

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

**“DISEÑO DE LA VIA DE ACCESO A LA COMUNIDAD DE  
ENGABAO”**

**PROYECTO DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO CIVIL**

Presentada por:

Eduardo Alexis Bonilla Castro

Juan Diego Marazita Villao

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2016

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por bendecirme siempre, a mis padres que con mucho amor y paciencia me apoyan día a día, a mi hermana por ser mi ejemplo a seguir, a mis tías por su gran amor.

Eduardo Alexis Bonilla Castro

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mis padres Máximo Bonilla y Lucía Castro, a mi hermana Johanna Bonilla y mis tias Alicia Castro y Pilar Castro, Por darme la fuerza y motivación y por nunca dejar de creer en mí.

Eduardo Alexis Bonilla Castro

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por sus bendiciones, a mis padres José Marazita y María del Pilar Villao por sus esfuerzos, los que me ayudaron a seguir adelante, a mi hermana María Lorena Marazita y mi cuñado Gino González por su apoyo incondicional durante mi vida universitaria.

Juan Diego Marazita Villao

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mis padres José Marazita y María del Pilar Villao, a mi hermano José Daniel Marazita quien fue mi ejemplo para ser ingeniero y lograr cumplir mis objetivos, a mi hermana María Lorena Marazita y mi Cuñado Gino González.

Juan Diego Marazita Villao

## **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

---

Ing. Miguel Chávez M. Sc Ph.D

---

Ing. Alby Del Pilar Aguilar M. Sc

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Eduardo Alexis Bonilla Castro

---

Juan Diego Marazita Villao

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en la comunidad de Engabao que incluye un Puerto pesquero y viviendas que ocupan un área denominada comunidad de Engabao.

El trabajo se inició mediante varias visitas de campo en las que se constató el estado actual del camino lastrado que sirve de acceso y de un modo especial las características topográficas del sector que en definitiva corresponde a una zona semiárida, es decir con muy poca presidencia de lluvias se realizó un análisis replazar una vía de acceso.

El segundo trabajo realizado fue el levantamiento topográfico y un análisis de las condiciones geológicas y geotécnicas del área. Se realizaron trabajos de condición geotécnica, se tomaron muestras las mismas que fueron sometidas a ensayos de laboratorio de suelos.

Se realizó un análisis hidrológico en particular orientado a determinar las condiciones de drenaje del sector. Así también dándole importancia que ocasionalmente pueden ocurrir lluvias muy intensas.

Teniendo en cuenta los parámetros obtenidos en campo y en laboratorio se procedió al diseño de la vía tomando en consideración las normas viales del MTOP y las particularidades propias del terreno.



Se realizaron 3 alternativas de diseño, se seleccionó una como la más factible y finalmente se estableció el presupuesto a partir del análisis de precio unitario.

# ÍNDICE GENERAL

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN .....	VI
DECLARACIÓN EXPRESA .....	VII
RESUMEN .....	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	X
ABREVIATURAS .....	XIII
SIMBOLOGÍA .....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
INDICE DE FOTOS .....	XVIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIX
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Alcance.....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.4 Información disponible.....	4
1.5 Enfoque y Metodología.....	11
2 ESTUDIOS PRELIMINARES.....	14

2.1 Estudios Preliminares.....	14
2.2 Ubicación del Lugar.....	15
2.3 Exploración Terrestre .....	16
2.4 Selección de la Ruta .....	19
2.5 Línea de Gradiente.....	20
2.6 Levantamiento Topográfico .....	20
2.7 Tráfico .....	20
<b>3 ESTUDIOS DEFINITIVOS .....</b>	<b>24</b>
3.1 Estudios Definitivos .....	24
3.2 Estudio de Tráfico .....	25
3.3 Clasificación de la carretera de acuerdo al tráfico.....	28
3.4 Ensayos de Suelo .....	28
3.5 Diseño de Pavimento Flexible .....	41
3.6 Diseño del Pavimento Rígido .....	45
3.7 Diseño del pavimento Semirrígido.....	50
3.8 Diseño definitivo .....	56
3.9 Diseño Vertical .....	61
3.10 Diseño de drenaje vial.....	70

3.11 Berma o espaldón .....	79
3.12 Taludes .....	80
3.13 Derecho de vía.....	81
3.14 Movimiento de tierra.....	82
3.15 Presupuesto .....	83
3.16 Selección de alternativa .....	90
4 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	92
4.1 Los factores ambientales evaluados .....	92
4.2 Evaluación de factores de impacto en la fase de construcción .....	93
4.3 Evaluación de impacto y plan de contingencia.....	98
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	101
5.1 Conclusiones.....	101
5.2 Recomendaciones.....	103

ANEXOS

FOTOS

BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

ASTM	American Society for Testing And Materials
CBR	California bearing ratio
EE	Ejes equivalentes
fr	Factor regional
Fs	Factor de seguridad
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
IGM	Instituto Geográfico Militar
Lc	Longitud de cuerda
LL	Llano
M	Montañoso
Mr	Módulo de rotura
MTOP	Ministerio de Transporte de Obras Públicas
Ne	Número estructural
NE	Número estructural
Nevi	Norma Ecuatoriana Vial
O	Ondulado
PVS	Peso volumétrico seco
ta	Tráfico actual
td	Tráfico desviado
TEE	Total de ejes equivalentes
tg	Tráfico generado
tp	Tráfico proyectado
TPDA	Tráfico Promedio Diario Anual
Vc	Volumen de circulación
Vd	Velocidad de diseño

## SIMBOLOGÍA

g	Gramos
i	Tasa de crecimiento
Ip	Índice plástico
k	Módulo de reacción de la subrasante
kc	Módulo de reacción de la subrasante corregido
kg/m <sup>3</sup>	Kilogramos/metros cúbicos
km/h	Kilómetro por hora
ll	Llano
m	Montañoso
mm/m <sup>2</sup>	Milímetros/metros cuadrados
n	Vida útil en años
o	Ondulado
t	Toneladas
W%	Porcentaje de humedad
Wh	Peso húmedo
Ws	Peso seco

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano Geológico de Engabao .....	6
Figura 2. Mapa de temperatura máxima media anual.....	8
Figura 3. Mapa del clima del Cantón Playas.....	9
Figura 4. Precipitación mensual, estación meteorológica m-173, Villamil Playas .....	10
Figura 5. Ubicación del proyecto, Engabao, Provincia del Guayas.....	12
Figura 6. Topografía de Engabao por el IGM.....	19
Figura 7. Croquis de la estación A.....	22
Figura 8. Curva Granulométrica, Norma ASTM D421-85.....	30
Figura 9. %Humedad vs N° de Golpes .....	32
Figura 10. Pvs vs %W.....	35

Figura 11. Carga Unitaria vs Penetración .....	38
Figura 12. Cálculo del CBR de diseño .....	39
Figura 13. Nomograma de diseño para pavimento flexible .....	44
Figura 14. Módulo de reacción de la subrasante .....	46
Figura 15. Influencia del espesor de la sub-base granular sobre el valor de k .....	47
Figura 16. Nomograma de espesor de suelo - cemento .....	52
Figura 17. Espesor de suelo cemento modificado .....	54
Figura 18. Espesores de los 3 tipos de pavimentos.....	55
Figura 19. Sección típica transversal de pavimento.....	56
Figura 20. Elementos de una curva horizontal.....	59
Figura 21. Tipos de curvas verticales .....	63
Figura 22. Sección típica de peralte.....	67



Figura 23. Bombeo de agua de pendiente transversal .....	70
Figura 24. Sección de Cuneta.....	74
Figura 25. Geotextil NT 3000 .....	77
Figura 26. Colocación del Geotextil NT 3000.....	78
Figura 27. Costo vs tiempo .....	91

## INDICE DE FOTOS

Foto 1. Tipos de rocas existentes en los ingresos de Engabao..... 5

Foto 2. Acantilados de Engabao..... 6

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Precipitaciones de estación Playas 1963-2005.....	11
Tabla II. Conteo de vehículos de la estación A.....	21
Tabla III. Volumen total de vehículos de livianos y pesados.....	25
Tabla IV. Vehículos de diseño .....	26
Tabla V. Tasa de crecimiento vehicular, vida útil.....	26
Tabla VI. Clasificación de Carretera .....	28
Tabla VII. Granulometría de la muestra según norma ASTM D421-85.....	30
Tabla VIII. Limite Líquido según Norma ASTM D4318-86 .....	31
Tabla IX. Limite Plástico según Norma ASTM D4318-86 .....	31
Tabla X. Porcentajes de límite líquido y plástico.....	32
Tabla XI. Datos para el ensayo de Proctor .....	33

Tabla XII. Ensayo de Proctor .....	34
Tabla XIII. Ensayo de CBR según Norma ASTM D 1883-73 .....	35
Tabla XIV. N° de Golpes y Cargas.....	37
Tabla XV. Calculo del CBR de diseño .....	38
Tabla XVI. Calculo del CBR corregido .....	39
Tabla XVII. Resultados de ensayos de suelos.....	40
Tabla XVIII. Ejes Equivalentes.....	42
Tabla XIX. Trafico proyectado para 10 y 20 años .....	42
Tabla XX. Total de Ejes Equivalentes.....	43
Tabla XXI. Factores Regionales .....	43
Tabla XXII. Número estructural del nomograma .....	44
Tabla XXIII. Espesores de capa de pavimento flexible .....	45

Tabla XXIV. Módulo de reacción de la subrasante para pavimento rígido...	46
Tabla XXV. Tabla de reacción de subrasante corregido $K_c$ .....	47
Tabla XXVI. Módulo de rotura.....	48
Tabla XXVII. Cálculo de repeticiones esperadas.....	48
Tabla XXVIII. Espesores asumidos.....	49
Tabla XXIX. Diseño del espesor del pavimento rígido.....	49
Tabla XXX. Espesores de pavimento rígido.....	50
Tabla XXXI. Módulo de reacción de subrasante $k$ para pavimento semirrígido .....	50
Tabla XXXII. Coeficiente de consumo de fatiga.....	51
Tabla XXXIII. Espesores de carpeta asfáltica.....	53
Tabla XXXIV. Espesor de suelo-cemento.....	54
Tabla XXXV. Velocidad de diseño.....	57

Tabla XXXVI. Resultado de las curvas horizontales .....	60
Tabla XXXVII. Valores de diseño de los radios mínimos .....	61
Tabla XXXVIII. Gradientes longitudinales recomendables.....	62
Tabla XXXIX. Curva vertical convexa 1 .....	63
Tabla XL. Curva vertical convexa 2 .....	64
Tabla XLI. Curva vertical cóncava .....	64
Tabla XLII. Curva vertical convexa 3 .....	65
Tabla XLIII. Curva vertical convexa 4 .....	65
Tabla XLIV. Curva vertical cóncavo .....	66
Tabla XLV. Curva Vertical convexa 4 .....	66
Tabla XLVI. Peralte curva 1 .....	68
Tabla XLVII. Peralte curva 2 .....	68

Tabla XLVIII. Peralte curva 3 .....	69
Tabla XLIX. Peralte curva 4 .....	69
Tabla L. Ficha técnica de Geotextil NT 3000 .....	76
Tabla LI. Valores de diseño para el ancho de espaldones .....	79
Tabla LII. Gradiente transversal para espaldones (porcentajes).....	80
Tabla LIII. Valores recomendables de los taludes en terrenos planos.....	81
Tabla LIV. Anchos mínimos admisibles para construcciones de cualquier obra civil.....	82
Tabla LV. Listado de rubros de vía de pavimento asfáltico.....	84
Tabla LVI. Listado de rubros de vía de pavimento rígido.....	84
Tabla LVII. Listado de rubros de via de suelo cemento .....	85
Tabla LVIII. Costos y tiempos de alternativas propuestas .....	90

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Tráfico proyectado.....	27
Ecuación 2. Tráfico desviado.....	27
Ecuación 3. Tráfico generado.....	27
Ecuación 4. Tráfico Promeio Diario Anual.....	27
Ecuación 5. Total de ejes equivalentes.....	43
Ecuación 6. Módulo de rotura.....	48
Ecuación 7. Volumen de circulación.....	57
Ecuación 8. Volumen de circulación.....	58
Ecuación 9. Tiempo de concentración.....	71
Ecuación 10. Desnivel medio de la Cuenca.....	71
Ecuación 11. Intensidad de precipitación fluvial.....	72



Ecuación 12. Caudal en cuneta .....	73
Ecuación 13. Caudal usando Manning .....	74

# **CAPÍTULO I**

## **1 INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Antecedentes**

La población de Puerto Engabao consta aproximadamente de 5000 habitantes, migrantes de diferentes cantones y provincias del Ecuador, esta población se sustenta económicamente del sector pesquero y del turismo principalmente.

En el año 2008, se planteó un proyecto de vía de acceso, por parte de la comuna de Puerto Engabao con fondos adquiridos para la mejora del sector hospedero, debido al aislamiento de esta comunidad que necesitaba una vía para transporte comercial de su principal fuente de ingreso que es el sector pesquero.

Con esta vía construida en malas condiciones se solucionó varias necesidades de la población de forma parcial lo cual facilitó el ingreso y salida de vehículos comerciales, así como de transporte público para la llegada de nuevos visitantes al sector.

En el año 2014, el Gobierno provincial del Guayas realizó trabajos de mantenimiento en los 2.5 km de la vía de Acceso Engabao- Puerto Engabao. Debido a que este lugar sería sede del denominado 'Reef Classic Guayas Turístico', actividad con la que la comunidad aspiraba atraer a miles de turistas nacionales y extranjeros.

## **1.2 Alcance**

De acuerdo con los antecedentes antes mencionados y con el fin de elaborar nuestro proyecto de fin de carrera para la obtención del título de ingeniería civil, decidimos aportar con una reconstrucción de la vía de acceso que va desde la comuna de Engabao hasta el Puerto, debido a las necesidades de la población de dicho lugar. La temática del proyecto consiste en el diseño de una carretera tomando en cuenta consideraciones y parámetros del terreno como su planimetría y altimetría e impactos ambientales que podemos topar al momento de la elaboración de la vía.

Se basó en el diseño de la carretera siguiendo los reglamentos, leyes y restricciones que deberá tomarse en cuenta para el diseño del mismo.

Las alternativas que implementaremos son:

- Diseño de pavimento flexible.
- Diseño de pavimento Rígido.
- Diseño de pavimento Semirrígido.

Una vez que ya hayan realizado los diseños de las 3 alternativas se procederá a realizar un análisis de presupuesto de cada una de ellas. Luego se realizará cronogramas y recursos que se necesitarán para la construcción de la carretera de cada una de las alternativas propuestas. El proyecto se concluirá con la selección de la alternativa más viable y económica bajo recomendaciones que incluirá en los siguientes diseños.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo principal**

-Realizar el diseño de la vía que atraviesa la población de Engabao.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

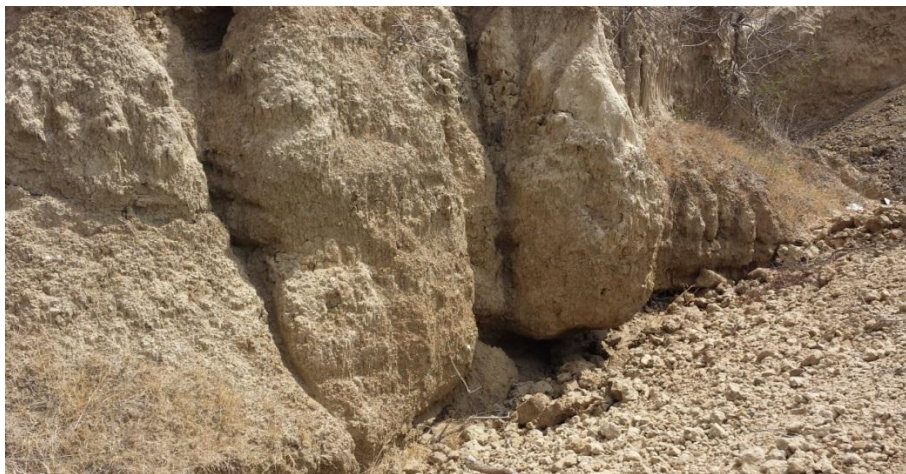
- Estudiar las características topográficas del área.
- Investigar las condiciones geológicas.
- Realizar investigaciones geotécnicas de campo y laboratorio.
- Diseñar el pavimento de la vía.
- Escoger el diseño más factible
- Investigar los aspectos ambientales y su manejo.

## **1.4 Información disponible**

### **1.4.1 Geología del sector**

#### **1.4.1.1 Depósitos de suelo**

El terreno en donde se encuentra Engabao está formada por una capa de suelo de al menos de 50 centímetros de espesor donde puede contener rocas, areniscas y limolitas, bastantes meteorizadas, como se muestra en la foto 1.



**Foto 1. Tipos de rocas existentes en los ingresos de Engabao**

Puerto Engabao se ubica al borde de una terraza relativamente plana que se tiene al pie de las montañas o cerros de Engabao, por lo que dicha planicie contiene materiales producto de la erosión de las parte más altas.

#### **1.4.1.2 Formación rocosa**

Tal como se constata en el plano de la Dirección Nacional de Geología Militar, en el área de proyecto se tiene la formación geológica de Engabao, que se dice es parte del grupo Azúcar.

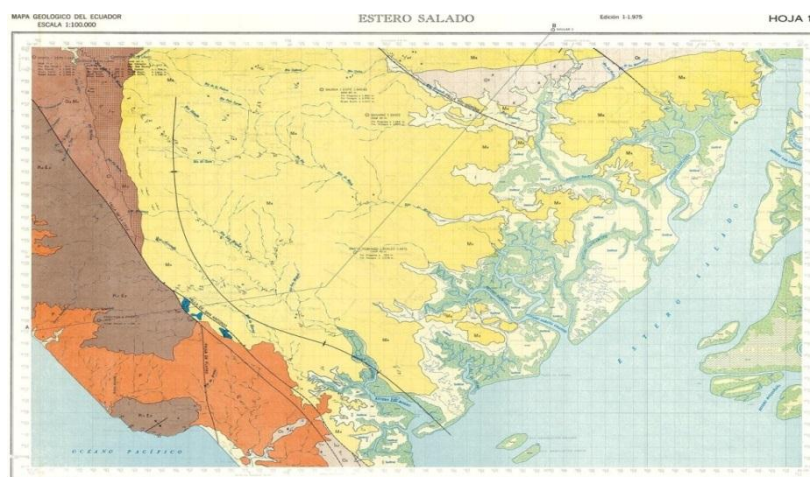
Dicha formación geológica incluye areniscas y limolitas las que se encuentran claramente cercas de ese sector. Ver figura 1

Los acantilados que bordean la terraza antes indicadas son rocosos ya que resisten el oleaje, la que se observa en la foto 2.



**Foto 2. Acantilados de Engabao**

**Figura 1. Plano Geológico de Engabao**



**Fuente:** Dirección Nacional de Geología y Minas

### **1.4.1.3 Uso de Suelo**

El sector de interés ha sido utilizado para el asentamiento de la comuna de Engabao el pequeño puerto del mismo nombre. Debido a la carencia de agua se realizan siembras inicialmente cuando se presentan las lluvias. Se encuentran animales de pastoreo sin embargo esta actividad es poco significativa.

## **1.4.2 Características climáticas**

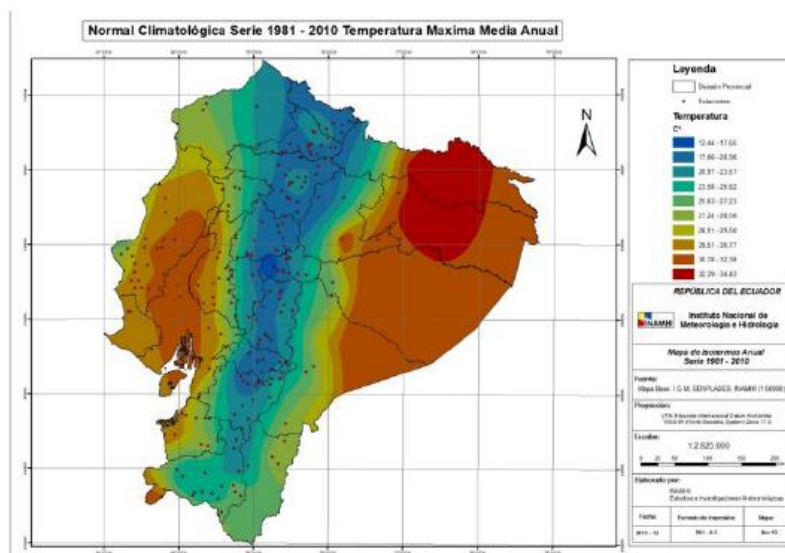
### **1.4.2.1 Clima**

Al igual en toda la costa ecuatoriana, el clima esta directamente influenciado por la presencia de la corriente de Humbolt, la que genera un clima relativamente frio con bajas humedades relativas las que generan sequia.

El clima de Engabao es de tipo tropical megatérmico árido a semiárido. En los meses de diciembre a abril posee un clima soleado y en los meses de enero a abril posee humedad. La temperatura está entre 24°C a 26°C lo cual hace tenga un muy amigable clima, en especial entre los meses de Mayo a Octubre.



**Figura 2. Mapa de temperatura máxima media anual**



**Fuente:** Ecoeficiencia Cia. Ltda, EIA Villamil Playas-2014

La vegetación del sector de puerto de Engabao se mantiene seca durante los meses de mayo hasta finales de diciembre, pero en los meses de enero a mayo la vegetación reverdece de nuevo por las lluvias. Engabao presenta épocas secas por 8 meses y eventuales lluvias.

El fenómeno El Niño cambia drásticamente esas condiciones, ya que el clima se transforman en cálido y húmedo, con la presencia de lluvias torrenciales que reverdecen.

**Figura 3. Mapa del clima del Cantón Playas**



**Fuente:** Ecoeficiencia Cia. Ltda, EIA Villamil Playas-2014

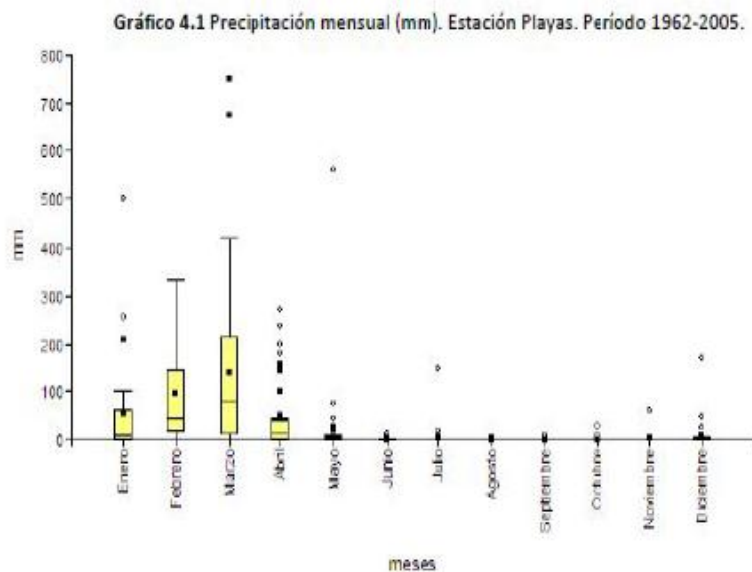
### 1.4.2.2 Precipitación

Las precipitaciones anuales son inferiores a 500mm/m<sup>2</sup> concentrándose en una sola estación lluviosa, de enero a abril, con irregularidades por el fenómeno del Niño.

(Pourrut et al 1995). La estación meteorológica más cercana está a 7.9 Km y es la M173 del Instituto Nacional de Meteorología, que se localiza en Villamil Playas registrando una precipitación anual de 380 mm/año.

En el siguiente gráfico se presenta la precipitación mensual en el periodo que comprende los años de 1962 y 2005.

**Figura 4. Precipitación mensual, estación meteorológica m-173, Villamil Playas**



**Fuente:** Ecoeficiencia Cia. Ltda, EIA Villamil Playas-2014

**Tabla I. Precipitaciones de estación Playas 1963-2005**

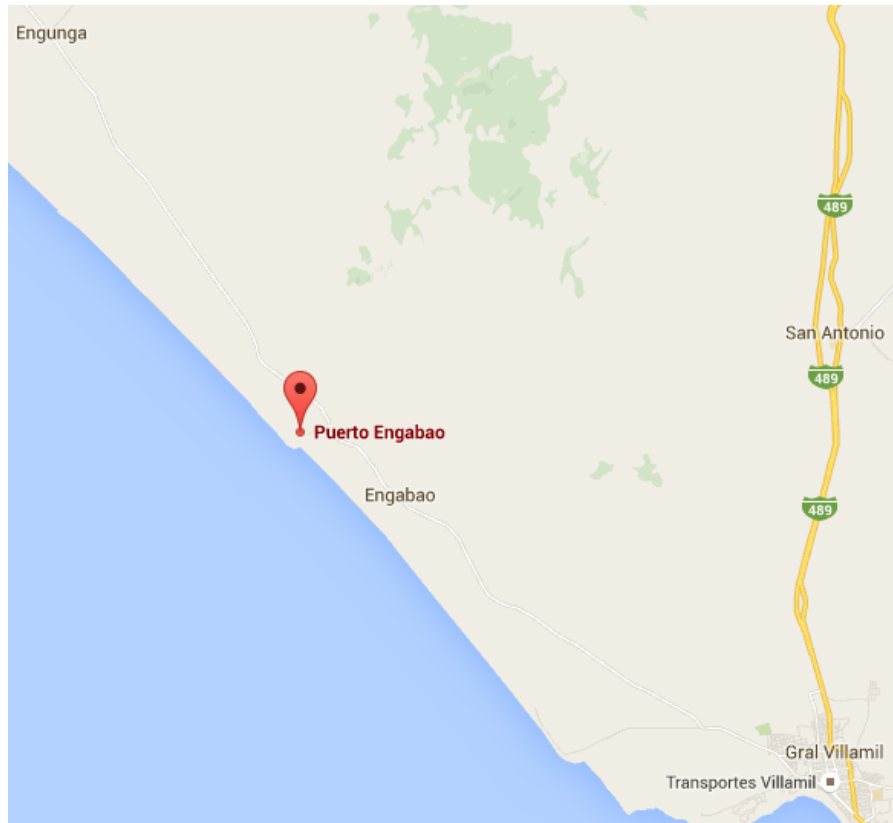
	<b>ENE</b>	<b>FEBR</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>
<b>MÍNIMA</b>	0	0	0	0	0	0
<b>MEDIA</b>	53,74	94,12	139,89	50,49	24,29	1,29
<b>MÁXIMA</b>	449,4	335	748	272,7	559,1	11,3
	<b>JUL</b>	<b>AGOS</b>	<b>SEPT</b>	<b>OCTU</b>	<b>NOVI</b>	<b>DICI</b>
<b>MÍNIMA</b>	0	0	0	0	0	0
<b>MEDIA</b>	6,19	0,43	0,94	1,55	2,38	9,44
<b>MÁXIMA</b>	148,3	3,3	10	28,7	60,7	169,5

**Fuente:** Instituto Nacional Hidrológico y Meteorológico

### 1.5 Enfoque y Metodología

Para la metodología se enfocó de la información que se pudo aprovechar de la vía que se encuentra en mal estado. El proyecto del estudio se encuentra ubicado al norte de Playas, a 110 km de la ciudad de Guayaquil, en la provincia del Guayas, entre los 2° 34' 20.96" latitud Sur y a 80° 29' 14.88" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. La vía de acceso desde la Comuna de Engabao hasta el Puerto tiene un recorrido de aproximadamente de 3 km.

**Figura 5. Ubicación del proyecto, Engabao, Provincia del Guayas**



**Fuente:** Google Maps

El estudio de una vía de comunicación (carretera) es un proceso muy complejo que solo se debe atender tras una planificación de transporte a nivel local o regional, en este caso será local ya que la vía se encuentra dentro de la misma zona urbanística.

Se realizó estudios de suelo a lo largo de la vía en donde se recolectó muestras lineales aproximadamente cada 500 metros en donde se procedió

a realizar los respectivos ensayos de suelo para conocer las características del mismo.

Se estableció el tipo de camino que tiene la vía en caso de ser llano, ondulado o montañoso de lo cual se guió con un estudio topográfico que abarca desde la comuna hasta el Puerto.

Al tener toda la información topográfica del terreno y conociendo todas las características de suelo se procederá a realizar el diseño de los tres diferentes tipos de pavimentos y el diseño de la ruta aplicando los códigos y reglamentos que se siguen en nuestro medio.

Ya finalizado los diseños de las alternativas propuestas se tendrá un análisis de precios unitarios y global del proceso constructivo con los diferentes tipos de diseños. Se evaluará el tiempo y personal de trabajo para reducir costos y se seleccionará lo que más factible.

Finalmente se seleccionará la alternativa más viable que se tiene para el diseño de la vía de acceso desde el punto de vista de tiempo y el costo que tendría la construcción. El desarrollo de este proyecto podría servir como una referencia para el municipio y que lo tenga como una opción que se pueda realizar.

# **CAPÍTULO 2**

## **2 ESTUDIOS PRELIMINARES**

### **2.1 Estudios Preliminares**

Un estudio preliminar permite explicar el alcance de un proyecto y sustentabilidad del mismo, permitiendo así determinar la factibilidad y viabilidad económica.

Es necesario la recolección y gestión de información, ya sea nueva o existente

Se obtuvo un mapa topográfico que incluye la localización del lugar, planimetría y altimetría de Puerto Engabao del Instituto Geográfico Militar (IGM). Una vez obtenida esta información se traza en oficina las posibles

rutas para el proyecto vial, luego se recorre el terreno para comprobar que no haya variaciones recientes en las condiciones del terreno y se entrevistó a los moradores obteniendo información de posibles zonas de conflicto, tales como lluvia, drenaje, etc

## **2.2 Ubicación del Lugar.**

La zona del proyecto se encuentra al norte de Playas en la provincia del Guayas, y el lugar de Puerto Engabao donde se va a diseñar la vía de acceso se encuentra delimitado de la siguiente manera:

**Norte:** Engunga

**Sur y Oeste:** Océano Pacífico

**Este:** San Antonio

El terreno se encuentra delimitado por un polígono con las siguientes coordenadas.

Coordenadas 2°33.7' Lat. Sur y 80°29.9 Long.



## **2.3 Exploración Terrestre**

Corresponde al recorrido de la ruta para estudiar y establecer orientaciones, longitudes, altitudes, gradientes, puntos específicos de importancia, bancos de material y posibles puntos de drenajes.

### **2.3.1 Parámetros de la exploración**

Los parámetros que se obtuvieron en el recorrido de la ruta se utilizó varios equipos de campo para obtener datos acerca del terreno que se los dicta continuación.

#### **2.3.1.1 Longitudes**

Esta actividad se la realizó con equipos que ayudan a establecer las longitudes que recorre la vía en este caso como el podómetro y el odómetro o por medio de GPS en donde se colocó las coordenadas en el plano y se midió la distancia de recorrido. Para la vía de Puerto Engabao hacia la comuna fueron aproximadamente 2.8 kilómetros.

### **2.3.1.2 Orientaciones**

Al mismo tiempo que se midió las longitudes también se midieron los diferentes rumbos y cambios de orientación en lo que para esto se utilizó una brújula.

### **2.3.1.3 Altitudes**

Se lo realizó por medio de alímetros en donde determinábamos las variaciones de altura a determinadas distancias.

### **2.3.1.4 Gradientes**

Se midió las inclinaciones y declinaciones por medio de un clinómetro en el recorrido del sitio donde dió un promedio entre 3% y 6% dependiente.

### **2.3.1.5 Puntos importantes**

Se encontró un punto importante antes de la llegada al puerto en donde se ha construido un puente, lo cual indicamos que es obligatorio pasar el diseño de la vía por ese sitio.

#### **2.3.1.6 Banco de material**

En el km 170 via Gye a Salinas antes de Buenos Aires se encuentra la cantera Verdu en donde se favorecería de esa cantera para el material de mejoramiento.

**Posible drenaje:** En la vía de acceso se encuentra secciones de corte de 2 hasta 4 metros en donde será conveniente el drenaje de agua.

#### **2.3.2 Características de los terrenos**

Según Ministerio de transporte y Obras Públicas se clasifican tres tipos de terreno, llanos, ondulados y montañosos.

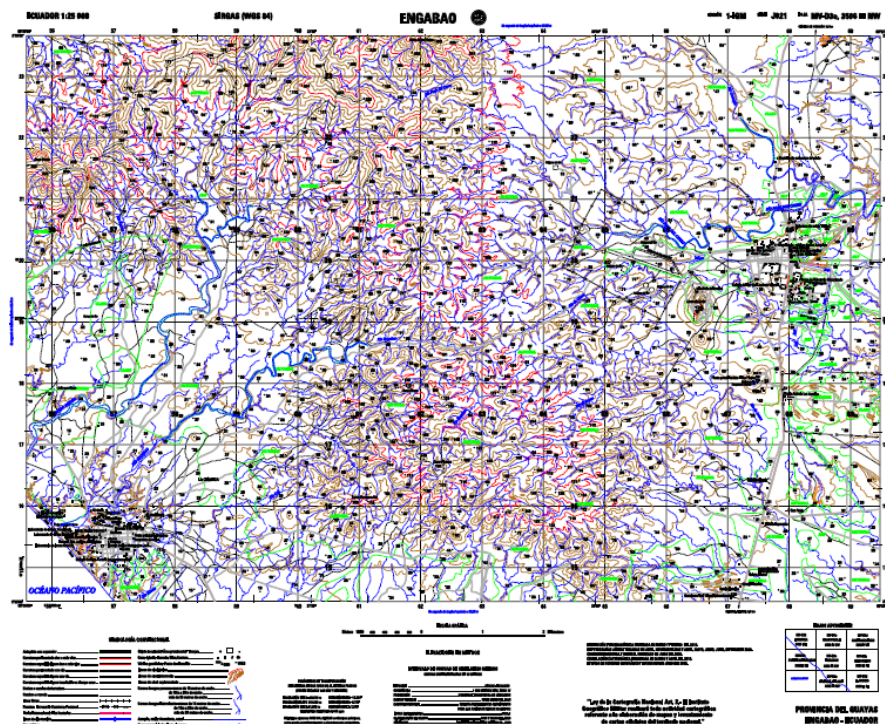
Puerto Engabao por localizarse en la región costa del Ecuador y por no presentar variaciones grandes a considerarse en el terreno, se lo ha clasificado como Terreno ondulado ya que presenta inclinaciones y depresiones entre 3% y 6% de pendiente. .

## 2.4 Selección de la Ruta

En la selección de la ruta se basó en los criterios formados para escoger la mejor ruta, para esto se formó varias alternativas en lo cual se seleccionará la más viable y favorable para el diseño.

Se recurrió al instituto geográfico militar (IGM) donde se consiguió la topografía muy amplia de Engabao y realizar un estudio de donde se podía pasar la ruta e identificar los sectores que podría tener problemas en el diseño de la misma.

**Figura 6. Topografía de Engabao por el IGM**



**Fuente:** Instituto Geográfico Militar

## **2.5 Línea de Gradiente**

Se basó en el recorrido del terreno para poderse ubicar en puntos estratégicos y comenzar con el levantamiento topográfico.

## **2.6 Levantamiento Topográfico**

El levantamiento topográfico se lo realizó por medio de Aerofotogrametría, utilización de autofotos.

## **2.7 Tráfico**

### **2.7.1 Aforo de Tráfico**

Para el diseño geométrico que tendrá la vía se realizó un estudio o aforo de tráfico utilizando el método de conteo de vehículos. En este caso se analiza los diferentes puntos estratégicos para poder realizar el conteo sin embargo se adoptó un punto estratégico (estación A) ya que la vía de acceso solo tiene una entrada para llegar al destino de puerto Engabao.

El volumen de tráfico se lo realizó de forma manual donde se registró la cantidad de vehículos que llegaban y salían de Puerto Engabao todos los días durante una semana.

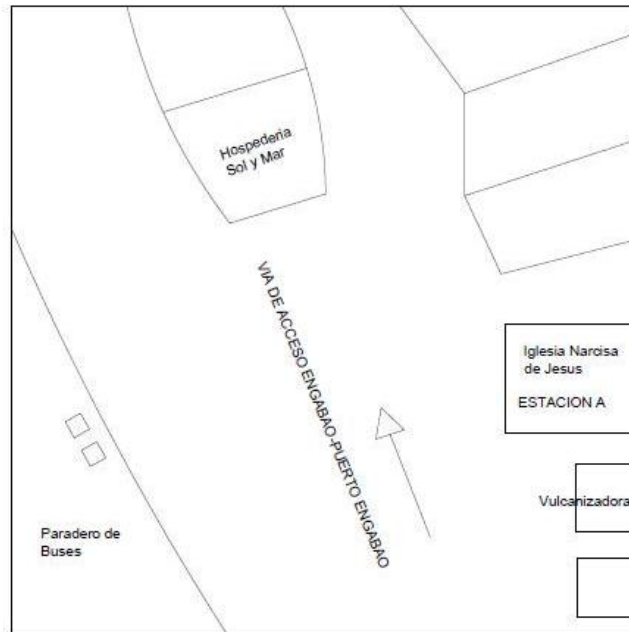
## 2.7.2 Hoja de aforo de tráfico realizado en campo

- **Ubicación: Iglesia de Puerto Engabao**

**Tabla II. Conteo de vehículos de la estación A**

Aforo Vehicular			EST. IGLESIA DE ENGABAO Proyecto de Desarrollo de Infraestructura de Ingeniería de "Engabao"						
Estación									
Fecha									
CLASE	TIPO	Día							
		1 19 DE OCTUBRE	2 20 DE OCTUBRE	3 21 DE OCTUBRE	4 22 DE OCTUBRE	5 23 DE OCTUBRE	6 24 DE OCTUBRE	7 25 DE OCTUBRE	
LIVIANOS	1 Automóviles y Camionetas	42	45	38	43	47	65	60	
OMNIBUS	B2 Buses medianos (hasta 35 pas, 2 ejes)	8	9	8	9	10	12	6	
	C2 Camiones Grandes (mas de 10 T, 2 ejes)	3	2	4	3	2	4	1	

**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 7. Croquis de la estación A**

**Fuente:** Elaboración Propia

### 2.7.3 Aceptación del proyecto

Debido a que en el lugar del proyecto existe una vía existente de acceso, sin ningún tipo de desarrollo técnico o especializado, la aceptación por parte de pobladores y visitantes es considerada del 100%, debido a la diaria utilización del mismo, es considerada como una obra civil necesario para desarrollo económico, urbano y social del sitio

# **CAPÍTULO 3**

## **3 ESTUDIOS DEFINITIVOS**

### **3.1 Estudios Definitivos**

Luego de haber realizado los estudios preliminares se procedió a realizar los estudios definitivos en donde se comienza con los diseños de las alternativas que se plantearon inicialmente y se analizará la factibilidad, es decir si el proyecto planteado tiene operativa, viabilidad, economía y seguridad.

De las alternativas que se propusieron se realizará un análisis de presupuesto donde se verá que diseño es el más óptimo y económico siguiendo con todos los reglamentos establecidos, así llevar a cabo a elegir el más viable y favorable en el cual no tenga problemas en su construcción.



### 3.2 Estudio de Tráfico

El estudio de tráfico para el diseño de pavimento es la variable más importante en el diseño de una carretera, en lo que se comienza con un conteo de vehículos para saber el volumen de tráfico que se encuentra en la zona de la Comuna hacia el Puerto Engabao.

Se realizó un aforo de tráfico para calcular el TPDA (tráfico promedio diario anual).

**Tabla III. Volumen total de vehículos de livianos y pesados**

Tipo de vehículo	DÍAS						
	LUN	MAR	MIER	JUEV	VIER	SAB	DOM
Livianos	42	45	38	43	47	65	60
Pesados	11	11	12	12	12	16	7

**Fuente:** Elaboración Propia

Se realizó una suma promedio para calcular los vehículos de diseño en la zona de Engabao donde pasan vehículos pesados y livianos.

Para los vehículos de diseño se considera:

4 livianos = 1 vehículo de diseño

1 pesado = 1 vehículo de diseño

**Tabla IV. Vehículos de diseño**

<b>SUMA PROMEDIO</b>	<b>VEHICULO DE DISEÑO</b>
48,6	12,1
11,6	11,6
<b>TOTAL</b>	<b>23,7</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.2.1 Tráfico Promedio Diario Anual

#### 3.2.1.1 Cálculo De Tráfico Promedio Diario Anual TPDA

**Tabla V. Tasa de crecimiento vehicular, vida útil**

<b>Tráfico actual (ta)</b>	23,7
<b>tasa de crecimiento (i)</b>	0,05
<b>vida útil en años (n)</b>	20

**Fuente:** Elaboración Propia

El tráfico actual son los vehículos que circulan de una carretera antes de su mejoramiento lo cual fue calculado por el aforo de tráfico.

Para la tasa de crecimiento promedio de vehículos automotores del Ecuador es el 5% que es el porcentaje de crecimiento que supera anualmente, y para el diseño de pavimento se utilizó una vida útil no más de 20 años.

### 3.2.1.2 Cálculo de tráfico Proyectado

#### Ecuación 1. Tráfico proyectado

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

$$T_p = 62,9$$

### 3.2.1.3 Cálculo de tráfico desviado

#### Ecuación 2. Tráfico desviado

$$T_d = 0,20T_p$$

$$T_d = 12,58$$

### 3.2.1.4 Cálculo de tráfico generado

#### Ecuación 3. Tráfico generado

$$T_g = 0,25T_p$$

$$T_g = 15,73$$

### 3.2.1.5 Cálculo de TPDA

#### Ecuación 4. Tráfico Promedio Diario Anual

$$T_p + T_d + T_g = 91,24$$

### 3.3 Clasificación de la carretera de acuerdo al tráfico

Para el diseño de la carretera se recomienda seguir la clasificación en función del pronóstico de tráfico para un periodo de 10 a 20 años en el cual se lo visualiza en la tabla III del MTOP.

**Tabla VI. Clasificación de Carretera**  
**CLASIFICACION DE CARRETERAS**  
**EN FUNCION**  
**DEL TRAFICO PROYECTADO**

<b>CLASE DE CARRETERA</b>	<b>TRAFICO PROYECTADO TPDA</b>
R-I o R-II	Más DE 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	menos de 100

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP

Calculado el TPDA, dió como resultado una clase de carretera tipo V.

### 3.4 Ensayos de Suelo

Para la extracción de las muestras, se procedió a tomarlas diversos puntos una vez definido el trazado preliminar de la vía, aproximadamente cada 500 metros. Por cada punto se extrajo 50kg aproximadamente, equivalente a un saco.

Una vez tomadas las muestras se las trasladó al Laboratorio de Mecánica de suelos de la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Para realizar los ensayos pertinentes para proceder al diseño de una vía los cuales son:

- Límites de Atterberg
- Proctor
- CBR

Los límites de Atterberg constan de los ensayos de granulometría, límite plástico y Límite Líquido.

Para Granulometría se realizó basado en la norma ASTM D421-85(2007). y se obtuvieron los siguientes resultados.

### **3.4.1 Granulometría**

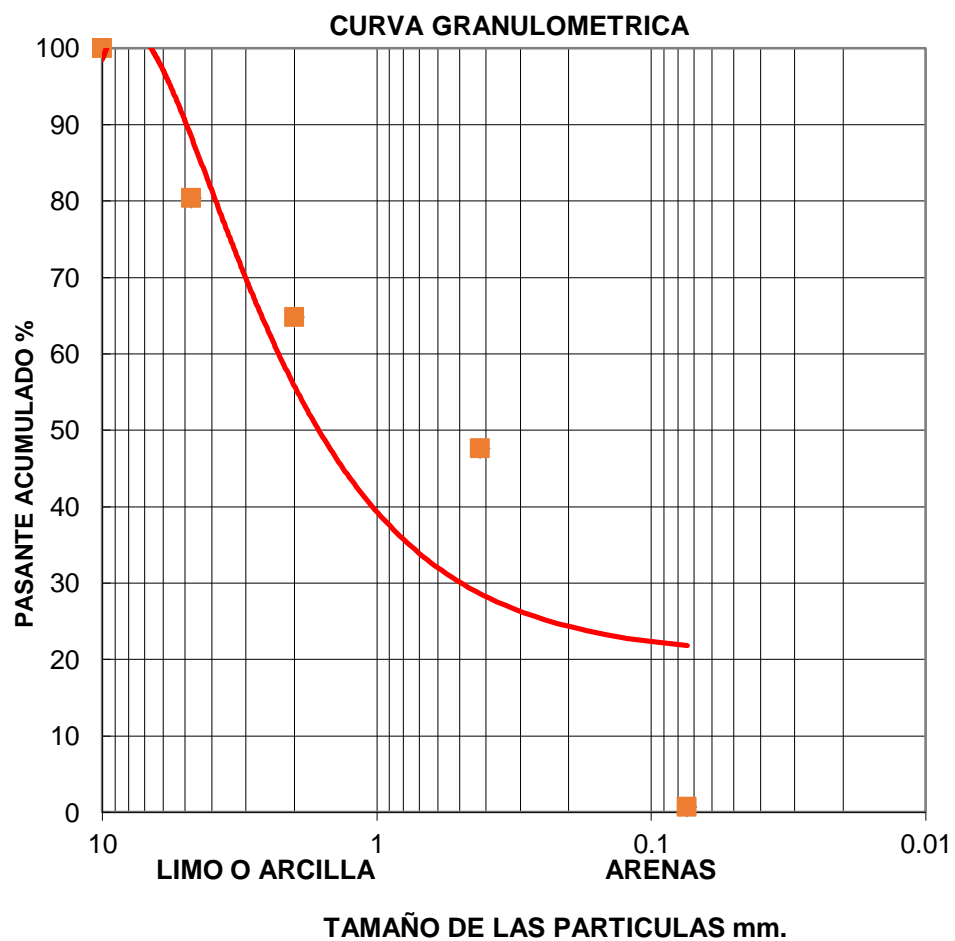
Según la norma ASTM D421-85 del MTOP se clasifica la muestra utilizando los tamices dados en la siguiente tabla granulométrica.

**Tabla VII. Granulometría de la muestra según norma ASTM D421-85**

N TAMIZ"	FAC MALLA mm	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
4	4,75	74,04	19,6711	19,6711	80,3289
10	2	58,49	15,5397	35,2108	64,7892
40	0,42	64,81	17,2188	52,4297	47,5703
200	0,074	176,58	46,9141	99,3438	0,6562
<b>FONDO</b>		2,47	0,6562	100,0000	0,0000
<b>TOTAL</b>		<b>376,39</b>	100,0000		

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 8. Curva Granulométrica, Norma ASTM D421-85**



Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.2 Límite plástico y líquido

#### Muestra 1

**Tabla VIII. Limite Líquido según Norma ASTM D4318-86**

<b>No. Ensayo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>No. Recipiente</b>	7	66	20	39	48
<b>Wh+r (g)</b>	12,7	14,9	10,5	13,7	10,3
<b>Ws+r (g)</b>	11,53	13,33	9,7	12,31	9,67
<b>r (recipiente g)</b>	6,16	6,17	5,97	5,95	6,34
<b>Ww (g)</b>	1,17	1,57	0,8	1,39	0,63
<b>Ws (g)</b>	5,37	7,16	3,73	6,36	3,33
<b>w%</b>	21,79	21,93	21,45	21,86	18,92
<b>No. Golpes</b>	7	29	14	21	35
<b>Log (No. Golpes)</b>	0,85	1,46	1,15	1,32	1,54

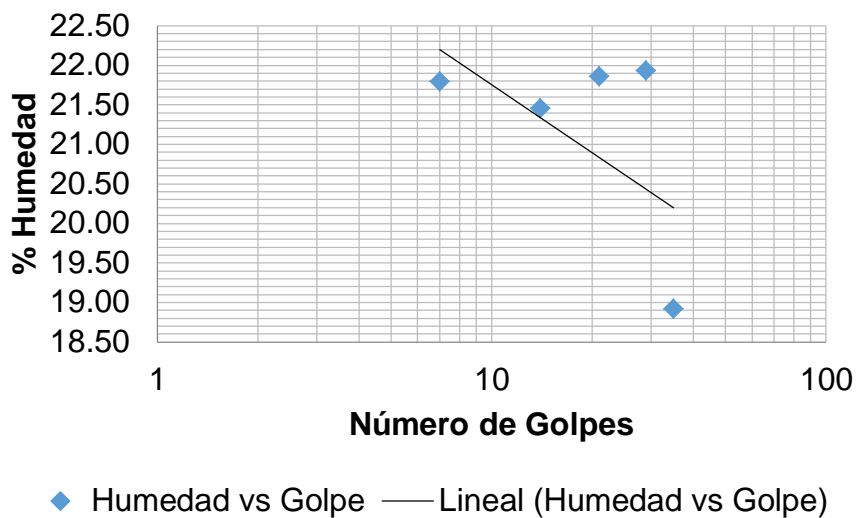
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla IX. Limite Plástico según Norma ASTM D4318-86**

<b>No. Ensayo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>No. Recipiente</b>	6	45	27
<b>Wh+r (g)</b>	8,5	8,4	7,9
<b>Ws+r (g)</b>	8,24	8,09	7,76
<b>r (recipiente g)</b>	6,36	5,99	6,03
<b>Ww (g)</b>	0,26	0,31	0,14
<b>Ws (g)</b>	1,88	2,1	1,73
<b>w%</b>	13,83	14,76	8,09
<b>No. Golpes</b>	35	35	35
<b>Log (No. Golpes)</b>	1,54	1,54	1,54

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 9. %Humedad vs N° de Golpes**



**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla X. Porcentajes de límite líquido y plástico**

<b>WI%</b>	20,6
<b>WP%</b>	12,23
<b>Ip</b>	8,7

**Fuente:** Elaboración Propia



### 3.4.3 Ensayo de Proctor.

#### Muestra 1

**Tabla XI. Datos para el ensayo de Proctor**

<b>Volumen del Cilindro</b>	0,000944
<b>altura de caída del martillo</b>	18
<b>Número de Golpes</b>	56
<b>Peso del Martillo</b>	10
<b>Peso del Cilindro (kg)</b>	4,15

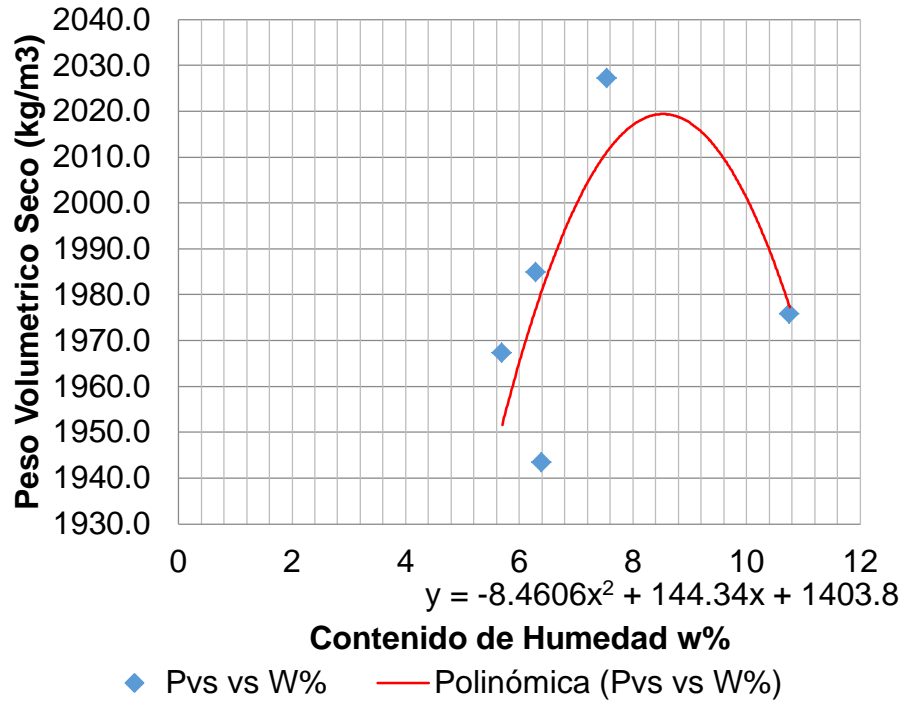
**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla XII. Ensayo de Proctor**

Cantidad de agua (cm3)	Recipiente No.	Peso Tierra Humedad +rcp (g)	Peso tierra seca + rcp (g)	Peso del Rcp (g)	Peso del agua	Peso Seco (g)	W%	Peso tierra humedad+ cilindro (kg)	Peso tierra Humedad (kg)	1-w/100	Peso Tierra Seca (kg)	Peso Volumétrico (kg/m3)
80	22	28,65	27,2	5,98	1,45	21,22	6,40	6,11	1,96	0,94	1,835	1943,47
100	68	38,68	36,8	5,88	1,88	30,92	5,73	6,12	1,97	0,94	1,857	1967,25
180	51	20,87	19,28	6,09	1,59	13,19	10,76	6,24	2,09	0,89	1,865	1975,81
50	73	27,75	26,7	6,27	1,05	20,43	4,89	6,12	1,97	0,95	1,874	1984,85
120	26	48,36	45,18	6,26	3,18	38,92	7,55	6,22	2,07	0,92	1,914	2027,16

**Fuente:** Elaboración Propia

Figura 10. Pvs vs %W



Fuente: Elaboración Propia Ensayo de CBR

Tabla XIII. Ensayo de CBR según Norma ASTM D 1883-73

Antes de la Inmersión					
Nº Golpes		12	25	56	
HUMEDAD	Nº Rec,	98	60	6	
	Wh+r	[g]	38,92	27,09	28.32
	Ws+r	[g]	37,28	26,15	26.98
	Ww	[g]	1,64	0,94	1.34
	r	[g]	6,31	6,34	6.13
	Ws	[g]	30,97	19,81	20.85
	w%		<b>5,30</b>	<b>4,75</b>	<b>6,43</b>
Molde + Suelo húmedo		8,310	8,490	8,640	
Molde	[kg]	7,320	7,320	7,320	
Suelo Húmedo	[kg]	0,990	1,170	1,320	
Suelo Seco	[kg]	0,940	1,117	1,240	
Contenido de Agua	[kg]	0,050	0,053	0,080	
Volumen	[m³]	0,002094	0,002094	0,002094	

<b>Densidad Húmeda</b>		472,78	558,74	630,37	
<b>Densidad Seca</b>		449,00	533,43	592,31	
<b>Después de la Inmersión</b>					
<b>Nº Golpes</b>		<b>12</b>	<b>25</b>	<b>56</b>	
<b>HUMEDAD</b>	<b>Nº Rec,</b>	22	73	51	
	<b>Wh+r</b>	<b>[g]</b>	22,78	36,21	26,27
	<b>Ws+r</b>	<b>[g]</b>	20,30	31,54	23,34
	<b>Ww</b>	<b>[g]</b>	2,48	4,67	2,93
	<b>r</b>	<b>[g]</b>	5,98	6,22	6,09
	<b>Ws</b>	<b>[g]</b>	14,32	25,32	17,25
	<b>w%</b>		<b>17,32</b>	<b>18,44</b>	<b>16,99</b>
<b>Molde + Suelo húmedo</b>		8,810	8,970	9,100	
<b>Molde</b>	<b>[kg]</b>	7,162	7,166	7,162	
<b>Suelo Húmedo</b>	<b>[kg]</b>	1,648	1,804	1,938	
<b>Suelo Seco</b>	<b>[kg]</b>	1,405	1,523	1,657	
<b>Contenido de Agua</b>	<b>[kg]</b>	0,243	0,281	0,281	
<b>Volumen</b>	<b>[k3]</b>	0,002094	0,002094	0,002094	
<b>Densidad Húmeda</b>		787,01	861,51	925,50	
<b>Densidad Seca</b>		670,83	727,36	791,12	
<b>Hinchamiento</b>					
<b>Lectura Inicial</b>	<b>pulg</b>	0,2000	0,2000	0,2000	
<b>Lectura Final</b>	<b>pulg</b>	0,2000	0,2000	0,2000	
<b>Hinchamiento</b>	<b>pulg</b>	0,0000	0,0000	0,0000	
<b>Hinchamiento</b>	<b>cm</b>	0,0000	0,0000	0,0000	
<b>Altura del molde</b>	<b>cm</b>	11,709	11,709	11,709	
<b>Hinchamiento %</b>	<b>%</b>	0,00	0,00	0,00	

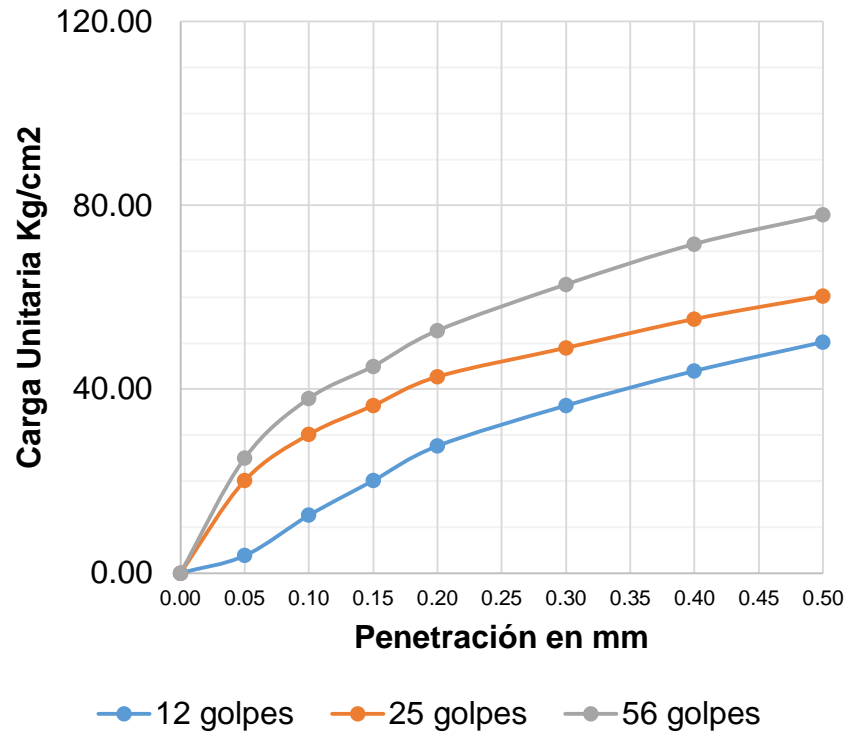
Fuente: Elaboración Propia

Tabla XIV. N° de Golpes y Cargas

N° de Golpes	12	25	56	12	25	56
<b>Penetración</b>	<b>Carga de Penetración (0,0001")</b>			<b>Carga de Penetración en libras</b>		
1,27 mm. (0,05")	15	80	55	161,53	861,47	592,26
<b>2,54 mm. (0,10")</b>	50	120	90	538,42	1292,20	969,15
1,27 mm. (0,15")	80	145	150	861,47	1561,41	1615,25
1,27 mm. (0,20")	110	170	210	1184,52	1830,62	2261,36
1,27 mm. (0,30")	145	195	250	1561,41	2099,83	2692,09
1,27 mm. (0,40")	175	220	285	1884,46	2369,04	3068,98
1,27 mm. (0,50")	200	240	310	2153,67	2584,41	3338,19
<b>Penetración (pulg)</b>	<b>Carga Unitaria en lb/pulg<sup>2</sup></b>			<b>Carga Unitaria en kg/cm<sup>2</sup></b>		
0.05	53,84	287,16	197,42	3,77	20,10	25,00
<b>0.10</b>	179,47	430,73	323,05	<b>12,56</b>	<b>30,15</b>	<b>38,00</b>
0.15	287,16	520,47	538,42	20,10	36,43	45,00
0.20	394,84	610,21	753,79	27,64	42,71	52,76
0.30	520,47	699,94	897,36	36,43	49,00	62,82
0.40	628,15	789,68	1022,99	43,97	55,28	71,61
0.50	717,89	861,47	1112,73	50,25	60,30	77,89
<b>N° de Golpes</b>	12	25	56	$CBR = \frac{\text{carga de penetracion para 0,1"}}{\text{carga de penetracion para 0,1" (Muestra Patrón)}}$		
<b>Penetración (mm)</b>	<b>Carga Unitaria en kg/cm<sup>2</sup></b>					
2,54 mm. (0,10")	12,56	30,15	38,00			
<b>CBR %</b>	<b>17,95</b>	<b>43,07</b>	<b>54,29</b>			

Fuente: Elaboración Propia

Figura 11. Carga Unitaria vs Penetración



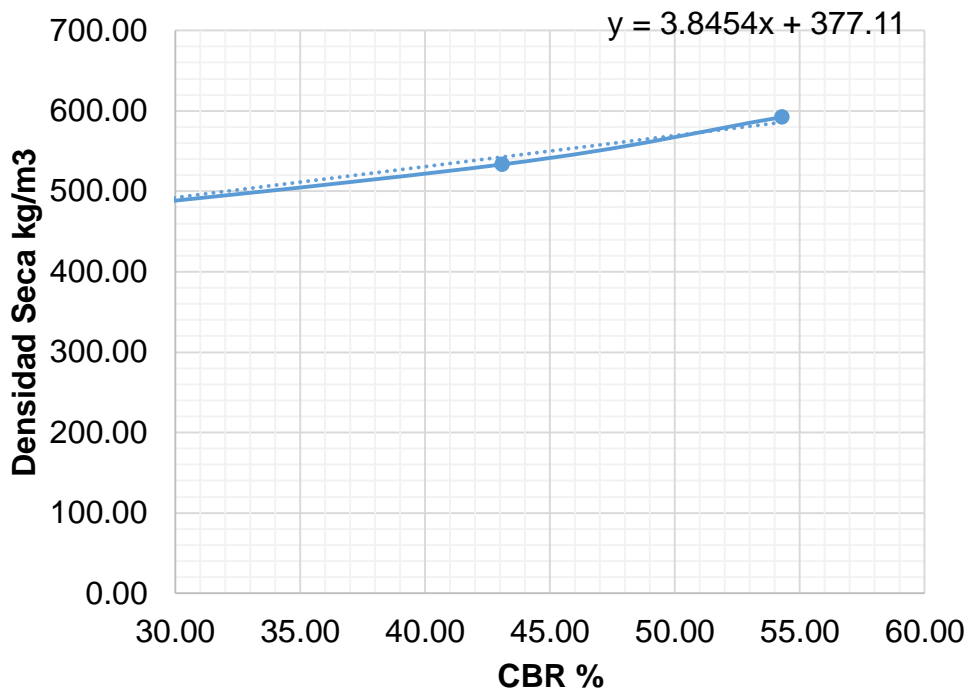
Fuente: Elaboración Propia

Tabla XV. Calculo del CBR de diseño

# Golpes	12	25	56
Densidad Seca	449,00	533,43	592,31
CBR %	17,95	43,07	54,29

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 12. Cálculo del CBR de diseño**



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla XVI. Calculo del CBR corregido**

Densidad Seca (56 golp.)=	592,31
Densidad Seca Corregida=	562,69
%CBR corregido=	48,33

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla XVII. Resultados de ensayos de suelos**

<b>Muestra</b>	<b>L.L (%)</b>	<b>L.P (%)</b>	<b>Dens. Seca Max</b>	<b>CBR (%)</b>
1	20,6	12,23	592,31	48,33
2	19,56	15,67	548,35	15,37
3	17,6	14,61	493,45	25,87
4	22,4	16,34	603,45	12,25

**Fuente:** Elaboración propia

En el trazado de la vía que atraviesa la población de Engabao se encuentra que el terreno que existe bajo una capa inicial de suelo puede llegar a tener 50 cm de espesor, y puede estar formada por rocas, areniscas y limolitas de la formación geológica de Engabao.

Lo antes mencionado significa que en ningún sitio la subrasante de la vía va a ser suelo sino más bien las mencionadas sedimentarias.

Con la evaluación del CBR o resistencia a la compresión de dicho material de subrasante se debe de analizar pruebas insitu, lo cual no ha sido posible en el presente trabajo, por lo que los resultados de las diferentes muestras salieron variadas por las dificultades y problemas que tuvo el terreno.

Analizada la información respecto a las rocas sedimentarias de formación geológica similar a Engabao, se considera que la resistencia a la compresión simple de dicho extractos rocosos esta entre 800 y 1000 T/m<sup>2</sup>, es decir 80 y 100 kg/m, lo cual significa que se trata de una resistencia muy superior a los que tiene las capas de suelo.



Por lo antes expresado se determina que no debe de existir preocupaciones por el comportamiento que vaya a tener la subrasante, sin embargo, es importante y necesario evitar el deterioro de dichas capas rocosas blandas que pueden tener por causa de la presencia de agua.

Así para el diseño de pavimento se escogió un CBR de 20% lo que es un porcentaje conservador.

### **3.5 Diseño de Pavimento Flexible**

#### **3.5.1 Calculo de ejes equivalentes**

Para efectos del cálculo, los vehículos se los describe cargados y vacíos según se observa en el aforo y seguir una distribución de tráfico de acuerdo al peso, donde todas las cargas son llevadas a un eje equivalente.

Tabla XVIII. Ejes Equivalentes

Vehículo	TPDA	%	No. Eje	carga por eje(kg)	factor de eje equivalente	ejes equivalente
Livianos	48,6	40%	19,44	500	0,004	0,078
			19,44	2000	0,0044	0,086
		60%	29,16	1000	0,0008	0,023
			29,16	4000	0,07	2,041
Pesados	11,6	20%	2,32	2200	0,006	0,014
			2,32	8800	0,1272	0,295
		80%	9,28	5000	0,1501	1,393
			9,28	20000	3,27	30,346
					<b>EE</b>	34,275

Fuente: Elaboración Propia

te = 11,6

ta = 14,5

$$tp = ta(1 + i)^n$$

Tabla XIX. Trafico proyectado para 10 y 20 años

I etapa	tp (10 años)	23,62
II etapa	tp (20 años)	38,47

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.2 Total de ejes equivalentes

#### Ecuación 5. Total de ejes equivalentes

$$TEE = \frac{ta+tp}{2} * 10 \text{ años} * 365 * 0.6 \frac{EE}{Vp=te}$$

**Tabla XX. Total de Ejes Equivalentes**

<b>TEE (10 años)</b>	1,23E+05
<b>TEE (20 años)</b>	1,71E+05

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.5.3 Espesores de diseño de Pavimento

#### 3.5.3.1 Cálculo del Número Estructural

Para el cálculo de los espesores de pavimento se necesita adoptar un factor regional, el que se escogió de la tabla de relación entre precipitación pluvial y el factor regional.

**Tabla XXI. Factores Regionales**

PRECIPITACIÓN PLUVIOMÉTRICA ANUAL (mm)	FACTOR REGIONAL (FR)
Menos de 250	0.25
250 – 500	0.50
500 – 1000	1.00
1000 – 2000	1.50
2000 – 3000	1.75
Mas de 3000	2.00

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP

La precipitación pluviométrica en el Ecuador se encuentra en el rango entre (1000-2000) y se optó por un factor regional de 1,50.

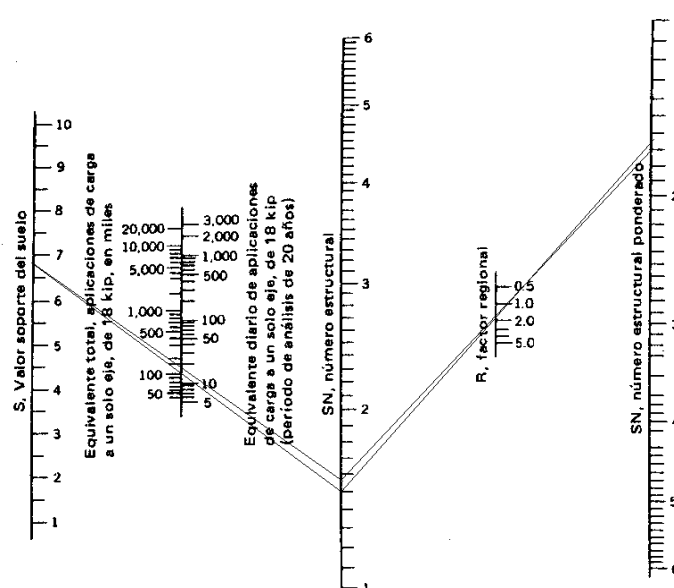
**Tabla XXII. Número estructural del nomograma**

años	Ejes equivalentes	CBR	Fr	Ne
10	1,23E+05	20	1,5	2,4
20	1,71E+05	20	1,5	2,45

**Fuente:** Elaboración Propia

Para el valor del número estructural se acudió a la tabla de nomograma de diseño para pavimento flexible que se muestra a continuación en la figura 15.

**Figura 13. Nomograma de diseño para pavimento flexible**



**Fuente:** Libro ingeniería de pavimentos, Alfonso Montejó Fonseca (2002)

### 3.5.2.2 Cálculo de los espesores de pavimento flexible

Se determinó los coeficientes estructurales para cada tipo de capa y se realizó una iteración donde se tuvo que apegar al número estructural obtenido anteriormente para que el diseño sea lo más económico.

**Tabla XXIII. Espesores de capa de pavimento flexible**

<b>Determinación de los espesores de capa para 20 años</b>			
<b>espesores</b>	<b>h= capas</b>	<b>Coef. Estructural</b>	<b>a*h</b>
<b>capa de rodadura</b>	5,5	0,173	0,9515
<b>Base de agregado</b>	12	0,055	0,66
<b>Sub base</b>	20	0,043	0,86
	<b>Total=</b>		<b>NE=</b>
	37,5		2,4715

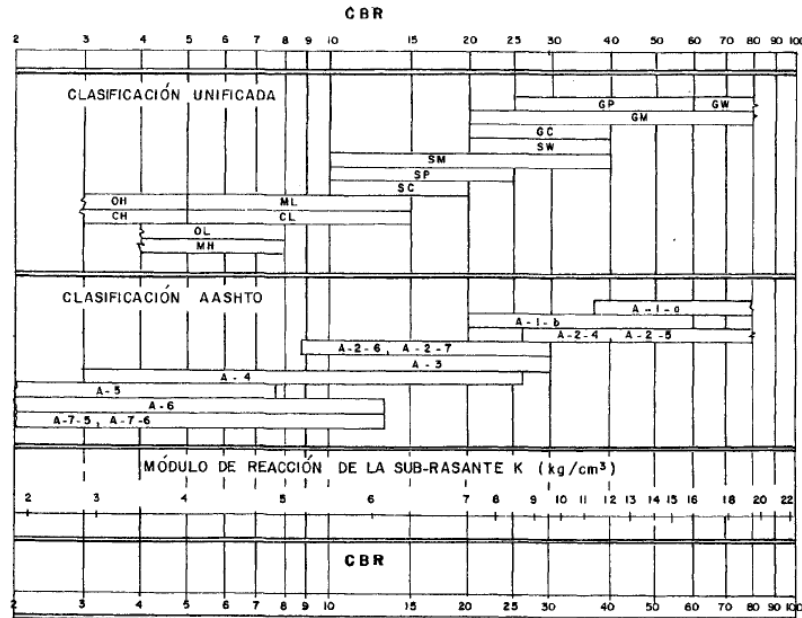
**Fuente:** Elaboración Propia

## 3.6 Diseño del Pavimento Rígido

### 3.6.1 Cálculo del módulo de reacción de la subrasante.

El módulo de reacción de la sub rasante se determina exclusivamente del número de CBR de la subrasante a partir de la figura 16.

**Figura 14. Módulo de reacción de la subrasante**



**Fuente:** Libro ingeniería de pavimentos, Alfonso Montejó Fonseca (2002)

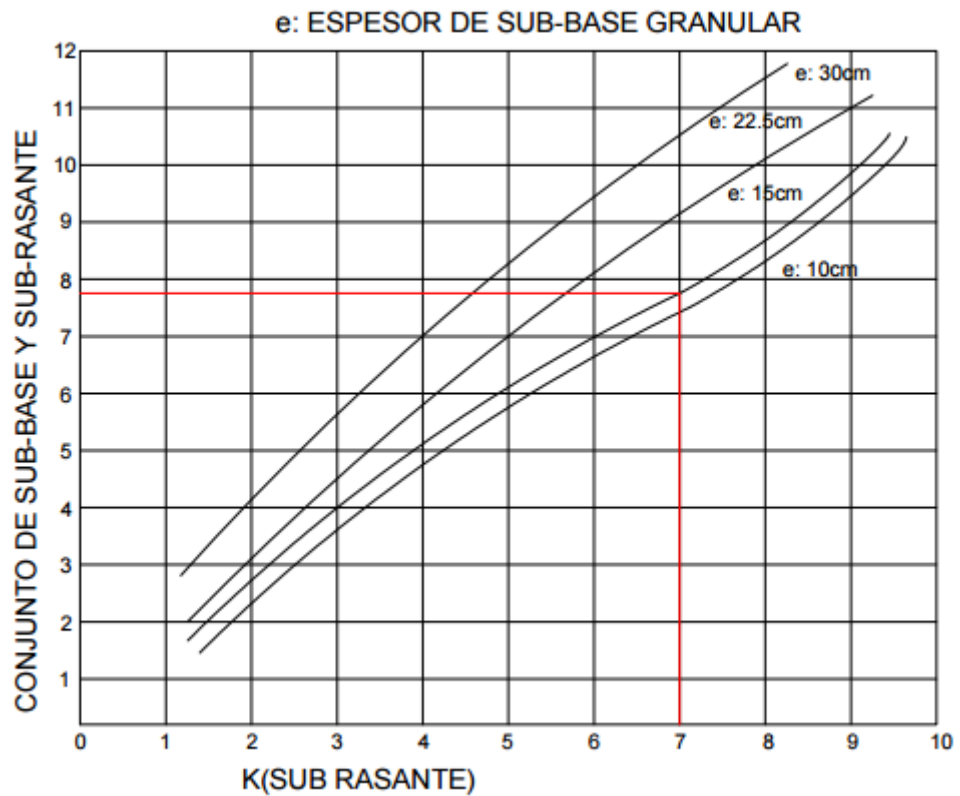
**Tabla XXIV. Módulo de reacción de la subrasante para pavimento rígido**

<b>CBR</b>	20
<b>k</b>	7

**Fuente:** Elaboración Propia

Se debe asumir un espesor de sub-base granular el cual tiene influencia en módulo de reacción de la subrasante. Que se lo determina a partir de la figura 17.

**Figura 15. Influencia del espesor de la sub-base granular sobre el valor de k**



**Fuente:** Libro ingeniería de pavimentos, Alfonso Montejo Fonseca (2002)

**Tabla XXV. Tabla de reacción de subrasante corregido Kc**

sub-base (asumido)	15
kc	7,8

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.6.2 Módulo de Rotura

El módulo de rotura se obtiene a partir de la ecuación:

#### Ecuación 6. Módulo de rotura

$$Mr = e_{sub-base} \cdot f'c$$

Además:  $0.12 \cdot f'c \leq Mr \leq 0.18f'c$  ;  $Mr \geq 40$

**Tabla XXVI. Módulo de rotura**

<b>f'c (kg/m<sup>2</sup>)</b>	280	<b>Cumple</b>
<b>Mr</b>	42	

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.6.3 Cálculo de repeticiones esperadas

Para 20 años

**Tabla XXVII. Cálculo de repeticiones esperadas**

<b>Carga por eje (kg)</b>	<b>NRA (#ejes50%)</b>	<b>#Días (1 año)</b>	<b>Vida de diseño</b>	<b>Factor de proyección</b>	<b>Repeticiones Esperadas</b>
500	9,72	365	20	1,65	117.311
2000	9,72	365	20	1,65	117.311
1000	14,58	365	20	1,65	175.967
4000	14,58	365	20	1,65	175.967
2200	1,16	365	20	1,65	14.000
8800	1,16	365	20	1,65	14.000
5000	4,64	365	20	1,65	56.000
20000	4,64	365	20	1,65	56.000

**Fuente:** Elaboración Propia



### 3.6.4 Diseño del Espesor del pavimento Rígido.

$F_s=1$  ; Para tráfico liviano

**Tabla XXVIII. Espesores asumidos**

<b>Sub-base</b>	15
<b>Losa</b>	20

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla XXIX. Diseño del espesor del pavimento rígido**

<b>Carga por eje (ton)</b>	<b>Carga*Fs (ton)</b>	<b>Esfuerzo en la losa</b>	<b>Relación de Esfuerzo</b>	<b>Repeticiones admisibles</b>	<b>Repeticiones Esperadas</b>	<b>fatiga</b>
20	20,0	24,5	0,58	57.000	56.000	98,25%
8,8	8,8	0	0,00	0	14.000	
5	5,0	0	0,00	0	56.000	
4	4,0	0	0,00	0	175.967	
2,2	2,2	0	0,00	0	14.000	
2	2,0	0	0,00	0	117.311	
1	1,0	0	0,00	0	175.967	
0,5	0,5	0	0,00	0	117.311	

**Fuente:** Elaboración Propia

Si la fatiga es menor al 100% se acepta el valor de espesor asumido, caso contrario se repite el procedimiento con nuevos valores para espesores de base, y sub-base.

El valor final de espesores resulta.

**Tabla XXX. Espesores de pavimento rígido**

<b>Sub-base</b>	15
<b>Losa</b>	22

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.7 Diseño del pavimento Semirrígido

#### 3.7.1 Cálculo del módulo de reacción de la subrasante.

Para igual que un pavimento rígido el módulo de reacción de la sub rasante se determina exclusivamente del número de CBR de la subrasante a partir de la figura 16.

**Tabla XXXI. Módulo de reacción de subrasante k para pavimento semirrígido**

<b>CBR</b>	20
<b>k</b>	7

**Fuente:** Elaboración Propia

#### 3.7.2 Cálculo de fatiga

Según la carga por eje máxima para obtenida en el TPDA se obtiene un valor de fatiga según la figura 16.

Tabla XXXII. Coeficiente de consumo de fatiga

carga por eje (t)	Suelo-Cemento grueso-granular	Suelo-Cemento fino-granular
13,6	12.500.000	3.530
12,5	1.270.000	1.130
11,8	113.000	337
10,9	8.650	93
10	544	23,3
9,1	27	5,2
8,2	1,0000	1,0000
7,3	0,025	0,1600
6,4	0,0004	0,0200
5,4		0,0018
<b>Tándem</b>		
22,7	12.500.000	3.530
21,8	3.210.000	1.790
20,8	792.000	890
20,0	186.000	431
19,0	41.400	203
18,1	8.650	93
17,2	1.690	41,1
16,3	305	17,5
15,4	50,4	7,1
14,5	7,5	2,74
13,6	1,0000	1,0000
12,5	0,1200	0,3410
11,8	0,0120	0,1070
10,9	0,0010	0,0310
10,0		0,0081
9,1		0,0018
<b>ton</b>	20	
<b>fatiga</b>	186.000	

Fuente: Libro ingeniería de pavimentos, Alfonso Montejó Fonseca (2002)

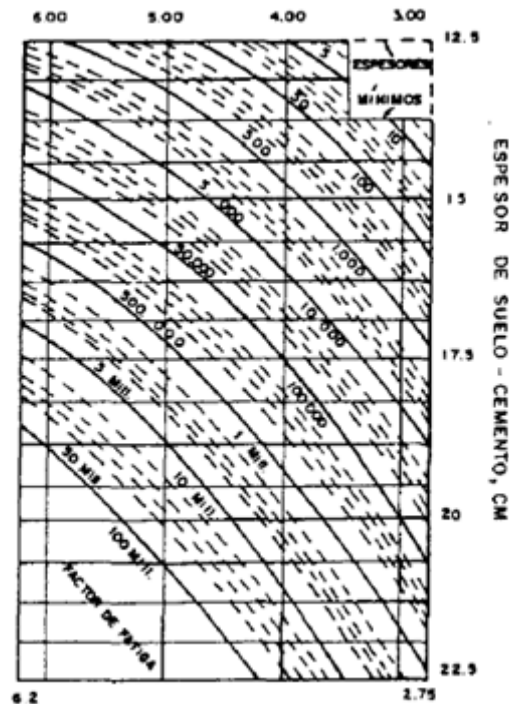
### 3.7.3 Calculo de Espesor suelo-cemento

Para el espesor de suelo-cemento se utiliza la figura 18. Utilizando los valores de:

$$K = 7$$

$$\text{Fatiga} = 186.000$$

Figura 16. Nomograma de espesor de suelo - cemento



**Fuente:** Libro ingeniería de pavimentos, Alfonso Montejó Fonseca (2002)

Se obtiene el valor de:

$$\text{Espesor de suelo-cemento} = 15$$

Para el espesor de suelo-cemento obtenido se calcula un espesor de carpeta asfáltica según los rangos dados en la tabla 29.

**Tabla XXXIII. Espesores de carpeta asfáltica**

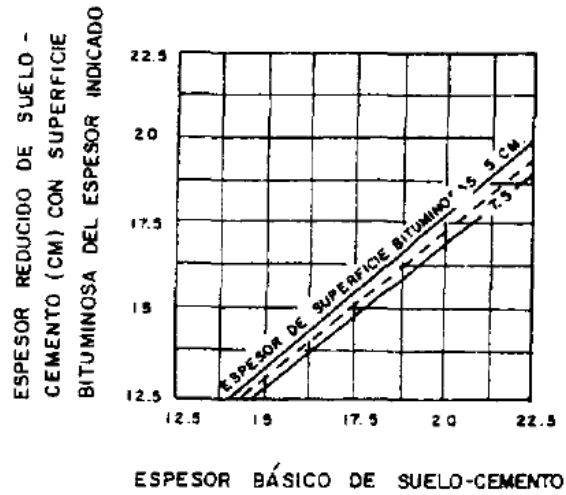
<b>Espesor del suelo-cemento (cm)</b>	<b>Espesor recomendado de carpeta (cm)</b>	<b>Espesor mínimo de carpeta (cm)</b>
12,5 - 15	2-4	T.S.S.*
17,5	4-5	T.S.D.**
20	4-6,5	2,5
22,5	5-7,5	5
T.S.S: Tratamiento superficial simple		
T.S.D: Tratamiento superficial doble		
Carpeta=	<b>4cm</b>	

**Fuente:** Libro ingeniería de pavimentos, Alfonso Montejó Fonseca (2002)

### 3.7.4 Cálculo de Espesores reducidos

En la figura 19 y los espesores obtenidos anteriormente contienen los valores finales de espesores de capas.

**Figura 17. Espesor de suelo cemento modificado**

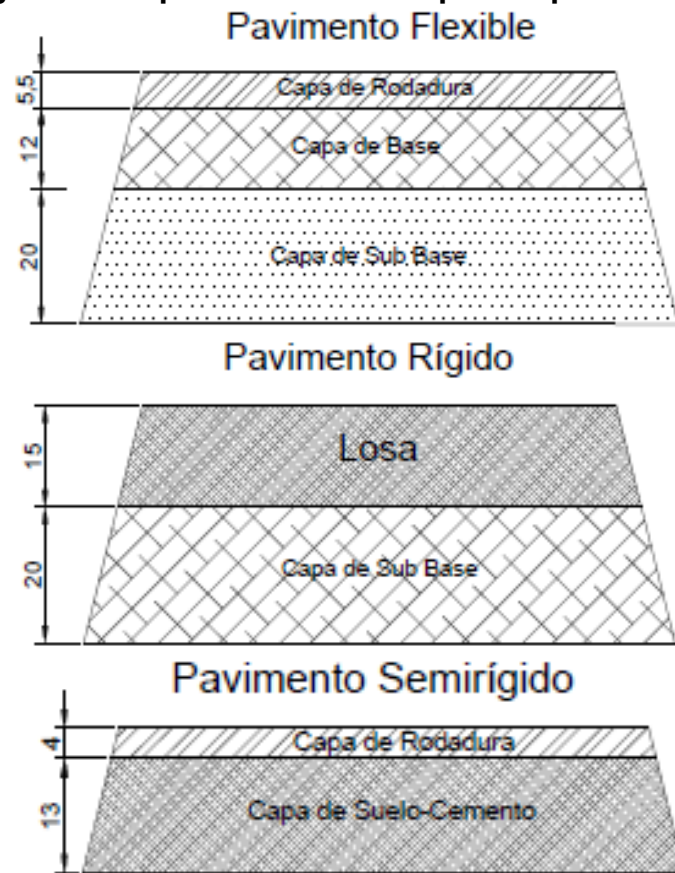


**Fuente:** Libro ingeniería de pavimentos, Alfonso Montejo Fonseca (2002)

**Tabla XXXIV. Espesor de suelo-cemento**

<b>Espesor suelo-cemento</b>	13cm
<b>E.Carpeta</b>	4cm

**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 18. Espesores de los 3 tipos de pavimentos**

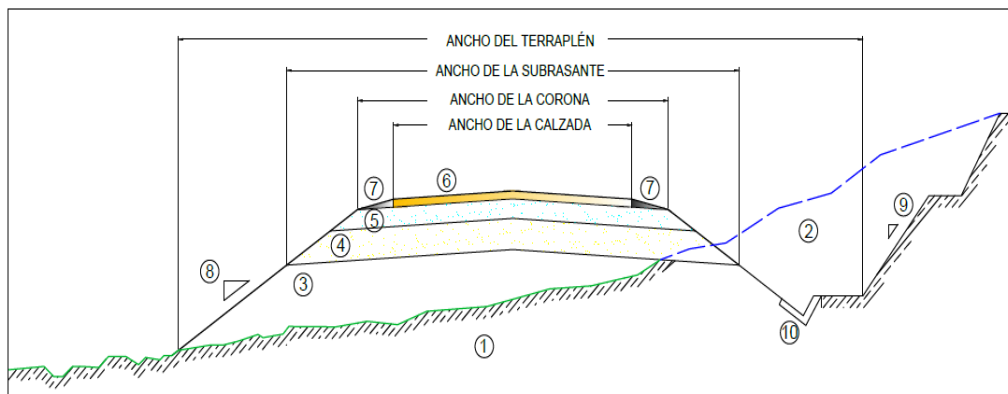
**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.8 Diseño definitivo

#### 3.8.1 Sección típica de la vía

Para el presente diseño de esta vía se presenta una sección transversal típica con sus elementos que la constituyen:

**Figura 19. Sección típica transversal de pavimento**



**Fuente:** Elaboración Propia

Terreno Natural

Terreno de Corte

Terraplén

Sub-Base

Base

Carpeta Asfáltica

Berma

Talud del Terraplén



Talud de Corte

Cuneta

### 3.8.2 Velocidad de circulación

**Tabla XXXV. Velocidad de diseño**

Clase	Velocidad de diseño km/h		
	LL	O	M
I	110	100	80
II	100	90	70
III	90	80	60
IV	80	60	50
V	60	50	40

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP

Como el terreno de Engabao es caracterizado como ondulado y la clase de carretera es de tipo V entonces la velocidad de diseño es:

$$V_D = 50 \text{ km/h}$$

#### 3.8.2.1 Para Volumen de circulación bajo:

#### Ecuación 7. Volumen de circulación

$$V_C = 0,8V_D + 6,5$$

$$V_C = 46,5$$

### 3.8.2.2 Para Volumen de circulación intermedio:

#### Ecuación 8. Volumen de circulación

$$V_C = 1,32V_D^{0,89}$$

$$V_C = 42,92$$

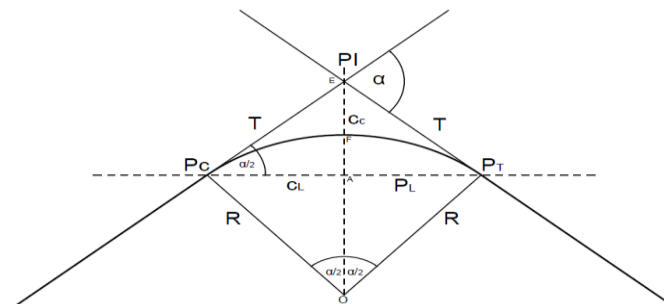
### 3.8.3 Curvas Horizontales

Para el diseño de una vía la tangente al alineamiento horizontal, representa el eje de la subrasante de la misma donde sus puntos de intersección se denominan PI o puntos intermedios. Cada de una de estas intersecciones da origen a una curva horizontal.

Cada de una de estas curvas es formada por arcos de circunferencia, elipses, hipérbolas, o diversas formas geométricas que unen las tangentes poseen condiciones y parámetros adicionales según el tipo de curvatura que esta posea.

Las curvas circulares poseen un solo radio y corresponden a un segmento de circunferencia.

**Figura 20. Elementos de una curva horizontal**



**Fuente:** Elaboración Propia

PI: Punto de Intersección

$\alpha$ : Ángulo de deflexión

R: Radio

Pc: Punto de principio de curva

Pt: Punto determinación de curva

E: externa | Cc-PI

F: flecha Cc- A

T: Longitud tangente

Lc: Longitud de cuerda

Cc: Centro de curva

**Tabla XXXVI. Resultado de las curvas horizontales**

<b>No. Curva</b>	<b>Radio (m)</b>	<b>Lc (m)</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b>PI</b>	<b>Tan</b>	<b>Pc</b>	<b>PT</b>	<b>PI este</b>	<b>PI Oeste</b>
1	200	68,22	19° 32' 36"	0+ 454,69	34,44	0+ 420,25	0+ 488,47	556243,36	9716577,63
2	200	167,62	48° 1' 8"	0+890,05	89,09	0+ 800,97	0+ 968,58	556141,85	9717001,68
3	200	136,13	38° 59' 57"	1+ 940,67	70,82	1+ 869,84	2+005,98	555209,44	9717508,32
4	200	135,17	38° 43' 29"	2+ 467,17	70,28	2+ 396,89	2+ 532,06	554686,3	9717411,54

**Fuente:** Elaboración Propia

Según las especificaciones del MTOP se han considerado correctamente los radios mínimos según el tipo de terreno del proyecto.

**Tabla XXXVII. Valores de diseño de los radios mínimos**  
**VALORES DE DISEÑO DE LOS RADIOS MINIMOS PARA**  
 $e_{max}=0.10$

Clase de Carretera		Valor Recomendable			Valor Absoluto		
		LL	O	M	LL	O	M
<b>R-I o R-II</b>	<b>Más de 8000 TPDA</b>	530	435	275	435	275	210
<b>I</b>	<b>3000 a 8000 TPDA</b>	435	350	210	350	210	160
<b>II</b>	<b>1000 a 3000 TPDA</b>	435	350	210	350	210	115
<b>III</b>	<b>300 a 1000 TPDA</b>	350	210	115	275	160	80
<b>IV</b>	<b>100 a 300 TPDA</b>	275	160	115	210	115	60
<b>V</b>	<b>Menos de 100 TPDA</b>	160	115	80	80	50	50

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP

### 3.9 Diseño Vertical

#### 3.9.1 Perfil Longitudinal

La subrasante se define como línea que define el eje vertical de una carretera, este eje se encuentra a lo largo de toda la carretera y tiene las cotas más altas del terraplén. Para fijar la subrasante se debe tener en cuenta las máximas pendientes permitidas según el tipo de terreno, y el tipo de carretera. Este eje define los movimientos de tierra para corte y relleno. El Plano Longitudinal de la vía se encuentra en la sección III de PLANOS.

**Tabla XXXVIII. Gradientes longitudinales recomendables**

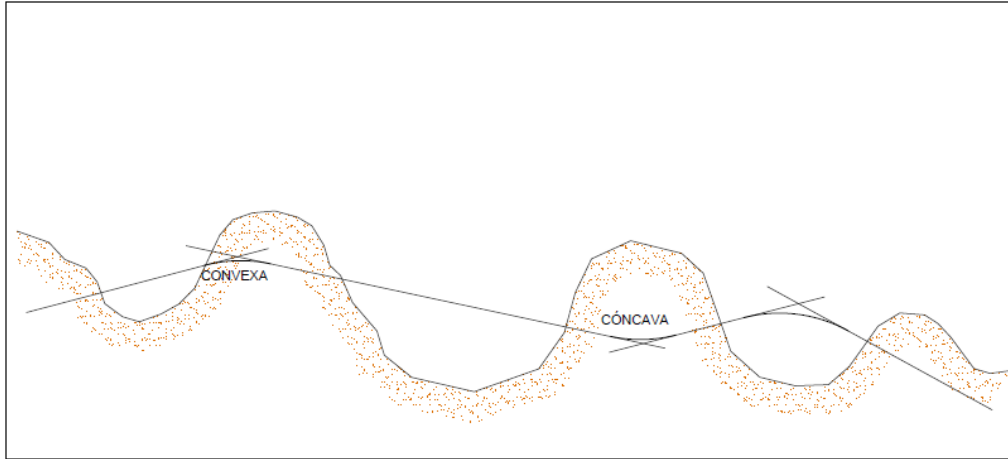
Clase de Carretera	Valores máximos de Pendiente		
	LI	O	M
I	3	4	6
II	3	4	7
III	4	6	7
IV	5	6	8
V	5	6	8

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.9.2 Curvas Verticales

Estas curvas se forman en las uniones de las tangentes de distintas pendiente del eje longitudinal, las cuales deben cumplir condiciones mínimas de estabilidad para no causar problemas en la marcha de vehículos por la vía.

**Figura 21. Tipos de curvas verticales**



**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.9.3 Resultados de curvas verticales

**Tabla XXXIX. Curva vertical convexa 1**  
**CURVA VERTICAL CONVEXA 1 Lc=150m**

Abscisa	G	Cota Sobre tg	y	Cota sobre la cuerda
0 + 185	1,38	20,96	0	20,96
0 + 200	1,38	21,17	0,01	21,16
0 + 220	1,38	21,45	0,05	21,4
0 + 240	1,38	21,72	0,14	21,58
0 + 260	/	22	0,25	21,75
0 + 280	0	22	0,14	21,86
0 + 300	0	22	0,05	21,95
0 + 320	0	22	0,01	21,99
0 + 335	0	22	0	22

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla XL. Curva vertical convexa 2

CURVA VERTICAL CONVEXA 2 Lc=150m				
Abscisa	G	Cota Sobre tg	y	Cota sobre la cuerda
0 + 781.84	0	22,03	0	22,03
0 + 800	0	22,03	0,01	22,02
0 + 820	0	22,03	0,06	21,97
0 + 240	0	22,03	0,16	21,87
0 + 856.84	/	22,03	0,29	21,74
0 + 860	-1,56	21,97	0,26	21,71
0 + 880	-1,56	21,66	0,13	21,53
0 + 900	-1,56	21,36	0,06	21,3
0 + 920	-1,56	21,04	0,01	21,03
0 + 931.84	-1,56	20,86	0	21,04

Fuente: Elaboración propia

Tabla XLI. Curva vertical cóncava

CURVA VERTICAL CONCAVA 1 Lc=150m				
Abscisa	G	Cota Sobre tg	y	Cota sobre la cuerda
1 + 105	-1,56	18,17	0,00	18,17
1 + 120	-1,56	17,94	0,01	17,95
1 + 140	-1,56	17,63	0,07	17,70
1 + 160	-1,56	17,32	0,17	17,49
1 + 180		17,00	0,31	17,31
1 + 200	0,22	17,05	0,17	17,22
1 + 220	0,22	17,10	0,06	17,16
1 + 240	0,22	17,13	0,01	17,14
1 + 255	0,22	17,16	0,00	17,16

Fuente: Elaboración propia



Tabla XLII. Curva vertical convexa 3

CURVA VERTICAL CONVEXA 3 Lc=150m				
Abscisa	G	Cota Sobre tg	y	Cota sobre la cuerda
1 + 965	0,22	18,72	0	18,72
1 + 980	0,22	18,75	0,01	18,74
2 + 000	0,22	18,79	0,03	18,76
2 + 020	0,22	18,84	1,1	17,74
2 + 040	/	18,88	0,17	18,71
2 + 060	-0,7	18,76	0,11	18,65
2 + 080	-0,7	18,6	0,04	18,56
2 + 100	-0,7	18,46	0,01	18,45
2 + 115	-0,7	18,36	0	18,36

Fuente: Elaboración propia

Tabla XLIII. Curva vertical convexa 4

CURVA VERTICAL CONVEXA 4 Lc=150m				
Abscisa	G	Cota Sobre tg	y	Cota sobre la cuerda
2 + 158,43	-0,7	18,05	0	18,05
2 + 160	-0,7	18,04	0	18,04
2 + 180	-0,7	17,90	0,02	17,88
2 + 200	-0,7	17,76	0,06	17,7
2 + 220	-0,7	17,63	0,15	17,48
2 + 233,43	/	17,53	0,22	17,31
2 + 240	-1,84	17,41	0,18	17,23
2 + 260	-1,84	17,04	0,09	16,95
2 + 280	-1,84	16,68	0,04	16,64
2 + 300	-1,84	16,31	0,01	16,3
2 + 308,43	-1,84	16,15	0	16,15

Fuente: Elaboración propia

Tabla XLIV. Curva vertical cóncavo

<b>CURVA VERTICAL CONCAVO 2 Lc=150m</b>				
<b>Abscisa</b>	<b>G</b>	<b>Cota Sobre tg</b>	<b>y</b>	<b>Cota sobre la cuerda</b>
2 + 337,79	-1,84	15,61	0	15,61
2 + 340	-1,84	15,57	0	15,57
2 + 360	-1,84	15,2	0,02	15,22
2 + 380	-1,84	14,83	0,06	14,89
2 + 400	-1,84	14,46	0,13	14,59
2 + 412,79	/	14,23	0,17	14,4
2 + 420	-0,92	14,16	0,15	14,31
2 + 440	-0,92	13,98	0,07	14,05
2 + 460	-0,92	13,8	0,02	13,82
2 + 480	-0,92	13,61	0,01	13,62
2 + 487,79	-0,92	13,54	0	13,54

Fuente: Elaboración propia

Tabla XLV. Curva Vertical convexa 4

<b>CURVA VERTICAL CONVEXA 4 Lc=150m</b>				
<b>Abscisa</b>	<b>G</b>	<b>Cota Sobre tg</b>	<b>y</b>	<b>Cota sobre la cuerda</b>
2 + 612,50	-0,92	12,4	0	0
2 + 620	-0,92	12,34	0,01	12,33
2 + 640	-0,92	12,15	0,08	12,07
2 + 660	-0,92	12	0,28	11,72
2 + 680	-0,92	11,78	0,5	11,28
2 + 687,50	/	11,71	0,6	11,11
2 + 700	-4,19	11,2	0,44	10,76
2 + 720	-4,19	10,35	0,2	10,15
2 + 740	-4,19	9,52	0,06	9,46
2 + 760	-4,19	8,68	0,01	8,67
2 + 762,50	-4,19	8,57	0	8,57

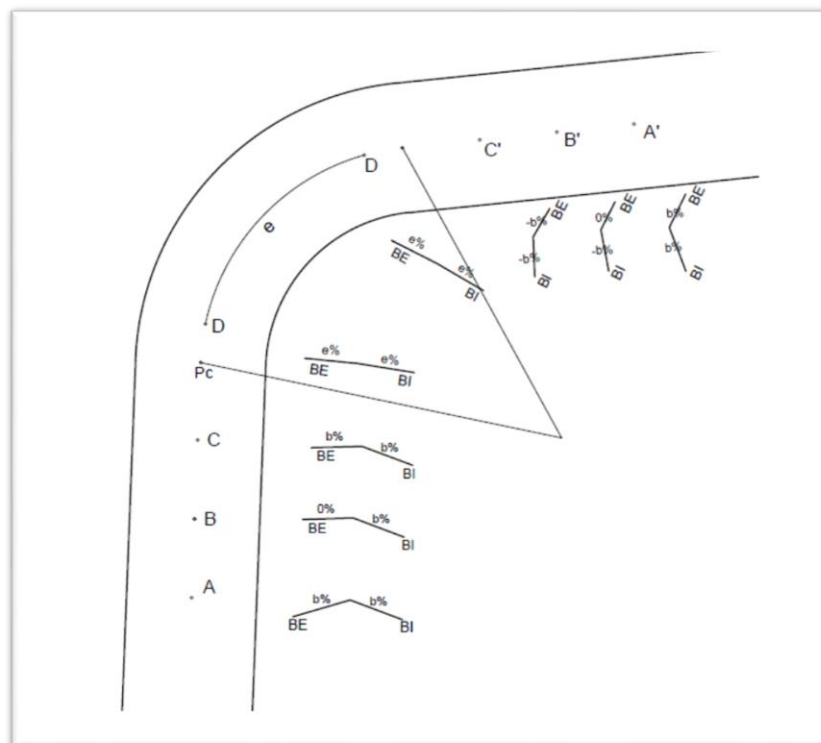
Fuente: Elaboración propia

### 3.9.4 Peralte

Todo vehículo que recorre una trayectoria circular experimenta un empuje debido a la fuerza centrífuga, para esto se contrarresta esta fuerza con las componentes que genera el paso del vehículo debido al peralte, siendo esta en un rango del 2% al 10%.

La inclinación de la calzada es distinta según sea el tramo, recto o curvo, para esto la transición de esta debe ser realizada de forma gradual, para evitar un cambio brusco en la reducción de la velocidad de un vehículo.

**Figura 22. Sección típica de peralte**



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.9.4.1 Resultados de pendientes

**Tabla XLVI. Peralte curva 1**

PUNTO	ABSCISA	PENDIENTE	
		CARRIL IZQUIERDO	CARRIL DERECHO
A	0+397,00m	-2,00%	-2,00%
B	0+408,25m	0,00%	-2,00%
C	0+419,50m	2,00%	-2,00%
D	0+426,25m	3,20%	-3,20%
D'	0+482,47m	3,20%	-3,20%
C'	0+489,22m	2,00%	-2,00%
B'	0+500,47m	0,00%	-2,00%
A'	0+511,72m	-2,00%	-2,00%

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla XLVII. Peralte curva 2**

PUNTO	ABSCISA	PENDIENTE	
		CARRIL IZQUIERDO	CARRIL DERECHO
A	0+777,72m	-2,00%	-2,00%
B	0+788,97m	-2,00%	0,00%
C	0+800,22m	-2,00%	2,00%
D	0+806,97m	-3,20%	3,20%
D'	0+962,59m	-3,20%	3,20%
C'	0+969,34m	-2,00%	2,00%
B'	0+980,59m	-2,00%	0,00%
A'	0+991,84m	-2,00%	-2,00%

**Fuente:** Elaboración Propia

Tabla XLVIII. Peralte curva 3

PUNTO	ABSCISA	PENDIENTE	
		CARRIL IZQUIERDO	CARRIL DERECHO
A	1+846,59m	-2,00%	-2,00%
B	1+857,84m	-2,00%	0,00%
C	1+869,09m	-2,00%	2,00%
D	1+875,84m	-3,20%	3,20%
D'	1+999,98m	-3,20%	3,20%
C'	2+006,73m	-2,00%	2,00%
B'	2+017,98m	-2,00%	0,00%
A'	2+029,23m	-2,00%	-2,00%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla XLIX. Peralte curva 4

PUNTO	ABSCISA	PENDIENTE	
		CARRIL IZQUIERDO	CARRIL DERECHO
A	2+373,64m	-2,00%	-2,00%
B	2+384,89m	-2,00%	0,00%
C	2+396,14m	-2,00%	2,00%
D	2+402,89m	-3,20%	3,20%
D'	2+526,06m	-3,20%	3,20%
C'	2+532,81m	-2,00%	2,00%
B'	2+544,06m	-2,00%	0,00%
A'	2+555,31m	-2,00%	-2,00%

Fuente: Elaboración Propia

### 3.10 Diseño de drenaje vial

Para esta vía es necesario realizar dos tipos sistema de drenaje:

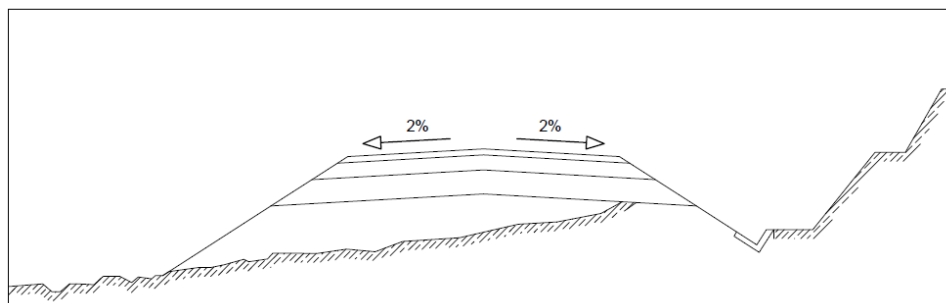
- Sistemas superficiales
- Sistemas Sub-superficiales

#### 3.10.1 Sistemas superficiales

##### 3.10.1.1 Bombeo

EL primer sistema de drenaje con el consta esta vía es un sistema de bombeo de agua de 2% de pendiente transversal. El propósito de esta inclinación de las entre tangentes de la vía es desviar el agua que caiga de manera superficial sobre la vía hacia los hombros, comúnmente en forma de precipitación.

**Figura 23. Bombeo de agua de pendiente transversal**



**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.10.1.2 Cuneta

#### 3.10.1.2.1 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo que tarda una gota de agua en llegar desde el punto más lejano al punto de drenaje.

#### Ecuación 9. Tiempo de concentración

$$t_c = 0,0195 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Donde

#### Ecuación 10. Desnivel medio de la Cuenca

$$H = L * i$$

Tc: tiempo de concentración (minutos)

L: longitud de área de drenaje

H: desnivel medio de la cuenca (m)

i: pendiente

L=520m

i=1,38%

$$H = (520\text{m}) \cdot 1,38\%$$

$$H = 7,18\text{m}$$

$$t_c = 0,0195 \left( \frac{520^3}{7,18} \right)^{0,385}$$

$$t_c = 12,51$$

### 3.10.1.2.2 Intensidad de precipitación fluvial

El diseño de las cunetas lo realizamos con la máxima precipitación, para un periodo de retorno de 40 años, lo cual nos permite cual la intensidad de la misma.

#### Ecuación 11. Intensidad de precipitación fluvial

$$I = \frac{4,14 \cdot T^{0,18} \cdot P_{\text{máx}}}{t^{0,58}}$$

I: Intensidad de precipitación pluvial

T: Periodo de retorno (40años)

P<sub>máx</sub>: Precipitación máxima (140 mm)

T: tiempo de concentración (min)



$$I = \frac{4,14 \cdot (40)^{0,18} \cdot (140)}{12,51^{0,58}}$$

$$I = 260 \text{ mm/hora}$$

### 3.10.1.2.3 Caudal en cuneta

#### Ecuación 12. Caudal en cuneta

$$Q = 0,00028 \cdot C \cdot i \cdot B \cdot L$$

C: Coeficiente de escorrentía para pavimentos

I: intensidad pluvial (mm)

B: ancho de la calzada + ancho de la berma (4,10m)

L: Longitud del tramo aportador considerado (780)

$$Q = 0,00028 \cdot (0,70) \cdot (4,33) \cdot (8,20) \cdot (520)/2$$

$$Q = 0,0009 \text{ m}^3/\text{s}$$

Aplicando Mannig y asumiendo ancho 1m

N=0,015 para el hormigón

### Ecuación 13. Caudal usando Manning

$$Q = \frac{1}{n} ARh^{2/3} S^{1/2}$$

Para una sección triangular:

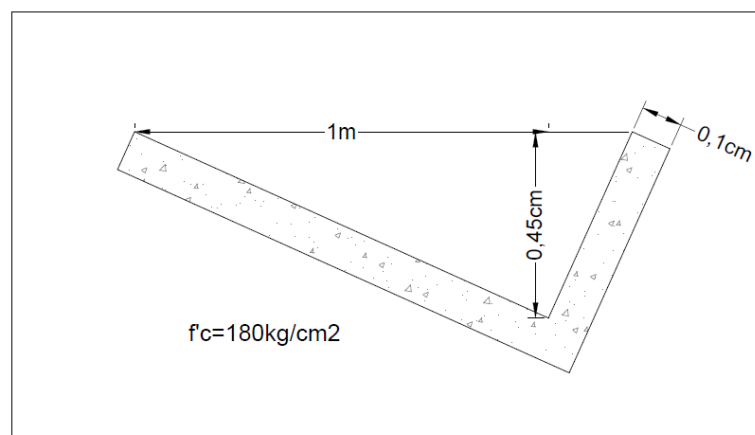
$$A = zy^2$$

$$Rh = \frac{z}{y\sqrt{1+z^2}}$$

$$y = 0,45m$$

#### 3.10.1.2.4 Sección

**Figura 24. Sección de Cuneta**



**Fuente:** Elaboración Propia

### **3.10.2 Sistema Subsuperficiales**

#### **3.10.2.1 Subdrenaje**

En la subrasante se colocará un geotextil tipo NT 3000 que tiene la función de actuar como una envolvente que confina el suelo que a su vez permite drenar el agua de forma natural sin permitir la sedimentación de los granos. Así se solucionará el problema de drenaje a lo largo de toda la carretera y se evitará el problema que ha tenido Engabao con esta vía de acceso de que se deteriore rápidamente y se infiltre agua dañando la estructura del pavimento.

#### **3.10.2.2 Ficha técnica del Geotextil NT 3000**

El Geotextil tipo NT 3000 es un Geotextil No Tejido por punzonamiento de agujas de 100% fibra sintética discontinua de polipropileno, que se forman en una red aleatoria de estabilidad dimensional.

Polipropileno es estable dentro de un rango de pH de 2 a 13. El geotextil tipo NT 3000 se ajusta a los valores de propiedades físicas que se enumeran a continuación:

Tabla L. Ficha técnica de Geotextil NT 3000

	Propiedad	Norma	Unidad	Valor Típico
Propiedades Mecánicas	Método Grab resistencia a la tensión elongación	ASTM D-4632	N	830
	Resistencia a el punzonamiento	ASTM D-4833	N	440
	Método CBR resistencia al punzonamiento	ASTM D-6241	kN	2.4
	Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D-4533	N	315
	Resistencia al estallido	ASTM D-3786	kPa	2208
Propiedades Hidráulicas	Tamaño de abertura aparente	ASTM D-4751	mm	0.125
	Permeabilidad	ASTM D-4491	cm/s	35X10 <sup>-2</sup>
	Permitividad	ASTM D-4491	s <sup>-1</sup>	1.8
	Tasa de flujo	ASTM D-4491	L/min/m <sup>2</sup>	4890
Propiedades Físicas	Espesor	ASTM D-5199	mm	2.0
	Resistencia UV 500 horas	ASTM D-4355	%	>70
	Rollo ancho	Medido	m	3.5-3.8-4.0
	Rollo largo	Medido	m	120
	Rollo área	Calculado	m <sup>2</sup>	420-456-280
Función del geotextil	Filtración	✓		
	Drenaje	✓		
	Protección	✓		
	Separación	✓		

Fuente: geomembranas.com.co - Colombia

**Figura 25. Geotextil NT 3000**



**Fuente:** Internet

Sus beneficios son:

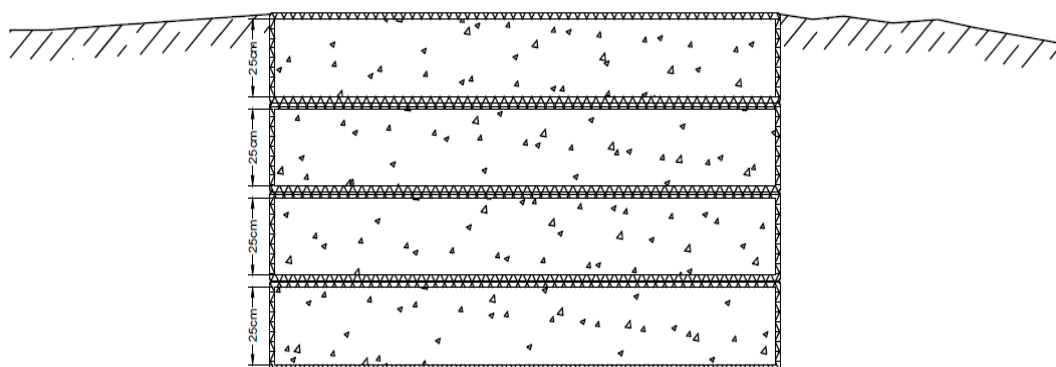
- Retrasa la aparición de grietas reflejadas.
- Agrega resistencia al agrietamiento por fatiga.
- Funciona como barrera a la humedad.
- Alarga la vida útil de la carpeta.
- Ahorra en el espesor de la carpeta.
- Mejorar el drenaje interno
- No asentamientos

En las zonas en el que la cota de línea de subrasante excede las cotas del terreno, se altera la cuenca natural de drenaje por lo que se ve necesario a evacuar el agua que antes circulaba por la vía de forma natural, según las pendientes de la cuenca de drenaje.

Para este diseño se utiliza un geo textil NT 3000 que tiene la función de actuar como una envolvente que confina el suelo que a su vez permite drenar el agua de forma natural sin permitir la sedimentación de los granos.

La colocación de este material, se realiza colocando el geo textil envolviendo el suelo en capas de 25cm compactándolo, hasta logre cubrir toda la altura del suelo relleno.

**Figura 26. Colocación del Geotextil NT 3000**



**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.11 Berma o espaldón

Para el diseño de las bermas se lo dimensiona según las especificaciones del MTOP para obtener el ancho del mismo.

**Tabla LI. Valores de diseño para el ancho de espaldones**  
**VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES**

Clase de Carretera		Ancho de espaldones (m)					
		L	O	M	L	O	M
		(-1,2)	(-1,2)	(-1,2)	(-1,2)	(-1,2)	(-1,2)
R-I o R-II	Más de 8000 TPDA	3 *	3,0*	2,5*	3	3,0*	2,0*
I	3000 a 8000 TPDA	2,5*	2,5*	2*	2,5**	2,0**	1,5**
II	1000 a 3000 TPDA	2,5*	2,5*	1,5*	2,5	2	1,5
III	300 a 1000 TPDA	2**	1,5*	1,0*	1,5	1	0,5
IV	100 a 300 TPDA	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V	Menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (No se Considera el espaldón como tal)					
L= Terreno llano      O=Terreno Ondulado      M=Terreno Montañoso							
*La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico							
**Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente							

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP

Al tener una carretera tipo V, no se justifica el espaldón como tal, pero por motivos de seguridad, Adaptamos un ancho de 06m.

Para los valores de la pendiente de la berma se utiliza la clasificación del MTOP. Y al no tener especificaciones para las carreteras tipo V, se adopta el gradiente de carreteras tipo IV de 4%.

**Tabla LII. Gradiente transversal para espaldones (porcentajes)**

Clase de Carretera		Tipo de Superficie (m)	Gradiente Transversal
R-I o R-II	Más de 8000 TPDA	Carpeta de concreto asfáltico	4,00
I	3000 a 8000 TPDA	Doble tratamiento superficial Bituminoso (DTSB) o superficie	4,00
II	1000 a 3000 TPDA	Doble tratamiento superficial Bituminoso (DTSB) o carpeta	4,00
III	300 a 1000 TPDA	Superficie estabilizada, grava	4,00
IV	100 a 300 TPDA	DTSB o capa granular	4,00

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP

### 3.12 Taludes

#### 3.12.1 Taludes de corte y relleno

Para cada tipo de carretera el MTOP proporciona rangos de taludes para corte y relleno según sea el material, y la estabilidad de los terrenos donde sean efectuados.



**Tabla LIII. Valores recomendables de los taludes en terrenos planos**

CLASE DE LA CARRETERA		TALUD	
		CORTE	RELLENO
R-I o R-II	Más de 8000 TPDA	3:1***	4;1
I	3000 a 8000 TPDA	3;1	4;1
II	1000 a 3000 TPDA	2;1	3;1
III	300 a 1000 TPDA	2;1	2;1
IV	100 a 300 TPDA	1.8;1;1	1.5;2;1
V	<100 TPDA	1.8;1;1	1.5;2;1

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP

### 3.13 Derecho de vía

El MTOP establece como facultad del estado ocupar en cualquier tiempo, el terreno que sea necesario para posibles futuros ensanchamientos, ratificaciones y mejoramientos de una vía, estos dependen de las variaciones en el volumen de tráfico.

Estas leyes prohíben la construcción de cualquier obra civil en las distancias mínimas que sean especificadas, con excepción de las que tengan autorización del Ministerio de transporte y Obras Públicas.

**Tabla LIV. Anchos mínimos admisibles para construcciones de cualquier obra civil**

<b>CLASE DE CARRETERA</b>		<b>ANCHO (m)</b>	
		<b>Recomendable</b>	<b>Absoluto</b>
R-I o R-II	TPDA >8000	80-100	60-75
I	$3000 \leq \text{TPDA} \leq 8000$	80-100	60-75
II	$1000 \leq \text{TPDA} \leq 3000$	75	60
III	$300 \leq \text{TPDA} \leq 1000$	60	50
IV	$100 \leq \text{TPDA} \leq 300$	50	30
V	TPDA $\leq 100$	30	25

**Fuente:** Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP

### 3.14 Movimiento de tierra

Para obtener las cantidades de volúmenes de relleno corte y transporte fue necesario graficar y calcular las secciones transversales del eje de la vía a una distancia de 20 metros. Para resolver los cálculos de cantidades de volúmenes se utilizó el método de área media.

Una vez obtenido estos gráficos, se procedió a calcular las áreas de corte y relleno, para la posterior obtención de los volúmenes. (ANEXO)

### **3.15 Presupuesto**

Para el presente trabajo plantea tres alternativas que fueron analizadas y diseñadas, para luego de eso comenzar con un estudio presupuestario de cada uno de estos métodos. Con cada una de las especificaciones técnicas de estos diseños se elabora un presupuesto y según las condiciones de desarrollo, sostenibilidad y viabilidad se procede a elegir el diseño más conveniente.

#### **3.15.1 Estudio presupuestario**

Una vez que se obtuvo las cantidades para todas las alternativas se procede con la elaboración del presupuesto para cada una de ellas.

**Tabla LV. Listado de rubros de vía de pavimento asfáltico**

<b>PRELIMINARES</b>
Trazado y replanteo
<b>Movimiento de Tierras</b>
Excavación y desalojo con equipo mecánico para mejoramiento del suelo.
Relleno compactado al 95% del Proctor modificado con material de préstamo del sitio.
Geotextil Nt 3000
<b>Pavimento flexible</b>
Relleno compactado con piedra Sub-Base clase 1
Relleno compactado con piedra Base clase 1
Carpeta asfáltica e=5.5cm incluye imprimación y sellado
Cuneta triangular de hormigón $f'c=180$ kg/cm <sup>2</sup> , incluye sellado de junta cada 3,00 m con material bituminoso.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla LVI. Listado de rubros de vía de pavimento rígido**

<b>PRELIMINARES</b>
Trazado y replanteo
<b>Movimiento de Tierras</b>
Excavación y desalojo con equipo mecánico para mejoramiento del suelo.
Relleno compactado al 95% del Proctor modificado con material de préstamo del sitio.
Geotextil Nt 3000
<b>Pavimento Rígido</b>
Relleno compactado con piedra Sub-Base clase 1
Losa de hormigón $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup>
Cuneta triangular de hormigón $f'c=180$ kg/cm <sup>2</sup> , incluye sellado de junta cada 3,00 m con material bituminoso.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla LVII. Listado de rubros de vía de suelo cemento**

<b>PRELIMINARES</b>
Trazado y replanteo
<b>Movimiento de Tierras</b>
Excavación y desalojo con equipo mecánico para mejoramiento del suelo.
Relleno compactado al 95% del Proctor modificado con material de préstamo del sitio.
Geotextil Nt 3000
<b>Pavimento semirrígido</b>
Suelo cemento tenido y compactado 12% de cemento
Carpeta asfáltica e=4 cm incluye imprimación y sellado
Cuneta triangular de hormigón $f'c=180$ kg/cm <sup>2</sup> , incluye sellado de junta cada 3,00 m con material bituminoso.

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.15.2 Análisis de Precios Unitarios “APU”

Para establecer los APU, Se tomaron las tarifas para valores de movimiento de tierra fueron proporcionadas por la Cantera “Verdu”, incluyendo valores para maquinaria, equipos y materiales. Para los valores de mano de obra por jornal, se tomaron los que proporciona la Contraloría General del Estado.

Una vez desarrollados estos APU, Se tomará el 15% de los valores de maquinaria, materiales, equipo, mano de obra para “Indirectos y utilidad”, mientras que se toma un 0% para “otros indirectos”. De esta manera los precios unitarios por rubra, la suma de material, equipo, mano de obra y transporte más el 15% de Indirectos de Utilidad.

### **3.15.3 Presupuesto**

Una vez concluido el Diseño y los APU para el cada rubro, se desarrolla del presupuesto en base a los precios unitarios y las cantidades a ejecutar, cada uno de estos presupuestos se encuentran en el ANEXO, del cual se obtienen los siguientes valores.

Presupuesto de Vía de pavimento asfáltico: \$ 761.397,67

Presupuesto de Vía de Pavimento Rígido: \$ 1'557.444,60

Presupuesto de Vía de Suelo- cemento: \$ 793.337,86

### 3.15.4 Cronograma Constructivo

Una vez obtenidos todos los rubros, se analiza la duración estimada de tiempo de ejecución para cada uno de estos.

#### CRONOGRAMA DE VÍA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO

Rubro	TIEMPO EN SEMANAS																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1.1	■	■																							
1.2			■	■	■																				
1.3						■	■	■	■	■															
1.4										■	■	■	■	■											
2.1															■	■	■								
2.2																		■	■	■					
2.3																					■	■			
2.4																					■	■	■		

**TOTAL:** 23 semanas

**CRONOGRAMA DE VÍA DE PAVIMENTO RÍGIDO**

Rubro	TIEMPO EN SEMANAS																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1.1	■	■																							
1.2			■	■	■																				
1.3						■	■	■	■																
1.4										■	■	■	■	■											
3.1															■	■	■	■							
3.2																				■	■	■	■		
3.3																				■	■	■	■		

**TOTAL:** 22 semanas



### CRONOGRAMA DE VÍA DE PAVIMENTO SEMIRRIGIDO

Rubro	TIEMPO EN SEMANAS																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1.1																										
1.2																										
1.3																										
1.4																										
4.1																										
4.2																										
4.3																										

**TOTAL:** 22 semanas

### 3.16 Selección de alternativa

Para seleccionar la alternativa más factible para este proyecto, es necesario evaluar los estudios presupuestarios de la vía, y también los cronogramas constructivos para cada una de ellas. Según esto y un análisis de la relación costo – beneficio se procede a elegir la alternativa más conveniente de ejecutar.

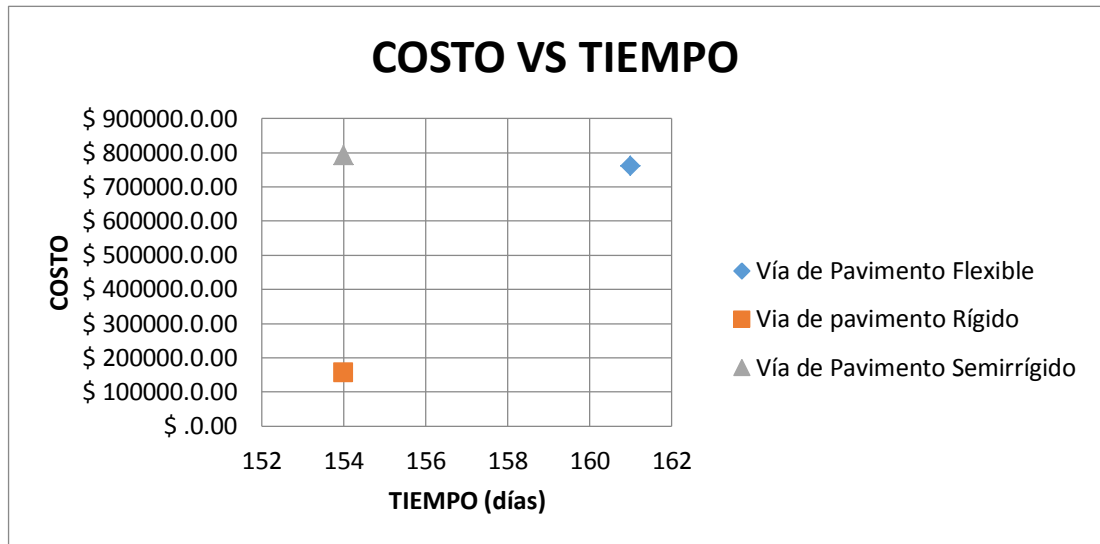
Para ejecutar esta obra en los tiempos programados en los cronogramas se necesitan dos frentes de trabajo, debido a la necesidad de no dejar des comunicado por mucho tiempo al lugar de destino, aunque en el presente análisis no se han incluidos rubros para iluminación y señalética, no alteran el tiempo programado anteriormente.

**Tabla LVIII. Costos y tiempos de alternativas propuestas**

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>Tiempo de Construcción (días)</b>
<b>VÍA DE PAVIMENTO FLEXIBLE</b>	\$ 761.397,67	161
<b>VÍA DE PAVIMENTO RÍGIDO</b>	\$ 1'557.444,60	154
<b>VÍA DE PAVIMENTO SEMIRRIGIDO</b>	\$ 793.337,86	154

**Fuente:** Elaboración propia

Figura 27. Costo vs tiempo



**Fuente:** Elaboración propia

La alternativa más costosa es la vía de pavimento Semirrígido, mientras que las otras dos no presentan mucha variación en los factores costo y tiempo, teniendo una diferencia de \$ 31.940,19 siendo más costoso la vía de Pavimento Rígido, pero a su vez el tiempo de ejecución de esta vía es siete días más rápida. Basándonos en el factor costo se decide aceptar a la vía de pavimento flexible como la más viable.

# **CAPÍTULO 4**

## **4 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **4.1 Los factores ambientales evaluados**

Agua:

-Cuencas de Drenaje

Aire:

-Partículas

Suelo:

-Características físicas-mecánicas

-Meteorización

Medio Biológico:

-Flora

-Fauna

Medio Visual:

-Calidad Visual

Factores Socio-económicos:

-Tránsito

-Turismo

-Economía local y comercio

## **4.2 Evaluación de factores de impacto en la fase de construcción**

### **4.2.1 Agua**

#### **4.2.1.1 Cuencas de Drenaje**

Durante la fase de construcción y diseño se considera el desarrollo de la vía sin afectar los cauces naturales de las cuencas involucradas, para así no alterar de manera directa el consumo de agua de la población, o los niveles de profundidades en las zonas de agua, provocar licuefacción del suelo, o

desbordamiento de causas. En la vía se debe colocar el correcto sistema de transporte de agua, por motivos de precipitaciones de tal manera que transporten las mismas a las cuencas de drenaje de manera eficiente.

## **4.2.2 Aire**

### **4.2.2.1 Transporte de partículas**

Este Factor es temporal, debido a los movimientos de tierra durante el proceso constructivo, pero durante el tiempo de vida la obra se provoca una menor contaminación debido al paso de vehículos sobre la vía, que provocara desplazamiento de partículas en el aire.

## **4.2.3 Suelo**

### **4.2.3.1 Características físicas-mecánicas**

El impacto producido en el suelo es en su mayoría causado por los movimientos de corte y relleno durante la etapa constructiva. Al alterar las propiedades naturales de los suelos, se ven afectada las características físicas y geo mecánicas de los mismos.

Durante esta etapa constructiva se deberá crear caminos o rutas alternas para evitar cerrar el acceso a determinados sitios, para estos se modificara provisionalmente mayores áreas de suelo.

Debido al desalojo de material en sitios a cercanos a la obra y el uso de diversos materiales de construcción se altera la composición natural del suelo.

#### **4.2.3.2 Meteorización**

Al realizar acciones que afectan la composición natural del suelo, tales como movimientos de tierra o remoción de capa vegetal, se deja expuesto al suelo a reaccionar con factores externos, como lluvia y viento.

#### **4.2.4 Medio Biológico**

##### **4.2.4.1 Flora**

Este factor se ve alterado de manera considerable durante los procesos de limpieza y desbroce para estudios preliminares, y de mayor manera para el proceso de construcción.

Para no alterar de manera considerable la flora de una zona se debe evitar trazar la ruta de la vía por zonas con densa Vegetación. Los factores como la meteorización y movimientos de tierra afectan de manera directa el crecimiento de la vegetación, debido a la modificación de las condiciones de entorno de las mismas.

#### **4.2.4.2 Fauna**

Toda obra civil afecta de manera directa la fauna de determinada zona, cuando se altera el ecosistema natural de las especies estas se ven obligadas a mudarse.

El uso de maquinaria para modificar las características geográficas, y la contaminación por ruido influye de igual manera en el traslado de las distintas especies.

#### **4.2.5 Medio Visual**

##### **4.2.5.1 Calidad Visual**

La calidad visual será afectada en el transcurso de la obra donde intervendrán maquinarias para el proceso constructivo, esto solo afectará durante el tiempo de construcción.

Otro factor que es afectado visualmente es el paisaje, donde no tendrá las mismas características después de la construcción.



## **4.2.6 Factores Socio-económicos**

### **4.2.6.1 Tránsito**

Debido a los movimientos de tierra en el proceso constructivo, el uso de maquinaria y los diversos procesos que interfieran en la vía existente. El tráfico y transporte se ve afectado altamente, durante el tiempo de ejecución de la obra.

### **4.2.6.2 Turismo**

El turismo es un factor que al igual que el tránsito se altera debido a la dificultad de llegar a la zona, de forma fácil. Se resalta que este factor se ve incrementado una vez ya terminada la obra, debido al favorecimiento de la misma para acceder al sitio de destino.

## **4.2.7 Economía local y Comercio**

De igual forma durante la ejecución del proyecto, se altera considerablemente la economía, perjudicando a la población por la dificultad en el transporte de viveres, productos y servicios que esta requiere con normalidad.

Una vez concluida la construcción estos factores vuelven a su normalidad, e incluso aumentan en su rentabilidad, contribuyendo al crecimiento de la población y desarrollo en su infraestructura local.

### 4.3 Evaluación de impacto y plan de contingencia

<p><b>Agua</b></p>	<p><b>Componente:</b> Cuenca de drenaje</p> <p><b>Impacto:</b> Alteración del flujo del agua</p> <p><b>Medida de Contingencia:</b></p> <p>En las áreas donde se utilice material de relleno colocar el correcto drenaje para no obstruir el flujo natural del agua.          Por medio de sistemas de riego trasladar el agua que caiga en la vía en forma de precipitación a través de elementos de drenaje.          Evitar el uso de material expuesto para evitar el transporte de sedimentos, a medida que se acerque una precipitación o un aumento en el cauce de ríos.          Realizar trabajos en clima seco</p>
<p><b>Aire</b></p>	<p><b>Componente:</b> Transporte de partículas</p> <p><b>Impacto:</b> Contaminación</p> <p><b>Medida de Contingencia:</b></p> <p>Asegurar el material al momento de transportarlo</p>
<p><b>Suelo</b></p>	<p><b>Componente:</b> Características físico-mecánicas</p> <p><b>Impacto:</b> Modificación de propiedades del suelo</p> <p><b>Medida de Contingencia:</b></p> <p>Correcto plan de manejo de desechos tóxicos, y residuos de construcción..</p> <p><b>Componente:</b> Meteorización</p>

	<p><b>Impacto:</b> Alteración de la geomorfología</p> <p><b>Medida de Contingencia:</b></p> <p>Evitar la deforestación innecesaria Estabilizar los suelos, para evitar que se sedimenten y se transporten con el viento, agua o la acción del hombre.</p>
<p><b>Medio Biológico</b></p>	<p><b>Componente:</b> Flora</p> <p><b>Impacto:</b> Deforestación</p> <p><b>Medida de Contingencia:</b></p> <p>Evitar de toda manera la tala de árboles y especies vegetales según las regulaciones del Ministerio del Ambiente, y solo hacerlo con una debida justificación.</p> <p><b>Componente:</b> Fauna</p> <p><b>Impacto:</b> Migración de Especies de Animales</p> <p>Medida de Contingencia: Utilizar las maquinarias de manera organizada para así reducir la contaminación por ruido, que a su vez es la mayor causante de esta alteración.</p>
<p><b>Medio Visual</b></p>	<p><b>Componente:</b> Calidad visual</p> <p><b>Impacto:</b> contaminación visual</p> <p><b>Medida de Contingencia:</b></p> <p>La contaminación visual es inevitable en toda obra civil, pero es momentánea al terminar la obra, para esto se asegura que se desaloje todo material que sea considerado desecho durante y después de la ejecución de la obra.</p>
<p><b>Factores Socio-económicos</b></p>	<p><b>Componente:</b> Tránsito</p> <p><b>Impacto:</b> variaciones en el TPD</p> <p><b>Medida de Contingencia:</b></p> <p>Crear vías alternas al destino para no dejar descomulgada la zona, y que los vehículos y transporte público circule de forma habitual, durante la ejecución del proyecto.</p> <p>Correcta señalética, y avisos de los trabajos en la vía</p>

	<p><b>Componente:</b> Turismo</p> <p><b>Impacto:</b> Disminución en el turismo local</p> <p><b>Medida de Contingencia:</b></p> <p>Al finalizar la obra se debe realizar la correcta notificación a los turistas y pobladores de la habilitación de la vía, para recuperar y aumentar la llegada de visitantes a la zona, que se reduce por el bloqueo en la vía debido a los trabajos de ejecución.</p> <p><b>Componente:</b> Economía local y comercio</p> <p><b>Impacto:</b> Reducción en los factores económicos de una zona.</p> <p><b>Medida de Contingencia:</b></p> <p>Al crear las rutas alternas se disminuye el impacto debido a la reducción de visitantes a la zona. Buscar rutas alternas para llegada de productos de primera necesidad y de comercialización diaria para reducir el escaseo de los mismos.</p>
--	---

# **CAPÍTULO 5**

## **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

1.- Para el Estudio topográfico, una vez reconocida y explorada la ubicación de la ruta para la vía de acceso, se procedió a hacer un levantamiento topográfico que abarca todo al área alrededor de nuestra vía, para esto se utilizaron fotos de un dron se obtuvieron fotos áreas del terreno, las cuales proporcionaron información de coordenadas y cotas del terreno para proceder al trabajo de oficina y realizar el dibujo del plano, con esto se determinaron las depresiones y elevaciones del terreno, así como las cuencas de drenaje en el sector de Engabao.

2. La comunidad de Engabao se encuentra localizado en la Formación Geológica Tablazo conformada en su mayoría por arenas, gravas y conglomerados no consolidados, medio en la parte superior del terreno, por

producto de la meteorización. Bajo este material se encuentran formaciones de limonitas.

3. Para el estudio geotécnico, una vez trazada la línea de gradiente, se procedió a tomar muestras de Suelos aproximadamente a cada 500 metros, para proceder a realizar ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor y Cbr. Una vez que se obtuvieron estos resultados se los utilizó para determinar las resistencias de los mismos, con lo que se determinó, que el material del sitio no tiene buenas características para la utilización del proyecto, pero debido a la dificultad de hacer ensayos insitu, y según sus características geológicas se determina que esta localización posee un material de excelente calidad para la obra bajo este suelo meteorizado.

4. Para el diseño de Pavimento de la vía, se escogen 3 posibles alternativas a ser ejecutadas: Pavimento flexible, Pavimento Rígido, Pavimento Semirrígido. Para cada uno de estos se determinaron los espesores de capas, así como la composición de las mismas. Basándonos principalmente en un Valor de CBR de diseño de 20%, lo cual genera que este pavimento soporte las condiciones más críticas a ser expuestas.

5. La selección de la alternativa más factible, se realiza en base a los criterios de Costo- Beneficio, Para lo que con la determinación de los presupuestos de Obras, y los cronogramas constructivos se obtiene que la

vía de Pavimento Flexible es más económico que las otras dos alternativas, difiriendo en una semana más de tiempo de construcción.

## **5.2 Recomendaciones**

1. No se recomienda una la selección de una nueva ruta, debido a la facilidad de trabajo en la ruta anteriormente construida, debido al aumento en rubros de movimientos de tierra debido a las alteraciones nuevas en el Sector de la Obra.
2. Se recomienda, dejar el derecho de vía aconsejando de 30 metros debido al acelerado desarrollo de esta población, aumentando el número de habitantes.

## ANEXOS

### FOTOS







## PRESUPUESTO Y APUS

<b>Presupuesto de obra</b>					
<b>TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS</b>					
<b>Rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario USD</b>	<b>Precio total USD</b>
<b>1</b>	<b>Movimiento de tierras</b>				
1,1	Trazado y Replanteo	m2	25.776,00	1,94	50.005,44
1,2	Excavación y desalojo con equipo mecánico para mejoramiento del suelo.	m3	33.012,87	5,41	178.599,63
1,3	Relleno compactado al 95% del Proctor modificado con material de préstamo del sitio.	m3	13.297,51	10,05	133.639,98
1,4	Geotextil Nt 3000	m2	12.480,00	8,00	99.840,00
<b>2</b>	<b>Pavimento flexible</b>				
2,1	Relleno compactado con piedra Sub-Base clase 1	m3	5.270,93	20,27	106.841,75
2,2	Relleno compactado con piedra Base clase 1	m3	2.722,55	24,56	129.454,04
2,3	Carpeta asfáltica e=5.5cm incluye imprimación y sellado	m2	20.052,47	8,17	22.243,23
2,4	Cuneta triangular de hormigón f'c=180 kg/cm2, incluye sellado de junta cada 3,00 m con material bituminoso.	MI	1.680,00	24,27	40.773,60

<b>Presupuesto de obra</b>					
<b>TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS</b>					
<b>Rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario USD</b>	<b>Precio total USD</b>
<b>1</b>	<b>Movimiento de tierras</b>				
1,1	Trazado y Replanteo	m2	25.776,00	1,94	50.005,44
1,2	Excavación y desalojo con equipo mecánico para mejoramiento del suelo.	m3	33.012,87	5,41	178.599,63
1,3	Relleno compactado al 95% del Proctor modificado con material de préstamo del sitio.	m3	13.297,51	10,05	133.639,98
1,4	Geotextil Nt 3000	m2	12.480,00	8,00	99.840,00
<b>3</b>	<b>Pavimento Rígido</b>				
3,1	Relleno compactado con piedra Sub-Base clase 1	m3	4.411,54	20,27	406.463,57
3,2	Losa de hormigón f'c=280 kg/cm2	m3	3.102,40	208,91	648.122,38
3,3	Cuneta triangular de hormigón f'c=180 kg/cm2, incluye sellado de junta cada 3,00 m con material bituminoso.	MI	1.680,00	24,27	40.773,60

<b>Presupuesto de obra</b>					
<b>TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS</b>					
<b>Rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario USD</b>	<b>Precio total USD</b>
<b>1</b>	<b>Movimiento de tierras</b>				
1,1	Trazado y Replanteo	m2	25.776,00	1,94	50.005,44
1,2	Excavación y desalojo con equipo mecánico para mejoramiento del suelo.	m3	33.012,87	5,41	178.599,63
1,3	Relleno compactado al 95% del Proctor modificado con material de préstamo del sitio.	m3	13.297,51	10,05	133.639,98
1,4	Geotextil Nt 3000	m2	12.480,00	8,00	99.840,00
<b>4</b>	<b>Pavimento Semirrígido</b>				
4,1	Suelo-cemento: tendido y compactado 12% cemento	m3	3.454,75	44,96	155.325,56
4,2	Carpeta asfáltica e=4 cm incluye imprimación y sellado	m2	20.052,47	6,74	135.153,65
4,3	Cuneta triangular de hormigón f'c=180 kg/cm2, incluye sellado de junta cada 3,00 m con material bituminoso.	MI	1.680,00	24,27	40.773,60

**NOMBRE DEL PROPONENTE:** ESPOL

**PROYECTO:** VÍA DE ACCESO A LA COMUNIDAD DE  
ENGABAO

HOJA DE  
1 0

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 1,10 UNIDAD: m3

**DETALLE:** Excavación y desalojo con equipo mecánico para mejoramiento del suelo.

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,0307
Excavadora	2,000	45,0000	90,0000	0,02600	2,340
Volqueta de 8m3	3,000	22,0000	66,0000	0,02600	1,716
SUBTOTAL M =					4,0867

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OP. Excavadora/Motoniveladora	2,000	3,5700	7,1400	0,0260	0,1856
Chofer tipo E	3,000	4,3600	13,0800	0,0260	0,3401
Topografo	1,000	3,3800	3,3800	0,0260	0,0879
SUBTOTAL N =					0,6136

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O =				0,0000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	4,7003
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 15,00%	0,7050
OTROS INDIRECTOS ..... %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5,4053
<b>VALOR OFERTADO \$</b>	<b>5,41</b>

Enero 2016

FIRMA

**NOMBRE DEL PROPONENTE:** ESPOL  
**PROYECTO:** VÍA DE ACCESO A LA COMUNIDAD DE ENGABAO

HOJA 3 DE 0

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 2,10 UNIDAD: m3  
DETALLE: Relleno compactado con piedra Sub-Base clase 1

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,0453
Tanquero	1,000	25,0000	25,0000	0,05000	1,2500
Motoniveladora	1,000	48,0000	48,0000	0,05000	2,400
Volqueta de 8m3	2,000	22,0000	44,0000	0,05000	2,200
Rodillo neumatico	1,000	35,0000	35,0000	0,05000	1,750
SUBTOTAL M =					7,6453

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OP. Excavadora/Motoniveladora	2,000	3,5700	7,1400	0,0500	0,3570
Chofer tipo E	1,000	4,3600	4,3600	0,0500	0,2180
OP. Rodillo	1,000	3,2200	3,2200	0,0500	0,1610
Topografo	1,000	3,3800	3,3800	0,0500	0,1690
SUBTOTAL N =					0,9050

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Material de Sub-Base clasel	m3	1,050	6,5000	6,8250
Agua	m3	0,100	1,5000	0,1500
SUBTOTAL O =				6,9750

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
transporte de Material Petreo (10 km)	m3/km	10,000	0,210	2,100
SUBTOTAL P =				2,1000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				17,6253
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....			15,00%	2,6438
OTROS INDIRECTOS ..... %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				20,2691
<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>\$</b>	<b>20,27</b>

Enero 2016

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**NOMBRE DEL PROPONENTE:** ESPOL  
**PROYECTO:** VÍA DE ACCESO A LA COMUNIDAD DE ENGABAO

HOJA 4 DE 6

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 2,20 UNIDAD: m3  
DETALLE: Relleno compactado con piedra Base  
clase 1

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,0685
Tanquero	1,000	25,0000	25,0000	0,06100	1,5250
Motoniveladora	1,000	48,0000	48,0000	0,06100	2,9280
Volqueta de 8m3	2,000	22,0000	44,0000	0,06100	2,6840
Rodillo neumatico	1,000	35,0000	35,0000	0,06100	2,1350
SUBTOTAL M =					9,3405

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OP. Excavadora/Motoniveladora	2,000	3,5700	7,1400	0,0610	0,4355

Chofer tipo E	2,000	4,3600	8,7200	0,0610	0,5319
OP. Rodillo	1,000	3,2200	3,2200	0,0610	0,1964
Topografo	1,000	3,3800	3,3800	0,0610	0,2062
SUBTOTAL N =					1,3700

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Material de Base clase I	m3	1,0500	8,0000	8,400
Agua	m3	0,1000	1,5000	0,150
SUBTOTAL O =				8,5500

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
transporte de Material Petreo (10 km)	m3/km	10,000	0,210	2,100
SUBTOTAL P =				2,1000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		21,3605
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 15,00%		3,2041
OTROS INDIRECTOS ..... %		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		24,5646
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$</b>	<b>24,56</b>

Enero 2016

\_\_\_\_\_  
FIRMA



**NOMBRE DEL PROPONENTE:** ESPOL  
**PROYECTO:** VÍA DE ACCESO A LA COMUNIDAD DE ENGABAO

HOJA DE 5

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 2,30 UNIDAD: m2  
 DETALLE: Carpeta asfáltica e=5.5cm incluye imprimación y sellado

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,0144
Rodillo Liso	1,000	35,0000	35,0000	0,0140	0,4900
Camion distribuidor de asfalto	1,000	40,0000	40,0000	0,0140	0,560
Volqueta de 8m3	1,000	22,0000	22,0000	0,0140	0,308
SUBTOTAL M =					1,3724

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OP. Rodillo	1,000	3,2200	3,2200	0,0140	0,0451
OP. Escoba, Finisher	1,000	3,2200	3,2200	0,0140	0,0451
Chofer tipo E	1,000	4,3600	4,3600	0,0140	0,0610
Peon (estr.ocp. E2)	2,000	3,2200	6,4400	0,0140	0,0902
Topografo	1,000	3,3800	3,3800	0,0140	0,0473
SUBTOTAL N =					0,2887

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Mezcla asfaltica ( inc. Transporte)	m3	0,058	50,0000	2,9000
Diesel tipo 2( inc. Transporte)	gln	0,500	0,8900	0,4450
SUBTOTAL O =				3,3450

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
transporte de Material Petreo (10 km)	m3/km	10,000	0,210	2,1000

Enero 2016	SUBTOTAL P =		2,1000
	TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		7,1061
	INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 15,00%		1,0659
	OTROS INDIRECTOS ..... %		
	COSTO TOTAL DEL RUBRO		8,1720
	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$</b>	<b>8,17</b>

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**NOMBRE DEL PROPONENTE:** ESPOL  
**PROYECTO:** VÍA DE ACCESO A LA COMUNIDAD DE  
ENGABAO

HOJA DE  
6 0

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 3,10 UNIDAD: m3  
DETALLE: Relleno compactado con piedra Sub-  
Base clase 1

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,0453
Tanquero	1,000	25,0000	25,0000	0,0500	1,2500
Motoniveladora	1,000	48,0000	48,0000	0,0500	2,4000
Volqueta de 8m3	2,000	22,0000	44,0000	0,0500	2,200
Rodillo neumatico	1,000	35,0000	35,0000	0,0500	1,750
SUBTOTAL M =					7,6453

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OP. Excavadora/Motoniveladora	2,000	3,5700	7,1400	0,0500	0,3570
Chofer tipo E	1,000	4,3600	4,3600	0,0500	0,2180

OP. Rodillo	1,000	3,2200	3,2200	0,0500	0,1610
Topografo	1,000	3,3800	3,3800	0,0500	0,1690
SUBTOTAL N =					0,9050

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Material de Sub-Base clase I	m3	1,050	6,5000	6,8250
Agua	m3	0,100	1,5000	0,1500
SUBTOTAL O =				6,9750

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
transporte de Material Petreo (10 km)	m3/km	10,000	0,210	2,1000
SUBTOTAL P =				2,1000

Enero 2016

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		17,6253
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 15,00%		2,6438
OTROS INDIRECTOS ..... %		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		20,2691
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$</b>	<b>20,27</b>

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**NOMBRE DEL PROPONENTE:** ESPOL

**PROYECTO:** VÍA DE ACCESO A LA COMUNIDAD DE ENGABAO

HOJA DE  
7 0

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 3,20 UNIDAD: m3  
DETALLE: Losa de hormigón f'c=280 kg/cm2

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,0230

Vibrador de Manguera	2,000	2,0000	4,0000	0,0238	0,095
SUBTOTAL M					0,1182
=					

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	3,000	3,2200	9,6600	0,0238	0,2299
Albañil (estr.ocp. D2)	1,000	3,2200	3,2200	0,0238	0,0766
Fierrero (estr.ocp. D2)	2,000	3,2200	6,4400	0,0238	0,1533
SUBTOTAL N					0,4598
=					

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Hormigon premezclado f'c=280 kg/cm2	m3	1,050	155,0000	162,7500
Encofrado metalico	u	4,000	3,7000	14,8000
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	3,330	1,0600	3,5298
SUBTOTAL O				181,0798
=				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P				0,0000
=				

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	181,6578
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 15,00%	27,2487
OTROS INDIRECTOS ..... %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	208,9065
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 208,91</b>

Enero 2016

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**NOMBRE DEL PROPONENTE:** ESPOL  
**PROYECTO:** VÍA DE ACCESO A LA COMUNIDAD DE ENGABAO

HOJA DE  
8 0

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 4,10 UNIDAD: m3  
 DETALLE: Suelo-cemento: tendido y compactado  
 12% cemento

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,0774
Motoniveladora	1,000	48,000	48,000	0,0700	3,3600
Volqueta de 8m3	2,000	22,000	44,000	0,0700	3,0800
Rodillo neumatico	1,000	35,000	35,000	0,0700	2,4500
SUBTOTAL M =					8,9674

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	1,000	3,220	3,220	0,0700	0,2254
OP. Excavadora/Motoniveladora	1,000	3,570	3,570	0,0700	0,2499
OP. Rodillo	1,000	3,220	3,220	0,0700	0,2254
Topografo	1,000	3,380	3,380	0,0700	0,237
Chofer tipo E	2,000	4,360	8,720	0,0700	0,610
SUBTOTAL N =					1,5477

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cascajo mediano y fino	m3	0,880	1,8000	1,5840
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	180,000	0,150	27,0000
SUBTOTAL O =				28,5840

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
-------------	--------	---------------	-------------	----------------

Enero 2016	SUBTOTAL P =		0,0000
	TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		39,0991
	INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 15,00%		5,8649
	OTROS INDIRECTOS ..... %		
	COSTO TOTAL DEL RUBRO		44,9640
	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$</b>	<b>44,96</b>

\_\_\_\_\_  
FIRMA

**NOMBRE DEL PROPONENTE:** ESPOL  
**PROYECTO:** VÍA DE ACCESO A LA COMUNIDAD DE ENGABAO

HOJA DE  
9 0

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 4,20 UNIDAD: m2  
 DETALLE: Carpeta asfáltica e=4 cm incluye imprimación y sellado

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,0124
Rodillo Liso	1,000	35,0000	35,0000	0,0135	0,473
Camion distribuidor de asfalto	1,000	40,0000	40,0000	0,0135	0,540
Volqueta de 8m3	1,000	22,0000	22,0000	0,0135	0,297
SUBTOTAL M =					1,3224

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OP. Rodillo	1,000	3,2200	3,2200	0,0135	0,0435
OP. Escoba, Finisher	1,000	3,2200	3,2200	0,0135	0,0435
Chofer tipo E	2,000	4,3600	8,7200	0,0135	0,1177

Peon (estr.ocp. E2)	1,000	3,2200	3,2200	0,0135	0,0435
Topografo		3,3800			
SUBTOTAL N =					0,2482

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Mezcla asfaltica ( inc. Transporte)	m3	0,042	50,0000	2,1000
Diesel tipo 2( inc. Transporte)	gln	0,100	0,8900	0,0890
SUBTOTAL O =				2,1890

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
transporte de Material Petreo (10 km)	m3/km	10,000	0,210	2,100
SUBTOTAL P =				2,1000

Enero 2016

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		5,8596
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	15,00%	0,8789
OTROS INDIRECTOS .....	%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		6,7385
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$</b>	<b>6,74</b>

FIRMA

**NOMBRE DEL PROPONENTE:** ESPOL

**PROYECTO:** VÍA DE ACCESO A LA COMUNIDAD DE ENGABAO

HOJA DE  
10 0

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 0,00 UNIDAD: m2

DETALLE: Trazado y replanteo

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,0381
Equipo topografico	1,000	2,5000	2,5000	0,0600	0,150
SUBTOTAL M =					0,1881

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	1,000	3,2200	3,2200	0,0600	0,1932
Topografo	1,000	3,3800	3,3800	0,0600	0,2028
Cadenero	2,000	3,0500	6,1000	0,0600	0,3660
SUBTOTAL N =					0,7620

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Tablas de Encofrado semidura	u	0,038	5,0000	0,1900
Cuarton semiduras	u	0,150	3,0000	0,4500
Pintura de caucho	gln	0,005	15,6200	0,0781
Clavo 2"x 8	Lb	0,026	0,8200	0,0213
Cementina (25kg)	sc	0,001	1,5300	0,0015
SUBTOTAL O =				0,7409

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				

	TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)			1,6910
	INDIRECTOS Y UTILIDAD			0,2537
	.....		0,1500	
	OTROS INDIRECTOS .....		%	
Enero 2016	COSTO TOTAL DEL RUBRO			1,9447
	VALOR OFERTADO		\$	1,9400

FIRMA



**NOMBRE DEL PROPONENTE:** ESPOL  
**PROYECTO:** VÍA DE ACCESO A LA COMUNIDAD DE ENGABAO

HOJA DE  
11 0

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 0,00 UNIDAD: ML  
 Cuneta triangular de hormigón f'c=180 kg/cm2, incluye sellado de junta cada 3,00 m con material bituminoso.

**DETALLE:**

3,00 m con material bituminoso.

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,0658
Vibrador de Manguera	1,000	2,0000	2,0000	0,0800	0,160
SUBTOTAL M =					0,2258

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon (estr.ocp. E2)	2,000	3,2200	6,4400	0,0800	0,5152
Albañil (estr.ocp. D2)	2,000	3,2200	6,4400	0,0800	0,5152
Maestro (estr.ocp. C2)	1,000	3,5700	3,5700	0,0800	0,2856
SUBTOTAL N =					1,3160

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Hormigon premezclado f'c=180 kg/cm2	m3	0,160	76,0000	12,1600
Encofrado metalico	u	2,000	3,7000	7,4000
SUBTOTAL O =				19,5600

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				21,1018

Enero 2016

INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	0,1500	3,1653
OTROS INDIRECTOS ..... %		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		24,2671
VALOR OFERTADO	\$	24,2700

FIRMA

**NOMBRE DEL PROPONENTE:** ESPOL  
VÍA DE ACCESO A LA COMUNIDAD DE  
**PROYECTO:** ENGABAO

HOJA DE  
2 0

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 1,20 UNIDAD: m3  
Relleno compactado al 95% del Proctor modificado con material de préstamo del sitio.

DETALLE:

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0,0494
Excavadora	1,000	45,0000	45,0000	0,0440	1,980
Volqueta de 8m3	1,000	22,0000	22,0000	0,0440	0,968
Rodillo neumatico	1,000	35,0000	35,0000	0,0440	1,540
Tanquero	1,000	25,0000	25,0000	0,0440	1,100
Motoniveladora	1,000	48,0000	48,0000	0,0440	2,112
SUBTOTAL M =					7,7494

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OP. Excavadora/Motoniveladora	2,000	3,5700	7,1400	0,0440	0,3142
OP. Rodillo	1,000	3,2200	3,2200	0,0440	0,1417

Chofer tipo E	2,000	4,3600	8,7200	0,0440	0,3837
Topografo	1,000	3,3800	3,3800	0,0440	0,1487
SUBTOTAL N =					0,9883

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O =				0,0000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0,0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	8,7377
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	15,00% 1,3107
OTROS INDIRECTOS .....	%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	10,0484
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 10,05</b>

Enero 2016

## VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO						
<u>Estación</u>	<u>Área de Corte (m2)</u>	<u>Volumen de Corte (m3)</u>	<u>Área de terraplén (m2)</u>	<u>Volumen de terraplén (mm)</u>	<u>Vol. Corte acumul. (m3)</u>	<u>Vol. terraplén acumul. (m3)</u>
0+000,000	4,28	0	0	0	0	0
0+020,000	2,67	69,56	0,22	2,17	69,56	2,17
0+040,000	1,77	44,39	0,81	10,31	113,95	12,49
0+060,000	1,78	35,48	0,67	14,8	149,43	27,29
0+080,000	1,59	33,69	0,88	15,5	183,12	42,78
0+100,000	0	15,89	2,11	29,98	199	72,76
0+120,000	0	0	3,33	54,47	199	127,23
0+140,000	0	0	4,34	76,77	199	204
0+160,000	0	0	5,17	95,18	199	299,18
0+180,000	0	0	5,79	109,64	199	408,82
0+200,000	0	0	6,13	119,21	199	528,03
0+220,000	0	0	6,01	121,42	199	649,45
0+240,000	0	0	5,74	117,55	199	767,01
0+260,000	0	0	7,25	129,88	199	896,89
0+280,000	0	0	8,71	159,55	199	1056,44
0+300,000	0	0	9,69	184,05	199	1240,48
0+320,000	0	0	10,12	198,14	199	1438,62
0+340,000	0	0	9,91	200,24	199	1638,86
0+360,000	0	0	9,6	195,05	199	1833,91
0+380,000	0	0	9,44	190,42	199	2024,33
0+400,000	0	0	10,24	196,85	199	2221,18
0+420,000	0	0	8,33	185,7	199	2406,88
0+440,000	0	0	5,89	142,8	199	2549,69
0+460,000	0	0	3,74	96,83	199	2646,52
0+480,000	0	0	3,76	75,39	199	2721,91
0+500,000	0,53	5,21	1,47	52,43	204,21	2774,34
0+520,000	3,11	36,34	0,07	15,39	240,55	2789,73
0+540,000	10,55	136,6	0	0,66	377,15	2790,4
0+560,000	20,41	309,6	0	0	686,75	2790,4

0+580,000	17,92	383,26	0	0	1070,01	2790,4
0+600,000	7,59	255,09	0	0	1325,1	2790,4
0+620,000	3,76	113,44	0,02	0,22	1438,54	2790,61
0+640,000	3,89	76,44	0,01	0,32	1514,98	2790,93
0+660,000	4,4	82,89	0	0,1	1597,86	2791,03
0+680,000	5,07	94,76	0	0	1692,62	2791,03
0+700,000	5,76	108,38	0	0	1801	2791,03
0+720,000	6,46	122,19	0	0	1923,19	2791,03
0+740,000	7,15	136,04	0	0	2059,23	2791,03
0+760,000	7,84	149,91	0	0	2209,14	2791,03
0+780,000	6,4	142,45	0	0	2351,59	2791,03
0+800,000	5,16	115,58	0	0	2467,17	2791,03
0+820,000	5,42	104,49	0	0	2571,66	2791,03
0+840,000	6,69	119,6	0	0	2691,26	2791,03
0+860,000	8,58	151,07	0	0	2842,34	2791,03
0+880,000	11,22	196,23	0	0	3038,56	2791,03
0+900,000	14,72	257,37	0	0	3295,93	2791,03
0+920,000	16,59	310,88	0	0	3606,81	2791,03
0+940,000	15,77	321,32	0	0	3928,13	2791,03
0+960,000	15,05	305,94	0	0	4234,07	2791,03
0+980,000	16,54	315,21	0	0	4549,29	2791,03
1+000,000	19,58	361,15	0	0	4910,44	2791,03
1+020,000	22,12	416,98	0	0	5327,42	2791,03
1+040,000	21,58	437,03	0	0	5764,45	2791,03
1+060,000	18,83	404,07	0	0	6168,52	2791,03
1+080,000	25,78	446,06	0	0	6614,58	2791,03
1+100,000	28,09	538,64	0	0	7153,22	2791,03
1+120,000	28,08	561,68	0	0	7714,89	2791,03
1+140,000	25,53	536,17	0	0	8251,06	2791,03
1+160,000	19,48	450,19	0	0	8701,25	2791,03
1+180,000	12,24	317,28	0	0	9018,53	2791,03
1+200,000	3,99	162,33	0	0,06	9180,86	2791,08
1+220,000	0	39,9	7,11	71,17	9220,75	2862,26
1+240,000	0	0	26,25	333,6	9220,75	3195,86
1+260,000	0	0	45,25	714,93	9220,75	3910,8
1+280,000	0	0	67,89	1131,4	9220,75	5042,19
1+300,000	0	0	79,15	1470,43	9220,75	6512,62
1+320,000	0	0	79,83	1589,81	9220,75	8102,43
1+340,000	0	0	75,47	1553,04	9220,75	9655,48
1+360,000	0	0	66,31	1417,84	9220,75	11073,31
1+380,000	0	0	46,39	1127,07	9220,75	12200,38
1+400,000	0	0	30,61	770,02	9220,75	12970,4

1+420,000	0	0	14,96	455,64	9220,75	13426,03
1+440,000	0	0	2,22	171,74	9220,75	13597,77
1+460,000	13,22	132,25	0	22,18	9353	13619,95
1+480,000	20,79	340,12	0	0	9693,12	13619,95
1+500,000	28,57	493,61	0	0	10186,73	13619,95
1+520,000	30,58	591,57	0	0	10778,29	13619,95
1+540,000	30,17	607,49	0	0	11385,78	13619,95
1+560,000	28,21	583,73	0	0	11969,51	13619,95
1+580,000	22,76	509,64	0	0	12479,16	13619,95
1+600,000	16,16	389,19	0	0	12868,34	13619,95
1+620,000	10,09	262,54	0	0	13130,88	13619,95
1+640,000	5,6	156,95	0	0	13287,83	13619,95
1+660,000	2,49	80,98	0,31	3,06	13368,81	13623
1+680,000	2,39	48,8	0,41	7,18	13417,61	13630,18
1+700,000	2,53	49,15	0,36	7,74	13466,77	13637,92
1+720,000	2,88	54,07	0,2	5,65	13520,84	13643,57
1+740,000	6,49	93,7	0	2,03	13614,53	13645,6
1+760,000	10,46	169,5	0	0	13784,04	13645,6
1+780,000	14,07	245,33	0	0	14029,37	13645,6
1+800,000	12,59	266,67	0	0	14296,04	13645,6
1+820,000	12	245,92	0	0	14541,95	13645,6
1+840,000	10,13	221,26	0	0	14763,22	13645,6
1+860,000	5,89	160,21	0	0	14923,43	13645,6
1+880,000	3,75	96,11	0	0	15019,54	13645,6
1+900,000	4,46	81,01	0	0	15100,55	13645,6
1+920,000	3,84	81,86	0	0	15182,41	13645,6
1+940,000	2,5	62,18	0,07	0,67	15244,59	13646,27
1+960,000	2,08	44,55	0,2	2,72	15289,14	13648,99
1+980,000	1,9	38,63	0,31	5,2	15327,77	13654,19
2+000,000	2,27	40,51	0,14	4,55	15368,28	13658,74
2+020,000	4,37	66,1	0	1,37	15434,38	13660,11
2+040,000	7,03	113,95	0	0	15548,34	13660,11
2+060,000	10,47	174,93	0	0	15723,27	13660,11
2+080,000	14,44	249,08	0	0	15972,35	13660,11
2+100,000	18,65	330,9	0	0	16303,25	13660,11
2+120,000	20,47	391,21	0	0	16694,47	13660,11
2+140,000	23,88	443,5	0	0	17137,97	13660,11
2+160,000	25,57	494,47	0	0	17632,43	13660,11
2+180,000	27,38	529,52	0	0	18161,95	13660,11
2+200,000	22,06	494,4	0	0	18656,36	13660,11
2+220,000	12,8	348,61	0	0	19004,97	13660,11

2+240,000	7,05	198,5	0	0	19203,47	13660,11
2+260,000	3,34	103,91	0,08	0,78	19307,38	13660,89
2+280,000	0	33,43	1,94	20,16	19340,8	13681,05
2+300,000	0	0	4,89	68,31	19340,8	13749,36
2+320,000	0	0	9,11	140,05	19340,8	13889,41
2+340,000	0	0	6,96	160,72	19340,8	14050,13
2+360,000	0	0	3,99	109,52	19340,8	14159,65
2+380,000	0	0	2,15	61,42	19340,8	14221,07
2+400,000	0	0	1,75	39,03	19340,8	14260,1
2+420,000	0	0	1,55	33,16	19340,8	14293,27
2+440,000	0,55	5,27	1,25	28,12	19346,07	14321,38
2+460,000	0,76	12,64	0,86	21,26	19358,71	14342,65
2+480,000	0,7	14,17	1,03	19,1	19372,88	14361,75
2+500,000	0	6,8	1,77	28,2	19379,68	14389,95
2+520,000	0,51	4,97	2,05	38,4	19384,65	14428,36
2+540,000	0,89	13,71	1,01	30,71	19398,36	14459,07
2+560,000	2,59	34,75	0,09	10,99	19433,11	14470,06
2+580,000	4,79	73,79	0	0,88	19506,89	14470,93
2+600,000	6,09	108,79	0	0	19615,68	14470,93
2+620,000	6,46	125,49	0	0	19741,17	14470,93
2+640,000	8,13	145,88	0	0	19887,05	14470,93
2+660,000	11,51	196,38	0	0	20083,42	14470,93
2+680,000	15,39	268,95	0	0	20352,37	14470,93
2+700,000	17,58	329,61	0	0	20681,99	14470,93
2+720,000	21,67	392,44	0	0	21074,43	14470,93
2+740,000	22,79	444,62	0	0	21519,05	14470,93
2+760,000	24,51	473,07	0	0	21992,12	14470,93
2+780,000	25,35	498,61	0	0	22490,73	14470,93
2+800,000	25,65	510,02	0	0	23000,75	14470,93
2+820,000	20,75	463,99	0	0	23464,74	14470,93
2+840,000	13,12	338,64	0	0	23803,38	14470,93
2+860,000	6,08	192,01	0	0	23995,38	14470,93
2+864,638	4,31	24,1	0	0	24019,49	14470,93

## BIBLIOGRAFÍA

3586, Instituto Geográfico Militar - Base Topográfica. (1976). Formación Geológica del Ecuador.

Ecoeficiencia Cia. Ltda. (2014). *Estudio de Impacto Ambiental*. Villamil Playas - Guayas.

Fonseca, A. M. (2002). *Libro de Ingeniería en Pavimentos*. Colombia: Stella Valbuena de Fierro.

Guía del Constructor. (2012). Recuperado el 20 de Febrero de 2016, de <http://guiadelconstructor.com.do/productos/geotextil-nt-3000/>

Instituto Geográfico Militar- Restitución Fotogramétrica - Edición 1IGM - Serie J821. (Febrero de 210). Engabao.

Maps, G. (s.f.). *Google Maps*. Recuperado el 24 de febrero de 2016, de <https://maps.google.com/>

Públicas, M. d. (2013). *Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP*. Quito.



