceptada por el Fiscalizador.

### **8.-Forma de Pago**

El pago se realizará al precio unitario por cada monitoreo de ruido, e incluirá: levantamiento de información, equipos, personal acreditado, transporte, análisis en laboratorio, elaboración de informes y todas las operaciones necesarias.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad Medición</b>	<b>de</b>
MONITOREO DE RUIDO	u	

## **MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE (MATERIAL PARTICULADO PM10)**

**UNIDAD: U**

### **1. Descripción**

Este ítem comprende la ejecución de campañas de monitoreo de calidad de aire, enfocadas en la determinación de concentraciones de material particulado respirable PM10, en las zonas de influencia directa de la obra. Su finalidad es evaluar el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos por la normativa ambiental vigente, proteger la salud de los trabajadores y de la población circundante, y verificar la efectividad de las medidas de control implementadas.

### **2. Procedimiento de trabajo**

- Se realizarán **3 campañas de monitoreo**: inicial (antes del inicio de obra), intermedia (al 50% de avance) y final (al cierre del proyecto), en los puntos definidos por el Fiscalizador.
- Las mediciones se efectuarán con equipos de **muestreo de alto volumen (High-Volume Sampler, HVS) o equivalente**, calibrados y certificados.
- Los tiempos de exposición deberán cumplir con lo establecido en la norma INEN/MAATE y la **EPA 40 CFR Part 50** (24 horas).
- El análisis de filtros se realizará en **laboratorios acreditados por el SAE** o entidad equivalente.
- Los resultados deberán expresarse en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y compararse con los valores límite establecidos por la legislación ambiental ecuatoriana.

- Si se superan los límites, el contratista deberá aplicar medidas correctivas, como riego de vías, control de fuentes de polvo, coberturas temporales de materiales y optimización de transporte.

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

- Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12, Sección 220 “Monitoreo Ambiental”.
- Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA – Libro VI, MAATE).
- Norma INEN 2266 – Calidad del aire: material particulado PM10.
- EPA 40 CFR Part 50 – National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) for PM10.
- Plan de Manejo Ambiental del proyecto.

### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

### **6.-Materiales requeridos:**

Material particulado PM10

### **7.-Medición**

Se medirá por unidad (u), entendida como cada campaña de monitoreo de calidad de aire ejecutada, con informe técnico validado por laboratorio acreditado y aprobado por el Fiscalizador.

### **8.-Forma de Pago**

El pago se realizará al precio unitario por cada campaña de monitoreo, que incluirá el levantamiento de información, equipo, personal especializado, filtros, análisis en laboratorio, informes y todas las operaciones necesarias.

<b>N.º del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad Medición</b>	<b>de</b>
Monitoreo de Calidad de aire (material particulado PM10)	u	

## **MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE (MATERIAL PARTICULADO PM2.5)**

**UNIDAD: U**

### **1. Descripción**

El ítem consiste en la ejecución de campañas de monitoreo de calidad de aire para material particulado fino (PM2.5) en áreas de influencia de la obra, utilizando equipos certificados y calibrados, bajo condiciones ambientales controladas. El objetivo es evaluar la concentración de partículas suspendidas en el aire, comparando los resultados con los límites permisibles establecidos en normativa ambiental nacional.

### **2. Procedimiento**

1. **Planificación de monitoreo:** Selección de puntos de muestreo de acuerdo con el Plan de Manejo Ambiental (PMA) y aprobación de la Fiscalización.
2. **Instalación de equipos:** Colocación de equipos de muestreo a altura promedio de respiración humana (1,5 – 3,0 m) y en lugares representativos.
3. **Muestreo:**
  - Duración mínima de 24 horas por campaña.
  - Uso de equipos automáticos o manuales con filtros de fibra de cuarzo o teflón.
  - Registro de caudales, tiempos y condiciones meteorológicas.
4. **Análisis:**
  - Determinación de concentración de PM2.5 en laboratorio acreditado.
  - Comparación con límites normativos (TULSMA/MAATE y OMS).
5. **Informe:**

- Presentación de resultados, mapas de ubicación, metodología, valores obtenidos, comparación con normas y recomendaciones.

### **3. Cumplimiento de Normas y Especificaciones**

- **Texto Unificado de Legislación Secundaria del MAATE (TULSMA) – Libro VI, Anexo 4 (calidad de aire).**
- **Normas INEN / INEN-ISO de calidad de aire.**
- **US-EPA 40 CFR Part 50, Appendix L (PM2.5 Reference Method).**
- **OMS – Guías de calidad de aire (2021).**
- **Plan de Manejo Ambiental del Proyecto y Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.**

#### **4.-Cuadrilla mínima equipo y herramientas:**

#### **5.-Cuadrilla mínima mano de obra:**

#### **6.-Materiales requeridos:**

Material particulado PM2.5

#### **7.-Medición**

La medición se realizará por unidad (u), de campaña de monitoreo ejecutada y aceptada, que comprende: instalación de equipos, toma de datos, análisis en laboratorio acreditado y presentación de informe validado.

#### **8.-Forma de Pago**

El pago se efectuará por cada campaña realizada y aceptada. 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.

N.º del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición	de
Monitoreo de Calidad de aire (material particulado PM2.5)	u	

#### 5.4 Cantidades de obra

- Desbroce, desbosque y limpieza:

$$1.3 \text{ m} * 2 * 3000\text{m} * \frac{1\text{ha}}{10000\text{m}^2} = 0.78 \text{ ha}$$

- Material de préstamo importado (\*)

$$1.52\text{m} * 6\text{m} * 3000\text{m} = 27360 \text{ m}^3$$

- Transporte de base, sub-base y h. Asphaltico longitud de acarreo de 30-110 km

$$27360\text{m}^3 * 55\text{km} = 1504800 \text{ m}^3 - \text{km}$$

- Sub-base clase 1

$$7.6 \text{ m} * 0.35\text{m} * 3000\text{m} = 7980 \text{ m}^3$$

- Transporte de base, sub-base y h. Asphaltico longitud de acarreo de 30-110 km

$$7980\text{m}^3 * 55\text{km} = 438900 \text{ m}^3 - \text{km}$$

- Base clase 1

$$7\text{m} * 0.15\text{m} * 3000\text{m} = 3150\text{m}^3$$

- Transporte de base, sub-base y h. Asphaltico longitud de acarreo de 30-110 km

$$3150\text{m}^3 * 55\text{km} = 173250 \text{ m}^3 - \text{km}$$

- Tubos PVC estructural L 440mm

$$1.5\text{m} * 6 = 9\text{m}$$

- Cuneta f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> VH=0.16 m<sup>3</sup>/m

$$3000\text{m} * 2 = 6000 \text{ m}$$

- Imprimacion asfáltica.

$$3000\text{m} * 6\text{m} = 18000 \text{ m}^2$$

- Capa de rodadura de horm. Asf. Mezclado en planta e=15 cm (6")



$$3000\text{m} * 6\text{m} = 18000 \text{ m}^2$$

- Transporte de base, sub-base y h. Asphaltico longitud de acarreo de 30-110 km

$$18000 * 0.55km * \frac{15}{100} = 148500m^3 - km$$

- Señalización horizontal continua (pintada de vía 15 cm amarilla o blanca/microesferas)
- Señalización horizontal segmentada (pintada de vía 15 cm amarilla o blanca/microesferas) Marcadores de pavimento retro reflejantes (tachas) (bidireccionales)

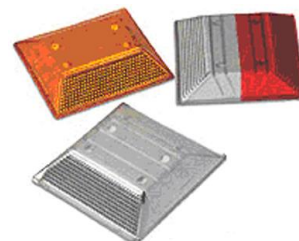
**Tabla 74. Cantidades de señales horizontales**

<b>SEÑALES HORIZONTALES</b>					
					
TRAMO	LINEA DE BORDE (CONTINUA BLANCA) E= 15CM		LONGITUD (m)	CANTIDA D	TOTAL (m)
	DESDE	HASTA			
Vía Tenguel - Finca La Esperanza	0+000.00	2+980.00	2980	2	5960
<b>TOTAL</b>					5960
TRAMO	LINEA DE SEPARACION DE SENTIDOS (CONTINUA AMARILLA) E= 15CM		LONGITUD (m)	CANTIDA D	TOTAL (m)
	DESDE	HASTA			
Vía Tenguel - Finca La Esperanza	1+060.00	1+440.00	380	1	380
	2+460.00	2+640.00	180	1	180
<b>TOTAL</b>					560
TRAMO	LINEA DE SEPARACION DE SENTIDOS (DISCONTINUA AMARILLA) E= 15CM		LONGITUD (m)	CANTIDA D	TOTAL (m)
	DESDE	HASTA			
Vía Tenguel - Finca La Esperanza	0+000.00	1+060.00	1060	1	1060

	1+440.00	2+460.00	1020	1	1020
	2+640.00	2+980.00	340	1	340
<b>TOTAL</b>					2420

#### TACHAS REFLECTIVAS

TRAMO	LONGITUD (m)	CANTIDAD CALCULADA (u)	CANTIDAD ASUMIDA (u)
Vía Tenguel - Finca La Esperanza	8,940.00	745.00	745



#### SEÑALIZACION VERTICAL

**Tabla 75.** *Cantidades de señalización vertical*


#### CANTIDADES DE SEÑALIZACION VIA SAN ANTONIO-SAN JUAN


#### SEÑALES PREVENTIVAS

CÓDIGO O INEN	SEÑAL	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS (mm)	CANTIDAD
P1 - 2I		CURVA ABIERTA IZQUIERDA	750x750	2
P1 - 2D		CURVA ABIERTA DERECHA	750x750	2

<b>TOTAL, DE SEÑALES PREVENTIVAS</b>	<b>4</b>
--------------------------------------	----------

**Tabla 76. Cantidades señales reglamentarias**

<b>SEÑALES REGLAMENTARIAS</b>				
<b>CÓDIGO INEN</b>	<b>SEÑAL</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MEDIDAS (mm)</b>	<b>CANTIDAD</b>
R4 - 1		LÍMITE MÁXIMO DE VELOCIDAD	750x750	3
<b>TOTAL, DE SEÑALES REGLAMENTARIAS</b>				<b>3</b>

<b>SEÑALES INFORMATIVAS</b>				
<b>CÓDIGO INEN</b>	<b>SEÑAL</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MEDIDAS (mm)</b>	<b>CANTIDAD</b>
D1-7		SEÑAL DE KILOMETRAJE DOBLE	500X350	1
<b>TOTAL, DE SEÑALES INFORMATIVAS</b>				<b>1</b>

Batería sanitaria portátil (unidad x mes)

$$2 \text{ unidades} * 3 \text{ meses} = 6 \text{ unidades}$$

Agua para control de polvo

$$6m * 3000m * \frac{1L}{m^2} * \frac{1m^3}{1000L} 2 \text{ veces al día} * 52 \text{ días} = 1872m^3$$

Monitoreo de ruido

3 puntos para monitoreo: inicio, centro y fin de la vía.

Monitoreo de Calidad de aire (material particulado PM10)

3 puntos para monitoreo: inicio, centro y fin de la vía.

Monitoreo de Calidad de aire (material particulado PM2.5)

3 puntos para monitoreo: inicio, centro y fin de la vía.

## 5.5 Costo del proyecto

El costo total del proyecto es \$1,629,071.98 donde gran parte del costo se concentra en el Material de préstamo importado y en el transporte de base, subbase y h. Asfáltico con una longitud de acarreo de 30-110 km. El proyecto es de 3 km por lo que el costo unitario es \$543,023.99 por km; 543,023.99 \$/km. Comparando con un proyecto similar, la vía Roberto Astudillo-Venecia Central en el cantón Milagro, tiene una longitud de 4.07 km con un costo por kilómetro de 565,110.56 \$/km por lo que el presupuesto del proyecto de rediseño de vía de 3 km para la finca La Esperanza tiene coherencia. La diferencia entre costos está en la inclusión de obras drenaje como alcantarillas.

## 5.6 Cronograma de obra

Se presenta una parte del cronograma de obra donde se detalla las actividades a realizar y la cantidad de días calculadas con el rendimiento de cada rubro. El proyecto inicia el 2 de febrero de 2026 y finaliza el 9 de junio de 2026. En total la duración del proyecto es de cuatro meses y una semana. El cronograma completo se encuentra en la sección de ANEXOS Y PLANOS mediante el Diagrama de Gantt.

**Tabla 77.** Rubros, rendimientos y fechas del cronograma

Nro. Ítem	Rendimiento		INICIO DEL PROYECTO		02/02/2026	
	u/h	u/día	Cantidad días	Cantidad días adoptado	Inicio	Fin
1						

1	1.1	0.56	4.48	0.17	1.00	02/02/2026	02/02/2026
2	1.2	84.75	677.97	40.36	41.00	03/02/2026	01/04/2026
3	1.3	128.21	1025.64	40.20	41.00	03/02/2026	01/04/2026
<b>2</b>							
4	2.5	7.69	61.54	0.15	1.00	02/04/2026	06/04/2026
5	2.1	133.33	1066.67	7.48	8.00	02/04/2026	14/04/2026
6	2.2	131.58	1052.63	7.45	8.00	02/04/2026	14/04/2026
7	2.3	133.33	1066.67	3.15	4.00	15/04/2026	21/04/2026
8	2.4	131.58	1052.63	3.14	4.00	15/04/2026	21/04/2026
9	2.6	10.71	85.65	3.50	4.00	22/04/2026	28/04/2026
10	2.7	909.09	7272.73	2.47	3.00	29/04/2026	01/05/2026
11	2.8	357.14	2857.14	6.30	7.00	05/05/2026	13/05/2026
12	2.9	133.33	1066.67	6.33	7.00	05/05/2026	13/05/2026
<b>3</b>							
13	3.1	128.21	1025.64	6.36	7.00	14/05/2026	22/05/2026

14	3.2	256.41	2051.28	1.18	2.00	14/05/2026	15/05/2026
15	3.3	10.00	80.00	9.31	10.00	18/05/2026	29/05/2026
<b>4</b>							
4.1							
16	4.1.1	0.14	1.09	6.42	7.00	01/06/2026	09/06/2026
4.2							
17	4.2.1	0.14	1.09	2.75	3.00	01/06/2026	03/06/2026
4.3							
18	4.3.1	0.14	1.09	0.92	1.00	01/06/2026	02/06/2026
<b>5</b>						02/02/2026	09/06/2026



# Capítulo 6

## **6. Conclusiones y recomendaciones**

### **6.1 Conclusiones**

Los estudios del laboratorio de Geotecnia y Construcción reflejaron que se necesita una mejora con respecto a la capacidad portante del terreno natural, colocando una capa de mejoramiento para el desarrollo del dimensionamiento de la estructura del pavimento.

La estructura del pavimento está compuesta por un relleno de material de préstamo importado de casi 1 metro, una subbase de 35 cm, base de 15 cm y una capa de rodadura de 15 cm. Este diseño se ajusta con lo que establece la normativa AASHTO y asegura que la vida útil de la vía sea el adecuado porque la estructura es capaz de soportar las cargas cíclicas de los vehículos de carga pesada.

En el diseño geométrico de la vía, se mejoró el ancho de carril y la maniobrabilidad de los vehículos con respecto a las curvas horizontales. En las curvas verticales, no hubo un cambio radical por lo que el terreno es llano con ligeras pendientes naturales y se aprovechó la estructura existente de lastre. La implementación de señalización vertical y horizontal rectificará las carencias presentes para una transitabilidad segura para los conductores.

Se concluye con respecto al análisis de precios unitarios que el transporte de material pétreo (con una distancia de acarreo entre 30 y 110 km), es el rubro con mayor peso dentro del presupuesto del proyecto. Esto demuestra que el transporte para el abastecimiento de material es crucial para determinar si el proyecto es económicamente viable.

Además, la ejecución de la obra cumple con las normativas ambientales actuales con incorporación de rubros con respecto al monitoreo de ruido y calidad de aire y así se reducen los impactos ambientales durante la construcción.

## **6.2 Recomendaciones**

Tomando en consideración la gran influencia que tiene el costo de transporte de material de préstamo importado, se recomienda realizar una búsqueda más rigurosa de canteras que se encuentren cercanas a la ubicación del proyecto antes de iniciar la obra para una optimización del costo total del proyecto.

También se recomienda una fiscalización de manera estricta y cuidadosa del proceso de compactación de cada capa y de la temperatura de la mezcla asfáltica con respecto a la estructura del pavimento por que los espesores de las capas del pavimento son considerables.

Se recomienda una limpieza de manera periódica de las cunetas y obras de drenaje para que se garantice una transitabilidad optima y de largo plazo evitando infiltraciones de aguas lluvias.

Se debe implementar un plan de manejo del tráfico durante la ejecución del proyecto sería ideal para que la producción de la finca no se vea afectado por el cierre total de la vía.

## Referencias

- (INEC), I. N. (2023). *Boletín técnico ESPAC 2023: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censos. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-espac/>
- AASHTO. (1993). *Guide for Design of Pavement Structures 1993*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- AASHTO. (2018). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. Washington, D.C.: AASHTO.
- Barrios, R. C. (s.f.). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/1401-curvas-verticales-ejemplo-de-calculo-2012/36681016>
- Chango Acurio, A. R., Zambrano Cruzatty, L. E., & Loayza Jaramillo, X. E. (s.f.). *Diseño de Pavimentos Articulados Para el Proyecto Sector 3 en la Ciudad de Guayaquil, Con la Aplicación del Programa PAVEMENTSOFT*. Guayaquil.
- Cisneros, Y. (19 de Febrero de 2023). *SCRIBD*. Obtenido de [https://es.scribd.com/document/626717442/MODULO-8-SENALES-DE-TRANSITO?utm\\_source=chatgpt.com](https://es.scribd.com/document/626717442/MODULO-8-SENALES-DE-TRANSITO?utm_source=chatgpt.com)
- CONSTRUNEIC. (13 de Mayo de 2024). Obtenido de <https://construneic.com/pavimentos/pavimento-flexible/>
- Das, B. M. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (4 ed.). D.F., México: CENGAGE Learning.
- Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C., & Garmendia, L. (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Pearson-Prentice Hall.
- Holcim Ecuador S.A. (s.f.). *Ficha Técnica: Agregados. Material granular para vías (Bases)*. Obtenido de <https://www.holcim.com.ec/agregados-material-granular-para-vias-bases>
- Holcim Ecuador S.A. (s.f.). *Ficha Técnica: Agregados. Material granular para vías (Subbases)*. Obtenido de <https://www.holcim.com.ec/agregados-material-granular-para-vias-subbases>
- INEN. (2011). *Señalización vial. Parte I. Señalización vertical*. Quito: Reglamento Técnico Ecuatoriano.

- INEN. (2011). *Señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal*. Quito: Reglamento Técnico Ecuatoriano.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología . (2023). *Anuarios Meteorológicos: Estación M003 Tenguel*. Obtenido de <https://www.inamhi.gob.ec/>
- Jácome, A. M., Rodríguez, S. S., Hernández Cruz, G. P., & López Morales, L. A. (s.f.). *ESTIMACIÓN DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL DEL KM 500 AL 505.2 DE LA CARRETERA CENTRAL*. Ciego de Ávila : EdUNICA Editorial Universitaria Ciego de Ávila.
- Ministerio de Obras Públicas. (2003). *Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción*. Quito: MOP.
- MIT. (2018). *REGLAMENTO LEY SISTEMA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRANSPORTE TERRESTRE*. Ministerio de Infraestructura y Transporte, Quito.
- Morales, D. P. (13 de Septiembre de 2013). *ResearchGate*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/figure/Figura-34-Croquis-del-ensayo-de-Soporte-Mini-CBR\\_fig9\\_350835210](https://www.researchgate.net/figure/Figura-34-Croquis-del-ensayo-de-Soporte-Mini-CBR_fig9_350835210)
- MTOP, M. d. (2022). *INTERVENCIÓN DE OBRAS EMERGENTES*. Naranjal-Tenguel. Obtenido de [https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/01/LOTAIP\\_12\\_Naranjal-Tenguel.pdf](https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/01/LOTAIP_12_Naranjal-Tenguel.pdf)
- Orrala, W. (Septiembre de 2011). *ResearchGate*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/figure/Figura-5-Curva-vertical-parabolica-Cuando-los-vehiculos-atravesan-las-curvas\\_fig4\\_277985741](https://www.researchgate.net/figure/Figura-5-Curva-vertical-parabolica-Cuando-los-vehiculos-atravesan-las-curvas_fig4_277985741)
- R7H, C. (2023). *Informes de operación y mantenimiento: Estación de Peaje El Garrido*. El Oro. *Servicio Nacional de Aduana del Ecuador*. (14 de Marzo de 2012). Obtenido de <https://www.aduana.gob.ec/biblioteca-aduanera/busqueda-general/boletines/>
- Tito, B. (2020). *Cómo hacer una Matriz de Leopold modificada en Excel*. Obtenido de Ingeniería Ambiental: <https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/>

## **Planos y Anexos**

**Tabla 78. APU 1.2 Material de préstamo importado**

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>Rubro:</b>						
MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO (*)					<b>Unidad:</b>	m3
				<b>R1:</b>	0.012	h/m3
				<b>R2:</b>	84.75	m3/h
				<b>R3:</b>	677.97	m3/día
<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	
MOTONIVELADORA 135 HP	1.00	64.17	64.17000	0.01180	0.76	
RODILLO P.C. VIBRATORIO 125 HP	1.00	38.00	38.00000	0.01180	0.45	
TANQUERO 10TN	1.00	30.00	30.00000	0.01180	0.35	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.57</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	0.01180	0.05	
OP. MOTONIVELADORA (E.O.C1) (GRUPO I)	1.00	4.75	4.75000	0.01180	0.06	
OP. RODILLO AUTOPROPULSADO (E.O.C2)	1.00	4.52	4.52000	0.01180	0.05	
CHOFER: Tanqueros (E.O.C1)	1.00	6.22	6.22000	0.01180	0.07	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.23</b>	
<b>MATERIALES</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo</b>		
MATERIAL PETREO	m3	1.25000	2.55	3.19		
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>3.19</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>4.99</b>		
<b>INDIRECTOS</b>				17 %	<b>0.85</b>	
<b>UTILIDAD</b>				%		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>5.84</b>		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>5.84</b>		

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN  
IVA.**

**Tabla 79.** APU 1.3 Transporte de préstamo importado, longitud de acarreo de 65-180 km

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

		<b>Unidad:</b>	m3-km
TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO	<b>R1:</b>	0.00780	h/m3-km
IMPORTADO, LONGITUD DE ACARREO DE 65-180 KM	<b>R2:</b>	128.21	m3-km/h
	<b>R3:</b>	1,025.64	m3-km/día

**Detalle:**

**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
VOLQUETA (12Ton)	1.00	28.73	28.73000	0.00780	0.22

**SUBTOTAL M** 0.22

**MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
CHOFER: Volquetas (E.O.C1)	1.00	6.22	6.22000	0.00780	0.05

**SUBTOTAL N** 0.05

**MATERIALES**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
				0.00

**SUBTOTAL O** 0.00

**TRANSPORTE**

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
				0.00

**SUBTOTAL P** 0.00

**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** 0.27

**INDIRECTOS** 17 % 0.05

**UTILIDAD** %

**COSTO TOTAL DEL RUBRO** 0.32

**VALOR OFERTADO** 0.32

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN  
IVA.**

Tabla 80. APU 2.1 Sub-base clase 1

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b>					
SUB-BASE CLASE 1				<b>Unidad:</b>	m3
		<b>R1:</b>	0.00750	h/m3	
		<b>R2:</b>	133.33	m3/h	
		<b>R3:</b>	1,066.67	m3/día	
<b>Detalle:</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.02
MOTONIVELADORA 135 HP	1.00	64.17	64.17000	0.00750	0.48
TANQUERO 8TN	1.00	30.00	30.00000	0.00750	0.23
RODILLO VIBRATORIO LISO 142 HP	1.00	42.06	42.06000	0.00750	0.32
<b>SUBTOTAL M</b>					1.05
<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	0.00750	0.03
OP. MOTONIVELADORA (E.O.C1) (GRUPO I)	1.00	4.75	4.75000	0.00750	0.04
OP. RODILLO AUTOPROPULSADO (E.O.C2)	1.00	4.52	4.52000	0.00750	0.03
CHOFER: Tanqueros (E.O.C1)	1.00	6.22	6.22000	0.00750	0.05
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)	5.00	4.23	21.15000	0.00750	0.16
<b>SUBTOTAL N</b>					0.31
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
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>					9.46
<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>					10.82
<b>INDIRECTOS</b>				17 %	1.84

UTILIDAD %

COSTO TOTAL DEL RUBRO 12.66

VALOR OFERTADO 12.66

ESTE PRECIO NO INCLUYEN  
IVA.

Tabla 81. APU 2.2 Transporte de sub-base longitud de acarreo de 30-110 km

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro:

TRANSPORTE DE SUB-BASE LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	<b>Unidad:</b>		m3-km
	<b>R1:</b>	0.00760	h/m3-km
	<b>R2:</b>	131.58	m3-km/h
	<b>R3:</b>	1,052.63	m3-km/día

Detalle:

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
VOLQUETA (12Ton)	1.00	28.73	28.73000	0.00760	0.22
<b>SUBTOTAL M</b>					0.22

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
CHOFER: Volquetas (E.O.C1)	1.00	6.22	6.22000	0.00760	0.05
<b>SUBTOTAL N</b>					0.05

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
				0.00
<b>SUBTOTAL O</b>				0.00

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
				0.00
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) 0.27

INDIRECTOS 17 % 0.05

UTILIDAD %

COSTO TOTAL DEL RUBRO 0.32

VALOR OFERTADO 0.32

ESTE PRECIO NO INCLUYEN  
IVA.

Tabla 82. APU 2.3 Base clase 1

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
<b>Rubro:</b>						
BASE CLASE 1					<b>Unidad:</b>	m3
					<b>R1:</b>	0.00750 h/m3
					<b>R2:</b>	133.33 m3/h
					<b>R3:</b>	1,066.67 m3/día
<b>Detalle:</b>						
<b>EQUIPOS</b>						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.02	
MOTONIVELADORA 135 HP	1.00	64.17	64.17000	0.00750	0.48	
TANQUERO 8TN	1.00	30.00	30.00000	0.00750	0.23	
RODILLO VIBRATORIO LISO 142 HP	1.00	42.06	42.06000	0.00750	0.32	
<b>SUBTOTAL M</b>					1.05	
<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	0.00750	0.03	
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierrero, plomero) (E.O.E2)	5.00	4.23	21.15000	0.00750	0.16	
OP. MOTONIVELADORA (E.O.C1) (GRUPO I)	1.00	4.75	4.75000	0.00750	0.04	
OP. RODILLO AUTOPROPULSADO (E.O.C2)	1.00	4.52	4.52000	0.00750	0.03	
CHOFER: Tanqueros (E.O.C1)	1.00	6.22	6.22000	0.00750	0.05	
<b>SUBTOTAL N</b>					0.31	
<b>MATERIALES</b>						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
MAT.UNIF. MEDIANO (BASE)	m3	1.25000	12.84	16.05		
<b>SUBTOTAL O</b>					16.05	
<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>					17.41	
<b>INDIRECTOS</b>					17 %	2.96
<b>UTILIDAD</b>					%	

<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>20.37</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>20.37</b>

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN  
IVA.**

**Tabla 83.** APU 2.4 Transporte de base longitud de acarreo de 30-110 km

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

TRANSPORTE DE BASE LONGITUD DE ACARREO DE  
30-110 KM

**Unidad:**

	m3-km
<b>R1:</b>	0.00760 h/m3-km
<b>R2:</b>	131.58 m3-km/h
<b>R3:</b>	1,052.63 m3-km/día

**Detalle:**

**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
VOLQUETA (12Ton)	1.00	28.73	28.73000	0.00760	0.22

**SUBTOTAL M** 0.22

**MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
CHOFER: Volquetas (E.O.C1)	1.00	6.22	6.22000	0.00760	0.05

**SUBTOTAL N** 0.05

**MATERIALES**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
				0.00

**SUBTOTAL O** 0.00

**TRANSPORTE**

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
				0.00

**SUBTOTAL P** 0.00

**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** 0.27

**INDIRECTOS** 17 % 0.05

**UTILIDAD** %

**COSTO TOTAL DEL RUBRO** 0.32

**VALOR OFERTADO** 0.32

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN  
IVA.**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

Tubos H.A. estructural 440mm

	Unidad:	m
<b>R1:</b>	0.13	h/m
<b>R2:</b>	7.69	m/h
<b>R3:</b>	61.54	m/día

**Detalle:****EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000	

**SUBTOTAL M****MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierrero, plomero) (E.O.E2)	2.00	4.23	8.46000	0.13330
ALBAÑIL (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	0.13330

**PLOMERO (E.O.D2)****SUBTOTAL N****MATERIALES**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario
TUBO PVC DRENAJE CORRUGADO 440MM			

**SUBTOTAL O****TRANSPORTE**

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa

**SUBTOTAL P**

**TOTAL,  
COSTO  
DIRECTO  
(M+N+O+P)**

**INDIRECTOS****UTILIDAD**

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN  
IVA.**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

Cuneta f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> VH=0.16 m<sup>3</sup>/m

**Unidad:** m

**R1:** 0.0934 h/m

**R2:** 10.71 m/h

**R3:** 85.65 m/día

**Detalle:**

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	
<b>HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)</b>					
Concreteira de 1 saco (13hp)	1.00	4.38	4.38000	0.09340	
Vibrador de hormigón 1HP	1.00	3.84	3.84000	0.09340	
<b>SUBTOTAL M</b>					
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción					
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, herrero, plomero) (E.O.E2)	10.00	4.23	42.30000	0.09340	
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	1.00	4.75	4.75000	0.09340	
CARPINTERO (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	0.09340	
ALBAÑIL (E.O.D2)	2.00	4.28	8.56000	0.09340	
PINTOR (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	0.09340	
<b>SUBTOTAL N</b>					
<b>MATERIALES</b>					
Descripción					
AGUA			m <sup>3</sup>	0.02800	
ENCOFRADO (BORDILLO CUNETA)			Glb	1.00	
PIEDRA # 4		m <sup>3</sup>	0.11	11.50	
ARENA					
CEMENTO			Kg	46.50	
<b>SUBTOTAL O</b>					
<b>17.28</b>					
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción					Unidad
<b>SUBTOTAL P</b>					
<b>TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					

---

---

**INDIRECTOS**

---

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN  
IVA.**

---

**Tabla 84. APU 2.5 Imprimacion asfáltica**

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>Rubro:</b>						
IMPRIMACION ASFALTICA.					<b>Unidad:</b>	m2
					<b>R1:</b>	0.00110 h/m2
					<b>R2:</b>	909.09 m2/h
					<b>R3:</b>	7,272.73 m2/día
<b>Detalle:</b>						
<b>EQUIPOS</b>						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.00	
ESCOBA AUTOPROPULSADA	1.00	25.00	25.00000	0.00110	0.03	
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO 6TN	1.00	70.00	70.00000	0.00110	0.08	
<b>SUBTOTAL M</b>					0.11	
<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	0.00110	0.00	
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierrero, plomero) (E.O.E2)	6.00	4.23	25.38000	0.00110	0.03	
OP. DISTRIBUIDOR DE ASFALTO (E.O.C2) (GRUPO II)	1.00	4.52	4.52000	0.00110	0.00	
OP. DE BARREDORA AUTOPROPULSADA (E.O.C2) (GRUPO II)	1.00	4.52	4.52000	0.00110	0.00	
<b>SUBTOTAL N</b>					0.03	
<b>MATERIALES</b>						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
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>						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
					0.00	
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
<b>TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					0.93	
<b>INDIRECTOS</b>					17 %	0.16
<b>UTILIDAD</b>					%	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1.09</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1.09</b>	

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN  
IVA.**

*Tabla 85. APU 2.6 Capa de rodadura de horm. Asf. Mezclado en planta e=15 cm (6")*

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

	<b>Unidad:</b>	m2
CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=15 cm (6")	R1:	0.00280 h/m2
	R2:	357.14 m2/h
	R3:	2,857.14 m2/día

**Detalle:**

**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.01
RODILLO NEUMATICO 96 HP	1.00	48.00	48.00000	0.00280	0.13
FINISHER	1.00	55.00	55.00000	0.00280	0.15
RODILLO TANDEM 119 HP	1.00	45.00	45.00000	0.00280	0.13
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.42</b>

**MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	0.00280	0.01
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierrero, plomero) (E.O.E2)	8.00	4.23	33.84000	0.00280	0.09
OP. RODILLO AUTOPROPULSADO (E.O.C2)	2.00	4.52	9.04000	0.00280	0.03
OP. ACABADORA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO (E.O.C2) (GRUPO II)	1.00	4.52	4.52000	0.00280	0.01
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.14</b>

**MATERIALES**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
HORMIGON ASFALTICO	m3	0.15000	98.00	14.70
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>14.70</b>

**TRANSPORTE**

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
				0.00

**SUBTOTAL P**

<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>
<b>TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>15.26</b>

	<b>INDIRECTOS</b>	17 %	2.59
	<b>UTILIDAD</b>	%	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>17.85</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>17.85</b>

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN  
IVA.**

**Tabla 86.** APU 2.7 Transporte de h. Asfáltico longitud de acarreo de 110-180 km

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

TRANSPORTE DE H. ASFALTICO LONGITUD DE  
ACARREO DE 110-180 KM

**Unidad:** m3-km  
**R1:** 0.00750 h/m3-km  
**R2:** 133.33 m3-km/h  
**R3:** 1,066.67 m3-km/día

**Detalle:**

**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
VOLQUETA (12Ton)	1.00	28.73	28.73000	0.00750	0.22
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.22</b>

**MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
CHOFER: Volquetas (E.O.C1)	1.00	6.22	6.22000	0.00750	0.05
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.05</b>

**MATERIALES**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
				0.00
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>

**TRANSPORTE**

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>0.27</b>
	<b>INDIRECTOS</b>	17 %	<b>0.05</b>
	<b>UTILIDAD</b>	%	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>0.32</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>0.32</b>

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN  
IVA.**

**Tabla 87.** APU 3.1 Señalización horizontal continua (pintada de vía 15 cm amarilla o blanca/microesferas)

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>Rubro:</b>						
SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)			<b>R1:</b>	0.00780	m	h/m
			<b>R2:</b>	128.21	m/h	
			<b>R3:</b>	1,025.64	m/día	
<b>Detalle:</b>						
<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, fierrero, 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 % 0.25
	<b>UTILIDAD</b>	%
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>1.73</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>1.73</b>

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN  
IVA.**

**Tabla 88.** APU 3.2 Señalización horizontal segmentada (pintada de vía 15 cm amarilla o blanca/microesferas)

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**Rubro:**

SEÑALIZACION HORIZONTAL SEGMENTADA (PINTADA DE VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)	<b>R1:</b>	<b>Unidad:</b>	m
	<b>R2:</b>		0.00390 h/m
	<b>R3:</b>		256.41 m/h
			2,051.28 m/día

**Detalle:**

#### EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.00
ESCOBA AUTOPROPULSADA	1.00	25.00	25.00000	0.00390	0.10
FRANJADORA	1.00	5.25	5.25000	0.00390	0.02
<b>SUBTOTAL M</b>					0.12

#### MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, herrero, plomero) (E.O.E2)	2.00	4.23	8.46000	0.00390	0.03
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	1.00	4.75	4.75000	0.00390	0.02
OP. COMPRESOR (E.O.C2) (GRUPO II)	1.00	4.52	4.52000	0.00390	0.02
OP. DE BARREDORA AUTOPROPULSADA (E.O.C2) (GRUPO II)	1.00	4.52	4.52000	0.00390	0.02
<b>SUBTOTAL N</b>					0.09

#### MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
PINTURA REFLECTIVA (sin perlas)	gal	0.02000	28.41	0.57
DILUYENTE	gal	0.01	6.12	0.06
MICROESFERAS	Kg	0.06	1.47	0.09

<b>SUBTOTAL O</b>	0.72
<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>			0.93
			INDIRECTOS 17 %	0.16
			UTILIDAD %	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			<b>1.09</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>1.09</b>

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Tabla 89.** APU 3.3 Marcadores de pavimento retro reflejantes (tachas) (bidireccionales)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

MARCADORES DE PAVIMENTO RETROREFLEJANTES (TACHAS) (bidireccionales)	<b>R1:</b>	0.10	u
	<b>R2:</b>	10	h/u
	<b>R3:</b>	80.00	u/día

**Detalle:**

**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.07
EQUIPO MEZCLA BITUMINOSA (TACHA)	1.00	8.00	8.00000	0.10000	0.80
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.87</b>

**MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierrero, plomero) (E.O.E2)	1.00	4.23	4.23000	0.10000	0.42
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	0.25	4.75	1.18750	0.10000	0.12
OP. DE EQUIPO LIVIANO (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	0.10000	0.43
INSTALADOR DE REVESTIMIENTO EN GENERAL (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	0.10000	0.43
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.40</b>

**MATERIALES**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
ADHESIVO BITUMINOSO	lb	0.38000	1.68	0.64
MARCADOR DE PAVIMENTO BIDIRECCIONAL (SIN ESPIGO)	u	1.00	2.90	2.90
<b>SUBTOTAL O</b>				3.54
<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>				5.81
<b>INDIRECTOS</b>			17 %	0.99
<b>UTILIDAD</b>			%	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>6.80</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>6.80</b>

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN  
IVA.**

**Tabla 90. APU 4.1.1 Señales al lado de la carretera (750x750)**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

	Unidad:	
Señales al lado de la carretera (750x750)	u	
	R1:	7.33 h/u
	R2:	0.14 u/h
	R3:	1.09 u/día

**Detalle:**

**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		4.84
SOLDADORA	1.00	2.20	2.20000	7.33330	16.13
<b>SUBTOTAL M</b>					20.97

**MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierrero, plomero) (E.O.E2)	1.00	4.23	4.23000	7.33330	31.02
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	0.75	4.75	3.56250	7.33330	26.12

TECNICO ELECTROMECHANICO DE CONSTRUCCION (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	7.33330	31.39
TECNICO OBRAS CIVILES (E.O.C2)	0.25	4.52	1.13000	7.33330	8.29
<b>SUBTOTAL N</b>					96.82

<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
PLATINA REF/ALUM. 1.1/2"x1/8"	m	3.00000	0.80	2.40	
REMACHES	u	18.00	0.03	0.54	
PINTURA PRIMER GRIS	gal	0.14	26.59	3.72	
FONDO PARA SEÑAL	m2	0.56	31.37	17.57	
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	0.56	45.21	25.32	
PAPEL REFLEC. GRADO/ DIAMANTE. (LEYENDA)	m2	0.22	76.23	16.77	
BLOQUE DE ANCLAJE H.S. f'c=210kg/cm2 (40x40x40)	u	1.00	22.60	22.60	
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>					108.43

<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>		226.22
			<b>INDIRECTOS</b>	17 %	38.46
			<b>UTILIDAD</b>	%	
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>264.68</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>264.68</b>

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Tabla 91.** APU 4.2.1 Señales al lado de la carretera (750x750)

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

Señales al lado de la carretera (750x750)

**Unidad:** u**R1:** 7.33 h/u**R2:** 0.14 u/h**R3:** 1.09 u/día**Detalle:****EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		4.84
SOLDADORA	1.00	2.20	2.20000	7.33330	16.13
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>20.97</b>

**MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierrero, plomero) (E.O.E2)	1.00	4.23	4.23000	7.33330	31.02
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	0.75	4.75	3.56250	7.33330	26.12
TECNICO ELECTROMECHANICO DE CONSTRUCCION (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	7.33330	31.39
TECNICO OBRAS CIVILES (E.O.C2)	0.25	4.52	1.13000	7.33330	8.29
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>96.82</b>

**MATERIALES**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
PLATINA REF/ALUM. 1.1/2"x1/8"	m	3.00000	0.80	2.40
REMACHES	u	18.00	0.03	0.54
PINTURA PRIMER GRIS	gal	0.14	26.59	3.72
FONDO PARA SEÑAL	m2	0.56	31.37	17.57
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	0.56	45.21	25.32
PAPEL REFLEC. GRADO/ DIAMANTE. (LEYENDA)	m2	0.22	76.23	16.77
BLOQUE DE ANCLAJE H.S. f'c=210kg/cm2 (40x40x40)	u	1.00	22.60	22.60
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>108.43</b>

**TRANSPORTE**

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
-------------	--------	----------	--------	-------

	0.00
<b>SUBTOTAL P</b>	0.00
<b>TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	226.22
<b>INDIRECTOS</b>	17 % 38.46
<b>UTILIDAD</b>	%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>264.68</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>264.68</b>

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN  
IVA.**

**Tabla 92. APU 4.3.1 Señales al lado de la carretera (500x350)**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

Señales al lado de la carretera (500x350)

**Unidad:** u

**R1:** 7.33 h/u

**R2:** 0.14 u/h

**R3:** 1.09 u/día

**Detalle:**

**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
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>

**MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
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>

**MATERIALES**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
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>				95.49

**TRANSPORTE**

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
				0.00
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00
	<b>TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			181.15
			<b>INDIRECTOS</b>	17 % 30.80
			<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.**

**Tabla 93. APU 5.1 Bateria sanitaria portátil (unidad x mes)**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

**Unidad:** u

BATERIA SANITARIA PORTATIL (unidad x mes)

**Detalle:**

**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.00000		0.00

**SUBTOTAL M**

0.00

**MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.00000		0.00

**SUBTOTAL N**

0.00

**MATERIALES**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
CABINA SANITARIA PORTATIL	mes	1.00000	220.00	220.00
<b>SUBTOTAL O</b>				220.00
<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>			220.00
			<b>INDIRECTOS</b>	17 % 37.40
			<b>UTILIDAD</b>	%
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>257.40</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>257.40</b>

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Tabla 94. APU 5.2 Agua para control de polvo**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

Agua para control de polvo

**Unidad:** m3

R1: 0.00840 h/m3

R2: 119.05 m3/h

R3: 952.38 m3/día

**Detalle:**

**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
TANQUERO 14TN	1.00	39.43	39.43000	0.00840	0.33
<b>SUBTOTAL M</b>					0.33

**MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, herrero, plomero) (E.O.E2)	1.00	4.23	4.23000	0.00840	0.04
CHOFER: Tanqueros (E.O.C1)	1.00	6.22	6.22000	0.00840	0.05
<b>SUBTOTAL N</b>					0.09

**MATERIALES**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
AGUA	m3	1.00000	1.24	1.24
<b>SUBTOTAL O</b>				1.24
<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>	1.66
			<b>INDIRECTOS</b>	17 % 0.28
			<b>UTILIDAD</b>	%
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>1.94</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>1.94</b>

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN  
IVA.**

**Tabla 95. APU 5.3 Monitoreo de ruido**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

**Unidad:** u

MONITOREO DE RUIDO

**Detalle:**

**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.00000		0.00

**SUBTOTAL M**

0.00

**MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.00000		0.00

**SUBTOTAL N**

0.00

**MATERIALES**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
TOMA DE MUESTRA CON SONOMETRO (MUESTREO POR DIA)	u	1.00000	40.54	40.54

**SUBTOTAL O**

40.54

**TRANSPORTE**

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
				0.00

**SUBTOTAL P**

0.00

**TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** 40.54

<b>INDIRECTOS</b>	17 %	6.89
<b>UTILIDAD</b>	%	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>47.43</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>47.43</b>

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Tabla 96.** *APU 5.4 Monitoreo de Calidad de aire (material particulado PM10)*

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**  
Monitoreo de Calidad de aire (material particulado PM10) **Unidad:** u

**Detalle:**

**EQUIPOS**

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.00000		0.00
<b>SUBTOTAL M</b>					0.00

**MANO DE OBRA**

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.00000		0.00
<b>SUBTOTAL N</b>					0.00

**MATERIALES**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
Material particulado PM10	u	1.00000	180.00	180.00
<b>SUBTOTAL O</b>				180.00

**TRANSPORTE**

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
				0.00
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00

<b>TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		180.00
<b>INDIRECTOS</b>	17 %	30.60
<b>UTILIDAD</b>	%	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>210.60</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>210.60</b>

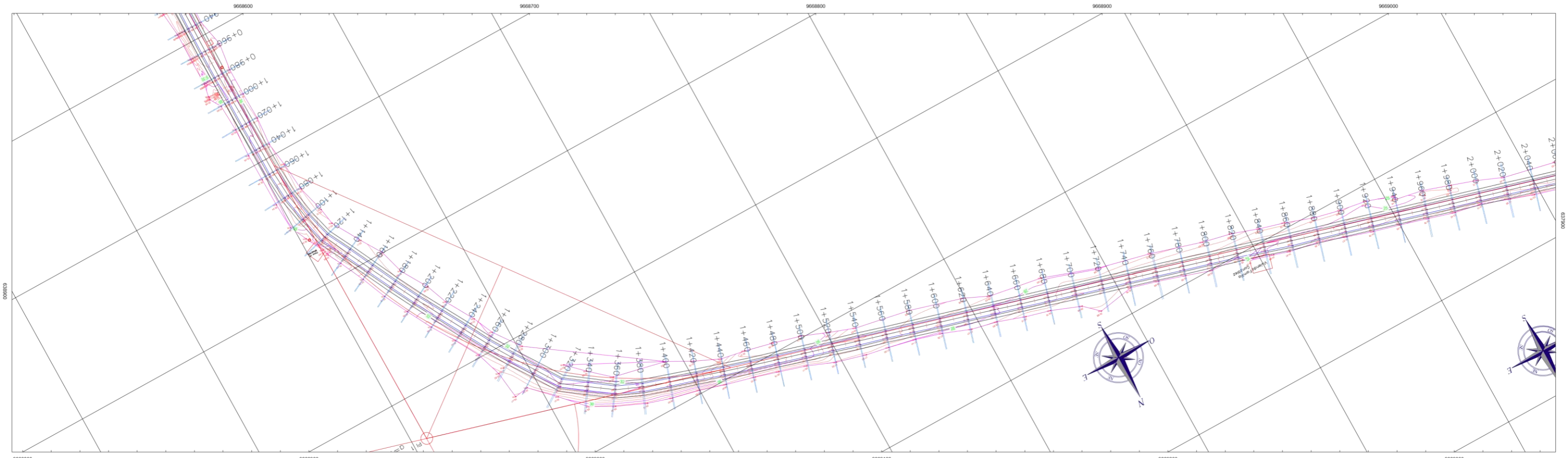
**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Tabla 97. APU 5.5 Monitoreo de Calidad de aire (material particulado PM2.5)**

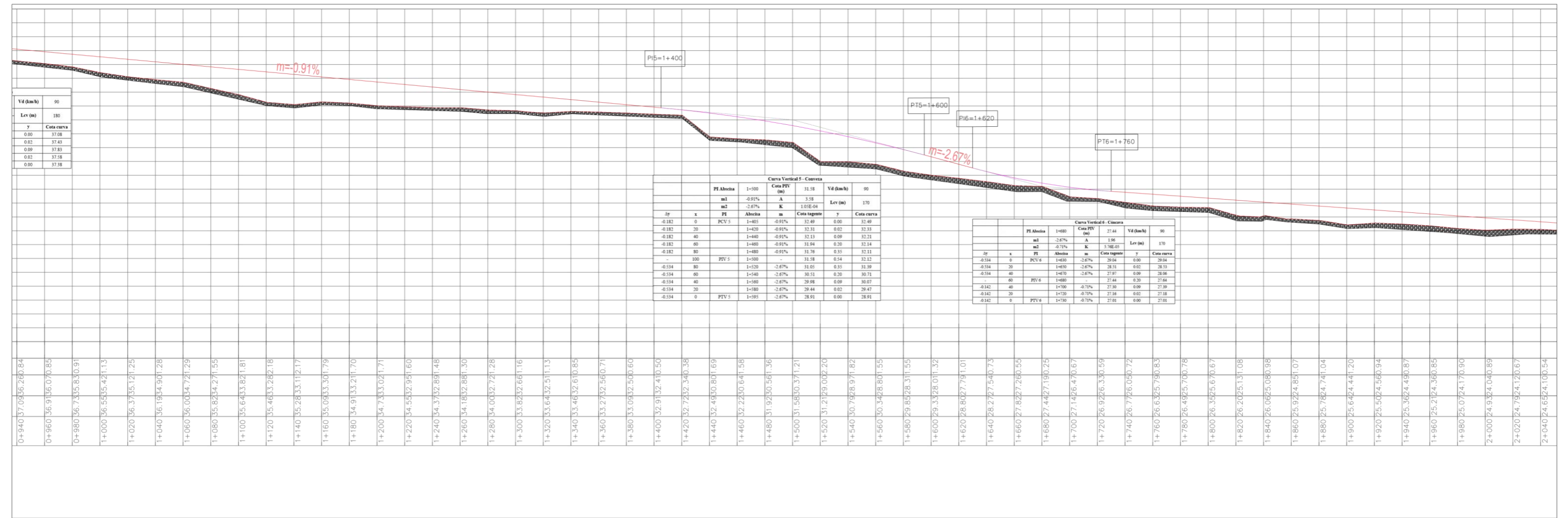
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>Rubro:</b>					
Monitoreo de Calidad de aire (material particulado PM2.5)				<b>Unidad:</b>	u
<b>Detalle:</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.00000		0.00
<b>SUBTOTAL M</b>					0.00
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.00000		0.00
<b>SUBTOTAL N</b>					0.00
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Material particulado PM2.5	u	1.00000	180.00	180.00	
<b>SUBTOTAL O</b>					180.00
<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>					180.00
<b>INDIRECTOS</b>				17 %	30.60
<b>UTILIDAD</b>				%	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>210.60</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>210.60</b>
<b>ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.</b>					



# DISEÑO HORIZONTAL



# DISEÑO VERTICAL



Vd (km/h)	90
Lev (m)	180
y	Cota curva
0.00	37.08
0.02	37.43
0.04	37.83
0.02	37.58
0.00	37.18

		Curva Vertical 5 - Convexa						
PI Abscisa	1+500	Cota PIV (m)	31.58	Vd (km/h)	90			
m1	-0.91%	A	3.58 <th>Lev (m)</th> <td>170 <th colspan="2"></th> </td>	Lev (m)	170 <th colspan="2"></th>			
m2	-2.67%	K	1.03E-04 <th colspan="3"></th> <th colspan="2"></th>					
Δy	x	PI	Abscisa	m	Cota rasante	y	Cota curva	
-0.182	0	PCV 5	1+405	-0.91%	32.49	0.00	32.49	
-0.182	20		1+420	-0.91%	32.31	0.02	32.33	
-0.182	40		1+440	-0.91%	32.13	0.06	32.21	
-0.182	60		1+460	-0.91%	31.94	0.20	32.14	
-0.182	80		1+480	-0.91%	31.76	0.35	32.11	
-	100	PIV 5	1+500	-	31.58	0.54	32.12	
-0.534	80		1+520	-2.67%	31.05	0.35	31.39	
-0.534	60		1+540	-2.67%	30.51	0.20	30.71	
-0.534	40		1+560	-2.67%	29.98	0.09	30.07	
-0.534	20		1+580	-2.67%	29.44	0.02	29.47	
-0.534	0	PTV 5	1+595	-2.67%	28.91	0.00	28.91	

		Curva Vertical 6 - Convexa						
PI Abscisa	1+680	Cota PIV (m)	27.44	Vd (km/h)	90			
m1	-2.67%	A	1.96	Lev (m)	170 <th colspan="2"></th>			
m2	-0.71%	K	1.98E-03					
Δy	x	PI	Abscisa	m	Cota rasante	y	Cota curva	
-0.534	0	PCV 6	1+630	-2.67%	29.04	0.00	29.04	
-0.534	20		1+650	-2.67%	28.51	0.02	28.53	
-0.534	40		1+670	-2.67%	27.97	0.06	28.06	
-0.534	60		1+690	-2.67%	27.44	0.20	27.64	
-0.142	40	PTV 6	1+700	-0.71%	27.30	0.00	27.30	
-0.142	20		1+720	-0.71%	27.18	0.02	27.18	
-0.142	0	PTV 6	1+730	-0.71%	27.01	0.00	27.01	

Escala Horizontal 1:1000  
 Plano 2 Diseño Vertical y Horizontal desde 0+920 hasta 2+040

ESCUOLA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

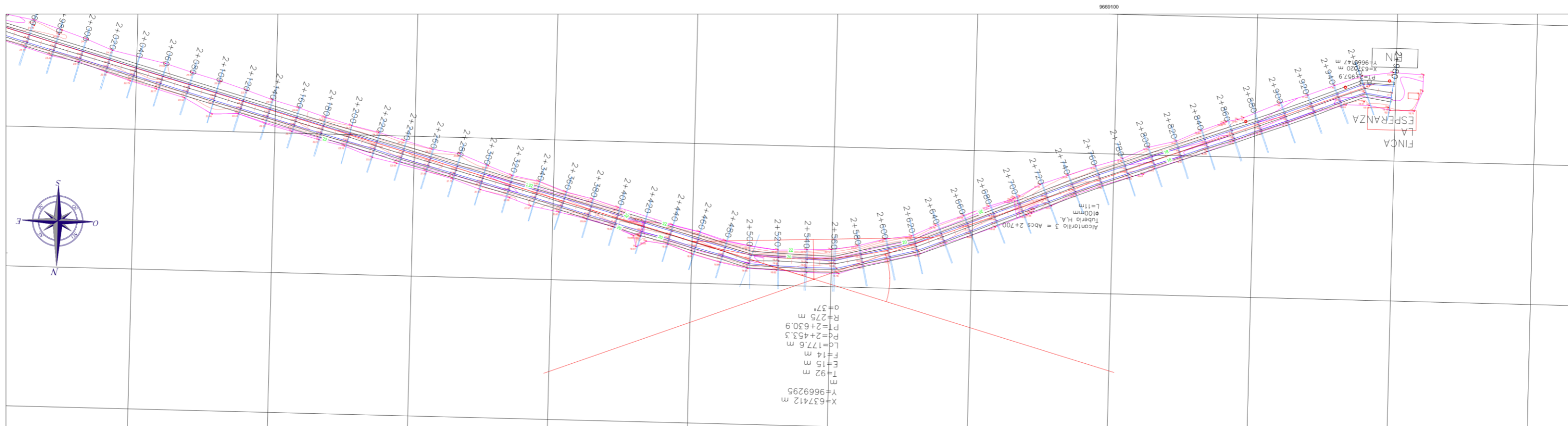
PROYECTO DE UNA CARRETERA CON 1+3.0 KM PARA ACCESO DE VEHÍCULOS DE CARGA PESADA A TRACA LA ESPERANZA, UBICADA EN EL KM 2, VÍA A TENQUEL, PROVINCIA DEL GUAYAS

DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL DESDE 0+920 HASTA 2+040

TUTOR: **PIE. Efraim Santos Baquero**  
 ESTUDIANTE: **Moisés Aguilar Sánchez**  
**Diego Tenorio González**

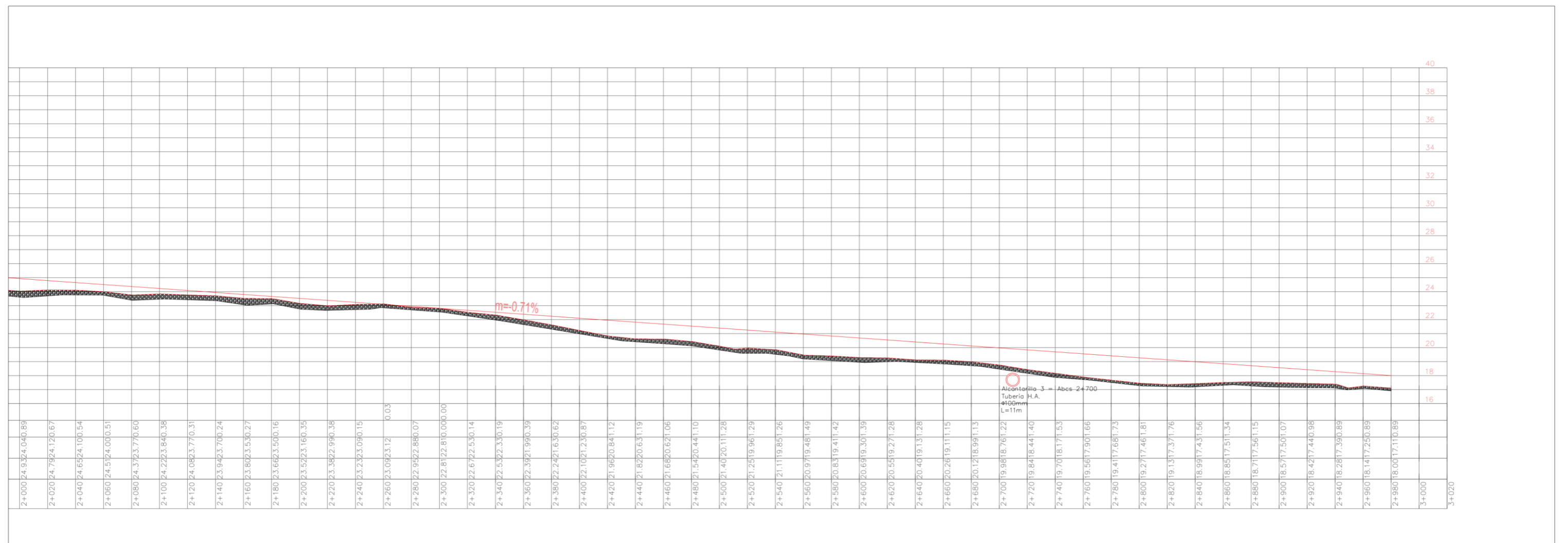
ESCALA: 1:1000  
 FECHA: ENERO/2026  
 PÁGINA: 2/3

# DISEÑO HORIZONTAL

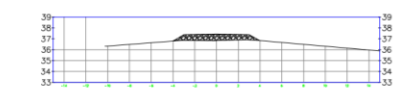


1:1000

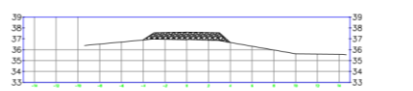
# DISEÑO VERTICAL



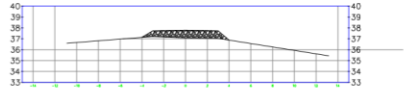
Escala Horizontal 1:1000



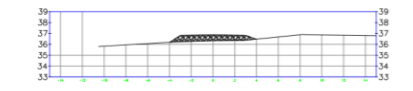
ESTACION 0+440.00  
 Area Relleno: 9.44    Volumen Relleno: 191.24



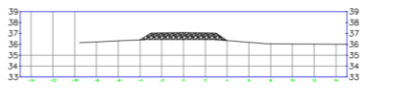
ESTACION 0+460.00  
 Area Relleno: 9.21    Volumen Relleno: 186.47



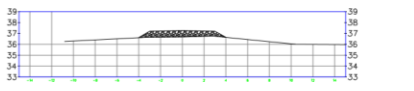
ESTACION 0+480.00  
 Area Relleno: 9.43    Volumen Relleno: 186.43



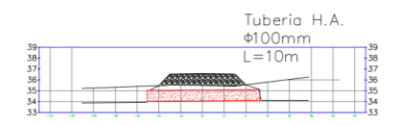
ESTACION 0+380.00  
 Area Relleno: 90.5    Volumen Relleno: 181.03



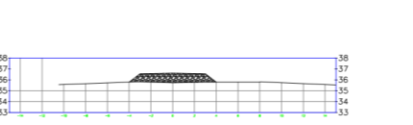
ESTACION 0+400.00  
 Area Relleno: 9.26    Volumen Relleno: 183.09



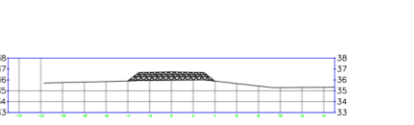
ESTACION 0+420.00  
 Area Relleno: 9.69    Volumen Relleno: 189.44



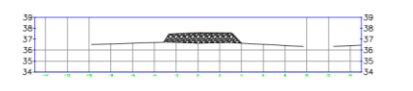
ESTACION 0+320.00  
 Area Relleno: 8.35    Volumen Relleno: 178.17



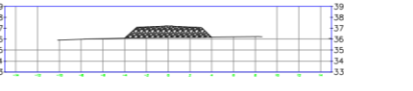
ESTACION 0+340.00  
 Area Relleno: 8.34    Volumen Relleno: 166.92



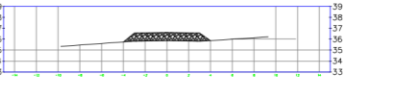
ESTACION 0+360.00  
 Area Relleno: 9.05    Volumen Relleno: 173.9



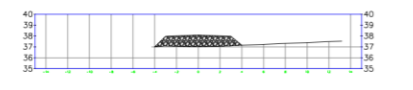
ESTACION 0+260.00  
 Area Relleno: 8.11    Volumen Relleno: 169.73



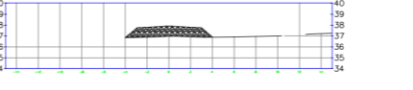
ESTACION 0+280.00  
 Area Relleno: 8.78    Volumen Relleno: 168.92



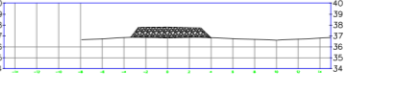
ESTACION 0+300.00  
 Area Relleno: 9.46    Volumen Relleno: 182.48



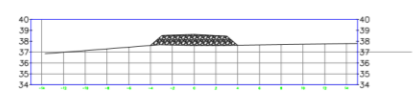
ESTACION 0+200.00  
 Area Relleno: 8.67    Volumen Relleno: 174.47



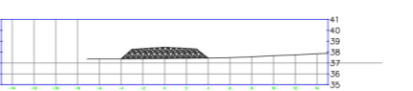
ESTACION 0+220.00  
 Area Relleno: 9.45    Volumen Relleno: 181.21



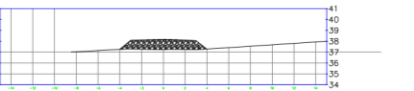
ESTACION 0+240.00  
 Area Relleno: 8.87    Volumen Relleno: 183.12



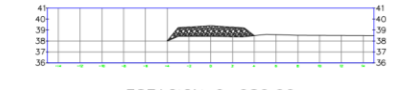
ESTACION 0+140.00  
 Area Relleno: 9.36    Volumen Relleno: 193.07



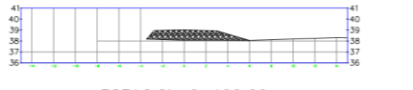
ESTACION 0+160.00  
 Area Relleno: 8.95    Volumen Relleno: 183.08



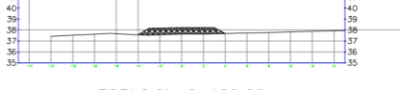
ESTACION 0+180.00  
 Area Relleno: 8.77    Volumen Relleno: 177.22



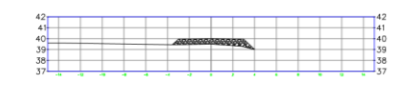
ESTACION 0+080.00  
 Area Relleno: 9.43    Volumen Relleno: 185.18



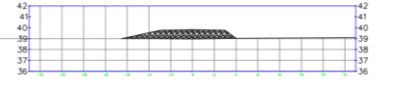
ESTACION 0+100.00  
 Area Relleno: 8.83    Volumen Relleno: 182.61



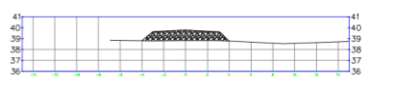
ESTACION 0+120.00  
 Area Relleno: 9.95    Volumen Relleno: 187.84



ESTACION 0+000.00  
 Area Relleno: 9.38m<sup>2</sup>    Volumen Relleno: 0m<sup>3</sup>



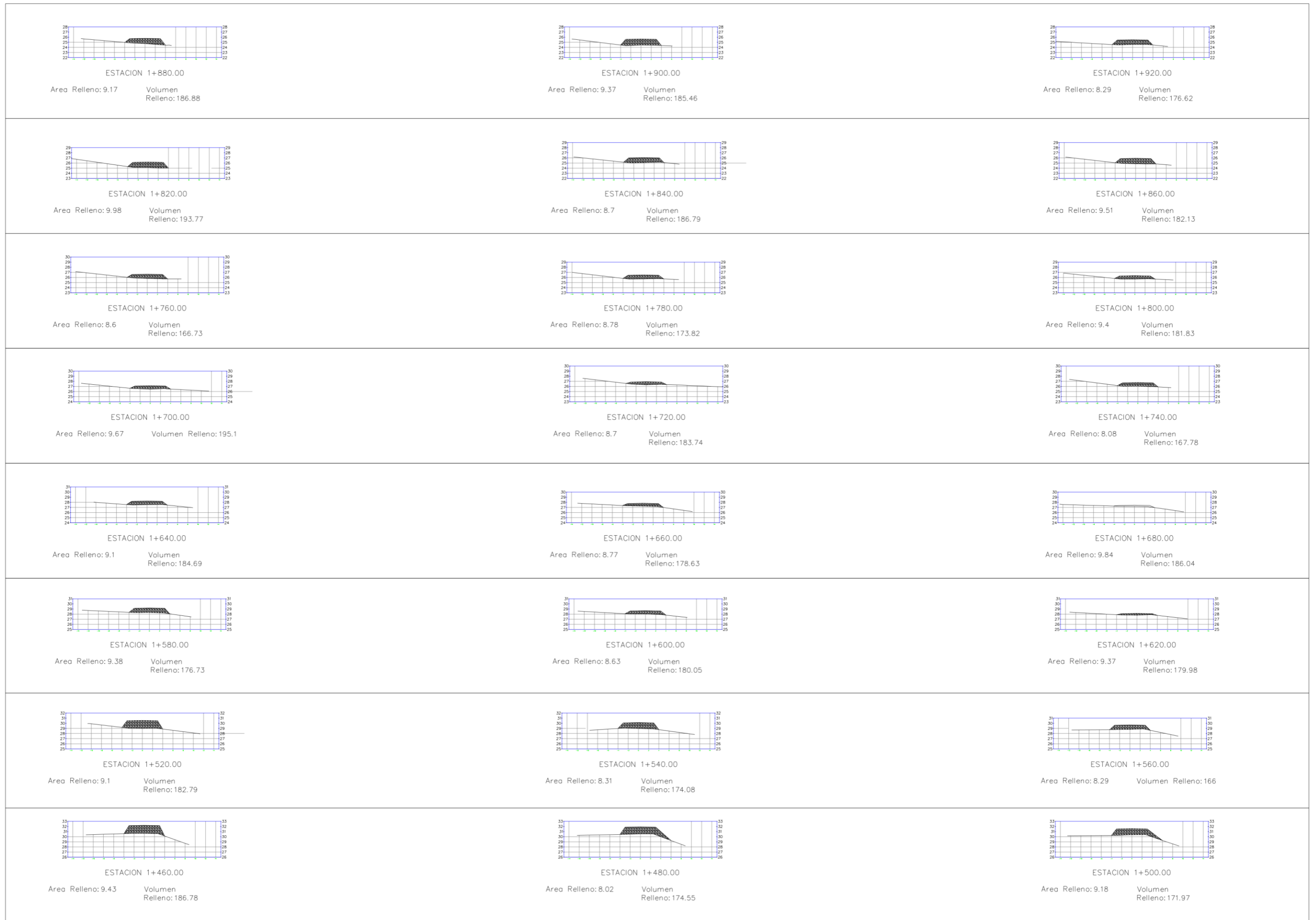
ESTACION 0+020.00  
 Area Relleno: 8.56m<sup>2</sup>    Volumen Relleno: 179.42m<sup>3</sup>



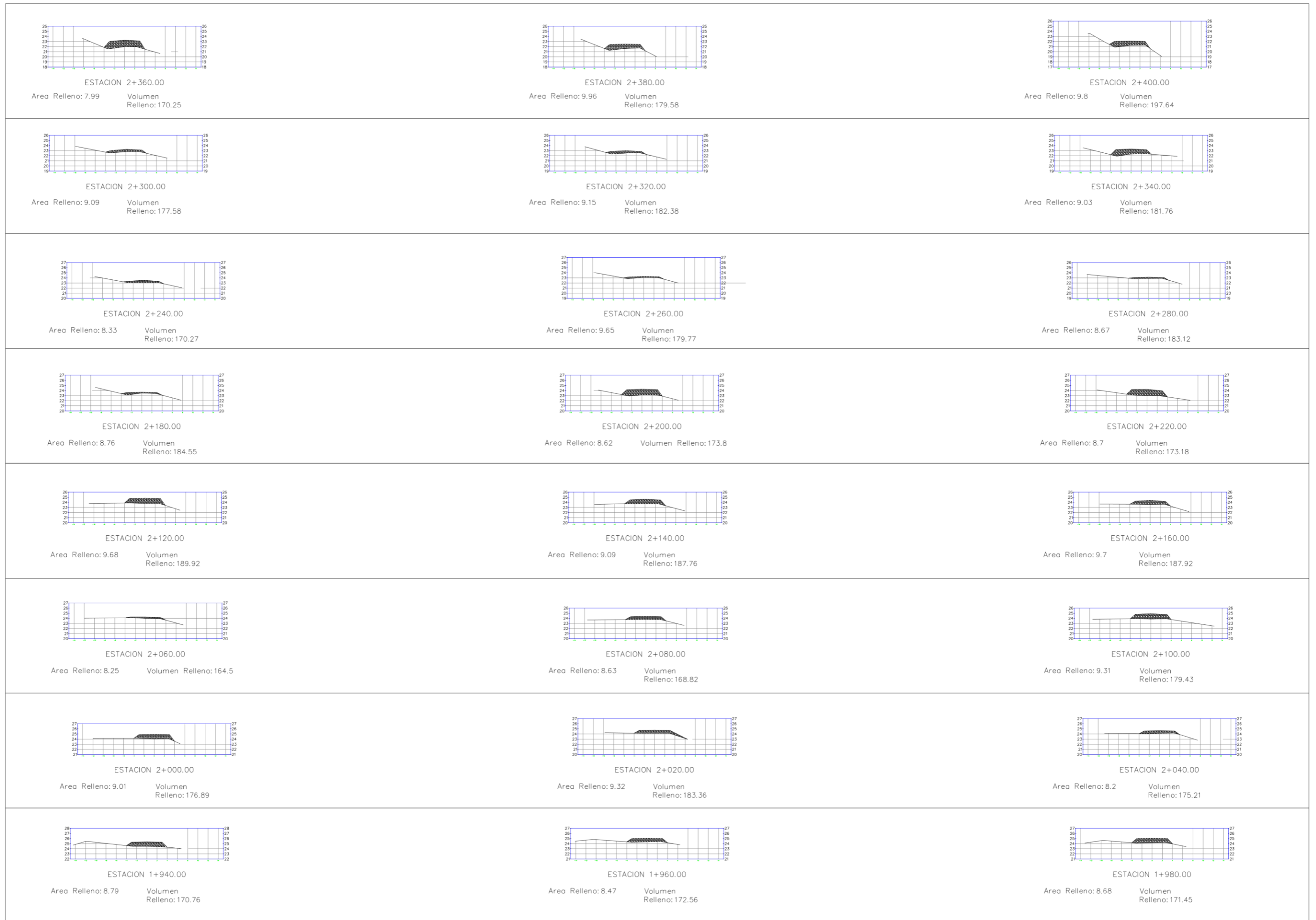
ESTACION 0+040.00  
 Area Relleno: 8.44    Volumen Relleno: 170.02

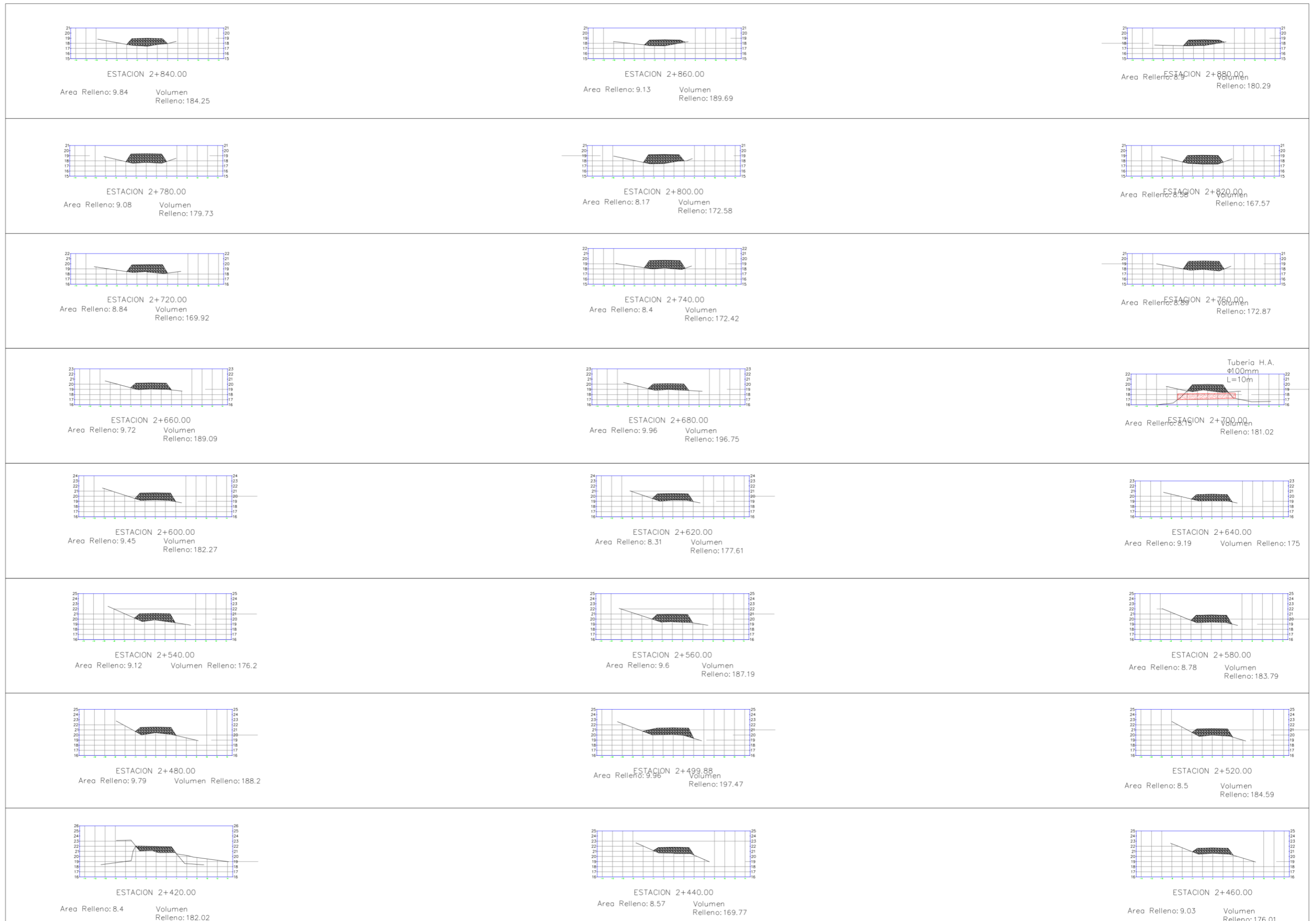






Escala Horizontal 1:250  
 Plano 7 Secciones Transversales desde 1+460 hasta 1+920





Escala Horizontal 1:250  
 Plano 9 Secciones Transversales desde 2+420 hasta 2+880

