



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Trabajo estructurado de manera independiente previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Civil

**TEMA:**

---

“LAS CONDICIONES DE LA VÍA QUE COMUNICA A LOS  
SECTORES ESCORZONERA Y MANDANA DE LA PARROQUIA  
PILAHUÍN, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, Y SU INCIDENCIA  
EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES.”

---

**Autora:** María Silvana Acosta Lizano

**Tutor:** Ing. M. Sc. Lorena Pérez

Ambato – Ecuador

2015

## **CERTIFICACIÓN**

En calidad de Tutora certifico que el presente trabajo de investigación realizado por la Srta. María Silvana Acosta Lizano, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, se desarrolló bajo mi dirección, es un trabajo personal e inédito bajo el tema: “LAS CONDICIONES DE LA VÍA QUE COMUNICA A LOS SECTORES ESCORZONERA Y MANDANA DE LA PARROQUIA PILAHUÍN, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES”

Es todo cuanto puedo afirmar en honor a la verdad

Ambato, Octubre 2015

---

Tutora: Ing. M. Sc. Ruth Lorena Pérez Maldonado

C. I. 1710320332

## **AUTORÍA**

El contenido del Presente Trabajo de Investigación bajo el título “LAS CONDICIONES DE LA VÍA QUE COMUNICA A LOS SECTORES ESCORZONERA Y MANDANA DE LA PARROQUIA PILAHUÍN, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES” así como sus opiniones, criterios, análisis e ideas son de responsabilidad de la Autora.

---

Autora: María Silvana Acosta Lizano

C. I. 1804837068

## DEDICATORIA

*A Dios que es el motor fundamental de mi existencia, que ha sabido guiar mis pasos y protegerme en cada instante de mi vida; siempre junto a mí; siempre sintiendo su presencia y su gran amor, dueño de mi pasado y de mi futuro.*

*Con gran admiración a mi Padre y gran amigo **Jorge Acosta** que con su ejemplo ha sabido formarme como persona; inculcándome los debidos principios y valores que han sido los pilares para mi vida, siempre brindándome todo su amor y confianza.*

*A mi amada Madre **Hortencia Lizano** que aunque no está conmigo físicamente siempre ha estado en mi corazón y con sus recuerdos ha sabido guiarme en los pasajes difíciles de mi vida convirtiéndose así en mi ángel incondicional.*

*A mi querida hermana **Lupita** que ha sido la gran amiga que Dios eligió en mi vida, ha sabido como apoyarme con sus acciones y locuras en todo momento; llenándome mi vida de constante alegría.*

*A mi familia que siempre ha estado pendiente de mi formación tanto personal como profesional; fieles testigos del esfuerzo realizado para finalizar la carrera, a mis amigas con las cuales he compartido muchas experiencias y vivencias.*

*Silvana Acosta Lizano*

## AGRADECIMIENTO

*A Dios que me ha dado la suficiente sabiduría y fuerza en todo momento para terminar mis estudios con éxito.*

*A mis padres quienes siempre estuvieron y estarán apoyándome llenos de paciencia y cariño, confiando en mí siempre incondicionales en todo momento, a mi hermana que con su compañía ha llenado de alegría cada etapa de mi vida.*

*A la Ing. M. Sc. Lorena Pérez quien con sus conocimientos supo aconsejarme y guiarme para que el presente trabajo se desarrolle correctamente.*

*A la Universidad Técnica de Ambato, a los docentes que supieron brindarme sus enseñanzas para en primer lugar llegar a ser un buen humano e instruirme con sus conocimientos para ser una gran profesional.*

*A mis compañeros, junto a los cuales he aprendido cosas fundamentales en mi vida en especial a mis amigas que han sabido estar en las buenas y en las malas; compartiendo y adquiriendo conocimientos para crecer como personas y profesionales.*

*Silvana Acosta Lizano*

## ÍNDICE GENERAL

### A. PÁGINAS PRELIMINARES

TÍTULO O PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORÍA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
RESUMEN EJECUTIVO.....	XV

### B. TEXTO INTRODUCCIÓN

<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1 TEMA.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis Crítico.....	3
1.2.3 Prognosis.....	4
1.2.4 Formulación del Problema.....	4
1.2.5 Preguntas Directrices.....	4
1.2.6 Delimitación del Problema.....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.4 OBJETIVOS.....	7
1.4.1 Objetivo General.....	7
1.4.2 Objetivos Específicos.....	8
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	9
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	10
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	11
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	11
2.4.1 Supra ordenación de variables.....	11
2.4.2 Definiciones.....	12
2.4.2.1 Caminos y Carreteras.....	12
2.4.2.1.1 Funciones del camino.....	12
2.4.2.1.2 Transporte.....	12

2.4.2.1.3 Clasificación nacional de la red vial .....	13
2.4.2.1.4 Elementos que conforman la carretera.....	14
2.4.2.2 La Topografía.....	16
2.4.2.2.1 Curvas de Nivel.....	17
2.4.2.3 Estudio de Tráfico .....	18
2.4.2.3.1 Tráfico Promedio Diario Anual.....	19
2.4.2.3.2 Tráfico Futuro .....	22
2.4.2.4 Diseño Geométrico del trazado.....	23
2.4.2.4.1 Velocidad de Diseño.....	24
2.4.2.4.2 Velocidad de Circulación.....	26
2.4.2.4.3 Alineamiento Horizontal.....	27
2.4.2.4.4 Distancias de Visibilidad .....	34
2.4.2.4.5 Alineamiento Vertical.....	39
2.4.2.4.6 Secciones Transversales Típicas .....	44
2.4.2.5 Pavimentos.....	45
2.4.2.6 Estudios de suelos .....	50
2.4.2.6.1 Ensayo Granulométrico .....	51
2.4.2.6.2 Límite de Atterberg .....	51
2.4.2.6.3 Compactación del suelo .....	53
2.4.2.6.4 Ensayo de CBR .....	53
2.4.2.7 Drenaje vial.....	54
2.4.2.7.1 Cunetas.....	54
2.4.2.7.2 Alcantarillas .....	57
2.4.2.8 Señales de Tránsito.....	58
2.4.2.8.1 Señalización Horizontal.....	58
2.4.2.8.2 Señalización Vertical .....	60
2.5 HIPÓTESIS.....	65
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES .....	65
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....</b>	<b>66</b>
3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	66
3.2 NIVEL O TIPO DE LA INVESTIGACIÓN .....	67
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	67
3.3.1 Población o Universo .....	67
3.3.2 Muestra.....	68
3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	69

3.4.1 Variable Independiente .....	69
3.4.2 Variable Dependiente.....	70
3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	71
3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	71
3.5.1 Procesamiento de la información.....	71
3.5.2 Presentación de datos .....	71
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>72</b>
4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	72
4.1.1 Análisis de los resultados de la encuesta.....	72
4.1.2 Análisis de resultados del estudio de tráfico.....	82
4.1.3 Análisis de resultados del estudio topográfico .....	83
4.1.4 Análisis de resultados del estudio de suelos.....	84
4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS .....	85
4.2.1 Interpretación de datos de las encuestas.....	85
4.2.2 Interpretación de datos del estudio de tráfico .....	86
4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	92
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>93</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	93
5.2 RECOMENDACIONES.....	94
<b>CAPÍTULO VI: PROPUESTA .....</b>	<b>96</b>
6.1 DATOS INFORMATIVOS .....	96
6.1.1 Ubicación y Localización.....	96
6.1.2 Límites .....	97
6.1.3 Superficie .....	97
6.1.4 Clima.....	97
6.1.5 Actividades Económicas .....	99
6.1.6 Población.....	99
6.1.7 Servicios Básicos .....	99
6.1.8 Suelos .....	100
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA .....	100
6.3 JUSTIFICACIÓN.....	101
6.4 OBJETIVOS .....	102
6.4.1 Objetivo General.....	102
6.4.2 Objetivos Específicos.....	102



6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	102
6.6 FUNDAMENTACIÓN.....	103
6.6.1 Diseño Geométrico de la vía .....	103
6.6.2 Diseño del pavimento.....	104
6.6.3 Diseño del sistema de drenaje.....	104
6.7 METODOLOGÍA DEL MODELO OPERATIVO .....	104
6.7.1 Diseño vial.....	104
6.7.2 Diseño de Pavimento Flexible Método de Diseño AASHTO 93.....	116
6.7.3 Drenaje vial .....	132
6.7.4 Presupuesto del proyecto.....	141
6.7.5 Cronograma del proyecto .....	146
6.8 ADMINISTRACIÓN.....	148
6.8.1 Recursos Económicos .....	148
6.8.2 Recursos Técnicos .....	148
6.8.3 Recursos Administrativos.....	148
6.9 REVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	148

### **C. MATERIALES DE REFERENCIA**

Bibliografía.....	153
Anexos.....	154

### **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico N° 1.1 Ubicación Geográfica de la vía .....	6
Gráfico N° 2.1 Sección Transversal de una vía .....	16
Gráfico N° 2.2 Curvas de Nivel .....	18
Gráfico N° 2.3 Treintava Hora .....	22
Gráfico N° 2.4 Elementos de la curva circular simple .....	30
Gráfico N° 2.5 Curva de inflexión o curva reversa.....	32
Gráfico N° 2.6 Estabilidad del vehículo en las curvas.....	32
Gráfico N° 2.7 Transición de peralte y sobreebanco .....	34

Gráfico N° 2.8 Distancias de visibilidad de parada $d_1$ y $d_2$ .....	35
Gráfico N° 2.9 Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.....	37
Gráfico N° 2.10 Elementos de la curva vertical .....	41
Gráfico N° 2.11 Distancia de visibilidad para parada de un vehículo.....	41
Gráfico N° 2.12 Curvas verticales convexas .....	42
Gráfico N° 2.13 Curvas verticales cóncavas .....	43
Gráfico N° 2.14 Curvas asimétricas.....	43
Gráfico N° 2.15 Curvas simétricas .....	44
Gráfico N° 2.16 Elementos que conforman el pavimento .....	50
Cuadro N° 2.17 Curva típica del ensayo de compactación .....	53
Gráfico N° 2.18 Sección típica de una cuneta .....	55
Gráfico N° 2.19 Esquema de una alcantarilla.....	57
Gráfico N° 2.20 Línea continua de separación de circulación opuesta.....	59
Gráfico N° 2.21 Líneas de borde .....	60
Gráfico N° 2.22 Altura y espacio lateral libre en zona Rural .....	61
Gráfico N° 2.23 Señales regulatorias.....	61
Gráfico N° 2.24 Límite máxima velocidad .....	62
Gráfico N° 2.25 Curvas cerradas .....	63
Gráfico N° 2.26 Curvas abiertas.....	63
Gráfico N° 2.27 Límite máxima velocidad .....	63
Gráfico N° 2.28 Bifurcación en Y .....	64
Gráfico N° 2.29 Señales de información.....	64
Gráfico N° 4.1 Mejoramiento de la vía .....	73

Gráfico N° 4.2 Comodidad en la vía .....	74
Gráfico N° 4.3 Problemas con el estado de la vía .....	75
Gráfico N° 4.4 Accidente en la vía .....	76
Gráfico N° 4.5 Servicio de transporte público.....	77
Gráfico N° 4.6 Incrementar la economía del sector .....	78
Gráfico N° 4.7 Mejorar la calidad de vida.....	79
Gráfico N° 4.8 Uso de la vía.....	80
Gráfico N° 4.9 Frecuencia de uso de la vía .....	81
Gráfico N° 4.10 Tipo de vehículo .....	82
Gráfico N° 4.11 Porcentaje de vehículos en la hora pico .....	83
Gráfico N° 6.1 Límites de la parroquia rural Pilahuín .....	96
Gráfico N° 6.2 Ubicación de los sectores Escorzonera y Mandana.....	97
Gráfico N° 6.3 Mapa climático.....	98
Gráfico N° 6.4 Precipitación Acumulada Diaria .....	98
Gráfico N° 6.5 Clasificación del suelo del cantón Ambato.....	100
Gráfico N° 6.6 Determinación del CBR de Diseño .....	115
Gráfico N° 6.7 Cálculo del Número Estructural.....	122
Gráfico N° 6.8 Nomograma para calcular $a_1$ .....	124
Gráfico N° 6.9 Nomograma para calcular $a_2$ .....	126
Gráfico N° 6.10 Nomograma para calcular $a_3$ .....	127
Gráfico N° 6.11 Estructura de un sistema multicapa .....	129
Gráfico N° 6.12 Sección transversal de la vía en estudio.....	131
Gráfico N° 6.13 Dimensiones propuesta de la cuneta .....	132

Gráfico N° 6.14 Alcantarilla más cabezal de entrada y salida Tipo 1.....	139
Gráfico N° 6.15 Detalle en planta del alcantarilla Tipo 1.....	140
Gráfico N° 6.16 Zampeado a la salida de la alcantarilla.....	140
Gráfico N° 6.17 Caja de paso de agua .....	141

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 2.1 Clasificación de carreteras según el tráfico proyectado .....	13
Cuadro N° 2.2 Relación función, clase MTOP y tráfico .....	14
Cuadro N° 2.3 Velocidad de Diseño .....	25
Cuadro N° 2.4 Velocidad de Circulación .....	26
Cuadro N° 2.5 Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño .....	27
Cuadro N° 2.6 Valor de diseño de las distancia de visibilidad de parada .....	36
Cuadro N° 2.7 Valores de visibilidad mínimo para el rebasamiento .....	38
Cuadro N° 2.8 Velocidades de vehículos rebasados y rebasantes .....	39
Cuadro N° 2.9 Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%) .....	40
Cuadro N° 2.10 Valores de ancho de la calzada .....	45
Cuadro N° 2.11 Especificaciones generales para sub - bases.....	47
Cuadro N° 2.12 Granulometría de las diferentes sub - bases .....	48
Cuadro N° 2.13 Especificaciones generales para bases .....	48
Cuadro N° 2.14 Granulometría de las diferentes bases .....	49
Cuadro N° 2.15 Numeración y apertura de tamices .....	51
Cuadro N° 2.16 Valores del límite de consistencia.....	52
Cuadro N° 2.17 Clasificación del suelo según el CBR .....	54
Cuadro N° 2.18 Percentil a seleccionar para hallar la resistencia.....	54

Cuadro N° 2.19 Valores de coeficiente de escorrentía.....	56
Cuadro N° 2.20 Relación señalización de separación de circulación opuesta segmentada. ....	59
Cuadro N° 3.1 Valores de distribución estándar.....	68
Cuadro N° 4.1 Hora pico del proyecto en el día de mayor demanda .....	83
Cuadro N° 4.2 Resumen estudio de suelos .....	84
Cuadro N° 4.3 Resumen TPDA (%) .....	86
Cuadro N° 4.4 Resumen TPDA actual parcial .....	87
Cuadro N° 4.5 Taza de crecimiento de tráfico.....	87
Cuadro N° 4.6 TPDA Primer Año .....	88
Cuadro N° 4.7 Tráfico Futuro.....	91
Cuadro N° 4.8 Resumen tráficos calculados .....	91
Cuadro N° 6.1 Población de los sectores Escorzonera y Mandana.....	99
Cuadro N° 6.2 Valor de coeficiente de fricción lateral “f” y radios mínimos de curvaturas.106	
Cuadro N° 6.3 Detalle de las curvas verticales.....	114
Cuadro N° 6.4 Correlación de CBR.....	115
Cuadro N° 6.5 Periodo de diseño según tipo de carretera .....	116
Cuadro N° 6.6 Factor de daño según el tipo de vehículo .....	117
Cuadro N° 6.7 Número de carriles según W18 .....	119
Cuadro N° 6.8 Niveles sugeridos de confiabilidad de acuerdo a la clasificación funcional del camino.....	119
Cuadro N° 6.9 Valores de la desviación estándar normal, Zr, correspondiente a los niveles de Confiabilidad R.....	120
Cuadro N° 6.10 Valores mínimos de D1, D2 en función del tránsito en ejes equivalentes ...	123
Cuadro N° 6.11 Valores de a <sub>1</sub> en función del Módulo de Elasticidad.....	124

Cuadro N° 6.12 Valores de $a_2$ en función del CBR%.....	126
Cuadro N° 6.13 Valores de $a_3$ en función del CBR%.....	128
Cuadro N° 6.14 Calidad de drenaje en función del tiempo .....	128
Cuadro N° 6.15 Valores recomendado de $m_2$ y $m_3$ en función de la calidad de drenaje .....	129
Cuadro N° 6.16 Cálculo de los espesores del pavimento .....	130
Cuadro N° 6.17 Coeficiente de rugosidad de Manning en canales abiertos .....	133
Cuadro N° 6.18 Caudales permisibles de acuerdo al valor de las pendientes .....	135

## RESUMEN EJECUTIVO

Mediante el trabajo de investigación bajo el tema: “Las condiciones de la vía que comunica a los sectores Escorzonera y Mandana de la parroquia Pilahuín, provincia de Tungurahua, y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes”; se analizó las condiciones de la vía existente y se realizó una guía técnica para el mejoramiento vial, cuyo propósito es incidir positivamente en la calidad de vida de los habitantes.

Se realizó el inventario vial donde se pudo constatar que la vía en su totalidad es lastrada; el sistema de drenaje se encuentra deteriorada debido a las lluvias propias del lugar y a la topografía de la zona; consecuentemente no brinda la seguridad a los usuarios de la vía. Mediante la aplicación de las encuestas dirigidas a los habitantes de los sectores beneficiados se pudo verificar la necesidad latente del mejoramiento de la vía.

Con los datos obtenidos en el estudio topográfico se procedió al diseño geométrico tanto horizontal como vertical estableciendo valores adecuados en parámetros como: la velocidad de diseño, radios de curvatura, pendientes máximas etc. Al igual que en base en los estudios de suelo y el conteo vehicular se calculó el espesor óptimo de las capas que conforman el pavimento.

El sistema de drenaje del proyecto se estableció de acuerdo a los datos de precipitación registradas en la estación meteorológica Pilahuín INAMHI y a las características hidrológicas de la cuenca. Finalmente se pudo concluir aspectos de vital importancia para el desarrollo del proyecto al igual que las debidas recomendaciones.

## **EXECUTIVE SUMMARY**

The research under the theme: “The conditions of the road connecting the Escorzonera and Mandana sectors of the Parish Pilahuín Provincial of the Tungurahua, and their impact on the quality of life of the inhabitants”; the conditions of the existing road were analyzed and made a technical guide for the road improvement, The purpose is the improvement the quality of life of the inhabitants.

The road inventory was made and found that the entire route is the land. The drainage system is damaged because of the rain proper place and the topography of the area; consequently it doesn't provide safety to road users; the bank questions was applied to the inhabitants the Escorzonera and Mandana. It confirmed the need for improvement of the road.

With the data obtained in the topographic study proceeded to make geometric design horizontal and vertical with adequate values parameters as: design velocity, curve radius, maximum gradients etc. Likewise based in soil studies and vehicle count were calculate the optimum thickness of the layers forming the pavement

The drainage system of the project was established according to the rainfall data recorded at the meteorological station the Pilahuín INAMHI and hydrological characteristics of the basin. Finally concluded aspects are important for the development of projects as appropriate recommendations.



## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 TEMA**

Las condiciones de la vía que comunica a los sectores Escorzonera y Mandana de la parroquia Pilahuín, provincia de Tungurahua, y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

#### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.2.1 Contextualización**

Las vías de comunicación terrestre son importantes para el desarrollo económico ya que por medio de estas es posible el acceso a recursos, bienes, insumos, etc. que de otra manera no serían asequibles; es así como ayuda a diversificar y especializar la economía. Se puede considerar al transporte como un motor que literalmente “mueve” la economía. En el Ecuador el sector “transporte y almacenamiento” representa aproximadamente un 7% del PIB. (Hubentahal, 2010)

La red vial del Ecuador con el actual Gobierno Nacional del Econ. Rafael Correa, cumpliendo el mandato de la Constitución del 2008, a través del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, ha implementado un plan estratégico para el mejoramiento y la excelencia en la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de los proyectos viales, basado en la aplicabilidad del conocimiento científico desarrollado en base a las mejores normativas internacionales y las

experiencias tecnológicas ecuatorianas, cuyo objetivo es la revisión, actualización y complementación de las normas y especificaciones técnicas del sector del transporte vial, que garantice el desarrollo del país. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

La provincia de Tungurahua tiene una ubicación privilegiada al situarse estratégicamente en el centro del país y equidistante a los principales polos de desarrollo a nivel nacional como Quito y Guayaquil. Se organiza a través del eje vertical de la vía panamericana que conecta la sierra norte con la sierra sur y que articula los ejes arteriales en conexión horizontal y de acceso a la región amazónica a través de la vía Ambato - Baños y a la región Costa a través de la vía Ambato - Guaranda. (Gobierno Provincial de Tungurahua, 2011)

El cantón Ambato, ciudad y capital de la provincia de Tungurahua debe contar con un sistema vial estable, que brinde confort a todas las personas que se transportan para incrementar así la productividad y eficiencia de los servicios que sean requeridos. El progreso de un lugar tiene relación directa con el sistema de comunicación vial que lo integre puesto que mediante este se desarrolla la comercialización de los productos agrícolas, ganaderas, etc. de cada lugar.

La parroquia de Pilahuín está ubicado en la Sierra Central, al sur - oeste de la provincia de Tungurahua, en el cantón Ambato, a 20 km de la capital provincial, vía a Guaranda. La superficie es 21,57 km<sup>2</sup>. La población total es de 12.000 habitantes divididas en 14 comunidades y es considerada la parroquia más grande del cantón, el clima de este territorio es frío moderado, con una temperatura media anual de 7° C y con variaciones diarias de entre 2° C y 12° C.

La actividad principal de los habitantes de la parroquia es la agricultura cuyas producciones usuales son papa, ajo, cebolla y habas, además se dedican a la producción lechera, crianza y engorde de los cuyes y conejos de raza. (Real, May, & Pazmiño, 2009)

En Pilahuín existen caminos rurales que son esenciales para el desarrollo social y económico de las comunidades humanas poco numerosas pero igual de importantes, en donde el acceso a los servicios básicos de salud y educación es complicado. (Keller & Sherar, 2008)

La vía que conectan las comunidades de Escorzonera y Mandana está ubicada a 6 Kilómetros de la vía principal Ambato – Guaranda. La vía en estudio es lastrada y se encuentra en mal estado situación que dificulta el transporte de productos y personas del lugar. Su extensión es de 4 kilómetros 160 metros con un ancho de 6,00 m aproximadamente, a lo largo de la vía se puede observar que existen pasos de agua en malas condiciones que lo deterioran.

### **1.2.2 Análisis Crítico**

Las vías o caminos son medios de transporte que poseen un papel esencial en la vida moderna; por este motivo se debe contar con una red vial en adecuadas condiciones para lograr el desarrollo de un determinado lugar; las grandes potencias del mundo cuentan con una infraestructura vial compleja, y esto es gracias a que le prestan la importancia que requiere junto con una parte considerable del producto nacional bruto para alcanzar el uso óptimo de sus recursos naturales o la máxima productividad de su población; incidiendo positivamente en la calidad de vida sus habitantes.

En la provincia de Tungurahua ha existido una mejoría en lo que respecta a la vialidad; y no se podría esperar menos por estar ubicada en una zona estratégica y además ser una provincia que cuenta con muchos recursos entre ellos agrícolas, ganaderos etc. que impulsan el desarrollo productivo. Pero no se puede decir lo mismo de los caminos rurales que no han tenido la debida atención como los caminos

de primer orden; pese a que contribuyen a la integración de comunidades alejadas como lo son los sectores en estudio.

La vía que une los sectores de Escorzonera y Mandana conecta zonas de producción agrícola y lechera con la zona comercial siendo fundamental una infraestructura vial adecuada para que exista un desarrollo comercial. La vía se encuentra deteriorada por las constantes lluvias; en su mayor parte presenta irregularidades en las pendientes longitudinales y transversales sobre la topografía relativamente montañosa que obliga a la población a tomar una ruta mucho más larga que se convierte en una pérdida de tiempo y dinero para los habitantes del sector.

### **1.2.3 Prognosis**

Si no se analiza las condiciones de la vía que comunica a los sectores de Escorzonera y Mandana la comercialización de los productos se limitará, puesto que los vehículos que transitan están expuestos a factores negativos, afectando la calidad de vida de los habitantes.

### **1.2.4 Formulación del Problema**

¿De qué manera influyen las condiciones de la vía que comunica a los sectores Escorzonera y Mandana en la calidad de vida de los habitantes?

### **1.2.5 Preguntas Directrices**

- ¿En qué condiciones está actualmente la vía?
- ¿Cuáles son los aspectos socio – económicos de los habitantes del sector?
- ¿Cuál es la topografía del lugar?
- ¿Qué características posee el suelo?
- ¿Cómo influirá en la calidad de vida de los habitantes?

## **1.2.6 Delimitación del Problema**

### **1.2.6.1 Delimitación de Contenidos**

- Ingeniería Civil
- Ingeniería en Vías y Transporte
- Pavimentos
- Topografía
- Ensayo de materiales

### **1.2.6.2 Delimitación Temporal**

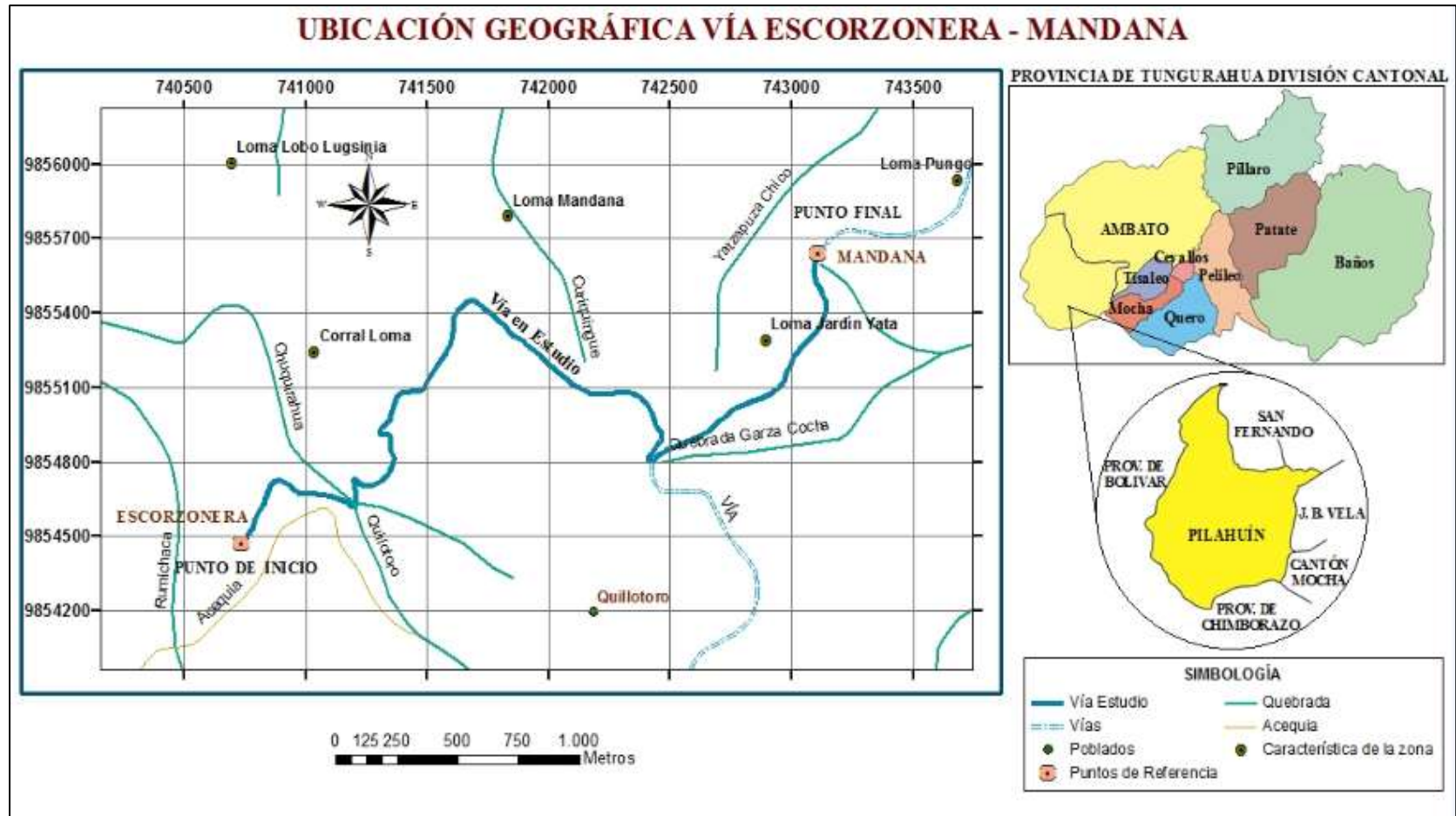
El desarrollo del presente proyecto se llevó a cabo los meses de Febrero del año 2015 hasta el mes de Octubre del 2015 puesto que las condiciones climáticas en estos meses son los más óptimos para los estudios necesarios.

### **1.2.6.3 Delimitación Espacial**

Para los estudios de campo se llevó a cabo entrevistas a los moradores de los sectores de Escorzonera y Mandana, al igual se realizó el levantamiento topográfico y la toma de muestras. El trabajo de oficina (cálculos, dibujos, tablas, conclusiones, recomendaciones, etc.) se desarrolló en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y los ensayos requeridos como CBR, Límite de Atterberg, Compactación del suelo etc. se ejecutaron en laboratorios privados especializados en este tipo de ensayos.

El punto de partida de la vía en estudio está en las coordenadas 746737,61 E 9854466,74 S y el punto final es 743085,65 E; 9855648,59 S. El trabajo se realizó en coordenadas WGS 84.

Gráfico N° 1.1 Ubicación Geográfica de la vía



Fuente: Autora

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El interés de la investigación es brindar a la comunidad una forma adecuada y rápida para transportar sus productos e incrementar la producción del sector y por ende mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Es importante analizar las condiciones de la vía, puesto que la vía actual se encuentra en mal estado debido a que está expuesto a situaciones propias del páramo como son las lluvias constantes que provocan derrumbes, así como la formación de diversos baches, que como resultado deja un camino difícil de transitar; esto crea inconvenientes para las personas que transportan sus productos o circulan por el lugar.

Con los conocimientos adquiridos como estudiante y con ayuda de las diferentes normas establecidas en los códigos; al igual que las especificaciones técnicas se aportó para que mediante el mejoramiento de la vía exista un impacto positivo en el desarrollo de la parroquia de Pilahuín y el avance de la provincia.

El presente trabajo es factible puesto que se cuenta con el apoyo de la Junta Parroquial y los habitantes de los sectores de Escorzonera y Mandana.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 Objetivo General**

- Analizar las condiciones de la vía que une los sectores Escorzonera y Mandana de la Parroquia Pilahuín del cantón Ambato, provincia de Tungurahua para mejorar la calidad vida de sus habitantes.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Analizar los aspectos socio – económicos de los habitantes de la zona.
- Conocer las características topográficas del sector.
- Realizar el estudio de tráfico.
- Determinas las características mecánicas del suelo.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La vía en estudio se encuentra ubicado en la parroquia Pilahuín del cantón Ambato en la provincia de Tungurahua; no cuenta con ningún estudio previo, por lo cual se va a trabajar haciendo referencia en investigaciones de tesis elaboradas en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

La investigación realizada por el Señor Guillermo Alejandro Flores Gordillo con el tema “Las características de la vía que une las comunidades de Shaushy Centro – Shaushy Alto de la Parroquia La Matriz, Cantón Quero, Provincia de Tungurahua y su incidencia en el desarrollo socioeconómico” previa a la obtención del título de Ingeniero Civil en la cual se manifiesta que **“El diseño del pavimento y el diseño geométrico de la vía mejorarán notablemente el desarrollo socio económico de los habitantes de la comunidad de Shaushy”**.

En la investigación realizada por el Señor Cristian Fernando Parra Ushca con el tema “Análisis de la Estructura y del diseño geométrico de la vía La Américas - Santa Martha del Cantón Pastaza, Provincia de Pastaza para facilitar el tráfico vehicular y optimizar la producción agrícola” previa a la obtención del título de Ingeniero Civil concluye que **“Del estudio de suelos se obtuvo como resultado de C.B.R, con el cual nos basaremos para realizar el diseño del pavimento flexible y la estructura a emplear en la vía”**.

En la investigación realizada por la Señorita Diana Andrea Gualo Paredes con el tema de tesis “El sistema de comunicación terrestre Chistilán - Shuyo Grande, Parroquia Angamarca, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los habitantes” previa a la obtención del título de Ingeniera Civil menciona que **“para hacer efectivo la apertura de la carretera se tomará en cuenta aspectos sociales, producción agrícola y ganadera, economía, geográfica, entre otras del sector”**

En la investigación realizada por la Señorita Mercedes Alejandra Sanipalín Rojano bajo el tema de tesis “El sistema de comunicación terrestre Guambaine - Cristilán de la Parroquia Angamarca, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi y su influencia en el desarrollo socio económico de los habitantes” previa a la obtención del título de Ingeniera Civil concluye que **“una de las mejores acciones para obtener el desarrollo socio - económico principalmente en las comunidades Guambaine y Chistilán es la construcción de un sistema vial”**

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

El presente trabajo de investigación se basó en el paradigma de Investigación Crítico – Propositivo; es crítico ya que toma en cuenta aspectos de análisis y evaluación de las condiciones actuales de la vía mediante una observación detallada; y es propositivo ya que se plantea una alterativa de solución. A la vez es participativa porque se contó con la intervención de la comunidad y con parte de los conocimientos adquiridos como estudiante.

Hay que tomar en cuenta que el propósito de este trabajo es mejorar el desarrollo socio - económico de los sectores en estudio y con esto incidir positivamente en la calidad de vida de sus habitantes mediante el mejoramiento de la vía con un adecuado diseño geométrico y de pavimento.

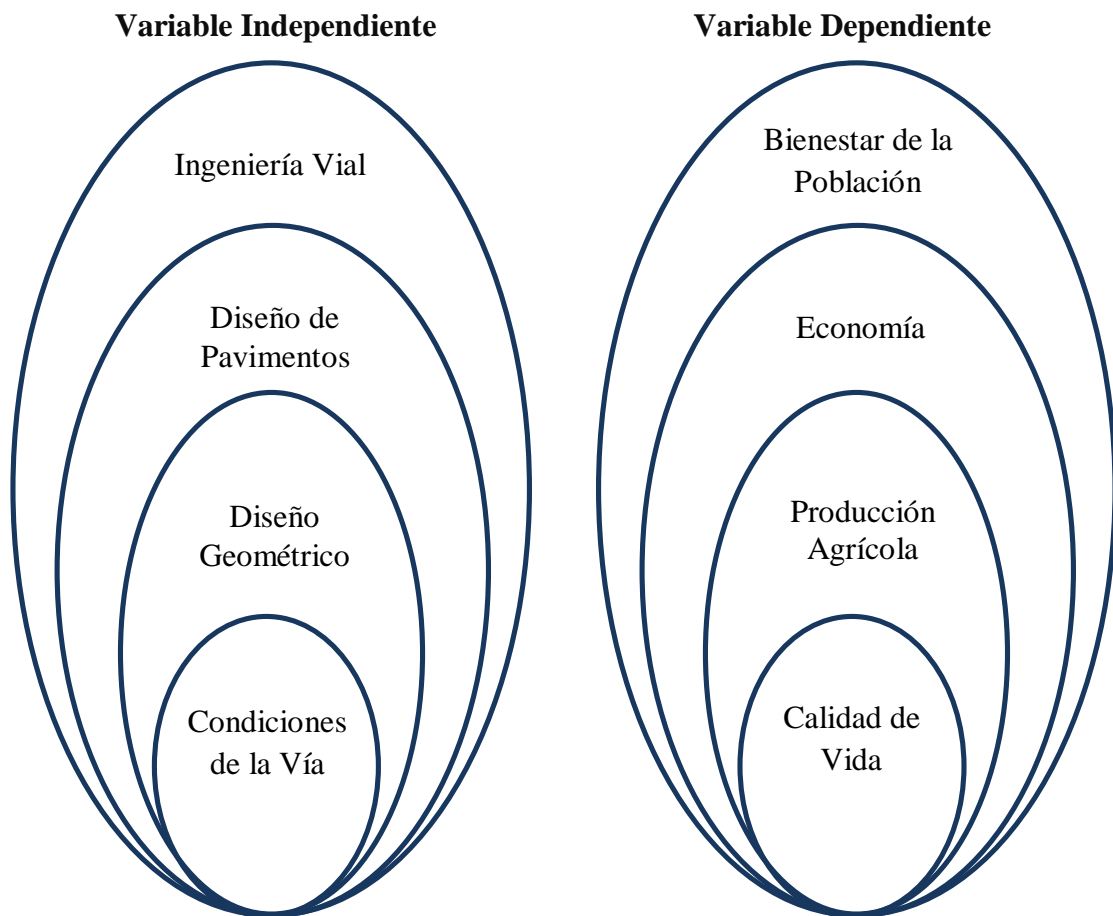
## 2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Para el presente trabajo se utilizó los siguientes fundamentos legales:

- AASHTO 93 para diseño de pavimentos.
- Norma MTOP-2003 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas).
- Normas INEN “Señalización horizontal y vertical” (Instituto Ecuatoriano de Normalización).
- Ley de caminos de la República del Ecuador.
- SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

## 2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.

### 2.4.1 Supra ordenación de variables



## **2.4.2 Definiciones**

### **2.4.2.1 Caminos y Carreteras**

La carretera o vía de comunicación se puede definir como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre, que bajo las condiciones adecuadas de ancho, alineamiento y pendientes permite la circulación adecuada de los vehículos.

Algunos acostumbran a denominar caminos a las vías rurales, mientras que el nombre de carreteras se lo aplica a los caminos de características modernas destinadas al movimiento de un gran número de vehículos. (Villalaz, 2004)

#### **2.4.2.1.1 Funciones del camino**

El camino es uno de los elementos principales de los sistemas de transportación. Los caminos se relacionan con el diseño del vehículo y la fuerza motriz por medio de las cargas que transporta el vehículo. Las pendientes y curvaturas imponen restricciones al tamaño, la velocidad y la fuerza de tracción de los vehículos. Los caminos se relacionan también con el control de operaciones por medio de la capacidad de la vía, los sistemas de guía y la separación entre vehículos. El camino proporciona apoyo a los vehículos en todo tiempo, facilitan el desagüe, permite la adherencia friccional para aceleración, desaceleración y cambio de dirección; con un adecuado diseño geométrico permiten el movimiento, el rebase con seguridad a los niveles de servicios establecidos. (William, 2002)

#### **2.4.2.1.2 Transporte**

El sistema de transporte de cualquier país está formado por un conjunto de vehículos, líneas de guía, instalaciones terminales y sistemas de control que mueven cargas y pasajeros, el sistema ha evolucionado con el transcurso del tiempo y es el resultado de muchas acciones independientes tomadas por los sectores públicos y privados, que actúan por cuenta propia o con base en el interés público. (Garber, 2000)

### 2.4.2.1.3 Clasificación nacional de la red vial

Las carreteras en el País de acuerdo al MTOP se clasifican en:

- **Clasificación de carreteras de acuerdo al tráfico**

Se recomienda la clasificación en función del TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) proyectado para un periodo de 15 ó 20 años.

**Cuadro N° 2.1 Clasificación de carreteras según el tráfico proyectado**

<b>Clase de Carretera</b>	<b>Tráfico Proyectado TPDA</b>
R-I o R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado de 15 a 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando de se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003

- **Clases de carretera según función jerárquica**

En el Ecuador, se ha clasificado tradicionalmente las carreteras según el grado de importancia basado más en el volumen del tráfico y el número de calzadas requerido que en su función jerárquica.

**Corredores arteriales.-** Pueden ser las autopistas con un control total de acceso y uso, se prohíbe a cierto grupo de vehículos, también se encuentra caminos de calzada única (clase I y II) que son la mayoría de los caminos; los cuales mantendrán una sola superficie con dos carriles, circulación en ambos sentidos y adecuados espaldones.

**Vías colectoras.-** Son los caminos de clase I, II, III y IV destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional.

**Caminos vecinales.-** Carreteras de clase IV y V en este grupo se encuentran todos los caminos que no están incluidos en las denominaciones anteriores. (Normas Diseño Geométrico de Carreteras, 2003)

**Cuadro N° 2.2 Relación función, clase MTOP y tráfico**

FUNCIÓN	CLASES DE CARRETERAS	TRÁFICO PROYECTADO (TPDA)
<b>CORREDOR ARTERIAL</b>	R-I o R-II	Más de 8.000 vehículos
	I	De 3.000 a 8.000 vehículos
<b>COLECTORA</b>	II	De 1.000 a 3.000 vehículos
	III	De 300 a 1.000 vehículos
	IV	De 100 a 300 vehículos
<b>VECINAL</b>	V	Menos de 100 vehículos

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003

#### 2.4.2.1.4 Elementos que conforman la carretera

##### Sección transversal

Es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, que permite definir las disposiciones y dimensiones de los elementos del camino. Los elementos que lo conforman son la corona, sub corona, cuneta, contra cuneta, los taludes y partes complementarias.

**Sub corona:** Esta es la superficie que limita las capas superiores a las terracerías, está conformada por la subrasante, la pendiente transversal y el ancho de sub-corona.

**Subrasante:** Está determinada por el espesor de las capas de pavimento, ayuda a determinar el espesor de corte o terraplén; la pendiente transversal es la misma que la

corona de igual manera su función es la de mantener el espesor de los pavimentos según su sección.

**Corona:** Es la línea de la superficie del camino terminado, está comprendida entre los hombros del camino, o sea, las aristas superiores del terraplén y las interiores de las cuentas. Los elementos que comprenden la corona son:

- Rasante.- Es la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical; el desarrollo de la superficie de rodamiento llamado corona.
- Pendiente transversal.- Es una ligera pendiente normal que se le da al eje para evacuar las aguas.
- Calzada.- Es la parte destinada al tránsito vehicular y está constituida por uno o varios carriles, entendiéndose por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.
- Acotamientos.- Son los carriles contiguos de la calzada comprendidos entre sus orillas y los hombros del camino, estos tienen como ventaja dar seguridad al conductor.

**Cuneta:** Son zanjas que se construyen en ambos lados de la corona contiguas a los hombros, su función es recibir el agua que escurre por la corona y los taludes de corte, normalmente son de sección triangular con un ancho de 1 metro medido horizontalmente.

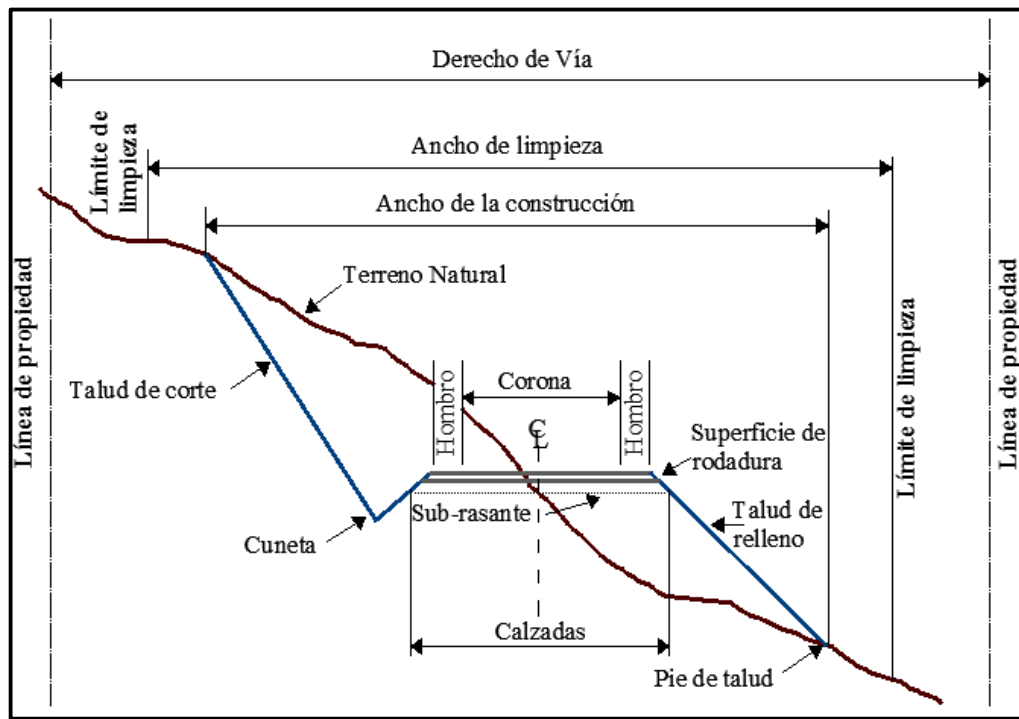
**Contra cuneta:** Son zanjas de sección trapezoidal que reciben el escurrimiento superficial del terreno natural, se construyen perpendicularmente a la pendiente máxima del terreno para lograr una mejor captación del escurrimiento laminar.

**Taludes:** Es la inclinación de los cortes o terraplenes, en caminos se llama talud a la superficie que va de la línea de ceros y el fondo de la cuneta; en terraplenes es la que queda comprendida entre la línea de ceros y el hombro correspondiente.

**Partes complementarias:** Sirven para mejorar la operación y conservación de la vía como son: guarniciones, bordillos, banquetas y fajas separadoras.

- Guarniciones y bordillos.- Son elementos parcialmente enterrados, generalmente de concreto hidráulico y sirven para limitar la banqueta, camellones, isletas y delinear la orilla del pavimento.
- Las banquetetas.- Son fajas destinadas al uso de los peatones, ubicadas a un nivel superior de la corona a uno o ambos lados de la corona. (Keller & Sherar, 2008)

**Gráfico N° 2.1 Sección Transversal de una vía**



Fuente: Ingeniería de Caminos Rurales

#### 2.4.2.2 La Topografía

Es el factor principal de la localización física de la vía, pues afecta su alineamiento horizontal, sus pendientes, sus distancias de visibilidad y sus secciones transversales. Generalmente se hacen cambios de dirección para llegar a ciertos puntos o para evitar otros cuando las vías son rectas o se encuentran en terrenos llanos. Pueden presentarse situaciones peligrosas sin embargo si la topografía tiene poco efecto en los elementos de diseño de una carretera puede presentar dificultad en algunos aspectos. Desde el punto de vista de la topografía, se puede clasificar los terrenos en:



- a) **Terreno plano.-** Posee pendientes transversales a la vía menores del 5%. Presenta un mínimo movimientos de tierras y no presentan dificultad en el trazado ni en su explanación, por lo que las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores al 3%.
- b) **Terreno ondulado.-** Tiene pendientes transversales a la vía del 6% al 12%. Requiere moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y en la explanación, así como pendientes longitudinales típicamente del 3% al 6%.
- c) **Terreno montañoso.-** Las pendientes transversales a la vía suelen ser del 13% al 40%. Para la construcción de la vía de requiere grandes movimientos de tierra, y/o construcción de puentes y estructuras para salvar lo montañoso del terreno por lo que presenta dificultades en el trazado y en la explanación. Pendientes longitudinales de las vías del 6% al 8% son comunes.
- d) **Terreno escarpado.-** Las pendientes del terreno transversales a la vía pasan con frecuencia del 40%. Para construir carreteras se necesita el máximo movimiento de tierras y hay muchas dificultades para el trazado y la explanación. Abundan las pendientes longitudinales mayores al 8%, que para evitarlos, se deberá considerar la construcción de estructuras. (Normas Diseño Geométrico de Carreteras, 2003)

#### 2.4.2.2.1 Curvas de Nivel

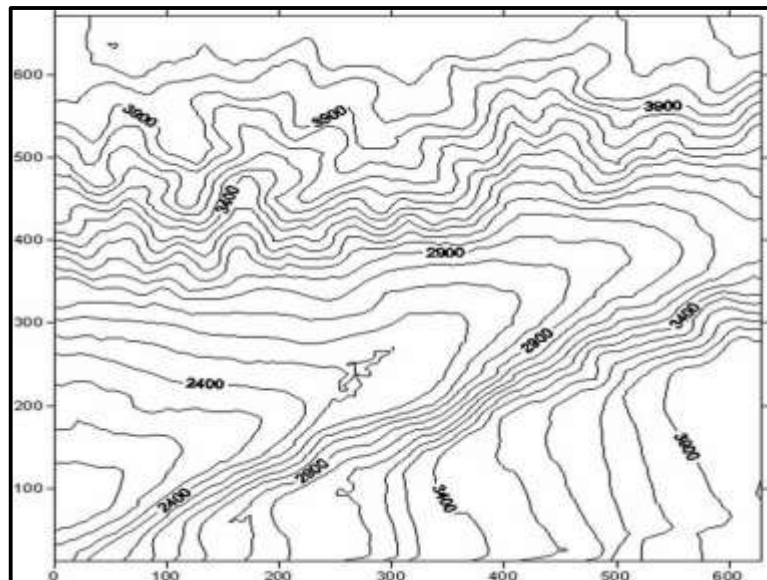
Las curvas de nivel representan la forma del relieve de la superficie del terreno, permite trazar perfiles, determinar de manera sencilla y rápida la cota en cualquier punto del terreno, calcular pendientes, etc. En el proyecto se dibujó curvas de nivel índice cada cinco metros, y curvas de nivel secundarias a una distancia de un metro cada una. Las escalas adecuadas para dibujar los planos de una carretera son:

- Escala horizontal  $\longrightarrow$  1:1000
- Escala vertical  $\longrightarrow$  1:100

Para la ubicación y elaboración de los mapas del proyecto es necesario la utilización del sistema de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator), que a diferencia del sistema de coordenadas geográficas, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar.

El sistema se basó en un modelo elipsoidal de la tierra, actualmente se usa el elipsoide WGS 84 (World Geodetic System 84 que significa Sistema Geodésico Mundial 1984) que permite localizar cualquier punto de la tierra. (<http://es.wikipedia.org/wiki/WGS84>)

**Gráfico N° 2.2 Curvas de Nivel**



Fuente:([www://infominer.es.infomine.com](http://www://infominer.es.infomine.com), 2010)

### **2.4.2.3 Estudio de Tráfico**

El diseño de una carretera o de cualquiera de sus partes se debe basar en datos reales del tránsito, o sea, del conjunto de vehículos y los usuarios que circulan o circularán por ella. El tránsito indica para que servicio se va a construir la vía y afecta directamente las características geométricas del diseño. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

La información sobre el tráfico debe comprender de la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos) en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronóstico.

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, pavimentación, etc.) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura.

En cambio, cuando se trata de zonas menos desarrolladas o actualmente inexploradas, la estimación del tráfico se hace difícil e incierta. (Espinosa & Marcias, 2013)

#### **2.4.2.3.1 Tráfico Promedio Diario Anual**

Se abrevia con las letras **TPDA** y representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido por 365, o sea que es el volumen de tránsito promedios por día. Este valor es importante para determinar el uso anual como justificación de costos en el análisis económico y para dimensionar los elementos estructurales y funcionales igual de la carretera.

Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta que:

- ✓ En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será contado en ese sentido.
- ✓ En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente en este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los sentidos de circulación.
- ✓ Para el caso de autopista, generalmente se calcula el TDPA para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene lo que se conoce como flujo direccional que es el porcentaje de vehículos en cada sentido de la vía. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

## **Tipos de conteo**

Los tipos de conteos pueden ser manuales y automáticos:

**Manuales:** Son irremplazables ya que proporcionan información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía.

**Automáticos:** Permiten conocer el volumen total del tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico. Con los equipos de conteo automático debe tenerse cuidado con su adecuada calibración, ya que cuentan pares de ejes (por cada dos impulsos percibidos registran un vehículo).

## **Período de observación**

Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales.

También es importante tener datos de un conteo automático de por lo menos un mes para cuantificar el volumen total de tráfico y correlacionar con la composición registrada en la semana. (Normas Diseño Geométrico de Carreteras, 2003)

La fórmula TPDA actual es:

$$TPDA_{\text{actual}} = \frac{Q_v * FHP}{\% TH}$$

En donde:

$Q_v$  = Volumen de un tipo de vehículo durante una hora.

$\% TH$  = Porcentaje Trigésima Hora (Para zona rural 15%, especificado en M.T.O.P).

## **Factor Hora Pico (FHP)**

$$FHP = \frac{Q}{4 * Q_{15\text{máx}}}$$

En donde:

$Q$  = Volumen de tráfico durante una hora.

$Q_{15\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}}$  = Volumen máximo registrado durante 15 minutos consecutivos de esa hora.

### **Tráfico generado: $T_g$**

Está constituido por aquel número de viajes que se efectuaría sólo si las mejoras propuestas ocurren, y lo constituyen:

- Viajes que no se efectuaron anteriormente.
- Viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público.
- Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carrera propuesta.

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera.

Se ha establecido que el volumen de tráfico generado que provoca la terminación del proyecto, será igual a un porcentaje de tráfico normal que se espera en el primer año de vida del proyecto. Se establece como límite máximo de incremento por tráfico generado el correspondiente a un 20 por ciento del tráfico normal para el primer año de operación del proyecto. Para los restantes años del periodo de pronóstico, el tráfico generado se estima que crecerá a la misma tasa que el tráfico normal. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

$$\text{Tráfico generado} = 20\% * TPDA_{\text{actual}}$$

### **Tráfico atraído: $T_{at}$**

Es el tráfico atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de tiempo, distancia o costo.

$$\text{Tráfico atraído} = 10\% * TPDA_{\text{actual}}$$

### Tráfico desarrollado: Td

Se produce por la incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. Puede continuar incrementándose durante parte o todo el período de estudio. Generalmente se considera su efecto a partir de la incorporación de la carretera al servicio de los usuarios. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

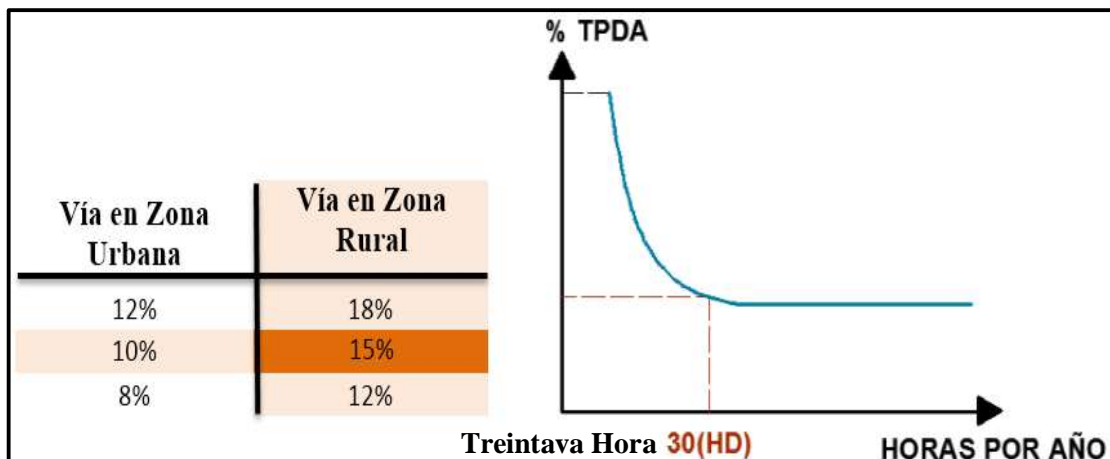
$$\text{Tráfico desarrollado} = 5\% * \text{TPDA}_{\text{actual}}$$

#### 2.4.2.3.2 Tráfico Futuro

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal de tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo.

Además indica cuando una carretera debe mejorar su superficie de rodadura o para aumentar su capacidad; esto se hace mediante la comparación entre el flujo máximo que puede soportar una carretera y el volumen correspondiente a la 30<sup>ava</sup> hora, o trigésimo volumen horario anual más alto, que es el volumen horario excedido solo por 29 volúmenes horarios durante un año determinado.

Gráfico N° 2.3 Treintava Hora



Fuente: Autora

En el Ecuador no se han efectuado estudios para determinar los volúmenes correspondientes a la 30<sup>ava</sup> hora, pero de las investigaciones realizadas por la composición de tráfico se puede indicar que el volumen horario máximo es:

$$Tf = Ta (1 + i)^n$$

Donde:

Tf = Tráfico futuro o proyectado.

Ta = Tráfico actual.

i = Tasa de crecimiento del tráfico (en caso de no contar con datos, utilizar la tasa de crecimiento poblacional o de combustibles)

n = Número de años proyectados.

**Proyección del tránsito:** Las carreteras nuevas o los mejoramientos de las existentes se deben diseñar con base en el tránsito que se espera que va a usarlas. Se diseña para acomodar el volumen de tránsito que se espera que se presente en el último año de vida útil de la vía, con mantenimiento razonable, suponiendo que el volumen esperado para cada año es mayor que el del año anterior. La determinación del tránsito futuro es lo que se llama proyección del tránsito.

#### 2.4.2.4 Diseño Geométrico del trazado

##### Elementos para el diseño

En el diseño y la localización de una vía influyen ciertos factores, de los cuales los más importantes son:

- a) Características del terreno como:
  - La topografía de la superficie terrestre.
  - Las características físicas y geológicas del lugar.
  - Los usos del terreno en el área que atraviesa la vía.

- b) El volumen del tránsito y la velocidad de diseño, así como las características de los vehículos y de los usuarios que van a utilizar la vía determinan el tipo y jerarquía funcional de esta.

#### **2.4.2.4.1 Velocidad de Diseño**

Es la velocidad máxima con la cual los vehículos pueden movilizarse con seguridad y confort sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y de tránsito son favorables. Se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, la importancia del camino, el uso de la tierra y volúmenes del tránsito. Con esta velocidad se calcula los elementos geométricos para sus alineamientos tanto horizontal como vertical.

La mayoría de los caminos son diseñados para satisfacer las necesidades de tránsito, dentro de un período de 20 años posteriores al año de realización. Si se planifica adecuadamente, los elementos de la sección transversal de un camino pueden alterarse en el futuro sin mucha dificultad, mientras que los cambios en los alineamientos horizontal y vertical incluyen gastos de gran envergadura. Los aspectos que se debe tomar en cuenta al elegir la velocidad de diseño son:

- Naturaleza del terreno: En zonas llanas o poco onduladas debe tener una velocidad mayor que un similar de una zona muy ondulada o montañosa, o que uno que atraviesa una zona rural respecto del que pasa por una zona urbana.
- La modalidad de los conductores: El conductor no ajusta la velocidad de su vehículo al de la velocidad de diseño sino que se ajusta a sus necesidades o las limitaciones que imponen las características del lugar o del tránsito.
- Factor Económico: Es fundamental el estudio del costo de operaciones de los vehículos a velocidades elevadas y el costo de obras destinadas para brindar un tránsito de alta velocidad. (Normas Diseño Geométrico de Carreteras, 2003)



**Cuadro N° 2.3 Velocidad de Diseño**

CATEGORÍA DE LA VÍA		TPDA Esperada	VELOCIDAD DE DISEÑO											
			BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES							
			RELIEVE LLANO				RELIEVE ONDULADO				RELIEVE MONTAÑOSO			
			Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
			Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta
R-I o R-II	TIPO	> 8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	90
I	Todos	3000-8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	Todos	1000-3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	Todos	300-1000	90	80	58	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	Tipo 5,5E,6 y 7	100-300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	Todos	< 100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003

Los valores recomendados se emplearán cuando el TPDA, es cercano al límite superior de la respectiva categoría.

Los valores absolutos se emplearán cuando el TPDA es cercano al límite inferior de la respectiva categoría de vía y/o el relieve sea difícil o escarpado.

#### 2.4.2.4.2 Velocidad de Circulación

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una carretera, es la medida de la calidad del servicio que el camino proporciona a los usuarios, por lo tanto, para fines de diseño, es necesario conocer las velocidad de los vehículos que se espera circulen por el camino para diferentes volúmenes de tránsito. (Normas Diseño Geométrico de Carreteras, 2003)

**Cuadro N° 2.4 Velocidad de Circulación**

Velocidad de Circulación	TPDA	Tráfico
$V_c = 0,8 \times V_d + 6,5$	TPDA < 1000	Volumen Bajo
$V_c = 1,32 \times V_d^{0.89}$	1000 < TPDA < 3000	Volumen Medio

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003

Donde:

$V_c$  = Velocidad de circulación.

$V_d$  = Velocidad de diseño.

#### Relación con la velocidad de circulación

Conforme el volumen de tránsito aumenta, la velocidad de circulación disminuye debido a la interferencia que se produce entre los vehículos. Si el volumen de tránsito excede el nivel intermedio, la velocidad de circulación disminuye aún más y en casos extremos, cuando el volumen es igual a la capacidad del camino, la velocidad de los vehículos está determinada más por el grado de saturación del tránsito que por la velocidad de diseño.

Los valores del cuadro 2.5 para bajos volúmenes de tránsito, constituyen el factor más importante que gobiernan ciertos elementos del diseño, tales como el peralte, las curvas en intersecciones y los carriles de cambio de velocidad.

**Cuadro N° 2.5 Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño**

<b>VELOCIDAD DE DISEÑO EN km/h</b>	<b>VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN km/h</b>		
	Volumen de tránsito bajo	Volumen de tránsito intermedio	Volumen de tránsito alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP

#### **2.4.2.4.3 Alineamiento Horizontal**

El alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección son tangentes y curvas, sean estas circulares o de transición.

El alineamiento horizontal depende de:

- La topografía y características hidrológicas del terreno.
- Las condiciones del drenaje.
- Las características técnicas de la subrasante.
- El potencial de los materiales locales.

##### **a) Tangentes**

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “ $\alpha$ ” (alfa).

Las tangentes intermedias largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo, conviene limitar la longitud de las tangentes intermedias, diseñando en su lugar alineaciones onduladas con curvas de mayor radio.

## b) Curvas circulares

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas.

Sus elementos principales son:

**Grado de curvatura:** Ángulo formado por un arco de 20 metros. Su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño.

Se representa con la letra  $G_c$  y su fórmula es la siguiente:

$$\frac{G_c}{20} = \frac{360}{2\pi R} \qquad G_c = \frac{1145,92}{R}$$

**Radio de curvatura:** Es el radio de la curva circular "R"; su fórmula en función del grado de curvatura es:

$$R = \frac{1145,92}{G_c}$$

**Ángulo central:** Es el ángulo formado por la curva circular y se simboliza como " $\alpha$ "(alfa). En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

**Longitud de la curva:** Es la longitud del arco entre el PC y el PT. Se lo representa como  $L_c$  y su fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$\frac{L_c}{2\pi R} = \frac{\alpha}{360} \qquad L_c = \frac{\pi R \alpha}{180}$$

Independientemente de que a cada velocidad corresponde a un radio mínimo, si el ángulo de deflexión es muy pequeño habrá que asumir valores de radio mayores tanto para satisfacer la longitud requerida para la transición del peralte, como para mejorar las condiciones estéticas del trazado.

**Tangente de curva o sub tangente:** Distancia entre PI y el PC o viceversa medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa con la letra “T” su fórmula es:

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

**External:** Distancia mínima entre PI y la curva. Se representa con la letra “E” y su fórmula de cálculo es:

$$E = T * \tan\left(\frac{\alpha}{4}\right)$$

**Ordenada media:** Distancia mínima entre PI y la curva. Se representa con la letra “M” y su fórmula de cálculo es:

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

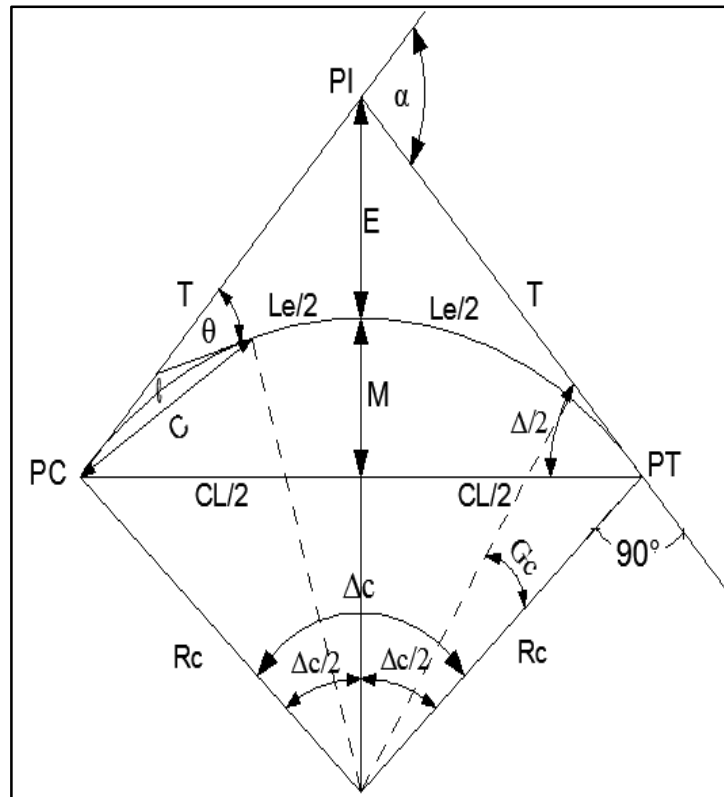
**Cuerda:** Recta comprendida entre 2 puntos de la curva. Se la representa con la letra “C” y su fórmula es:

$$C = 2 * R * \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

Cuando dos puntos de la curva son el PC y PT, la cuerda resultante se la llama cuerda larga se la representa como “CL”. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

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

**Gráfico N° 2.4 Elementos de la curva circular simple**



Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003

Donde:

PI: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes.

PC: Punto donde empieza la curva simple.

PT: Punto donde termina la curva simple.

$\alpha$ : Ángulo de deflexión de la tangente.

$\Delta_c$ : Ángulo central de la curva circular.

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

$G_c$ : Grado de curvatura de la curva circular.

$R_c$ : Radio de la curva circular.

T: Tangente de la curva circular o sub tangente.

E: External.

M: Ordenada media.

- C: Cuerda.  
CL: Cuerda larga.  
 $\ell$  : Longitud de un arco.  
le: Longitud de la curva circular.

### **Radio Mínimo de Curvatura Horizontal.**

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte adoptado y el coeficiente de fricción lateral correspondiente. El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad puede calcularse según la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V^2}{(127(e + f))}$$

Donde:

R = Radio mínimo de curva horizontal, en metros.

e = Peralte de la curva, m/m.

f = Factor de fricción lateral.

V = Velocidad de diseño, en kilómetros por hora.

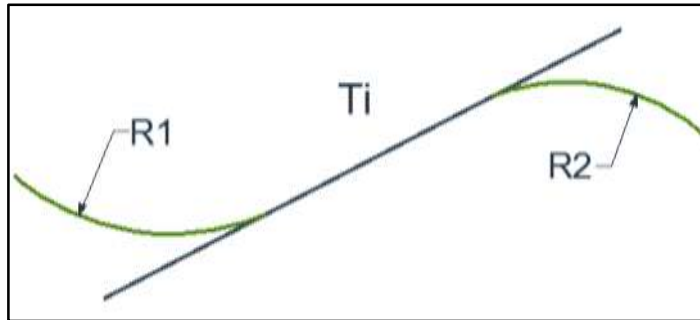
Hay que tomar en cuenta varios aspectos para adoptar los valores del radio mínimo:

- Cuando la topografía del terreno es montañosa escarpada.
- En las aproximaciones a los cruces de accidentes orográficos e hidrográficos.
- En las intersecciones entre caminos entre sí y en vías urbanas.

### **c) Curvas de transición**

Son las curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el del sobre ancho. La característica principal es que a lo largo de la curva de transición, se efectúa de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito en la tangente hasta llegar al radio de la curva circular, estas empalman la alineación recta con la parte circular.

**Gráfico N° 2.5 Curva de inflexión o curva reversa**

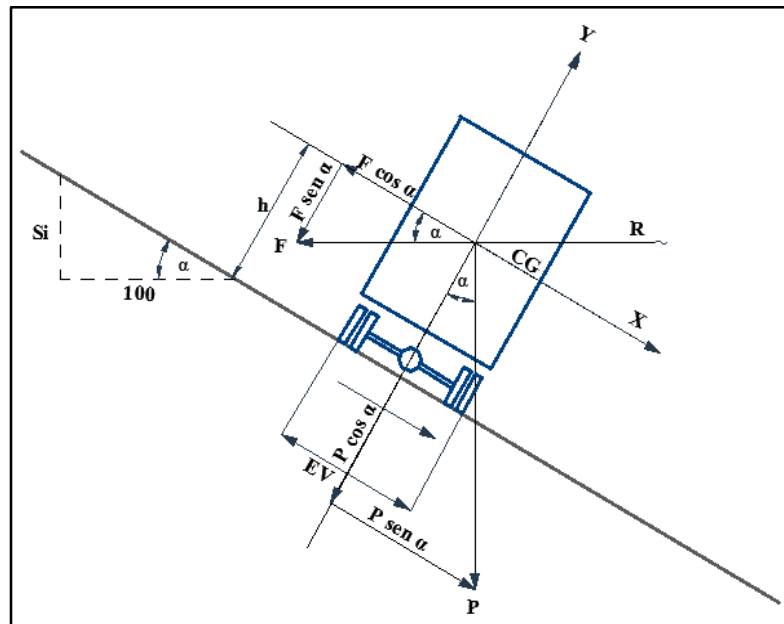


Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003

**d) Peralte**

Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga “F”. Esta es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (P) del vehículo, debido al peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada. (Normas Diseño Geométrico de Carreteras, 2003)

**Gráfico N° 2.6 Estabilidad del vehículo en las curvas**



Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003

La fórmula centrífuga “F” se calcula según la siguiente fórmula:



$$F = \frac{m V^2}{R} = \frac{P V^2}{g R}$$

Donde:

P = Peso del vehículo, Kg.

V = Velocidad de diseño, m/seg.

g = Aceleración de la gravedad = 9,78 m/seg<sup>2</sup>.

R = Radio de la curva circular, m.

### **Magnitud del peralte**

El valor del peralte no debe sobrepasar ciertos valores máximos ya que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circule a baja velocidad.

Se recomienda un peralte máximo de 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y el 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo IV, V ) para velocidades hasta 50 Km/h.

### **Desarrollo del peralte**

Cada vez que pasa de una alineación recta a una curva, se tiene que realizar una transición de una sección transversal, un estado de sección normal al estado de sección completamente peraltada o viceversa, con una longitud.

Se debe encontrar la manera de hacer variar la fuerza centrífuga del valor cero, que posee en la alineación recta, al valor “F” con una curva de radio “R”. Para realizar el peraltado de las curvas y la transición del peralte; existen tres métodos:

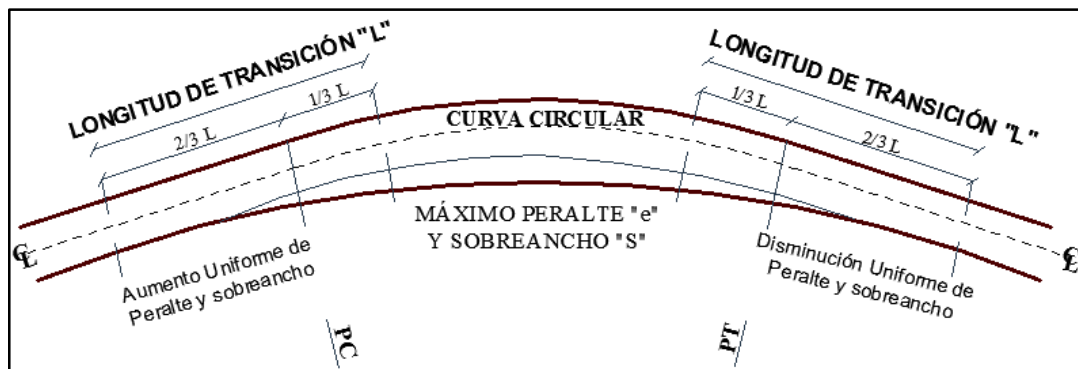
- Haciendo girar la calzada alrededor de su eje. (para terrenos montañosos).
- Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior. (para terrenos llanos).
- Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior.

### e) El sobreancho en las curvas

El objetivo del sobreancho en la curva horizontal es el de posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad, es necesario introducir los sobreanchos debido a las siguientes razones:

- El vehículo al describir la curva, ocupa un ancho mayor ya que generalmente las ruedas traseras recorren una trayectoria ubicada en el interior de la descrita por las ruedas delanteras, además al extremo lateral delantero, describe una trayectoria exterior a la del vehículo.
- La dificultad que experimentan los conductores para mantenerse en el centro de su carril debido a la menor facilidad para apreciar la posición relativa de su vehículo dentro de la curva.

Gráfico N° 2.7 Transición de peralte y sobreancho



Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003

#### 2.4.2.4.4 Distancias de Visibilidad

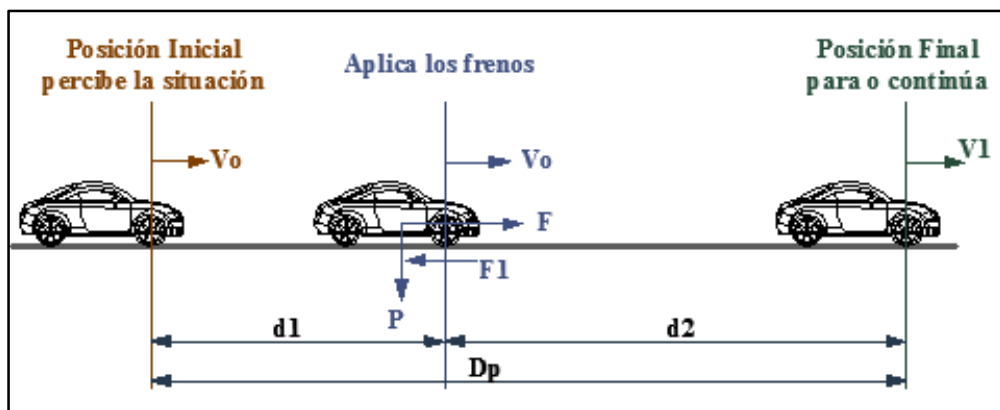
De la capacidad de visibilidad depende la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una carretera. Se debe considerar dos aspectos:

- 1) Distancia de parada
- 2) Distancia de visibilidad de rebasamiento

## Distancia de visibilidad de parada

La vía debe contar con una distancia de visibilidad de parada mínima ( $d_p$ ) necesaria para que el conductor que va cerca de la velocidad de diseño tenga la capacidad de detenerse antes de chocar con algún obstáculo. Este valor es la sumatoria de dos distancias: la distancia recorrida por el vehículo durante el tiempo de percepción - reacción y la distancia después de haber frenado.

Gráfico N° 2.8 Distancias de visibilidad de parada  $d_1$  y  $d_2$



Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003

$$d_p = d_1 + d_2$$

Donde:

$d_p$  = Distancia de visibilidad de parada.

$d_1$  = Distancia recorrida por el vehículo, desde cuando el conductor divisa un objeto hasta la distancia de frenado, distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción.

$d_2$  = Distancia de frenado, distancia necesaria para que el vehículo pare completamente después de haber frenado.

$$d_1 = 0,7 * V_c$$

Donde:

$V_c$  = Velocidad de circulación del vehículo expresada en Km/h

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 * f}$$

Donde:

$f$  = Coeficiente de fricción longitudinal

$$f = \frac{1,15}{V_c^{0,3}}$$

$V_c$  = Velocidad de circulación del vehículo expresada en Km/h

**Cuadro N° 2.6 Valor de diseño de las distancia de visibilidad de parada**

<b>Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para la parada de un vehículo (metros)</b>						
Criterio de diseño: pavimentos mojados						
Clase de carretera	RECOMENDADA			ABSOLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M
R-1 O R-II > 8.000 TPDA	220	180	135	180	135	110
I 3.000 a 8.000	180	160	110	160	110	70
II 1.000 a 3.00	160	135	90	135	110	55
III 300 a 1.000	135	110	70	110	70	40
IV 100 a 300	110	70	55	70	35	25
V Menos de 100	70	55	40	55	35	25

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP

Donde:

L: Terreno Llano

O: Terreno Ondulado

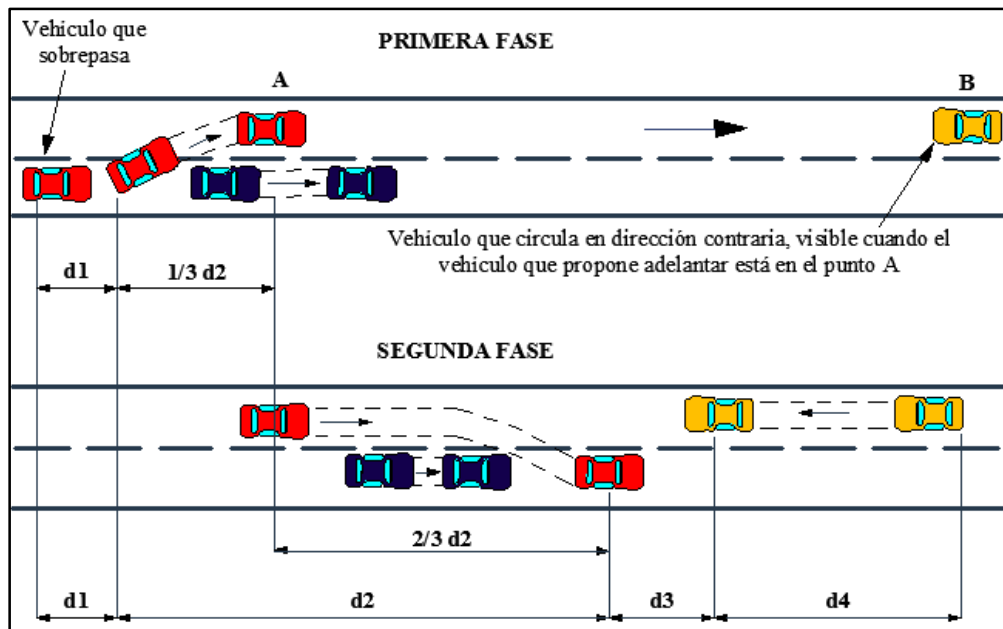
M: Terreno Montañoso

### **Distancia de visibilidad para rebasamiento de un vehículo**

Esta distancia es la longitud requerida para realizar una maniobra de rebasamiento con la debida seguridad; se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente. Para el cálculo de esta distancia en carreteras de dos carriles se asume:

- 1) El vehículo rebasado mantenga una velocidad uniforme.
- 2) Cuando este en la zona de rebasamiento, el conductor del vehículo rebasante tiene corto tiempo para percibir dicha zona e iniciar la maniobra.
- 3) El vehículo rebasante acelera durante la maniobra y su velocidad promedio en el carril izquierdo es 16 kilómetros por hora, mayor que el vehículo rebasado.
- 4) Cuando el vehículo rebasante llega a su propio carril del lado derecho, existe espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario por el otro carril.

**Gráfico N° 2.9 Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo**



Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP

La distancia de visibilidad para rebasamiento está formada por la sumatoria de cuatro distancias parciales que son:

$$d_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$d_1$  = Distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción/reacción y durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo de la carrera.

$d_2$  = Distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

$d_3$  = Distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de maniobra. Asumir de 30 m a 90 m.

$d_4$  = Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril izquierdo; es decir  $2/3$  de  $d_2$ . (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

**Cuadro N° 2.7 Valores de visibilidad mínimo para el rebasamiento**

Valores de Diseño de las distancias de Visibilidad mínimas para el rebasamiento de un vehículo (m)						
Clase de carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	830	830	640	830	640	565
I 3000 a 8000 TPDA	830	690	565	690	565	415
II 1000 a 3000 TPDA	690	640	490	640	565	345
III 300 a 1000 TPDA	640	565	415	565	415	270
IV 100 A 300 TPDA	480	290	210	290	150	110
V Menos de 100 TPDA	290	210	150	210	150	110

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP

El cuadro 2.8 indica la variación de velocidades de los vehículos rebasados y rebasantes en función de la velocidad de diseño, para el cálculo de la distancia mínima de rebasamiento se tiene la siguiente fórmula:

$$d_r = 9,54 * V - 218$$

$$(30 < V < 100)$$

Donde:

$d_r$ : Distancia de visibilidad para rebasamiento, (m)

V: Velocidad promedio del Vehículo rebasante, (Km/h)

**Cuadro N° 2.8 Velocidades de vehículos rebasados y rebasantes**

$V_D$ Km/h	Velocidades de los vehículos, Km/h.		Distancia Mínima de rebasamiento, metros.	
	Rebasado	Rebasante	Calculada	Recomendada
25	24	40		(80)
30	28	44		(110)
35	33	49		(130)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830 *
120	94	110	831	830

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP

( ) Valores utilizados para los caminos vecinales.

#### 2.4.2.4.5 Alineamiento Vertical

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad.

**Gradientes:** En general, las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos.

Según las velocidades de diseño, que depende del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, en la siguiente tabla se pueden observar de manera general las gradientes medias máximas que se pueden adoptar:

**Cuadro N° 2.9 Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%)**

TIPO DE CARRETERA	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I ó R-II	2	3	4	3	4	6
I	3	4	6	3	5	7
II	3	4	7	4	6	8
III	4	6	7	6	7	9
IV	5	6	8	6	8	12
V	5	6	8	6	8	14

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003

Las gradientes y longitudes máximas, pueden adaptarse a los siguientes valores:

- Para gradientes del 8 % al 10 % la longitud máxima será de 1 000 m.
- Para gradientes del 10 % al 12 % la longitud máxima será de 500 m.
- Para gradientes del 12 % al 14 % la longitud máxima será de 250 m.

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1 por ciento, en terrenos ondulados y montañosos, a fin de reducir costos (para carreteras tipo I, II, III).

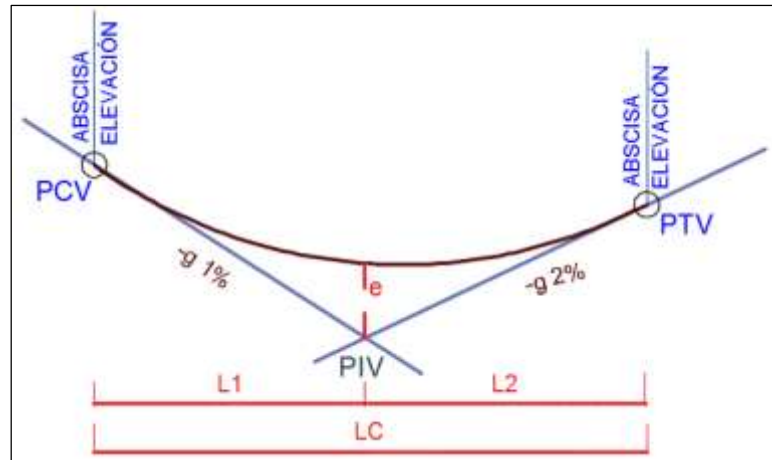
**Gradientes Mínimas.-** La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5%. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia.

#### a) Curvas Verticales

La más frecuente es la parábola simple que se aproxima a una curva circular. Como las longitudes en una carretera son sobre un plano horizontal con gradientes relativamente planas se adopta la parábola simple con el eje vertical centrado en PIV.



**Gráfico N° 2.10 Elementos de la curva vertical**



Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003

Donde:

PIV: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes.

PCV: Punto donde empieza la curva vertical.

PTV: Punto en donde termina la curva vertical.

$g1\%$ : Gradiente de entrada en porcentaje.

$g2\%$ : Gradiente de salida en porcentaje.

$L1$ : Longitud de entrada.

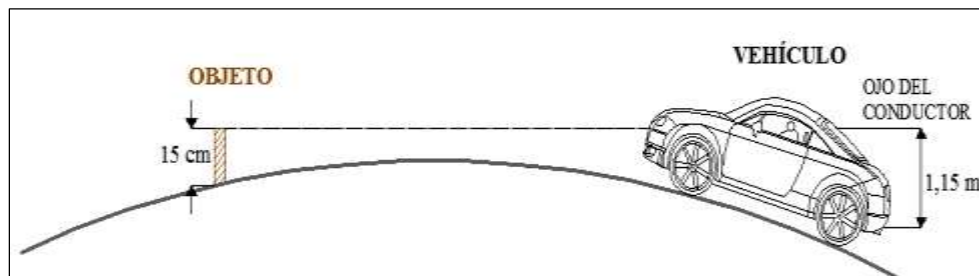
$L2$ : Longitud de salida.

$Lc$ : Longitud de la curva.

$e$ : External.

### Curvas verticales convexas

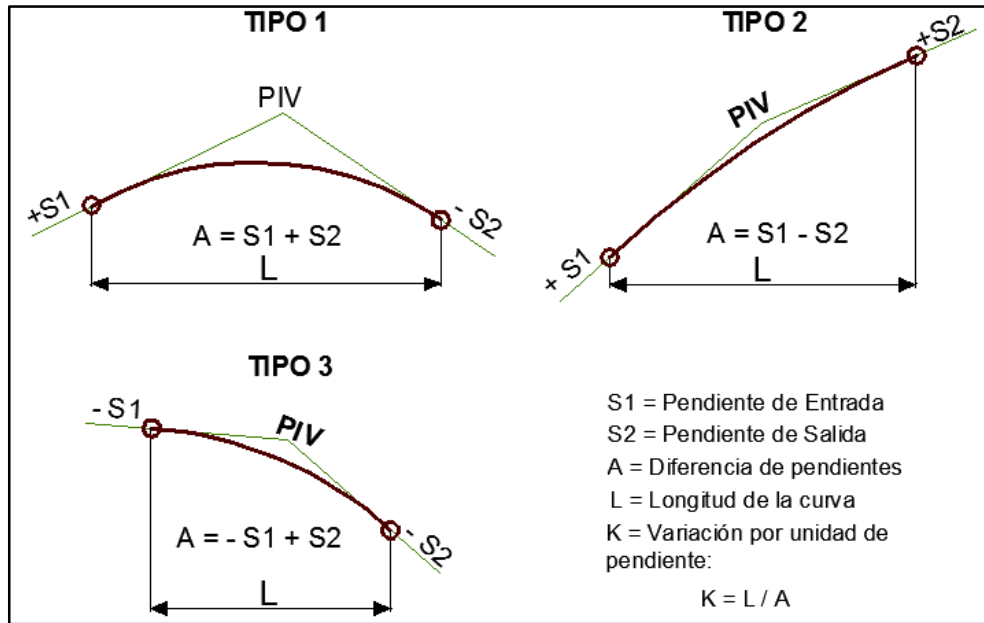
**Gráfico N° 2.11 Distancia de visibilidad para parada de un vehículo**



Fuente: Autora

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a la distancia de visibilidad de parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera de 0,15 metros.

**Gráfico N° 2.12 Curvas verticales convexas**

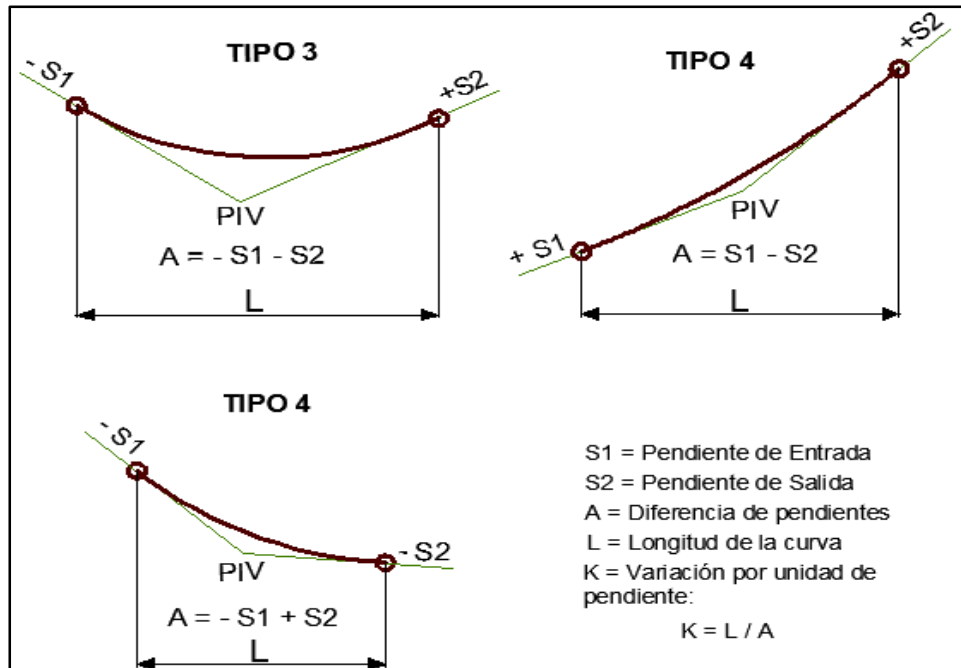


Fuente: Ingeniería Vial I, Morales Hugo

### Curvas verticales cóncavas

Para seguridad de los usuarios se recomienda que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de manera que la longitud de los rayos de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad que se requiere para la parada de un vehículo.

Gráfico N° 2.13 Curvas verticales cóncavas



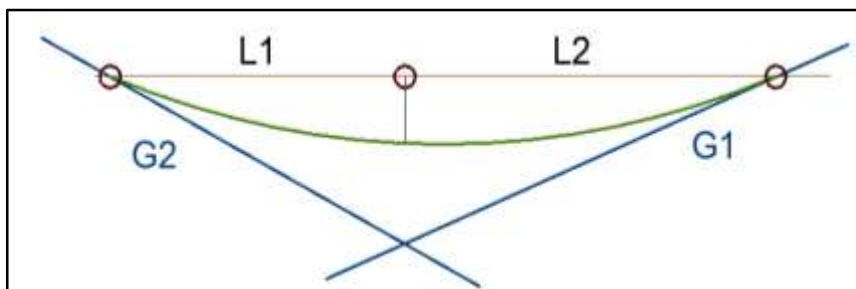
Fuente: Ingeniería Vial I, Morales Hugo

Estas curvas se distinguen por las dimensiones longitudinales horizontales de entrada  $L1$  y salida  $L2$  en curvas asimétricas y simétricas.

### Curvas verticales asimétricas

Las curvas verticales asimétricas son muy útiles cuando hay que ajustar el proyecto vertical a rasantes existentes o en su caso en rampas de intercambiadores, debido a su versatilidad, estas curvas son aquellas en donde  $L1$  y  $L2$  son distintas.

Gráfico N° 2.14 Curvas asimétricas

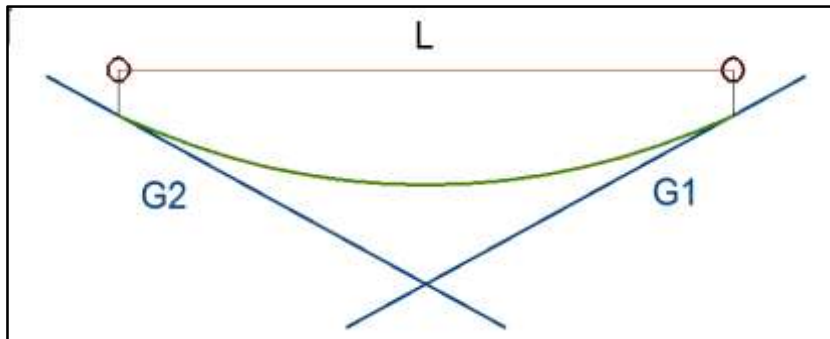


Fuente: Manual de diseño de carreteras, Diaz Jacob

### Curvas verticales simétricas

Estas curvas son aquellas donde la longitud de entrada  $L_1$  y longitud de salida  $L_2$  son iguales.

Gráfico N° 2.15 Curvas simétricas



Fuente: Manual de diseño de carreteras, Díaz Jacob

#### 2.4.2.4.6 Secciones Transversales Típicas

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera. En la elección de las secciones transversales se debe tomar en cuenta los beneficios para los usuarios, así como los costos de mantenimiento. (Normas Diseño Geométrico de Carreteras, 2003)

#### Ancho de la sección transversal

El ancho de la sección transversal está constituido por el ancho de pavimento, espaldones, taludes interiores y exteriores y cunetas.

**Calzada.-** El ancho del pavimento se determina en función del volumen y composición del tráfico y de las características del terreno. Para un alto volumen de tráfico o para una alta velocidad de diseño, se impone la provisión del máximo ancho de pavimento económicamente factible.

**Cuadro N° 2.10 Valores de ancho de la calzada**

<b>TIPO DE CARRETERA</b>	<b>RECOMENDABLE</b>	<b>ABSOLUTA</b>
R-I o R-II	7,3	7,3
I	7,3	7,3
II	7,3	6,5
III	6,7	6
IV	6	6
V	6,5	4

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003

### **Berma o espaldón**

Son las partes externas que están junto a la calzada. Sus principales funciones son:

- Provisión de espacios para el estacionamiento temporal de vehículos fuera de la superficie de rodadura fija, a fin de evitar accidentes.
- Provisión de una sensación de amplitud para el conductor, libre de tensión nerviosa.
- Mejoramiento de la distancia de visibilidad en curvas horizontales.
- Mejoramiento de la capacidad de la carretera, facilitando una velocidad uniforme.
- Soporte lateral del pavimento.
- Provisión de espacio para la colocación de señales de tráfico y guarda caminos, sin provocar interferencia alguna.

### **2.4.2.5 Pavimentos**

Es una estructura de cimentación conformada por una o más capas, sobre su superficie actúan cargas y el pavimento debe ser capaz de transmitir durante su vida útil las tensiones causadas por las cargas hacia subrasante y hacia los materiales constitutivos de sus capas, de tal manera que no se superen las tensiones y deformaciones admisibles.

Esta superficie debe permitir la circulación del tránsito mixto para brindar seguridad y comodidad en cualquier condición climática.

## **Tipos de Pavimento**

Pavimento Flexibles.- Se adaptan a las deformaciones sin que aparezcan tensiones adicionales.

Pavimentos Semi Rígidos.- Se caracteriza debido a que una de sus capas esta rigidizada artificialmente con aditivos como asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos.

Pavimentos Rígidos.- No se adaptan a las deformaciones del sub - suelo y resisten a las tensiones de tracción; estos son los pavimentos de hormigón de cemento Portland.

Pavimentos Articulado.- Están formadas por una capa de rodadura elaborada con bloques de concreto prefabricado, llamado adoquines y empedrados.

## **Factores que intervienen en el diseño de pavimentos**

- ✓ El suelo de fundación.
- ✓ Los materiales utilizados.
- ✓ El tráfico.
- ✓ El clima y las condiciones ambientales.

## **El diseño del pavimento tiene como finalidad:**

- Resistir y distribuir a las capas inferiores los esfuerzos verticales.
- Brindar comunicación vehicular permanente.
- Proporcionar seguridad y confort sin que exista un excesivo desgaste.
- Soportar los esfuerzos horizontales.
- Ir a la par con los requerimientos ambientales y estéticos.
- Que el diseño sea lo más económico permisible

**Terreno de Cimentación:** Es el terreno que queda cuando se ha terminado el movimiento de tierras, tiene las secciones transversales y pendientes especificadas en el proyecto geométrico; de su capacidad portantes depende en gran medida el espesor que debe tener un pavimento sea flexible o rígido. Puede presentarse lo siguiente:

- Cuando el terreno de cimentación es pésimo (material orgánico) no se puede utilizar en el proyecto es por esto que se desecha el suelo para posteriormente sustituir por un suelo de mejor calidad.
- Si el suelo está conformado por suelo fino limoso o arcilloso, susceptible de saturación, debe aplicarse material de mejoramiento, antes de poner la base y la capa de rodadura.
- Cuando el suelo este compuesto por suelo bien graduado sin peligro de saturación es un terreno regular o bueno; que posiblemente no requiera material de sub - base.
- Cuando la capacidad portante del suelo de fundación es excelente y no exista peligro de saturación se puede colocar una base granular de regulación antes de aplicar la capa de rodadura.

**Superficie de la subrasante:** Es el terreno de fundación que soporta las cargas que transmite el pavimento y a la vez le da sustento.

**Sub - base:** Es el material seleccionado que puede ser arena, grava o suelo estabilizado se coloca encima de la subrasante y sus funciones son:

- Sirve como capa de drenaje de la estructura.
- Controla los cambios de volumen, elasticidad y plasticidad perjudiciales del material de subrasante.
- Controla la capilaridad del agua proveniente de las capas superiores o niveles freáticos cercanos.

**Cuadro N° 2.11 Especificaciones generales para sub - bases**

<b>CBR</b>	> 30 %	Pasante del tamiz 40	
<b>Desgaste a la abrasión de los Ángeles</b>	< 50 %	Índice Plástico IP	< 6 %
		Límite Líquido	< 25 %

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP

A continuación se indican las características de las sub – bases:

**Cuadro N° 2.12 Granulometría de las diferentes sub - bases**

TAMIZ	% Pasante a través de los tamices		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (76,2 mm)	-	-	100
2" (50,4 mm)	-	100	-
1 1/2 (38,1)	100	70 - 100	-
N° 4 (4,75 mm)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
N° 40 (0,425 mm)	10 - 30	15 - 40	-
N° 200 (0,075 mm)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP

**Base:** Esta capa puede ser granulares o estar formadas por mezclas bituminosas o mezclas estabilizadas con cemento u otro material ligante y tiene como finalidad lo siguiente:

- Absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y repartir estos esfuerzos a la sub - base y al terreno de fundación.
- Resiste cambios de humedad y temperatura.
- Reduce el espesor de la capa de rodadura.

**Cuadro N° 2.13 Especificaciones generales para bases**

<b>CBR</b>	> 30 %	Pasante del tamiz 40	
<b>Desgaste a la abrasión de los Ángeles</b>	< 40 %	Índice Plástico IP	< 6 %
		Límite Líquido	< 25 %

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP

A continuación se indican las características de las bases:



**Cuadro N° 2.14 Granulometría de las diferentes bases**

TAMIZ	% Pasante a través de los tamices				
	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
	A	B			
3" (76,2 mm)	100	-	-	-	100
1 ½" (38,1 mm)	70 - 100	100	-	-	-
1" (25,4 mm)	55 - 85	70 - 100	100	-	60 - 90
¾" (19,0 mm)	50 - 80	60 - 90	70 - 100	100	-
⅜" (9,5 mm)	35 - 60	45 - 75	50 - 80	-	-
N° 4 (4,75 mm)	25 - 50	30 - 60	35 - 65	45 - 80	20 - 50
N° 10 (2,00 mm)	20 - 40	20 - 50	25 - 50	30 - 60	-
N° 40 (0,425 mm)	10 - 25	10 - 25	15 - 30	20 - 35	-
N° 200 (0,075 mm)	2 - 12	2 - 12	3 - 15	3 - 15	0 - 15

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP

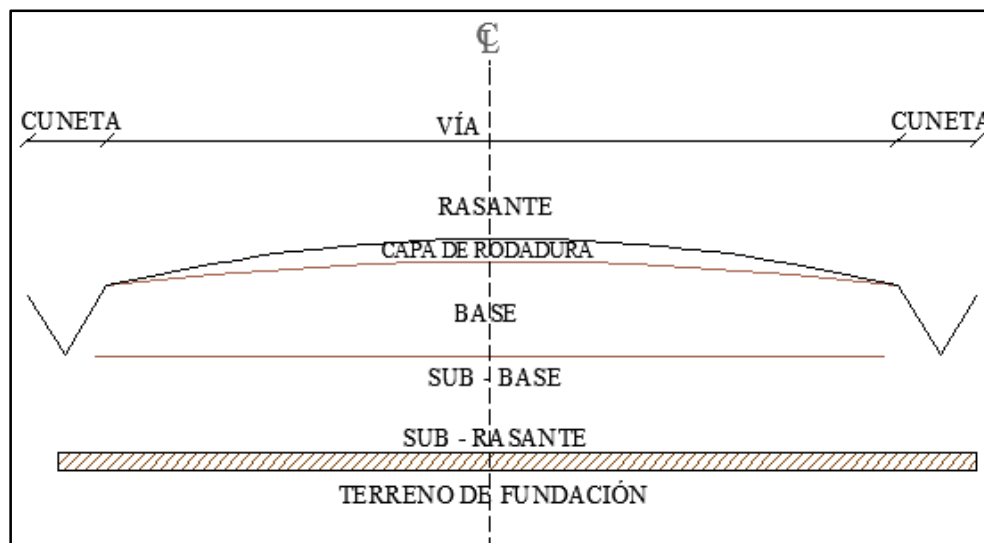
**Capa de rodadura:** Tiene como objetivos principales:

- Proteger la base; impermeabilizando la superficie.
- Proteger a la base del desgaste que produce el tráfico de vehículos.
- Hay casos donde aumenta la capacidad de soporte del pavimento. (Torres)

La carpeta asfáltica del pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento, es elaborada con material pétreo seleccionado y un producto asfáltico dependiendo del tipo de camino que se va a construir, las principales características físicas que debe cumplir son:

- Un diámetro menor de una pulgada y tener una granulometría adecuada.
- Deberá tener cierta dureza para lo cual se le efectuarán ensayos de desgaste de los Ángeles, intemperismo acelerado, densidad y durabilidad.

**Gráfico N° 2.16 Elementos que conforman el pavimento**



Fuente: Escuela Politécnica del Ejercito

#### **2.4.2.6 Estudios de suelos**

Es fundamental conocer las propiedades del suelo presente en la vía para el cálculo de los espesores del pavimento y conocer si es necesario realizar un mejoramiento con la finalidad de brindar una estructura que permita el transporte cómodo y seguro. Para esto es necesario realizar los siguientes ensayos a las muestras de suelo obtenidas mediante calicatas. Las muestras pueden clasificarse en:

**Muestras alteradas.-** Son aquellas cuya estructura ha sido alterada, y se encuentra cuando el material que se analiza va a ser empleado en la construcción de terraplenes.

**Muestras inalteradas.-** Son muestras sin perturbar, aquellas que prácticamente conservan la misma estructura que tenían en el sitio donde fueron extraídas.

**Muestras integrales.-** Son aquellas que representan al menos 90% de toda la profundidad perforada.

**Pruebas de laboratorio.-** En la actualidad el control de calidad de los materiales es requerido en muchas construcciones civiles. Existen una serie de parámetros que son indispensables que se obtienen a partir de ensayos realizados en laboratorio. Para obtener la distribución de tamaños, se emplean tamices normalizados y numerados.

#### 2.4.2.6.1 Ensayo Granulométrico

Su finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediante sistemas como AASHTO o SUCS.

**Cuadro N° 2.15 Numeración y apertura de tamices**

Tamiz (ASTM)	TAMIZ (mm)	Abertura real (mm)	Tipo de suelo
3"	80	76,12	GRAVA
2"	50	50,8	
1 ½"	40	38,1	
1"	25	25,4	
¾"	20	19,05	
⅜"	10	9,52	
N° 4	5	4,76	ARENA GRUESA
N° 10	2	2,00	ARENA MEDIA
N° 20	0,90	0,840	
N° 40	0,50	0,425	
N° 60	0,30	0,250	ARENA FINA
N° 140	0,10	0,105	
N° 200	0,08	0,075	

Fuente: Espinace R, 1979

#### 2.4.2.6.2 Límite de Atterberg

También conocido como límites de consistencia sirven para caracterizar el comportamiento de los suelos finos, se basa en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según su humedad.

El objetivo principal de la determinación de los límites de plasticidad, específicamente la determinación del límite líquido y límite plástico es que posibilitan de forma correcta la clasificación de los suelos analizados. (Mantilla, 2001)

**Límite líquido (Ll):** Cuando el suelo pasa de un estado líquido a un estado plástico. Es el contenido de humedad requerido para que la muestra en el aparato Casagrande cierre una ranura de 1/2” de amplitud, a los 25 golpes generados a la cápsula de bronce, con un ritmo de dos golpes por minuto.

Los valores correspondientes son: para arcilla 40 a 60%, para limos 25 a 50%; en arenas no se obtienen resultados.

**Límite plástico (Lp):** Se define como la capacidad que tiene un suelo de ser deformado sin agrietarse, ni producir rebote elástico, los suelos arcillosos en condiciones húmedas son plásticos y se vuelven muy duros en condiciones secas, los limos no son necesariamente plásticos y se vuelven menos duros con el secado, y las arenas son desmenuzables en condiciones sueltas y secas.

**Índice plástico (Ip):** Se calcula en Índice plástico de un suelo como la diferencia numérica entre su Límite líquido y su Límite plástico de la siguiente manera. (Mantilla, 2001)

$$Ip = Ll\% - Lp\%$$

**Cuadro N° 2.16 Valores del límite de consistencia**

OBRA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
Sub - bases	< = 25	< = 6
Bases	< = 25	< = 6
Capa de rodadura	< = 35	< = 4

Fuente: (Mantilla, 2001)

### 2.4.2.6.3 Compactación del suelo

La AASHTO ha establecido distintos métodos para realizar los ensayos de compactación, denominados métodos estándar y modificados y cada uno tiene especificaciones agrupadas en: A, B, C y D.

Este ensayo sirve para determinar la máxima densidad seca ( $\gamma_{d\text{máx}}$ ) y el óptimo contenido de humedad ( $W_{\text{ópt}} \%$ ) que viene a ser el contenido de humedad que da el más alto peso volumétrico seco. (Mantilla, 2001)

**Cuadro N° 2.17 Curva típica del ensayo de compactación**



Fuente: Autora

### 2.4.2.6.4 Ensayo de CBR

El valor de soporte California (CBR, AASHTO T-193), es una medida relativa de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de humedad y densidad, cuidadosamente controladas, que tiene aplicación para el diseño de diferentes obras civiles especialmente en obras viales. Se puede definir como la relación entre el esfuerzo requerido para introducir un pistón normalizado dentro del suelo que se ensaya, y el esfuerzo requerido para introducir en mismo pistón hasta la misma profundidad en una muestra patrón de piedra triturada. ((Mantilla, 2001)

Clasificación del Suelo de acuerdo al CBR:

**Cuadro N° 2.17 Clasificación del suelo según el CBR**

<b>CBR</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	
0-5	Muy mala	Sub-rasante
5-10	Mala	
11-20	Regular-Buena	
21-30	Muy Buena	
31-50	Sub-base Buena	
51-80	Base Buena	

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003

Para determinar el CBR de diseño se necesita seleccionar el percentil a través de la siguiente tabla de acuerdo al número de ejes equivalentes (8,2 ton) en el carril de diseño.

**Cuadro N° 2.18 Percentil a seleccionar para hallar la resistencia**

<b>Número de ejes de 8,2 Ton en el carril de diseño</b>	<b>Percentil a seleccionar para hallar la resistencia</b>
$< 10^4$	60%
$10^4 - 10^6$	75%
$> 10^6$	87,50%

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003

#### **2.4.2.7 Drenaje vial**

El sistema de drenaje vial es de importancia vital para el funcionamiento y operación de la vía. Se conoce como drenaje longitudinal a las cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillos y sub drenes, mientras que los drenajes transversales son las alcantarillas y puentes.

##### **2.4.2.7.1 Cunetas**

Las cunetas son canales ubicadas en zonas de corte, a uno o ambos lados de la vía cuyas funciones principales son:

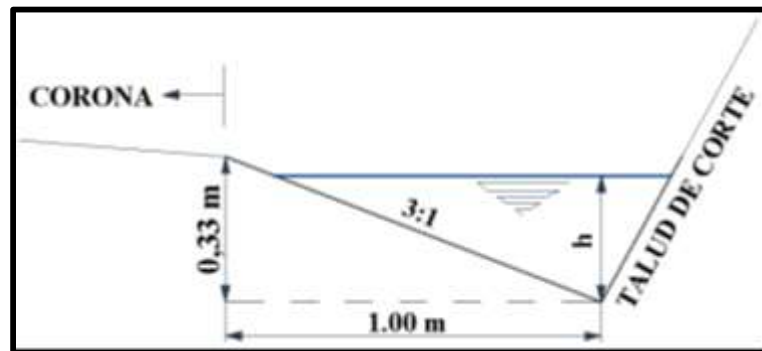
- Desalojar el agua de lluvia que cae sobre la calzada.
- Receptar al agua que escurre hacia la carretera.
- Conducir a un drenaje natural o a una obra transversal.

**a) Forma de la sección**

La sección que se tomó para el proyecto vial es triangular debido a su fácil construcción y mantenimiento y a la vez la seguridad que brinda a los conductores.

Para sección triangular se recomienda según el MTOP que el talud hacia la vía tenga como mínimo 3:1, preferentemente 4:1 y del lado del corte seguirá sensiblemente la inclinación del talud del mismo y considerando que la lámina de agua no sea mayor a 30 cm.

**Gráfico N° 2.18 Sección típica de una cuneta**



Fuente: Autora

**Determinación del coeficiente de escurrimiento:**

$$C = 1 - \sum C'$$

Donde:

C' = Valores de escurrimiento debido a diferentes factores que influyen en la escorrentía de manera directa.

**Cuadro N° 2.19 Valores de coeficiente de escorrentía**

<b>ZONA RURAL</b>		<b>C'</b>
<b>Topografía</b>		
Plano pendiente 0,2 - 0,16 m/km.		0,3
Moderada, pendiente 3,0 - 4,0 m/km.		0,2
Colina, pendiente 30 - 50 m/km.		0,1
<b>Suelo</b>		
Arcilla compacta impermeable.		0,1
Combinación limo - arcilla.		0,2
Suelo limo arenoso no muy compactado		0,4
<b>Cubierta vegetal</b>		
Terreno cultivado		0,1
Bosques		0,2

Fuente: Módulo de Higrología

### **Determinación de la intensidad**

Para determinar la intensidad se debe conocer parámetros importantes como son:

1. El tiempo de concentración de lluvias.
2. Ubicación de la cuenca, subcuenca o micro cuenca que aporta con agua hacia la vía.

### **Tiempo de concentración**

Es el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca aporten agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida, se determina por el tiempo que tarda en llegar a la salida de la cuenca el agua del punto hidrológicamente más alejado y representa el momento a partir del cual el caudal de escorrentía es constante.

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

$$H = L * \text{Pendiente } \%$$



Donde:

$t_c$  =Tiempo de concentración en minutos.

L = Longitud de escurrimiento en metros.

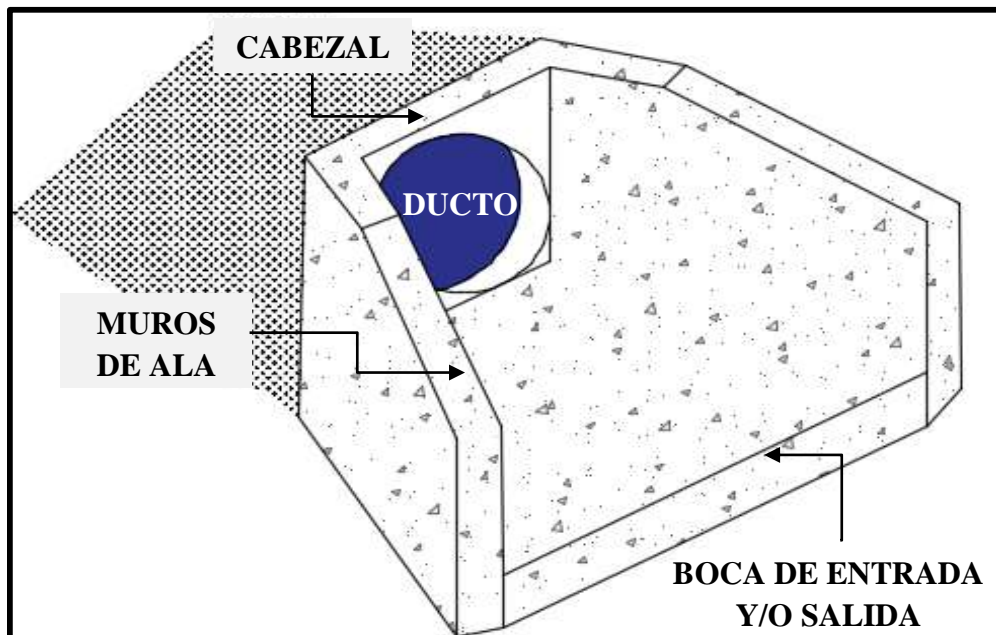
H = Diferencia de nivel desde la salida a la llegada de la gota de agua (m).

#### 2.4.2.7.2 Alcantarillas

El diseño debe ser el adecuado para las características de la cuenca hidráulica a ser drenada y al tipo de carretera, su funcionamiento está acorde a las limitaciones de mantenimiento y sistema de conservación.

Las alcantarillas son conductos cerrados que pueden ser circulares, rectangulares, de arco, bóvedas, o de ductos múltiples, se construyen transversales por debajo del nivel de la subrasante, con el fin de llevar el agua de lluvia, de canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial hacia cauces naturales. Está conformada por el ducto, los cabezales, los muros de ala en la entrada/salida y otros dispositivos que permitan mejorar el sistema de drenaje

**Gráfico N° 2.19 Esquema de una alcantarilla**



Fuente: (MOP, 2003)

#### 2.4.2.8 Señales de Tránsito

La finalidad de los dispositivos de control de tránsito es prevenir de los peligros que pueden no ser muy evidentes, información acerca de rutas, direcciones, destinos y puntos de interés, las cuales deben ser obedecidas.

**2.4.2.8.1 Señalización Horizontal.-** Estas señales están efectuadas sobre la superficie de la vía; pueden ser de color blanco o amarillo y cuyos objetivos son:

- Prevenir, guiar y orientar a los usuarios;
- Delimitar carriles y zonas prohibidas de circulación vehicular;
- Complementar y reforzar a las señales verticales.

Las señales horizontales se clasifican en:

- a) Líneas Longitudinales:** Se pintan en la calzada de forma longitudinal para delimitar carriles y calzadas; para señalar zonas con o sin prohibición de adelantar, con prohibición de estacionar, e indica carriles exclusivos para determinados tipos de vehículos.
- b) Líneas Transversales:** Son utilizadas en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y señalan las sendas para el cruce de peatones o de bicicletas.
- c) Símbolos y leyendas:** Se emplean para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación vehicular. Se incluyen en este tipo de señalización, flechas, triángulos ceda el paso y leyendas tales como pare, parada de bus, entre otros.
- d) Otras señalizaciones:** Como chevrone, etc. (RTE INEN 004-2-2011)

**Retroreflexión:** Las señalizaciones deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se construirán con materiales apropiados como micro – esferas de vidrio, que aseguren su retroreflexión.

**Línea de separación de flujos opuestos:** Serán siempre de color amarillo y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos. Se ubican en el centro de las calzadas.

- **Línea continua:** Restringe la circulación de los vehículos de tal manera que ningún vehículo puede cruzar esta línea.

**Gráfico N° 2.20 Línea continua de separación de circulación opuesta.**



Fuente: Manual Básico de Señalización Vial

- **Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta:** Estas líneas pueden ser traspasadas siempre y cuando haya seguridad, se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento.

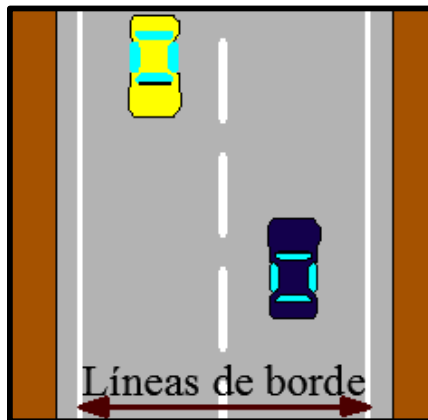
**Cuadro N° 2.20 Relación señalización de separación de circulación opuesta segmentada.**

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

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

- **Líneas de Borde:** Señalan los límites de la calzada, orienta al conductor en la noche o cuando exista escasa visibilidad. Tiene un ancho de 100 mm y puede ser de color blanco. (INEN, 2011)

**Gráfico N° 2.21 Líneas de borde**



Fuente: Manual Básico de Señalización Vial

#### **2.4.2.8.2 Señalización Vertical**

**Señales Preventivas:** Previene a los usuarios sobre la existencia de una situación inesperada o peligrosa en la vía y la naturaleza de esta.

**Señales Restrictivas:** Lo conforman los tableros fijados en postes, con símbolos y/o leyendas que tienen por finalidad regular el tránsito.

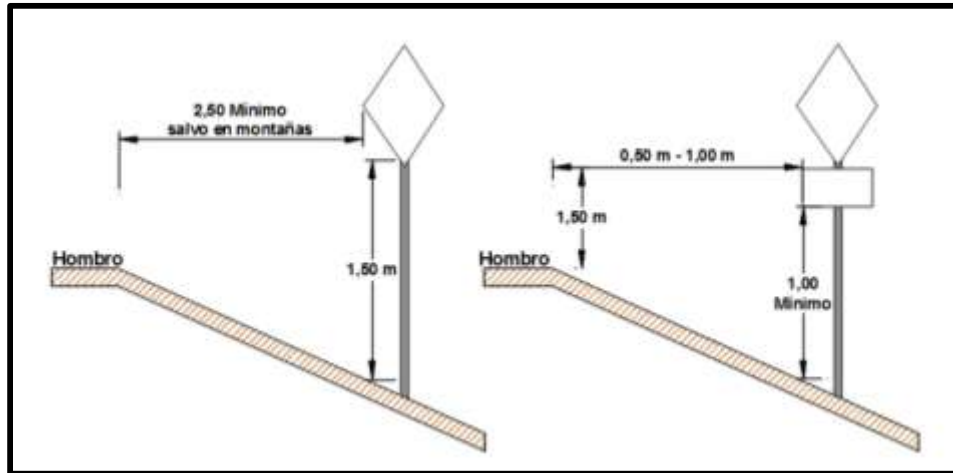
**Señales Informativas:** Dan información sobre nombres y ubicación de población, lugares de interés, servicios, kilometraje y otras recomendaciones que se requiere observar; estas señales se dividen en:

- De identificación.
- De destino.
- De recomendación.
- De información general.
- De servicio y turísticas.

**Señales en obras de camino:** Indican la proximidad de un tramo en el que se estén realizando obras de construcción o conservación.

Las señales verticales son señales que se encuentran al margen de la vía, el proyecto en estudio se encuentra en una zona rural y deben tener una altura de por lo menos 1,5 m desde la superficie del pavimento hasta la parte inferior. Si existe más de una señal en el poste, deberá quedar a no menos de 1 m de sobre el pavimento.

**Gráfico N° 2.22 Altura y espacio lateral libre en zona Rural**



Fuente: Manual Básico de Señalización Vial

### Señales Regulatorias

Informan a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, cuyo incumplimiento constituye una contravención de tránsito.

**Gráfico N° 2.23 Señales regulatorias**



Fuente: Manual Básico de Señalización Vial

**Ubicación.-** Deben ubicarse generalmente al lado derecho de la calzada, pero puede ubicarse al lado izquierdo o a ambos lados, y así reducir al mínimo el tiempo de percepción y reacción del conductor.

**Límite máximo de velocidad (R4-1).-** Indica la velocidad máxima permitida en un tramo de la vía. Los valores límites deben ser expresados en múltiplos de 10.

**Gráfico N° 2.24 Límite máxima velocidad**



Fuente: Manual Básico de Señalización Vial

### **Señales Preventivas**

#### **Forma y color**

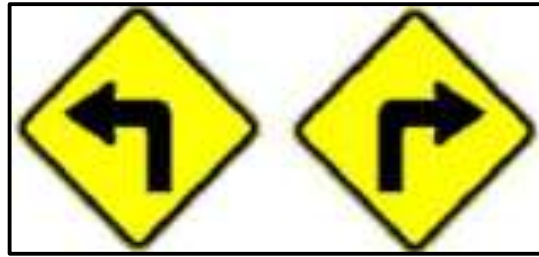
La mayoría de estas señales tienen forma de rombo, con un símbolo o leyenda de color negro y orla negra sobre un fondo amarillo.

#### **Ubicación**

En vías rurales se instalan a una distancia mínima de 150 metros al lado derecho de la calzada, para transmitir el mensaje de manera eficiente, en situaciones especiales la señal o un duplicado puede colocarse en el lado izquierdo de la calzada.

**Curva Cerrada Izquierda (P1-1I), Derecha (P1- 1D).-** Indican la aproximación a curvas cerradas, se implantan antes de una curva con ángulo de viraje  $\leq 90^\circ$ .

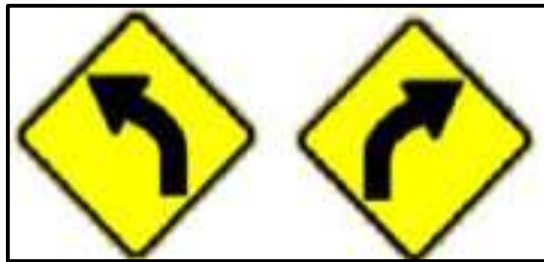
**Gráfico N° 2.25 Curvas cerradas**



Fuente: Manual Básico de Señalización Vial

**Curva Abierta Izquierda (P1-2I), Derecha (P1- 2D).**- Indican la aproximación a curvas abiertas, se implantan antes de una curva abierta a la izquierda o derecha.

**Gráfico N° 2.26 Curvas abiertas**



Fuente: Manual Básico de Señalización Vial

**Vía Sinuosa Primera izquierda (P1-5I), Primera derecha (P1- 5D).**- Previene al usuario de la vía la existencia de tres o más curvas sucesivas opuestas adelante. En el eje inferior de la flecha se indica la dirección de la primera curva de acceso.

**Gráfico N° 2.27 Límite máxima velocidad**



Fuente: Manual Básico de Señalización Vial

**Bifurcación en Y.-** Previene al conductor de la existencia de una bifurcación en forma de una Y adelante.

**Gráfico N° 2.28 Bifurcación en Y**



Fuente: Manual Básico de Señalización Vial

### **Señales de Información**

**Forma y color.-**Las palabras, símbolos y borde de las señales deben ser de un color blanco retroreflectivo que contraste con el fondo de color verde retroreflectivo.

**Serie de decisión de destino (I1-2a, I1-2b, I1-2c, I1-2d).-** Orienta y guía a los conductores, proporcionándole la información necesaria para llegar a su destino. Son las encargadas de indicar a los usuarios de las vías la forma correcta y segura de transitar por ellas, estas deben mantenerse en su sitio y bajo condiciones óptimas de visibilidad y conservación.

**Gráfico N° 2.29 Señales de información**



Fuente: Manual Básico de Señalización Vial



## **2.5 HIPÓTESIS**

El mejoramiento de las condiciones de la vía que comunica las comunidades Escorzonera y Mandana de la Parroquia Pilahuín incidirá positivamente en la calidad de vida de los habitantes.

## **2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

### **Variable Independiente.**

Condiciones de la Vía.

### **Variable Dependiente.**

Calidad de vida de los habitantes.

### **Nexo.**

Mejorará.

### **Unidad de Observación.**

Sectores Escorzonera y Mandana de la parroquia Pilahuín del cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

Las modalidades bases de investigaciones que se emplearon en el trabajo fueron:

– **Investigación de Campo**

Se requirió una investigación de campo ya que es necesario la recolección de datos de las personas beneficiadas, así como para realizar los estudios topográficos, la toma de muestras del suelo y el estudio de tráfico.

– **Investigación Bibliográfica**

Se realizó las pertinentes consultas en artículos, normas, manuales, tesis de grado, además de diversas teorías, conceptualizaciones y criterios de autores en libros y páginas web acerca de las principales características de una vía para el desarrollo del presente trabajo.

– **Investigación Experimental Laboratorio**

Se necesitó estudios en las muestras para determinar: contenidos de humedad, granulometría, límites de consistencia, CBR, que permitan establecer las propiedades mecánicas del suelo.

### **3.2 NIVEL O TIPO DE LA INVESTIGACIÓN**

– **Nivel Exploratorio**

Es exploratoria debido a que se requirió recabar información para tener una visión aproximada que permita la formulación de una hipótesis.

– **Nivel Descriptivo**

Por medio de este tipo de investigación se conoció las situaciones desfavorables de la vía que afectan directamente con el diario vivir de los habitantes del sector y para así poder realizar el diseño correcto de la vía.

– **Nivel Explicativo**

Es de nivel explicativa ya que se conoció los problemas que causa en las comunidades de Escorzonera y Mandana el mal estado actual de la vía.

– **Asociación de Variables**

Se llegó a demostrar la relación existente entre las variables y se determinó que el análisis de las condiciones de la estructura vial permite contribuir para mejorar positivamente la calidad de vida de los habitantes del sector.

### **3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.3.1 Población o Universo**

Para el presente proyecto de investigación el universo está constituido por los habitantes de los sectores de Escorzonera y Mandana con una población de 532 habitantes según el INEC.

### 3.3.2 Muestra

Debido a que el número de la población es de 532 la muestra se determinó con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * \sigma^2 * z^2}{(N - 1) * E^2 + \sigma^2 * z^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra de la población.

N = Población o Universo

E = Error de muestreo (5%)

$\sigma$  = Desviación estándar, producto de la Probabilidad de éxito ( $p = 0,5$ ) multiplicado por la probabilidad de fracaso ( $q = 0,5$ ), resultando un valor de 0,25.

z = Nivel de confianza para el estudio se tomará el 95% y su coeficiente según la tabla estándar será de 1,96.

**Cuadro N° 3.1 Valores de distribución estándar**

Valor z	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2.24	2.58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97.5%	99%

Fuente: Cuadras, C. (2000) Problemas de Probabilidad y Estadística

$$n = \frac{532 * 0.25^2 * 1.96^2}{(532 - 1) * 0.05^2 + 0.25^2 * 1.96^2}$$

$$n = 82 \text{ habitantes}$$

El número de muestra es de 82 habitantes.

### 3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.4.1 Variable Independiente

Condiciones de la vía

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	PREGUNTAS	TÉCNICAS INSTRUMENTOS
<p>Diseño Geométrico.- Se debe contar con las condiciones geométricas adecuadas para un transporte cómodo y seguro cumpliendo las normas establecidas.</p> <p>Diseño de pavimentos.- Se determina el tipo y espesores de pavimentos óptimos para la circulación de los vehículos.</p>	<p>Diseño Geométrico</p> <p>Diseño de Pavimentos</p>	Horizontal	<p>¿Cuáles son las pendientes adecuadas?</p> <p>¿Qué radio mínimo es el correcto?</p> <p>¿Cuál es la velocidad de diseño requerida?</p>	<p>Estación Total</p> <p>GPS</p> <p>Norma</p>
		Vertical	<p>¿Cuáles son las distancias mínimas de visibilidad?</p> <p>¿Qué sección típica tendrá?</p>	<p>Software Civil 3D</p> <p>Ensayos</p>
		TPDA	¿Qué tráfico tiene la vía?	Observación Visual (Conteo Vehicular)
		CBR Límite Líquido	¿Qué capacidad portante tiene el suelo?	Ensayos de Suelos
		Límite Plástico	¿Cuál es su tipo de suelo?	Muestras de suelo (Clasificación SUCS)
		Pavimentos	¿Qué espesor del pavimento es el adecuado para la vía?	Método AASHTO 93

### 3.4.2 Variable Dependiente

Calidad de vida de los habitantes.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La Calidad de Vida.- Se refiere al Bienestar físico, bienestar material, bienestar social, desarrollo económico (productividad, contribución, educación) y bienestar emocional.	Bienestar Material	Transporte	¿La comunidad cuenta con un servicio de transporte adecuado?	Entrevistas
		Vivienda	¿Existe problemas de accesibilidad a las viviendas por parte de los habitantes?	Observación
	Desarrollo Económico	Crecimiento de la producción	¿Se incrementará la producción en el sector?	Encuestas Observación
		Tipo de comercio	¿Qué tipo de comercio existe en el sector?	Observación Entrevistas

### **3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

El inventario vial se realizó mediante un reconocimiento del estado actual a lo largo de la vía en estudio, se recopiló información de los habitantes de los sectores beneficiarios a través de encuestas, se determinó el tipo de terreno predominante con un levantamiento topográfico, además se realizó el coteo vehicular para establecer el TPDA de la vía; por último se tomó muestras de suelo en cada kilómetro para posteriormente realizar los estudios respectivos en el laboratorio y conocer la capacidad portante predominante a lo largo de la vía.

### **3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

#### **3.5.1 Procesamiento de la información**

Con los datos obtenidos en laboratorio, observación de campo, el levantamiento topográfico y las encuestas realizadas a los habitantes se preparó un informe de:

- Ubicación de la zona en estudio
- Análisis de los resultados obtenidos en los ensayos de suelo.
- Se interpretó los resultados mediante gráficos estadísticos.
- Presentación de resultados a través de un análisis estadístico.
- Propuesta del diseño geométrico de la vía.
- Propuesta del diseño del pavimento.

#### **3.5.2 Presentación de datos**

A través de la Tabulación y representación de la información obtenidas en las encuestas se determinó el estado de los habitantes con respecto a vía, y así poder verificar la hipótesis planteada. Mediante cuadros y tablas obtenidos de los datos topográficos y ensayos de suelo se determinó el tipo de terreno en la zona en estudio. De igual manera con el estudio de tráfico se estableció el crecimiento de este para el periodo de estudio.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

##### 4.1.1 Análisis de los resultados de la encuesta

Se realizó encuestas dirigidas a 82 habitantes (tamaño de la muestra) en los sectores de Escorzonera y Mandana con el fin de conocer mediante los involucrados directos las condiciones actuales de la vía para su posterior análisis e interpretación.

Los resultados de las encuestas realizadas son las siguientes:

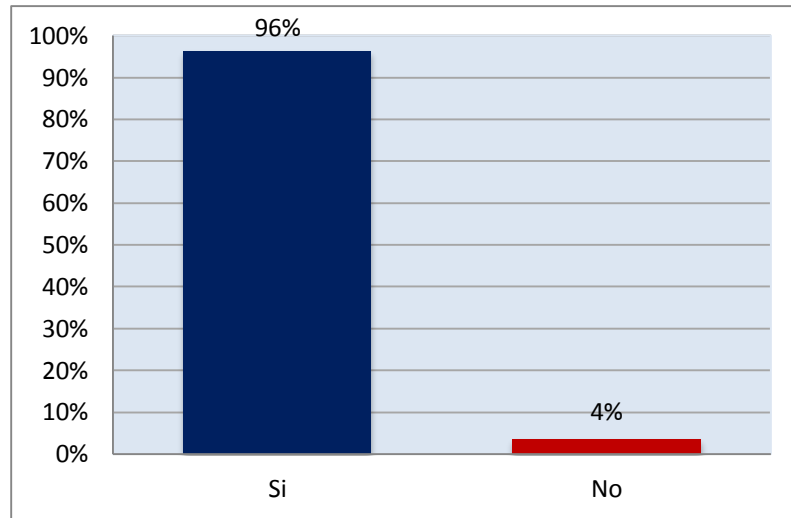
##### **Pregunta N°1.**

¿Cree que es necesario el mejoramiento de la vía que conecta los sectores de Escorzonera y Mandana?

<b>Respuesta</b>	<b>N° de Habitantes Encuestados</b>	<b>Porcentaje Estadístico</b>
Si	79	96,34%
No	3	3,66%
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>100%</b>



**Gráfico N° 4.1 Mejoramiento de la vía**



Fuente: Autora

**Conclusión:**

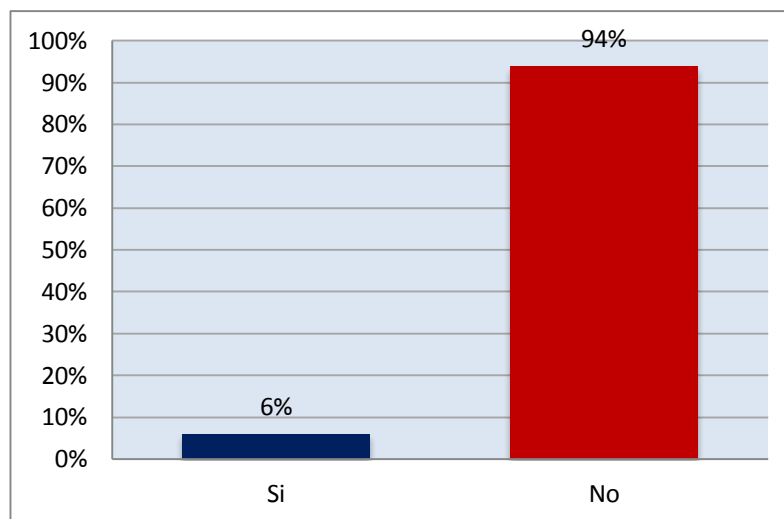
Según lo obtenido en las encuestas realizadas a los 82 habitantes se puede concluir que 79 habitantes correspondientes al 96% de la población, creen que es necesario el mejoramiento de la vía que une los sectores de Escorzonera y Mandana, apenas un 4% manifiestan que la vía no requiere mejora alguna.

**Pregunta N°2.**

¿Es cómodo para usted transitar la vía?

Respuesta	N° de Habitantes Encuestados	Porcentaje Estadístico
Si	5	6,10%
No	77	93,90%
<b>Total</b>	82	100%

**Gráfico N° 4.2 Comodidad en la vía**



Fuente: Autora

**Conclusión:**

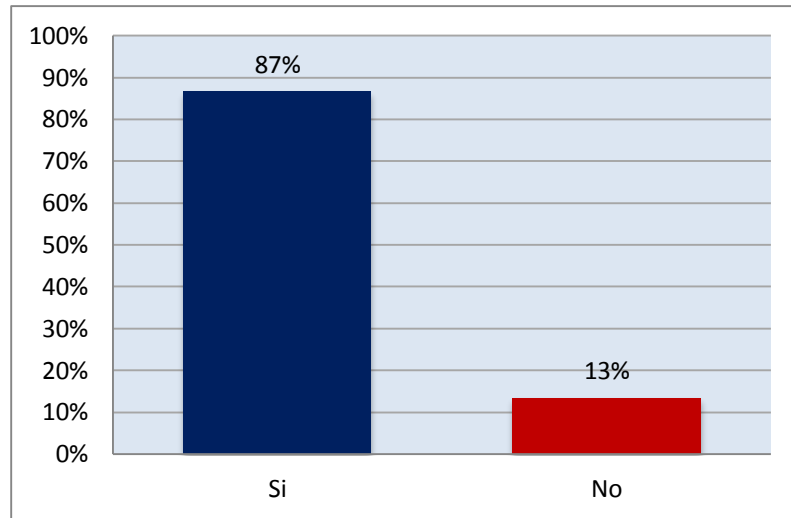
Según el análisis realizado en las encuestas a los 82 habitantes, 77 habitantes que corresponde al 94% de la población califica como incomoda la vía para transitar, 5 habitantes correspondientes al 6% de la población califica que la vía en estudio es cómoda.

**Pregunta N°3.**

¿Tiene problemas debido al estado actual de la vía?

Respuesta	N° de Habitantes Encuestados	Porcentaje Estadístico
Si	71	86,59%
No	11	13,41%
<b>Total</b>	82	100%

**Gráfico N° 4.3 Problemas con el estado de la vía**



Fuente: Autora

**Conclusión:**

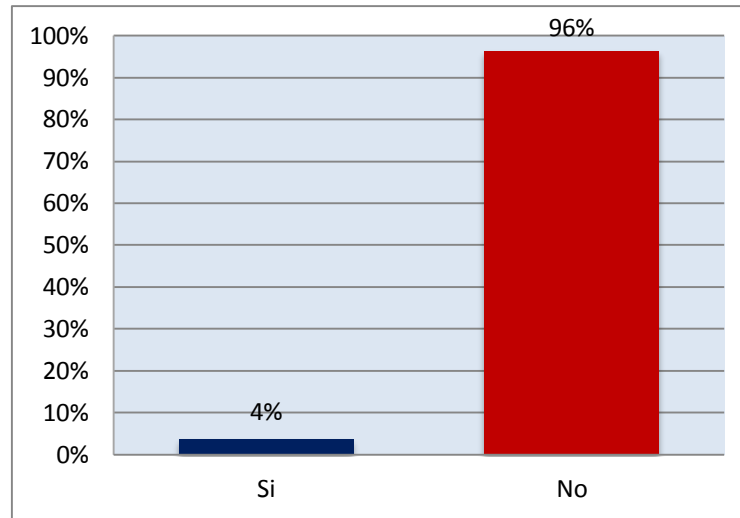
De acuerdo al análisis realizado en las encuestas a los 82 habitantes, 71 habitantes que corresponde al 87% de la población ha tenido problemas debido al estado actual de la vía, 11 habitantes correspondientes al 13% de la población no ha tenido algún problemas.

**Pregunta N°4.**

¿Ha existido algún accidente en la vía?

Respuesta	N° de Habitantes Encuestados	Porcentaje Estadístico
Si	3	3,66%
No	79	96,34%
<b>Total</b>	82	100%

**Gráfico N° 4.4 Accidente en la vía**



Fuente: Autora

**Conclusión:**

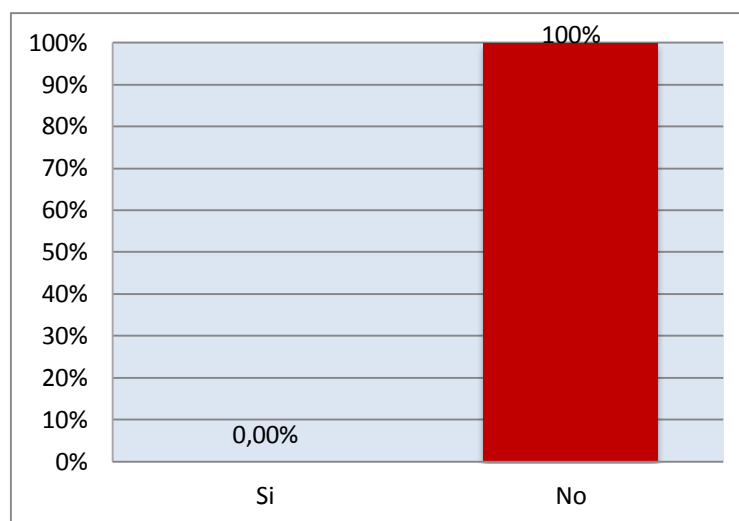
Según el análisis realizado en las encuestas a los 82 habitantes, 79 habitantes que corresponde al 96% de la población mencionan que no han tenido ningún accidente en la vía, 3 habitantes correspondientes al 4% de la población si han tenido algún tipo de accidente en la vía.

**Pregunta N°5.**

¿Cuenta con servicio de transporte público?

Respuesta	N° de Habitantes Encuestados	Porcentaje Estadístico
Si	0	0,00%
No	82	100,00%
<b>Total</b>	82	100%

**Gráfico N° 4.5 Servicio de transporte público**



Fuente: Autora

### **Conclusión**

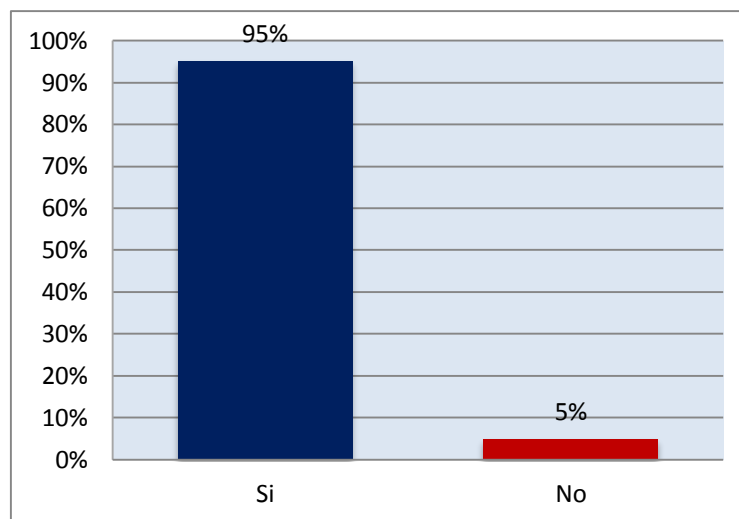
Según lo obtenido en las encuestas realizadas a los 82 habitantes se puede concluir que 82 habitantes correspondientes al 100% de los encuestados no cuentan con un transporte público en la vía que une los sectores de Escorzonera y Mandana.

### **Pregunta N°6.**

¿Cree que con el mejoramiento de la vía va a incrementar la economía del sector?

<b>Respuesta</b>	<b>N° de Habitantes Encuestados</b>	<b>Porcentaje Estadístico</b>
Si	78	95,12%
No	4	4,88%
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>100%</b>

**Gráfico N° 4.6 Incrementar la economía del sector**



Fuente: Autora

### **Conclusión**

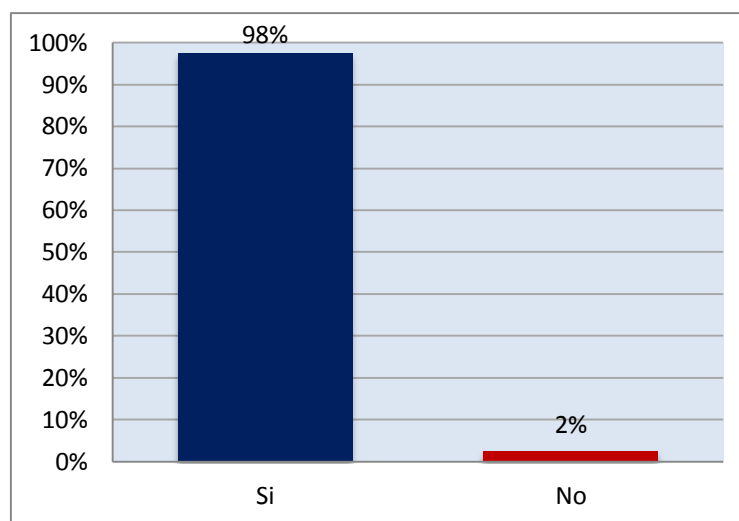
De acuerdo al análisis realizado en las encuestas a los 82 habitantes, 78 habitantes que corresponde al 95% de la población creen que con el mejoramiento de la vía se va a incrementar la economía del sector, 4 habitantes correspondientes al 5% de la población no piensan que va a existir un incremento en la economía.

### **Pregunta N°7.**

¿Cree que con la construcción de la vía mejorará su calidad de vida?

<b>Respuesta</b>	<b>N° de Habitantes Encuestados</b>	<b>Porcentaje Estadístico</b>
Si	80	97,56%
No	2	2,44%
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>100%</b>

**Gráfico N° 4.7 Mejorar la calidad de vida**



Fuente: Autora

### **Conclusión**

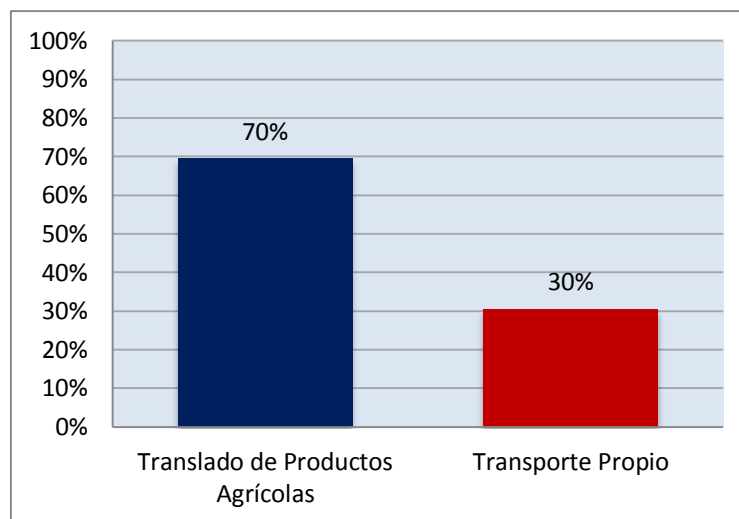
Según el análisis realizado en las encuestas a los 82 habitantes, 80 habitantes que corresponde al 98% de la población están de acuerdo que con la vía mejorará la calidad de vida, 2 habitantes correspondientes al 2% de la población no lo cree.

### **Pregunta N°8.**

¿Con qué fin utiliza usted la vía?

<b>Respuesta</b>	<b>N° de Habitantes Encuestados</b>	<b>Porcentaje Estadístico</b>
Traslado de Productos Agrícolas	57	69,51%
Transporte Propio	25	30,49%
<b>Total</b>	82	100%

**Gráfico N° 4.8 Uso de la vía**



Fuente: Autora

### **Conclusión**

De acuerdo al análisis realizado en las encuestas a los 82 habitantes, 57 habitantes que corresponde al 70% de la población es decir la mayoría de los habitantes utiliza la vía para transportar sus productos agrícolas, 25 habitantes correspondientes al 30% de la población utilizan la vía solo para el traslado propio.

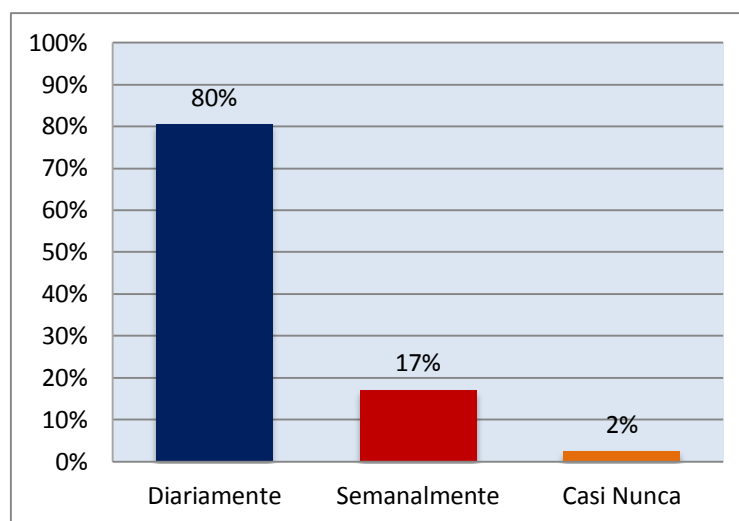
### **Pregunta N°9.**

¿Con qué frecuencia utiliza usted la vía?

<b>Respuesta</b>	<b>N° de Habitantes Encuestados</b>	<b>Porcentaje Estadístico</b>
Diariamente	66	80,49%
Semanalmente	14	17,07%
Casi Nunca	2	2,44%
<b>Total</b>	82	100%



**Gráfico N° 4.9 Frecuencia de uso de la vía**



Fuente: Autora

### **Conclusión**

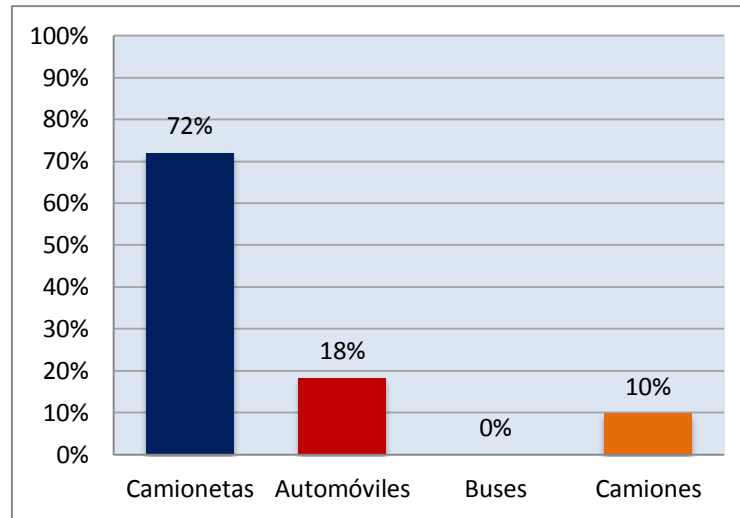
De acuerdo al análisis realizado en las encuestas a los 82 habitantes, 66 habitantes que corresponde al 81% de la población utilizan la vía diariamente, 14 habitantes correspondientes al 17% de la población hacen uso de la vía semanalmente y solo 2 habitantes que representan al 2% no utilizan la vía.

### **Pregunta N°10.**

¿Cuál es el tipo de vehículo que más transita por la vía?

<b>Respuesta</b>	<b>N° de Habitantes Encuestados</b>	<b>Porcentaje Estadístico</b>
Camionetas	59	71,95%
Automóviles	15	18,29%
Buses	0	0,00%
Camiones	8	9,76%
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>100%</b>

**Gráfico N° 4.10 Tipo de vehículo**



Fuente: Autora

### **Conclusión**




Según el análisis realizado en las encuestas a los 82 habitantes, se puede decir que 59 habitantes que corresponde al 72% de la población para transportarse utilizan con mayor frecuencia camionetas, 15 habitantes correspondientes al 18% de la población utilizan automóviles, apenas 8 habitantes correspondientes al 10% utilizan camiones, y no cuentan con un servicio de buses.

### **4.1.2 Análisis de resultados del estudio de tráfico**

Se debe contar con un estudio de tráfico en la vía para conocer el estado actual, en el presente proyecto el conteo vehicular se realizó 7 días seguidos en el mes de febrero del año 2015 en el kilómetro 3 de la vía que conectan los sectores de Escorzonera y Mandana, durante 12 horas consecutivas (7h00 am – 7h00 pm) clasificando a los vehículos que transitan por la vía en livianos, pesados y buses.

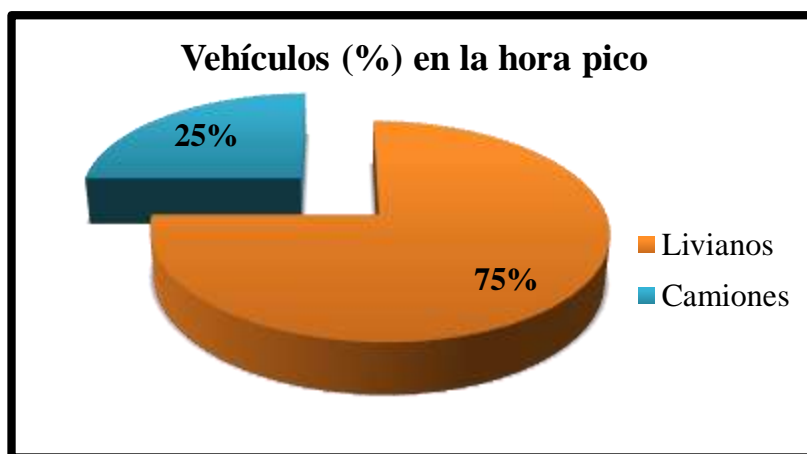
Según el conteo vehicular el día lunes 2 de febrero del 2015 tiene mayor afluencia de tráfico y la hora pico es desde las 7h30 hasta las 8h30, en esta hora circulan la mayor cantidad de vehículos livianos que concurren a la feria que se desarrolla en Yatzaputzán, donde se comercializan productos de la zona.

**Cuadro N° 4.1 Hora pico del proyecto en el día de mayor demanda**

Lunes 2 de Febrero del 2015								
Hora	Livianos 	Buses 	Camiones 				Total	Acumulad o por hora
			C-2 P	C-2 G	C-3	Tota I		
7h30-7h45	2	0	1	0	0	1	3	
7h45-8h00	1	0	0	0	0	0	1	8
8h00-8h15	1	0	0	0	0	0	1	6
8h15-8h30	2	0	0	1	0	1	3	8

Fuente: Autora

**Gráfico N° 4.11 Porcentaje de vehículos en la hora pico**



Fuente: Autora

#### **4.1.3 Análisis de resultados del estudio topográfico**

Para el levantamiento topográfico se utilizó la antena satelital con un ancho de faja de 20 m desde el eje principal de la vía a cada lado.

Mediante el estudio topográfico se determinó la superficie del lugar, un aspecto importante para la selección de la velocidad, curvas, etc. Al igual que se pudo observar problemas que existe en la vía como taludes inestables debido al inadecuado drenaje; problemas que se debe solucionar con un adecuado diseño tanto horizontal como vertical.

#### 4.1.4 Análisis de resultados del estudio de suelos

Un parámetro fundamental para el diseño geométrico es el estudio de suelos para determinar la capacidad portante y de ser requerido realizarlas mejoras pertinentes y definir los espesores del pavimento. Para el estudio de suelo se tomó muestras cada 1000 metros mediante calicatas de 1m de profundidad, se tomó 5 muestras que se llevaron al laboratorio para realizar los ensayos de suelos; dando como resultado lo siguiente:

**Cuadro N° 4.2 Resumen estudio de suelos**

<b>RESULTADO ESTUDIO DE SUELOS</b>							
Vía Escorzonera - Mandana Parroquia Pilahuín							
Muestra (Km)	<b>ENSAYOS REALIZADOS</b>						
	Ensayos de granulometría		Tipo de suelo SUCS	Densidad seca gr/cm <sup>3</sup>	Contenido de agua óptimo	CBR %	CBR de Diseño %
	% que pasa tamiz						
	N° 4	N° 200					
0+00	100	60,06	CH	1,180	35,50	5,70	<b>5,40</b>
1+00	100	58,21	CH	1,200	36,10	6,41	
2+00	100	61,04	CH	1,72	33,60	5,55	
3+00	100	64,04	CH	1,166	35,05	5,30	
4+300	100	60,11	CH	1,089	38,50	4,45	

Fuente: Autora

## 4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

### 4.2.1 Interpretación de datos de las encuestas

Pregunta	Interpretación
1	El 96% de los habitantes es decir la mayoría creen que es necesario el mejoramiento de la vía debido a que requieren transportarse de una manera rápida y segura: apenas un 4% piensan que no lo es.
2	El 94% de la población afirman que la Vía no es cómoda para transitar y un pequeña parte como es el 6% de los encuestados afirma que la vía es cómoda para transitar.
3	El 87% de los encuestados han tenido problemas debido a la condición actual de la vía, mientras que el 13% de los encuestados no han presentado problemas en la Vía.
4	Apenas el 4% de la población manifiesta que ha existido algún tipo de accidente en la vía, mientras que la mayoría de la población es decir el 96% afirman que no ha existido accidentes.
5	EL 100% de la población aseguran que no cuentan con servicio de transporte público es decir los habitantes no disponen de este servicio, situación que impide su desarrollo.
6	El 95% de los habitantes piensan que con el mejoramiento de la vía se va a incrementar la economía del sector y apenas un 5% piensan que no se incrementará la economía del sector.
7	El 98% de los encuestados es decir la mayoría de la población afirma que el mejoramiento de la vía mejorará su calidad de vida y solo un 2% de los encuestados piensan que no mejorará su calidad de vida puesto que aseguran que requieren otros servicios básicos.
8	El 70% de la población utilizan la vía para el traslado de sus productos agrícolas, el 30% de la población lo utilizan solo para el transporte propio.
9	El 81% de los habitantes utilizan la vía diariamente, el 17% utiliza semanalmente, y solo un 2% de los encuestados no hacen uso de la vía ya que son de otros sectores.
10	El 72% de los habitantes es decir la mayoría de los habitantes afirman que el tipo de vehículo que más transita por la vía son las camionetas, seguidas con el 18% de la población afirma que son los automóviles, el 10% restante afirmaron que son los camiones.

#### 4.2.2 Interpretación de datos del estudio de tráfico

El conteo se realizó en el kilómetro 3 de la vía, dando como resultado que el día lunes 2 de febrero del 2015 existe mayor circulación de vehículos y el tipo de vehículo que más transitan por el sector son livianos con los porcentajes calculados a continuación.

**Cuadro N° 4.3 Resumen TPDA (%)**

HORA	AUTOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL	TOTAL
			C-2 P	C-2 G	C-3		
7h30 - 8h30	6	0	1	1	0	2	8
	75%	0%	12,5%	12,5%	0%	25%	100%

Fuente: Autora

#### ➤ Cálculo del Factor Hora Pico

$$FHP = \frac{Q}{4 * Q_{15max}}$$

En donde:

Q = Volumen de tráfico durante una hora

Q<sub>15max</sub> = Volumen máximo registrado durante 15 minutos consecutivos de esa hora

Según el cuadro anterior tenemos:

$$FHP = \frac{8}{4 * 3}$$

$$FHP = 0,67$$

#### Determinación del Tráfico Actual

**Para Vehículos Livianos:**

$$TPDA_{ACTUAL\ LIVIANOS} = \frac{6 * 100}{15}$$

$$TPDA_{ACTUAL\ LIVIANOS} = 40 \text{ Veh/día}$$

**Para Camiones:**

$$TPDA_{ACTUAL\ CAMIONES} = \frac{2 * 100}{15}$$

$$TPDA_{ACTUAL\ CAMIONES} = 13 \text{ Veh/día}$$

$$TPDA_{ACTUAL} = TPDA_{ACTUAL\ LIVIANOS} + TPDA_{ACTUAL\ CAMIONES}$$

$$TPDA_{ACTUAL} = 40 + 13 = 53 \text{ Veh/día}$$

**Cuadro N° 4.4 Resumen TPDA actual parcial**

TIPO DE VEHÍCULO	# Vehículo en Hora Pico	Factor vías Rurales (%)	TPDA Actual
Livianos	6	15	40
Bus	0	15	0
Camiones	2	15	13
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>		<b>53</b>

Fuente: Autora

➤ **Cálculo del TPDA en el primer año, para vía Rural**

**Cuadro N° 4.5 Taza de crecimiento de tráfico**

TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL DE TRÁFICO (%)			
PERIODO	LIVIANO	BUS	PESADO
2010-2015	4,47	2,22	2,18
2015-2020	3,97	1,97	1,94
2020-2025	3,57	1,78	1,74
2025-2030	3,25	1,62	1,58

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP-2003

**Fórmula General:**

$$TPDA_{PrimerAño} = TPDA_{ACTUAL} * (1 + i)^n$$

**Para Vehículos Livianos:**

$$TPDA_{\text{Primer Año}} = 40 * (1 + 3,97\%)^1$$

$$TPDA_{\text{Primer Año}} = 42 \text{ Veh/día}$$

**Para Camiones:**

$$TPDA_{\text{Primer Año}} = 13 * (1 + 1,94\%)^1$$

$$TPDA_{\text{Primer Año}} = 13 \text{ Veh/día}$$

$$TPDA_{\text{Primer Año}} = TPDA_{\text{LIVIANOS}} + TPDA_{\text{CAMIONES}}$$

$$TPDA_{\text{Primer Año}} = 42 + 13 = 55 \text{ Veh/día}$$

**Cuadro N° 4.6 TPDA Primer Año**

Tipo de vehículo	TPDA Actual	Índice de crecimiento (i)	Periodo (n)	TPDA Primer Año
Livianos	40	4	1	42
Bus	0	3,5	1	0
Camiones	13	5	1	13
			<b>TOTAL</b>	<b>55</b>

Fuente: Autora

➤ **Determinación del Tráfico Generado**

$$TPDA_{\text{GENERADO}} = 20\% * TPDA_{\text{Primer Año}}$$

**Para Vehículos Livianos:**

$$TPDA_{\text{GENERADO}} = 20\% * 42$$

$$TPDA_{\text{GENERADO}} = 8 \text{ Veh/día}$$

**Para Camiones:**

$$TPDA_{\text{GENERADO}} = 20\% * 13$$



$$TPDA_{\text{GENERADO}} = 3 \text{ Veh/día}$$

$$TPDA_{\text{GENERADO}} = TPDA_{\text{LIVIANOS}} + TPDA_{\text{CAMIONES}}$$

$$TPDA_{\text{GENERADO}} = 8 + 3 = 11 \text{ Veh/día}$$

➤ **Determinación del Tráfico Desarrollado**

$$TPDA_{\text{DESARROLLADO}} = 5 \% * TPDA_{\text{Primer Año}}$$

**Para Vehículos Livianos:**

$$TPDA_{\text{DESARROLLADO}} = 5\% * 42$$

$$TPDA_{\text{DESARROLLADO}} = 2 \text{ Veh/día}$$

**Para Camiones:**

$$TPDA_{\text{DESARROLLADO}} = 5\% * 13$$

$$TPDA_{\text{DESARROLLADO}} = 1 \text{ Veh/día}$$

$$TPDA_{\text{DESARROLLADO}} = TPDA_{\text{LIVIANOS}} + TPDA_{\text{CAMIONES}}$$

$$TPDA_{\text{DESARROLLADO}} = 2 + 1 = 3 \text{ Veh/día}$$

➤ **Determinación del Tráfico Atraído**

$$TPDA_{\text{ATRAÍDO}} = 10 \% * TPDA_{\text{Primer Año}}$$

**Para Vehículos Livianos:**

$$TPDA_{\text{ATRAÍDO}} = 10\% * 42$$

$$TPDA_{\text{ATRAÍDO}} = 4 \text{ Veh/día}$$

**Para Camiones:**

$$TPDA_{\text{ATRAÍDO}} = 10\% * 13$$

$$TPDA_{\text{ATRAÍDO}} = 1 \text{ Veh/día}$$

$$TPDA_{\text{ATRAÍDO}} = TPDA_{\text{LIVIANOS}} + TPDA_{\text{CAMIONES}}$$

$$TPDA_{\text{ATRAÍDO}} = 4 + 1 = 5 \text{ Veh/día}$$

➤ **Determinación de Tráfico Futuro**

Es el tráfico que se va alcanzar dentro del periodo de diseño, se debe determinar la proyección para 20 años, este pronóstico se basa en el tráfico que actualmente circula en la vía de estudio.

$$TPDA_{\text{Futuro}} = TPDA_{\text{ACTUAL}} * (1 + i)^n$$

**Para Vehículos Livianos:**

$$TPDA_{\text{FUTURO}} = 42 * (1 + (\frac{3,25}{100}))^{20}$$

$$TPDA_{\text{FUTURO}} = 80 \text{ Veh/día}$$

**Para Camiones:**

$$TPDA_{\text{FUTURO}} = 13 * (1 + (\frac{1,58}{100}))^{20}$$

$$TPDA_{\text{FUTURO}} = 18 \text{ Veh/día}$$

$$TPDA_{\text{FUTURO}} = TPDA_{\text{LIVIANOS}} + TPDA_{\text{CAMIONES}}$$

$$TPDA_{\text{FUTURO}} = 80 + 18 = 98 \text{ Veh/día}$$

**Cuadro N° 4.7 Tráfico Futuro**

Tipo de vehículo	TPDA	Índice de crecimiento (i)	Periodo (n)	TPDA Futuro
Livianos	40	3,25	1	80
Bus	0	1,62	1	0
Camiones	13	1,58	1	18
			<b>TOTAL</b>	98

Fuente: Autora

**Cuadro N° 4.8 Resumen tráficos calculados**

Tipo de vehículo	Conteo Hora Pico	TPDA Primer Año	TPDA Generado (20%)	TPDA Desarrollado (5%)	TPDA Atraído (10%)	TPDA Futuro
Livianos	6	42	8	2	4	80
Bus	0	0	0	0	0	0
Camiones	2	13	3	1	1	18
<b>TOTAL</b>	10	55	11	3	5	98

Fuente: Autora

Entonces el tráfico proyectado para el siguiente trabajo será la suma de los tráficos generado, atraído y el futuro a excepción del desarrollado debido a que la vía en estudio ya existe:

$$\text{Total Tráfico Proyectado} = \sum \text{Tráfico (Generado, Atraído, Futuro)}$$

$$\text{Total Tráfico Proyectado} = 11 + 5 + 98$$

$$\text{Total Tráfico Proyectado} = 114 \text{ veh/día}$$

Tenemos que la vía en estudio se Clasifica según la Norma de Diseño Geométrico MTOP 2003 en una **Carretera Tipo IV**.

#### **4.2.3 Interpretación de resultados de los estudios de suelo**

Se realizó el ensayo de C.B.R. (ver cuadro 4.2), el valor del C.B.R. de diseño que resulto es 5,40. Según la tabla de clasificación del suelo según el CBR el tipo de suelo presente en la zona de estudio es malo debido a que se encontró con un suelo CH (Arcilla de alta plasticidad) como es de esperarse en zonas cercanas a los páramos.

#### **4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Al analizar la información recopilada mediante encuestas dirigidas a los moradores de los sectores de Escorzonera y Mandana, al igual que los resultados obtenidos de la topografía, estudio de suelos y conteo vehicular se determina que el mejoramiento del diseño geométrico de pavimento en la vía es fundamental para incidir positivamente en la calidad de vida de los habitantes.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

Una vez terminado el análisis e interpretación de los datos que se recolectaron se puede concluir que:

- Los habitantes de los sectores de Escorzonera y Mandana no se encuentran satisfechos con el estado actual de la vía puesto que ésta se encuentra en malas condiciones causando daños a los vehículos; impidiendo el desarrollo económico e influyendo negativamente en su calidad de vida.
- Mediante el conteo vehicular se determina que la mayoría de vehículos que transitan por el lugar son livianos y en una menor cantidad se presentan vehículos pesados de dos ejes, clase C-2-P.
- Según el análisis e interpretación del estudio de tráfico se obtuvo un TPDA igual a 114 veh/día; con el cual se pudo determinar que la vía en estudio se encuentra dentro del rango  $100 < TPDA < 300$ ; correspondiente a una carretera tipo IV según lo especificado por el MTOP.
- Al conocer que la vía en estudio es de Tipo IV se pueden establecer parámetros importantes en el diseño geométrico como la velocidad de diseño, radios mínimos de curvatura, pendientes máximas, ancho de calzada, etc. de acuerdo a las especificaciones establecidas por el MTOP.

- Según los datos obtenidos de las muestras, el tipo de suelo presente en la vía en estudio tiene un C.B.R. que fluctúa entre 4,45 % y 6,41 %; dando como resultado un C.B.R. de diseño igual a 5,40 %.
- Con el C.B.R. de diseño se pueden determinar los espesores correspondientes a cada capa de la estructura del pavimento flexible con una sub - base clase 3 de 20 cm, una base clase 4 de 15 cm; y un espesor de la carpeta asfáltica de 5 cm.
- De acuerdo al estudio topográfico del lugar; el terreno presente en la vía es montañoso; en la zona existe un inadecuado sistema de drenaje en varios tramos; además existen pasos de agua que requieren alcantarillado.
- En la actualidad la capa de rodadura en la vía es lastrada; debido al clima propio del lugar se encuentra deteriorada con baches que impiden la circulación de vehículos generando inconvenientes en los habitantes de los sectores.
- Con el mejoramiento de la vía se podrá contar con un transporte cómodo y seguro para los habitantes de los sectores de Escorzonera y Mandana; y así garantizar un incremento en su calidad de vida.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Para un adecuado diseño geométrico se debe considerar los valores mínimos establecidos por las normas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- Para el óptimo funcionamiento del sistema de drenaje se debe contar con un mantenimiento permanente de cunetas y alcantarillas.

- Es necesario la construcción de cunetas en tramos que no existan para evacuar las aguas lluvias que puedan deteriorar la capa de rodadura y asegurar un buen funcionamiento.
- Durante la ejecución de la vía se debe contar con una adecuada señalización para evitar algún tipo de accidente.
- Se debe colocar señalización en zonas que requiera la vía para brindar la seguridad que necesitan los usuarios viales.
- Para las capas que conforman el pavimento se debe contar con materiales que se encuentren en óptimas condiciones y que cumplan con lo especificado en las normas.
- En el proceso de ejecución se debe tomar las respectivas medidas de seguridad que garantice el bienestar de los trabajadores y usuarios de la vía.
- Garantizar la supervisión técnica correcta para que la ejecución de la carretera cumpla con las normas y especificaciones establecidas en el diseño.
- Debe existir un mínimo impacto ambiental, es decir evitar que se destruya el equilibrio ecológico existente en la zona para lo cual se debe considerar la normativa ambiental vigente en el país.

## CAPÍTULO VI

### PROPUESTA

#### TEMA

Las condiciones de la vía que comunica a los sectores Escorzonera y Mandana de la parroquia Pilahuín, provincia de Tungurahua, y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

#### 6.1 DATOS INFORMATIVOS

##### 6.1.1 Ubicación y Localización

Los sectores Escorzonera y Mandana pertenecen a la parroquia rural Pilahuín ubicados en la Sierra central del Ecuador, al sur - oeste de la provincia de Tungurahua, en el cantón Ambato, en el kilómetro 20 de la vía a Ambato - Guaranda.

**Gráfico N° 6.1 Límites de la parroquia rural Pilahuín**

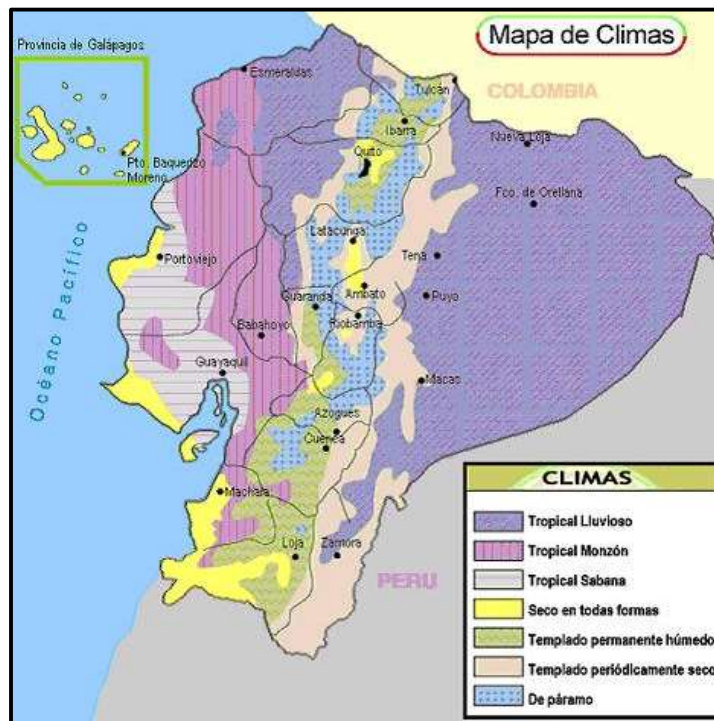


Fuente: [www.pilahuin.gob.ec](http://www.pilahuin.gob.ec)





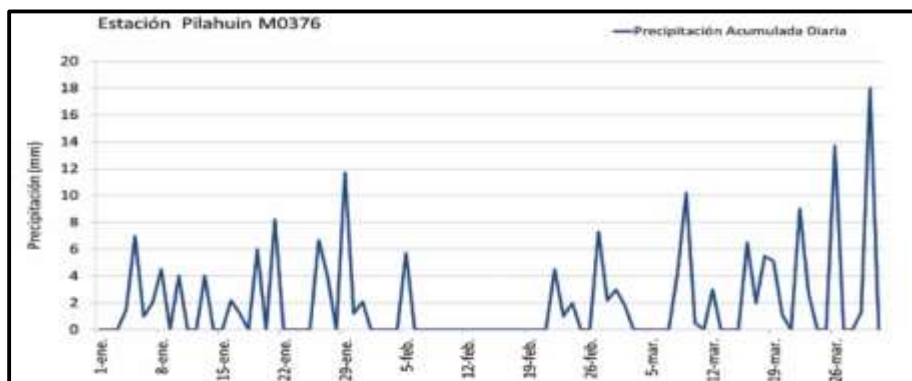
**Gráfico N° 6.3 Mapa climático**



Fuente: [www.codeso.com](http://www.codeso.com)

Según la estación INAMHI MO - 376 de Pilahuín el día con mayor precipitación fue el 30 de marzo con la presencia de lluvia de 18,00 mm en 24 horas mientras que la precipitación promedio diaria del trimestre es de 1,97mm. (INAMHI, 2014)

**Gráfico N° 6.4 Precipitación Acumulada Diaria**



Fuente: INAMHI

### 6.1.5 Actividades Económicas

La producción agrícola de cultivos andinos como papas, zanahoria, mellocos, ocas, ajos etc. es de gran importancia para la economía de la parroquia, también un aspecto esencial es la crianza de bovinos y ovinos con su producción de leche, lana y abono orgánico.

Las ferias locales que impulsan la economía del Sector son las de Yatzaputzan, Tamboloma, Llangahua, El Salado y el centro Parroquial que son el motor del comercio en la zona.

### 6.1.6 Población

Aproximadamente la población de Pilahuín es 12.000 habitantes (<http://cristinahuashcofinal.blogspot.com>), en las comunidades beneficiadas la población es:

**Cuadro N° 6.1 Población de los sectores Escorzonera y Mandana**

SECTORES	POBLACIÓN		TOTAL
	Hombres	Mujeres	
Mandana	150	180	330
Escorzonera	98	104	202
<b>TOTAL</b>	248	284	532

Fuente: INEC

### 6.1.7 Servicios Básicos

En la parroquia de Pilahuín el abastecimiento de agua para consumo humano es mediante red pública de la cual se benefician el 64% de la población servicio indispensable para reducir enfermedades parasitarias, y que lamentablemente no cubre el 100% de la población. (Toalombo, 2013)

Pilahuín no cuenta con un servicio de alcantarillado para abastecer a toda la población en especial a los páramos debido a la irregularidad de sus terrenos y su dificultad para el acceso a los mismos, situación que limita el desarrollo los habitantes de los sectores de Escorzonera y Mandana.



La vía en estudio empieza en el sector de Escorzonera (Km 0 + 00) y termina en el sector de Mandana (Km 4 + 160), en donde los habitantes se dedican a la producción agrícola y lechera comercialización que es limitada debido al mal estado de la vía.

Es importante conocer que la población de estos sectores no cuenta con el acceso al servicio de transporte público debido a lo deteriorada que se encuentra la vía y consecuentemente los transportistas no desean que sus unidades circulen por el lugar, sin tomar en cuenta que este servicio es una prioridad para el desarrollo de los sectores.

Por estos aspectos importantes es necesario el mejoramiento de la vía mediante el diseño geométrico y de pavimento adecuado.

### **6.3 JUSTIFICACIÓN**

Una de las principales actividades de la parroquia de Pilahuín es la agricultura, es por esto que debe contar con una infraestructura vial óptima para impulsar la producción y comercialización de los sectores y por ende mejorando la calidad de vida de sus habitantes.

Con el presente trabajo se pretende realizar el mejoramiento de las condiciones geométricas de la vía con un adecuado: diseño horizontal y vertical, sistema de drenaje y capa de rodadura siguiendo con las normas establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) para solventar las necesidades viales de los habitantes.

Debido a condiciones propias del lugar y al no contar con un adecuado drenaje la vía se encuentra en mal estado, a lo largo de la misma se puede observar pendientes pronunciadas, anchos de la vía muy estrecho, inadecuada capa de rodadura, etc. Que dificulta el tránsito e impide una movilidad óptima y adecuada para los vehículos que circulan por la vía.

La vía conecta sectores de producción agrícola y ganadera con sectores de comercialización y por tal motivo debe brindar las seguridades necesaria para que los usuarios puedan transitar y que exista un impacto positivo en el desarrollo de la parroquia de Pilahuín y el avance de la provincia.

## **6.4 OBJETIVOS**

### **6.4.1 Objetivo General**

Realizar el diseño geométrico y diseño de pavimento adecuado para la vía que unen los sectores Escorzonera y Mandana de la parroquia Pilahuín del cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

### **6.4.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el diseño geométrico de la vía.
- Determinar la estructura de pavimento adecuado para la vía.
- Proponer un sistema de drenaje óptimo.
- Elaborar el presupuesto referencial.
- Establecer el cronograma valorado de actividades.
- Elaborar los planos con los diseños establecidos.

## **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

### **Factibilidad Técnica**

El proyecto es factible ya que existen estudios técnicos requeridos reales (estudio topográfico, ensayos de suelo, etc.), los cuales se han realizado bajo las normas establecidas tanto para el diseño geométrico, diseño de pavimento y sistema de drenaje; siempre con la guía de profesionales expertos en la materia que garanticen un trabajo de calidad.

### **Factibilidad Económica**

La inversión de la estructura vial será satisfactoria puesto que los beneficios que traerá esta obra serán cruciales para el desarrollo de los sectores de Escorzonera y Mandana ya que se incrementará la producción agrícola y ganadera; por ende la comercialización de los productos.

### **Factibilidad Social**

Es factible ya que una vez terminada la obra en su totalidad podrá brindar a los habitantes de los sectores de Escorzonera y Mandana una vía que garantice un transporte cómodo y seguro tanto para los moradores como para el transporte de los productos del lugar. Y así dar la oportunidad de mejorar la calidad de vida de la población.

### **Factibilidad Ambiental**

El presente proyecto si es factible ya que tiene como base la vía existente en la cual se mantendrá el trazado a excepción de las zonas donde no se cumplan las normas de diseño tanto horizontal como vertical, motivos por el cual no afectará de manera significativa las condiciones ambientales del lugar y mucho menos la salud de los habitantes de los sectores de Escorzonera y Mandana.

## **6.6 FUNDAMENTACIÓN**

### **6.6.1 Diseño Geométrico de la vía**

El Diseño Geométrico es la parte más importante del proyecto, determinada por factores o condicionantes existentes del lugar, la configuración geométrica definitiva del conjunto tridimensional debe satisfacer los objetivos fundamentales, es decir la funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración ambiental en su entorno, la armonía o estética y la economía.

Se calculó los parámetros fundamentales para el diseño horizontal y vertical de la vía como la velocidad de diseño, curvas mínimas, distancia de visibilidad, entre otras y mediante el uso del programa de AutoCAD Civil 3D 2014 se pudo procesar los datos obtenidos. Para el diseño de la vía se utilizó las normas ecuatorianas emitidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador MTOP 2003.

### **6.6.2 Diseño del pavimento**

El pavimento se diseña y se forma mediante un conjunto de capas construidas sobre el suelo de fundación para ser utilizada como una superficie apta para el tránsito de cualquier tipo de vehículo; y donde la circulación se lo hace de manera rápida, confortable, segura y económica.

Para el diseño del pavimento flexible se utilizó el método AASHTO 93 que se basa principalmente en identificar un número estructural SN que pueda soportar el nivel de carga solicitado.

### **6.6.3 Diseño del sistema de drenaje**

El sistema de drenaje es transcendental para la vida útil de la vía, ya que con una adecuada evacuación de aguas lluvias se garantiza un óptimo sistema vial al igual que su durabilidad.

El diseño del drenaje se determina por medio del tiempo que demora determinada estructura en drenar el agua libre a partir de un estado de humedad.

## **6.7 METODOLOGÍA DEL MODELO OPERATIVO**

### **6.7.1 Diseño vial**

#### **1. Tipo de carretera**

Según el TPDA la vía en estudio se clasifica según la Norma de Diseño Geométrico MTOP 2003 en una Camino Vecinal Tipo IV.



## 2. Velocidad de Diseño

La velocidad de diseño es un elemento importante para el diseño geométrico de carreteras y se emplea como parámetro al momento de calcular la mayoría de los diversos componentes del proyecto.

Entonces de acuerdo con el TPDA (camino vecinal tipo IV) obtenido con el estudio de tráfico y el relieve del terreno (montañoso) mediante el levantamiento topográfico. La velocidad de diseño para la vía en estudio es  $V_d = 25 \text{ Km/h}$ .

## 3. Velocidad de Circulación

La velocidad real de un vehículo según el cuadro N° 2.5 para volumen de bajo tránsito es  $V_c = 24 \text{ Km/h}$ .

### 6.7.1.1 Alineamiento Horizontal

**Radio Mínimo de curvatura horizontal:** Se determina con la siguiente formula:

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

Donde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V = Velocidad de diseño km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral.

e = Peralte de la curva, m/m (metro por metro ancho de la calzada)

**Peralte “e”:** Para velocidades menores a 50 Km/h el peralte máximo es del 8 % y para velocidades mayores a 50 Km/h se utiliza el 10%; como la velocidad de diseño es 25 Km/h se utilizó el 8%. Entonces se procede a calcular R:

$$R = \frac{25 \text{ Km/h}^2}{127(0,08 + 0,315)}$$

$$R = 12,46 \text{ m} = 13 \text{ m}$$

Se puede observar a continuación el valor de coeficiente de fricción lateral “f” y el radio mínimo de curvatura recomendado según el MTOP:

**Cuadro N° 6.2 Valor de coeficiente de fricción lateral “f” y radios mínimos de curvaturas**

VELOCIDAD (Km/h)	"f" máximo	RADIO MÍNIMO CALCULADO				RADIO MINIMO RECOMENDADO			
		10%	8%	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0,35	7	7	8	8	-	20	20	20
25	0,315	12	13	13	14	-	20	25	25
30	0,284	19	20	21	22	-	25	30	30
35	0,255	27	29	31	33	-	30	35	35
40	0,221	39	42	45	48	-	42	45	50
45	0,206	52	56	60	65	-	58	60	66
50	0,19	68	73	79	86	-	75	80	90
60	0,165	107	116	126	138	110	120	130	140
70	0,15	154	168	184	203	160	170	185	205
80	0,14	210	229	252	280	210	230	255	280
90	0,134	273	298	329	367	275	300	330	370
100	0,13	342	375	414	463	350	375	415	465
110	0,124	425	467	518	581	430	470	520	585
120	0,12	515	567	630	709	520	570	630	710

Nota: Se podrá utilizar un radio mínimo de 15 m siempre y cuando se trate de:  
 Aprovechar infraestructura existente  
 Relieve difícil (escarpado)  
 Caminos de bajo costo

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP

Según el cuadro N° 2.3 el MTOP establece un radio de curvatura mínimo de 15 m para aprovechar la infraestructura existente, por el relieve difícil y por tratarse de una vía de bajo costo.

### Curvas circulares

Como ejemplo se tomó la curva N° 12 que tiene un radio de 30,80 m.

- **Grado de curvatura "G<sub>C</sub>"**

$$G_C = \frac{1145,92}{R}$$

$$G_C = \frac{1145,92}{30,80}$$

$$G_C = 37,21 = 37^\circ 13' 2.2''$$

- **Radio de curvatura "R"**

$$R = \frac{1145,92}{G_C}$$

$$R = \frac{1145,92}{37^\circ 13' 22''}$$

$$R = 30,785 \text{ m}$$

**Ángulo central "α".-** Para el ejemplo se tomó α = 60° 01' 28''

- **Longitud de la curva "l<sub>c</sub>"**

$$l_c = \frac{\pi * R * \alpha}{180}$$

$$l_c = \frac{\pi * 30,80 * 60^\circ 01' 28''}{180}$$

$$l_c = 32,256 \text{ m}$$

- **Tangente de curva o sub tangente "T"**

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

$$T = 30,79 * \tan\left(\frac{60^\circ 01' 28''}{2}\right)$$

$$T = 17,785 \text{ m}$$

- **External "E"**

$$E = T * \tan\left(\frac{\alpha}{4}\right)$$

$$E = 17,78 * \tan\left(\frac{60^\circ 01' 28''}{4}\right)$$

$$E = 4,767 \text{ m}$$

- **Ordenada media “M”**

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

$$M = 30,79 - 30,79 * \cos\left(\frac{60^\circ 01' 28''}{2}\right)$$

$$M = 4,128 \text{ m}$$

- **Deflexión en un punto cualquiera de la curva “θ”**

$$\theta = \frac{G_c * 1}{20}$$

$$\theta = \frac{37^\circ 13' 22'' * 1}{20}$$

$$\theta = 1^\circ 51' 40''$$

- **Cuerda “C”**

$$C = 2 * R * \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$C = 2 * 30,80 * \sin\left(\frac{1^\circ 51' 40''}{2}\right)$$

$$C = 1,00 \text{ m}$$

- **Cuerda larga “CL”.**

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

$$CL = 2 * 30,79 * \sin\left(\frac{60^\circ 01' 28''}{2}\right)$$

$$CL = 30,80 \text{ m}$$

Con el dato de PC se procede al cálculo de PI y PT.

$$PC = PI - T$$

$$PI = PC + T$$

$$PI = 1058,13\text{m} + 17,785\text{m}$$

$$PI = 1075,915 \text{ m}$$

$$PI = 1+075,92 \text{ m}$$

$$PT = PC + l_c$$

$$PT = 1058,13\text{m} + 32,256\text{m}$$

$$PT = 1090.386 \text{ m}$$

$$PT = 1+090,39 \text{ m}$$

### 6.7.1.2 Distancia de visibilidad

#### Distancia de visibilidad de parada

Es la distancia mínima que requiere un vehículo para que se detenga, antes de que alcance un objeto inmóvil que se encuentre en su trayectoria; según la norma para el cálculo de la distancia para parada se usa la velocidad de circulación correspondiente a volúmenes de tráfico bajos que es 24 km/h.

$$d_p = d_1 + d_2$$

$$d_1 = 0,7 * V_c$$

$$d_1 = 0,7 * (24 \text{ Km/h})$$

$$d_1 = 16,8 \text{ m} \cong 17$$

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 * f}$$

$$f = \frac{1,15}{V_c^{0,3}}$$

$$f = \frac{1,15}{24 \text{ km/h}^{0,3}}$$

$$f = 0,44$$

Reemplazando en la fórmula se tiene:

$$d_2 = \frac{24 \text{ km/h}^2}{254 * 0,449}$$

$$d_2 = 5,15 \text{ m} \cong 6 \text{ m}$$

$$d_p = 17 + 6$$

$$d_p = 23 \text{ m}$$

De acuerdo al cuadro N° 2.6 el MTOP establece que la distancia de visibilidad de parada mínima es 25 m. mayor que la calculada, por lo que se adopta lo establecido en las especificaciones.

$$d_p = 25 \text{ m}$$

### **Distancia de visibilidad de rebasamiento**

La distancia de visibilidad es igual a la suma de cuatro distancias parciales que son:

$$d_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

Para este tipo de vías el MOP especifica un valor mínimo de distancia de rebasamiento de 110 metros por lo que se adoptará este valor.

$$d_r = 110 \text{ m}$$

### **6.7.1.2 Alineamiento Vertical**

Cálculo de los elementos de una curva vertical (Curva N° 1):

- PCV = 194,99 m
- PTV = 114,25 m.
- L1 = 40,37
- L2 = 40,37

Donde:

PTV = Punto fin de curva vertical.

PCV= Punto comienzo de la curva.

L1: Longitud de entrada.

L2: Longitud de salida.

○ **Cálculo de LVC, L1 y L2**

$$LVC = PCV - PTV$$

$$LVC = 194,99 \text{ m} - 114,25 \text{ m}$$

$$LVC = 80,74 \text{ m}$$

○ **Cálculo de PIV en el eje de las abscisas**

$$PIV = PTV + T_v$$

Donde:

PIV = Intersección de tangentes.

$T_v$  = Distancia de la tangente vertical (L1).

$$PIV = 114,25 \text{ m} + 40,37 \text{ m}$$

$$PIV = 154,62 \text{ m}$$

○ **Cálculo de PCV**

$$PCV = PIV + T_v$$

Donde:

$T_v$  = Distancia de la tangente vertical (L2).

$$PCV = 154,62 \text{ m} + 40,37 \text{ m}$$

$$PCV = 194,99 \text{ m}$$

○ **Pendientes**

Según el cuadro 2.9 el valor de la gradiente longitudinal máxima para una vía clase IV es del 12%.

### **Cálculo de Pendientes**

- $PCV = 3745,88$
- $PIV = 3746,25$
- $PTV = 3748,87$

#### ○ **Cálculo de $g_1$ :**

$$\text{Diferencia de cotas } g_1 = PCV - PIV$$

$$\text{Diferencia de cotas } g_1 = 3745,88 \text{ m} - 3746,25 \text{ m}$$

$$\text{Diferencia de cotas } g_1 = -0,37 \text{ m}$$

$$g_1 = \frac{\text{Diferencia de cotas } g_1}{L_1} * 100\%$$

$$g_1 = \frac{0,37 \text{ m}}{40,37 \text{ m}} * 100\%$$

$$g_1 = 0,92 \%$$

#### ○ **Cálculo de $g_2$ :**

$$\text{Diferencia de cotas } g_2 = PTV - PIV$$

$$\text{Diferencia de cotas } g_2 = 3748,87 \text{ m} - 3746,25 \text{ m}$$

$$\text{Diferencia de cotas } g_2 = 2,62 \text{ m}$$

$$g_2 = \frac{\text{Diferencia de cotas } g_2}{L_2} * 100\%$$

$$g_2 = \frac{2,62 \text{ m}}{40,37 \text{ m}} * 100\%$$

$$g_2 = 6,48 \%$$



- **Cálculo de la diferencia algebraica de pendientes “A”**

$$A = (g_2 - g_1)$$

$$A = (6,48\%) - (0,92\%)$$

$$A = 5,56 \%$$

- **Curvas verticales convexas y concavas:**

$$L_v = K * A$$

$L_v$  = Longitud de la curva vertical.

$K$  = Coeficiente para curvas cóncavas y convexas (m).

$A$  = Diferencia de gradientes (%).

Los coeficientes  $K$  de acuerdo a las especificaciones establecidas por el MTOP para clase de carretera tipo IV y terreno montañoso es:

- 10 para curvas cóncavas.
- 7 para curvas convexas.

Para el caso de la curva N° 1, al tratarse de una curva cóncava se adopta el valor de  $K=10$ .

$$L_v = 10 * 5,56$$

$$L_v = 55,6 \text{ m}$$

- **Cálculo del External**

$$e = \frac{L_1 * L_2}{200 * L_t} * (A)$$

$$e = \frac{0,92 \% * 6,48\%}{200 * 80,74} * (5,56\%)$$

$$e = 2,05 \text{ m}$$

**Cuadro N° 6.3 Detalle de las curvas verticales**

N°	Curva	COTAS			g1%	g2 %	CL	K
		VPC	VPI	VPT				
1	Cóncava	3745,88	3746,25	3748,87	0,94	6,48	80,74	14,55
2	Convexa	3757,30	3762,16	3761,82	6,48	-0,46	150,00	21,60
3	Cóncava	3760,61	3760,30	3767,41	-0,46	9,92	143,29	13,80
4	Convexa	3794,31	3801,75	3807,52	9,92	7,69	150,00	67,25
5	Convexa	3834,93	3839,75	3842,64	7,69	4,61	125,45	40,71
6	Convexa	3849,24	3852,70	3852,34	4,61	-0,48	150,00	29,50
7	Cóncava	3851,37	3851,01	3852,65	-0,48	2,19	150,00	56,19
8	Convexa	3854,79	3859,44	3853,54	2,19	-7,86	150,00	14,92
9	Cóncava	3822,31	3816,42	3814,33	-7,86	-2,78	150,00	29,51
10	Convexa	3807,68	3805,59	3799,40	-2,78	-8,25	150,00	27,43
11	Cóncava	3788,35	3782,16	3779,36	-8,25	-3,73	150,00	32,21

Fuente: Autora

### 6.7.1.3 Ensayos de suelo

**Ensayo Granulométrico.-** De acuerdo con los valores retenidos en los diferentes tamices graduados se determinó según el SUCS que el suelo en estudio se trata de una arcilla.

**Límite de Atterberg.-** Como se obtuvo que a lo largo de la vía existe arcilla se procedió a realizar este tipo de ensayo donde se obtuvo que el IP Índice Plástico es mayor que el 6% es decir la arcilla que se encontró es de alta plasticidad.

**Compactación.-** Al añadir los diferentes porcentajes de agua a las muestras de suelo se determinó que la densidad seca promedio es  $1,270 \text{ gr/cm}^3$  y el contenido de humedad óptimo promedio es 35,75%.

**CBR.-** Se determinó la resistencia al esfuerzo cortante del suelo en condiciones de humedad y densidad naturales, por medio de la interpretación de gráficos como la de

Densidad vs. Resistencia junto al valor del 95% de la densidad máxima se obtuvo el valor de CBR puntual de cada muestra.

Según el  $W_{18}$  calculado es 147 343 el percentil a utilizar es del 75 %.

Una vez obtenido el percentil se procede a enumerar los CBR obtenidos de las muestras de manera ascendente como se lo puede observar a continuación:

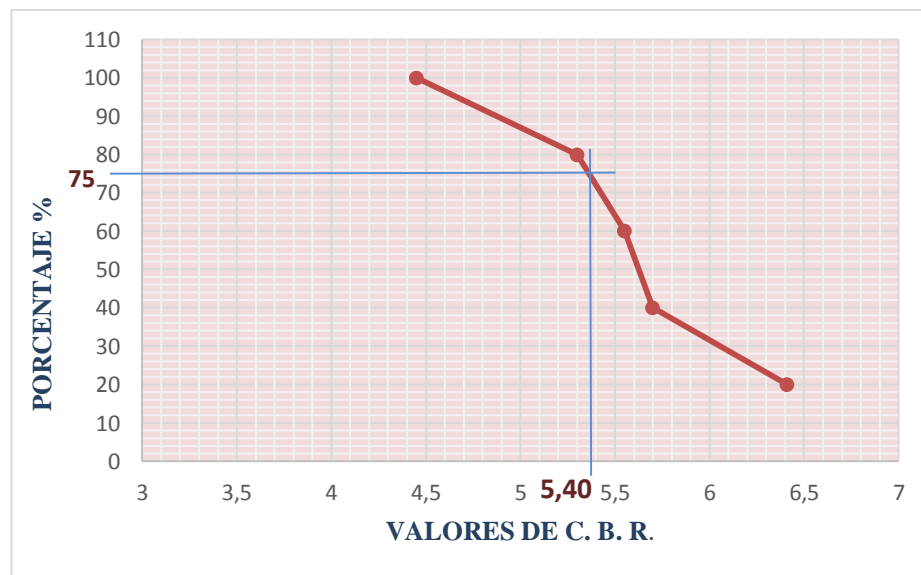
**Cuadro N° 6.4 Correlación de CBR**

Km. de la Muestra	C.B.R.	# = ó > (CBR menor)	Porcentaje
Abscisa 5 + 00	4,45	5	100
Abscisa 4 + 00	5,30	4	80
Abscisa 3 + 00	5,55	3	60
Abscisa 1 + 00	5,70	2	40
Abscisa 2 + 00	6,41	1	20

Fuente: Autora

Con los datos del cuadro anterior se tomó el valor de C.B.R. para un porcentaje del 75% del percentil como se puede observar en el siguiente gráfico:

**Gráfico N° 6.6 Determinación del CBR de Diseño**



Fuente: Autora

### 6.7.2 Diseño de Pavimento Flexible Método de Diseño AASHTO 93

El Método de Diseño AASHTO 93 está basado en encontrar el **Número Estructural (SN)** para el pavimento flexible y que pueda soportar el nivel de carga solicitada. Para determinar SN requerido el método proporciona la siguiente formula:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r * S_0 + \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2+1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Donde:

$W_{18}$  = Número de cargas de ejes simples equivalentes de 18 kips (80 kN) de acuerdo al tránsito vehicular.

$Z_r$  = Corresponde al valor Z (área bajo la curva de distribución) de la curva estandarizada para una confiabilidad R.

$S_0$  = Desvío estándar de todas las variables.

SN = Número estructural.

$\Delta PSI$  = Pérdida de serviciabilidad.

$M_r$  = Módulo de resiliencia de la subrasante.

#### 1.) Ejes equivalente acumulados para el Periodo de Diseño Seleccionado (W18)

El periodo de diseño que se debe adoptar para el pavimento esta en función de la proyección del tránsito según el tipo de carretera para este proyecto será de 20 años como se estableció en apartados anteriores.

**Cuadro N° 6.5 Periodo de diseño según tipo de carretera**

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE ANALISIS (años)
Urbana de alto volumen	30 a50
Rural de alto volumen	20 a 50
Pavimentada de bajo volumen	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

Fuente: Método AASHTO 93

- **Factor de Daño**

Para el cálculo del tránsito se utilizó los ejes equivalentes sencillos de 18,000 lb (8,2 ton) acumulados durante el periodo de diseño; para lo cual se requirió contar con el factor de daño que se presenta a continuación:

**Cuadro N° 6.6 Factor de daño según el tipo de vehículo**

FACTORES DE DAÑO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO
	Ton	$(P/6,6)^4$	Ton	$(P/8,2)^4$	Ton	$(P/15)^4$	Ton	$(P/23)^4$	
BUS	4	0,1	8	0,91					1,04
C-2P	2,5	0							
	7	1,3							1,29
C-2G	6	0,7	11	3,24					3,92
C-3	6	0,7			18	2,07			2,76
C-4	6	0,7					25	1,4	2,08
C-5	6	0,7			18	4,15			4,83
C-6	6	0,7			18	2,07	25	1,4	4,15

Fuente: Método AASHTO 93

Debido a que la vía en estudio no cuenta con un servicio de transporte público (bus) solo se debe determinar para camiones; para lo cual se tomó los factores de daño para camión tipo C-2-G y C-2-P que son 1,29 y 3,92 respectivamente.

$$W_{18} \text{ Acumulado} = 365 * (\text{TPDA final} * \text{FD})$$

Donde:

$W_{18}$  = Número acumulado de ejes equivalentes al final del periodo de diseño.

FD = Factor de daño

$$W_{18} = 365 * (\text{TPDA Camiones C2P} * \text{FD C2P} + \text{TPDA Camiones C2G} * \text{FD C2G})$$

$$W_{18} = 365 * ((7 * 1,29) + (6 * 3,92))$$

$$W_{18} = 365 * ((9,03) + (23,52))$$

$$W_{18} = 11\ 881 \text{ vehículos}$$

Como se puede observar en la siguiente tabla el carril de diseño acumulado en un periodo de 20 años es 147 343

<b>CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES A 8.2 TONS.</b>											
AÑO	%Crecimiento			Tránsito Promedio Diario			Camiones			Acumulado $W_{18}$	Carril Diseño $W_{18}$
	Autos	Buses	Camiones	Autos	Camiones	TPDA Total	C-2-P	C-2-G	Total		
2015	4,47	2,22	2,18	42	13	55	7	6	11 880,75	11 881	5 940
2016	3,97	1,97	1,94	44	13	57	7	6	12 111,24	23 992	11 996
2017	3,97	1,97	1,94	45	14	59	7	6	12 346,19	36 338	18 169
2018	3,97	1,97	1,94	47	14	61	7	6	12 585,71	48 924	24 462
2019	3,97	1,97	1,94	49	14	63	8	6	12 829,87	61 754	30 877
2020	3,97	1,97	1,94	51	14	65	8	7	13 078,77	74 833	37 416
2021	3,57	1,78	1,74	52	14	66	8	7	13 176,32	88 009	44 004
2022	3,57	1,78	1,74	54	15	69	8	7	13 405,59	101 414	50 707
2023	3,57	1,78	1,74	56	15	71	8	7	13 638,85	115 053	57 527
2024	3,57	1,78	1,74	58	15	73	8	7	13 876,17	128 930	64 465
2025	3,57	1,78	1,74	60	15	75	8	7	14 117,61	143 047	71 524
2026	3,25	1,62	1,58	60	15	75	8	7	14 116,73	157 164	78 582
2027	3,25	1,62	1,58	62	16	78	8	7	14 339,78	171 504	85 752
2028	3,25	1,62	1,58	64	16	80	9	7	14 566,34	186 070	93 035
2029	3,25	1,62	1,58	66	16	82	9	7	14 796,49	200 866	100 433
2030	3,25	1,62	1,58	68	16	84	9	8	15 030,28	215 897	107 948
2031	3,25	1,62	1,58	70	17	87	9	8	15 267,76	231 164	115 582
2032	3,25	1,62	1,58	72	17	89	9	8	15 508,99	246 673	123 337
2033	3,25	1,62	1,58	75	17	92	9	8	15 754,03	262 427	131 214
2034	3,25	1,62	1,58	77	18	95	9	8	16 002,94	278 430	139 215
2035	3,25	1,62	1,58	80	18	98	10	8	16 255,79	294 686	147 343

Fuente: Autora

## 2.) Factor de distribución por carril

El proyecto a tratarse es una vía que dispone de un solo carril por sentido por lo que en porcentaje  $W_{18}$  que circulará por el mismo es el 100% como se muestra a continuación.

**Cuadro N° 6.7 Número de carriles según  $W_{18}$**

Número de carriles en una dirección	Porcentaje $W_{18}$ en el carril de Diseño $D_L$
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

Fuente: Método AASHTO 93

## 3.) Confiabilidad “R”

Es la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real o mejor que el calculado durante la vida de diseño adoptado. Se recomienda valores desde 50 hasta 99,9 para el parámetro “R” con diferentes clasificaciones funcionales como se muestra a continuación.

**Cuadro N° 6.8 Niveles sugeridos de confiabilidad de acuerdo a la clasificación funcional del camino**

Clasificación Funcional	Nivel de confiabilidad, R recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías Rápidas	85 -99,9	80 - 99,9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 -95
Locales	50 -80	50 -80

Fuente: Método AASHTO 93

Al tratarse de un camino Vecinal tipo IV se tomó entre el rango de confiabilidad 50 y 80 un valor de confiabilidad igual a 70.

$$R = 70.$$

#### 4.) Desviación Estándar “Zr”

**Cuadro N° 6.9 Valores de la desviación estándar normal, Zr, correspondiente a los niveles de Confiabilidad R**

Confiabilidad, R, en porcentaje	Desviación estándar normal Zr
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Fuente: Método AASHTO 93

Como se puede observar en la tabla con un valor de R = 70 seleccionado se obtuvo una desviación estándar igual a: - 0.524

$$Z_r = - 0,524$$

#### 5.) Desviación estándar global “So”

Está ligado directamente con la Confiabilidad (R), representa las condiciones locales particulares, que considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito.

**Para pavimentos flexibles:  $0,40 < So < 0,50$**

Se utilizó el So promedio = 0,45



## 6.) Módulo de resiliencia “Mr”

El ensayo del módulo resiliente, representa lo que sucede bajo un pavimento en lo concerniente a tensiones y deformaciones mediante las siguientes expresiones:

$$Mr(\text{psi}) = 1500 * \text{CBR} \quad \text{CBR} < 10\%$$

$$Mr(\text{psi}) = 3000 * \text{CBR}^{0,65} \quad 7.2\% < \text{CBR} < 20\%$$

$$Mr(\text{psi}) = 4326 * \ln \text{CBR} + 241 \quad \text{Utilizada para suelo granulares}$$

Con un CBR de diseño igual a 5,40 se utilizó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Mr(\text{psi}) = 1500 * CBR} \quad \mathbf{\text{Para CBR menor al 10\%}}$$

$$Mr(\text{psi}) = 1500 * 5,40$$

$$Mr(\text{psi}) = 7950 \text{ psi}$$

Como sabemos que 1 Ksi = 1000 psi tenemos:

$$Mr(\text{psi}) = 8,10 \text{ ksi}$$

## 7.) Índice de Serviciabilidad “PSI”

Es la condición de un pavimento para proveer a los usuarios un manejo seguro y confortable en un determinado momento.

$$\Delta \text{ PSI} = \text{PSI inicial} - \text{PSI final}$$

Donde:

PSI inicial = **4,2** para pavimento flexibles.

PSIfinal = **2,0** para secundarios.

$$\Delta \text{ PSI} = 4,2 - 2,0$$

$$\Delta \text{ PSI} = 2,2$$

## 8.) CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL

Con los parámetros obtenidos se determina el “SN” para soportar el W18.

**Datos:**

Tipo de Pavimento: Pavimento Flexible

Confiabledad “R” = 70%

Desviación Estándar Zr = - 0,524

Desviación estándar global So = 0,45

Índice de Serviciabilidad inicial “PSI inicial” = 4,2

Índice de Serviciabilidad final “PSI final” = 2

Módulo de resiliencia Mr = 8100

Ejes equivalentes W18 = 147343 para 20 años.

**Gráfico N° 6.7 Cálculo del Número Estructural**

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93". It is divided into several sections for data entry. The "Tipo de Pavimento" section has "Pavimento flexible" selected. The "Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)" section has a dropdown set to "70 % Zi=-0.524" and a text box for "So" containing "0.45". The "Serviciabilidad inicial y final" section has "PSI inicial" set to "4.2" and "PSI final" set to "2". The "Módulo resiliente de la subrasante" section has "Mr" set to "8100 psi". The "Información adicional para pavimentos rígidos" section has four empty text boxes for "Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)", "Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)", "Coeficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coeficiente de drenaje - (Cd)". The "Tipo de Análisis" section has "Calcular SN" selected, with "W18 = 147343" and "Número Estructural SN = 2.13" displayed. At the bottom, there are "Calcular" and "Salir" buttons.

Fuente: Método AASHTO 93

El número requerido “SN” para el diseño es 2,13

## 9.) DETERMINACIÓN DE ESPESORES POR CAPA

La ecuación a continuación sirve para obtener los espesores de cada capa:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

**Donde:**

$a_1, a_2, a_3$ : Coeficientes estructurales de la carpeta, base y sub base respectivamente

$D_1, D_2, D_3$ : Espesor de la carpeta, base, sub base respectivamente

$m_2, m_3$ : Coeficientes de drenaje para base y sub base respectivamente.

Para el cálculo de los espesores D1 y D2 (en pulgadas), el método sugiere los siguientes valores mínimos, en función del tránsito en ejes equivalentes sencillos acumulados:

**Cuadro N° 6.10 Valores mínimos de D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> en función del tránsito en ejes equivalentes**

Tráfico W18	Concreto Asfáltico D1	Capa Base D2
< 50 000	1,0 (o tratam. Superficial)	4
50 001 a 150 000	2,0	4
150 001 a 500 000	2,5	4
500 001 a 2 000 000	3,0	6
2 000 001 a 7 000 000	3,5	6
> 7 000 000	4,0	6

Fuente: Método AASHTO 93

El proyecto tiene un W18 = 147 343 el espesor mínimo es

$$D_1 = 2,0 \text{ plg} = 5,08 \text{ cm}$$

$$D_2 = 4 \text{ plg} = 10,16 \text{ cm}$$

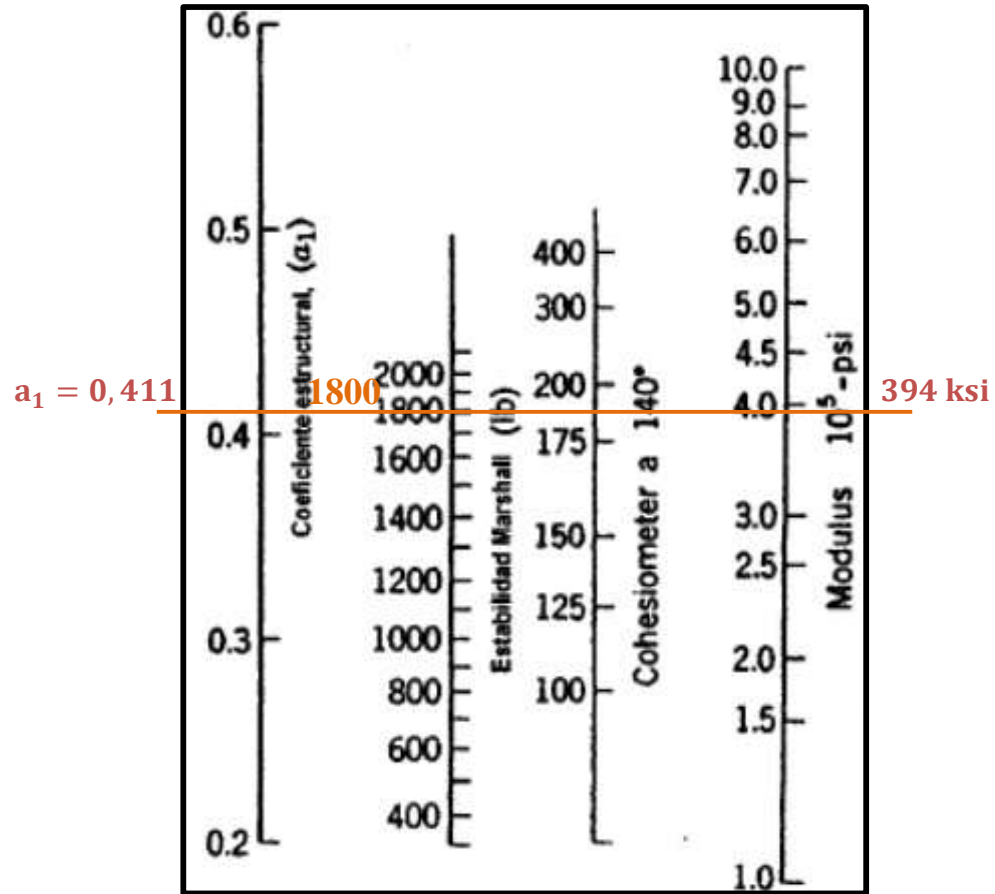
#### 10.) COEFICIENTES ESTRUCTURALES (a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>)

Los materiales usados en cada capa de la estructura de un pavimento flexible, según sus características poseen un coeficiente estructural “a<sub>1</sub>” que representa la capacidad estructural del material para resistir las cargas solicitantes.

##### a) Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a<sub>1</sub>).

Como el Módulo de Estabilidad Marshall mínimo es igual a 1800 lbs, se asumió este valor y se procedió a obtener a<sub>1</sub> mediante el siguiente nomograma:

Gráfico N° 6.8 Nomograma para calcular  $a_1$



Fuente: Método AASHTO 93

Según el nomograma el **Módulo de la carpeta asfáltica es: 394 000 psi** y el  $a_1$  es 0,411. Teniendo en cuenta el error que puede existir en la apreciación de la lectura se utilizó la interpolación de acuerdo al siguiente cuadro de valores:

Cuadro N° 6.11 Valores de  $a_1$  en función del Módulo de Elasticidad

MÓDULOS ELÁSTICOS		VALORES DE $a_1$
psi	Mpa	
125,000	875,000	0,220
150,000	1,050	0,250
175,000	1,225	0,280
200,000	1,400	0,295
225,000	1,575	0,320

250,000	1,750	0,330
275,000	1,925	0,350
300,000	2,100	0,360
325,000	2,275	0,375
350,000	2,450	0,385
375,000	2,625	0,405
400,000	2,800	0,420
425,000	2,975	0,435
450,000	3,150	0,440

Fuente: Guía AASHTO 93

Se procede a interpolar:

**375 000      0,405**

**400 000      0,420**

25 000      0,015

19 000      x = 0,0114

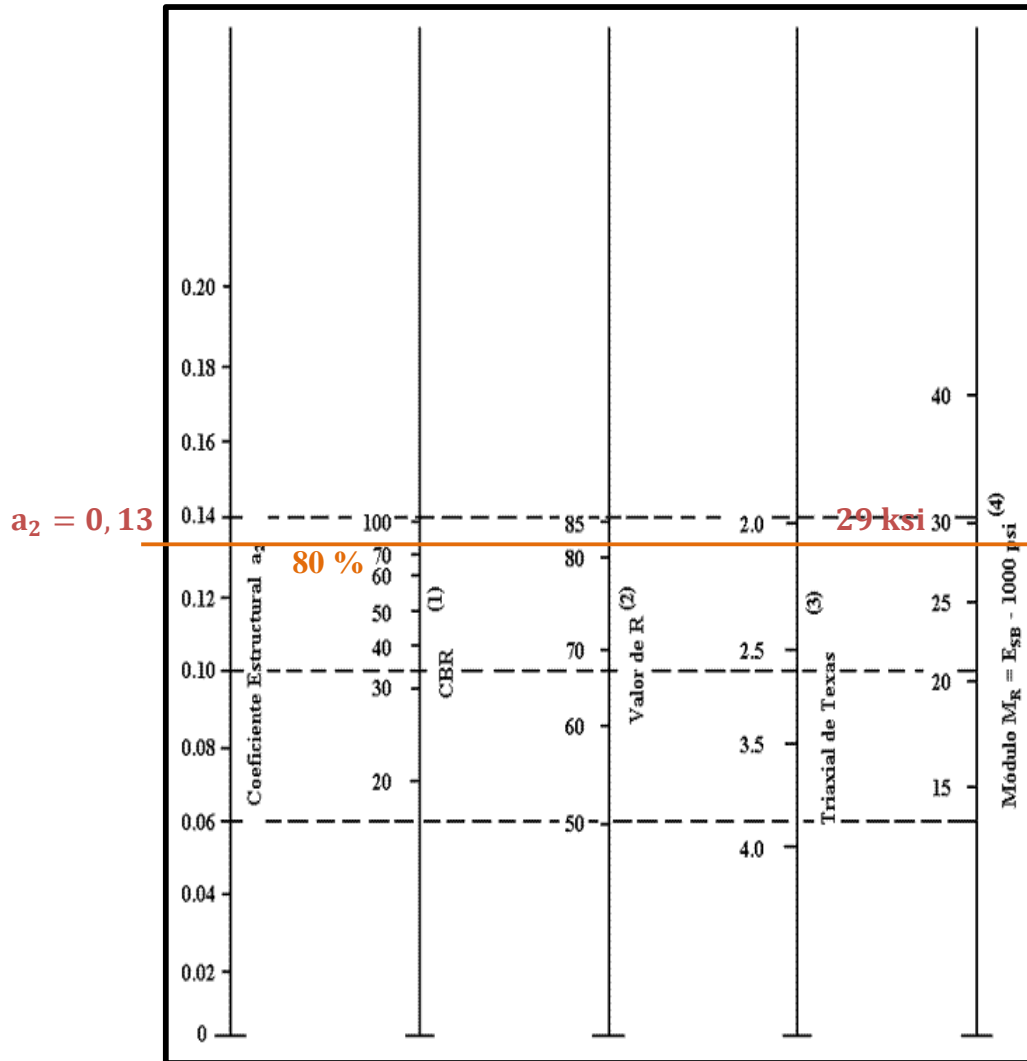
Entonces  $a_1 = 0,405 + 0,0114 = \mathbf{0,416}$

**b) Coeficiente estructural de la Base ( $a_2$ ).**

Según el MTOP la capa base debe tener un valor de soporte CBR igual o mayor al 80%, además el límite líquido será menor de 25 y el índice de plasticidad debe ser menor de 6.

Entonces se procede a ubicar en el nomograma el valor de **CBR = 80%** para obtener el módulo y el coeficiente  $a_2$ .

Gráfico N° 6.9 Nomograma para calcular  $a_2$



Fuente: Método AASHTO 93

Según el ábaco el **Módulo de base es 29 000 psi equivalente a 29,00 ksi** y el coeficiente estructural según la tabla  $a_2$  es **0,133**.

Cuadro N° 6.12 Valores de  $a_2$  en función del CBR%

BASE DE AGREGADOS	
CBR (%)	$a_2$
20	0,070
25	0,085
30	0,095
35	0,100

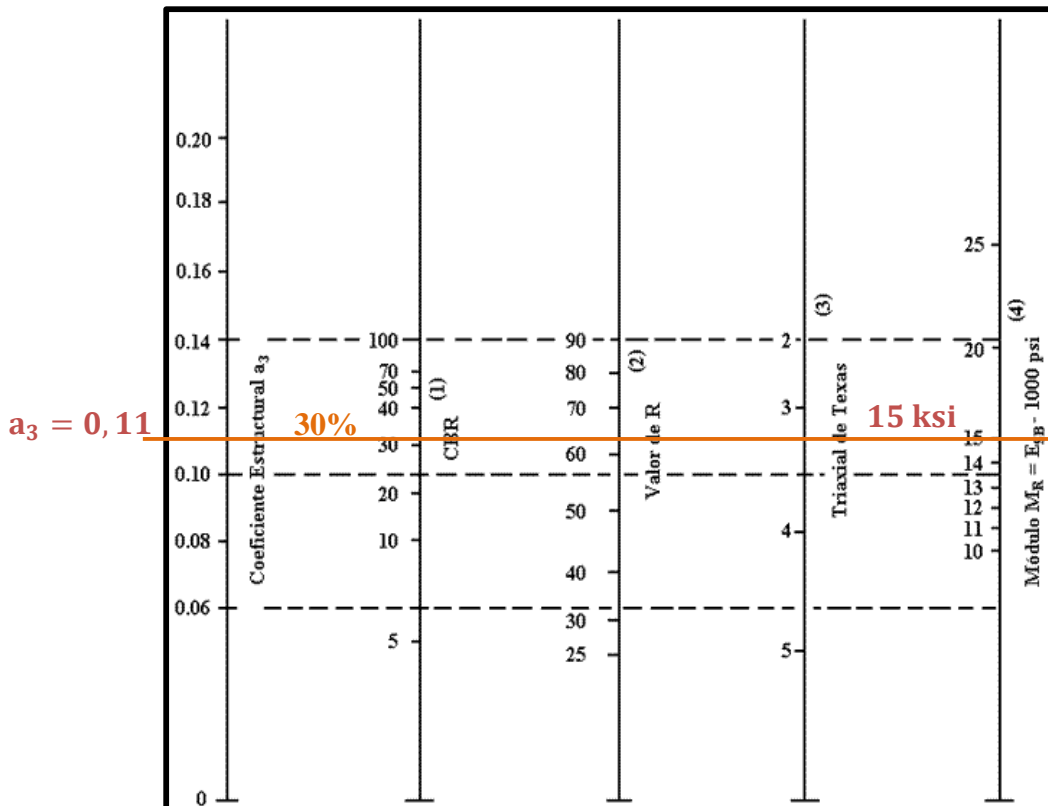
40	0,105
45	0,112
50	0,115
55	0,120
60	0,125
70	0,130
80	0,133
90	0,137
100	0,140

Fuente: Método AASHTO 93

c) **Coficiente estructural de la Sub - base ( $a_3$ ).**

De acuerdo al MTOP en lo que respecta a la sub - base el límite líquido debe ser menor de 25, el índice plástico menor de 6 y el valor de soporte de CBR igual o mayor a 30%. Se ubica en el nomograma **CBR = 30%** para obtener el coeficiente  **$a_3$** .

**Gráfico N° 6.10 Nomograma para calcular  $a_3$**



Fuente: Método AASHTO 93

**Cuadro N° 6.13 Valores de  $a_3$  en función del CBR%**

<b>BASE DE AGREGADOS</b>	
<b>CBR (%)</b>	<b><math>a_3</math></b>
10	0,080
15	0,090
20	0,093
25	0,102
30	0,108
35	0,115
40	0,120
50	0,125
60	0,128
70	0,130
80	0,135
90	0,138
100	0,140

Fuente: Método AASHTO 93

Según el ábaco el **Módulo Elástico de la sub base es 15 000 psi** y de acuerdo a la tabla el valor de  $a_3$  es **0,108**.

**d) Coeficientes de drenaje ( $m_2$ ,  $m_3$ )**

La calidad del drenaje se entiende como el tiempo en que el agua tarda en ser eliminada de las capas granulares de la capa base y de la sub - base:

**Cuadro N° 6.14 Calidad de drenaje en función del tiempo**

<b>Calidad de drenaje</b>	<b>Agua eliminada en</b>
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: Método AASHTO 93



En la siguiente tabla, se presentan los valores recomendados para  $m_2$  y  $m_3$  en función de la calidad del drenaje y el porcentaje del tiempo a lo largo de un año, en el cual la estructura del pavimento pueda estar expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación.

**Cuadro N° 6.15 Valores recomendado de  $m_2$  y  $m_3$  en función de la calidad de drenaje**

Calidad de Drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación.			
	Menos del 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más del 25%
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,25	1,30 - 1,20	1,20
Buena	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1,00
Regular	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,80
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,95	0,80 - 0,60	0,60
Deficiente	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

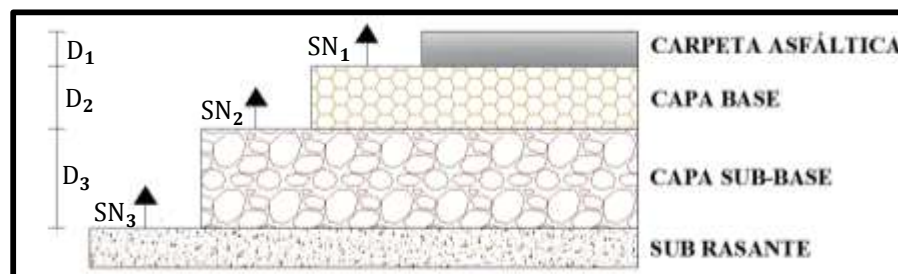
Fuente: Método AASHTO 93

Como el porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad es más del 25% los valores de  $m_2$  y  $m_3$  es **0,80**.

### 11.) DISEÑO FINAL CON SISTEMA MULTICAPA.

Para pavimentos flexibles, la estructura es un sistema de varias capas y por ello deberá considerar cada una de ellas con sus características propias como se muestra en el cuadro 6.16.

**Gráfico N° 6.11 Estructura de un sistema multicapa**



Fuente: Método AASHTO 93

**Cuadro N° 6.16 Cálculo de los espesores del pavimento**

<b>DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES</b>			
<b>MÉTODO AASHTO 1993</b>			
<b>PROYECTO:</b> Vía Escorzonera - Mandana		<b>TRAMO:</b>	1
<b>SECCIÓN 1:</b> km 00 + 00 km 4 + 160		<b>FECHA:</b>	01/06/2015
<b>REALIZADO POR:</b> Silvana Acosta			
<b>DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA)</b>			
<b>1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES</b>			<b>DATOS</b>
A. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (ksi)			394,00
A. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			29,00
A. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB - BASE (ksi)			15,00
<b>2. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES</b>			
A. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL(W18)			1,47 E*05
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R )			70%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)			-0,524
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)			0,45
C. MÓDULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			8,10
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2
F. PERIODO DE DSEÑO (Años)			20
<b>3. DATOS PARA ESTRUCTURACIÓN DEL REFUERZO</b>			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0,416
Base granular (a2)			0,133
Sub-base (a3)			0,108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			0,800
Sub-base (m3)			0,800
<b>DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA)</b>			
NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN)			2,13
NÚMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFÁLTICA			1,27
NÚMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR			0,41
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE			0,46
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTO</b>			
	<b>TEÓRICO</b>	<b>PROPUESTA</b>	
		<b>ESPEJOR</b>	<b>SN (calc)</b>
ESPEJOR CARPETA ASFÁLTICA (cm)	7,8 cm	5,0 cm	0,82
ESPEJOR BASE GRANULAR (cm)	9,7 cm	15,00 cm	0,63
ESPEJOR SUB BASE GRANULAR (cm)	13,4 cm	20,00 cm	0,68
ESPEJOR TOTAL (cm)		40,00 cm	2,13

N 18 NOMINAL	N 18 CALCULO	SN	SN total
5,17	5,17	2,13	
5,17	5,17	1,27	
5,17	5,17	1,68	
Fijo	Variable	Ajustar	

Fuente: Autora

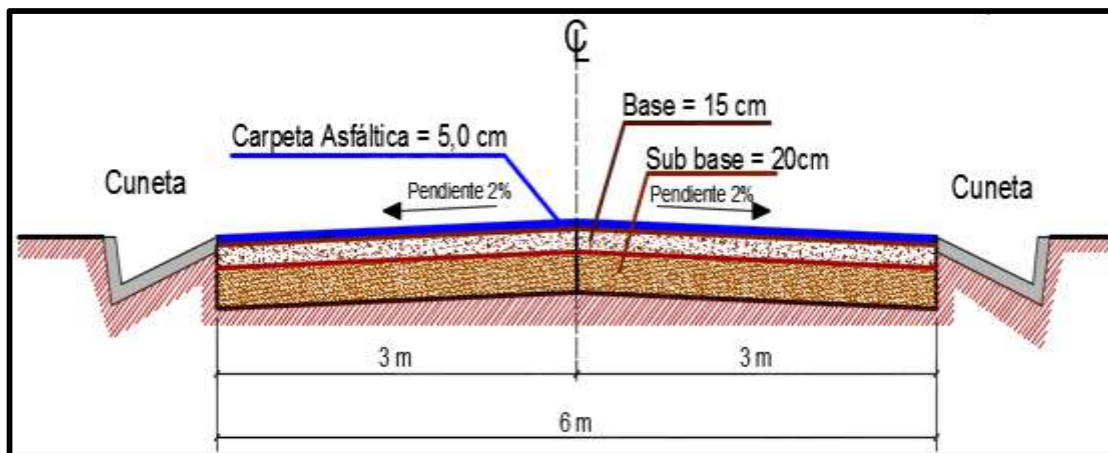
Se procedió a introducir el valor del número estructural “SN” hasta lograr la igualdad de N18 nominal y el calculado.

De acuerdo a lo calculado en el cuadro 6.16 los espesores mínimos según el número de ejes equivalentes  $W_{18}$  de la carpeta asfáltica  $D_1$  es 2,5” (5 cm); de la capa base  $D_2$  es 6” (15 cm) y para la sub – base  $D_3$  es 8” (20 cm).

Espesores:

- Carpeta asfáltica = 5 cm.
- Base Granular Clase 4 = 15 cm.
- Sub – base granular Clase 3 = 20 cm.
- **Espesor total** = 40 cm.

**Gráfico N° 6.12 Sección transversal de la vía en estudio**



Fuente: Autora

El paquete estructural de la vía que comunica a los sectores Escorzonera y Mandana obtenido es:

### **Carpeta Asfáltica**

Para el proyecto se empleará un asfalto AP – 3 con un espesor de 5 cm, cuyo grado de penetración a 25°C será como valor mínimo 80 y como máximo 120, el punto de inflamación será como mínimo 232°C, una ductilidad de 100 cm, La solubilidad en tricloroetileno será del 99%, especificaciones que se detallan en las normas ASTM D – 3381, también deberá cumplir con la estabilidad Marshall mínima de 1800 lbs.

### Sub - base clase 3

La sub – base que se utilizará en el proyecto será de clase 3, obtenida se las minas aledañas al sector del proyecto. Según las especificaciones del MTOP indican que el límite líquido deberá ser menor de 25 y el valor de soporte CBR igual o mayor a 30%. Este tipo de sub – base está constituido de agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos según el MTOP en la sección 816, que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados.

### Base clase 4

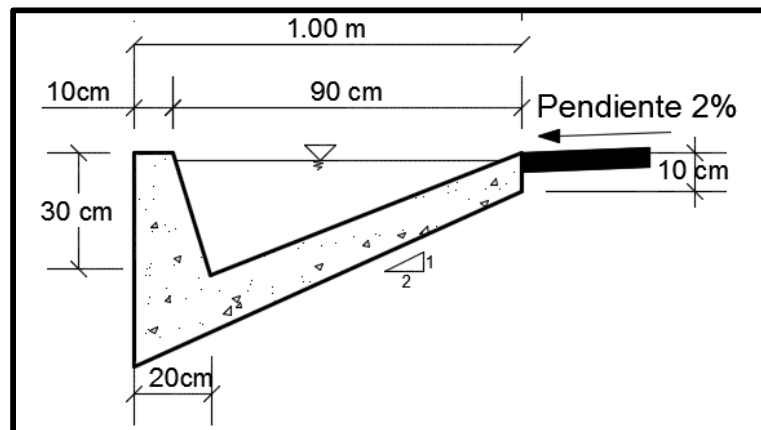
De acuerdo el MTOP el material a utilizarse deberá tener un valor de soporte CBR igual o mayor al 80% además el límite líquido será menor de 25 y el índice de plasticidad debe ser menor de 6. La base está constituido por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos establecidos.

## 6.7.3 Drenaje vial

### 6.7.2.1 Diseño de la Cuneta

Dimensiones asumidas para la cuneta:

**Gráfico N° 6.13 Dimensiones propuesta de la cuneta**



Fuente: Autora

Para el diseño de la cuneta se aplica el principio de flujo de canales abiertos usando la ecuación de Manning:

$$Q = A * V$$

Donde:

Q =Caudal de diseño m<sup>3</sup>/s.

A =Área de la sección en m<sup>2</sup>.

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

Donde:

V =Velocidad en m/s.

n = Coeficiente de rugosidad Manning.

J = Pendiente hidráulica (%).

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

Donde:

R =Radio hidráulico en m.

A =Área de la sección en m<sup>2</sup>.

P =Perímetro mojado en m.

**Cuadro N° 6.17 Coeficiente de rugosidad de Manning en canales abiertos**

<b>COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNIG</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>"n"</b>
Tubos de hormigón	0,012
<b>Tubo de metal corrugado o tubos en arco</b>	
a) Simple o revestido	0,024
b) Solera pavimentada	0,019
Tubo de arcilla vidrificada	0,012
Tubo de hierro fundido	0,013
Alcantarilla de ladrillo	0,015
Pavimento asfáltico	0,015
Pavimento de hormigón	0,014
Parterre de césped	0,050
Tierra	0,020
Grava	0,020

Roca	0,035
Áreas cultivadas	0,03-0,05
Matorrales espesos	0,07-0,14
Bosques espesos - poca maleza	0,10-0,15
<b>Cursos de agua</b>	
a) Algo de hierba y maleza - poco nada de matorrales	0,03-0,035
b) maleza densa	0,035-0,05
c) Algo de maleza - matorrales espesos a los costados	0,05-0,07

Fuente: (Normas Diseño Geométrico de Carreteras, 2003)

El coeficiente de seguridad de Manning (**n**) = **0,014** debido a que la cuneta esta revestida de hormigón.

**Área de la cuneta.-** Se considera que la cuneta va a trabajar a sección llena entonces tenemos:

$$A_m = \frac{b * h}{2}$$

$$A_m = \frac{0,90 * 0,30}{2}$$

$$A_m = 0,135 \text{ m}^2$$

**Perímetro mojado**

$$P_m = \sqrt{0,10^2 + 0,30^2} + \sqrt{0,80^2 + 0,30^2}$$

$$P_m = 0,316 + 0,854$$

$$P_m = 1,17 \text{ m}$$

**Radio hidráulico**

$$R = \frac{A_m}{P_m}$$

$$R = \frac{0,135 \text{ m}^2}{1,17 \text{ m}}$$

$$R = 0,115 \text{ m}$$

**Velocidad**

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

$$V = \frac{1}{0,014} * 0,115 \text{ m}^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = 71,43 * 0,115 \text{ m}^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = 16,89 \text{ m} * J^{1/2}$$

Reemplazando en la ecuación de la continuidad:

$$Q = A * V$$

$$Q = 0,135 \text{ m}^2 * 16,89 * J^{1/2}$$

$$Q = 2,28 * J^{1/2} \text{ m}^3/\text{seg}$$

A continuación se presentan los caudales admisibles para diferentes pendientes:

**Cuadro N° 6.18 Caudales permisibles de acuerdo al valor de las pendientes**

J %	J	V (m/s)	Q (m3/s)
0,5	0,005	1,194	0,161
1,0	0,01	1,689	0,228
1,5	0,015	2,069	0,279
2,0	0,02	2,389	0,322
2,5	0,025	2,671	0,360
3,0	0,03	2,925	0,395
3,5	0,035	3,160	0,427
4,0	0,04	3,378	0,456
4,5	0,045	3,583	0,484
5,0	0,05	3,777	0,510
5,5	0,055	3,961	0,535
6,0	0,06	4,137	0,558

6,5	0,065	4,306	0,581
7,0	0,07	4,469	0,603
7,5	0,075	4,626	0,624
8,0	0,08	4,777	0,645
8,5	0,085	4,924	0,665
9,0	0,09	5,067	0,684
9,5	0,095	5,206	0,703
10,0	0,1	5,341	0,721
10,5	0,105	5,473	0,739
11,0	0,11	5,602	0,756
11,5	0,115	5,728	0,773
12,0	0,12	5,851	0,790

Fuente: Autora

Mediante la fórmula del método racional se determina el caudal máximo de circulación:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q = Caudal máximo esperado.

C = Coeficiente de escurrimiento.

I = Intensidad de precipitación pluvial en mm/h.

A = Número de hectáreas tributarias.

#### **Determinación del coeficiente de escurrimiento:**

$$C = 1 - \sum C'$$

Donde:

C' = Valores de escurrimiento debido a diferentes factores que influyen en la escorrentía de manera directa.

Según el cuadro 2.19 los valores de escurrimiento son:

$$C = 1 - (C'_{\text{TOPOGRAFÍA}} + C'_{\text{SUELO}} + C'_{\text{VEGETACIÓN}})$$

$$C = 1 - (0,20 + 0,20 + 0,10)$$



$$C = 0,50$$

### Tiempo de concentración

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

$$H = L * \text{Pendiente } \%$$

Donde:

$t_c$  = Tiempo de concentración en minutos.

L = Longitud de escurrimiento en metros.

H = Diferencia de nivel desde la salida a la llegada de la gota de agua (m).

El tramo con el cual se trabaja es donde existe mayor aportación y este tiene una longitud de L= 500 m y la pendiente es 12%.

$$H = 500 * 12\% = 60,00$$

$$t_c = 0,0195 * \left( \frac{500^3}{60,00} \right)^{0,385}$$

$$t_c = 5,28$$

$$I = \frac{4,14 * T^{0,18} * P \text{ max}}{t_c^{0,58}}$$

$$I = \frac{4,14 * 10^{0,18} * 18,0}{5,28^{0,58}}$$

$$I = 64,44 \text{ mm/h}$$

### Área de drenaje

$$A = (\text{Ancho}_{\text{calzada}} + \text{Ancho}_{\text{cuneta}}) * L$$

$$A = (6,00/2 \text{ m} + 0,90 \text{ m}) * 500 \text{ m}$$

$$A = 1\,950 \text{ m}^2$$

$$A = 0,195 \text{ Ha}$$

A continuación se procede a calcular el caudal máximo:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$
$$Q = \frac{0,50 * 64,44 * 0,195}{360}$$

$$Q = 0,017 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Para que la cuneta funcione correctamente se verifica que el caudal máximo sea menor que el caudal admisible como se observa a continuación:

$$Q_{\text{admisible}} > Q_{\text{máximo}}$$

$$0,790 \text{ m}^3/\text{seg} > 0,017 \text{ m}^3/\text{seg} \text{ OK}$$

Como el caudal máximo es menor que el caudal admisible entonces el diseño de la cuneta es el adecuado.

### 6.7.2.2 Cálculo de alcantarillas

Se realizó aplicando la siguiente fórmula:

$$A = \frac{0,183 * C * H^{3/4} * I}{100}$$

Donde:

A = área de la alcantarilla en m<sup>2</sup>.

H = área de la micro cuenca en Ha.

C = Coeficiente de esorrentía que depende del terreno, obstáculos, forma de la cuneta y la longitud de escurrimiento, C = 0.50

I = Intensidad de precipitación pluvial I= 44,09

$$A = \frac{0,183 * C * H^{3/4} * I}{100}$$

$$A = \frac{0,183 * 0,50 * 23^{3/4} * 64,44}{100}$$

$$A = 0,619$$

Entonces tenemos:

$$A = \frac{\pi * D}{4}$$

$$D = \sqrt{\left(4 * \frac{A}{\pi}\right)}$$

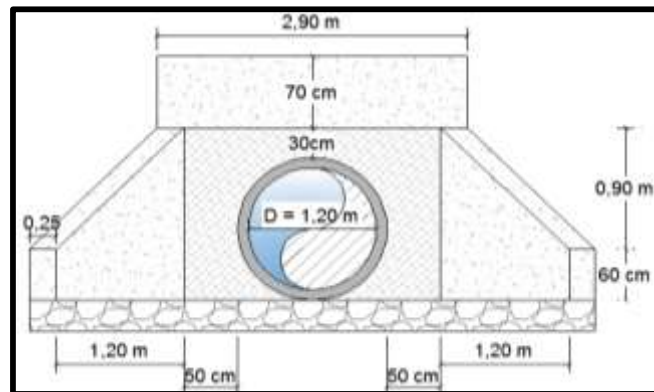
$$D = \sqrt{\left(4 * \frac{0,619}{3,1416}\right)}$$

$$D = 0,889 \text{ m}$$

El diámetro de la tubería que se va adoptar es de 1,20 m; alcantarilla metálica tipo ármico. Los pasos de agua que se van a instalar tendrán un D = 300 mm y serán de PVC. La profundidad mínima para instalar la tubería deberá ser tal que el espesor del relleno evite el daño a los conductos según el tráfico que exista en la zona.

- Tráfico normal: 1,00 m.
- Tráfico pesado: 1,20 m.

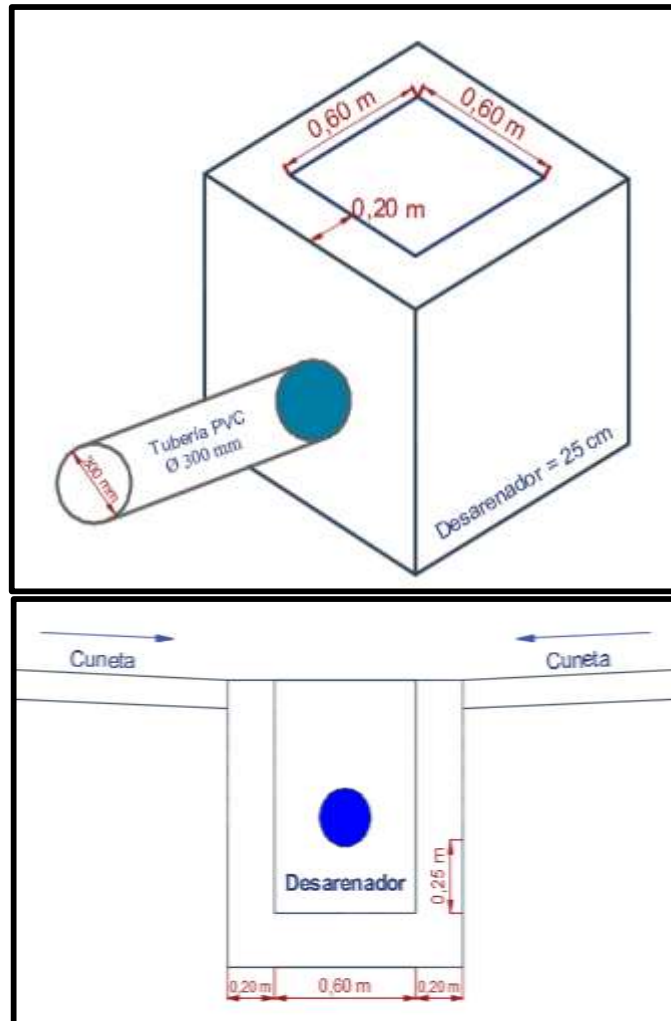
**Gráfico N° 6.14 Alcantarilla más cabezal de entrada y salida Tipo 1**



Fuente: Autora



**Gráfico N° 6.17 Caja de paso de agua**



Fuente: Autora

## 6.7.4 Presupuesto del proyecto

### 6.7.4.1 Determinación de los Volúmenes de Obra

Para calcular el presupuesto referencial de la vía se procedió a establecer los volúmenes que generará el proyecto que se detallan a continuación:

1.) Replanteo y Nivelación.- Es la distancia del levantamiento topográfico que se realizó en el proyecto.

<b>Rubro N°1</b>		<b>Unidad</b>
<b>Replanteo y Nivelación</b>		
<b>Total</b>	4,160	Km

2.) Excavación de materiales sin clasificar.- Volumen que se obtuvo en el programa de Diseño Geométrico de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo.

<b>Rubro N°2</b>		<b>Unidad</b>
<b>Excavación de materiales sin clasificar</b>		
<b>Total</b>	128 528,97	m <sup>3</sup>

3.) Excavación para cunetas y encausamiento.

<b>Rubro N° 3</b>		<b>Unidad</b>
<b>Excavación para cunetas y encausamiento</b>		
Sección transversal	0,120	m <sup>2</sup>
Longitud total de la vía	4160,00	m
Lados	2,00	
<b>Total</b>	998,40	m <sup>3</sup>

4.) Relleno compactado con suelo natural.

<b>Rubro N°4</b>		<b>Unidad</b>
<b>Relleno compactado con suelo natural</b>		
<b>Total</b>	66 189,56	m <sup>3</sup>

5.) Transporte material de desalojo, limpieza y sobre acarreo de materiales producto de excavaciones y derrumbes.- Corresponde al volumen al 20 % de excavación.

<b>Rubro N° 5</b>		<b>Unidad</b>
<b>Transporte materiales de desalojo, limpieza y sobre acarreo de materiales producto de excavaciones y derrumbes</b>		
Volumen total de corte sobrante	62 339,41	m <sup>3</sup>
Porcentaje	20	%
<b>Total</b>	12 467,88	m <sup>3</sup>

6.) Suministro y colocación de sub - base de agregados, clase 3.- Corresponde al volumen de los agregados de la sub base a lo largo de la vía.

<b>Rubro N° 6</b>		<b>Unidad</b>
<b>Suministro y colocación de sub - base de agregados, clase 3</b>		
Longitud total de la vía	4 160	m
Ancho promedio	6,00	m
Espesor promedio	0,20	m
<b>Total</b>	<b>4 992,00</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

7.) Suministro y colocación de la base de agregados, clase 4.- Corresponde al volumen de los agregados de la base a lo largo de la vía.

<b>Rubro N° 7</b>		<b>Unidad</b>
<b>Suministro y colocación de base de agregados, clase 4</b>		
Longitud	4 160	m
Ancho promedio	6,00	m
Espesor promedio	0,15	m
<b>Total</b>	<b>3 744,00</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

8.) Carpeta Asfáltica e = 5 cm.- Corresponde al área de la carpeta asfáltica.

<b>Rubro N° 8</b>		<b>Unidad</b>
<b>Colocación de la carpeta asfáltica e = 5 cm</b>		
Longitud	4 160	m
Ancho promedio	6,00	m
<b>Total</b>	<b>24 960,00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

9.) Cunetas de hormigón simple  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ .- Es el volumen de la cuneta más la longitud de descarga de 50 m que se coloca cada kilómetro.

<b>Rubro N° 9</b>		<b>Unidad</b>
<b>Cuneta de hormigón simple <math>f'c = 180 \text{ kg/cm}^2</math></b>		
Longitud total vía	8 320	ml
Longitud de descarga	200	ml
<b>Total</b>	<b>8 520</b>	<b>ml</b>

10.) Hormigón simple  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ .- Esto corresponde a la área de los muros que se encuentran en las alcantarillas.

<b>Rubro N° 10</b>		<b>Unidad</b>
<b>Hormigón simple <math>f'c = 180 \text{ kg/cm}^2</math></b>		
Volumen de la alcantarilla	2,26	$\text{m}^3$
N°	2	
Volumen de la Plataforma	0,854	$\text{m}^3$
N°	12	
<b>Total</b>	<b>14,77</b>	<b><math>\text{m}^3</math></b>

11.) Señalización horizontal  $e = 12 \text{ cm}$ .

<b>Rubro N° 11</b>		<b>Unidad</b>
<b>Señalización horizontal <math>e = 12 \text{ cm}</math></b>		
<b>Total</b>	12480,00	<b>m</b>

12.) Señalización vertical.- Se determina el número de señales verticales y regulatorias mediante un análisis correcto de lo que requiere la vía.

<b>Rubro N° 12</b>		<b>Unidad</b>
<b>Señalización vertical</b>		
Señales preventivas	40	u
Señales regulatorias	5	u
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>u</b>

13.) Alcantarilla metálica tipo ármico  $\varnothing = 1,20 \text{ m}$ .- Se calcula la longitud de la tubería que se implementará en la vía de estudio.

<b>Rubro N° 13</b>		<b>Unidad</b>
<b>Tubería metálica tipo ármico <math>\varnothing = 1,20 \text{ m}</math></b>		
Longitud	10,00	ml
N° de alcantarilla	1	
<b>Total</b>	<b>10,00</b>	<b>ml</b>



14.) Tubería de PVC corrugado  $\varnothing = 300$  mm.- Se determina la longitud de la tubería que se implementa en los pasos de agua.

<b>Rubro N° 14</b>		<b>Unidad</b>
<b>Tubería de PVC corrugado <math>\varnothing = 300</math> mm</b>		
Longitud	9,00	ml
N° de pasos de agua	12	
<b>Total</b>	<b>108,00</b>	<b>ml</b>

#### 6.7.4 Presupuesto referencial

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA Proyecto: Vía Escorzonera - Mandana					
Rubro N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					
1	Replanteo y Nivelación	Km	4.16	388.91	1,617.88
2	Excavación de materiales sin clasificar	m <sup>3</sup>	128,528.97	3.60	463,174.28
3	Excavación para cunetas y encausamiento	m <sup>3</sup>	998.40	3.66	3,656.24
4	Relleno compactado con suelo natural	m <sup>3</sup>	66,189.56	1.46	96,307.14
5	Transporte materiales de desalojo, limpieza y sobre acarreo de materiales producto de excavaciones y derrumbes	m <sup>3</sup>	12,268.20	3.14	38,478.42
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO</b>					
6	Suministro y colocación de sub-base de agregados, clase 3	m <sup>3</sup>	4,992.00	16.50	82,390.46
7	Suministro y colocación de la base de agregados, clase 4	m <sup>3</sup>	3,744.00	19.23	71,991.50
8	Carpeta Asfáltica e = 5 cm	m <sup>2</sup>	24,960.00	9.30	232,171.01
<b>ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS</b>					
9	Cuneta de Hormigón simple f'c = 180 kg/cm <sup>2</sup>	ml	8,520.00	12.91	110,008.59
10	Hormigón simple f'c = 180 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	14.77	144.75	2,137.68
11	Señalización horizontal a = 12 cm	m	12,480.00	0.42	5,229.02
12	Señalización vertical	u	45.00	132.46	5,960.73
13	Tubería metálica tipo ármico $\varnothing=1,20$ m	ml	10.00	203.73	2,037.30
14	Tubería de PVC corrugado $\varnothing=300$ m	ml	108.00	34.15	3,687.95
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>					<b>1,118,848.20</b>

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**PRECIO TOTAL DE LOS RUBROS OFERTADOS: UN MILLÓN CIENTO DIECIOCHO MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y OCHO, 20 /100 DÓLARES**

## 6.7.5 Cronograma del proyecto

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**Proyecto: Vía Escorzonera - Mandana**

Rubro N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5			
						S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10	S 11	S 12	S 13	S 14	S 15	S 16	S 13	S 14	S 15	S 16
1	Replanteo y Nivelación	Km	4.16	388.91	1,617.88	2.08				2.08															
						808.94				808.94															
						42,842.99				42,842.99				42,842.99											
2	Excavación de materiales sin clasificar	m3	128,528.97	3.60	463,174.28	154,391.43				154,391.43				154,391.43											
						199.68				399.36				399.36											
						731.25				1,462.50				1,462.50											
4	Relleno compactado con material clasificado	m3	66,189.56	1.46	96,307.14					33,094.78				33,094.78											
										48,153.57				48,153.57											
										2,453.64				9,814.56											
5	Transporte material de desalojo, limpieza y sobre acarreo de materiales producto de excavaciones y derrumbes	m3	12,268.20	3.14	38,478.42					7,695.68				30,782.74											
														998.40				3,993.60							
6	Suministro y colocación de sub-base de agregados, clase 3	m3	4,992.00	16.50	82,390.46									16,478.09				65,912.37							
																		2,995.20				748.80			
7	Suministro y colocación de la base de agregados, clase 4	m3	3,744.00	19.23	71,991.50													57,593.20				14,398.30			
																						14,976.00			
8	Carpeta Asfáltica e = 5 cm	m2	24,960.00	9.30	232,171.01													139,302.61				92,868.40			

9	Cuneta de Hormigón simple f'c = 180 kg/cm2	ml	8,520.00	12.91	110,008.59			3,408.00	3,408.00	1,704.00	
								44,003.44	44,003.44	22,001.72	
10	Hormigón simple f'c = 180 kg/cm2	m3	14.77	144.75	2,137.68		11.08	3.69			
							1,603.26	534.42			
11	Señalización horizontal a = 12cm	m	12,480.00	0.42	5,229.02					12,480.00	
										5,229.02	
12	Señalización vertical	u	45.00	132.46	5,960.73					45.00	
										5,960.73	
13	Tubería metálica tipo Ø = 1,20 m	ml	10.00	203.73	2,037.30		10.00				
							2,037.30				
14	Tubería de PVC corrugado Ø = 300 mm	ml	108.00	34.15	3,687.95		81.00	27.00			
							2,765.97	921.99			
<b>TOTAL</b>					<b>1,118,848.20</b>						
<b>INVERSIÓN MENSUAL</b>							155,931.61	218,918.64	296,728.17	306,811.62	140,458.17
<b>AVANCE PARCIAL EN %</b>							14%	20%	27%	27%	13%
<b>INVERSIÓN ACUMULADA</b>							155,931.61	374,850.25	671,578.42	978,390.03	<b>1,118,848.20</b>
<b>AVANCE ACUMULADO EN %</b>							14%	34%	60%	87%	100%

## **6.8 ADMINISTRACIÓN**

### **6.8.1 Recursos Económicos**

Con el debido estudio técnico de la vía basado en las normas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (M.T.O.P.) los recursos económicos para la ejecución, fiscalización y otras actividades pertinentes a la obra está encargado por entidades gubernamentales dedicadas a la planificación vial como el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Tungurahua.

### **6.8.2 Recursos Técnicos**

Para la ejecución de la obra se deberá contar con personal calificado que tenga experiencia en este tipo de proyecto vial tanto para el trabajo de fiscalización como en mano de obra, personal que garantice cumplir todos los requisitos del trabajo para que no exista ningún contra tiempo en la obra.

### **6.8.3 Recursos Administrativos**

La debida administración y control del proyecto vial debe contar con el personal adecuado así como con la suficiente logística que estará a cargo del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Tungurahua que es la institución encargada de los proyectos viales en toda la provincia.

## **6.9 REVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

El proceso de construcción de la vía debe estar de acuerdo al cronograma de actividades según las normas especificadas por el MTOP; los trabajos que se debe realizar en cada rubro se detallan a continuación:

### **Replanteo y nivelación**

Se debe trasladar los datos de los planos al terreno con el equipo y personal adecuado; como paso previo a la construcción. En el primer mes se colocaran hitos de ejes

perfectamente identificados con la cota y la abscisa correspondientes que servirán de guía para la construcción de la vía.

### **Excavación sin clasificar**

Este rubro está comprendido por todas las actividades para la excavación del material no clasificado en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo; para instalar alcantarillas, muros y otras obras menores que no estén estipuladas en las especificaciones.

Según el criterio del fiscalizador el material que pueda ser reutilizado se deberá utilizarse para la construcción de terraplenes o relleno u otro modo de incorporarlo en la obra según indiquen los planos.

### **Excavación para cunetas y encausamiento**

Se realizará las excavaciones que se requieran para la construcción de cunetas dentro y adyacente a la vía según el alineamiento, pendientes y secciones indicadas en los planos.

En este rubro se encuentran todas las cunetas laterales y canales abiertos cuyo ancho a nivel del lecho sea menor a 3 m; su construcción se realizará manual o con maquinaria adecuada bajo responsabilidad del contratista.

### **Relleno con suelo natural**

Este trabajo consistirá en la colocación y compactación de suelo que cumpla con las especificaciones (capacidad portante adecuada); suelo que se encontró en el inicio de la vía y según los ensayos de laboratorio es apta para su reutilización.

También comprenderá la colocación y compactación de material de relleno en sustitución de material inadecuado que se encuentre al realizar los trabajos de excavación.

### **Transporte material de desalojo, limpieza y sobre acarreo de materiales producto de excavaciones y derrumbes**

Este trabajo consiste en el traslado del material sobrante de las excavaciones que se realizaron para la construcción de la plataforma del camino, al igual que se procederá a la limpieza y sobre acarreo en caso de ser necesario en derrumbes o excavaciones.

### **Suministro y colocación de sub-base de agregados, clase 3**

Consiste en la construcción de una capa de sub-base granular clase 3 que está formada por agregados gruesos, resultado del cribado de gravas o rocas; mezclados con arena natural o material finamente triturado para cumplir con la granulometría consideradas en la sección 403 Sub bases, de las especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes publicadas por el MTOP (Tamaño de 3", el 20% como máximo debe pasar el tamiz # 200,  $L.L. \leq L.P. \leq 6$   $CBR \geq 25$  y un desgaste a la abrasión menor o igual al 50%).

Esta capa se coloca sobre la subrasante previamente revisada y aprobada por el fiscalizador con los alineamientos, pendientes y secciones transversales de acuerdo a lo establecido en los planos. Su pago será en m<sup>3</sup>.

### **Suministro y colocación de la base de agregados, clase 4**

En este rubro se trabajará en la colocación de la capa base granular clase 4 que cumpla con la descripciones de las especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes publicadas por el MTOP (grava natural obtenida por trituración o cribado, para obtener fragmentos limpios, resistentes y durables, que no presenten partículas planas o alargadas en exceso, y cumplirá con lo establecido en la sub sección 814-3, al igual que debe estar dentro de los límites granulométricos indicados en la tabla 404-1.4).

Esta capa se colocará sobre la sub base previamente revisada y aprobada por el fiscalizador. Su pago será en m<sup>3</sup>.

### **Carpeta asfáltica e = 5 cm**

Este rubro consiste en la colocación y distribución del hormigón asfáltico sobre la capa base previamente revisada y aprobada por el fiscalizador. Al momento de la colocación se debe contar con una adecuada iluminación natural o artificial y a una temperatura de 85°C a 163°C. Su medición y pago será en base a la proyección horizontal del área pavimentada.

### **Cuneta de hormigón simple f'c = 180 kg/cm<sup>2</sup>**

El trabajo consiste en la colocación de revestimientos de hormigón f'c = 180 kg/cm<sup>2</sup> sobre las cunetas previamente revisadas y aprobadas por el fiscalizador para su óptimo rendimiento de acuerdo a lo especificado en los planos.

Se procederá a la fundición de la cuneta para lo cual la superficie debe estar húmeda y con las adecuadas pendientes especificadas en los planos; para obtener un espesor constante en toda la longitud de la cuneta; además debe contar con una adecuada compactación mediante el sistema de vaqueado para finalizar inmediatamente con un acabado paleteado fino.

### **Hormigón simple f'c = 180 kg/cm<sup>2</sup>**

Este trabajo consiste en la fundición del cabezal tanto de entrada como de salida del alcantarillado; mediante la utilización de encofrado se procederá a la fundición.

Se procederá con la fundición del cabezal, muros de ala y la plataforma; cuya superficie debe estar humedecidas al momento de colocar; al igual que en las cunetas debe contar con una adecuada compactación mediante el sistema de vaqueado para finalizar inmediatamente con un acabado paleteado fino.

### **Señalización horizontal a = 12cm**

En este rubro se marcará sobre el pavimento pintura reflectiva (incluido micro esferas de vidrio) según las especificaciones señaladas.

La pintura empleada para este rubro será de color blanco o amarillo las cuales deben cumplir con lo establecido en la norma INEN1.042. La superficie donde se apliquen las marcas estará limpia, seca y libre de polvo, de acumulación de asfalto de grasa u otros materiales nocivos.

Las franjas serán de un ancho de 12 centímetros con una tasa mínima de aplicación de 46,80 lt/km. Los micros esferas de vidrio se aplicarán a una tasa mínima de 70 kg por cada litro.

### **Señales verticales**

Este trabajo consiste en el suministro e instalación de las señales preventivas e informativas de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales, el manual de señalización establecida en el MTOP y las instrucciones del fiscalizador.

### **Alcantarilla metálica tipo ármico**

Este rubro consiste en la instalación y suministro de alcantarillas. Cuya colocación y suministro se desarrollará según las especificaciones expuestas en los planos. Este rubro se realizará al mismo tiempo de la construcción de los muros de entrada y salida de la alcantarilla; se debe tomar en cuenta que la tubería se cortará al ras del muro.



## Bibliografía

1. ECUATORIANO, R. T. (s.f.). [www.ecuador-vial.com](http://www.ecuador-vial.com). Obtenido de [www.ecuador-vial.com](http://www.ecuador-vial.com).
2. Garber, H. (s.f.). Ingeniería de tránsito y carretera.
3. Gobierno Provincial de Tungurahua. (2011). Obtenido de [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/%23recycle/PDyOTs%202014/1860000130001/PDyOT/04022013\\_105902\\_AGENDA%20TUNGURAHUA%20TERRITORIAL.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/%23recycle/PDyOTs%202014/1860000130001/PDyOT/04022013_105902_AGENDA%20TUNGURAHUA%20TERRITORIAL.pdf)
4. Hubentahal, A. (Agosto de 2010). [undpcc.org](http://www.undpcc.org). Obtenido de [http://www.undpcc.org/docs/National%20issues%20papers/Transport%20%28mitigation%29/06\\_Ecuador%20NIP\\_transport%20mitigation.pdf](http://www.undpcc.org/docs/National%20issues%20papers/Transport%20%28mitigation%29/06_Ecuador%20NIP_transport%20mitigation.pdf)
5. INAMHI. (Marzo de 2014). <http://rrnn.tungurahua.gob.ec/>. Obtenido de Boletín Metereológico Trimestral deTungurahua.
6. Keller, G., & Sherar, J. (2008). Road Manual. Recuperado el 5 de Enero de 2015, de Road Manual: <http://www.fs.fed.us>
7. Ministerio de Transporte y Obras Públicas, d. E. (2013). Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Recuperado el 20 de Diciembre de 2014, de Ministerio de Transporte y Obras Públicas: [http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013\\_Manual\\_NEVI-12\\_VOLUMEN\\_1.pdf](http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_1.pdf)
8. Norma AASHTO, D. d. (1993). Diseño de Pavimentos Flexibles(American Association of State Highway and Transportation Officials o Asociación Americana de Vías Estatales y Transporte Oficial.
9. Normas Diseño Geométrico de Carreteras, E. (2003). Normas de Diseño Geométrico.
10. Real, B., May, P., & Pazmiño, A. (2009). Plan Comunitario de Preparación para Desastres PDA Pilahuín. Recuperado el 9 de Enero de 2015, de <http://www.derecho-ambiental.org>

11. Toalombo, L (2013). <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1549/1/T-UCE-0005-309.pdf>. Recuperado el 27 de 04 de 2015, de [www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1549/1/T-UCE-0005-309.pdf](http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1549/1/T-UCE-0005-309.pdf).
12. Torres, M. (s.f.). Curso de diseño de Pavimentos para carreteras y aeropuertos. En M. Torres, Curso de diseño de Pavimentos para carreteras y aeropuertos.
13. Villalaz, C. (2004). Vías de Comunicación. México: Limusa.
14. William, H. (2002). Ingeniería de Transporte. México: Limusa.
15. [www.pilahuin.gob.ec](http://www.pilahuin.gob.ec). (s.f.). parroquia Pilahuín .

# ANEXOS

1. ENCUESTA
2. FOTOS
3. INVENTARIO VIAL
4. RESULTADOS CONTEO VEHICULAR
5. ESTUDIO DE SUELOS
6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
7. TABLAS NORMAS
8. PLANOS DISEÑO GEOMÉTRICO

**Anexo 1**

**ENCUESTA**

## Anexo 1. ENCUESTA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

**Encuesta**



**Dirigida a los moradores de los Sectores Escorzonera y Mandana**

Tema: Las condiciones de la vía que comunica a los sectores Escorzonera y Mandana de la parroquia Pilahuín, provincia de Tungurahua, y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

Instructivo: Marque con una X según sea su criterio personal

1. ¿Cree que es necesario el mejoramiento de la vía que conecta los sectores de Mandana y Escorzonera?

SI

NO

2. ¿Es cómodo para usted transitar la vía?

SI

NO

3. ¿Tiene problemas debido al estado actual de la vía?

SI

NO

4. ¿Ha existido algún accidente en la vía?

SI

NO

5. ¿Cuenta con servicio de transporte público?

SI

NO

6. ¿Cree que con el mejoramiento de la vía va a incrementar la economía del sector?

SI

NO

7. ¿Cree que con la construcción de la vía mejorará su calidad de vida?

SI

NO

8. ¿Con qué fin utiliza usted la vía?

Traslado de productos agrícolas

Transporte propio

9. ¿Con qué frecuencia utiliza usted la vía?

Diariamente

Semanalmente

Casi nunca

10. ¿Cuál es el tipo de vehículo que más transita por la vía?

Camionetas

Automóviles

Motos

Buses

Camiones

## **Anexo 2**

## **FOTOS**

## Anexo 2. FOTOS

### Condiciones de la vía en estudio

Se puede evidenciar la situación real del terreno donde se encuentra la vía, debido a que no existe un diseño geométrico adecuado; la falta de cunetas y una eneficiente capa de rodadura es evidente.



Imagen 1.- Vía en estudio en mal estado



Imagen 2.- La falta de cunetas provocan que la lluvia deteriore la vía.

## Anexo 2. FOTOS



Imagen 3.- Incomodidad de los propietarios de los camiones al transitar por la vía.



Imagen 4.- La vía lastrada permanece en constante desgaste.



## Anexo 2. FOTOS

### ENSAYO DE CBR PUNTUAL



Imagen 1.- Colocación de la muestra de suelo en el molde.



Imagen 2.- Ensayo con el pistón.



Imagen 3.- Aplicación de cargas a la muestra.

## Anexo 2. FOTOS

### Determinación del Límite líquido e Índice de plasticidad



Imagen 4.- Muestras ensayadas



Imagen 5.- Mezcla para el ensayo en la Copa Casagrande.



Imagen 6.- Determinación del número de golpes en la Copa Casagrande.

## **Anexo 3**

# **INVENTARIO VIAL**

Anexo 3. INVENTARIO VIAL



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
**INVENTARIO VIAL**



**Ubicación:** Sectores Escorzonera y Mandana, parroquia Pilahuín, cantón Ambato, provincia de Tungurahua

**Estudiante:** Silvana Acosta      **Fecha:** 20/03/2015

Punto	Abscisa	Coordenada	Altura	Tipo de Vía	Ancho (m)	Obras de Arte	Distancia (m)	Observación
PI	0+000	x = 0740850 y = 9854700	z = 3754	Lastrado	7,00		0	Mal estado
1	0+100	x = 0740786,08 y = 9854566,48	z = 3760	Lastrado	7,00		100	Mal estado
2	0+200	x = 0740829,61 y = 9854655,26	z = 3761	Lastrado	7,00		200	Mal estado
3	0+300	x = 0740850 y = 9854700	z = 3766	Lastrado	7,00		300	Mal estado
4	0+400	x = 0740977,81 y = 9854672,80	z = 3771	Lastrado	7,00		400	Mal estado
5	0+500	x = 0741076,77 y = 9854666,23	z = 3775	Lastrado	7,00		500	Mal estado
6	0+600	x = 0741172,35 y = 9854637,53	z = 3771	Lastrado	7,00		600	Mal estado
7	0+700	x = 0741202 y = 9854632	z = 3782	Lastrado	7,00	Acequia	700	Curva Mal estado
8	0+800	x = 0741207 y = 9854680	z = 3786	Lastrado	7,00		800	Mal estado
9	0+900	x = 0741328,29 y = 9854737,85	z = 3785	Lastrado	7,00		900	Se amplía la vía en mal estado
10	0+1000	x = 0741366,66 y = 9854825,18	z = 3795	Lastrado	6,00		1000	Camino angosto en mal estado
11	0+1100	x = 0741345,33 y = 9854912,71	z = 3803	Lastrado	5,70		1100	Camino angosto en mal estado
12	0+1200	x = 0741349,84 y = 9854964,62	z = 3809	Lastrado	5,70		1200	Camino angosto en mal estado
13	1+300	x = 0741359,76 y = 9854994,79	z = 3814	Lastrado	5,70		1300	Camino angosto Mal estado

14	1+400	x = 0741404,04 y = 9855080,20	z = 3820	Lastrado	6,00		1400	Camino angosto en mal estado
15	1+500	x = 0741493,62 y = 9855105,03	z = 3831	Lastrado	6,00		1500	Camino angosto Mal estado
16	1+600	x = 0741547,00 y = 9855188,62	z = 3838	Lastrado	7,00		1600	
17	1+700	x = 0741603,68 y = 9855272,18	z = 3845	Lastrado	7,00		1700	
18	1+800	x = 0741627 y = 9855404	z = 3859	Lastrado	7,00		1800	Mal estado
19	1+900	x = 0741685,40 y = 9855436,45	z = 3849	Lastrado	8,00		1900	Mal estado de cuneta
20	2+000	x = 0741769,34 y = 9855387,11	z = 3848	Lastrado	8,00		2000	Mal estado de cuneta
21	2+100	x = 0741840,75 y = 9855318,15	z = 3848	Lastrado	8,00		2100	Mal estado de cuneta
22	2+200	x = 0741923,31 y = 9855261,30	z = 3850	Lastrado	8,00		2200	Mal estado de cuneta
23	2+300	x = 0741999,25 y = 9855196,23	z = 3854	Lastrado	8,00		2300	Mal estado de cuneta
24	2+400	x = 0742074,77 y = 9855131,38	z = 3855	Lastrado	8,00		2400	Mal estado de cuneta
25	2+500	x = 0742160,85 y = 9855081,75	z = 3857	Lastrado	8,00		2500	Mal estado de cuneta
26	2+600	x = 0742259,88 y = 9855075,93	z = 3857	Lastrado	8,00		2600	Mal estado de cuneta
27	2+700	x = 0742356,55 y = 9855069,50	z = 3858	Lastrado	8,00		2700	
28	2+800	x = 0742427 y = 9854968	z = 3860	Lastrado	8,00		2800	Mal estado
29	2+900	x = 0742458,33 y = 9854904,72	z = 3846	Lastrado	8,00		2900	
30	3+000	x = 0742405,45 y = 9854820,53	z = 3849	Lastrado	8,00		3000	Lado Izquierdo solo cuneta
31	3+100	x = 0742488,78 y = 9854856,08	z = 3838	Lastrado	8,00		3100	Mal estado de cuneta
32	3+200	x = 0742585,01 y = 9854885,90	z = 3831	Lastrado	8,00		3200	Mal estado de cuneta
33	3+300	x = 0742674,88 y = 9854924,68	z = 3822	Lastrado	8,00		3300	Mal estado de cuneta
34	3+400	x = 0742739,86 y = 9855000,46	z = 3818	Lastrado	8,00		3400	Mal estado de cuneta

35	3+500	x = 0742817,28 y = 9855062,89	z = 3816	Lastrado	8,00		3500	
36	3+600	x = 0742915,42 y = 9855063,72	z = 3814	Lastrado	8,00		3600	Derrumbe camino estrecho
37	3+700	x = 0742970,02 y = 9855135,15	z = 3813	Lastrado	8,00		3700	
38	3+800	x = 0743019 y = 9855222	z = 3812	Lastrado	8,00		3800	Mal estado de cuneta
39	3+900	x = 0743083,64 y = 9855294,13	z = 3799	Lastrado	8,00		3900	Mal estado de cuneta
40	4+000	x = 0743144,42 y = 9855374,36	z = 3790	Lastrado	8,00		4000	Mal estado de cuneta
41	4+100	x = 0743125,55 y = 9855466,65	z = 3782	Lastrado	8,00		4100	Mal estado de cuneta

## Anexo 4

# CONTEO VEHICULAR

## Anexo 4. CONTEO VEHICULAR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR VÍA ESCORZONERA - MANDANA								
Fecha: Lunes 02/03/2015      Kilómetro: 3 + 00								
HORA	AUTOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			C-2 P	C-2 G	C-3	TOTAL		
7h00-7h15	2	0	1	0	0	1	3	
7h15-7h30	1	0	0	0	0	0	1	
7h30-7h45	2	0	1	0	0	1	3	
7h45-8h00	1	0	0	0	0	0	1	8
8h00-8h15	1	0	0	0	0	0	1	6
8h15-8h30	2	0	0	1	0	1	3	8
8h30-8h45	1	0	0	0	0	0	1	6
8h45-8h00	0	0	0	0	0	0	0	5
9h00-9h15	1	0	0	0	0	0	1	4
9h15-9h30	1	0	1	0	0	0	1	3
9h30-9h45	1	0	0	0	0	0	1	3
9h45-10h00	1	0	0	0	0	0	1	4
10h00-10h15	0	0	0	0	0	0	0	3
10h15-10h30	1	0	0	0	0	0	1	2
10h30-10h45	1	0	0	0	0	0	1	2
10h45-11h00	1	0	1	0	0	1	2	4
11h00-11h15	1	0	0	0	0	0	1	5
11h15-11h30	0	0	0	0	0	0	0	4
11h30-11h45	1	0	0	1	0	1	2	5
11h45-12h00	2	0	0	0	0	0	2	5
12h00-12h15	1	0	0	0	0	0	1	5
12h15-12h30	2	0	0	0	0	0	2	7
12h30-12h45	1	0	0	0	0	0	1	6
12h45-13h00	1	0	0	0	0	0	1	5
13h00-13h15	0	0	0	0	0	0	0	4
13h15-13h30	2	0	0	0	0	0	2	4
13h30-13h45	1	0	0	0	0	0	1	4
13h45-14h00	1	0	0	0	0	0	1	4
14h00-14h15	2	0	0	0	0	0	2	6
14h15-14h30	1	0	0	0	0	0	1	5
14h30-14h45	1	0	0	0	0	0	1	5
14h45-15h00	0	0	1	0	0	1	1	5
15h00-15h15	1	0	0	0	0	0	1	4
15h15-15h30	0	0	0	1	0	1	1	4
15h30-15h45	1	0	0	0	0	0	1	4
15h45-16h00	1	0	1	0	0	1	2	5
16h00-16h15	1	0	0	0	0	0	1	5
16h15-16h30	0	0	1	0	0	1	1	5
16h30-16h45	2	0	0	0	0	0	2	6
16h45-17h00	1	0	1	0	0	1	2	6
17h00-17h15	1	0	0	0	0	0	1	6
17h15-17h30	1	0	0	0	0	0	1	6
17h30-17h45	2	0	0	0	0	0	2	6
17h45-18h00	0	0	1	0	0	1	1	5
18h00-18h15	1	0	0	0	0	0	1	5
18h15-18h30	0	0	1	0	0	1	1	5
18h30-18h45	2	0	0	0	0	0	2	5
18h45-19h00	1	0	0	0	0	0	1	5
<b>TOTAL</b>							61	

HORA  
PICO



## Anexo 4. CONTEO VEHICULAR

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR VÍA ESCORZONERA - MANDANA**

Fecha: Martes 03/03/2015      Kilómetro: 3 + 00

HORA	AUTOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			C-2 P	C-2 G	C-3	TOTAL			
7h00-7h15	1	0	0	0	0	0	1		
7h15-7h30	0	0	1	0	0	1	1		
7h30-7h45	2	0	0	0	0	0	2		
7h45-8h00	0	0	0	0	0	0	0	4	
8h00-8h15	1	0	1	0	0	1	2	5	
8h15-8h30	1	0	0	0	0	0	1	5	
8h30-8h45	0	0	0	0	0	0	0	3	
8h45-9h00	1	0	0	1	0	1	2	5	
9h00-9h15	1	0	0	0	0	0	1	4	
9h15-9h30	0	0	0	0	0	0	0	3	
9h30-9h45	1	0	0	1	0	1	2	5	
9h45-10h00	1	0	0	0	0	0	1	4	
10h00-10h15	0	0	0	0	0	0	0	3	
10h15-10h30	2	0	1	0	0	1	3	6	
10h30-10h45	1	0	0	0	0	0	1	5	
10h45-11h00	0	0	0	0	0	0	0	4	
11h00-11h15	1	0	0	0	0	0	1	5	
11h15-11h30	1	0	1	0	0	1	2	4	
11h30-11h45	0	0	0	0	0	0	0	3	
11h45-12h00	1	0	0	0	0	0	1	4	
12h00-12h15	1	0	0	0	0	0	1	4	
12h15-12h30	0	0	0	0	0	0	0	2	
12h30-12h45	1	0	0	0	0	0	1	3	
12h45-13h00	0	0	0	0	0	0	0	2	
13h00-13h15	0	0	1	0	0	1	1	2	
13h15-13h30	1	0	0	0	0	0	1	3	
13h30-13h45	1	0	0	0	0	0	1	3	
13h45-14h00	1	0	0	0	0	0	1	4	
14h00-14h15	0	0	0	0	0	0	0	3	
14h15-14h30	0	0	0	0	0	0	0	2	
14h30-14h45	1	0	0	0	0	0	1	2	
14h45-15h00	0	0	1	0	0	1	1	2	
15h00-15h15	1	0	0	0	0	0	1	3	
15h15-15h30	1	0	0	0	0	0	1	4	
15h30-15h45	2	0	0	0	0	0	2	5	
15h45-16h00	0	0	0	0	0	0	0	4	
16h00-16h15	1	0	0	0	0	0	1	4	
16h15-16h30	0	0	0	0	0	0	0	3	
16h30-16h45	1	0	1	0	0	1	2	3	
16h45-17h00	1	0	0	0	0	0	1	4	
17h00-17h15	1	0	0	0	0	0	1	4	
17h15-17h30	1	0	0	0	0	0	1	5	
17h30-17h45	2	0	0	0	0	0	2	5	
17h45-18h00	0	0	0	0	0	0	0	4	
18h00-18h15	1	0	0	1	0	1	2	5	
18h15-18h30	0	0	0	0	0	0	0	4	
18h30-18h45	1	0	1	0	0	1	2	4	
18h45-19h00	1	0	0	0	0	0	1	5	
<b>TOTAL</b>							<b>46</b>		

## Anexo 4. CONTEO VEHICULAR

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR VÍA ESCORZONERA - MANDANA**

Fecha: Miércoles 04/03/2015      Kilómetro: 3 + 00

HORA	AUTOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			C-2 P	C-2 G	C-3	TOTAL		
7h00-7h15	0	0	0	0	0	0	0	
7h15-7h30	0	0	1	0	0	1	1	
7h30-7h45	1	0	0	0	0	0	1	
7h45-8h00	1	0	0	0	0	0	1	3
8h00-8h15	0	0	0	0	0	0	0	3
8h15-8h30	1	0	0	0	0	0	1	3
8h30-8h45	0	0	0	1	0	1	1	3
8h45-9h00	0	0	0	0	0	0	0	2
9h00-9h15	1	0	0	0	0	0	1	3
9h15-9h30	1	0	0	0	0	0	1	3
9h30-9h45	0	0	0	0	0	0	0	2
9h45-10h00	1	0	0	0	0	0	1	3
10h00-10h15	0	0	0	1	0	1	1	3
10h15-10h30	1	0	0	0	0	0	1	3
10h30-10h45	0	0	0	0	0	0	0	3
10h45-11h00	1	0	0	0	0	0	1	3
11h00-11h15	0	0	0	0	0	0	0	2
11h15-11h30	1	0	1	0	0	1	2	3
11h30-11h45	1	0	0	0	0	0	1	4
11h45-12h00	0	0	0	0	0	0	0	3
12h00-12h15	0	0	0	0	0	0	0	3
12h15-12h30	1	0	0	0	0	0	1	2
12h30-12h45	0	0	1	0	0	1	1	2
12h45-13h00	1	0	0	0	0	0	1	3
13h00-13h15	0	0	0	0	0	0	0	3
13h15-13h30	1	0	0	0	0	0	1	3
13h30-13h45	2	0	0	0	0	0	2	4
13h45-14h00	1	0	0	0	0	0	1	4
14h00-14h15	0	0	0	0	0	0	0	4
14h15-14h30	1	0	0	1	0	1	2	5
14h30-14h45	1	0	0	0	0	0	1	4
14h45-15h00	0	0	0	0	0	0	0	3
15h00-15h15	1	0	0	0	0	0	1	4
15h15-15h30	2	0	0	0	0	0	2	4
15h30-15h45	1	0	0	0	0	0	1	4
15h45-16h00	0	0	0	0	0	0	0	4
16h00-16h15	0	0	0	0	0	0	0	3
16h15-16h30	1	0	0	1	0	1	2	3
16h30-16h45	1	0	0	0	0	0	1	3
16h45-17h00	0	0	0	0	0	0	0	3
17h00-17h15	0	0	1	0	0	1	1	4
17h15-17h30	0	0	0	0	0	0	0	2
17h30-17h45	0	0	0	0	0	0	0	1
17h45-18h00	0	0	0	0	0	0	0	1
18h00-18h15	1	0	1	0	0	1	2	2
18h15-18h30	1	0	0	0	0	0	1	3
18h30-18h45	0	0	0	0	0	0	0	3
18h45-19h00	0	0	0	0	0	0	0	3
<b>TOTAL</b>							<b>35</b>	

## Anexo 4. CONTEO VEHICULAR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR VÍA ESCORZONERA - MANDANA								
Fecha: Jueves 05/03/2015      Kilómetro: 3 + 00								
HORA	AUTOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			C-2 P	C-2 G	C-3	TOTAL		
7h00-7h15	0	0	0	0	0	0	0	
7h15-7h30	0	0	0	1	0	0	1	
7h30-7h45	0	0	0	0	0	0	0	
7h45-8h00	0	0	0	0	0	0	0	1
8h00-8h15	0	0	0	0	0	0	0	1
8h15-8h30	1	0	1	0	0	0	2	2
8h30-8h45	0	0		1	0	0	1	3
8h45-9h00	1	0	0	0	0	0	1	4
9h00-9h15	0	0	0	0	0	0	0	4
9h15-9h30	0	0	0	0	0	0	0	2
9h30-9h45	1	0	0	1	0	0	2	3
9h45-10h00	0	0	0	0	0	0	0	2
10h00-10h15	0	0	0	1	0	0	1	3
10h15-10h30	0	0	0	0	0	0	0	3
10h30-10h45	1	0	1	0	0	0	2	3
10h45-11h00	0	0	0	0	0	0	0	3
11h00-11h15	0	0	1	0	0	0	1	3
11h15-11h30	0	0	0	0	0	0	0	3
11h30-11h45	1	0	0	0	0	0	1	2
11h45-12h00	0	0	0	0	0	0	0	2
12h00-12h15	0	0	0	0	0	0	0	1
12h15-12h30	0	0	1	0	0	0	1	2
12h30-12h45	1	0	0	0	0	0	1	2
12h45-13h00	0	0	0	0	0	0	0	2
13h00-13h15	0	0	0	1	0	0	1	3
13h15-13h30	1	0	0	0	0	0	1	3
13h30-13h45	0	0	1	0	0	0	1	3
13h45-14h00	0	0	0	0	0	0	0	3
14h00-14h15	0	0	0	0	0	0	0	2
14h15-14h30	1	0	0	0	0	0	1	2
14h30-14h45	0	0	0	1	0	0	1	2
14h45-15h00	0	0	0	0	0	0	0	2
15h00-15h15	0	0	0	0	0	0	0	2
15h15-15h30	0	0	1	0	0	0	1	2
15h30-15h45	0	0	0	0	0	0	0	1
15h45-16h00	1	0	0	0	0	0	1	2
16h00-16h15	0	0	0	0	0	0	0	2
16h15-16h30	0	0	0	0	0	0	0	1
16h30-16h45	0	0	0	1	0	0	1	2
16h45-17h00	1	0	0	0	0	0	1	2
17h00-17h15	0	0	0	0	0	0	0	2
17h15-17h30	1	0	0	0	0	0	1	3
17h30-17h45	0	0	0	0	0	0	0	2
17h45-18h00	0	0	0	0	0	0	0	1
18h00-18h15	0	0	1	0	0	0	1	2
18h15-18h30	0	0	0	0	0	0	0	1
18h30-18h45	1	0	0	0	0	0	1	2
18h45-19h00	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>TOTAL</b>							26	

## Anexo 4. CONTEO VEHICULAR

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR VÍA ESCORZONERA - MANDANA</b> <b>Fecha: Viernes 06/03/2015</b> <b>Kilómetro: 3 + 00</b>								
--	--	--	--	--	--	--	--	--

HORA	AUTOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			C-2 P	C-2 G	C-3	TOTAL		
7h00-7h15	1	0	0	0	0	0	1	
7h15-7h30	0	0	0	1	0	1	1	
7h30-7h45	0	0	0	0	0	0	0	
7h45-8h00	1	0	0	0	0	0	1	3
8h00-8h15	1	0	1	0	0	1	2	4
8h15-8h30	0	0	1	0	0	1	1	4
8h30-8h45	0	0	0	0	0	0	0	4
8h45-9h00	1	0	0	0	0	0	1	4
9h00-9h15	1	0	0	1	0	1	2	4
9h15-9h30	1	0	0	1	0	1	2	5
9h30-9h45	0	0	1	0	0	1	1	6
9h45-10h00	1	0	1	0	0	1	2	7
10h00-10h15	1	0	0	1	0	1	2	7
10h15-10h30	0	0	1	0	0	1	1	6
10h30-10h45	0	0	0	0	0	0	0	5
10h45-11h00	2	0	0	0	0	0	2	5
11h00-11h15	0	0	0	0	0	0	0	3
11h15-11h30	0	0	0	0	0	0	0	2
11h30-11h45	0	0	0	1	0	1	1	3
11h45-12h00	1	0	0	0	0	0	1	2
12h00-12h15	0	0	0	0	0	0	0	2
12h15-12h30	0	0	0	0	0	0	0	2
12h30-12h45	0	0	0	0	0	0	0	1
12h45-13h00	1	0	0	0	0	0	1	1
13h00-13h15	1	0	0	0	0	0	1	2
13h15-13h30	0	0	0	0	0	0	0	2
13h30-13h45	0	0	0	1	0	1	1	3
13h45-14h00	0	0	0	0	0	0	0	2
14h00-14h15	1	0	0	0	0	0	1	2
14h15-14h30	0	0	0	0	0	0	0	2
14h30-14h45	0	0	0	0	0	0	0	1
14h45-15h00	1	0	1	0	0	1	2	3
15h00-15h15	0	0	0	0	0	0	0	2
15h15-15h30	1	0	0	0	0	0	1	3
15h30-15h45	1	0	0	0	0	0	1	4
15h45-16h00	0	0	0	0	0	0	0	2
16h00-16h15	1	0	0	0	0	0	1	3
16h15-16h30	0	0	0	0	0	0	0	2
16h30-16h45	1	0	0	1	0	1	2	3
16h45-17h00	1	0	0	0	0	0	1	4
17h00-17h15	0	0	0	0	0	0	0	3
17h15-17h30	1	0	0	0	0	0	1	4
17h30-17h45	1	0	0	0	0	0	1	3
17h45-18h00	0	0	0	0	0	0	0	2
18h00-18h15	0	0	0	0	0	0	0	2
18h15-18h30	0	0	0	1	0	1	1	2
18h30-18h45	0	0	0	0	0	0	0	
18h45-19h00	1	0	0	0	0	0	1	
<b>TOTAL</b>							<b>37</b>	

## Anexo 4. CONTEO VEHICULAR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR VÍA ESCORZONERA - MANDANA

Fecha: Sábado 07/03/2015 Kilómetro: 3 + 00



HORA	AUTOS	BUS ES	CAMIONES			TOTAL	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			C-2 P	C-2 G	C-3			
7h00-7h15	1	0	0	0	0	0	1	
7h15-7h30	1	0	0	0	0	0	1	
7h30-7h45	0	0	1	0	0	0	1	
7h45-8h00	2	0	0	0	0	0	2	5
8h00-8h15	1	0	0	0	0	0	1	5
8h15-8h30	1	0	0	0	0	0	1	5
8h30-8h45	0	0	1	1	0	0	2	6
8h45-9h00	1	0	0	1	0	0	2	6
9h00-9h15	1	0	0	0	0	0	1	6
9h15-9h30	0	0	0	0	0	0	0	5
9h30-9h45	1	0	1	0	0	0	2	5
9h45-10h00	0	0	0	0	0	0	0	3
10h00-10h15	1	0	0	0	0	0	1	3
10h15-10h30	2	0	1	0	0	0	3	6
10h30-10h45	1	0	0	0	0	0	1	5
10h45-11h00	0	0	0	0	0	0	0	5
11h00-11h15	1	0	0	0	0	0	1	5
11h15-11h30	0	0	0	0	0	0	0	2
11h30-11h45	1	0	0	0	0	0	1	2
11h45-12h00	0	0	0	0	0	0	0	2
12h00-12h15	0	0	0	1	0	0	1	2
12h15-12h30	0	0	0	0	0	0	0	2
12h30-12h45	0	0	0	0	0	0	0	1
12h45-13h00	0	0	0	0	0	0	0	1
13h00-13h15	0	0	0	0	0	0	0	0
13h15-13h30	1	0	1	0	0	0	2	2
13h30-13h45	0	0	0	0	0	0	0	2
13h45-14h00	1	0	0	0	0	0	1	3
14h00-14h15	0	0	0	1	0	0	1	4
14h15-14h30	1	0	0	0	0	0	1	3
14h30-14h45	0	0	0	0	0	0	0	3
14h45-15h00	0	0	1	0	0	0	1	3
15h00-15h15	0	0	0	0	0	0	0	2
15h15-15h30	0	0	0	1	0	0	1	2
15h30-15h45	0	0	0	0	0	0	0	2
15h45-16h00	1	0	0	0	0	0	1	2
16h00-16h15	0	0	0	0	0	0	0	2
16h15-16h30	0	0	1	0	0	0	1	2
16h30-16h45	1	0	0	0	0	0	1	3
16h45-17h00	1	0	0	0	0	0	1	3
17h00-17h15	0	0	0	0	0	0	0	3
17h15-17h30	1	0	1	0	0	0	2	4
17h30-17h45	0	0	0	0	0	0	0	3
17h45-18h00	0	0	0	0	0	0	0	2
18h00-18h15	1	0	0	0	0	0	1	3
18h15-18h30	0	0	0	0	0	0	0	1
18h30-18h45	1	0	0	0	0	0	1	2
18h45-19h00	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>TOTAL</b>							<b>37</b>	

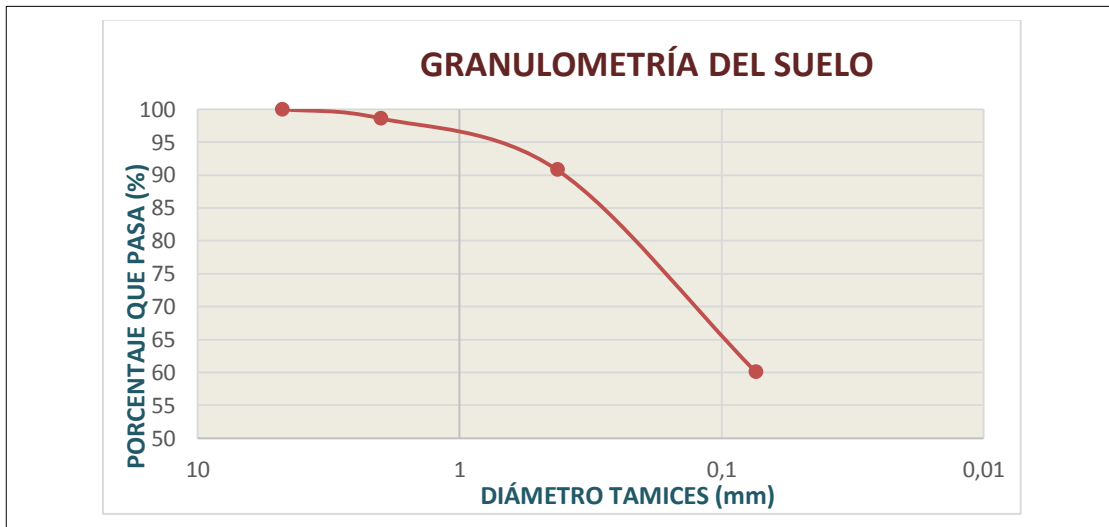


## **Anexo 5**

# **ENSAYOS DE SUELO**

## Anexo 4. ENSAYOS DE SUELO

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS <b>DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO</b>				
<b>NORMAS:</b> AASHTO T-87-70				
<b>PROYECTO:</b> Vía Escorzonera - Mandana		<b>UBICACIÓN:</b> El Lindero		
<b>SECTOR:</b> Pilahuín		<b>ABSCISA:</b> 0 + 00		
<b>ENSAYADO POR:</b> Silvana Acosta		<b>FECHA:</b> Ambato 25-03-2015		
Tamiz	Tamiz en mm	PESOS RETENIDOS ACUMULADOS	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA TAMIZ N 4		0	0	100
N 10	2,00	5,11	1,40	98,60
N 30	0,59	0	0	
N 40	0,425	33,65	9,21	90,79
N 50	0,30	0	0	
N 100	0,149	0	0	
N 200	0,074	145,97	39,94	60,06
PASA TAMIZ N 200		219,49	60,06	
<b>TOTAL</b>		365,46		
PESO ANTES DEL LAVADO		365,46	Peso cuarteo antes / lavado	
PESO DESPUÉS DEL LAVADO		145,97	Peso cuarteo después / lavado	
TOTAL - DIFERENCIA		219,49		



### CONTENIDO DE HUMEDAD

PT + SH	PT + SS	PT	P Agua	PSS	PTSS	w %
204,38	174,62	93,78	29,76	80,84	365,5	36,81

**Clasificación SUCS = CH Arcilla de Alta Plasticidad**



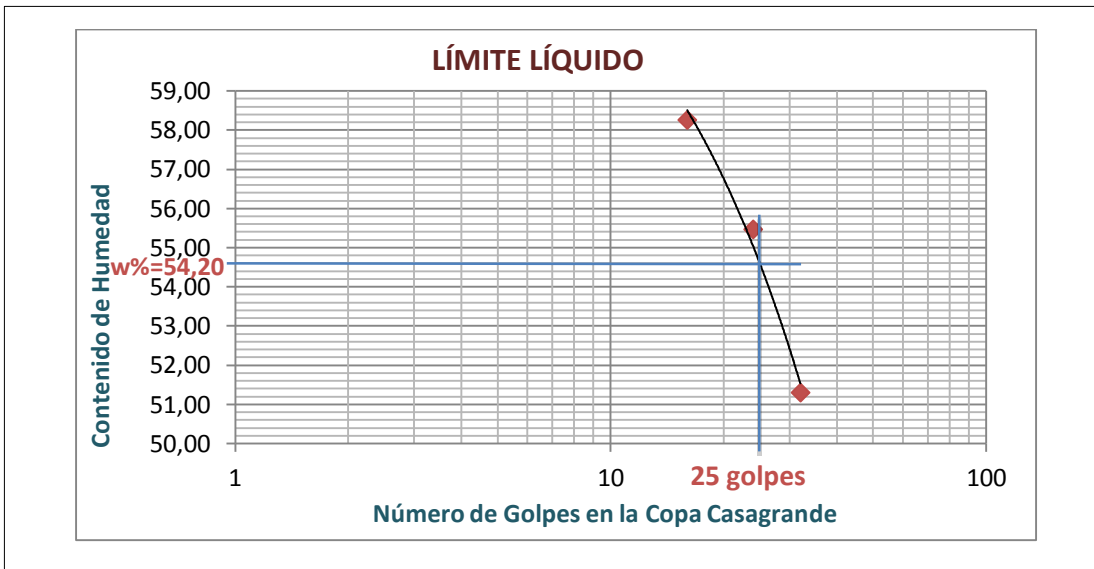


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO LL%**



NORMAS: ASTM: 0421-58 AASHTO T-90-70 ASTM D-424-71 INEN 691

<b>PROYECTO:</b> Vía Escorzonera - Mandana						
<b>SECTOR:</b> Pilahuín				<b>ABSCISA:</b> 0 + 00		
<b>ENSAYADO POR:</b> Silvana Acosta				<b>FECHA:</b> Ambato 26-03-2015		
	32		24		16	
<b>Recipiente Número r</b>	<b>16-X</b>	<b>1-C</b>	<b>6-F</b>	<b>16-X</b>	<b>11-F</b>	<b>8-F</b>
Peso muestra húmeda + Recipiente (Wm + rec)	22,06	20,15	21,22	23,15	20,36	21,12
Peso muestra seca + recipiente (Ws + rec)	18,51	17,16	17,73	19,01	17,00	17,65
Peso de recipiente (rec)	11,58	11,34	11,42	11,57	11,22	11,71
Peso Agua (Ww)	3,55	2,99	3,49	4,14	3,36	3,47
Peso de los Sólidos (Ws)	6,93	5,82	6,31	7,44	5,78	5,94
Contenido de Humedad (w%)	51,23	51,37	55,31	55,65	58,13	58,42
Contenido de Humedad Promedio	51,30		55,48		58,27	



**DETERMINACIÓN LÍQUIDO PLÁSTICO**

<b>Recipiente Número r</b>	<b>2-E</b>	<b>XT</b>	<b>5-D</b>	<b>3-M</b>	<b>1-E</b>	<b>3-A</b>
Peso muestra húmeda + recipiente Wm+rec	5,81	6,22	6,02	6,61	5,97	6,51
Peso muestra seca + recipiente Ws+rec	5,37	5,64	5,49	6,26	5,45	6,22
Peso de recipiente rec	4,37	4,32	4,28	5,47	4,26	5,56
Peso Agua Ww	0,44	0,58	0,53	0,35	0,52	0,29
Peso de los sólidos Ws	1,00	1,32	1,21	0,79	1,19	0,66
Contenido de Humedad w%	44,00	43,94	43,80	44,30	43,70	43,94
Contenido de Humedad Promedio	43,97		44,05		43,82	

**Límite Líquido= 54,20**  
**Límite Plástico= 43,95**  
**Índice Plástico = 10,75**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**MÉTODO AASHTO MODIFICADO**



**NORMAS:** AASHTO T-180

**PROYECTO:** Vía Escorzonera - Mandana

**UBICACIÓN:** El Lindero

**SECTOR:** Pilahuín

**ABSCISA:** 0 + 00

**ENSAYADO POR:** Silvana Acosta

**FECHA:** Ambato 20-03-2015

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

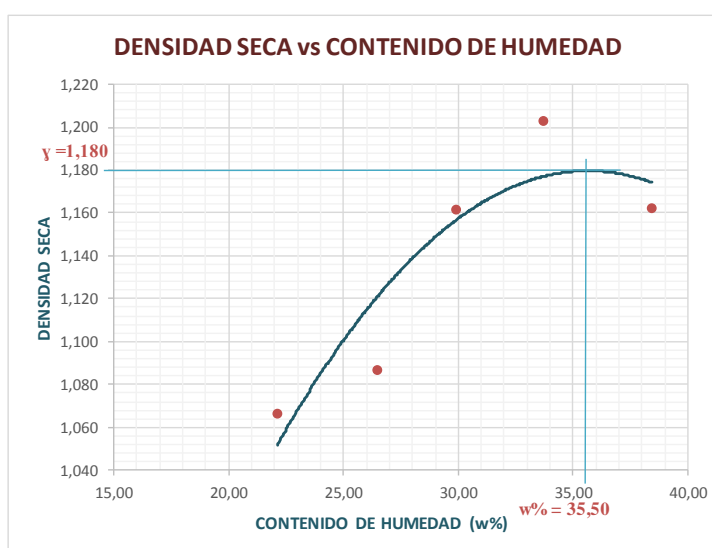
<b>NÚMERO DE GOLPES:</b>	25	<b>NÚMERO DE CAPAS:</b>	5	<b>PESO MARTILLO:</b>	10Lb
<b>ALTURA DE CAÍDA:</b>	18"	<b>PESO MOLDE gr:</b>	3791	<b>VOLUMEN MOLDE cc:</b>	944

**1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DEL LABORATORIO**

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad Inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad Inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo	5020,4	5088,2	5215,4	5309,2	5310
Peso suelo húmedo	1229,4	1297,2	1424,4	1518,2	1519
Densidad húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1,302	1,374	1,509	1,608	1,609

**2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente #	8-B	2-R	4-B	5-C	1-D	4-A	1-T	11-B	2-F	6-T
Peso húmedo + recipiente (Wm + rec)	125,31	122,2	117	126,5	110,2	135,2	108,3	130,2	175,41	135,15
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	108,49	108,2	99,1	110,2	92,4	115	87,99	104,1	140,51	110,61
Peso del recipiente (rec)	32,21	45,04	31,6	48,4	33,06	47,3	27,36	26,95	49,54	46,87
Peso del agua (Ww)	16,82	14	17,9	16,3	17,8	20,2	20,31	26,1	34,9	24,54
Peso suelo seco (Ws)	76,28	63,16	67,5	61,8	59,34	67,7	60,63	77,15	90,97	63,74
Contenido de humedad (w%)	22,05	22,17	26,52	26,38	30,00	29,84	33,50	33,83	38,36	38,50
Contenido humedad promedio (w%)	22,11		26,45		29,92		33,66		38,43	
Densidad seca (γd)	1,067		1,087		1,161		1,203		1,162	



**γ máximo = 1,180      w óptimo % = 35,50**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**MÉTODO AASHTO MODIFICADO**



**NORMAS:** AASHTO T-180

**PROYECTO:** Vía Escorzonera - Mandana

**UBICACIÓN:** El Lindero

**SUELO:** CH

**SECTOR:** Pilahuín

**ABSCISA:** 0 + 00

**ENSAYADO POR:** Silvana Acosta

**FECHA:** Ambato 15-03-2015

**ENSAYO CBR**

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPAS	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPÚES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPÚES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPÚES DEL REMOJO
Wm + Molde (gr)	9497,2	9732,2	9291,5	9680,2	8913,2	9390,6
Peso molde (gr)	5894,5	5864,5	59645,5	5965,5	5775	5775
Peso muestra húmeda (gr)	3602,7	3867,7	3327	3714,7	3138,2	3615,6
Volumen de la muestra (cm3)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
Densidad húmeda (gr/cm3)	1,584	1,701	1,463	1,634	1,380	1,590
Densidad seca (gr/cm3)	1,186	1,111	1,092	1,066	1,026	1,027
Densidad seca promedio (gr/cm3)	1,149		1,079		1,027	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Tarro #	6-T	11-B	2-R	1-D	2-F	3-D
Wm + Tarro (gr)	149,25	106,55	152,22	98,47	148,8	94,01
Peso muestra seca + Tarro (gr)	123,54	78,94	125,05	75,75	123,33	70,44
Peso agua (gr)	25,71	27,61	27,17	22,72	25,47	23,57
Peso Tarro (gr)	46,87	26,95	45,07	33,04	49,54	27,43
Peso muestra seca (gr)	76,67	51,99	79,98	42,71	73,79	43,01
Contenido de humedad	33,53	53,11	33,97	53,20	34,52	54,80
Agua absorbida %	19,57		19,22		20,28	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO C.B.R.**



**NORMAS:** AASHTO T-180

**PROYECTO:** Vía Escorzonera - Mandana

**UBICACIÓN:** El Lindero

**SUELO:** CH

**SECTOR:** Pilahuín

**ABCISA:** 0 + 00

**ENSAYADO POR:** Silvana Acosta

**FECHA:** Ambato 15-03-2015

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

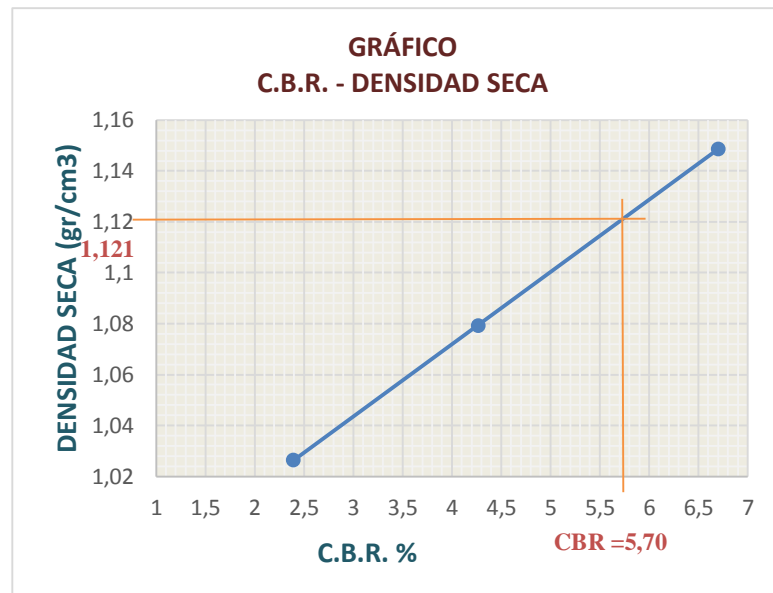
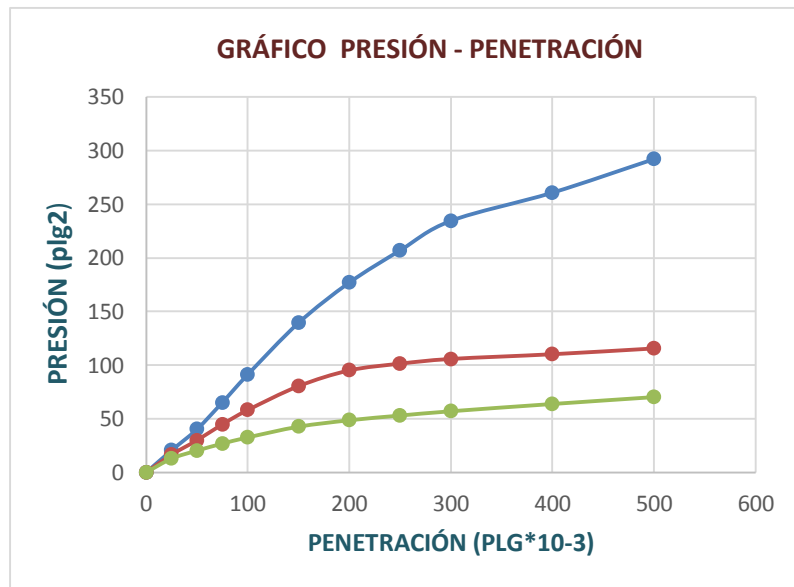
LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

Molde Número			15				18				44			
Fecha		Tiempo	Lectura Dial Plgs.	Espon			Lectura Dial Plgs.	Espon			Lectura Dial Plgs.	Espon		
Día y mes	Hora	Días		Muestra Plgs.	Plgs.*10-2	%		Muestra Plgs.	Plgs.*10-2	%		Muestra Plgs.	Plgs.*10-2	%
27-mar-15	14:30	0	0,02	5,00	0	0,00	0,02	5,00	0	0,00	0,00	5,00	0	0,00
28-mar-15	13:15	1	0,04		2,54	0,51	0,04		2,83	0,57	0,04		2,34	0,47
29-mar-15	13:10	2	0,06		5,01	1,00	0,07		5,58	1,12	0,07		5,58	1,12

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**



CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2

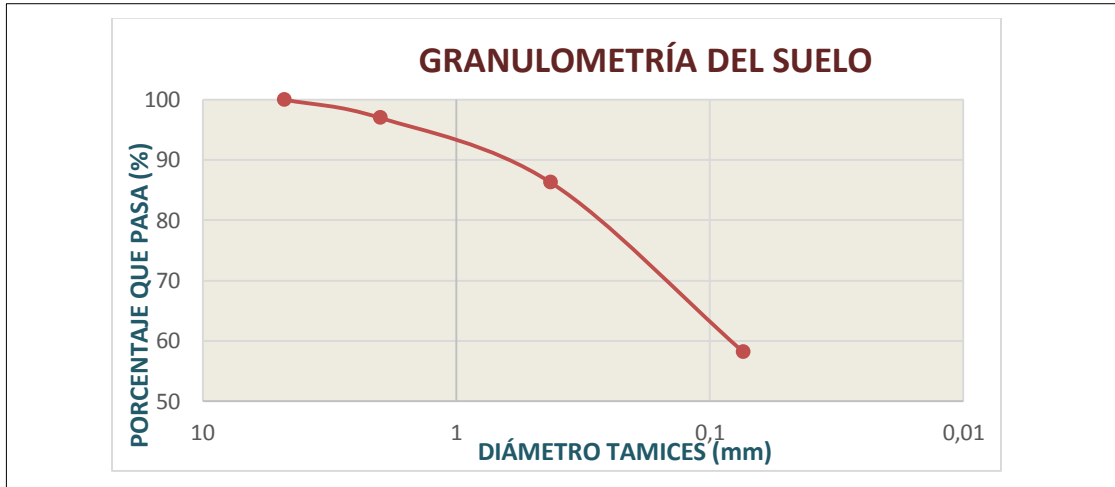
Molde Número			15				18				44			
Tiempo		Penet. " 10-3	Q Lectura Dial	Presiones		CBR %	Q Lectura Dial	Presiones		CBR %	Q Lectura Dial	Presiones		CBR %
Min	Seg			Leída	Corre			Leída	Corre			Leída	Corre	
		0	0	0,00			0				0			
0	30	25	20,5	15,061			16,5	12,122			12,8	9,403		
1	0	50	40,2	29,534			29,9	21,967			20,3	14,914		
1	30	75	65,2	47,910			44,8	32,913			26,8	19,689		
2	0	100	91,2	67,002	67	6,70	58,1	42,684	42,68	4,268	32,6	23,951	23,95	2,395
3	0	150	139,4	102,410			80,4	59,067			42,6	31,297		
4	0	200	177,4	130,042			95,1	69,867			48,6	35,705		
5	0	250	207,7	152,084			101,4	74,495			53,9	38,937		
6	0	300	234,6	172,352			105,8	77,728			57,0	41,883		
8	0	400	260,9	191,677			110,2	80,960			63,8	46,872		
10	0	500	292,2	214,674			115,6	84,927			70,2	51,574		
<b>CBR corregido</b>						<b>6,70</b>							<b>4,27</b>	<b>2,40</b>



Densidad	vs	Resistencia	Densidad Máxima =	1,180 gr/cm <sup>3</sup>
1,149 gr/cm <sup>3</sup>		6,70 %	95% de DM =	1,121 gr/cm <sup>3</sup>
1,080 gr/cm <sup>3</sup>		4,27 %	<b>CBR Puntual = 5,70</b>	
1,027 gr/cm <sup>3</sup>		2,40 %		

## Anexo 5. ENSAYO DE SUELOS

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS <b>DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO</b>			
<b>NORMAS:</b> AASHTO T-87-70					
<b>PROYECTO:</b> Vía Escorzonera - Mandana					
<b>UBICACIÓN:</b> El Lindero					
<b>SECTOR:</b> Pilahuín			<b>ABSCISA:</b> 1 + 00		
<b>ENSAYADO POR:</b> Silvana Acosta			<b>FECHA:</b> Ambato 25-03-2015		
TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESOS RETENIDOS ACUMULADOS	% RETENIDO	% QUE PASA	
3"	76,3	0	0	100	
1 1/2"	38,1	0	0	100	
1"	25,4	0	0	100	
3/4"	19,1	0	0	100	
1/2"	12,7	0	0	100	
3/8"	9,52	0	0	100	
N 4"	4,76	0	0	100	
PASA TAMIZ N 4		0	0	100	
N 10	2,00	10,57	3,01	96,99	
N 30	0,59	0	0	96,99	
N 40	0,425	48,16	13,72	86,28	
N 50	0,30	0	0	86,28	
N 100	0,149	0	0	86,28	
N 200	0,074	146,73	41,79	58,21	
PASA TAMIZ N 200		204,40	58,21	58,21	
TOTAL		351,13			
PESO ANTES DEL LAVADO		351,13	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DEL LAVADO		146,73	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA		204,40	TOTAL		



**CONTENIDO DE HUMEDAD**

**PTSS = 351,10**

PT + SH	PT + SS	PT	P Agua	PSS	w %
171,38	134,5	47,51	36,88	86,99	42,40

**Clasificación SUCS =**

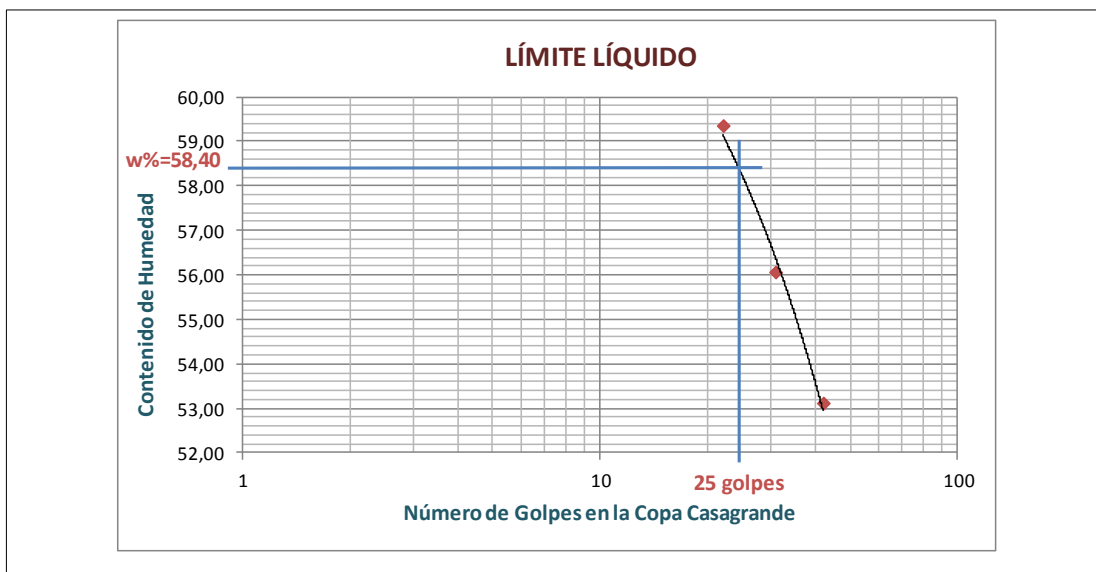
**CH Arcilla de Alta Plasticidad**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO LL%**



<b>NORMAS:</b> ASTM: 0421-58 AASHTO T-90-70 ASTM D-424-71 INEN 691						
<b>PROYECTO:</b> Vía Escorzonera - Mandana						
<b>UBICACIÓN:</b> El Lindero						
<b>SECTOR:</b> Pilahuín				<b>ABSCISA:</b> 1 + 00		
<b>ENSAYADO POR:</b> Silvana Acosta				<b>FECHA:</b> Ambato 26-03-2015		
	42		31		22	
<b>Recipiente Número r</b>	<b>1-X</b>	<b>1-C</b>	<b>16-X</b>	<b>9-F</b>	<b>6-T</b>	<b>8-E</b>
Peso Muestra Húmeda + Recipiente (Wm+rec)	21,62	21,54	21,22	23,15	20,36	21,12
Peso Muestra Seca + Recipiente (Ws+rec)	18,01	18,02	17,73	19,01	17,00	17,65
Peso del recipiente (rec)	11,26	11,34	11,58	11,53	11,42	11,71
Peso Agua (Ww)	3,61	3,52	3,49	4,14	3,36	3,47
Peso de los sólidos (Ws)	6,75	6,68	6,15	7,48	5,58	5,94
Contenido de Humedad (w%)	53,48	52,69	56,75	55,35	60,22	58,42
Contenido de Humedad Promedio	53,09		56,05		59,32	



**DETERMINACIÓN LÍQUIDO PLÁSTICO**

<b>Recipiente Número r</b>	<b>5-X</b>	<b>6-T</b>	<b>8-A</b>	<b>3-M</b>	<b>5-A</b>	<b>4-A</b>
Peso Muestra Húmeda + Recipiente Wm + rec	7,75	6,49	6,24	6,58	5,87	6,45
Peso Muestra Seca + Recipiente Ws + rec	7,19	5,86	5,69	6,26	5,42	6,19
Peso de recipiente rec	5,81	4,32	4,34	5,47	4,34	5,56
Peso Agua Ww	0,56	0,63	0,55	0,32	0,45	0,26
Peso de los Sólidos Ws	1,38	1,54	1,35	0,79	1,08	0,63
Contenido de Humedad w%	40,58	40,91	40,74	40,51	41,67	41,27
Contenido de Humedad Promedio	40,74		40,62		41,47	

**Límite Líquido= 58,40**  
**Límite Plástico= 40,95**  
**Índice Plástico= 17,45**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**MÉTODO AASHTO MODIFICADO**



**NORMAS:** AASHTO T-180

**PROYECTO:** Vía Escorzonera - Mandana

**UBICACIÓN:** El Lindero

**SECTOR:** Pilahuín

**ABSCISA:** 1+00

**ENSAYADO POR:** Silvana Acosta

**FECHA:** Ambato 20-03-2015

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

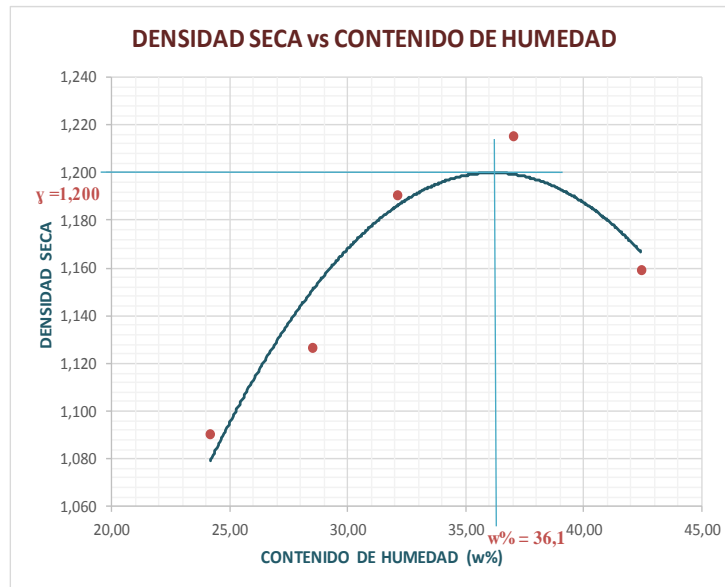
<b>NÚMERO DE GOLPES:</b>	25	<b>NÚMERO DE CAPAS:</b>	5	<b>PESO MARTILLO:</b>	10Lb
<b>ALTURA DE CAÍDA:</b>	18"	<b>PESO MOLDE gr:</b>	3791	<b>VOLUMEN MOLDE cc:</b>	944

**1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DEL LABORATORIO**

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad Inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad Inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo	5068,9	5158,1	5275,5	5362,9	5349,7
Peso suelo húmedo	1277,9	1367,1	1484,5	1571,9	1558,7
Densidad húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1,354	1,448	1,573	1,665	1,651

**2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente #	2-F	2-R	1-D	5-C	11-B	4-A	2-R	11-B	7-D	6-T
Peso húmedo + recipiente (Wm + rec)	127,47	113,29	137,73	118,82	133,15	130,93	179,12	122,91	181,84	134,62
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	108,92	100,01	114,54	103,19	107,29	110,65	142,87	96,99	141,74	108,47
Peso del recipiente (rec)	32,21	45,04	33,05	48,5	26,95	47,3	45,05	26,95	47,14	46,87
Peso del agua (Ww)	18,55	13,28	23,19	15,63	25,86	20,28	36,25	25,92	40,1	26,15
Peso suelo seco (Ws)	76,71	54,97	81,49	54,69	80,34	63,35	97,82	70,04	94,6	61,6
Contenido de humedad (w%)	24,2	24,2	28,5	28,6	32,2	32,0	37,1	37,0	42,4	42,5
Contenido humedad promedio (w%)	24,17		28,52		32,10		37,03		42,42	
Densidad seca (γd)	1,090		1,127		1,190		1,215		1,159	



**γ máximo = 1,200      w óptimo % = 36,10**





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**MÉTODO AASHTO MODIFICADO**



<b>NORMAS:</b> AASHTO T-180						
<b>PROYECTO:</b> Vía Escorzonera - Mandana						
<b>UBICACIÓN:</b> El Lindero				<b>SUELO:</b> CH		
<b>SECTOR:</b> Pilahuín				<b>ABSCISA:</b> 1+00		
<b>ENSAYADO POR:</b> Silvana Acosta				<b>FECHA:</b> Ambato 15-03-2015		
<b>ENSAYO CBR</b>						
<b>MOLDE #</b>	1		2		3	
<b># DE CAPAS</b>	5		5		5	
<b># DE GOLPES POR CAPAS</b>	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm + Molde (gr)	9688,2	9915,2	9495,5	9781,2	9148,2	9615,6
Peso molde (gr)	5864,5	5894,5	5961,5	5965,5	5775	5775
Peso muestra húmeda (gr)	3823,7	4020,7	3534	3815,7	3373,2	3840,6
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	2278	2274	2274	2274	2274	2274
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,679	1,768	1,554	1,678	1,483	1,689
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,221	1,207	1,177	1,134	1,094	1,104
Densidad seca promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1,214		1,155		1,099	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
<b>Tarro #</b>	2-R	1-T	4-A	3-D	7-D	11-B
Wm + Tarro (gr)	140,87	98,55	155,41	105,87	142,8	93,34
Peso muestra seca + Tarro (gr)	114,74	76,91	129,13	80,43	118,33	70,34
Peso agua (gr)	26,13	21,64	26,28	25,44	24,47	23
Peso Tarro (gr)	45,07	30,32	47,2	27,44	49,54	26,92
Peso muestra seca (gr)	69,67	46,59	81,93	52,99	68,79	43,42
Contenido de humedad	37,51	46,45	32,08	48,01	35,57	52,97
Agua absorbida %	8,94		15,93		17,40	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO C.B.R.**



**NORMAS:** AASHTO T-180

**PROYECTO:** Vía Mandana - Escorzonera

**UBICACIÓN:** El Lindero

**SUELO:** CH

**SECTOR:** Pilahuín

**ABSCISA:** 1 + 00

**ENSAYADO POR:** Silvana Acosta

**FECHA:** Ambato 15-03-2015

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

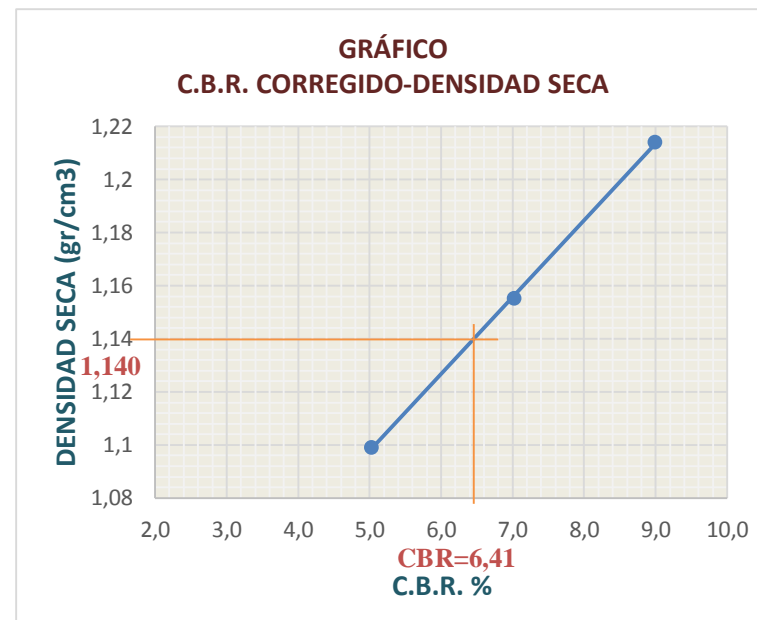
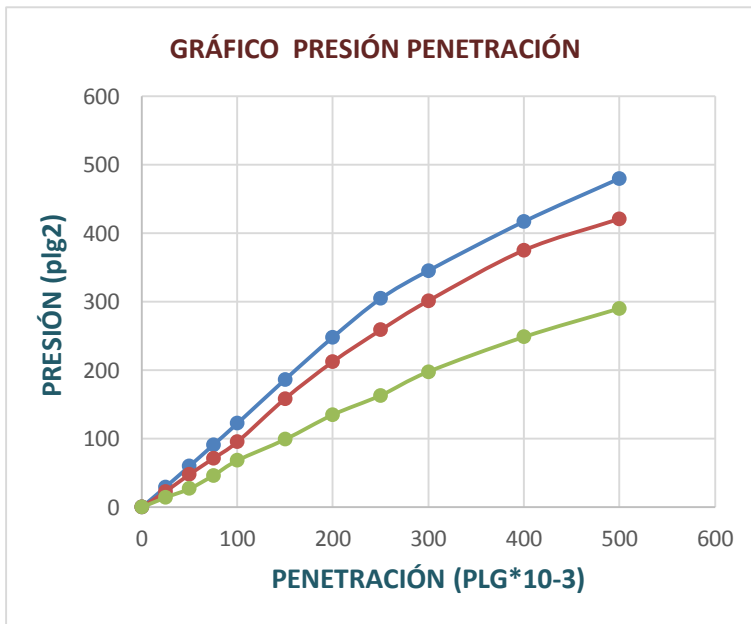
LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

Molde Número			15				18				44			
Fecha		Tiempo	Lectura Dial	h	Esponja		Lectura Dial	h	Esponja		Lectura Dial	h	Esponja	
Día y mes	Hora	Días	Plgs.	Muestra Plgs.	Plgs.*10-2	%	Plgs.	Muestra Plgs.	Plgs.*10-2	%	Plgs.	Muestra Plgs.	Plgs.*10-2	%
27-mar-15	14:30	0	0,02	5,00	0	0,00	0,02	5,00	0	0,00	0,00	5,00	0	0,00
28-mar-15	13:15	1	0,04		2,54	0,51	0,04		2,83	0,57	0,04		2,34	0,47
29-mar-15	13:10	2	0,06		5,01	1,00	0,07		5,58	1,12	0,07		5,58	1,12



**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

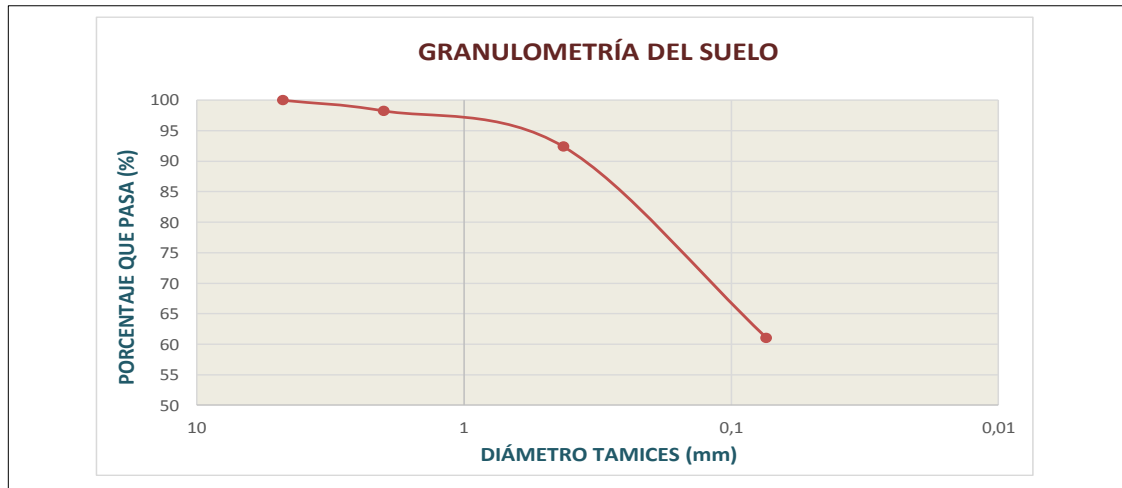
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2

Molde Número		15					18					44				
Tiempo		PENET.	Q Lectura	Presiones		CBR	Q Lectura	Presiones		CBR	Q Lectura	Presiones		CBR		
Min	Seg	" 10-3	Dial	Leída	Corre	%	Dial	Leída	Corre	%	Dial	Leída	Corre	%		
			lb/plg2													
		0	0	0,00			0				0					
0	30	25	29,8	21,89			23,1	16,97			14,4	10,57				
1	0	50	60,2	44,22			48,2	35,41			27,2	19,98				
1	30	75	91,2	67,00			71,4	52,45			46,6	34,23				
2	0	100	122,4	89,92	89,92	8,992	96,5	70,22	70,23	7,02	68,4	50,25	50,25	5,03		
3	0	150	186,6	137,09			158,6	116,52			99,2	72,87				
4	0	200	248,4	182,49			212,6	156,19			135,2	99,32				
5	0	250	304,7	223,85			258,8	190,13			163,4	120,04				
6	0	300	345,6	253,90			301,6	221,58			198,01	145,47				
8	0	400	417,3	306,58			375,4	275,79			248,8	182,79				
10	0	500	480,2	352,79			421,3	309,52			290,4	213,35				
<b>CBR corregido</b>						8,99							7,02	5,03		



Densidad	vs	Resistencia	Densidad Máxima =	1,200 gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>3</sup> 1,214		8,99 %	95% de DM =	1,140 gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>3</sup> 1,155		7,02 %	<b>CBR Puntual = 6,41</b>	
gr/cm <sup>3</sup> 1,099		5,03 %		

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS <b>DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO</b>				
<b>NORMAS:</b> AASHTO T-87-70				
<b>PROYECTO:</b> Vía Escorzonera - Mandana				
<b>UBICACIÓN:</b> El Lindero				
<b>SECTOR:</b> Pilahuín		<b>ABSCISA:</b> 2 + 00		
<b>ENSAYADO POR:</b> Silvana Acosta		<b>FECHA:</b> Ambato 26-03-2015		
TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESOS RETENIDOS ACUMULADOS	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA TAMIZ N 4		0	0	100
N 10	2,00	6,35	1,74	98,26
N 30	0,59	0	0	
N 40	0,425	27,82	7,61	92,39
N 50	0,30	0	0	
N 100	0,149	0	0	
N 200	0,074	142,39	38,96	61,04
PASA TAMIZ N 200		223,07	61,04	
TOTAL		365,46		
PESO ANTES DEL LAVADO		365,46	PESO CUARTEO ANTES /LAVADO	
PESO DESPUÉS DEL LAVADO		142,39	PESO CUARTEO DESPUÉS /LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA		223,07	TOTAL	



**CONTENIDO DE HUMEDAD**

**PTSS**

365,5

PT + SH	PT + SS	PT	P Agua	PSS	w %
204,38	174,62	93,78	29,76	80,84	36,81

**Clasificación SUCS = CH Arcilla de Alta Plasticidad**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO LL%**



**NORMAS:** ASTM: 0421-58 AASHTO T-90-70 ASTM D-424-71 INEN 691

**PROYECTO:** Vía Mandana-Escorzonera

**UBICACIÓN:** El Lindero

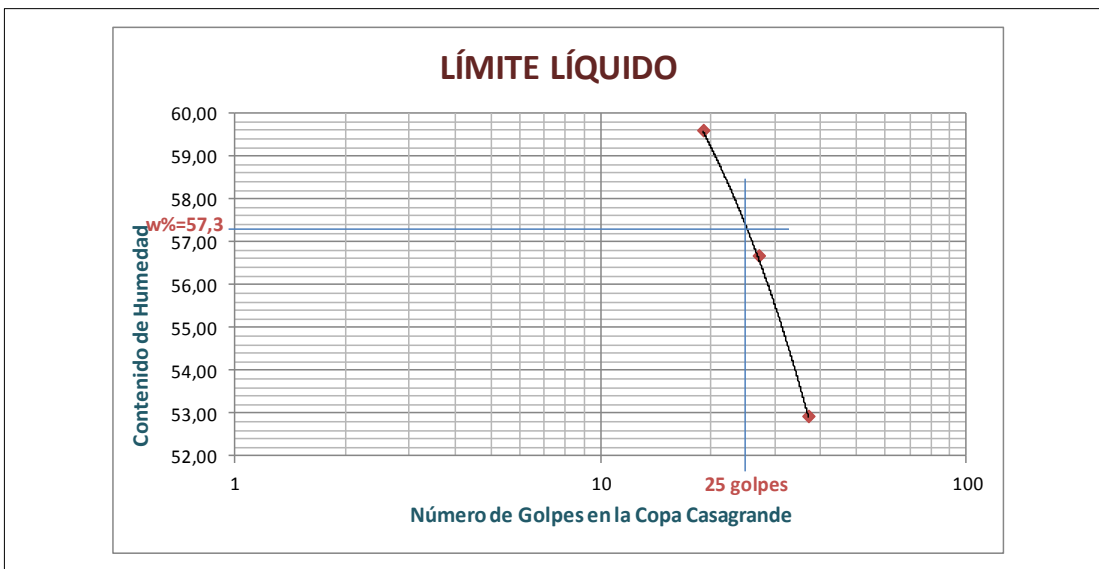
**SECTOR:** Pílahuín

**ABSCISA:** 2 + 00

**ENSAYADO POR:** Silvana Acosta

**FECHA:** Ambato 25-03-2015

Recipiente Número r	37		27		19	
	1-C	12-F	9 F	16 X	11-F	1-X
Peso Muestra Húmeda + Recipiente (Wm + rec)	21,07	21,15	23,19	20,38	20,74	21,04
Peso Muestra Seca + Recipiente (Ws + rec)	17,71	17,83	18,98	17,06	17,21	17,5
Peso de recipiente (rec)	11,34	11,57	11,52	11,22	11,26	11,58
Peso Agua (Ww)	3,36	3,32	4,21	3,32	3,53	3,54
Peso de los Sólidos (Ws)	6,37	6,26	7,46	5,84	5,95	5,92
Contenido de Humedad (w%)	52,75	53,04	56,43	56,85	59,33	59,80
Contenido de Humedad Promedio	52,89		56,64		59,56	



**DETERMINACIÓN LÍQUIDO PLÁSTICO**

Recipiente Número r	2-A	1-A	5-X	8-A	1-E	2-E
Peso Muestra Húmeda + Recipiente Wm + rec	5,71	5,72	7,47	6,65	5,82	6,04
Peso Muestra Seca + Recipiente Ws + rec	5,28	5,28	6,49	6,28	5,34	5,53
Peso de recipiente rec	4,34	4,32	4,28	5,47	4,26	4,37
Peso Agua Ww	0,43	0,44	0,98	0,37	0,48	0,51
Peso de los Sólidos Ws	0,94	0,96	2,21	0,81	1,08	1,16
Contenido de Humedad w%	45,74	45,83	44,34	45,68	44,44	43,97
Contenido de Humedad Promedio	45,79		45,01		44,20	

**Límite Líquido= 57,30**  
**Límite Plástico= 45,00**  
**Índice Plástico= 12,30**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**MÉTODO AASHTO MODIFICADO**



<b>NORMAS:</b> AASHTO T-180	
<b>PROYECTO:</b> Vía Escorzonera - Mandana	
<b>UBICACIÓN:</b> El Lindero	
<b>SECTOR:</b> Pilahuín	<b>ABSCISA:</b> 2 + 00
<b>ENSAYADO POR:</b> Silvana Acosta	<b>FECHA:</b> Ambato 21-03-2015

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

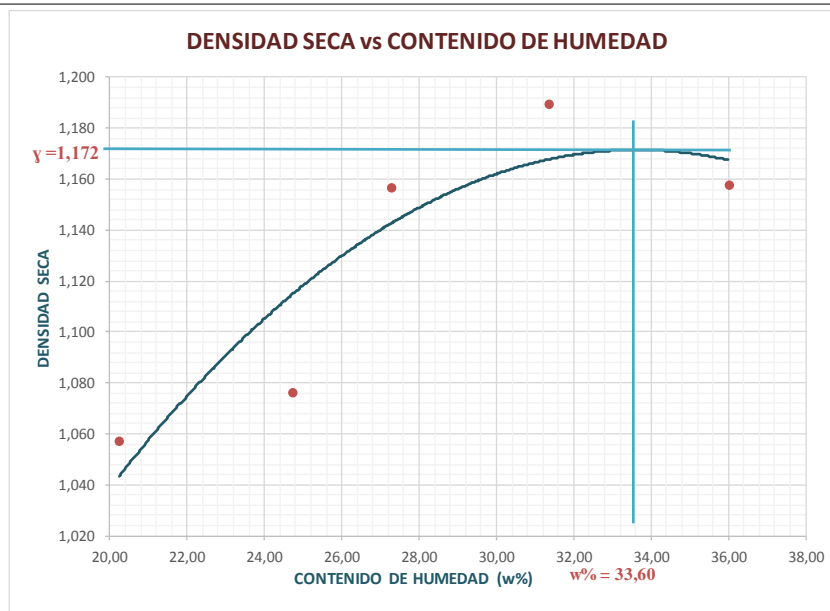
<b>NÚMERO DE GOLPES:</b>	25	<b>NÚMERO DE CAPAS:</b>	5	<b>PESO MARTILLO:</b>	10Lb
<b>ALTURA DE CAÍDA:</b>	18"	<b>PESO MOLDE gr:</b>	3791	<b>VOLUMEN MOLDE cc:</b>	944

**1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad Inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad Inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo	4990,8	5057,5	5180,2	5265,3	5276,7
Peso suelo húmedo	1199,8	1266,5	1389,2	1474,3	1485,7
Densidad húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1,271	1,342	1,472	1,562	1,574

**2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente #	8-B	3-T	1-T	6-T	4-B	1-D	7-D	4-A	2-F	5-D
Peso húmedo + recipiente (Wm + rec)	128,52	123,47	120,32	128,5	90,87	146,84	136,07	134,49	145,93	146,57
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	112,35	107,38	102,43	112,4	78,27	122,31	114,98	113,52	120,74	124,93
Peso del recipiente (rec)	32,21	28,09	30,39	46,88	31,64	33,1	47,14	47,18	49,5	65,85
Peso del agua (Ww)	16,17	16,09	17,89	16,1	12,6	24,53	21,09	20,97	25,19	21,64
Peso suelo seco (Ws)	80,14	79,29	72,04	65,52	46,63	89,21	67,84	66,34	71,24	59,08
Contenido de humedad (w%)	20,18	20,29	24,83	24,57	27,02	27,50	31,09	31,61	35,36	36,63
Contenido humedad promedio (w%)	20,23		24,70		27,26		31,35		35,99	
Densidad seca (γd)	1,057		1,076		1,156		1,189		1,157	



**γ máximo = 1,172      w óptimo % = 33,60**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**MÉTODO AASHTO MODIFICADO**



<b>NORMAS:</b> AASHTO T-180						
<b>PROYECTO:</b> Vía Escorzonera - Mandana						
<b>UBICACIÓN:</b> El Lindero				<b>SUELO:</b> CH		
<b>SECTOR:</b> Pilahuín				<b>ABSCISA:</b> 2 + 00		
<b>ENSAYADO POR:</b> Silvana Acosta				<b>FECHA:</b> Ambato 15-03-2015		
<b>ENSAYO CBR</b>						
<b>MOLDE #</b>	1	2	3			
<b># DE CAPAS</b>	5	5	5			
<b># DE GOLPES POR CAPAS</b>	56	27	11			
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm + Molde (gr)	11858,8	11903,6	11951,5	12157,6	11401,4	11004,6
Peso molde (gr)	7991,2	7782,2	8571,2	8401,2	8507,2	7801,7
Peso muestra húmeda (gr)	3867,6	4121,4	3380,3	3756,4	2894,2	3202,9
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	2287	2287	2287	2287	2287	2287
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,691	1,802	1,478	1,643	1,266	1,400
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,192	1,174	1,089	1,067	0,954	0,919
Densidad seca promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1,183		1,078		0,936	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
<b>Tarro #</b>	6-T	7-D	2-F	5-D	5-C	3-T
Wm + Tarro (gr)	169,03	148,65	167,04	195,4	154,69	95,28
Peso muestra seca + Tarro (gr)	132,97	113,29	136,1	149,99	128,58	72,16
Peso agua (gr)	36,06	35,36	30,94	45,41	26,11	23,12
Peso Tarro (gr)	46,86	47,12	49,54	65,85	48,45	28,1
Peso muestra seca (gr)	86,11	66,17	86,56	84,14	80,13	44,06
Contenido de humedad	41,88	53,44	35,74	53,97	32,58	52,47
Agua absorbida %	11,56		18,23		19,89	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO C.B.R.**  
**NORMAS: AASHTO T-180**



<b>PROYECTO:</b> Vía Escorzonera - Mandana	
<b>UBICACIÓN:</b> El Lindero	<b>SUELO:</b> CH
<b>SECTOR:</b> Pilahuín	<b>ABSCISA:</b> 3+00
<b>ENSAYADO POR:</b> Silvana Acosta	<b>FECHA:</b> Ambato 15-03-2015

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

**LECTURA DIAL en Plgs\*10-2**

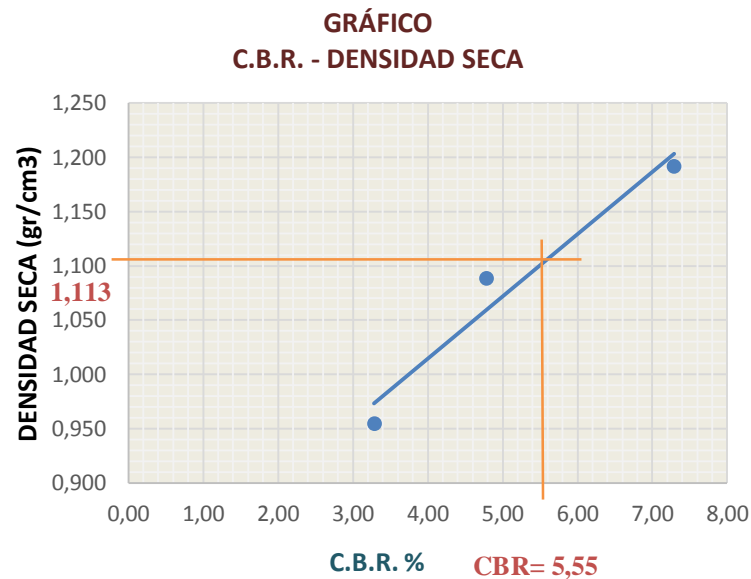
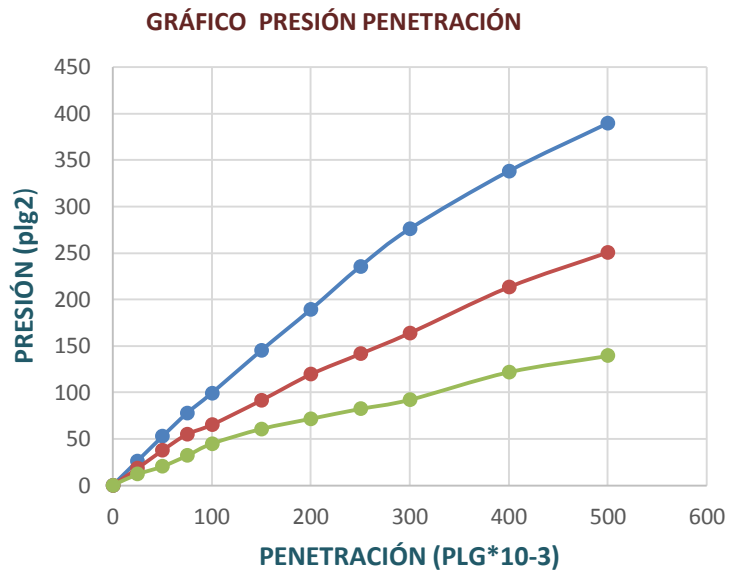
Molde Número			15				18				44			
Fecha		Tiempo	Lectura Dial	h	Esponja		Lectura Dial	h	Esponja		Lectura Dial	h	Esponja	
Día y mes	Hora	Días	Plgs.	Muestra Plgs.	Plgs.*10-	%	Plgs.	Muestra Plgs.	Plgs.*10-	%	Plgs.	Muestra Plgs.	Plgs.*10-	%
					2				2				2	
27-mar-15	14:30	0	0,02	5,00	0	0,00	0,02	5,00	0	0,00	0,00	5,00	0	0,00
28-mar-15	13:15	1	0,04		2,54	0,51	0,04		2,83	0,57	0,04		2,34	0,47
29-mar-15	13:10	2	0,06		5,01	1,00	0,07		5,58	1,12	0,07		5,58	1,12

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

**CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2**

Molde Número			15				18				44					
Tiempo		Penet.	Q Lectura	Presiones		CBR	Q Lectura	Presiones		CBR	Q Lectura	Presiones		CBR		
Min	Seg	" 10-3	Dial	Leída	Corre		Dial	Leída	Corre		Dial	Leída	Corre			
				lb/plg2		%	lb/plg2			%	lb/plg2			%		
		0	0	0,00			0				0					
0	30	25	26,8	19,25			18,4	11,167			11,8	9,918				
1	0	50	47,4	38,50			37,6	21,158			20,2	17,412				
1	30	75	65,5	57,01			54,8	31,223			31,8	24,905				
2	0	100	87,7	72,88	72,88	7,28	65,1	44,52	47,8	4,78	44,52	32,84	32,84	3,28		
3	0	150	119,8	106,70			91,4	64,063			60,6	45,917				
4	0	200	153,51	139,24			119,6	87,918			71,4	60,537				
5	0	250	188,2	173,10			141,7	106,82			82,2	74,128				
6	0	300	221,5	202,86			163,8	127,46			92,7	88,748				
8	0	400	279,4	248,42			213,4	161,77			122,4	117,91				
10	0	500	320,8	286,74			250,6	184,99			139,4	136,72				
<b>CBR corregido</b>						<b>7,29</b>							<b>4,78</b>			<b>3,22</b>





Densidad	vs	Resistencia	Densidad Máxima =
1,192 gr/cm <sup>3</sup>		7,29 %	1,172 gr/cm <sup>3</sup>
1,089 gr/cm <sup>3</sup>		4,78 %	95% de DM = 1,113 gr/cm <sup>3</sup>
0,954 gr/cm <sup>3</sup>		3,28 %	<b>CBR Puntual = 5,55</b>

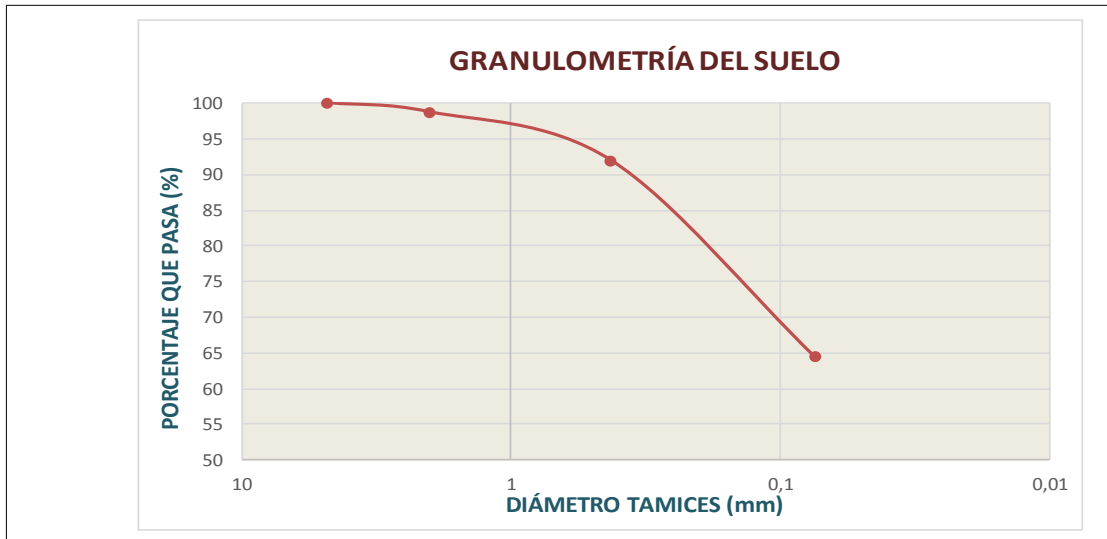


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO**

<b>NORMAS:</b> AASHTO T-87-70				
<b>PROYECTO:</b> Vía Escorzonera - Mandana				
<b>UBICACIÓN:</b> El Lindero				
<b>SECTOR:</b> Pilahuín			<b>ABSCISA:</b> 3+00	
<b>ENSAYADO POR:</b> Silvana Acosta			<b>FECHA:</b> Ambato 25-03-2015	
TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESOS RETENIDOS ACUMULADOS	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA TAMIZ N 4		0	0	100
N 10	2,00	4,85	1,27	98,73
N 30	0,59	0	0	
N 40	0,425	30,6	8,04	91,96
N 50	0,30	0	0	
N 100	0,149	0	0	
N 200	0,074	135,52	35,60	64,40
PASA TAMIZ N 200		245,13	64,40	
TOTAL		380,65		
PESO ANTES DEL LAVADO		380,65	Peso cuarteo antes / lavado	
PESO DESPUÉS DEL LAVADO		135,52	Peso cuarteo después / lavado	
TOTAL - DIFERENCIA		245,13	Total	



**PTSS = 380,60**

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

PT + SH	PT + SS	PT	P Agua	PSS	w %
155,47	129,54	46,84	25,93	82,7	31,35

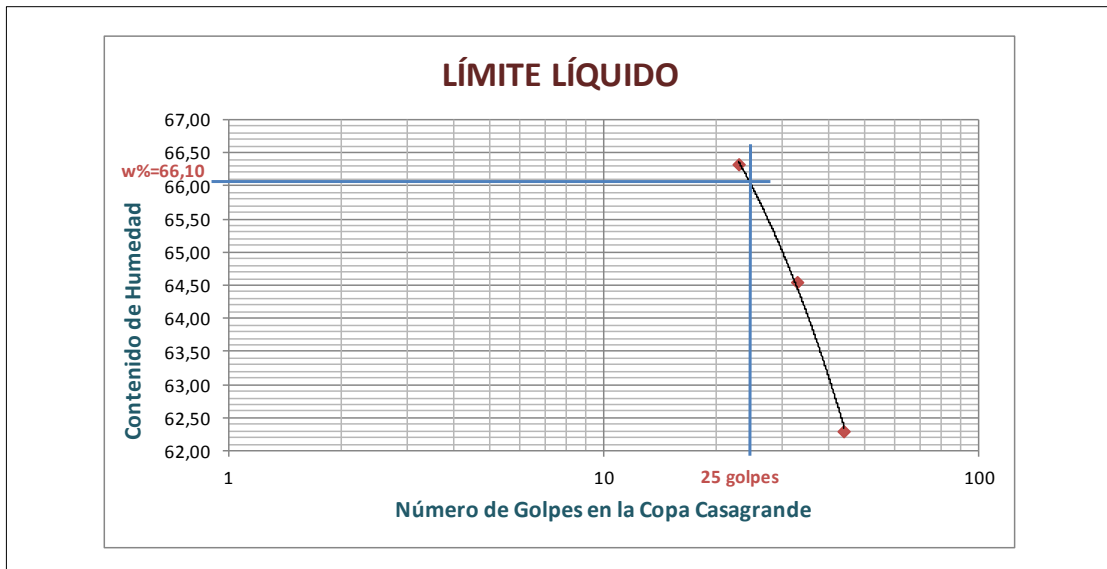
**Clasificación SUCS = CH Arcilla de Alta Plasticidad**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO LL%**



<b>NORMAS:</b> ASTM: 0421-58 AASHTO T-90-70 ASTM D-424-71 INEN 691						
<b>PROYECTO:</b> Vía Escorzonera - Mandana						
<b>UBICACIÓN:</b> El Lindero						
<b>SECTOR:</b> Pihuíñ				<b>ABSCISA:</b> 3 + 00		
<b>ENSAYADO POR:</b> Silvana Acosta				<b>FECHA:</b> Ambato 26-03-2015		
	44		33		23	
<b>Recipiente Número r</b>	<b>1-C</b>	<b>9-F</b>	<b>11-F</b>	<b>12-F</b>	<b>1-X</b>	<b>16-X</b>
Peso Muestra Húmeda + Recipiente (Wm + rec)	21,83	20,75	22,09	23,59	20,82	20,68
Peso Muestra Seca + Recipiente (Ws + rec)	17,87	17,14	17,97	18,73	17,01	17,05
Peso de recipiente (rec)	11,52	11,34	11,57	11,22	11,26	11,58
Peso Agua (Ww)	3,96	3,61	4,12	4,86	3,81	3,63
Peso de los Sólidos (Ws)	6,35	5,8	6,4	7,51	5,75	5,47
Contenido de Humedad (w%)	62,36	62,24	64,38	64,71	66,26	66,36
Contenido de Humedad Promedio	62,30		64,54		66,31	



**DETERMINACIÓN LÍQUIDO PLÁSTICO**

<b>Recipiente Número r</b>	<b>2-E</b>	<b>XT</b>	<b>5-D</b>	<b>3-M</b>	<b>1-E</b>	<b>3-A</b>
Peso Muestra Húmeda + Recipiente Wm + rec	5,91	6,22	7,21	6,84	6,12	6,13
Peso Muestra Seca + Recipiente Ws + rec	5,36	5,6	6,24	6,01	5,52	5,54
Peso de recipiente rec	4,24	4,34	4,29	4,34	4,34	4,37
Peso Agua Ww	0,55	0,62	0,97	0,83	0,6	0,59
Peso de los Sólidos Ws	1,12	1,26	1,95	1,67	1,18	1,17
Contenido de Humedad w%	49,11	49,21	49,74	49,70	50,85	50,43
Contenido de Humedad Promedio	49,16		49,72		50,64	

**Límite Líquido = 66,10**  
**Límite Plástico = 49,84**  
**Índice Plástico = 16,26**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**MÉTODO AASHTO MODIFICADO**



<b>NORMAS:</b> AASHTO T-180	
<b>PROYECTO:</b> Vía Escorzonera - Mandana	
<b>UBICACIÓN:</b> El Lindero	
<b>SECTOR:</b> Pilahuín	<b>ABSCISA:</b> 3 + 00
<b>ENSAYADO POR:</b> Silvana Acosta	<b>FECHA:</b> Ambato 20-03-2015

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

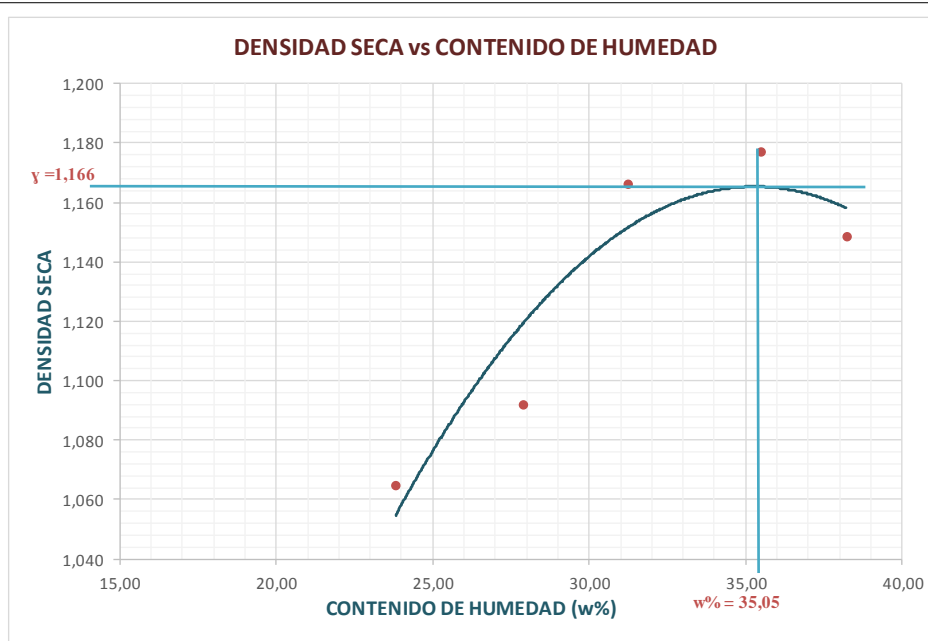
<b>NÚMERO DE GOLPES:</b>	25	<b>NÚMERO DE CAPAS:</b>	5	<b>PESO MARTILLO:</b>	10 Lb
<b>ALTURA DE CAÍDA:</b>	18"	<b>PESO MOLDE gr:</b>	3791	<b>VOLUMEN MOLDE cc:</b>	944

**1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad Inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad Inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo	5035,4	5109,2	5235,8	5296,2	5289,7
Peso suelo húmedo	1244,4	1318,2	1444,8	1505,2	1498,7
Densidad húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1,318	1,396	1,531	1,594	1,588

**2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente #	2-F	8-B	5-C	1-T	4-A	3-T	1-D	4-B	2-R	6-T
Peso húmedo + recipiente (Wm + rec)	86,4	127,41	121,38	131,94	105,12	131,09	116,87	126,3	132,34	128,62
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	75,93	112,5	101,57	113,7	86,49	111,48	94,58	101,83	108,75	105,47
Peso del recipiente (rec)	32,21	49,53	30,34	48,4	28,1	47,3	31,59	33,06	46,86	45,04
Peso del agua (Ww)	10,47	14,91	19,81	18,24	18,63	19,61	22,29	24,47	23,59	23,15
Peso suelo seco (Ws)	43,72	62,97	71,23	65,3	58,39	64,18	62,99	68,77	61,89	60,43
Contenido de humedad (w%)	23,95	23,68	27,81	27,93	31,91	30,55	35,39	35,58	38,12	38,31
Contenido humedad promedio (w%)	23,81		27,87		31,23		35,48		38,21	
Densidad seca (yd)	1,065		1,092		1,166		1,177		1,149	



**y máximo = 1,166**

**w óptimo % = 35,05**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**MÉTODO AASHTO MODIFICADO**



<b>NORMAS:</b> AASHTO T-180						
<b>PROYECTO:</b> Vía Escorzonera - Mandana						
<b>UBICACIÓN:</b> El Lindero				<b>SUELO:</b> CH		
<b>SECTOR:</b> Pilahuín				<b>ABSCISA:</b> 3 + 00		
<b>ENSAYADO POR:</b> Silvana Acosta				<b>FECHA:</b> Ambato 15-03-2015		
<b>ENSAYO CBR</b>						
<b>MOLDE #</b>	1		2		3	
<b># DE CAPAS</b>	5		5		5	
<b># DE GOLPES POR CAPAS</b>	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPÚES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPÚES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPÚES DEL REMOJO
Wm + Molde (gr)	12054,5	12280,87	11682,8	12305,6	11664,8	12212,7
Peso molde (gr)	8080,6	8080,6	8347,25	8347,25	8514,47	8514,47
Peso muestra húmeda (gr)	3973,85	4200,27	3335,55	3958,33	3150,33	3698,26
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	2301	2301	2301	2301	2301	2301
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,727	1,825	1,450	1,720	1,369	1,607
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,165	1,118	1,050	1,043	0,992	0,970
Densidad seca promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1,141		1,047		0,981	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
<b>Tarro #</b>	3-T	2-F	4-B	5-C	1-T	1-D
Wm + Tarro (gr)	101,24	142,58	102,84	149,47	95,76	96,84
Peso muestra seca + Tarro (gr)	77,42	106,54	83,18	109,72	77,76	71,55
Peso agua (gr)	23,82	36,04	19,66	39,75	18	25,29
Peso Tarro (gr)	28,1	49,53	31,59	48,43	30,48	33,05
Peso muestra seca (gr)	49,32	57,01	51,59	61,29	47,28	38,5
Contenido de humedad	48,30	63,22	38,11	64,86	38,07	65,69
Agua absorbida %	14,92		26,75		27,62	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO C.B.R.**



**NORMAS:** AASHTO T-180

**PROYECTO:** Vía Escorzonera - Mandana

**UBICACIÓN:** El Lindero

**SUELO:** CH

**SECTOR:** Pilahuín

**ABSCISA:** 3 +00

**ENSAYADO POR:** Silvana Acosta

**FECHA:** Ambato 15-03-2015

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

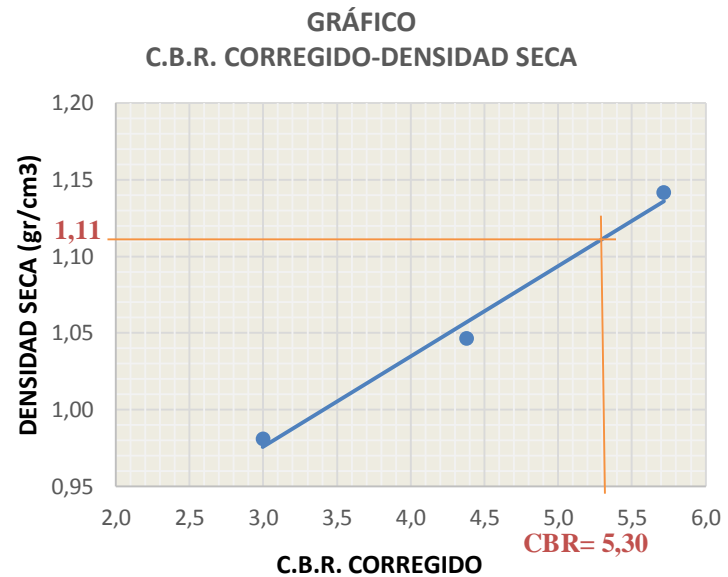
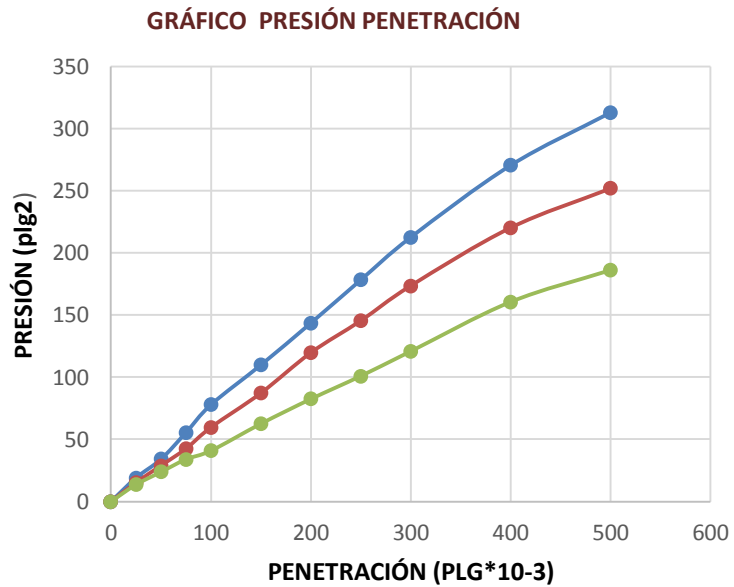
LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

Molde Número			15				18				44						
Fecha		Tiempo	Lectura Dial	h		Esponja		Lectura Dial	h		Esponja		Lectura Dial	h		Esponja	
Día y mes	Hora	Días		Muestra Plgs.	Plgs.*10-2	%	Muestra Plgs.		Plgs.*10-2	%	Muestra Plgs.	Plgs.*10-2		%	Muestra Plgs.	Plgs.*10-2	%
27 – mar -15	14:30	0	0,02	5,00	0	0,00	0,02	5,00	0	0,00	0,00	0,00	5,00	0	0,00		
27 – mar -15	13:15	1	0,04		2,54	0,51	0,04		2,83	0,57	0,04		2,34	0,47			
27 – mar -15	13:10	2	0,06		5,01	1,00	0,07		5,58	1,12	0,07		5,58	1,12			

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2

Molde Número			15				18				44			
Tiempo		Penet. " 10-3	Q Lect Dial	Presiones		CBR %	Q Lect Dial	Presiones		CBR %	Q Lect Dial	Presiones		CBR %
Min	Seg			Leída	Corre			Leída	Corre			Leída	Corre	
		0	0	0,00			0				0			
0	30	25	19,1	13,96			15,2	11,17			12,8	9,92		
1	0	50	34,4	24,98			28,8	21,16			21,1	17,42		
1	30	75	55,4	40,70			42,5	31,22			30,8	24,92		
2	0	100	77,8	57,16	57,16	5,72	59,6	43,79	43,79	4,379	40,8	29,98	29,97	2,99
3	0	150	109,8	80,67			87,2	64,06			60,5	45,92		
4	0	200	143,5	105,43			119,7	87,92			82,4	60,54		
5	0	250	178,2	130,92			145,4	106,8			100,9	74,13		
6	0	300	212,5	156,12			173,5	127,5			120,6	88,75		
8	0	400	270,4	198,65			220,2	161,8			160,4	117,92		
10	0	500	312,8	229,80			251,8	185,2			186,1	136,71		
<b>CBR corregido</b>						<b>5,72</b>	<b>4,38</b>						<b>2,99</b>	



Densidad	vs	Resistencia	Densidad Máxima =	1,166 gr/cm <sup>3</sup>
1,14 gr/cm <sup>3</sup>		5,72 %	95% de DM =	1,11 gr/cm <sup>3</sup>
1,05 gr/cm <sup>3</sup>		4,38 %	<b>CBR Puntual = 5,30</b>	
0,98 gr/cm <sup>3</sup>		3,00 %		



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO**



**NORMAS:** AASHTO T-87-70

**PROYECTO:** Vía Escorzonera - Mandana

**UBICACIÓN:** El Lindero

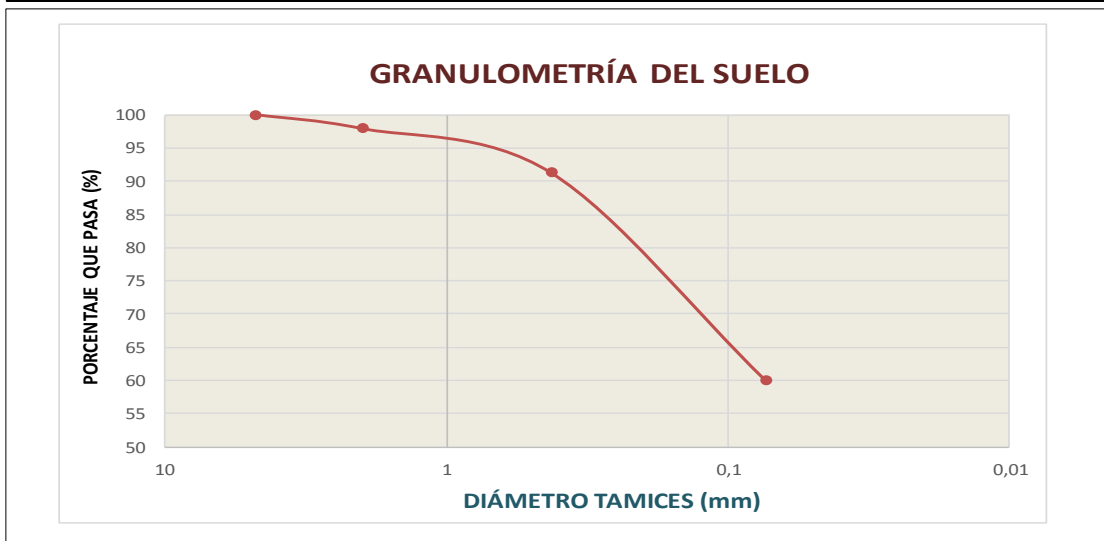
**SECTOR:** Pilahuín

**ABSCISA:** 4 + 00

**ENSAYADO POR:** Silvana Acosta

**FECHA:** Ambato 26-03-2015

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESOS RETENIDOS ACUMULADOS	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA TAMIZ N 4		0	0	100
N 10	2,00	7,35	2,09	97,91
N 30	0,59	0	0	
N 40	0,425	30,82	8,76	91,24
N 50	0,30	0	0	
N 100	0,149	0	0	
N 200	0,074	140,39	39,90	60,11
PASA TAMIZ N 200		211,51	60,11	
TOTAL		351,90		
PESO ANTES DEL LAVADO		351,90	Peso cuarteo antes / lavado	
PESO DESPUÉS DEL LAVADO		140,39	Peso cuarteo después / lavado	
TOTAL - DIFERENCIA		211,51	Total	



**PT SS 351,90**

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

PT + SH	PT + SS	PT	P Agua	PSS	w %
194,38	161,62	83,78	32,76	77,84	42,09

**Clasificación SUCS = CH Arcilla de Alta Plasticidad**





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO LL%**



**NORMAS:** ASTM: 0421-58 AASHTO T-90-70 ASTM D-424-71 INEN 691

**PROYECTO:** Vía Escorzonera - Mandana

**UBICACIÓN:** El Lindero

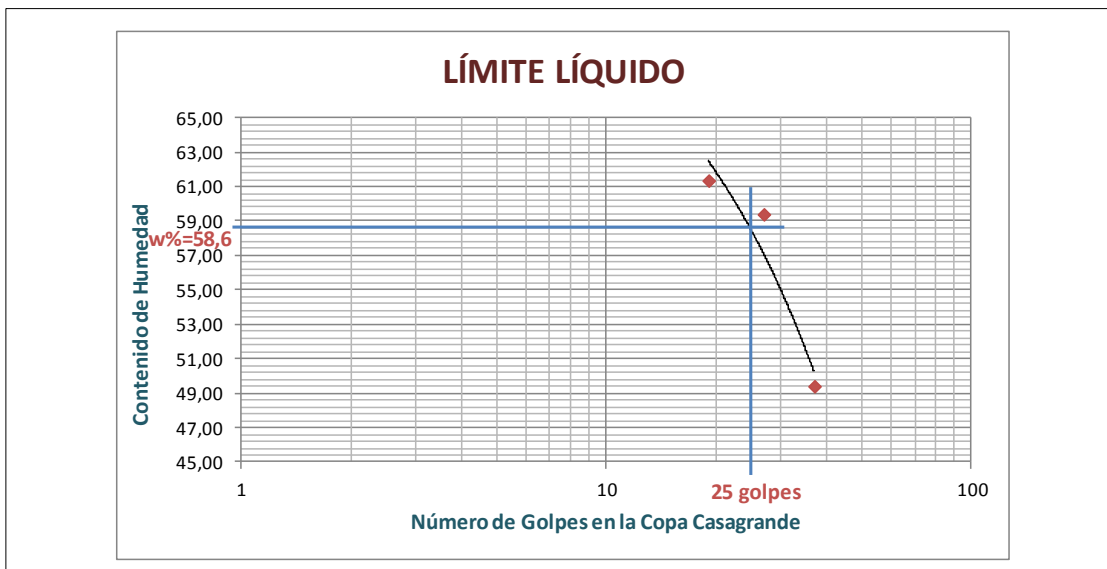
**SECTOR:** Pilahuín

**ABSCISA:** 4 + 00

**ENSAYADO POR:** Silvana Acosta

**FECHA:** Ambato 25-03-2015

Recipiente Número r	37		27		19	
	9-F	1-C	12-F	11-F	1-X	16-X
Peso Muestra Húmeda + Recipiente (Wm+rec)	20,74	20,82	23,02	20,05	20,41	21,7
Peso Muestra Seca + Recipiente (Ws+rec)	18,03	17,38	18,76	16,76	16,94	17,85
Peso de recipiente (rec)	11,52	11,34	11,57	11,22	11,26	11,58
Peso Agua (Ww)	2,71	3,44	4,26	3,29	3,47	3,85
Peso de los Sólidos (Ws)	6,51	6,04	7,19	5,54	5,68	6,27
Contenido de Humedad (w%)	41,63	56,95	59,25	59,39	61,09	61,40
Contenido de Humedad Promedio	49,29		59,32		61,25	



**DETERMINACIÓN LÍQUIDO PLÁSTICO**

Recipiente Número r	2-A	1-A	5-X	8-A	1-E	2-E
Peso Muestra Húmeda + Recipiente Wm + rec	5,33	5,36	7,09	6,25	5,44	5,66
Peso Muestra Seca + Recipiente Ws + rec	5,03	5,04	6,22	6,01	5,08	5,26
Peso de recipiente rec	4,34	4,32	4,28	5,47	4,26	4,37
Peso Agua Ww	0,3	0,32	0,87	0,24	0,36	0,4
Peso de los Sólidos Ws	0,69	0,72	1,94	0,54	0,82	0,89
Contenido de Humedad w%	43,48	44,44	44,85	44,44	43,90	44,94
Contenido de Humedad Promedio	43,96		44,64		44,42	

**Límite Líquido= 58,60**  
**Límite Plástico= 44,34**  
**Índice Plástico= 14,26**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**MÉTODO AASHTO MODIFICADO**



**NORMAS:** AASHTO T-180

**PROYECTO:** Vía Escorzonera - Mandana

**UBICACIÓN:** El Lindero

**SECTOR:** Pilahuín

**ABSCISA:** 4 + 00

**ENSAYADO POR:** Silvana Acosta

**FECHA:** Ambato 21-03-2015

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

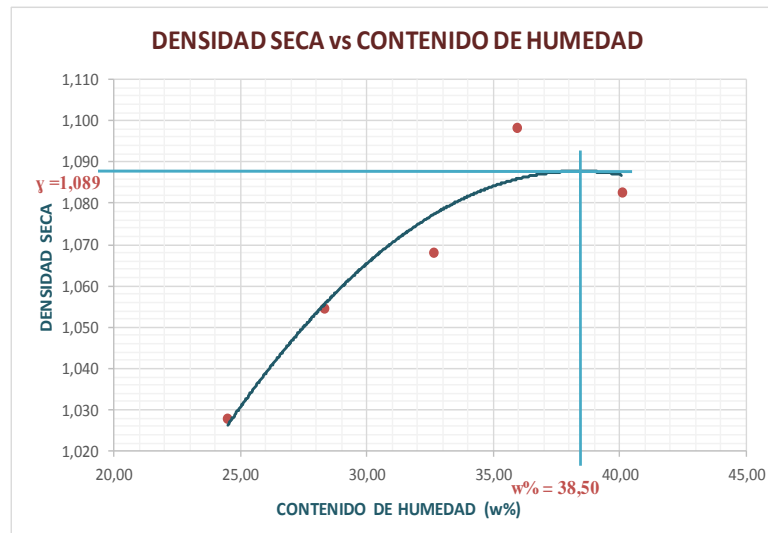
<b>NÚMERO DE GOLPES:</b>	25	<b>NÚMERO DE CAPAS:</b>	5	<b>PESO MARTILLO:</b>	10Lb
<b>ALTURA DE CAÍDA:</b>	18"	<b>PESO MOLDE gr:</b>	3791	<b>VOLUMEN MOLDE cc:</b>	944

**1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad Inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad Inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo	4998,8	5068,5	5128,2	5200,3	5222,7
Peso suelo húmedo	1207,8	1277,5	1337,2	1409,3	1431,7
Densidad húmeda en gr/cm3	1,279	1,353	1,417	1,493	1,517

**2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente #	8-B	3-T	1-T	6-T	4-B	1-D	7-D	4-A	2-F	5-D
Peso húmedo + recipiente (Wm + rec)	122,12	137,3	135,42	148,5	86,87	146,84	139,67	137,27	147,93	147,85
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	105,03	115,12	112,43	125,89	73,27	118,91	115,19	113,47	119,74	124,41
Peso del recipiente (rec)	32,21	28,09	30,39	46,88	31,64	33,1	47,14	47,18	49,5	65,85
Peso del agua (Ww)	17,09	22,18	22,99	22,61	13,6	27,93	24,48	23,8	28,19	23,44
Peso suelo seco (Ws)	72,82	87,03	82,04	79,01	41,63	85,81	68,05	66,29	70,24	58,56
Contenido de humedad (w%)	23,47	25,49	28,02	28,62	32,67	32,55	35,97	35,90	40,13	40,03
Contenido humedad promedio (w%)	24,48		28,32		32,61		35,94		40,08	
Densidad seca (γd)	1,028		1,055		1,068		1,098		1,083	



**γ máximo = 1,089      w óptimo % = 38,50**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**MÉTODO AASHTO MODIFICADO**



**NORMAS:** AASHTO T-180

**PROYECTO:** Vía Escorzonera - Mandana

**UBICACIÓN:** El Lindero

**SUELO:** CH

**SECTOR:** Pílahuín

**ABSCISA:** 4 + 00

**ENSAYADO POR:** Silvana Acosta

**FECHA:** Ambato 15-03-2015

**ENSAYO CBR**

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPAS	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm + Molde (gr)	11587,6	12003,6	11292,6	11422,8	11116,9	11297,6
Peso molde (gr)	7991,2	7991,2	7901,2	7901,2	8209,2	7991,2
Peso muestra húmeda (gr)	3596,4	4012,4	3391,4	3521,6	2907,7	3306,4
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	2301	2301	2301	2301	2301	2301
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,563	1,744	1,474	1,530	1,264	1,437
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,159	1,114	1,095	0,978	0,935	0,914
Densidad seca promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1,136		1,037		0,925	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Tarro #	6-T	7-D	2-F	5-D	5-C	3-T
Wm + Tarro (gr)	166,91	150,53	165,92	197,28	156,57	97,16
Peso muestra seca + Tarro (gr)	135,85	113,17	135,98	149,87	128,46	72,04
Peso agua (gr)	31,06	37,36	29,94	47,41	28,11	25,12
Peso Tarro (gr)	46,86	47,12	49,54	65,85	48,45	28,1
Peso muestra seca (gr)	88,99	66,05	86,44	84,02	80,01	43,94
Contenido de humedad	34,90	56,56	34,64	56,43	35,13	57,17
Agua absorbida %	21,66		21,79		22,04	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO C.B.R.**



**NORMAS:** AASHTO T-180

**PROYECTO:** Vía Escorzonera - Mandana

**UBICACIÓN:** El Lindero

**SUELO:** CH

**SECTOR:** Pilahuín

**ABSCISA:** 4 + 00

**ENSAYADO POR:** Silvana Acosta

**FECHA:** Ambato 15-03-2015

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

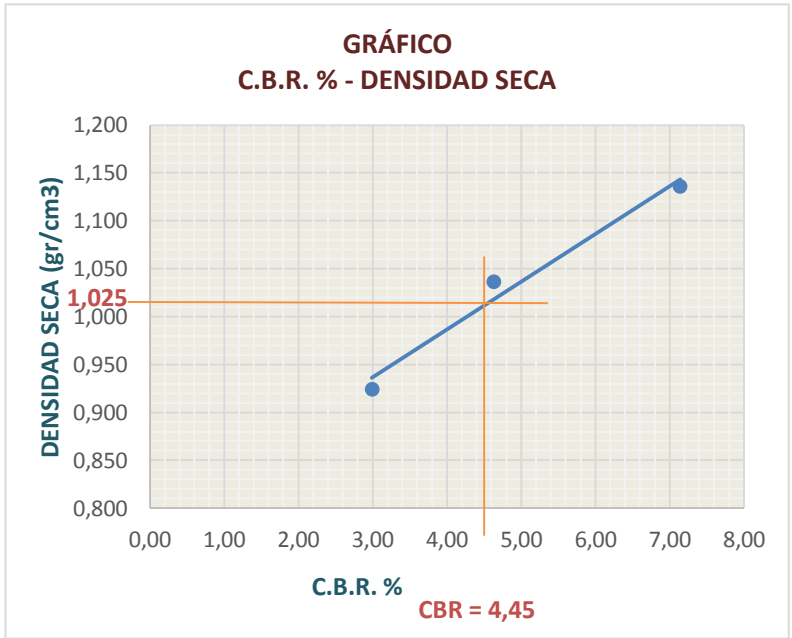
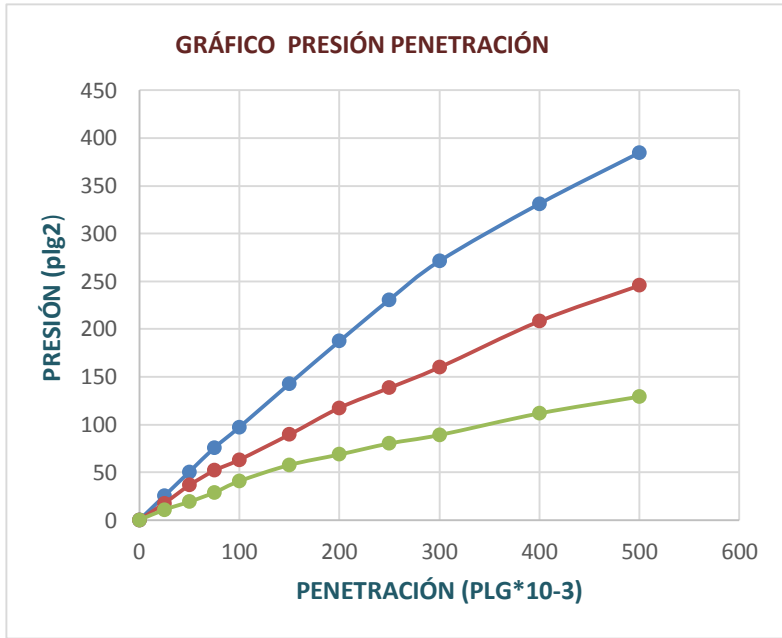
LECTURA DIAL en Plgs.\*10-2

Molde Número			15				18				44			
Fecha		Tiempo	Lectura	h	Esponja		Lectura	h	Esponja		Lectura	h	Esponja	
Día y mes	Hora	Días	Dial	Muestra	Plgs.*10-2	%	Dial	Muestra	Plgs.*10-2	%	Dial	Muestra	Plgs.*10-2	%
			Plgs.	Plgs.			Plgs.	Plgs.			Plgs.	Plgs.		
27-mar-15	14:30	0	0,02	5,00	0	0,00	0,02	5,00	0	0,00	0,00	5,00	0	0,00
28-mar-15	13:15	1	0,04		2,54	0,51	0,04		2,83	0,57	0,04		2,34	0,47
29-mar-15	13:10	2	0,06		5,01	1,00	0,07		5,58	1,12	0,07		5,58	1,12

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2

Molde Número			15				18				44			
Tiempo		Penet.	Q Lect	Presiones		CBR	Q Lect	Presiones		CBR	Q Lect	Presiones		CBR
Min	Seg	" 10-3	Dial	Leída	Corre	%	Dial	Leída	Corre	%	Dial	Leída	Corre	%
				lb/plg2				lb/plg2				lb/plg2		
		0	0	0,00			0				0			
0	30	25	25,2	18,51			17,5	12,86			10,8	7,93		
1	0	50	50,4	37,03			36,4	26,74			19,1	14,03		
1	30	75	75,6	55,54			51,8	38,06			28,8	21,16		
2	0	100	97,2	71,41	71,410	7,14	63,1	46,36	46,36	4,64	40,7	29,90	29,90	2,99
3	0	150	142,6	104,76			89,4	65,68			57,6	42,32		
4	0	200	187,2	137,53			117,4	86,25			68,6	50,40		
5	0	250	230,7	169,49			138,4	101,68			80,2	58,92		
6	0	300	271,1	199,17			159,8	117,40			89,01	65,39		
8	0	400	331,15	243,28			208,2	152,96			111,7	82,06		
10	0	500	384,7	282,63			245,6	180,43			129,2	94,92		
<b>CBR corregido</b>						<b>7,14</b>	<b>4,64</b>						<b>2,99</b>	



Densidad	vs	Resistencia	Densidad Máxima =	1,089 gr/cm <sup>3</sup>
1,136 gr/cm <sup>3</sup>		7,14 %	95% de DM =	1,025 gr/cm <sup>3</sup>
1,037 gr/cm <sup>3</sup>		4,64 %	<b>CBR Puntual = 4,45</b>	
0,925 gr/cm <sup>3</sup>		2,99 %		



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
**DETERMINACIÓN DEL C.B.R. DE DISEÑO**



**PROYECTO:** Vía Escorzonera - Mandana

**UBICACIÓN:** El Lindero

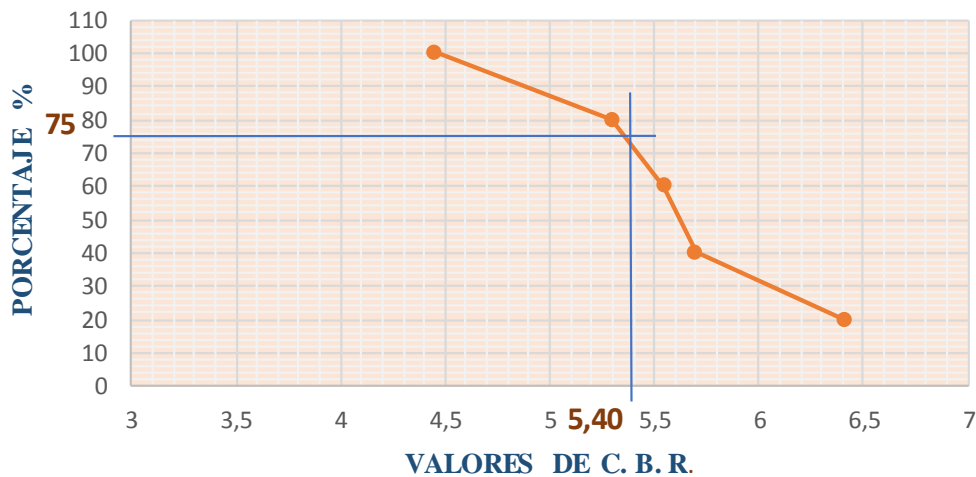
**SECTOR:** Pilahuín

**REALIZADO POR:** Silvana Acosta

**ABSCISA:** Abril 2015

Km. de la Muestra	C.B.R.	# = ó > (CBR menor)	Porcentaje
Absc. 5+00	4,45	5	100
Absc. 4+00	5,30	4	80
Absc. 3+00	5,55	3	60
Absc. 1+00	5,70	2	40
Absc. 2+00	6,41	1	20

**DETERMINACIÓN  
C.B.R. DE DISEÑO**



**C.B.R. Diseño= 5,4**

Anexo 6.

ANÁLISIS DE PRECIOS

UNITARIOS

## Anexo 6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
Proyecto: Vía Escorzonera - Mandana	Hoja 1 de 14
AUTOR: Silvana Acosta	

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>RUBRO:</b> Replanteo y Nivelación	<b>UNIDAD:</b> Km
--------------------------------------	-------------------

#### DETALLE

#### **EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5% de M. O. Equipo Topográfico	1.00	20.00	20.00	8	6.56
<b>SUB TOTAL M</b>					166.56

#### **MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Topógrafo 2 experiencia mayor a 5 años C1	1.00	3.57	3.57	8	28.56
Cadenero D2	3.00	3.22	9.66	8	77.28
Peón E2	1.00	3.18	3.18	8	25.44
<b>SUB TOTAL N</b>					131.28

#### **MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
Estacas de madera	u	50.00	0.2	10
Pintura esmalte supremo varios colores	4000 cc	1.00	16.25	16.25
<b>SUB TOTAL O</b>				26.25

#### **TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	324.09
COSTOS INDIRECTOS 20%	64.82
OTROS INDIRECTOS	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	388.91
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>388.91</b>

PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
Ambato, Octubre 2015



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto: Vía Escorzonera - Mandana  
 AUTOR: Silvana Acosta

Hoja 2 de 14

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** Excavación de materiales sin clasificar **UNIDAD:** m

**DETALLE**

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5% de M. O.					0.02
Excavadora incluye operador y combustible	1.00	45	45	0.035	1.58
Volqueta incluye operador y combustible	1.00	30	30	0.035	1.05
<b>SUBTOTAL M</b>					2.64

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Maestro mayor C1	1.00	3.57	3.57	0.035	0.12
Peón E2	2.00	3.18	6.36	0.035	0.22
Inspector de obra B3	0.10	3.57	0.357	0.035	0.01
<b>SUBTOTAL N</b>					0.36

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
<b>SUBTOTAL O</b>				0.00

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.00
COSTOS INDIRECTOS 20%	0.60
OTROS INDIRECTOS	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.60
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>3.60</b>

PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Octubre 2015

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto: Vía Escorzonera - Mandana  
 AUTOR: Silvana Acosta

Hoja 3 de 14

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** Excavación para cunetas y encausamiento **UNIDAD:** m3

**DETALLE**

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5% de M. O. Minixcavadora (no incluye operador y combu	1.00	21.70	21.7	0.1	0.04 2.17
<b>SUBTOTAL M</b>					2.21

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Maestro mayor C1	1.00	3.57	3.57	0.08	0.29
Peón E2	1.00	3.18	3.18	0.08	0.25
Inspector de obra B3	0.10	3.57	0.36	0.08	0.03
Operador de Equipo pesado	1.00	3.39	3.39	0.08	0.27
<b>SUBTOTAL N</b>					0.84

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
<b>SUBTOTAL O</b>				0.00

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.05
COSTOS INDIRECTOS 20%	0.61
OTROS INDIRECTOS	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.66
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>3.66</b>

PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Octubre 2015

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto: Vía Escorzonera - Mandana  
 AUTOR: Silvana Acosta

Hoja 4 de 14

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** Relleno compactado con suelo natural **UNIDAD:** m3

**DETALLE**

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5% de M. O.					0.01
Tanquero de agua	0.50	25	12.5	0.009	0.11
Rodillo vibratorio liso cs-431	1.00	25.5	25.5	0.009	0.23
Motoniveladora 140g	1.00	45	45	0.009	0.41
<b>SUBTOTAL M</b>					0.75

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peón E2	2.00	3.18	6.36	0.009	0.06
Chofer volquetas tanquero C1	0.50	4.67	2.335	0.009	0.02
Ayudante de maquinaria	1.00	2.86	2.86	0.009	0.03
Operador de motoniveladora	1.00	3.02	3.02	0.009	0.03
Operador de rodillo autopropulsante C1	1.00	2.94	2.94	0.009	0.03
<b>SUBTOTAL N</b>					0.16

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
Agua	m3	0.2	1.5	0.3
<b>SUBTOTAL O</b>				0.3

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.21
COSTOS INDIRECTOS 20%	
OTROS INDIRECTOS	0.24
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.46
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>1.46</b>

PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Octubre 2015

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto: Vía Escorzonera - Mandana  
 AUTOR: Silvana Acosta

Hoja 5 de 14

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** Transporte material de desalojo, limpieza y sobre acarreo de materiales producto de es **UNIDAD:** m<sup>3</sup>

**DETALLE**

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5% de M. O. Volqueta (Incluye operador y combustible)	1.00	27.3	30	0.08	0.01 2.4
<b>SUBTOTAL M</b>					2.41

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón E2	2.00	3.18	6.36	0.032	0.20
<b>SUBTOTAL N</b>					0.20

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO
<b>SUBTOTAL O</b>				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO
<b>SUBTOTAL P</b>				

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.61
COSTOS INDIRECTOS 20%	0.52
OTROS INDIRECTOS	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.14
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>3.14</b>

PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Octubre 2015

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto: Vía Escorzonera - Mandana  
 AUTOR: Silvana Acosta

Hoja 6 de 14

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** Suministro y colocación de sub base de agregados, clase 3 **UNIDAD:** m 3

**DETALLE**

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5% de M. O.					0.02
Motoniveladora	1.00	50	50	0.0167	0.84
Rodillo compactador	1.00	16.8	16.8	0.0167	0.28
Tanquero	1.00	25	25	0.0167	0.42
Volqueta	1.00	30	30	0.0167	0.50
<b>SUBTOTAL M</b>					2.05

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Inspector de obra B3	0.50	3.57	1.79	0.0167	0.03
Albañil D2	1.00	3.22	3.22	0.0167	0.05
Peón E2	3.00	3.18	9.54	0.0167	0.16
Operador para equipo liviano	1.00	3.39	3.39	0.0167	0.06
Operador para equipo pesado	2.00	3.57	7.14	0.0167	0.12
<b>SUBTOTAL N</b>					0.42

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Sub- base clase 3	m3	1.00	6.50	6.50
Agua	m3	0.02	1.50	0.03
<b>SUBTOTAL O</b>				6.53

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Transporte sub - base clase 3	m3- Km	19	0.25	4.75
<b>SUBTOTAL P</b>				4.75

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	13.75
COSTOS INDIRECTOS 20%	2.75
OTROS INDIRECTOS	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16.50
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>16.50</b>

PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Octubre 2015

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto: Vía Escorzonera - Mandana  
 AUTOR: Silvana Acosta

Hoja 7 de 14

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** Suministro y colocación de la base de agregados, clase 4 **UNIDAD:** m<sup>3</sup>

**DETALLE**

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5% de M. O.					0.02
Motoniveladora	1.00	50	50	0.0167	0.84
Rodillo compactador	1.00	16.8	16.8	0.0167	0.28
Tanquero	1.00	25	25	0.0167	0.42
Volqueta	1.00	30	30	0.0167	0.50
<b>SUBTOTAL M</b>					2.05

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Inspector de obra B3	0.50	3.57	1.79	0.0167	0.03
Albañil D2	1.00	3.22	3.22	0.0167	0.05
Peón E2	3.00	3.18	9.54	0.0167	0.16
Operador para equipo liviano	1.00	3.39	3.39	0.0167	0.06
Operador para equipo pesado	2.00	3.57	7.14	0.0167	0.12
<b>SUBTOTAL N</b>					0.42

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Sub- base clase 4	m <sup>3</sup>	1.00	8.50	8.50
Agua	m <sup>3</sup>	0.20	1.50	0.30
<b>SUBTOTAL O</b>				8.80

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Transporte sub-base clase 3	m <sup>3</sup> - Km	19	0.25	4.75
<b>SUBTOTAL P</b>				4.75

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	16.02
COSTOS INDIRECTOS 20%	3.20
OTROS INDIRECTOS	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	19.23
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>19.23</b>

PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Octubre 2015

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto: Vía Escorzonera - Mandana  
 AUTOR: Silvana Acosta

Hoja 8 de 14

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** Carpeta Asfáltica e = 5 cm **UNIDAD:** m 2

**DETALLE**

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5% de M. O.					0.01
Planta Asfáltica	0.50	120.00	60.00	0.008	0.48
Distribuidor de asfalto	1.00	30.00	30.00	0.008	0.24
Rodillo tambor liso	1.00	10.29	10.29	0.008	0.08
Volqueta	1.00	30.00	30.00	0.008	0.24
Terminadora de asfalto tipo bite	1.00	25.00	25.00	0.008	0.20
<b>SUBTOTAL M</b>					1.25

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Inspector de obra B3	1.00	3.57	3.57	0.008	0.03
Chofer volquetas tanquero C1	1.00	4.67	4.67	0.008	0.04
Peón E2	2.00	3.18	6.36	0.008	0.05
Operador responsable de la planta asfáltica	1.00	3.39	3.39	0.008	0.03
<b>SUBTOTAL N</b>					0.14

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Asfalto	gl	1.800	2.80	5.04
Agregados para carpeta	m3	0.050	11.30	0.57
Diésel	gl	0.300	0.95	0.29
Arena	m3	0.048	9.75	0.47
<b>SUBTOTAL O</b>				6.36

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	7.75
COSTOS INDIRECTOS 20%	1.55
OTROS INDIRECTOS	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	9.30
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>9.30</b>

PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Octubre 2015

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto: Vía Escorzonera - Mandana  
 AUTOR: Silvana Acosta

Hoja 9 de 14

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** Cuneta de Hormigón simple  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$  **UNIDAD:** ml

**DETALLE**

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5% de M. O.					0.07
Concretera a diesel o gasolina (1 saco)/día	0.02	3.05	0.061	0.0556	0.00
Minicargadora	0.05	15.00	0.75	0.0556	0.04
Tanquero	0.03	25	0.75	0.0556	0.04
Volqueta	1.00	30	30	0.0556	1.67
<b>SUBTOTAL M</b>					1.83

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Maestro mayor C1	1.00	3.57	3.57	0.0556	0.20
Peón E2	5.00	3.18	15.90	0.0556	0.88
Inspector de obra B3	0.04	3.57	0.14	0.0556	0.01
Albañil D2	2.00	3.22	6.44	0.0556	0.36
Chofer volquetas tanquero C1	0.07	4.67	0.33	0.0556	0.02
<b>SUBTOTAL N</b>					1.47

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
Cemento portland	Kg	30.00	0.15	4.50
Arena suelta	m3	0.05	9.75	0.49
Agua	m3	0.02	1.50	0.03
Impermeable para morteros Inbetón-50	lt	0.05	6.14	0.31
Ripio cribado	m3	0.08	11.00	0.88
Pingos de eucalipto 4 a 7 m.	m	0.15	1.23	0.18
Tabla dura de encofrado de 0,20 m.	u	0.50	1.80	0.90
Clavos de 2 a 3 1/2"	kg	0.10	1.76	0.18
<b>SUBTOTAL O</b>				7.47

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	10.76
COSTOS INDIRECTOS 20%	2.15
OTROS INDIRECTOS	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	12.91
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>12.91</b>

PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Octubre 2015



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto: Vía Escorzonera - Mandana  
 AUTOR: Silvana Acosta

Hoja 10 de 14

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** Hormigón simple  $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$  **UNIDAD:** m<sup>3</sup>

**DETALLE**

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5% de M. O. Concretera a diésel o gasolina (1 saco)/día	1.00	3.05	3.05	0.8	0.85 2.44
<b>SUBTOTAL M</b>					3.29

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Maestro mayor C1	1.00	3.57	3.57	0.8	2.86
Peón E2	3.00	3.18	9.54	0.8	7.63
Inspector de obra B3	0.50	3.57	1.79	0.8	1.43
Albañil D2	2.00	3.22	6.44	0.8	5.15
<b>SUBTOTAL N</b>					17.07

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
Cemento portland	Saco (50 kg)	6.00	7.50	45.00
Arena suelta	m <sup>3</sup>	0.75	10.00	7.50
Agua	m <sup>3</sup>	0.20	1.50	0.30
Impermeable para morteros Inbetón - 50	lt	0.15	6.14	0.92
Ripio cribado	m <sup>3</sup>	0.75	11.00	8.25
Pingos de eucalipto 4 a 7m	m	18.00	1.23	22.14
Tabla dura encofrado de 0,20 m.	u	8.00	1.80	14.40
Clavos de 2 a 3 1/2"	kg	0.90	1.76	1.58
Alambre de amarre	kg	0.05	3.38	0.17
<b>SUBTOTAL O</b>				100.26

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00

PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Octubre 2015

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	120.63
COSTOS INDIRECTOS 20%	24.13
OTROS INDIRECTOS	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	144.75
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>144.75</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto: Vía Escorzonera - Mandana  
 AUTOR: Silvana Acosta

Hoja 11 de 14

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** Señalización horizontal a = 12 cm **UNIDAD:** ml

**DETALLE**

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Mecanismo Rociador	1	4	4	0.004	0.02
Camioneta	1	7	7	0.004	0.03
<b>SUBTOTAL M</b>					0.044

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Peón E2	1.00	3.18	3.18	0.004	0.01
Operador para equipo liviano	1.00	3.39	3.39	0.004	0.01
Chofer de vehículo liviano	1.00	4.52	4.52	0.004	0.02
<b>SUBTOTAL N</b>					0.04

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Pintura de señalización	gal	0.004	65.2	0.26
<b>SUBTOTAL O</b>				0.26

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.35
COSTOS INDIRECTOS 20%	
OTROS INDIRECTOS	0.07
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.42
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>0.42</b>

PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Octubre 2015

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto: Vía Escorzonera - Mandana  
 AUTOR: Silvana Acosta

Hoja 12 de 14

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>RUBRO:</b> Señalización vertical	<b>UNIDAD:</b> u
-------------------------------------	------------------

**DETALLE**

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5% de M. O.					0.28
Camión mediano	1.00	40	40	0.5	20
Soldadora electrica	1.00	2.25	2.25	0.5	1.125
<b>SUBTOTAL M</b>					21.41

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peón E2	1.00	3.18	3.18	0.5	1.59
Inspector de obra B3	0.10	3.57	0.36	0.5	0.18
Albañil D2	1.00	3.22	3.22	0.5	1.61
Chofer profesional tipo C D2	1.00	4.52	4.52	0.5	2.26
<b>SUBTOTAL N</b>					5.64

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
Señal vertical	u	1	75	75.00
Hormigón para empotramiento	m3	0.07	119.12	8.34
<b>SUBTOTAL O</b>				83.34

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	110.38
COSTOS INDIRECTOS 20%	
OTROS INDIRECTOS	22.08
COSTO TOTAL DEL RUBRO	132.46
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>132.46</b>

PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Octubre 2015

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto: Vía Escorzonera - Mandana  
 AUTOR: Silvana Acosta

Hoja 13 de 14

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** Tubería metálica tipo ármico D = 1,2 m **UNIDAD:** m l

**DETALLE**

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5% de M. O. Retroexcavadora (Incl. operador y combustible)	0.20	28.00	5.6	0.50	0.22 2.8
<b>SUBTOTAL M</b>					3.02

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peón E2	3.00	3.18	9.54	0.320	3.05
Inspector de obra B3	0.10	3.57	0.36	0.320	0.11
Maestro mayor C1	1.00	3.57	3.57	0.320	1.14
<b>SUBTOTAL N</b>					4.31

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
Tubería metálica tipo ármico de 1200 mm	u	1	145	145.00
Pintura Antioxidante	m3	1	17.45	17.45
<b>SUBTOTAL O</b>				162.45

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	169.77
COSTOS INDIRECTOS 20%	
OTROS INDIRECTOS	33.95
COSTO TOTAL DEL RUBRO	203.73
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>203.73</b>

PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Octubre 2015

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Proyecto: Vía Escorzonera - Mandana  
 AUTOR: Silvana Acosta

Hoja 14 de 14

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** Tubería PVC corrugado D = 300 mm **UNIDAD:** m l

**DETALLE**

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Herramienta Menor 5% de M. O.					0.16
<b>SUBTOTAL M</b>					0.16

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C*R
Peón E2	2.00	3.18	6.36	0.320	2.04
Inspector de obra B3	0.10	3.57	0.36	0.320	0.11
Maestro mayor C1	1.00	3.57	3.57	0.320	1.14
<b>SUBTOTAL N</b>					3.29

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
Tubería PVC corrugada de 300 mm	m	1	25.00	25.00
<b>SUBTOTAL O</b>				25.00

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A*B
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00

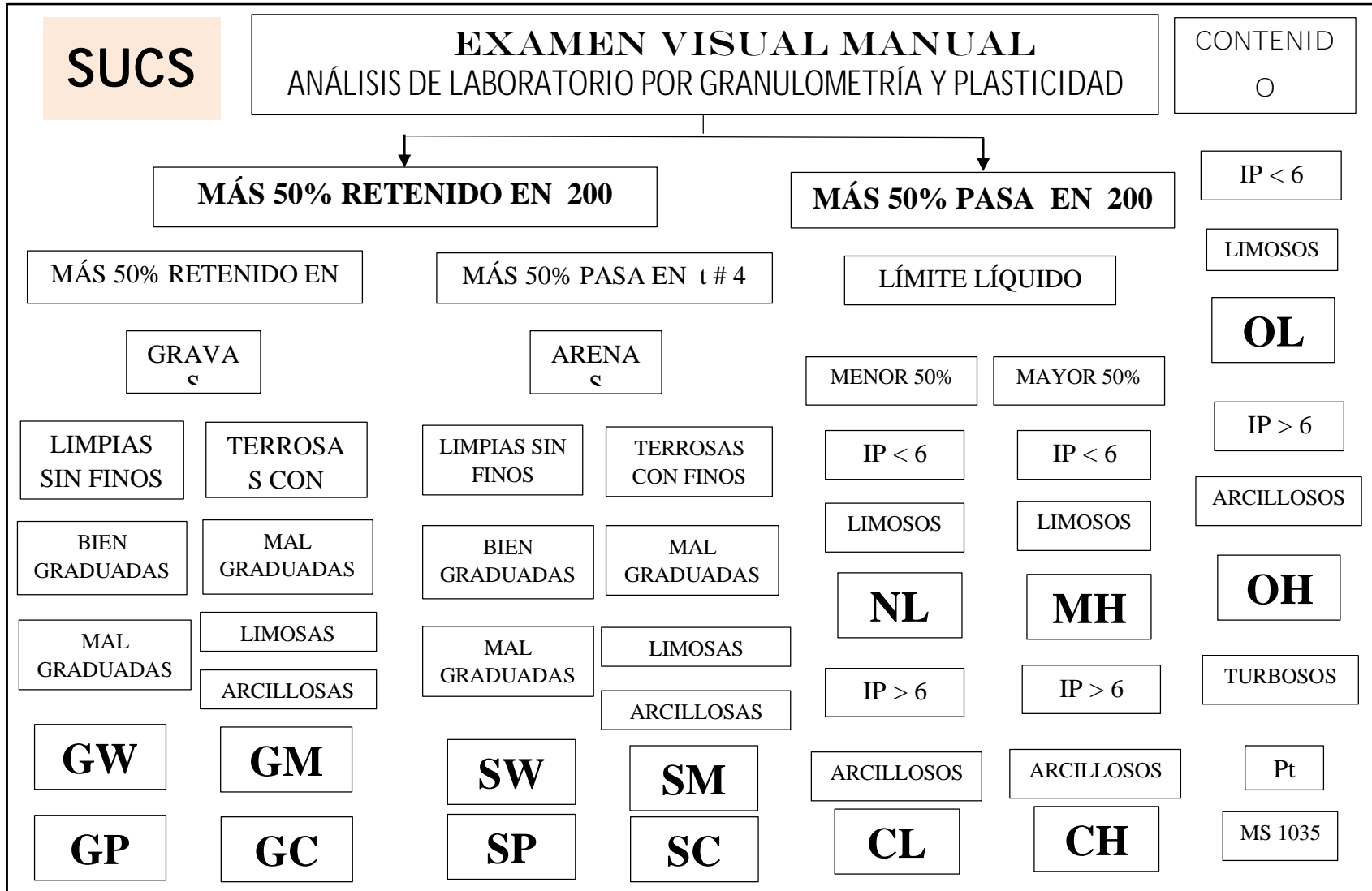
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	28.46
COSTOS INDIRECTOS 20%	
OTROS INDIRECTOS	5.69
COSTO TOTAL DEL RUBRO	34.15
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>34.15</b>

PRECIOS NO INCLUYEN IVA  
 Ambato, Octubre 2015

Anexo 7.

TABLAS NORMAS

Anexo 7. TABLAS NORMAS



**CATEGORIZACIÓN SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO**



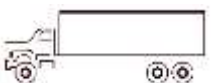
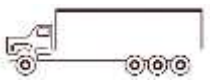














VEHÍCULO	CATEGORÍA
	C-2-P
	C-2-G
	C-3
	C-4
	C-5
	C-6
C2P: Camión 2 ejes pequeños C2G: Camión 2 ejes grandes C-3: Camión 3 ejes C-4: Camión 4 ejes C-5: Camión 5 ejes C-6: Camión 6 ejes	

TABLA DE DIMENSIONES Y CARGA								
VEHÍCULO Y SUS COMBINACIONES		LONGITUD TOTAL (m)	CARGA POR EJE (TN)				PESO BRUTO MÁXIMO	
			EJE DELANTERO	CARGA POR EJE PORTERIOR				
SIMBOLO	DIAGRAMA			1° EJE	2° EJE	3° EJE	4° EJE	
C2		13,20	6	11				17
C3		13,20	6	18				24
C4		13,20	6	25				30
T2S1 2S1		18,30	6	11	11			28
T2S2 2S2		18,30	6	11	18			35
T2S3 2S3		18,30	6	11	25			42
T3S1 3S1		18,30	6	18	11			35
T3S2 3S2		18,30	6	18	18			42
T3S3 3S3		18,30	6	18	25			48
2 - R2 2T2		18,00	6	11	11	11		39
C2 - R3 2T3		18,30	6	11	11	18		46
C3 - R2 3T2		18,30	6	18	11	11		46





República del Ecuador  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE  
DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

NORMAS	CLASE I 3000-8000 TPDA						CLASE II 1000-3000 TPDA						CLASE III 300-1000 TPDA						CLASE IV 100-300 TPDA						CLASE V MENOS DE 100 TPDA														
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA											
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M			
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25	60	50	40	50	35	25	60	50	40	50	35	25			
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20	110	75	42	75	30	20			
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25	70	55	40	55	35	25			
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110	210	150	110						
Peralte	MÁXIMO=10%																		10% (Para V>50 K.P.H.)						8% (V<50 K.P.H.)														
Coefficiente "K" para:																																							
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2	12	7	4	7	3	2			
Curvas verticales concavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3	13	10	6	10	5	3			
Gradiente Longitudinal máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	6	8	6	8	6	8	6	8	6	8
Gradiente Longitudinal mínima (%)	0.50%																																						
Ancho de Pavimento (m)	7.30			7.30			7.00			6.70			6.70			6.00			6.00						4.00														
Clase de pavimento	Carpetas Asfáltica y Hormigón						Carpetas Asfáltica						Carpetas Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B., Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado														
Ancho de espaldones estables (m)	3	2.5	2	2.5	2	1.5	3	2.5	2	2.5	2	1.5	2	1.5	1	1.5	1	0.5	0.60 (C. V. Tipo 6 y 7)						-														
Gradiente transversal para pavimento (%)	2						2						2						2.5 (C. V. Tipo 6 y 7)						4														
Gradiente transversal para espaldones (%)	2.0 - 4.0						2.0 - 4.0						2.0 - 4.0						4.0 (C. V. Tipo 5 y 5E)						-														
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																						
Puentes	Carga de diseño																																						
	HS-20 - 44; HS-MOP; HS-25																																						
	SERÁ LA DIMENSIÓN DE LA CALZADA DE LA VÍA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																																						
Mínimo derecho de vía (m)	Ancho de la calzada (m)																																						
	0.5 m mínimo a cada lado																																						
Según el Art. 3° de la Ley de Caminos y el Art. 4° del Reglamento aplicativo de dicha ley.																																							
LL=TERRENO PLANO O=TERRENO ONDULADO M=TERRENO MONTAÑOSO																																							
<p>1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 - 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. mas para clase de terreno - Ver secciones transversales típicas para mas detalle. Para el diseño definitivo debe considerarse el numero de vehiculos equivalentes).</p> <p>2) Longitud de las curvas verticales: <math>L=K.A</math>, en donde K= coeficiente respectivo y A= diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: <math>L_{min}=0.60 V</math>, en donde V es la velocidad de diseño expresada en Kilómetros por hora.</p> <p>3) En longitudes cortas menores a 500 m, se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados, y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras Clase I, II, III. Para caminos vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.</p> <p>4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1m. a 6m. de altura, previo análisis y justificación.</p> <p>5/ Espaldon pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver secciones típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0.50 m. más cuando se preveé la instalación de guardacaminos.</p> <p>6) Cuando el espaldón esta pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía</p> <p>7) En los casos en los que haya bastante trafico de peatones, úsese dos aceras completas de 1.20 m. de ancho.</p> <p>8) Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular</p> <p>9) Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar <math>V_0=20</math> km/h y <math>R=15</math> m, siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y y relieve difícil (escarpado).</p> <p><b>NOTA:</b> Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al limite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario al mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.</p>																																							

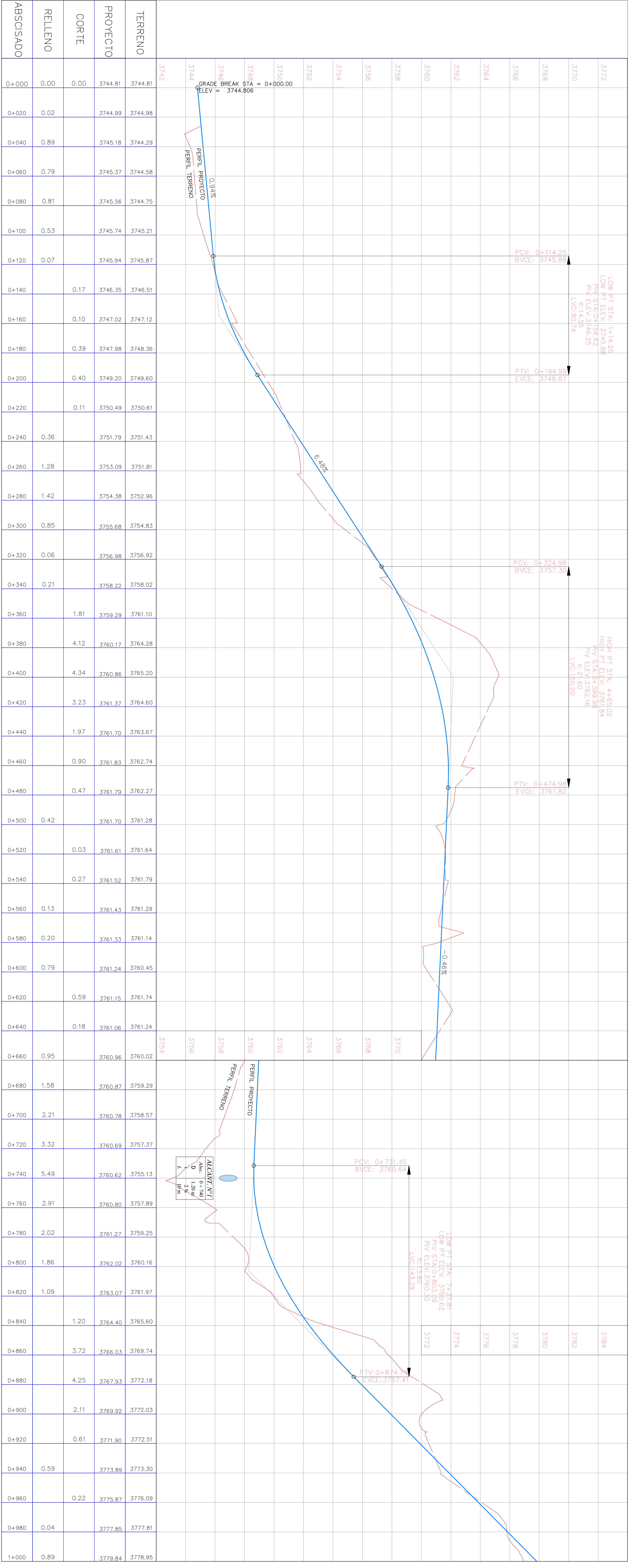
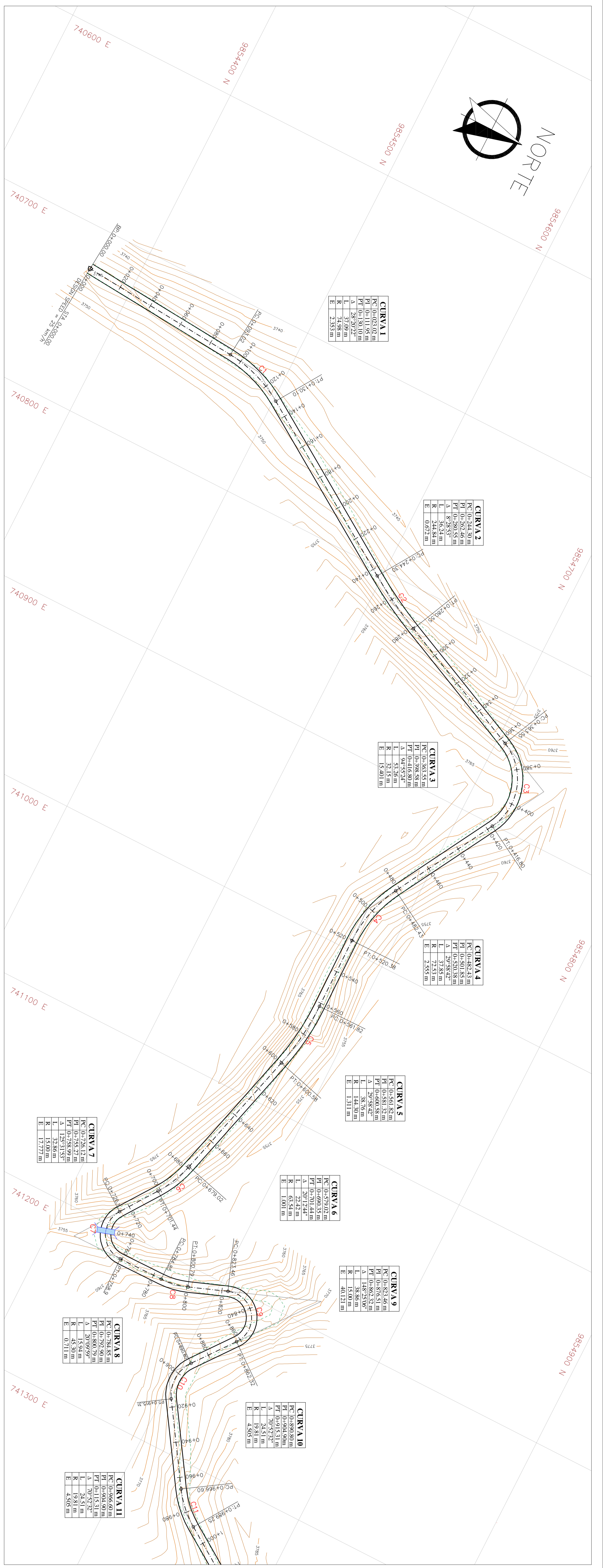
**TABLA DE PARÁMETROS REQUERIDOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

<b>ENSAYOS</b>	<b>OBRAS</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
Granulometría	Sub - bases	MTOP. Tabla 403-1.1
	Bases	MTOP. Tabla 404-1.1 a 404-1.4
	Capa de rodadura	MTOP. Tabla 403-1.1
	Hormigones	MTOP. Tabla 403-1.1
Límite de consistencia	Sub - bases	Límite líquido < 25
		Índice plástico < 6
	Bases	Límite líquido < 25
		Índice plástico < 6
	Capa de rodadura	Límite líquido < 35
		Índice plástico < 4
		INEN 691 Y 692
C.B.R.	Sub - bases	C.B.R. > 25
	Bases	C.B.R. > 80
Abrasión	Sub - bases	< 50% INEN 860 Y 861
	Bases	< 40% INEN 860 Y 861
	Capa de rodadura	< 40% INEN 860
	Hormigones	< 40% INEN 860
Desgaste por acción de sulfato	Bases	< 12% INEN 863
	Capa de rodadura	< 12% INEN 863
	Hormigones	< 12% INEN 863
Adherencia al asfalto o porcentaje de peladura	Capas de rodadura	Adherencia 95%
		Peladura 5%
		AASHTO T 182
Reacción alcalina	Hormigones para obras de importancia	ASTM
Peso específico y absorción	Capas de rodadura y hormigones	INEN 856 Y 857
		INEN 856 Y 857
Porcentaje de partículas livianas y contenido orgánico	Arenas para hormigones	A.A.S.H.O.

Anexo 8.

# PLANOS DISEÑO GEOMÉTRICO





ABSORBADO	RELENO	CORTE	PROYECTO	TERRENO
0+000	0.00	0.00	3744.81	3744.81
0+020	0.02		3744.99	3744.98
0+040	0.89		3745.18	3744.29
0+060	0.79		3745.37	3744.58
0+080	0.81		3745.56	3744.75
0+100	0.53		3745.74	3745.21
0+120	0.07		3745.94	3745.87
0+140	0.17		3746.35	3746.51
0+160	0.10		3747.02	3747.12
0+180	0.39		3747.98	3748.36
0+200	0.40		3749.20	3749.60
0+220	0.11		3750.49	3750.61
0+240	0.36		3751.79	3751.43
0+260	1.28		3753.09	3751.81
0+280	1.42		3754.38	3752.96
0+300	0.85		3755.68	3754.83
0+320	0.06		3756.98	3756.92
0+340	0.21		3758.22	3758.02
0+360	1.81		3759.29	3761.10
0+380	4.12		3760.17	3764.28
0+400	4.34		3760.86	3765.20
0+420	3.23		3761.37	3764.60
0+440	1.97		3761.70	3763.67
0+460	0.90		3761.83	3762.74
0+480	0.47		3761.79	3762.27
0+500	0.42		3761.70	3761.28
0+520	0.03		3761.61	3761.64
0+540	0.27		3761.52	3761.79
0+560	0.13		3761.43	3761.29
0+580	0.20		3761.33	3761.14
0+600	0.79		3761.24	3760.45
0+620	0.59		3761.15	3761.74
0+640	0.18		3761.06	3761.24
0+660	0.95		3760.96	3760.02
0+680	1.58		3760.87	3759.29
0+700	2.21		3760.78	3758.57
0+720	3.32		3760.69	3757.37
0+740	5.49		3760.62	3755.13
0+760	2.91		3760.80	3757.89
0+780	2.02		3761.27	3759.25
0+800	1.86		3762.02	3760.16
0+820	1.09		3763.07	3761.97
0+840	1.20		3764.40	3765.60
0+860	3.72		3766.03	3769.74
0+880	4.25		3767.93	3772.18
0+900	2.11		3769.92	3772.03
0+920	0.61		3771.90	3772.51
0+940	0.59		3773.89	3773.30
0+960	0.22		3775.87	3776.09
0+980	0.04		3777.85	3777.81
1+000	0.89		3779.84	3778.95

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Librería de la UTA  
Carrón Ambato, Parroquia Platanillo, Cantón Platanillo, Manabí y Esmeraldas

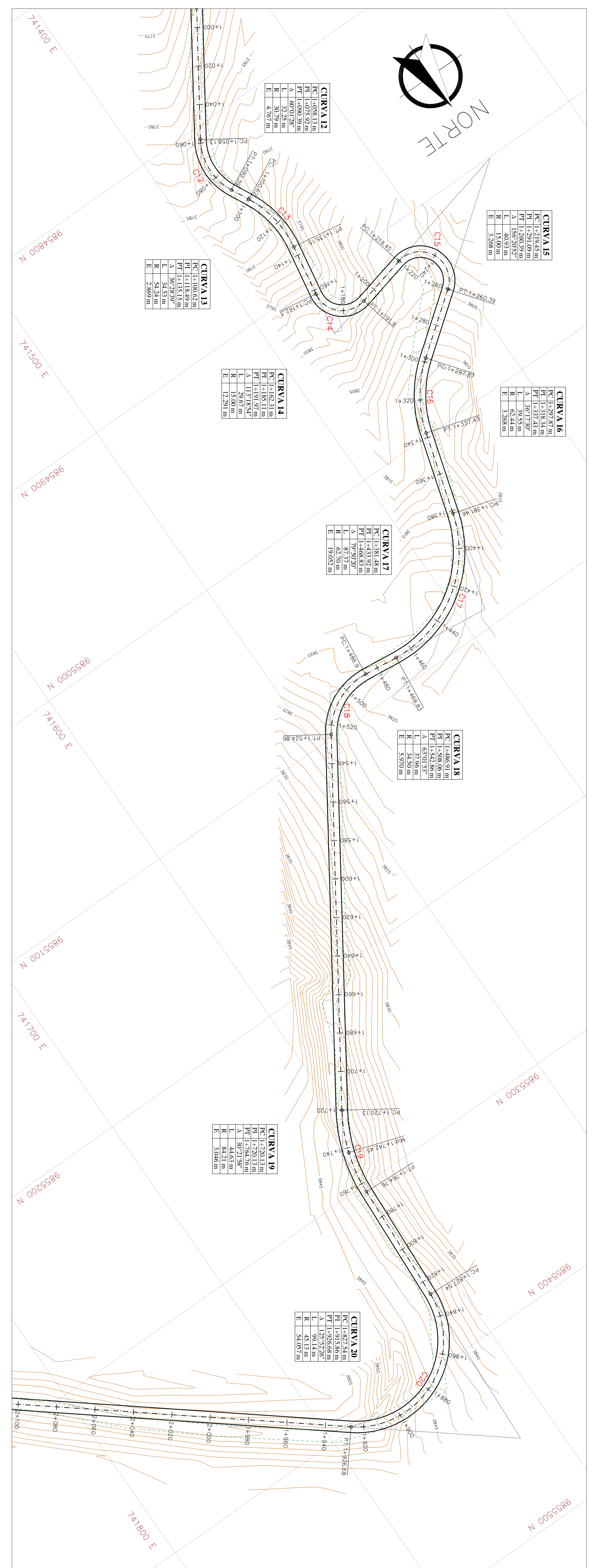
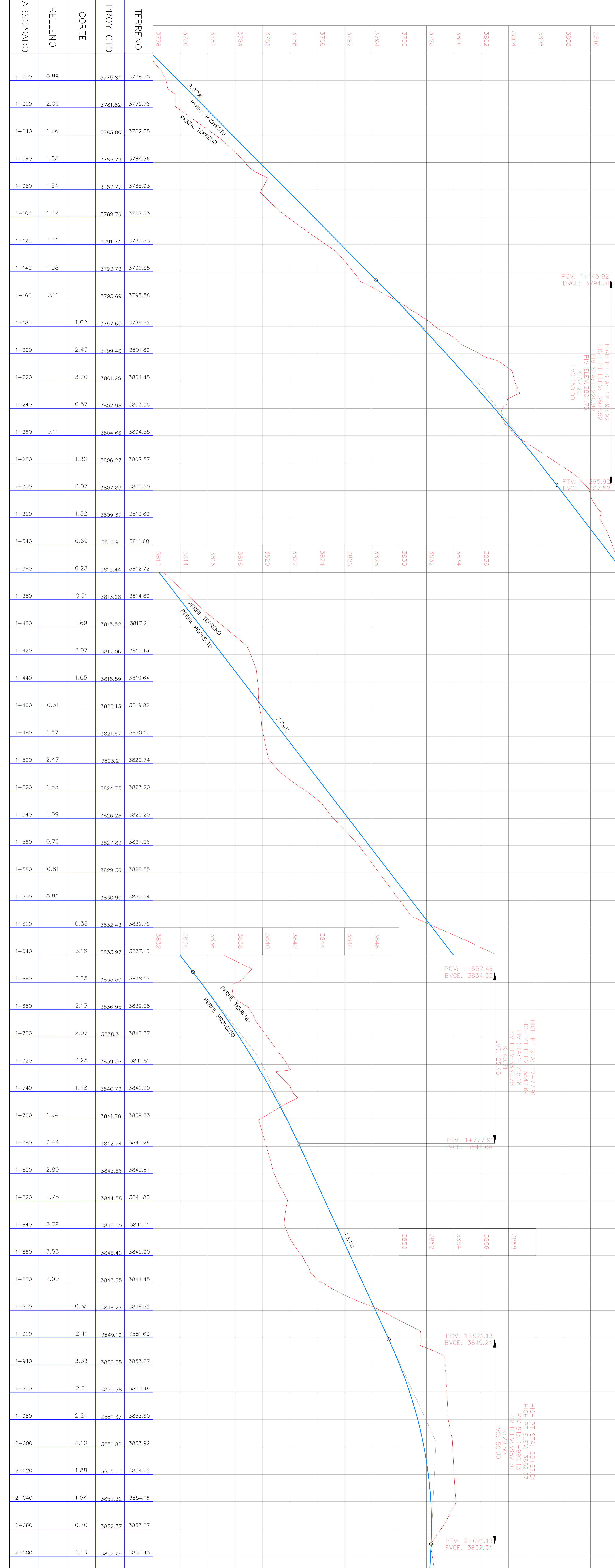
Escuela: H 1100  
Fecha: Octubre 2015

Diseño/Dibujo: Ing. Msc. Ezequiel Pérez  
Láminas: 1/4

**SECCIÓN TRANSVERSAL**

SECCIÓN TÍPICA





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

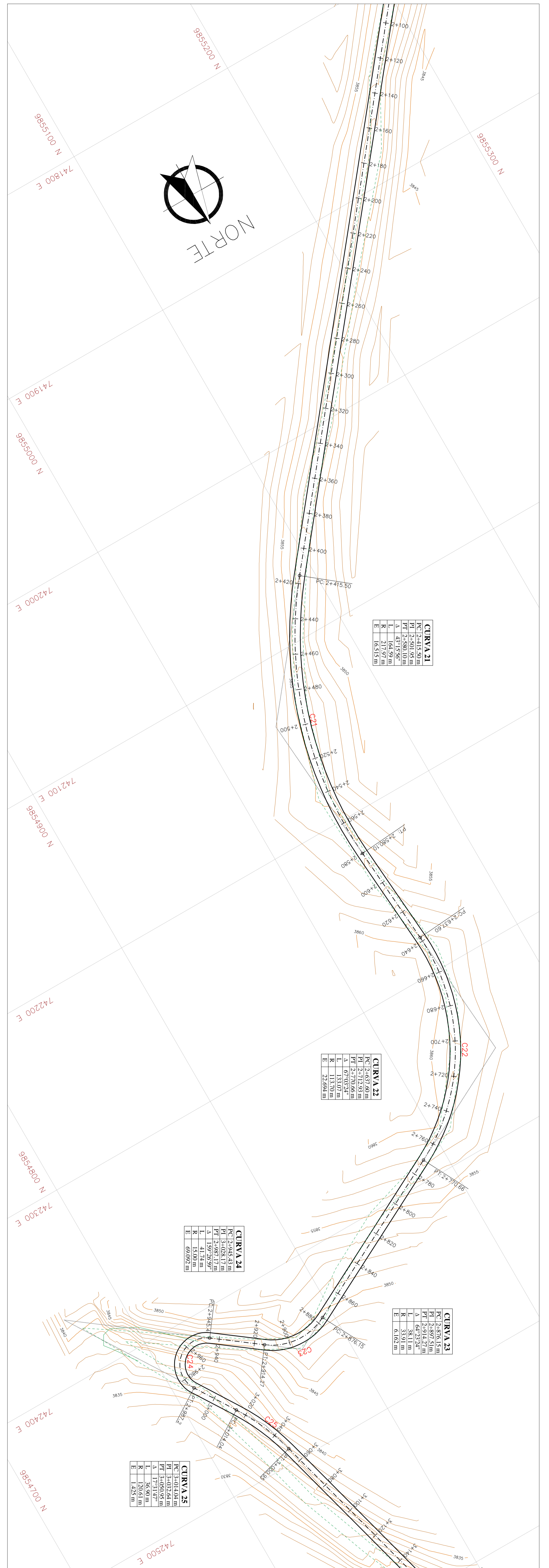
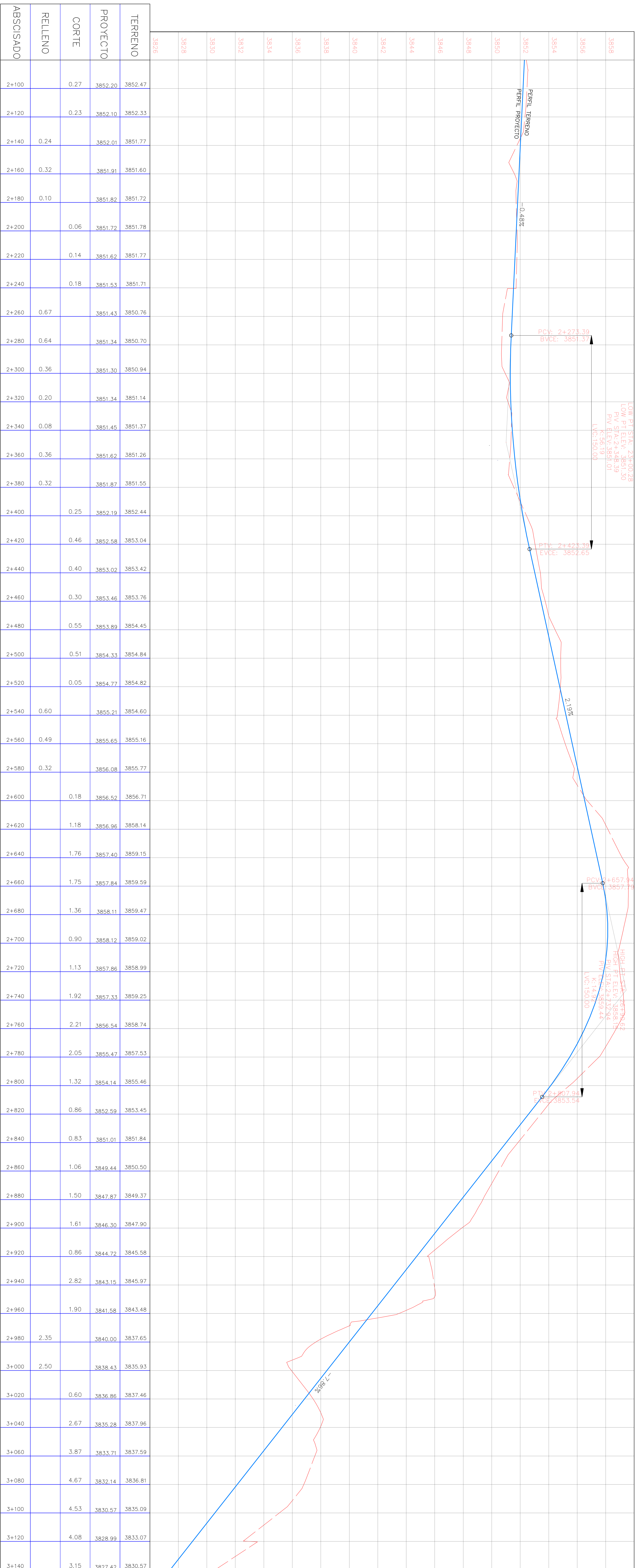
Ubicación de la vía:  
Cantón Ambato, Parroquia Píndilo, comunidades Mandana y Escocozona

Cadente: Perfil Horizontal Escala: H 1:1000 Fecha: Octubre 2015  
 Perfil Vertical Escala: V 1:100  
 Diseño / Dibujos: Restaldero, J. Laminas: 2/4  
 Silvano, Anselmo Lizaso THE MASC Laminas: 2/4

SECCIÓN TRANSVERSAL

SECCIÓN TÍPICA





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Carrilero: Ambato, Parroquia Píllahuin, comunidades Mandana y Escorzonera

Escuela: 411100

Fecha: Octubre 2015

Académico por: Ing. Msc. Lamez Pérez

Lámina: 3/4

**Ubicación de la vía:**

Proyecto: Perfil Horizontal

Perfil Vertical

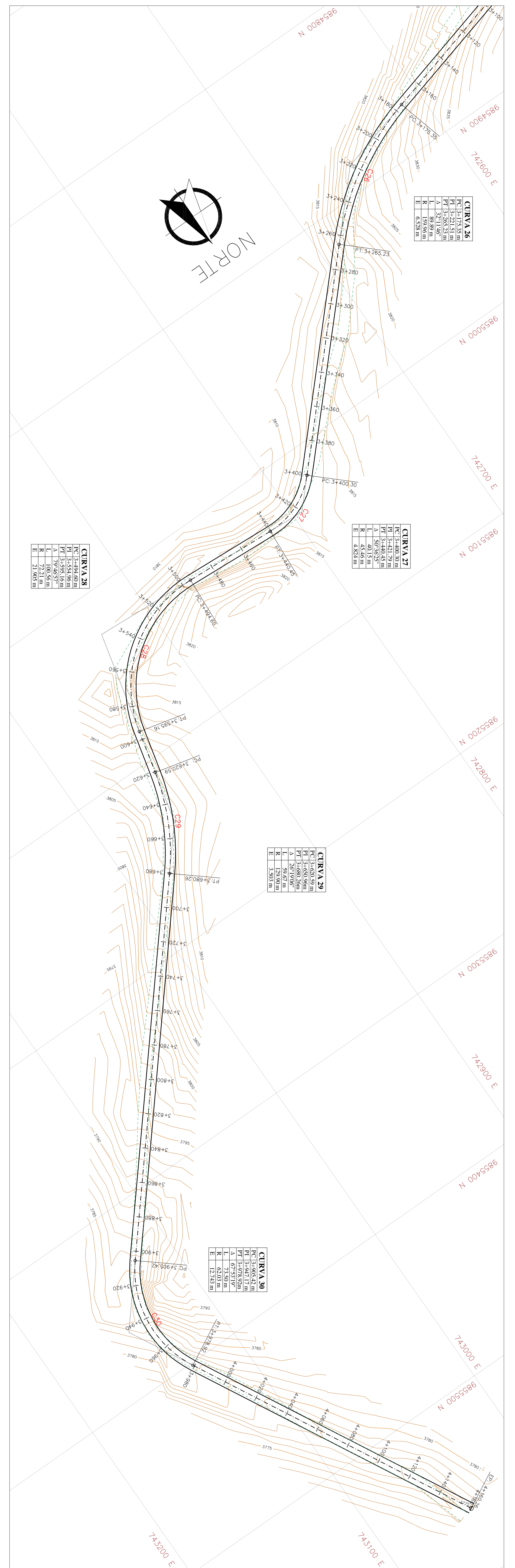
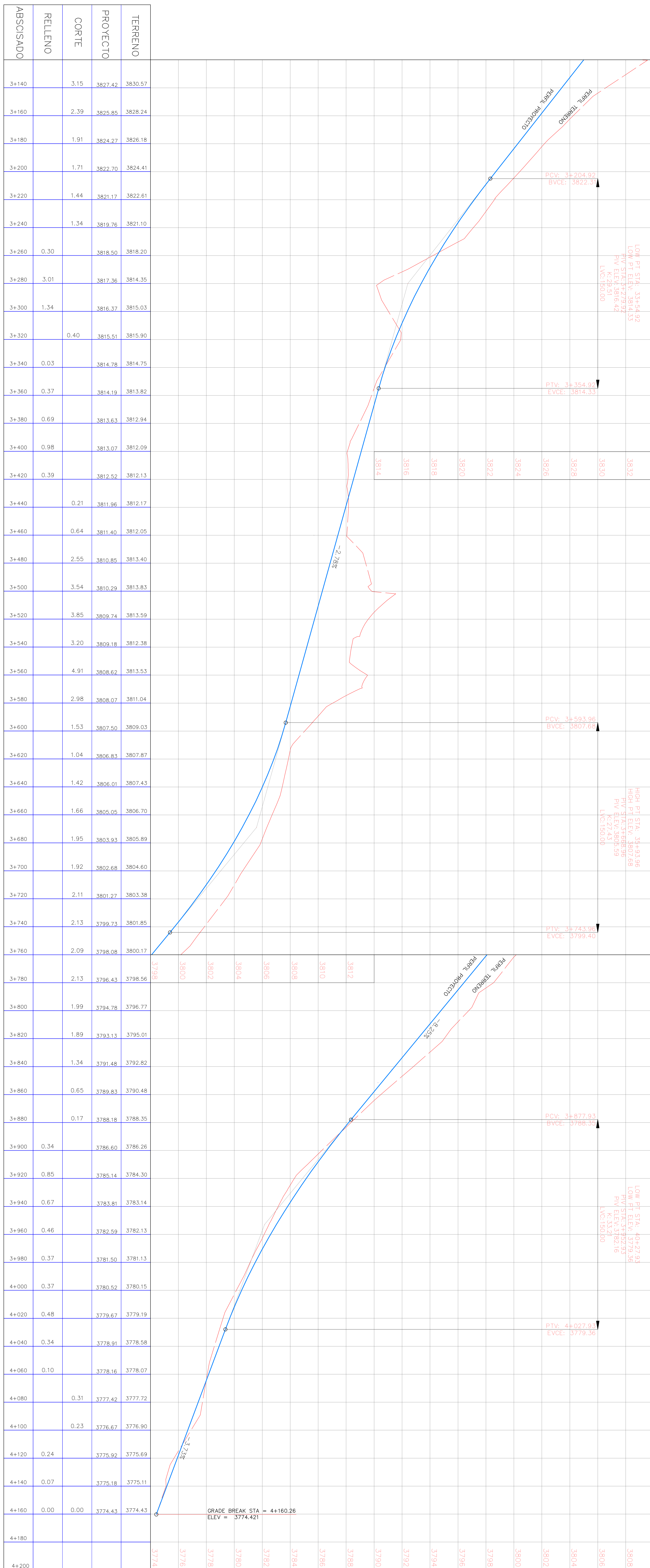
Diseño/Trabajo: Situada Avenida Lázaro

**SECCION TRANSVERSAL**

Capa Asfáltica = 5.00m  
Base = 15cm  
Sub-base = 20cm  
Pendiente 2%  
Cuneta

**SECCION TIPICA**






SECCIÓN TRANSVERSAL

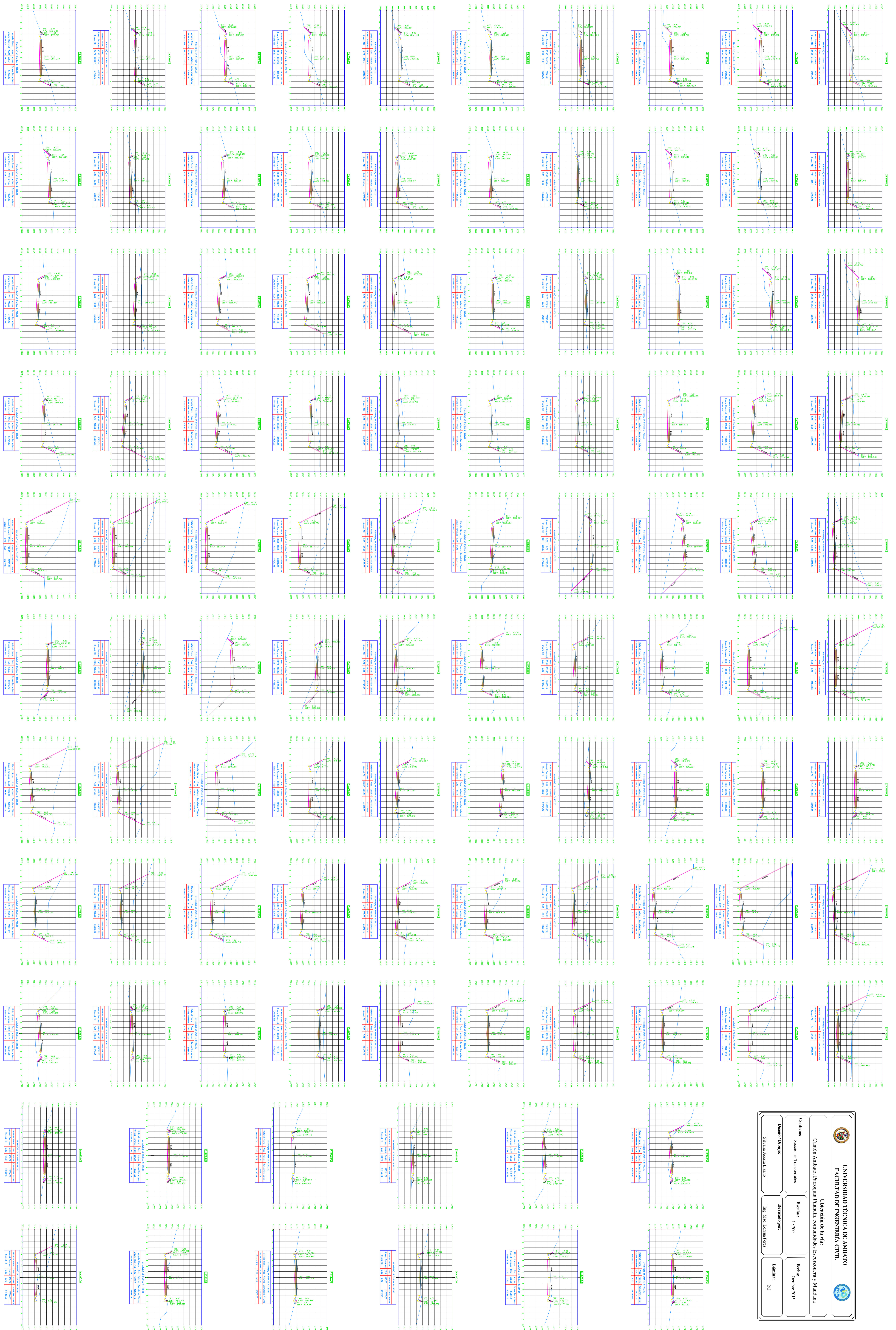
<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>	
<b>FAACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL MECÁNICA</b>	
Ubicación de la vía:	
Cantón Ambato, Parroquia Píshana, comunidades Mandana y Escocozera	
Caudales:	Escalas:
Perfil Horizontal	H: 1:1000
Perfil Vertical	V: 1:100
Fecha:	Octubre 2015
Diseño / Dibujo:	Revisado por:
Silvana Acosta Izano	TEC. MSc. Lorena Rivero
Láminas:	44






 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		Universidad de la UFR Carrera Ambato, Puyoquis, Palumbi, Comandante Meléndez y Escobedo	
Catedrático: Sección Transversales <b>Daniel Dávalos</b> Silvana Acosta Larrea	Escala: 1:200 Autorizado por: Ing. Mac. Darío Pérez	Fecha: Octubre 2015	Lámina: 1/2





 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		Universidad de la I+D+I Carrera Ambato, Perito Pablo, Sembradas Escondidas y Mandana	
Catedrático: Sección Transversales Daniel Dávalos Silvia Acosta Izquierdo	Escala: 1:200 Autorizado por: Ing. Marc Lorenz Pizarro	Fecha: Octubre 2015	Lámina: 2/2