



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Trabajo estructurado de manera independiente, previa la obtención del título de
Ingeniero Civil

TEMA:

**LAS CONDICIONES TÉCNICAS DE LA VÍA PUCAYACA – CRUZ
PUENEBATA PARROQUIA PILAHUÍN CANTÓN AMBATO PROVINCIA
DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO
SOCIO - ECONÓMICO DE LOS HABITANTES.**

AUTOR: Salazar Gamboa Álvaro Napoleón

TUTOR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

AMBATO – ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor del trabajo de graduación, certifico que la presente tesis realizada por el Sr. Salazar Gamboa Álvaro Napoleón, egresado 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 tutoría, es un trabajo personal e inédito, bajo el tema: **“LAS CONDICIONES TÉCNICAS DE LA VÍA PUCAYACA – CRUZ PUENEBATA PARROQUIA PILAHUÍN CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIO - ECONÓMICO DE LOS HABITANTES”**, el cual se ha concluido de manera satisfactoria.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Octubre del 2015

Ing. Mg. Vinicio Almeida

Tutor

AUTORÍA DE LA TESIS

El presente trabajo estructurado de manera independiente previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, es absolutamente original, auténtico a excepción de las citas, cuadros, y gráficos de origen bibliográfico.

Álvaro Napoleón Salazar Gamboa

Autor

DEDICATORIA

A mis padres, **Ángel y Gloria** quiero dedicar este logro, ya que siempre confiaron en mí y me alentaron a perseguir mis sueños.

A mi hermana mayor **Mary**, mi segunda madre quien me brindó su cariño, ternura, amor, y sobre todo su paciencia en los momentos duros de mi vida, además me enseñó a ser un hombre de bien.

A mi hermana **Vivi**, quien a pesar de ser menor que yo, me ayudó sabiamente a encaminarme, con sus consejos y su esencia de ser siempre ella.

A mi hijo **Martín**, quien llegó a ser una alegría en mi vida, que con su ternura hizo de mis días mejores.

A **Vale**, el amor de mi vida que con su apoyo, su infinita comprensión me ayudó que este logro se haga realidad.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi luz, darme la fortaleza y sabiduría guiándome en cada paso durante toda mi vida, y de esta manera he podido alcanzar uno de mis más grandes objetivos el cumplimiento de mi carrera.

A mis padres, **Ángel y Gloria** por su apoyo, su amor incondicional y el esfuerzo que hicieron día tras día para darme la educación.

A mis amigos y familiares que en un sin número de ocasiones me brindaron su apoyo

A la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, que me abrió las puertas dándome la gran oportunidad de formarme como profesional.

Y en especial al **Ing. Vinicio Almeida**, que con su comprensión, conocimientos fue de gran ayuda para salir adelante en mi trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

TÍTULO O PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN	II
AUTORÍA DE LA TESIS	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO	VI
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XII
RESUMEN EJECUTIVO	XIV
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA	1
1.1 TEMA.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis crítico.....	2
1.2.3 Prognosis	3
1.2.4 Formulación del problema	3
1.2.5 Preguntas directrices	3
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación	3
1.2.6.1 Delimitación del contenido.....	3
1.2.6.2 Delimitación espacial	4
1.2.6.3 Delimitación temporal	4
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4 OBJETIVOS.....	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	6
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	7
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	8
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	8
2.4.1 Supra ordenación de las variables.....	8
2.4.2 Definiciones.....	9
2.4.2.1 Caminos y carreteras.....	9
2.4.2.2 Clasificación de carreteras en el Ecuador.....	10
2.4.2.3 Transporte terrestre.....	16
2.4.2.4 Tráfico.....	17
2.4.3 Diseño Geométrico.....	20
2.4.3.1 Diseño Horizontal.....	20
2.4.3.2 Diseño Vertical.....	33
2.4.3.3 Diseño Transversal.....	38
2.4.3.4 Sistemas de drenaje.....	49
2.4.2.7 Estudios de suelos.....	53
2.5 HIPÓTESIS.....	64
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	64
2.6.1 Variable Independiente.....	64
2.6.2 Variable Dependiente.....	64

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA.....	65
3.1 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN.....	65
3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	65
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	66
3.3.1 Población o Universo.....	66
3.3.2 Muestra.....	66

3.4	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	67
3.4.1	Variable Independiente.....	67
3.4.2	Variable Dependiente.....	68
3.5	PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	68
3.6	PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	68
CAPÍTULO IV		
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....		
4.1	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	69
4.1.1	Análisis de las encuestas realizadas.....	69
4.1.2	Análisis de resultados del estudio topográfico.....	78
4.1.3	Análisis de resultados de estudio de tráfico.....	79
4.1.4	Análisis de resultados del estudio de suelos.....	86
4.2	INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	88
4.2.1	Interpretación de datos de las encuestas.....	88
4.2.2	Interpretación de datos del estudio topográfico.....	89
4.2.3	Interpretación de datos del estudio de tráfico.....	89
4.2.4	Interpretación de datos del estudio de suelo.....	90
4.3	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	90
CAPÍTULO V		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		
5.1	CONCLUSIONES.....	96
5.2	RECOMENDACIONES.....	97
CAPÍTULO VI		
PROPUESTA.....		
6.1	DATOS INFORMATIVOS.....	99
6.1.1	Ubicación.....	99
6.1.2	Descripción del proyecto.....	100

6.1.3	Condiciones climáticas	100
6.2	ANTECEDENTE DE LA PROPUESTA.....	101
6.3	JUSTIFICACIÓN.....	101
6.4	OBJETIVOS.....	102
6.4.1	General.....	102
6.4.2	Específicos.....	102
6.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	102
6.6	FUNDAMENTACIÓN	103
6.6.1	Diseño de la vía.....	103
6.6.2	Diseño de la estructura del pavimento.....	103
6.6.3	Diseño de drenaje.....	104
6.7	METODOLOGÍA.....	104
6.7.1	Diseño Geométrico de la vía.....	105
6.7.1.1	Diseño horizontal	106
6.7.1.2	Diseño vertical	110
6.7.2	Diseño de pavimento	113
6.7.3	Sistema de drenaje	134
6.7.3.1	Diseño de cunetas.....	134
6.7.3.2	Cálculo y diseño de alcantarillas.....	144
6.7.4	Señalización.....	150
6.7.4.1	Señalización horizontal	150
6.7.4.2	Señalización vertical	154
6.7.5	Cálculo de volúmenes.....	157
6.7.6	Presupuesto referencial	160
6.7.7	Cronograma Valorado.....	162
6.8	ADMINISTRACIÓN	163
6.9	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	163
	MATERIAL DE REFERENCIA	164

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Clasificación de Carreteras en función del tráfico proyectado.....	11
Tabla N° 2: Los niveles de servicio para el tránsito peatonal.....	14
Tabla N° 3: Factores que afectan al conductor	15
Tabla N° 4: Clasificación de Vehículos.....	17
Tabla N° 5: Tasas de crecimiento de tráfico (%)	19
Tabla N° 6: Velocidad de Diseño	21
Tabla N° 7: Radios mínimos en función del peralte y el coeficiente f lateral	22
Tabla N° 8: Valores de Radio Mínimo	25
Tabla N° 9: Distancia de visibilidad mínima de parada de un vehículo	29
Tabla N° 10: Distancia de visibilidad mínima de rebasamiento de un vehículo.....	32
Tabla N° 11: Valores de pendientes máximas en (%).....	34
Tabla N° 12: Curvas verticales convexas mínimas.....	35
Tabla N° 13: Curvas verticales cóncavas mínimas	37
Tabla N° 14: Curvas verticales cóncavas mínimas	38
Tabla N° 15: Valores indicativos para taludes	41
Tabla N° 16: Anchos de carril.....	41
Tabla N° 17: Anchos recomendados para calzada.....	42
Tabla N° 18: Clasificación de Superficies de Rodadura	43
Tabla N° 19: Límites granulométricos para sub-bases.....	47
Tabla N° 20: Límites granulométricos para bases.....	48
Tabla N° 21: Características de las sub-bases y bases de agregados	49
Tabla N° 22: Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales	51
Tabla N° 23: Tamices estándar	56
Tabla N° 24: Clasificación de suelos sistema SUCS	57
Tabla N° 25: Clasificación de suelos método AASHTO	60
Tabla N° 26: Volumen vehicular durante la hora pico	79
Tabla N° 27: Clasificación de Carreteras en función del tráfico proyectado.....	84
Tabla N° 28: Número de ejes equivalentes a 8.2 Ton.....	85

Tabla N°29: Valores de resistencia de diseño.....	87
Tabla N°30: Clasificación del terreno según su pendiente	89
Tabla N°31: Clasificación del suelo según CBR	90
Tabla N°32: Ubicación geográfica (Datum WGS 84)	99
Tabla N°33: Periodos de diseño en función del tipo de carretera.....	114
Tabla N°34: Factor de daño según el tipo de vehículos.....	114
Tabla N°35: Factor de distribución por dirección (DD)	115
Tabla N°36: Factor de distribución por carril (DC).....	115
Tabla N°37: Número de ejes equivalentes a 8.2 Ton.....	117
Tabla N°38: Niveles recomendados de confiabilidad.....	118
Tabla N°39: Factor de desviación normal.....	118
Tabla N°40: Espesores mínimos en función de los ejes equivalentes	122
Tabla N°41: Valores de estabilidad Marshall	122
Tabla N°42: Módulo elástico de la carpeta asfáltica a1	124
Tabla N°43: Coeficiente estructural de la capa base a2.....	125
Tabla N°44: Coeficiente estructural de la capa sub-base a3	127
Tabla N°45: Calidad de drenaje	127
Tabla N°46: Niveles de humedad en la estructura del pavimento	128
Tabla N°47: Coeficiente de rugosidad de manning	135
Tabla N°48: Caudales y velocidades con distinta pendiente de las cunetas	137
Tabla N°49: valores de escorrentía	138
Tabla N°50: Intensidad de lluvia para la estación de Ambato.....	140
Tabla N°51: Áreas de aportación y caudales de diseño de cunetas laterales.....	143
Tabla N°52: Intensidad de lluvia para la estación de Ambato.....	145
Tabla N°53: Valores de C_T para la fórmula de Talbot	146
Tabla N°54: Tabla de presupuestos referenciales	161

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Visibilidad del conductor	16
Gráfico N° 2: Transición del peralte	24
Gráfico N° 3: Tangente intermedia mínima	26
Gráfico N° 4: Elementos Geométricos de una Curva Circular Simple	27
Gráfico N° 5: Distancia de visibilidad de parada	29
Gráfico N° 6: Distancia de frenado en Curva Convexa	30
Gráfico N° 7: Distancia de frenado en Curva Cóncava.....	30
Gráfico N° 8: Distancia de Visibilidad de Rebasamiento	31
Gráfico N° 9: Transición de sobreebanco	33
Gráfico N° 10: Curvas Verticales Convexas.....	36
Gráfico N° 11: Curvas verticales Cóncavas	37
Gráfico N° 12: Sección transversal de una vía de dos carriles.....	39
Gráfico N° 13: Talud de relleno	40
Gráfico N° 14: Talud de corte	40
Gráfico N° 15: Representación de la deformación en un pavimento flexible.....	45
Gráfico N° 16: Estructura de pavimentos.....	45
Gráfico N° 17: Secciones típicas de cunetas	51
Gráfico N° 18: Elementos de una alcantarilla	53
Gráfico N° 19: Señales verticales.....	62
Gráfico N° 20: Ubicación de estación de conteo	80
Gráfico N° 21: Distribución de tráfico vehicular	80
Gráfico N° 22: Determinación CBR de diseño	87
Gráfico N° 23: Ubicación del proyecto.....	100
Gráfico N° 24: Estructura del pavimento flexible.....	121
Gráfico N° 25: Monograma para estimar el coeficiente estructural a1	123
Gráfico N° 26: Monograma para estimar el coeficiente estructural a2.....	125
Gráfico N° 27: Monograma para estimar el coeficiente estructural a3.....	126
Gráfico N° 28: Cálculo del SN requerido en el programa Ecuación AASHTO 93 .	129
Gráfico N° 29: Espesores de diseño de la estructura de pavimento.....	134

Gráfico N° 30: Dimensiones de la cuneta	134
Gráfico N° 31: Cabezal tipo I.....	148
Gráfico N° 32: Cabezal tipo II	149
Gráfico N° 33: Líneas segmentadas	151
Gráfico N° 34: Líneas continuas	152
Gráfico N° 35: Doble línea continua.....	152
Gráfico N° 36: Doble línea mixta.....	153
Gráfico N° 37: Línea de borde de calzada	153
Gráfico N° 38: Señales regulatorias	154
Gráfico N° 39: Señales preventivas.....	155
Gráfico N° 40: Señales informativas.....	156
Gráfico N° 41: Señales para trabajo en la vía	156

RESUMEN EJECUTIVO

La vía Pucayaca – Cruz Puenebata en la actualidad se encuentra en condiciones precarias, razón por la cual es primordial realizar un diseño geométrico, estructura de pavimento y sistema de drenaje.

Por lo que se realizó un reconocimiento del lugar, encuestas a los moradores del sector con la finalidad de recopilar información, un estudio de tráfico en el que se obtuvo un TPDA de 201 vehículos y de acuerdo al MOP se le categoriza una vía de IV orden o camino vecinal, el estudio de suelos se realizó con muestras tomadas de la vía mediante perforaciones denominadas calicatas y una vez llevadas al laboratorio se estableció que es un suelo limo arcilloso, también se obtuvo un CBR de diseño de 4.25% determinando que la calidad de la subrasante existente es muy mala según la clasificación de suelos SUCS.

Realizado el levantamiento topográfico se determina que es un terreno ondulado montañoso, se procede con el diseño geométrico que de acuerdo a la categorización de vías según el MOP es una vía de IV orden o camino vecinal con las siguientes características: radio mínimo de curvatura horizontal 30 metros, distancia de visibilidad de parada 30 metros, distancia mínima de rebasamiento de un vehículo 150 metros.

La estructura de pavimento se pudo establecer de acuerdo a las especificaciones técnicas AASHTO – 93 y los espesores son: Sub base clase II de 20 centímetros, base clase II de 15 centímetros y pavimento flexible de 5 centímetros, para el sistema de drenaje se utilizaron datos pluviométricos del INHAMI y el método racional, la señalización es otro factor presente, el cual brindará confort y seguridad al conductor, y finalmente el cálculo del presupuesto referencial, cronograma valorado de trabajo y análisis de precios unitarios.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

Las condiciones técnicas de la vía Pucayaca – Cruz Puenebata parroquia Pilahuín cantón Ambato provincia de Tungurahua y su incidencia en el desarrollo socio - económico de los habitantes.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

Es indispensable asegurar la calidad de vida como misión del estado y de los gobiernos seccionales especialmente, sin embargo la formación de profesionales que permitan cumplir esa misión le corresponde a las universidades del país; en particular al área de la ingeniería civil el presentar estudios y proyectos para mejorar las características de las vías acorde a las necesidades de los usuarios, y si se acuerda trabajar conjuntamente con instituciones públicas para cumplir con el único objetivo que es lograr un buen vivir en todos los sectores del país por más alejados que sean.

En el Ecuador la mayoría de las provincias están en constante desarrollo productivo, por este motivo es de vital importancia que exista comunicación directa entre pueblos para generar comercio y mejorar las condiciones de vida. Por tal razón se ve en la necesidad de buscar nuevas alternativas de ingreso a la ciudad, que permitan a los pobladores y visitantes trasladarse sin problemas a los centros de mercadeo en

donde se realizan un sin número de actividades indispensables para el desarrollo del país.

El sistema de carreteras que conforma el Cantón Ambato permanece en constante evolución, lo que hace imprescindible introducir un elemento regulador que se encargue de que éste se realice de manera técnica, adecuada y ordenada, para el desarrollo óptimo y un funcionamiento adecuado. El ingreso al sector Pucayaca – Cruz Puenebata al no contar con un diseño vial ha perdido la gran posibilidad de un mejoramiento en su estructura social, político administrativo y sobre todo económico por su potencial agrícola y ganadero.

Debido a estos antecedentes, es necesaria la realización de un estudio técnico para el diseño vial del acceso al sector Pucayaca – Cruz Puenebata parroquia Pilahuín, cantón Ambato, provincia de Tungurahua, respaldado por su potencial agrícola, ganadero y turístico con una población dinámica que ampliará sus fuentes de trabajo y elevará su nivel de vida por la comodidad y tránsito que garantizará el desarrollo ordenado del sector.

1.2.2 Análisis crítico

La dificultad al transportar los productos de la zona hacia los lugares de expendio genera una difícil situación para los agricultores; ya que, su economía no puede desarrollarse en su totalidad. Los ganaderos y agricultores de la zona tienen que buscar los modos para sacar sus productos, muchas veces poniendo en peligro sus vidas, la de sus animales, así como también la calidad de sus productos agrícolas.

Las malas condiciones de la vía merece un urgente mejoramiento en su diseño y estructura para que las personas beneficiadas tengan una mejor comunicación con otros centros poblados, mejorar el comercio e incrementar su nivel de vida.

El proyecto está enfocado a mejorar el sistema de comunicación terrestre entre el sector Pucayaca – Cruz Puenebata, tomando en consideración las normas y especificaciones para el diseño geométrico, diseño de la capa de rodadura e

incorporar drenajes cumpliendo normas técnicas en procura de garantizar el normal funcionamiento.

1.2.3 Prognosis

En caso de no realizarse el estudio de la vía Pucayaca – Cruz Puenebata parroquia Pilahuín, cantón Ambato provincia de Tungurahua, tendrá como consecuencia un desarrollo social, agropecuario, ganadero y turístico limitado no solo de la zona de influencia, sino de la provincia en sí.

1.2.4 Formulación del problema

¿Cómo inciden las condiciones técnicas de la vía Pucayaca - Puenebata parroquia Pilahuín Cantón Ambato provincia de Tungurahua en el desarrollo socio - económico de los habitantes?

1.2.5 Preguntas directrices

¿Cuáles son las condiciones socio-económicas de la zona?

¿Qué tipo de topografía se encuentra en la zona?

¿Qué demanda de tráfico actual tiene?

¿Existen sistemas de drenaje?

¿Cuál es el tipo de suelo?

1.2.6 Delimitación del objeto de investigación

1.2.6.1 Delimitación del contenido

- ✓ Ingeniería Civil
- ✓ Ingeniería Vial
- ✓ Diseño de la capa de rodadura
- ✓ Diseño geométrico
- ✓ Topografía

1.2.6.2 Delimitación espacial

La vía intervenida Pucayaca –Cruz Puenebata se encuentra ubicada en la zona Sur - Occidental de la provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, parroquia Pilahuín, su inicio se halla en las coordenadas 9855395 N, 0735555 E cota 3950 m.s.n.m. y su final 9854724 N, 0732025 E cota 4200 m.s.n.m. con una longitud aproximada de 4.6 km.

1.2.6.3 Delimitación temporal

El presente estudio de campo y determinación del diseño vial se realizará de manera continua desde Febrero hasta Noviembre del 2015.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente estudio responde a la necesidad de un mejoramiento vial en el sector (Pucayaca – Cruz Puenebata), puesto que la misma no se encuentra en buenas condiciones, dificultando la movilidad de los habitantes, limitando el desarrollo socio-económico y productivo.

La gran parte de la población de esta zona se dedica a la agricultura y sus productos no pueden ser transportados convenientemente a los sitios de consumo.

En el lugar mencionado no existe un estudio de comunicación vial realizado con datos técnicos por tal motivo el presente proyecto de investigación a través de alternativas analizadas, busca el bienestar de los habitantes.

El mejoramiento de la estructura vial responde a una estrategia que desea consolidar los esfuerzos realizados por los habitantes, dentro del marco de desarrollo rural del lugar, buscando armonizar las inversiones económicas productivas del sector.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- ✓ Realizar el estudio de la vía Pucayaca – Cruz Puenebata de la Parroquia Pilahuín Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua, que permita mejorar las condiciones socio - económicas de sus habitantes.

1.4.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar las condiciones en las que se encuentra la vía
- ✓ Determinar las condiciones topográficas
- ✓ Determinar las características del suelo
- ✓ Estudiar los sistemas de drenaje
- ✓ Identificar el tránsito vehicular

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Como referencia se han considerado los siguientes estudios que reposan en la Biblioteca y laboratorios de la FICM.

La investigación realizada por el Sr. Pullas Mejía Cristian Mauricio con el tema ‘Las condiciones de la vía de ingreso a la Parroquia Cumandá, Cantón Palora, Provincia de Morona Santiago ubicada en el kilómetro 33.70 de la vía Baños - Puyo, y su incidencia en el desarrollo socio-económico de los habitantes. ’’ Concluye lo siguiente: El número de vehículos que circula diariamente por esta vía está compuesto por 80 Livianos, 7 Buses y 33 camiones. Este número de vehículos proyectado a 20 años da una cantidad de 277 vehículos, que ubicados en los rangos establecidos, clasifica la vía como de IV orden según las normas del MOP (100-TPDA-300). El mejoramiento de la vía es una necesidad prioritaria, debido a que las actividades económicas de la parroquia han crecido aceleradamente en los últimos años. Por lo cual el tráfico, con los vehículos más rápidos y de mayor capacidad, obliga a mejorar la calidad de servicio de la vía, para así brindar seguridad y confort para los usuarios que la utilizan y la utilizarán en el futuro.

La investigación realizada por la Srta. López Carrillo Giovanna Patricia con el tema "Estudio del camino vecinal Km 12 de la vía Macas hasta la comunidad de Chorreras, en la Parroquia Veracruz, Provincia de Pastaza y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector" se concluye lo siguiente: Del estudio realizado se puede notar la gran importancia que constituye el contar con vías en excelente estado y con un adecuado diseño geométrico, especialmente vías que se encuentran fuera de las zonas urbanas, que sirven a sus habitantes para la comercialización de los productos que cultivan. Los beneficiarios de este proyecto tendrán grandes facilidades de sacar al mercado sus productos tanto agrícolas, ganaderos, etc., al poseer una vía en óptimas condiciones para el transporte. Se

concluye que el diseño geométrico del camino vecinal mejorará significativamente la calidad de vida de los habitantes de la comunidad de Chorreras ya que el estado actual del camino no favorece el comercio.

En la investigación del Sr. Carlos Alberto Calucho Muyulema con el tema “La incidencia del tráfico vehicular en la capa de rodadura de la vía Guambo - El Tablón del cantón Baños Provincia del Tungurahua” se concluye lo siguiente: “Al dotar de un camino moderno a este sector mejorará el nivel de vida en todos sus aspectos y la correcta planificación y colocación de capa de rodadura dará lugar a que los vehículos circulen de mejor manera y los moradores se trasladen con mayor facilidad.”

La investigación realizada por la Srta. Estefanía Fernanda Campoverde Saltos con el tema “La infraestructura vial de las comunidades Chico Copataza y Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza y su repercusión en la calidad de vida de los pobladores: El propósito del presente proyecto de investigación es mejorar la calidad de vida de los pobladores de las comunidades Chico Copataza y Villaflora de la parroquia Simón Bolívar, lo cual permitirá el desarrollo socio económico del sector.

La vía que une las comunidades Chico Copataza y Villaflora en la actualidad está en condiciones precarias puesto que es una apertura empírica de años atrás, razón por la cual es primordial realizar un diseño geométrico, de la estructura del pavimento y del sistema de drenaje adecuado, en base a las normas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas MOP y la norma americana AASHTO.”

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La investigación se halla bajo el paradigma crítico-propositivo, ya que se basó en una realidad que predominan los métodos cualitativos de acuerdo a explicaciones contextualizadas, es decir que analiza las condiciones de la vía para proponer una solución comprometida con los seres humanos y su crecimiento en comunidad de

manera solidaria y equitativa, por eso incluye la participación de los actores sociales en calidad de protagonistas durante todo el proceso de estudio.

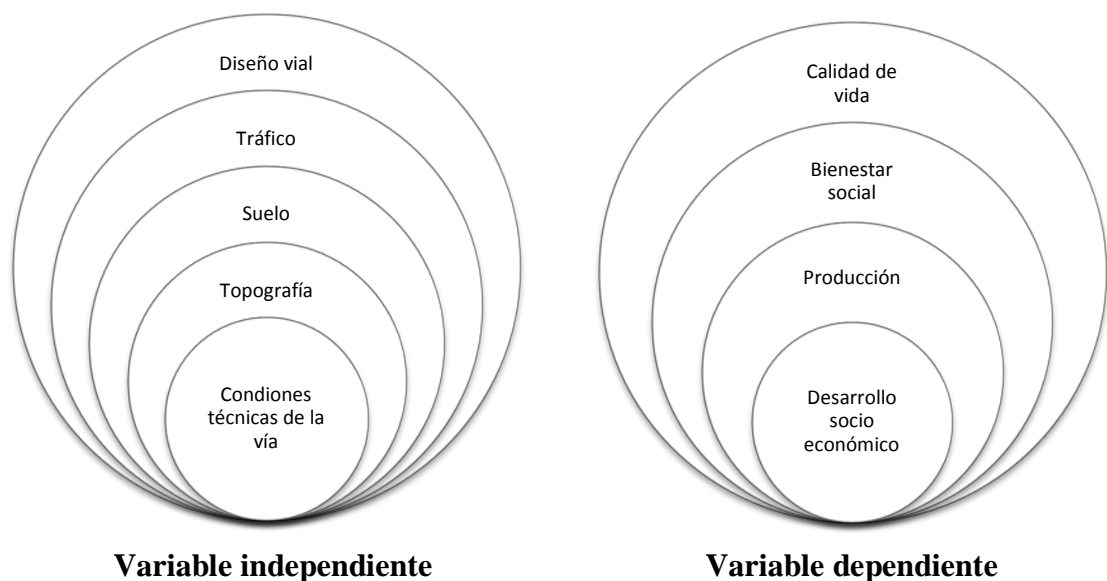
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Para la investigación se emplearon diversas normas de diseño y especificaciones que certifican la calidad en estudio y construcción de las obras viales de la ingeniería en nuestro país, como son:

- ✓ Normas de diseño de Carreteras del MOP 2003.
- ✓ Normas AASHTO para el diseño de pavimentos flexibles
- ✓ Normas ASTM: Sociedad Americana para Ensayo de Materiales.
- ✓ Normas de diseño de carreteras.
- ✓ Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.
- ✓ Ley de Caminos Decreto Supremo 1351, Registro Oficial 285 del 7 de Julio de 1964.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1 Supra ordenación de las variables



2.4.2 Definiciones

2.4.2.1 Caminos y carreteras

La carretera se puede definir como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionada.

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

✓ Características de la vía

Para un mejor funcionamiento, las vías deben poseer lo siguiente:

Seguridad.- Es el conjunto de elementos destinados a impedir o aminorar las consecuencias de un impacto, así como las distancias de visibilidad y cambios de velocidad graduales; una carretera segura debe poseer unas características geométricas tales que eviten en la medida de lo posible la generación de accidentes.

Capacidad.- Es el máximo número de vehículos que tienen una probabilidad razonable de atravesar dicha sección durante un determinado período de tiempo normalmente una hora para unas condiciones particulares de la vía y del tráfico. Dicho de otra forma, es la máxima intensidad capaz de albergar una vía sin colapsarse.

Compatibilidad con el medio ambiente.- Se trata de promover una mayor aportación y participación activa con el medio ambiente para la reducción de los impactos negativos que deben tenerse en cuenta durante la planificación, construcción y mantenimiento de las carreteras.

Economía.- Un viejo dicho americano afirma que “un ingeniero es alguien capaz de hacer con un centavo lo que cualquiera haría con un dólar”. Esta frase refleja muy

bien una de las principales misiones del ingeniero, que es hallar la solución más económica posible a un determinado problema.

Estética.- Un trazado correcto no sólo debe ser cómodo y seguro, sino que además debe integrarse lo mejor posible en el medio físico que le dá cabida. Esta adaptación de la carretera a su entorno dependerá de las características particulares de la zona.

Comodidad.- La comodidad experimentada por el conductor de un vehículo es uno de los aspectos que refleja la calidad que ofrece la vía por la que circula. El grado de comodidad se identifica fielmente con el nivel de servicio.

2.4.2.2 Clasificación de carreteras en el Ecuador

Las carreteras en nuestro país se clasifican de diferentes maneras, en la práctica vial se pueden distinguir varias Clasificaciones como son:

✓ Según el tipo de terreno

Llano.- Es el terreno que no obliga a pendientes mayores del 4%.

Ondulado.- En este terreno, las pendientes pueden llegar hasta el 8%. Es de topografía ondulada cuando la pendiente del terreno se identifica, sin excederse con las pendientes longitudinales que se puedan dar en el trazado.

Montañoso.- Es el terreno que dan pocas oportunidades de bajar la pendiente a menos de 14%. Son de carácter suave, cuando la pendiente transversal del terreno es menor o igual al 50% y de carácter escarpado cuando dicha pendiente es mayor que el referido.

✓ Según su jurisdicción

Considerando que la red nacional es el conjunto total de las carreteras existentes en el territorio ecuatoriano se han clasificado las siguientes redes:

Red Vial Estatal.- Está constituida por todas las vías administradas por el MOP (Ministerio de Obras Públicas) como única entidad responsable del manejo y control.

Red Vial Provincial.- Es el conjunto de vías administradas por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales.

Red Vial Cantonal.- Es el conjunto de vías urbanas e inter-parroquiales administradas por cada uno de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Cantonales.

✓ **Según el tráfico proyectado**

Para el diseño de las carreteras en el país se recomienda la clasificación en función del pronóstico de tráfico para un período de 15 a 20 años.¹

Tabla N° 1: Clasificación de Carreteras en función del tráfico proyectado

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO	
CLASE DE CARRETERA	TRÁFICO PROYECTADO TPDA
R-I o R-II	Más de 8000
I	de 3000 a 8000
II	de 1000 a 3000
III	de 300 a 1000
IV	de 100 a 300
V	menos de 100

* 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 7000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico de vehículos equivalentes.

Fuente: Normas de diseño geométrico MOP 2003

¹ Fuente: normas de diseño geométrico MOP 2003

✓ **Según la función**

Caminos Primarios: Son carreteras entre centros poblados de mayor importancia del país, contribuyen a la integración nacional, al desarrollo del país, y proveen interconexión regional y comunicación internacional.

- ✓ Derecho de vía, 14 metros
- ✓ Ancho de la calzada, incluyendo desagües, 8 metros
- ✓ Afirmado: pavimentos, base y sub base
- ✓ Radio mínimo de las curvas, 60 metros
- ✓ Obras de arte: mampostería y ocasionalmente, tableros de madera

Caminos Secundarios: Intercomunican centros poblados de importancia y proveen el acceso de éstos a las carreteras principales. Son de interés regional y cumplen una función de gran importancia en el sistema vial del país, la de comunicar las ciudades entre sí regulando el tráfico que circula por las carreteras de primer orden.

- ✓ Derecho de vía, 8 metros.
- ✓ Ancho del camino, 4 metros no incluyen desagües.
- ✓ Gradiente tolerada hasta el 10%.
- ✓ Afirmado: terreno natural con revestimiento de piedra donde la gradiente pasa del 7%.
- ✓ Radio mínimo de las curvas, 40 metros.
- ✓ Obras de arte: mampostería y ocasionalmente, tableros de madera.

Caminos Terciarios.- Intercomunican centro poblados de menor importancia y proveen al acceso de éstos a las carreteras principales. Son de interés local y cumplen una función de gran importancia en el sistema vial del país: la de alimentar y distribuir el tráfico que circula por las carreteras de segundo orden. Sin ellos éstos no tendrían zonas de influencia, excepto en sus puntos terminales.

- ✓ Derecho de vía, 6 metros
- ✓ Ancho del camino, 4 metros no incluyen desagües
- ✓ Gradiente tolerada hasta el 10%

- ✓ Afirmado: terreno natural con revestimiento de piedra donde la gradiente pasa del 7%
- ✓ Radio mínimo de las curvas, 30 metros
- ✓ Obras de arte: con material de la región

Caminos vecinales.- La mayoría de estos caminos son de tierra simple, son los comunicados entre los caminos de tercer orden.

- ✓ Derecho de vía, 6 metros
- ✓ Ancho del camino, 3 metros

✓ **Los usuarios de una vía**

Antes de abordar cualquier proyecto, es conveniente y muy recomendable recabar la máxima información acerca de sus destinatarios o usuarios finales para de esta forma adecuar aquello que se pretende diseñar a sus necesidades. Del ponderado estudio de los datos recopilados, así como de su posterior interpretación y síntesis, depende en gran medida la calidad de dicho proyecto.

Los usuarios de las carreteras son:

- ✓ Los peatones
- ✓ Los conductores
- ✓ Los vehículos

El peatón.- Es la persona que transita a pie por las vías terrestres sea pública o privada, sin duda alguna es el elemento más frágil de todos los que conforman el tráfico; por ello, es necesario dotarlos de infraestructuras especiales que los salvaguarden de los vehículos que circulan por la vía. Dada la enorme diferencia entre la velocidad de los peatones (de 4 a 5 km/h) y la de los vehículos, es preciso que ambas circulaciones estén separadas. Esto se consigue destinando a los peatones una zona de vereda. En las intersecciones, los peatones tienen que cruzar la calzada destinada a los vehículos, por lo que aparece una zona de conflicto.

La velocidad de caminata de los peatones oscila entre 0,6 m/seg hasta 3 m/seg, incluyendo a personas de la tercera edad y discapacitados tales como los invidentes. La velocidad de los peatones para el diseño es de 1,20 m/seg (4.33 km/h).²

Tabla N° 2: Los niveles de servicio para el tránsito peatonal

NIVEL DE SERVICIO	VOLUMEN DE SERVICIO (peat/min/metro de acera)	m ² por peatón	VELOCIDAD MÍNIMA DE OPERACIÓN	
			m/seg	Km/h
A	22	3,5	1,28	4,6
B	30	2,5	1,25	4,5
C	46	1,5	1,15	4,1
D	62	1,0	1,03	3,7
E	81	0,5	0,67	2,4
F	Variable	< 0,5	< 0,67	< 2,4

Fuente: Normas de diseño geométrico MOP 2003

El conductor.- Técnicamente, podría definirse como aquel sujeto que maneja el mecanismo de dirección o va al mando de un vehículo. Empleando términos más gráficos, podría decirse que el conductor es el cerebro del vehículo. La naturaleza humana del conductor está influenciada por una gran cantidad de factores tanto internos como externos que afectan tanto la vía como al propio conductor y al vehículo que gobierna.

² Fuente: Normas de diseño geométrico MOP 2003

Tabla N° 3: Factores que afectan al conductor

FACTORES INTERNOS	Psicológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Motivación - Experiencia - Personalidad
	Físicos	<ul style="list-style-type: none"> - Vista - Adaptación lumínica - Altura del ojo - Otros sentidos
	Psicosomáticos	<ul style="list-style-type: none"> - Cansancio - Sexo - Edad
FACTORES EXTERNOS	<p>Tiempo (meteorológico)</p> <p>Uso del suelo</p> <p>Tráfico</p> <p>Características de la vía</p> <p>Estado del firme</p>	

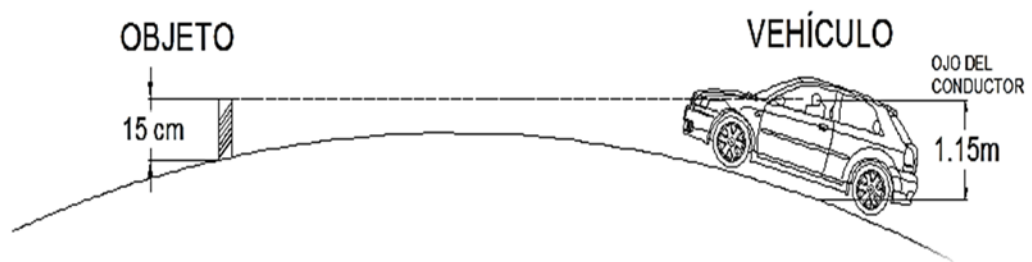
Características del conductor.- Existen muchas características del conductor pero dentro de las más importantes se tienen:

Tiempo de reacción del conductor.- Los tiempos de reacción del conductor son necesarios para la determinación de distancias de parada, las velocidades de diseño, en las intersecciones. Este tiempo es de 0,5seg a 3 o 4seg de acuerdo con la situación a presentarse.

Vista del conductor.- Es necesario determinar la altura del ojo del conductor sobre la superficie de la capa de rodadura, ya que ésta influye en el cálculo de la

visibilidad, de acuerdo con diversas investigaciones se determina esta altura en 1,15m.

Gráfico N° 1: Visibilidad del conductor



2.4.2.3 Transporte terrestre

Es el medio de transporte que se realiza sobre o en la corteza terrestre. La gran mayoría de los transportes terrestres se realizan sobre ruedas.

En la actualidad se usan más que nada los transportes terrestres debido a que es más rápido viajar por las carreteras, pero al mismo tiempo contaminan. Los seres humanos los usamos para ir de un lado a otro mucho más rápido, sobre todo si es llevar productos de un lugar de origen a otro de destino. Antiguamente se usaba la bicicleta, con el tiempo la tecnología ha podido construir el auto y más tarde los trenes o el metro. A continuación se detalla la clasificación de vehículos que se ha tomado en cuenta en el desarrollo del proyecto.³

³ Fuente: Bañón, Luis Blázquez, "Manual De Carreteras Tomo I

Tabla N° 4: Clasificación de Vehículos

CATEGORÍA DE VEHÍCULOS	TIPO DE VEHÍCULO	GRÁFICO
LIVIANOS	Automóvil	
	Camioneta	
	4X4	
	Van	
BUSES	Buses 2 ejes	
	Buses 3jes	
CAMIONES	2 ejes	
	3 ejes	
	4 y 5 ejes	
	6 o más ejes	

Fuente: Manual de Carreteras

2.4.2.4 Tráfico

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico.

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

Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA. Para calcular se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- ✓ En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido.
- ✓ En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.
- ✓ Para el caso de autopistas, generalmente se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene lo que se conoce como el Flujo Direccional que es el porcentaje de vehículos en cada sentido de la vía, esto determina composiciones y volúmenes de tráfico diferentes en un mismo período.

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 10 o 20 años y el crecimiento normal de tráfico, el tráfico generado y el crecimiento de tráfico por desarrollo. Las proyecciones del tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto.

Tráfico actual

El tráfico actual es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es aquel volumen que circularía al presente, en una carretera nueva si estuviera al servicio de los usuarios. Para una carretera que va a ser mejorada el tráfico actual está compuesto por:

Tráfico existente

Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.

Tráfico desviado

Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia y costo. En el caso de una carretera nueva, el tráfico actual estaría constituido por el tráfico desviado y eventualmente por el tráfico inicial que produciría el desarrollo del área de influencia de la carretera.

Proyección en base a la Tasa de Crecimiento Poblacional

Establecida la tasa de crecimiento poblacional para el período de estudio, se aplica al tráfico actual mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

T_p = Tráfico proyectado

T_a = Tráfico actual

i = Tasa de crecimiento

n = Número de años de proyección

Tabla N° 5: Tasas de crecimiento de tráfico (%)

TASAS DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO				
TIPO DE VEHÍCULO	PERÍODO			
	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025	2025 - 2030
LIVIANO	4.47	3.97	3.57	3.25
BUS	2.22	1.19	1.78	1.62
CAMIÓN	2.18	1.94	1.74	1.58

Fuente: MTOP, (2011)

2.4.3 Diseño Geométrico

El diseño geométrico de carreteras es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido, la carretera queda geoméricamente definida por el trazado de su eje en planta y en perfil y por el trazado de su sección transversal. Considera las siguientes fases:

- ✓ Diseño horizontal
- ✓ Diseño vertical
- ✓ Curva de masas

2.4.3.1 Diseño Horizontal

El diseño geométrico en planta de una carretera, o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas.

El establecimiento del alineamiento horizontal depende de la topografía del terreno, de las condiciones de drenaje, características técnicas de la subrasante y características de los materiales locales, sus elementos técnicos de ingeniería son:

- ✓ Velocidad de diseño
- ✓ Velocidad de circulación
- ✓ Peralte de curvas
- ✓ Radio mínimo de curvatura
- ✓ Tangente intermedia mínima
- ✓ Curvas
- ✓ Distancia de visibilidad
- ✓ Sobre ancho en curvas

Velocidad de diseño o directriz

Es la velocidad elegida con el propósito de diseñar y relacionar los elementos geométricos de una carretera. Es una medida de la calidad del servicio que ofrece tal carretera y es la máxima velocidad a la cual, en forma continua, pueden los vehículos individualmente circular con seguridad, cuando las condiciones climáticas sean favorables y la densidad de tránsito sea baja, siendo las características del diseño geométrico de la carretera las que impongan las condiciones para la circulación a velocidad segura. Se debe asumir de acuerdo con la clase de terreno y el tipo de carretera que se intenta diseñar

Tabla N° 6: Velocidad de Diseño.

VELOCIDADES DE DISEÑO						
TIPO DE CARRETERAS	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
RI o R II	120	110	90	110	90	80
I	110	100	80	100	80	60
II	100	90	70	90	80	50
III	90	80	60	80	60	40
IV	80	60	50	60	35	25
V	60	50	40	50	35	25

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

Peralte de curvas

Se define al peralte como la inclinación transversal “e” que se da, en curva, al camino, estableciendo un desnivel "h" entre los bordes interno y externo de la misma, desnivel que en los tramos rectos se dan entre el eje y los bordes de la calzada, constituyendo el "bombeo" de la sección normal.

Cuando un vehículo circula en una recta, las fuerzas que actúan sobre él son: la inercia, el peso y las reacciones del suelo (normales y debidas al rozamiento por rotación). Al entrar en una curva se presenta la fuerza centrífuga que origina peligro

para la estabilidad del vehículo en marcha, ya que ejerce un radial empuje hacia fuera. Para contrarrestar esta fuerza, es necesario inclinar transversalmente el vehículo de manera que la componente horizontal de su peso y la fuerza de fricción entre llantas y calzadas estabilizan el objeto. Para el cálculo de este valor se ha establecido la siguiente fórmula:

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

Donde:

e = Pendiente transversal de la calzada (%)

V = Velocidad de diseño (km/h)

R = Radio (m)

f = Coeficiente de fricción transversal

Tabla N° 7: Radios mínimos en función del peralte y el coeficiente f lateral

Vd km/h	f lateral	Radios mínimos calculados				Radios mínimos recomendados			
		e=0.10	0.08	0.06	0.04	e=10	0.08	0.06	0.04
20	0.350		7.32	7.68	8.08	15.00	18.00	20.00	20.00
25	0.315		12.46	13.12	13.86	15.00	20.00	25.00	25.00
30	0.284		19.47	20.60	21.87	20.00	25.00	30.00	30.00
35	0.255		28.79	30.62	32.70	30.00	30.00	35.00	35.00
40	0.221		41.86	44.83	48.27	40.00	42.00	45.00	50.00
45	0.206		55.75	59.44	64.82	55.00	58.00	60.00	66.00
50	0.190		72.91	78.74	85.59	70.00	75.00	80.00	90.00
60	0.165	106.97	115.70	125.98	138.28	110.00	120.00	130.00	140.00
70	0.150	154.33	167.75	183.73	203.07	160.00	170.00	185.00	205.00
80	0.140	209.97	229.06	251.97	279.97	210.00	230.00	255.00	280.00
90	0.134	272.56	298.04	328.76	366.55	275.00	300.00	330.00	370.00
100	0.130	342.35	374.95	414.42	463.18	350.00	375.00	415.00	465.00
110	0.124	425.34	467.04	517.80	580.95	430.00	470.00	520.00	585.00
120	0.120	515.39	566.39	629.92	708.66	520.00	570.00	630.00	710.00

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

Desarrollo del peralte

Es aquel tramo en el cual se efectúa la transición de pendientes entre una sección normal y una peraltada.

$$Le = 0.072 \frac{V^3}{R}$$

Donde:

Le = Longitud de la espiral de transición (m)

V = Velocidad (Km/h)

R = Radio (m)

El desarrollo o transición del peralte puede efectuarse con o sin curvas de enlace, dependiendo de dos factores:

1. Valor del radio de la curva que se peralta
2. Comodidad del recorrido vehicular

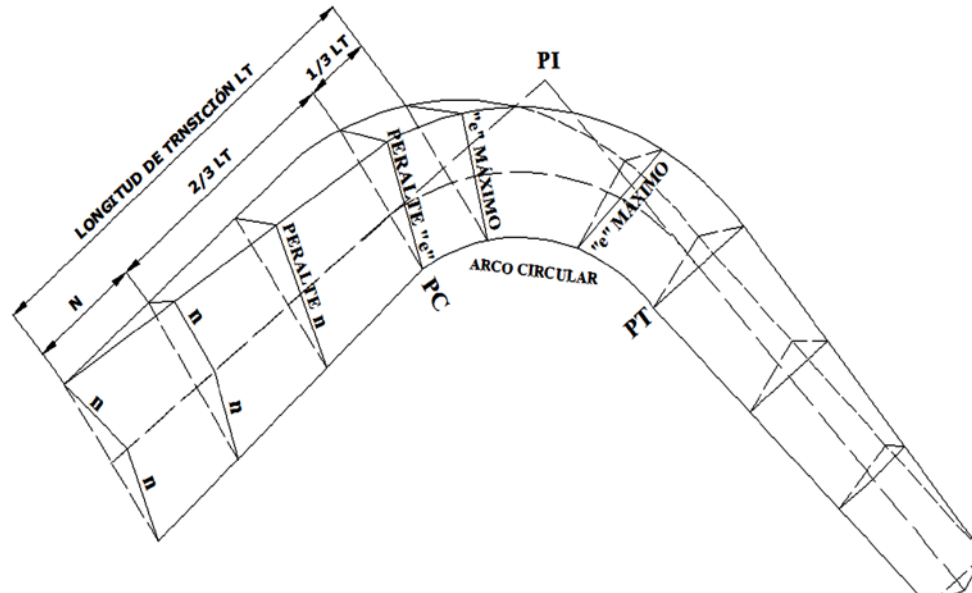
Existen algunas curvas, que permiten realizar la transición del peralte en forma progresiva conforme el valor de la fuerza centrífuga. En el diseño de carreteras se utiliza preferentemente la espiral.

Esta transición puede ejecutarse alrededor del eje del camino o de uno de los bordes del mismo.

Cuando la transición del peralte se hace con curva de enlace, la norma recomienda realizar toda la transición a lo largo de esa curva, la misma, que al ser intercalada entre la tangente y el arco del círculo, se desarrolla la mitad en la tangente y la mitad en el arco del círculo.

Cuando el desarrollo del peralte se hace sin el empleo de curva de enlace, calculada la longitud de transición se ubica los 2/3 en la alineación recta y el 1/3 en la alineación curva, como se muestra en el siguiente gráfico:

Gráfico N° 2: Transición del peralte



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

Radio mínimo de curvatura

El radio mínimo de la curva horizontal es el radio más bajo el cual posibilita seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada.

El valor del radio mínimo generalmente depende de la velocidad de diseño, del peralte máximo y del factor de fricción lateral máximo. Se calcula de la siguiente forma:

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

Donde:

V = Velocidad de diseño (Km/h)

e = Pendiente transversal de la calzada

f = Coeficiente de fricción lateral

R = Radio mínimo de curvatura (m)

Tabla N° 8: Valores de Radio Mínimo

TIPO DE CARRETERA	RADIO MÍNIMO (m)		
	LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
R-I ó R-II	120 - 130	80 - 120	50 - 80
I	120 - 130	80 - 120	50 - 80
II	80 - 120	40 - 80	30 - 50
III	80 - 120	40 - 80	30 - 50
IV	80 - 120	40 - 80	30 - 50
V	80 - 120	40 - 80	30 - 50

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

Criterios para adoptar valores de radio mínimo

Los radios mínimos se deben utilizar cuando las condiciones de diseño son críticas, como por ejemplo:

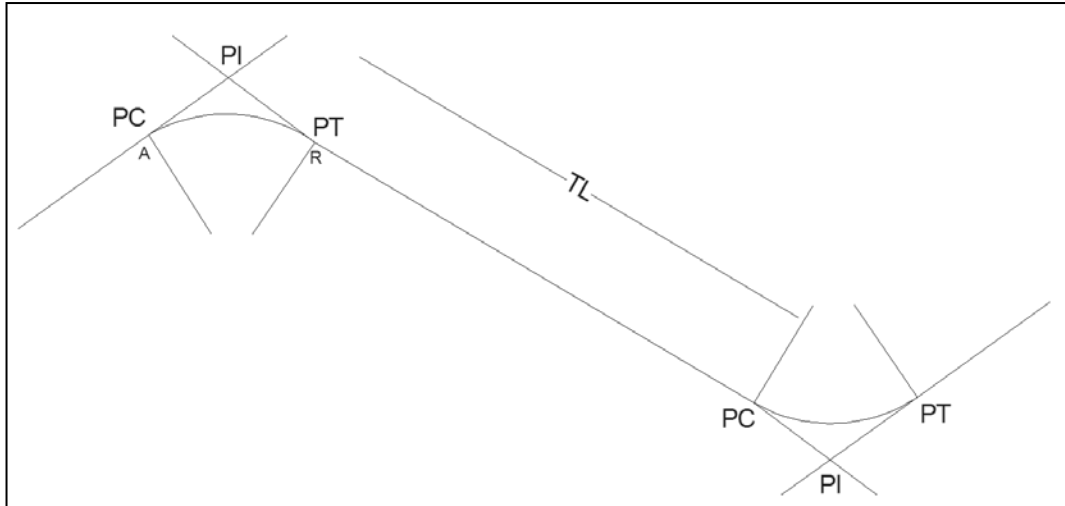
- ✓ Cuando la topografía del terreno es montañosa escarpada.
- ✓ En las aproximaciones a los cruces de accidentes topográficos e hidrológicos.
- ✓ En intersecciones de caminos entre sí.
- ✓ En vías urbanas.

Tangente intermedia mínima

En condiciones críticas de diseño geométrico tiene que necesariamente diseñarse curvas reversas con tangente intermedia corta, si bien esta solución no es la más recomendada es la que permite adaptar mejor el diseño a las condiciones topográficas del terreno.

Geoméricamente se resuelve el problema determinando una magnitud TL que como mínimo permita desarrollar el peralte de las dos curvas consecutivas reversas.

Gráfico N° 3: Tangente intermedia mínima



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

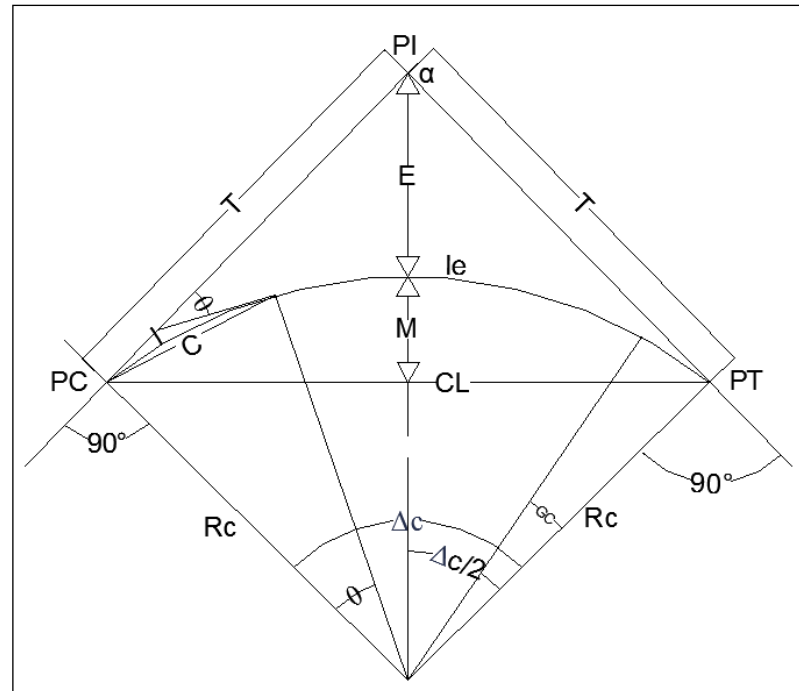
Curvas

✓ Curvas circulares simples

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.

Uno de los principales elementos de una curva se tiene el grado de curvatura que es el ángulo formado por un arco de 20 m. Su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño.

Gráfico N° 4: Elementos Geométricos de una Curva Circular Simple



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

PI: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC: Punto donde empieza la curva simple

PT: Punto donde termina la curva simple

α : Ángulo de deflexión de las tangentes

Δ_c : Ángulo central de la curva circular

θ : 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 subtangente

E: External

M: Ordenada media

C: Cuerda

CL: Cuerda larga

I: Longitud de un arco

le: Longitud de curva circular

- ✓ **External:** Es la distancia mínima entre el PI y la curva. Se representa con la letra “E”.
- ✓ **Cuerda:** Es la recta comprendida entre 2 puntos de la curva. Se la representa con la letra “C”.
- ✓ **Cuerda Larga:** Distancia en línea recta desde el Pc al PT. Se representa con “CL”.
- ✓ **Ordenada Media:** Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se representa con la letra “M”.
- ✓ **Tangente de curva o subtangente:** Es la distancia entre el PI y el PC o entre el PI y el PT de la curva, medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa con la letra “T”.
- ✓ **Ángulo central:** Es el ángulo formado por la curva circular y se simboliza como “ Δc ”. 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 “Le”.

Distancias de visibilidad

Es aquella distancia necesaria para que un vehículo en circulación por una carretera pueda realizar una maniobra de detención o rebasamiento, cuando se le ha presentado un obstáculo, se clasifica:

- ✓ **Distancia de visibilidad para el frenado**

Es aquella distancia mínima que se necesita para detener el vehículo ante la presencia de un obstáculo que no podrá ser superado.

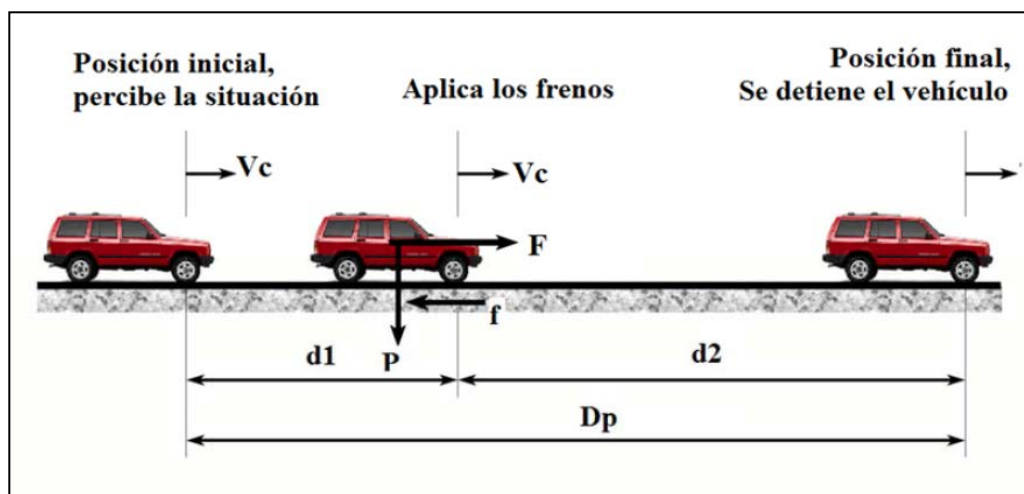
La distancia de frenado se calcula bajo las siguientes consideraciones:

- ✓ Sobre una calzada en condiciones favorables
- ✓ El conductor tenga una habilidad media
- ✓ Esté manejando a la velocidad directriz

El tiempo de detección se compone de dos partes:

- ✓ El tiempo de percepción y reacción, o sea el lapso que transcurre desde que el conductor observa el obstáculo hasta que acciona el pedal del frenado.
- ✓ El tiempo de frenado, o sea el tiempo que transcurre desde que el conductor acciona el pedal del freno, hasta que el vehículo se detiene.

Gráfico N° 5: Distancia de visibilidad de parada



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

Tabla N° 9: Distancia de visibilidad mínima de parada de un vehículo

Clase de carretera	valor recomendado			valor absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R - I o R - II > 8000 TPDA	220	180	135	180	135	110
I 3000 a 8000 TPDA	180	160	110	160	110	70
II 1000 a 3000 TPDA	160	135	90	135	110	55
III 300 a 1000 TPDA	135	110	70	110	70	40
IV 100 a 300 TPDA	110	70	55	70	35	25
V Menos de 100	70	55	40	55	35	25

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

La suma de estos dos instantes se denomina tiempo de percepción-reacción, que en las normas americanas varían entre 1.5 y 2.5 segundos. En los siguientes gráficos se observan los parámetros considerados para determinar la distancia de frenado en diferentes tipos de curvas:

Gráfico N° 6: Distancia de frenado en Curva Convexa.

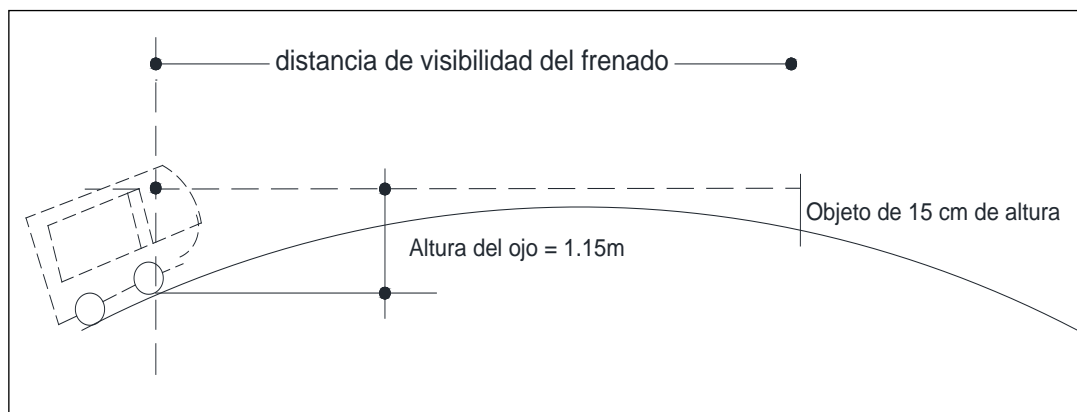
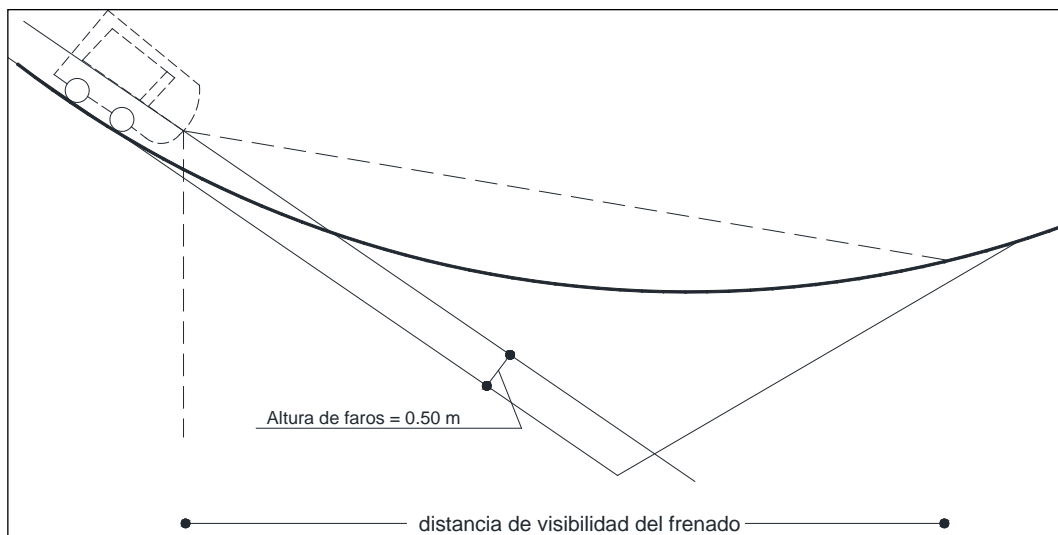


Gráfico N° 7: Distancia de frenado en Curva Cóncava.



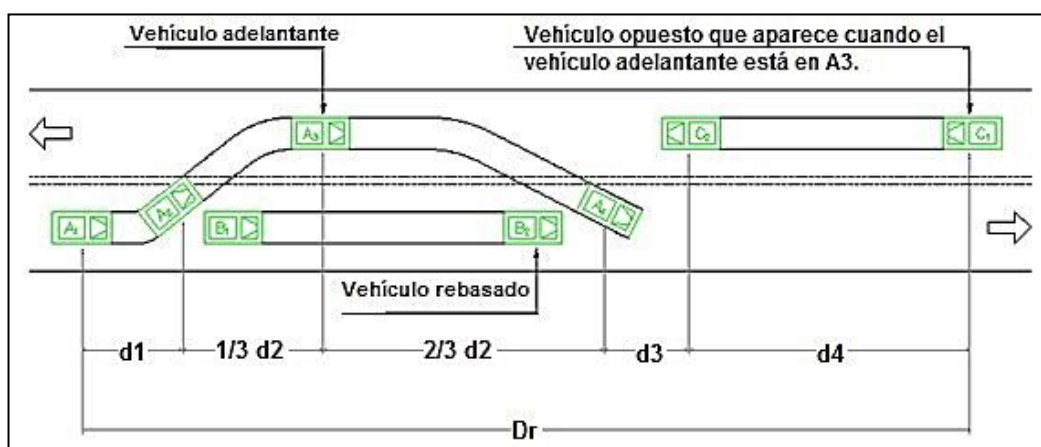
Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

✓ **Distancia de visibilidad para el rebasamiento**

Es la distancia de visibilidad mínima para facilitar el rebasamiento seguro para una velocidad de diseño dado.

Se dice que en un determinado punto de la carretera hay una visibilidad de paso o rebasamiento cuando la misma es suficiente para que el conductor de un vehículo pueda adelantarse a otro, que circula por la misma vía a una velocidad menor, sin peligro de interferencia con otro vehículo que en sentido contrario y que se haga visible al inicio o durante la maniobra de paso.

Gráfico N° 8: Distancia de Visibilidad de Rebasamiento



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

Donde:

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 carretera.

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 la 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 . Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante.

Es decir, la distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo es igual a:

$$D_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

Tabla N° 10: Distancia de visibilidad mínima de rebasamiento de un vehículo

Clase de carretera	Recomendado			Absoluto		
	LL	O	M	LL	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	425	270
IV 100 a 300 TPDA	480	290	210	290	150	110
V Menos de 100	290	210	150	210	150	110

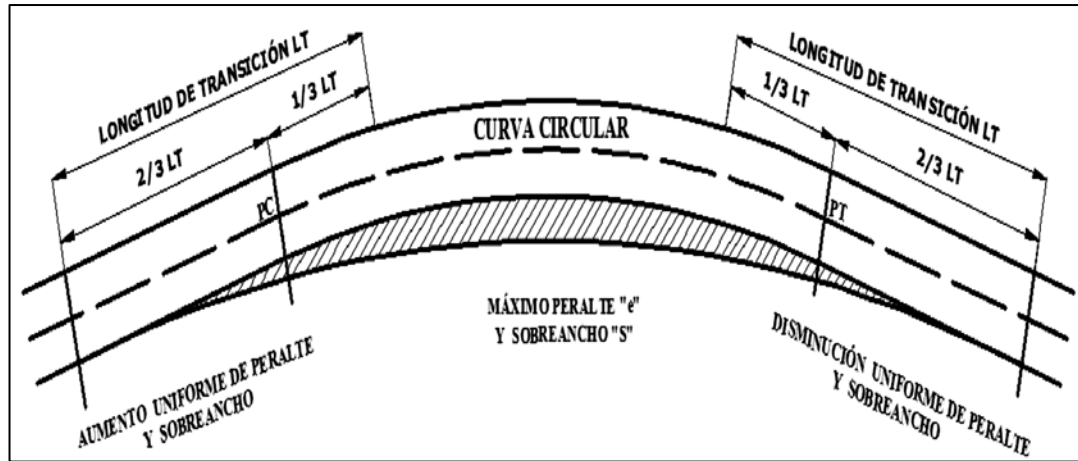
Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

✓ Sobre ancho en curvas

Cuando un vehículo circula por una curva horizontal, ocupa un ancho de calzada mayor que en recta. Esto es debido a que por la rigidez y dimensiones del vehículo, sus ruedas traseras siguen una trayectoria distinta a la de las ruedas delanteras, ocasionando dificultad a los conductores para mantener su vehículo en el eje del carril de circulación correspondiente

Por experiencia, se adopta como mínimo 0.60 m de ensanchamiento de curva, puesto que con valores menores no mejora la condición de la calzada y el costo de construcción es muy elevado. El máximo ensanchamiento considerado es de 1.50 m en casos extremos para curvas con radios de 50 m. El ensanchamiento se debe realizar progresivamente a lo largo de la longitud de desarrollo del peralte, esto es 2/3 en la tangente y 1/3 dentro de la curva, y en casos difíciles 50% en la tangente y 50% en la curva.

Gráfico N° 9: Transición de sobreebanco



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

2.4.3.2 Diseño Vertical

El eje del alineamiento vertical está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes verticales, enlazados entre sí por curvas verticales. El alineamiento a proyectar está en directa correlación con la topografía del terreno natural.

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales.

El diseño geométrico de las curvas verticales, deberá permitir que se cumplan las siguientes condiciones:

- ✓ Seguridad para el tránsito
- ✓ Comodidad para los ocupantes de los vehículos
- ✓ Apariencia estética de la rasante
- ✓ Drenaje superficial adecuado

Pendientes

Pendientes máximas: es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Se determina el valor de las pendientes máximas y las ubica dentro de términos razonables de acuerdo con la categoría de los diferentes caminos y con la topografía del terreno por donde cruzan.

Tabla N° 11: Valores de pendientes máximas en (%)

Clase de carretera	VÍAS NUEVAS			MEJORAMIENTO		
	Recomendado			Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R - I o R - II > 8000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I 3000 a 8000 TPDA	3	4	6	3	5	7
II 1000 a 3000 TPDA	3	4	7	4	6	8
III 300 a 1000 TPDA	4	6	7	6	7	9
IV 100 a 300 TPDA	5	6	8	6	8	12
V Menos de 100	5	6	8	6	8	14

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

La pendiente y las longitudes máximas pueden adoptarse los siguientes valores:

LONGITUDES Y PENDIENTES MÁXIMAS	
LONGITUD MÁXIMA	PENDIENTE MÁXIMA
1000 m	8 -10 %
500 m	10 -12 %
250 m	12 - 14%

Pendientes mínimas: es la menor pendiente que se permite en el proyecto. Su valor se fija para facilitar el drenaje superficial longitudinal, pudiendo variar según se trate de un tramo en terraplén o en corte y de acuerdo al tipo de terreno. De todas maneras, la inclinación de la línea de rasante en cualquier punto de la calzada no deberá ser menor que 0.5%.

Curvas Verticales

✓ Curva Vertical Convexas

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 m. y una altura del objeto que se divide sobre la carretera igual a 0,15 m. Esta longitud se expresa en la siguiente fórmula:

$$L = k * A$$

Donde:

A = Diferencia algebraica de las gradientes, expresada en %

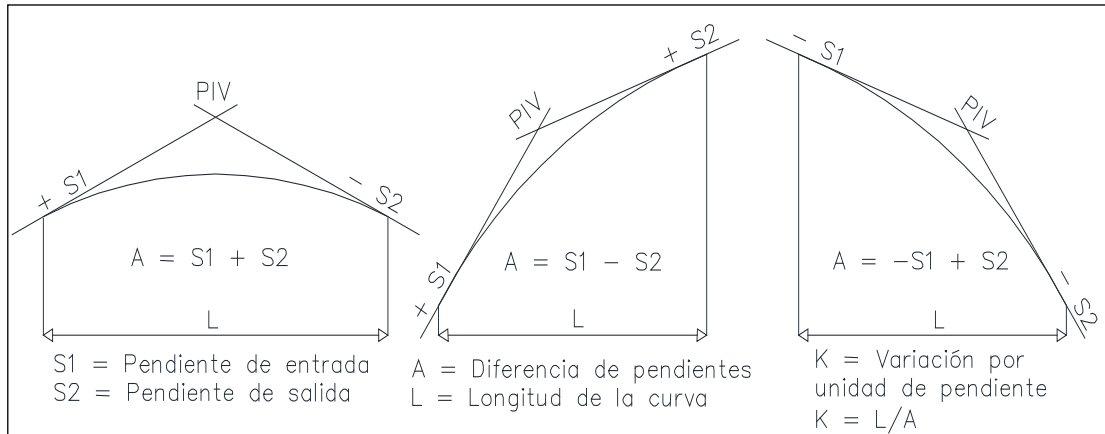
k = Valores obtenidos de la siguiente tabla:

Tabla N° 12: Curvas verticales convexas mínimas

VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA "s"(metros)	COEFICIENTE	
		CALCULADO	RECOMENDADO
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	55	7.1	7
60	70	11.5	12
70	90	19.01	19
80	110	28.4	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80
120	220	113.62	115

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

Gráfico N° 10: Curvas Verticales Convexas



Fuente: Monografía, José Luis Aponte

✓ **Curva Vertical Cóncava**

Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo. Esta longitud se expresa en la siguiente fórmula:

$$L = K * A$$

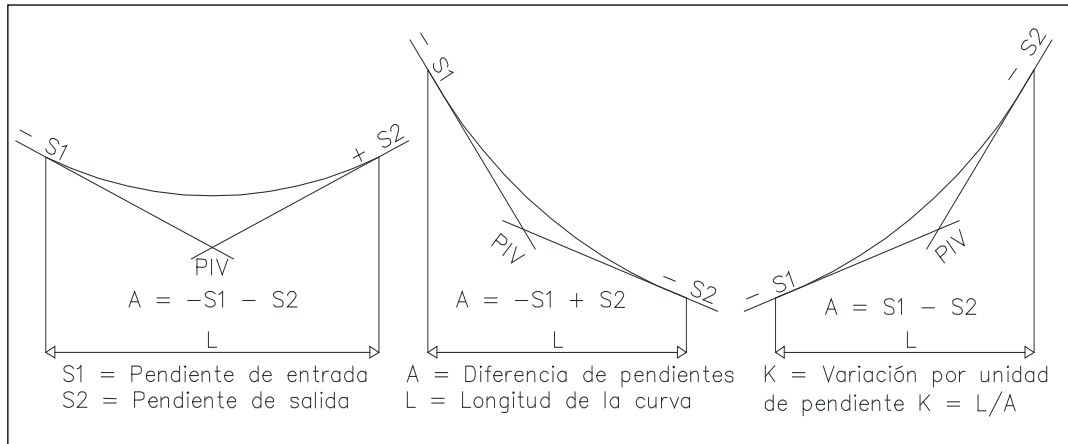
Donde:

A = Diferencia algebraica de las gradientes, expresada en %

k = Valores obtenidos dela siguiente tabla

Las curvas cóncavas tienen el pico hacia abajo, es decir primero van con descenso a ascenso como se muestra en la siguiente figura:

Gráfico N° 11: Curvas verticales Cóncavas



Fuente: Monografía, José Luis Aponte

Tabla N° 13: Curvas verticales cóncavas mínimas

VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA "s"(metros)	COEFICIENTE	
		CALCULADO	RECOMENDADO
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

Tabla N° 14: Curvas verticales cóncavas mínimas

VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	VELOCIDAD REBASADO (km/h)	VELOCIDAD REBASANTE (km/h)	DISTANCIA MÍNIMA DE REBASAMIENTO(m)	
			REBASADO	REBASANTE
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	638	690
110	87	103	764	830*
120	94	110	831	830

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

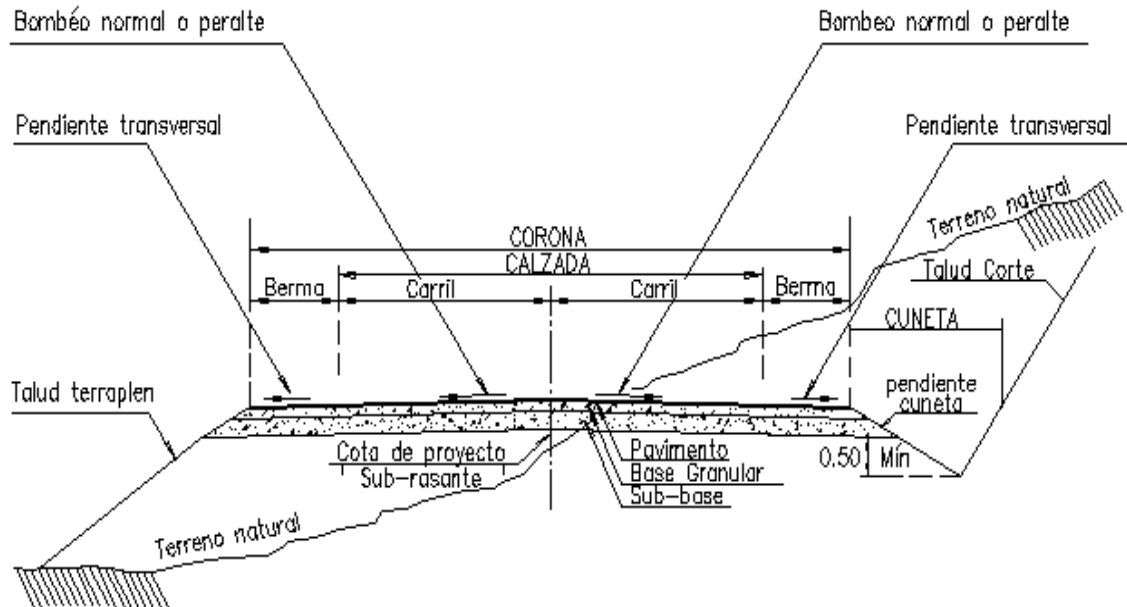
2.4.3.3 Diseño Transversal

El diseño geométrico trasversal de una carretera consiste en la definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la misma, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal. De esta manera se podrá fijar la rasante y el ancho de la faja que ocupará la futura carretera, y así estimar área y volúmenes de tierra a mover.⁴

Esquemáticamente una vía de dos carriles (uno para cada sentido) se encuentra en la siguiente gráfica.

⁴ Cárdenas, 2004, p.349

Gráfico N° 12: Sección transversal de una vía de dos carriles



Fuente: Cárdenas 2004

La corona.- Es la sección que está conformada por la calzada y los espaldones.

Las cunetas.- Son “zanjas construidas al borde de la calzada (o de los espaldones, cuando existe) para recoger y evacuar las aguas superficiales”, que escurren de la calzada y se recomienda colocar una cuneta a la profundidad de 30 cm con respecto a la rasante, para esto será necesario revestir la cuenta para proteger el pavimento de la vía.

Los espaldones.- Que son “las partes del camino contiguas a la calzada, destinada a la detención de los vehículos en emergencia”. El ancho de cada berma puede ser 0,50 hasta 3,00 m, de acuerdo con el volumen de tránsito y el terreno.

Generalmente tiene afirmado o firme igual al de la calzada pero con superficie de calidad inferior.

La explanación.- Es el ancho que corresponde a la faja de terreno que ocupa la construcción de la vía, es decir desde los bordes extremos de los laterales.

A continuación de cada cuneta, si la sección es en corte, y con inclinación adecuada al terreno, sigue el talud de corte; pero si la sección es en terraplén o relleno, sigue el talud de relleno, se inicia al borde de la berma correspondiente, dejando entre los dos a veces, un espacio de unos 0,50 m donde se pueden colocar señales de tránsito o barandas.

El talud.- Es el parámetro o superficie inclinada que limita lateralmente un corte o un relleno. Matemáticamente se representa como la tangente del ángulo que dicho paramento forma con la vertical. Los valores de los taludes deben seleccionarse cuidadosamente con el fin de que sean estables, evitando el peligro de derrumbes.

Gráfico N° 13: Talud de relleno

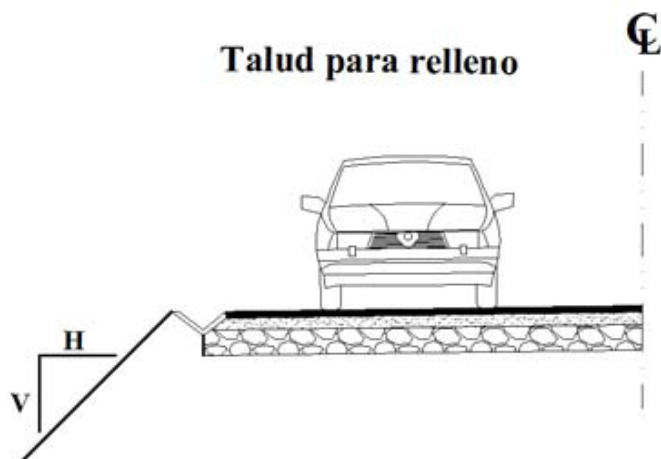
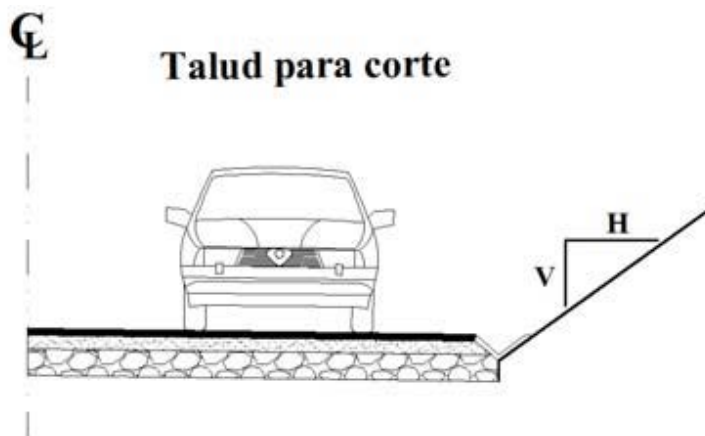


Gráfico N° 14: Talud de corte



Cuando es necesario excavar el terreno para formar la superficie de la subrasante, se dice que se hace corte; y si, al contrario, es necesario colocar material para hacer la vía sobre él, se dice que se llama relleno.

Cuando toda una sección transversal está en corte o en relleno, se dice que es sección corte o relleno homogéneos; pero si tiene una parte en corte y otra parte en relleno; es una sección mixta o en “media ladera”.

Tabla N° 15: Valores indicativos para taludes

Altura de taludes corte o terraplén (m)	Talud horizontal a vertical por tipo de terreno		
	Plano u Ondulado	Montañoso	Escarpado
0 a 1.20	6 a 1	4 a 1	4 a 1
1.20 a 3.00	4 a 1	3 a 1	2 a 1
3.00 a 4.50	3 a 1	2 1/2 a 1	1 3/4 a 1
4.50 a 6.00	2 a 1	2 a 1	1 1/2 a 1
> 6.00	2 a 1	1 1/2 a 1	1 1/2 a 1

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

Carriles.- La división de la calzada en varias franjas paralelas, se denominan carriles, los mismos que deben tener un ancho suficiente para permitir la circulación de una sola fila de vehículos.

Tabla N° 16: Anchos de carril

Velocidad máxima de la vía (Km/h)	Ancho de carril (m)
Menor a 50 (urbana)	Mínimo 3.00
De 50 a 90 (rural)	Entre 3.00 y 3.50
Mayor a 90 (rural)	Entre 3.50 y 3.80

Fuente: INEN, 2011

La calzada.- Es “la zona de la vía destinada a la circulación de vehículos” y está formada por sus dos carriles, cada uno de los cuales es “la parte de la calzada destinada al tránsito que generalmente es pavimentada o acondicionada con algún tipo de material. Los anchos de carriles recomendados generalmente son de 3,00 y 3,50 m; así, las calzadas serán de 6,00 m y 7,00 m.

Tabla N° 17: Anchos recomendados para calzada

Tipo de carretera	Tipo de terreno	Velocidad de diseño (Km/h)									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Carretera principal de dos calzadas	Plano							7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado						7.30	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso						7.30	7.30	7.30	7.30	7.30
	Escarpado						7.30	7.30	7.30	7.30	
Carretera principal de una calzada	Plano					7.30	7.30	7.30	7.30		
	Ondulado				7.30	7.30	7.30	7.30	7.30		
	Montañoso				7.30	7.30	7.30	7.30			
	Escarpado				7.00	7.00	7.00				
Carretera secundaria	Plano			7.00	7.30	7.30	7.30				
	Ondulado		7.00	7.00	7.30	7.30	7.30				
	Montañoso		6.60	7.00	7.00	7.00					
	Escarpado	6.00	6.00	6.60	7.00						
Carretera terciaria	Plano		5.00	6.00	6.60						
	Ondulado	5.00	5.00	6.00	6.60						
	Montañoso	5.00	5.00	6.00							
	Escarpado	5.00	5.00	6.00							

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

El bombeo.- En los tramos rectos la superficie de la vía tiene una “pendiente transversal que tiene por objeto facilitar el escurrimiento superficial del agua”; esta pendiente generalmente va del eje hacia los bordes.

El bombeo de la calzada generalmente tiene valores entre 1% y 3%, según la clase de pavimento; el valor más común es 2%, cuando se trata de pavimento asfáltico.

Tipo de superficie de rodadura		Bombeo (%)
Muy buena	Superficie de concreto o asfalto, colocada con extendedoras mecánicas.	2
Buena	Superficie de mezcla asfáltica colocada con terminadora.	2 - 3
Regular a mala	Superficie de tierra o grava.	2 - 4

Las bermas.- Tienen normalmente una pendiente transversal del 4% por razón de que su acabado tiene menos finura que el de la calzada.⁵

Superficie Rodadura

Se determina la superficie de rodadura como la capa superior de la calzada, de material especificado, designado para dar comodidad al tránsito. También llamado capa de desgaste o superficie.

Tabla N° 18: Clasificación de Superficies de Rodadura

TIPO DE CARRETERA	TIPO DE SUPERFICIE	PENDIENTE TRANSVERSAL
R-I o R-II	Alto grado estructural: Concreto asfáltico u hormigón	1.50 - 2%
I 3000 a 8000 TPDA	Alto grado estructural: Concreto asfáltico u hormigón	1.50 - 2%
II 1000 a 3000 TPDA	Grado estructural intermedio: Concreto asfáltico u hormigón o DTSB	2%
III 300 a 1000 TPDA	Bajo grado estructural: Doble tratamiento superficial bituminoso DTSB	2%
IV 100 a 300 TPDA	Grava o DTSB	2.50 - -4%
V menos de 100 TPDA	Grava, Empedrado, Tierra	4%

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

⁵ Chocontá, 2002.

Pavimento

La estructura de un pavimento absorbe los esfuerzos que ejerce el trabajo y que está conformada básicamente por el terreno de fundación o subrasante, capa de subbase, capa de base y la capa de rodadura, la duración útil de un pavimento puede definirse como el período durante el cual se espera que la estructura de pavimento continúe en función sin una pérdida apreciable de su valor de soporte, y mantenga una condición superficial aceptable.

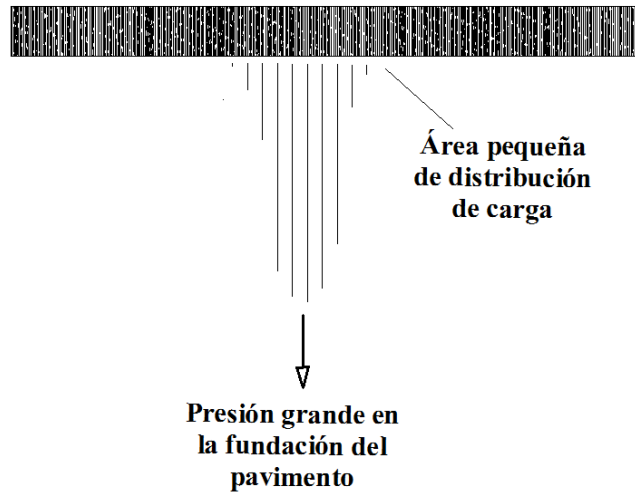
✓ Pavimentos flexibles

Los pavimentos flexibles se caracterizan por ser sistemas multicapa con las capas de mejor calidad cerca de la superficie donde las tensiones son mayores. La capa superior es de concreto asfáltico. Un pavimento flexible trabaja distribuyendo la carga hasta que llegue a un nivel aceptable para la subrasante. Por debajo de la capa de concreto asfáltico se coloca una base que puede ser de piedra partida, grava bien graduada o materiales estabilizados (con cemento, cal o asfalto). Por debajo de esta base se coloca una capa de menor calidad denominada sub-base.⁶

Los pavimentos flexibles, que al tener menor rigidez, transmiten los esfuerzos hacia las capas inferiores lo cual trae como consecuencia mayores tensiones en la subrasante.

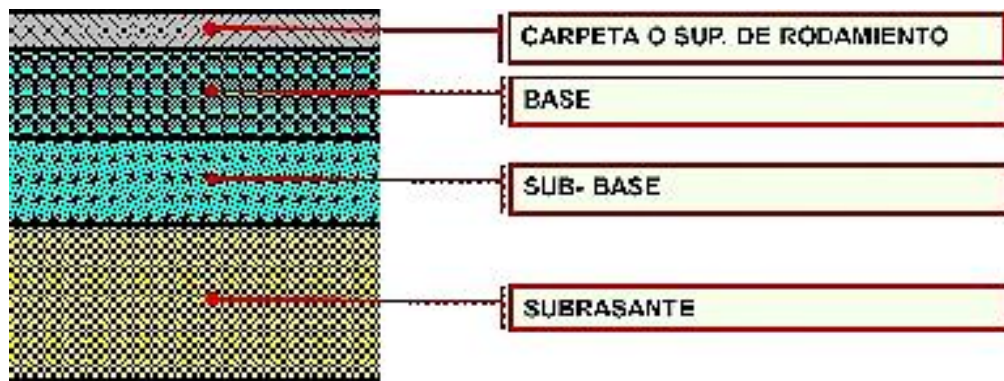
⁶ Instituto Boliviano de Cemento y Hormigón IBCH, 2006, p.2

Gráfico N° 15: Representación de la deformación en un pavimento flexible



Fuente: Instituto Boliviano de Cemento y Hormigón IBCH, (2006)

Gráfico N° 16: Estructura de pavimentos



Fuente: Serment, (2012)⁷

Suelo de fundación.- Es la capa del suelo bajo la estructura del pavimento, preparada y compactada como fundación para el pavimento. Se trata del terreno natural o la última capa del relleno de la plataforma sobre la que se asienta el pavimento.

⁷ Recuperado de <http://amivtacchiapas.org>

Subrasante.- Superficie superior de la obra básica, preparada como fundación de la estructura de pavimento y de los espaldones.

Capa de sub-base.- Capas, de espesor definido, de materiales que cumplen determinadas especificaciones, las cuales se colocan sobre una subrasante aprobada, para soportar la Capa de Base.

Cumple con los objetivos de:

- ✓ Sirve de capa de drenaje de la estructura del pavimento
- ✓ Controla y elimina los cambios de volumen, la elasticidad y la plasticidad que pueda tener el terreno de fundación
- ✓ Controla la capilaridad del agua proveniente de niveles freáticos cercanos
- ✓ Este material necesariamente debe tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación compactado

Capa de base.- Capas (o capa), de espesor definido, de materiales sujetos a determinadas especificaciones, colocada sobre la sub-base o la subrasante para soportar las capas de superficie o rodadura.

Las bases pueden ser granulares o estar formadas por mezclas bituminosas, mezclas estabilizadas con cemento u otro material ligante.

El material que se utiliza para la construcción de una base debe cumplir los siguientes requisitos:

- ✓ Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura
- ✓ No debe presentar cambios de volumen
- ✓ El porcentaje de desgaste en la máquina de los Ángeles debe ser menor al 40%.
- ✓ El valor del C.B.R. debe ser igual o mayor al 80%

Capa de rodadura.- Capa superior de la calzada, de material especificado, designada para dar comodidad al tránsito. Debe tener características antideslizantes,

ser impermeable y resistir a la abrasión que produce el tráfico y los efectos degradantes del clima. A veces se la llama Capa de desgaste.

Especificaciones técnicas para base y sub-base

Se presenta entonces las características de los materiales por cada una de las clases de sub-base y base.

- ✓ Sub-bases de agregados

Clase 1: son construidas con agregados obtenidos por trituración de piedras o gravas, y graduadas uniformemente de grueso a fino, son obtenidas mediante un proceso industrial, este tipo de sub-bases posee aristas irregulares por lo que se consigue mejor resistencia.

Clase 2: son construidas por cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de grava.

Clase 3: son construidas con material obtenido de la excavación en minas, son materiales más pobres incluso pueden ser redondeadas las partículas.

Tabla N° 19: Límites granulométricos para sub-bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3"(76.2 mm)			100
2"(50.4 mm)		100	
1 ½"(38.1 mm)	100	70-100	
No.4 (4.75 mm)	30-70	30-70	30-70
No. 40 (0.425 mm)	10-35	15-40	
No.200 (0.075 mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: MOP 2002

✓ Bases de agregados

Clase 1: constituidas con agregados gruesos y con agregados finos triturados en un 100% y mezclados necesariamente en sitio.

Clase 2: constituidas con el 50% o más de agregados gruesos triturados y mezclados necesariamente en una planta central.

Clase 3: constituidas por lo menos con el 25% o más de agregados gruesos triturados y mezclados preferentemente en una planta central.

Clase 4: constituidas con bases obtenidas por tamizados de piedras o gravas.

Tabla N° 20: Límites granulométricos para bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
	Tipo a	Tipo b			
2" (50.8 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	
3/8" (9.5 mm)	35-60	45-75	50-80		
No.4 (4.76 mm)	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
No. 10 (2.00 mm)	20-40	20-50	25-50	30-60	
No. 40 (0.425 mm)	10-25	10-25	15-30	20-35	
No.200 (0.075 mm)	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: MOP 2002

En el siguiente cuadro de resumen se muestra las características de las sub-bases y base de agregados que existen.

Tabla N° 21: Características de las sub-bases y bases de agregados

		Límite Líquido	Índice plástico	% de desgaste por abrasión	CBR
Sub-base de agregados	Clase 1	< 25	< 6	< 50%	> 30 %
	Clase 2				
	Clase 3				
Base de agregados	Clase 1	< 25	< 6	< 40%	> 80 %
	Clase 2				
	Clase 3				
	Clase 4				

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

2.4.3.4 Sistemas de drenaje

El sistema de drenaje se define como el conjunto de estructuras hidráulicas que deben disponerse en un proyecto vial de tal manera que permitan recolectar, conducir y evacuar todos los caudales de agua, provenientes del escurrimiento superficial, que llegan al camino, se encuentran próximas o se cruzan con él.

El apropiado diseño de una carretera constituye parte fundamental con un adecuado análisis del drenaje, tratando en lo posible de evitar que el agua llegue al camino o bien dándole salida a la que inevitablemente llega a él. El funcionamiento del drenaje debe ser excelente, debido a que la naturaleza del material con que se forman los terraplenes o los taludes de los cortes con cualquier exceso de agua o humedad ocasionan deslaves y trastorna el funcionamiento del camino⁸.

⁸ Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

✓ **Función de las Estructuras de Drenaje**

El sistema de drenaje vial es vital para el funcionamiento y operación de la carretera, sus funciones principales son:

- ✓ Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada.
- ✓ Controlar el nivel freático.
- ✓ Interceptar al agua superficial o subterránea que escurre hacia la carretera.
- ✓ Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.⁹

Drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal comprende las obras de captación y defensa, cuya ubicación será necesario establecer, calculando el área hidráulica requerida, sección, longitud, pendiente y nivelación del fondo, y seleccionando el tipo de proyecto constructivo.

Cunetas.- Son canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o a ambos lados de una carretera, con el propósito de interceptar el agua de lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud del corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducirla a un drenaje natural o a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera.

- ✓ Localización, pendiente y velocidad

La cuneta se localizará entre el espaldón de la carretera y el pie del talud del corte.

La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del 0.50% y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua la misma que condicionará la necesidad de revestimiento.

⁹ Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

Tabla N° 22: Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales

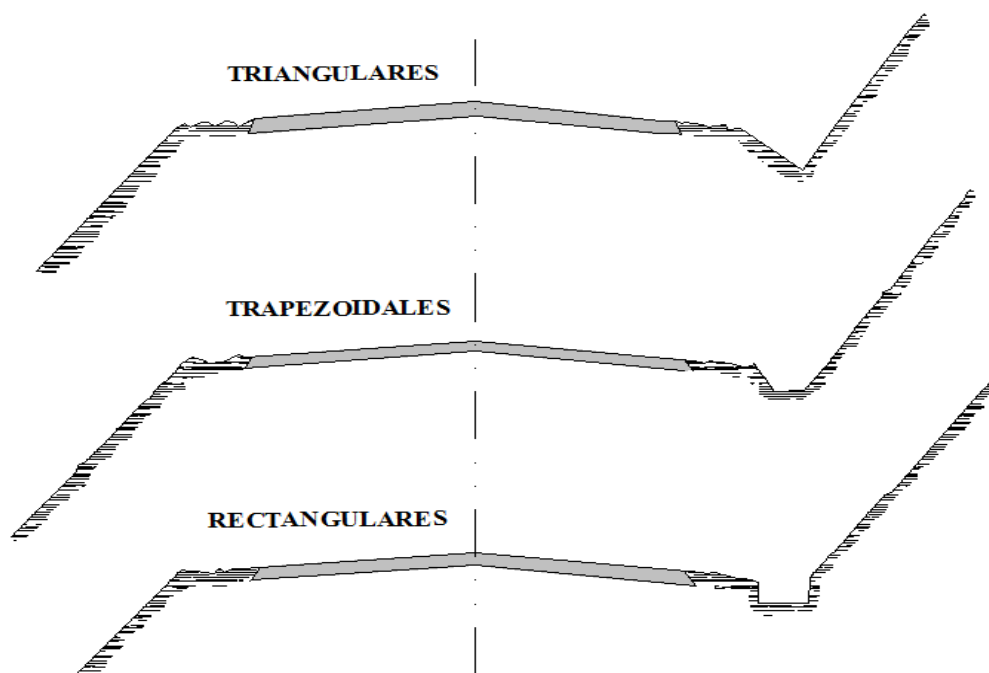
Material	Velocidad (m/s)	Material	Velocidad (m/s)
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2
Arcilla arenosa	0.5	grava gruesa	3.5
Arcilla ordinaria	0.85	Zampeado	3.4 - 4.5
Arcilla Firme	1.25	Roca sana	4.5 - 7.5
Grava fina	2	Hormigón	4.5 - 7.5

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

Forma de la sección

Las cunetas según la forma de su sección transversal, pueden ser: triangulares, rectangulares y trapezoidales. El uso de cunetas triangulares es generalizado, posiblemente, por su facilidad de construcción y mantenimiento; aunque dependiendo del área hidráulica requerida, también, se pueden utilizar secciones rectangulares o trapezoidales.

Gráfico N° 17: Secciones típicas de cunetas



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

La sección rectangular ha sido generalmente abandonada por razones de ingeniería de tránsito, debido a la sensación de peligro que siente quien transita cerca de ella. Por esta misma razón, la sección trapezoidal también se utiliza cada vez menos, salvo que tenga el talud cercano a la carretera muy tendido.

En las secciones triangulares se recomienda 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; considerando, para el caso, una lámina de agua no mayor a 30 cm.

Drenaje transversal

Alcantarillas

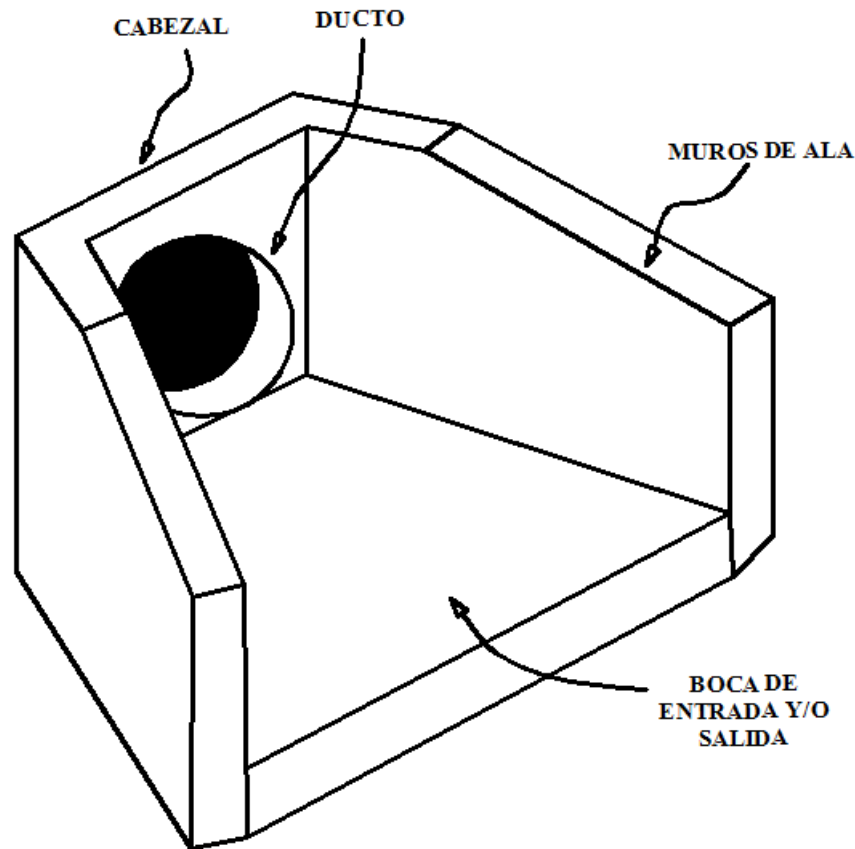
El diseño de alcantarillas deberá realizarse en función de las características de la cuenca hidráulica a ser drenada y de la carretera a la que prestará servicio. Como los sistemas de drenaje inciden en los costos de conservación y mantenimiento de las carreteras, es necesaria que las alcantarillas sean proyectadas considerando que su funcionamiento deberá estar acorde con las limitaciones impuestas por los sistemas de conservación y métodos de mantenimiento.

Las alcantarillas son conductos cerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversales y por debajo del nivel de subrasante de una carretera, con el objeto de conducir, hacia cauces naturales, el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos o esteros, canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial de la carretera. De acuerdo a las condiciones topográficas del corredor de la carretera, se puede considerar que las alcantarillas servirán para drenar: planicies de inundación o zonas inundables, cuencas pequeñas definidas o para coleccionar aguas provenientes de cunetas.

Los elementos constitutivos de una alcantarilla son: el ducto, los cabezales, los muros de ala en la entrada y salida, y otros dispositivos que permitan mejorar las condiciones del escurrimiento y eviten la erosión regresiva debajo de la estructura.

Elementos que componen una alcantarilla¹⁰.

Gráfico N° 18: Elementos de una alcantarilla



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

2.4.2.7 Estudios de suelos

En relación a los estudios de suelos no es posible definir reglas de carácter general para todos los casos, por cuanto los estudios están en función del tipo de obra civil y la naturaleza del terreno.

En el caso de diseño vial este estudio es muy importante debido a que orienta al ingeniero a determinar el espesor de capa de rodadura, mediante la adecuada interpretación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Con las muestras

¹⁰ Normas de diseño geométrico de carreteras MOP 2003

obtenidas en el campo y de acuerdo con el tipo de suelo se determinarán las siguientes propiedades:

- ✓ Propiedades índice.
- ✓ Plasticidad.
- ✓ Compactación.
- ✓ Ensayo C.B.R.

Propiedades índice

Su conocimiento es de vital importancia en la Mecánica de Suelos, y la interpretación correcta puede predecir el posible comportamiento de un terreno bajo cargas cuando las condiciones de humedad varían.

- ✓ Contenido de humedad $\omega\%$.
- ✓ Relación de vacíos e .
- ✓ Porosidad n .
- ✓ Grado de saturación de agua $G\omega\%$.
- ✓ Grado de saturación de aire $G_a\%$.

Plasticidad

Se la define como la propiedad de un material que es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin variaciones volumétricas apreciables, sin desmoronarse y agrietarse. Esta definición circunscribe definitivamente a los suelos finos limosos y arcillosos en determinadas circunstancias de humedad.

- ✓ Límite Líquido (LL).
- ✓ Límite Plástico (LP).
- ✓ Índice Plástico (IP).
- ✓ Límite de Contracción (LC)

Límite líquido: 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 $\frac{1}{2}$ " de amplitud, a los 25 golpes generados en la cápsula de bronce,

con un ritmo de dos golpes por minuto. Los valores corrientes son: para arcillas 40 a 60%, para limos 25 a 50%; en arenas no se obtienen resultados.

Límite plástico: Cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe. 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.

El límite plástico se calcula igual que un contenido de humedad promedio, se determina enrollando pequeñas muestras de 3mm de diámetro y cuando éstas tienen tal cantidad de agua que empiezan a resquebrajarse.

Índice plástico: Se calcula el Índice Plástico de un suelo como la diferencia numérica entre su Límite Líquido y su Límite Plástico de la siguiente manera:

$$I_p = L_L\% - L_P\%$$

Excepciones: Se indicará la diferencia calculada de acuerdo al párrafo anterior, como el Índice Plástico, excepto en los siguientes casos:

- ✓ Cuando el LL o LP no pueden ser determinados, infórmese el Índice Plástico I_p como no plástico (NP).
- ✓ Cuando el suelo es muy arenoso, el LP deberá determinarse antes del LL. Si el LP no puede ser determinado, indíquese el I_p como N_p .
- ✓ Cuando el LP es igual o mayor que el LL, indíquese el I_p como N_p .

Análisis granulométrico.- Es una prueba para determinar cuantitativamente la distribución de los diferentes tamaños de partículas del suelo, el análisis de las partículas se hace por dos formas:

- ✓ **Por vía seca:** con el método de la Granulometría, usando una serie de tamices.

- ✓ **Por vía húmeda:** mediante los métodos del Hidrómetro y Sifoneado, utilizados generalmente para suelos de partículas finas como las arenas finas pobremente graduadas, los limos y las arcillas.

Para el método de la granulometría por tamices, la cantidad de suelo requerida para este ensayo depende de la cantidad de finos que contenga.

Suelos arcillosos y limosos.....200 a 500 gr.
 Suelos arenosos.....500 a 1000 gr.
 Suelos gravosos.....5000 a 10000 gr.

Tabla N° 23: Tamices estándar

TYLER STANDARD		US. BUREAU STANDARDS	
MALLA	ABERTURA	MALLA	ABERTURA
NÚMERO	mm	NÚMERO	mm
3"	76.200	4"	101.600
2"	50.800	2"	50.800
-	26.670	1"	25.400
-	18.850	3/4"	19.100
-	13.320	1/2"	12.700
-	9.423	3/8"	9.520
N 3	6.680	1/4"	6.350
N 4	4.699	N 4	4.760
N 6	3.327	N 6	3.360
N 8	2.362	N 8	2.380
N 10	1.655	N 10	2.000
N 20	0.833	N 30	0.500
N 35	0.417	N 40	0.420
N 60	0.246	N 50	0.298
N100	0.147	N100	0.149
N200	0.074	N200	0.074

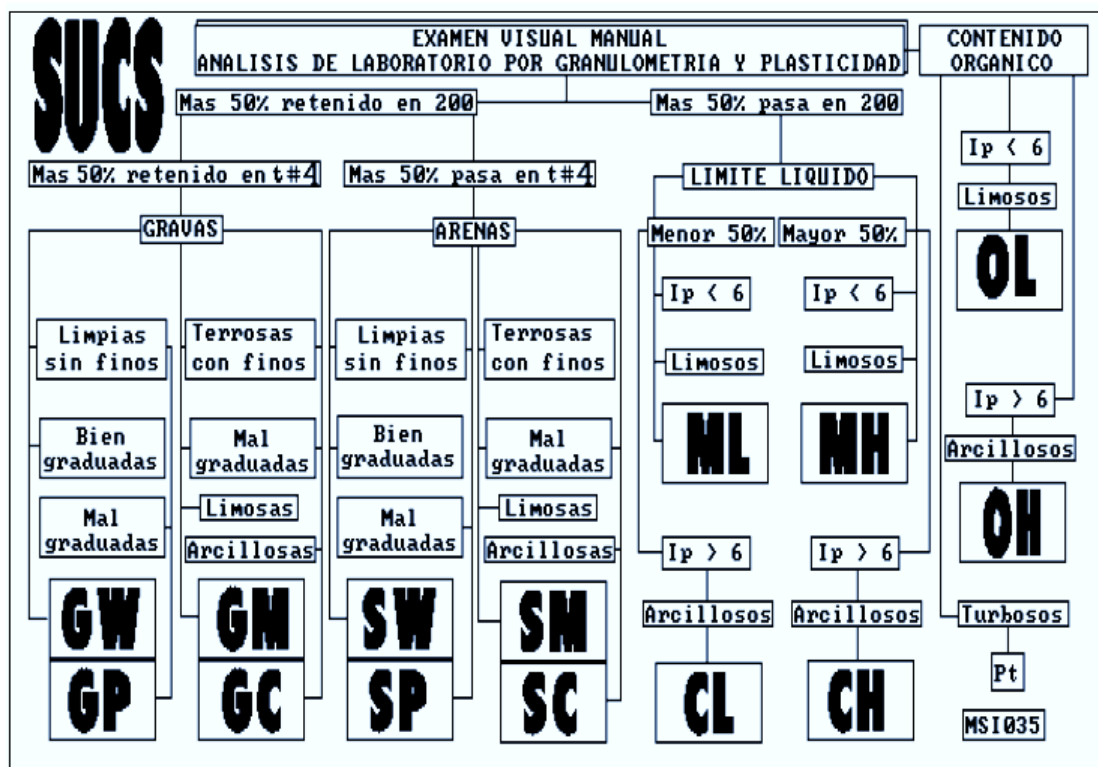
Fuente: M.Sc. Ing. Francisco Mantilla Negrete, "Mecánica de Suelos II"

Los suelos granulares presentan un comportamiento favorable para la Ingeniería Civil, sin embargo se destacará que son susceptibles de acomodarse o densificarse por procesos de compactación y su resistencia aumentará, si se han eliminado las partículas finas dejan pasar agua y se convierten en excelentes materiales de filtro.

Los suelos cohesivos en cambio presentan un comportamiento desfavorable, altos contenidos de humedad, cuya eliminación produce consolidación, asentamientos y deformaciones de considerable magnitud.

Identificación y clasificación de los suelos por sistemas granulométricos: Los suelos se presentan con una variedad infinita y se requiere de una norma general para clasificar a los suelos, los primeros sistemas de clasificación se basaron en características como el color, olor, textura.

Tabla N° 24: Clasificación de suelos sistema SUCS



Fuente: M.Sc. Ing. Francisco Mantilla Negrete, "Mecánica de Suelos II"

✓ **Compactación**

La compactación de los suelos es el mejoramiento artificial de sus propiedades índice y mecánicas por medio de maquinaria construida por el hombre. Se establecen dos parámetros fundamentales en la compactación de los suelos y son:

- ✓ Peso volumétrico máximo o máxima densidad
- ✓ Contenido óptimo de humedad
- ✓ Grado de compactación

✓ **Ensayo C.B.R.**

La Relación de Soporte de California conocida comúnmente como C.B.R. California Bearing Ratio, es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo de fundación bajo condiciones de humedad y densidad cuidadosamente controladas, que tiene aplicación en el diseño de obras viales.

✓ **Clasificación de suelos**

La clasificación de suelos es el indicador de las propiedades físico-mecánicas que tienen los suelos. Para determinar las propiedades de un suelo a usarse como subrasante se usa la clasificación de AASHTO M-145; las primeras variables son: la granulometría y la plasticidad. En términos generales, un suelo conforme a su granulometría se clasifica así:

- ✓ **Grava:** de un tamaño menor a 76.2 mm (3") hasta tamiz N° 10
- ✓ **Arena Gruesa:** de un tamaño menor a 2 mm hasta tamiz N° 40
- ✓ **Arena fina:** de un tamaño menor a 0.425 mm hasta tamiz N° 200
- ✓ **Limos y arcillas:** tamaños menores de 0.075 mm

Un suelo fino es el que tiene más de 35% que pasa el tamiz N° 200 (0.075 mm), los cuales se clasifican como A-4, A-5, A-6 o A-7. Dos suelos considerados finos que tengan granulometrías similares, pueden llegar a tener propiedades diferentes dependiendo de su plasticidad, cualidad que se analiza en el suelo que pasa el tamiz

Nº 40; dichas propiedades de plasticidad, se analizan conforme las pruebas de límites de Atterberg, que son:

Límite líquido o LL: Es el estado de un suelo, cuando pasa de un estado plástico a un estado semilíquido.

Límite plástico o LP: Es la frontera entre el estado plástico y el semisólido de un suelo.

Índice Plástico o IP: es la diferencia entre LL y LP, que indica la plasticidad del material. De lo descrito anteriormente, se concluye que para los suelos gruesos, la propiedad más importante es la granulometría y para los suelos finos son los límites de Atterberg.

Tabla N° 25: Clasificación de suelos método AASHTO

Clasificación general	Suelos granulados 35% máximo que pasa por tamiz de 0.08 mm							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.08 mm				
grupo símbolo	A - 1		A - 3	A - 2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A - 1 - a	A - 1 - b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de : 2mm 0.5 mm 0.08 mm	más de 50 más de 30 más de 15	máx 50 máx 25	mín 50 máx 10	máx 35	máx 35	máx 35	máx 35	mín 35	mín 35	mín 35	mín 35	mín 35
Límites Atterberg Límite de liquidez índice de palsticidad	máx 6	máx 6		máx 40 máx 10	mín 40 máx 10	máx 40 mín 10	mín 40 máx 10	máx 40 máx 10	máx 40 máx 10	máx 40 mín 10	mín 40 IP<LL-30	mín 40 IP<LL-30
índice de grupo	0	0	0	0	0	máx 4	máx 4	máx 8	máx 12	máx 16	máx 20	máx 20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo	De excelente a bueno						De pasable a malo					

Fuente: Asociación Americana de Vías Estatales y Transporte Oficial AASHTO

Señales de tránsito

Son aquellas señales que tienen por objeto notificar a los usuarios de la vía, sobre las limitaciones, prohibiciones o restricciones que gobiernan el uso de ellas y cuya violación constituye una infracción castigada por la ley o los reglamentos.

✓ **Señales Verticales**

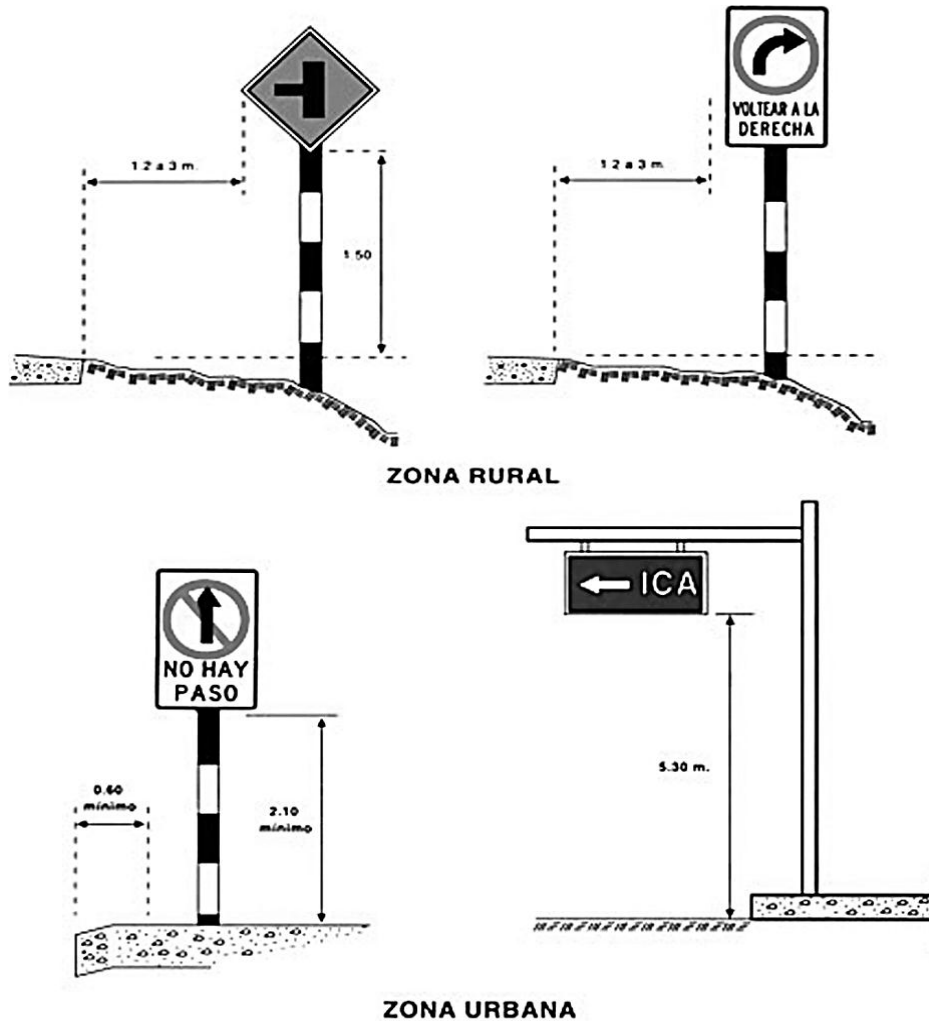
Estas señales informan a los conductores sobre disposiciones de las leyes y reglamentaciones de tránsito e indican la aplicabilidad de los requisitos legales que de otra forma no serían aparentes. Estas señales serán colocadas normalmente en aquellas localizaciones donde se requiera la reglamentación, evitando siempre el uso excesivo de las mismas. El mensaje de la señal indicará claramente los requisitos impuestos por la reglamentación.

Son todas aquellas señales de tránsito colocadas en forma vertical en relación al pavimento. Placas generalmente metálicas adheridas a estructuras como postes o tubos y se dividen en cinco tipos que son:¹¹

- ✓ Señales Reglamentarias
- ✓ Señales Preventivas
- ✓ Señales Informativas de Servicios y Turismo
- ✓ Señales Informativas de destino y Distancia
- ✓ Señales de prevención de obra

¹¹[Http://www.conaset.cl/manualsenalizacion/document/capitulo2](http://www.conaset.cl/manualsenalizacion/document/capitulo2)

Gráfico N° 19: Señales verticales



Fuente: [Http://www.conaset.cl/manualesenalizacion/document/capitulo2](http://www.conaset.cl/manualesenalizacion/document/capitulo2)

✓ Señales Horizontales

Son marcas en el pavimento que sirven para canalizar y orientar la circulación de los vehículos e indican los movimientos a ejecutar mediante líneas, figuras y leyendas.

Constituyen un excelente medio de señalización que guía al usuario sin distraer su vista del camino.

- ✓ Línea central continua: Indica división de carriles opuestos y a la vez prohíbe la maniobra de sobrepasar.

- ✓ Líneas continuas a la orilla del camino: Delimitan el espacio para circular separando los carriles de circulación del acotamiento.
- ✓ Línea central discontinua: Indica división de carriles. Se permite sobrepasar si hay suficiente visibilidad y el carril opuesto se encuentra desocupado en un espacio suficiente que permita una maniobra con seguridad.
- ✓ Línea continua y otra discontinua juntas al centro: Indican que se permite sobrepasar a la circulación que se mueve por el lado de la línea discontinua.
- ✓ Dos líneas continuas: Indican el centro de la carretera cuando hay más de un carril de circulación para cada sentido: se prohíbe sobrepasar haciendo uso de carriles contrarios, se permite vuelta a la izquierda a menos que haya señales que indiquen lo contrario.
- ✓ Zonas o áreas neutrales: Son líneas diagonales entre líneas continuas que sirven para separar carriles; está prohibido circular sobre ellas y también estacionarse.
- ✓ Zona de peatones: Delimitan el espacio dentro del cual deben de cruzar los peatones, los conductores de vehículos que tengan señal de alto deben detenerse sin invadir el área entre líneas.
- ✓ Líneas para detenerse: Se usan para indicar a los conductores el lugar donde deben detenerse ante una luz roja: esta línea no debe rebasarse.
- ✓ Flechas: Indican la circulación asignada al carril donde se encuentra.

Marcas de aproximación de vías de ferrocarriles: Indican que se está aproximando a un cruce de ferrocarril, por lo que debe reducir la velocidad y prepararse para detenerse antes de cruzar las vías.

- ✓ Cordón amarillo: Prohibido estacionar.
- ✓ Cordón rojo: Prohibido estacionar o detenerse.
- ✓ Senda peatonal
- ✓ Flechas direccionales
- ✓ Líneas carril.¹²

¹² <http://www.abc.com.py/articulos/las-senales-de-tránsito-horizontales-982213.html>

2.5 HIPÓTESIS

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Pucayaca – Cruz Puenebata parroquia Pilahuín cantón Ambato provincia de Tungurahua, mejorará el desarrollo socio - económico de los habitantes.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 Variable Independiente

Diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Pucayaca – Puenebata parroquia Pilahuín cantón Ambato provincia de Tungurahua.

2.6.2 Variable Dependiente

Desarrollo socio - económico de los habitantes.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN

Investigación de campo: Tomando en cuenta que se efectuarán estudios sistemáticos en la vía mencionada ya que es oportuno tener contacto directo para determinar el TA (Tráfico Actual), datos de localización, nivelación, perfiles transversales, averiguar la clasificación del suelo con el propósito de conocer la realidad del medio en el que estará el proyecto.

Investigación Bibliográfica: Se deberá indagar documentos, cartas geográficas, normas, libros, revistas, y hasta fuentes de internet para aclarar diferentes teorías y criterios que permitan la aproximación al fenómeno y explicar científicamente con base en fuentes bibliográficas confiables.

Investigación Laboratorio: Se toman muestras de suelos, y se analizan sus propiedades mediante ensayos de laboratorio

3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Nivel Exploratorio: Porque se busca identificar y reconocer el problema, como también se busca dentro del campo de la ingeniería vial conocer las variables de diseño para la red vial.

Nivel Descriptivo: Detalla las variables de diseño a emplear, recomendadas en las normas técnicas, dando una idea clara de los posibles cambios que se pretenden dar en las vías.

Nivel Explicativo: Esta investigación culminará con la socialización con los pobladores del sector, sobre el estudio que se va efectuar en el sector Pucayaca - Puenebata para ver si están dispuestos a colaborar para la realización de dicha investigación en beneficio de los mismos, ya que en ocasiones en proyectos viales de

este tipo la población suele revelarse oponiéndose al proyecto al no contar con la correspondiente socialización

Asociación de Variables: Se asocia la variable independiente con la dependiente, es decir la relación causa – efecto en procura de comprender el problema y buscar su adecuada solución.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población o Universo

El universo de estudio para el presente proyecto serán los aproximadamente 255 habitantes del sector Pucayaca – Puenebata.

$$m = 255$$

3.3.2 Muestra

Para realizar el cálculo de la muestra se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{m}{e^2(m - 1) + 1}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

m = Población o universo = 255 habitantes

e = El límite aceptable de error muestral cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% y 9%, valor a criterio del encuestador (5%).

$$n = \frac{m}{e^2(m - 1) + 1}$$

$$n = \frac{255 \text{ hab}}{0.05^2(255 \text{ hab} - 1) + 1}$$

n = 156 habitantes (Toma de muestra es de 156 habitantes)

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4.1 Variable Independiente

Diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Pucayaca – Puenebata parroquia Pilahuín cantón Ambato provincia de Tungurahua.

Conceptualización	Dimensión	Indicador	Ítems	Técnicas e instrumentos
Diseño geométrico.- Es la relación del diseño en planta, perfil longitudinal, perfil transversal, y un diseño óptimo de la estructura de pavimento, en base a especificaciones.	Alineamiento Horizontal	Velocidad de diseño Curvas circulares Distancia de visibilidad Radio mínimo Peralte Sobreancho Longitud de transición	¿Cuál es el alineamiento horizontal que se adapta a las condiciones topográficas?	Normas MTOP Estación Total, Software GPS
	Alineamiento Vertical	Gradiente Curvas verticales Cóncavas Convexas	¿Cuál es el alineamiento vertical que se adapta a las condiciones topográficas?	
	Sección Transversal	Sección típica Calzada Bombeo	¿Cómo es la sección típica? ¿Qué ancho tiene la calzada?	
Diseño de la estructura del pavimento.- Combinación de capas de sub-base, base y capa de rodadura colocada sobre una subrasante, para soportar las cargas de tránsito y distribuir los esfuerzos en la plataforma.	Subrasante Sub-base Base Carpeta de rodadura	Tráfico (TPDA) Granulometría LL (%) y LP (%) CBR Hormigón Asfáltico	¿Cuál es el diseño del Pavimento?	Ficha de campo Normas MTOP Método AASHTO 93 Formularios Excel Ensayos de laboratorio
	Drenaje	Drenaje Superficial Drenaje Longitudinal Cunetas Alcantarillas	¿Cuál es el diseño de cunetas y alcantarillas?	Normas MTOP Método AASHTO 93 Formularios Excel

3.4.2 Variable Dependiente

Desarrollo socio - económico de los habitantes.

Conceptualización	Dimensión	Indicador	Ítems	Técnicas
Se conceptúa como cambiar las condiciones de vida del sector	Social	Salud Educación	¿Cuáles son los aspectos sociales del sector?	Observación Entrevista Encuesta
	Económico	Agricultura Ganadería	¿Cuáles son las condiciones económicas?	Observación Entrevista Encuesta

3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La técnica a utilizar durante la ejecución del proyecto será de participación directa e indirecta con los pobladores que habitan en la comunidad de Pucayaca parroquia Pilahuín cantón Ambato provincia de Tungurahua, recolectando la información de datos tomados en sitio tales como información del sistema vial, tipo de suelo, topografía y aspectos socio - económicos de una manera estructurada y sistemática, las mismas que se realizarán con los habitantes del sector.

3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Una vez obtenida la información a considerar durante la investigación, se procederá a la selección de la misma descartando datos que no se apeguen a la realidad, estos datos se tabularán en cuadros de resumen sistemática y ordenadamente de manera que permitan el estudio estadístico de las variables.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

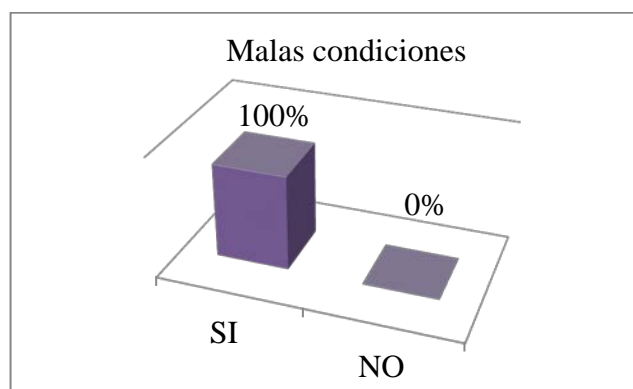
4.1.1 Análisis de las encuestas realizadas

El análisis se basó en un proceso para obtener información real de las condiciones actuales de la vía, se formularon 10 preguntas fáciles y directas, para llegar a conocer la situación en cuanto a los aspectos viales. Las encuestas se realizaron a una muestra de 156 habitantes en todo el trayecto que se propone ejecutar el proyecto de diseño en la comunidad Pucayaca – Cruz Puenebata.

Pregunta 1

¿Considera que el estado de la vía está en malas condiciones?

Respuesta	Nº Personas	Porcentaje
SI	156	100%
NO	0	0%
Total	156	100%

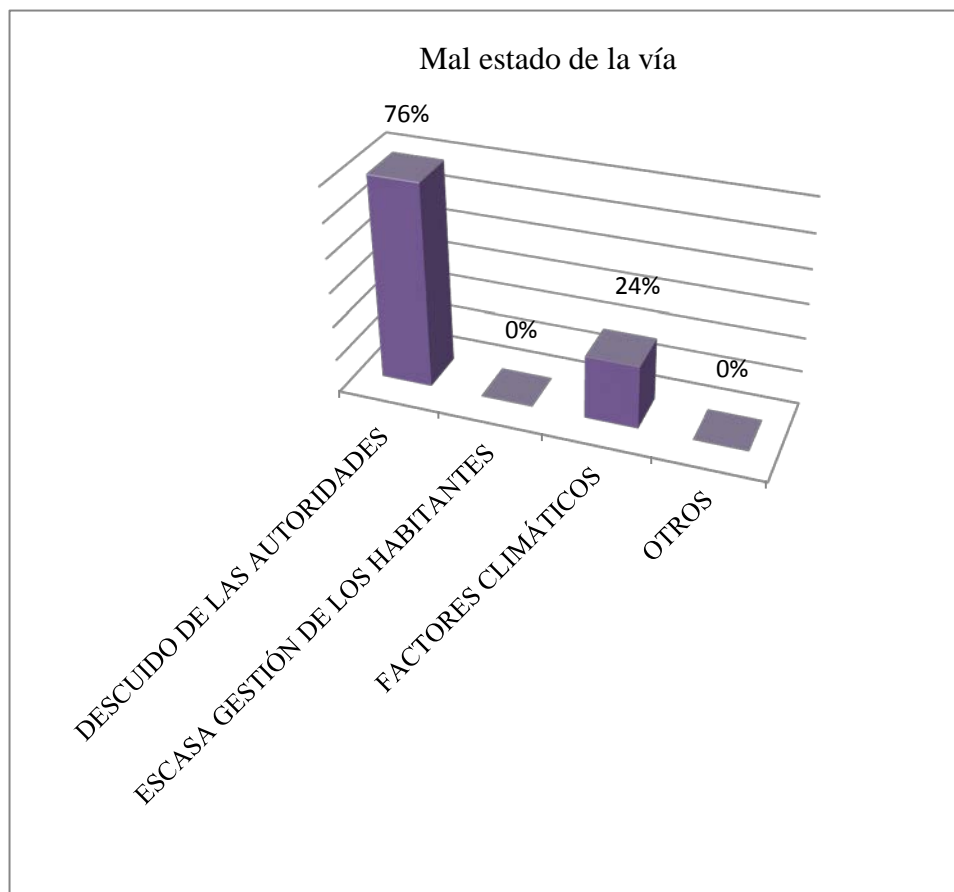


Conclusión: Los resultados muestran que el 100% de las personas encuestadas considera que es necesario el mejoramiento de la vía.

Pregunta 2

¿Cuál cree que es la causa para el mal estado de la vía?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje
Descuido de las autoridades	119	76%
Escasa gestión de los habitantes	0	0%
Factores climáticos	37	24%
Otros	0	0%
Total	156	100%

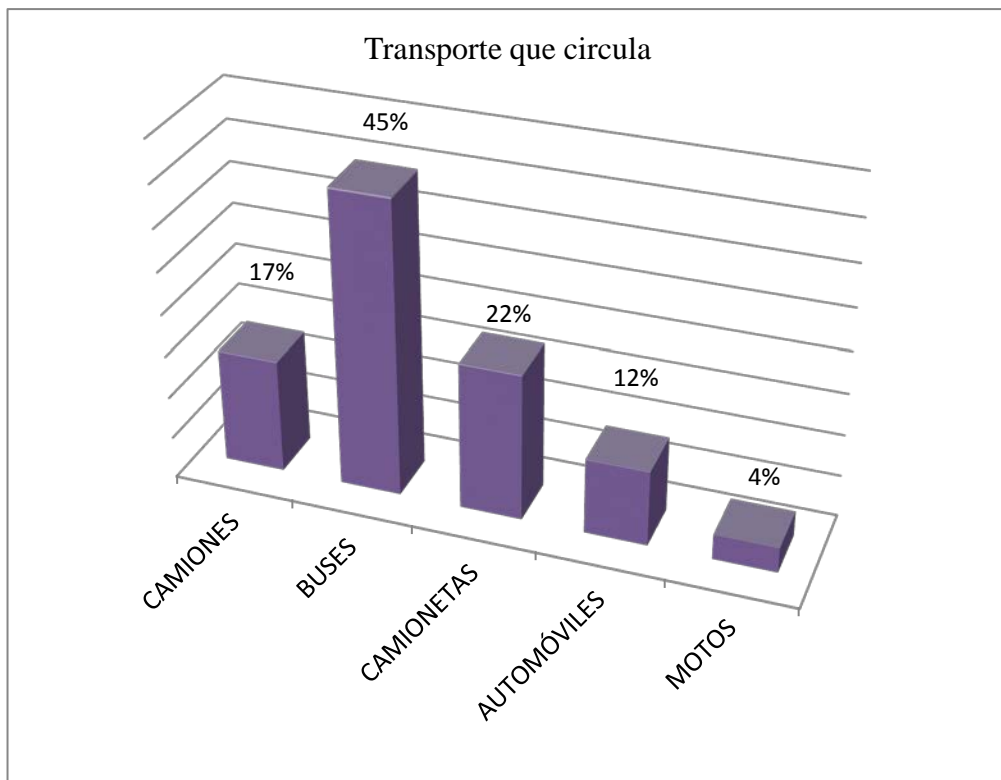


Conclusión: Con la muestra obtenida se determinó que de los 156 habitantes encuestados, 119 que corresponden al 76% creen que el mal estado de la vía se debe al descuido de las autoridades; y 37 que corresponden al 24% opinan que es debido a los factores climáticos.

Pregunta 3

¿Qué tipo de transporte circula con mayor frecuencia por la vía?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje
Camiones	27	17%
Buses	70	45%
Camionetas	35	22%
Automóviles	18	12%
Motos	6	4%
Total	156	100%

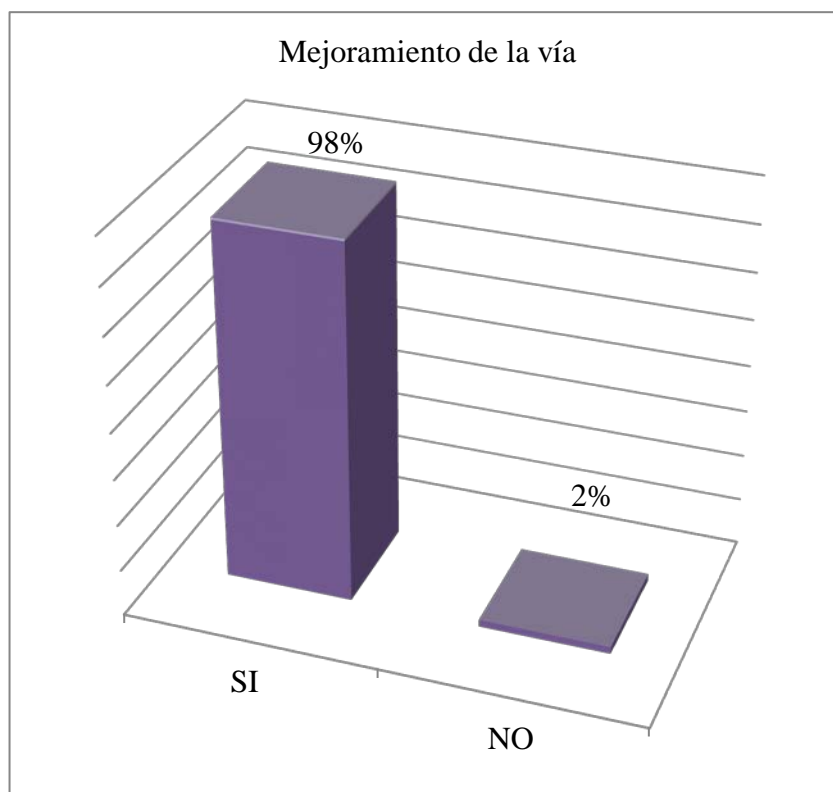


Conclusión: Los resultados obtenidos muestran que un 17% corresponde a camiones, un 45% buses, 22% camionetas, 12% automóviles, 4% motos demostrando que el transporte que circula por con más frecuencia por esta vía son los buses.

Pregunta 4

¿Considera usted que es necesario realizar el mejoramiento de la vía?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje
Si	153	98%
No	3	2%
Total	156	100%

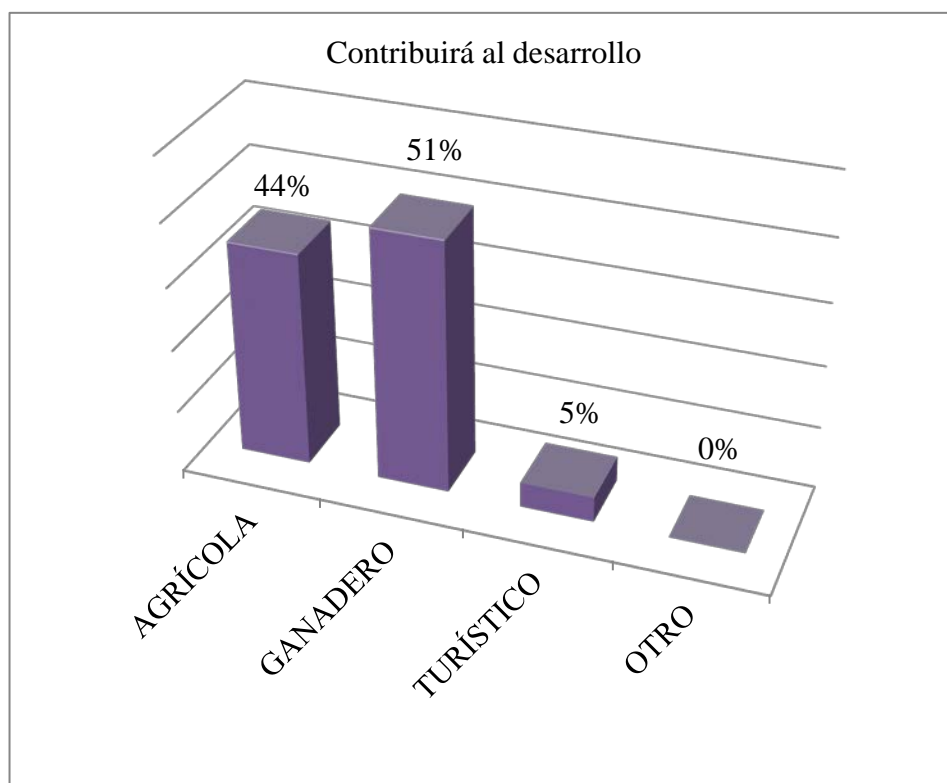


Conclusión: Los resultados obtenidos muestran que un 98% de los encuestados están de acuerdo con el mejoramiento de la vía mientras que el 2% dicen que no.

Pregunta 5

¿Considera usted que un mejoramiento de la vía contribuirá al desarrollo agrícola, ganadero y turístico?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje
Agrícola	68	44%
Ganadero	80	51%
Turístico	8	5%
Otro	0	0%
Total	156	100%

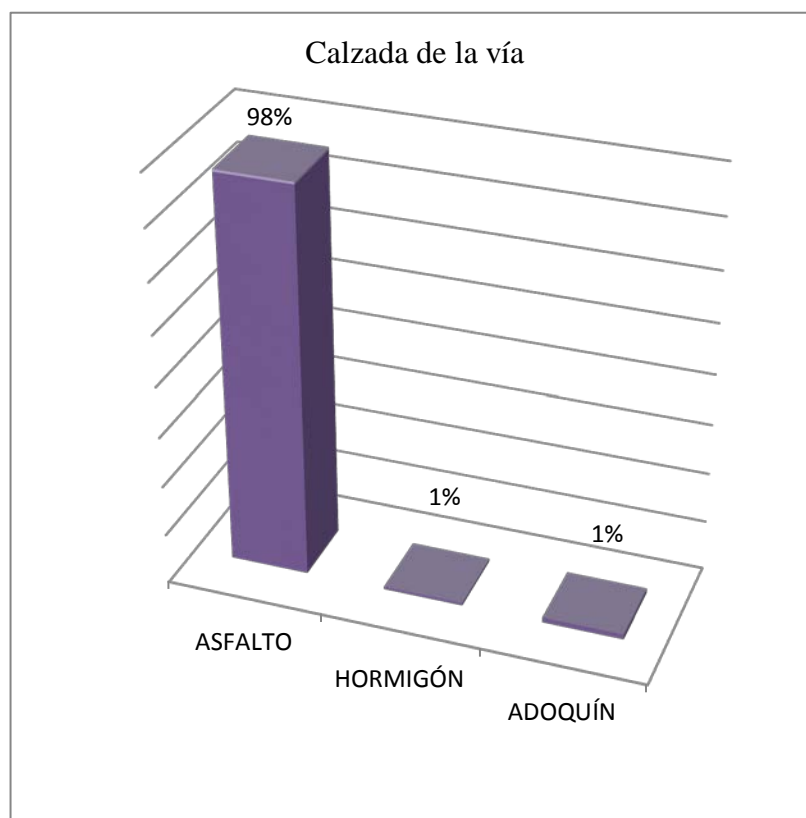


Conclusión: Los resultados obtenidos muestran que un 51% de los encuestados afirman que contribuirá en el desarrollo ganadero, el 44% corresponde al desarrollo agrícola, mientras que un 5% en lo referente a lo turístico.

Pregunta 6

¿Qué tipo de calzada cree usted que debería tener la vía?

Respuesta	N° personas	Porcentaje
Asfalto	154	98%
Hormigón	1	1%
Adoquín	1	1%
Total	156	100%

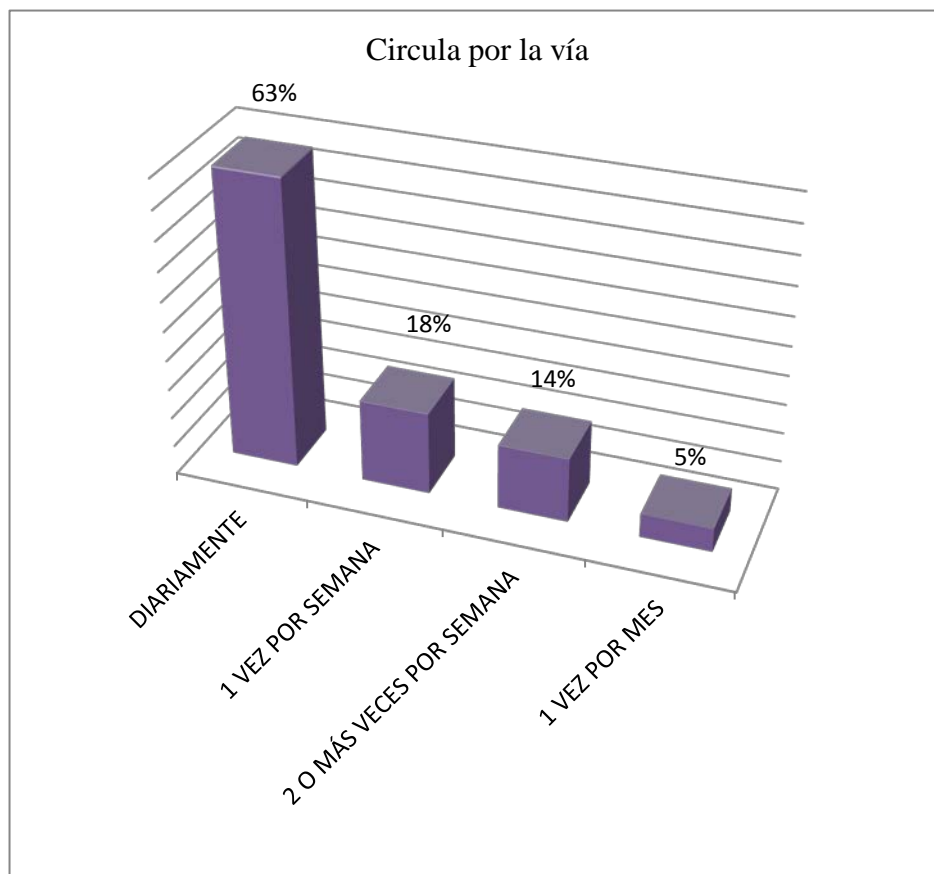


Conclusión: Los resultados obtenidos muestran que un 98% de los encuestados corresponde a una calzada de asfalto, el 1% hormigón, y el 1% adoquín.

Pregunta 7

¿Con qué frecuencia usted circula por la vía?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje
Diariamente	98	63%
1 vez por semana	28	18%
2 o más veces por semana	22	14%
1 vez por mes	8	5%
Total	156	100%

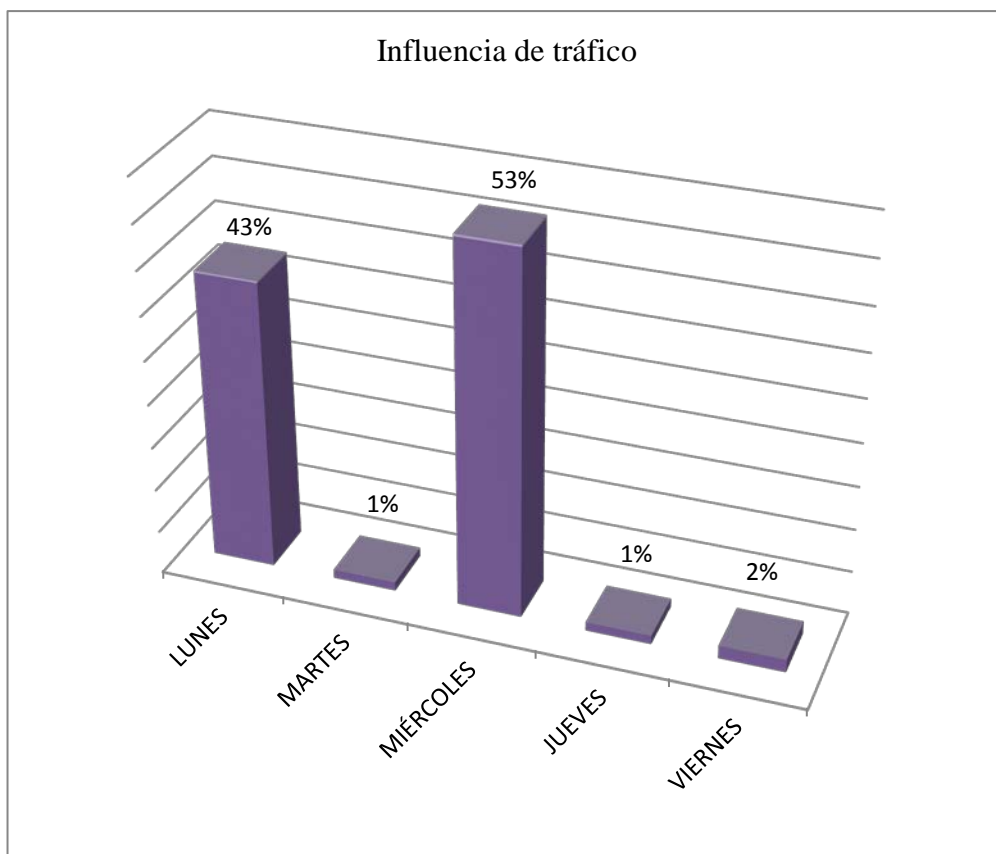


Conclusión: Los resultados obtenidos muestran que un 63% de los encuestados circulan por la vía diariamente, el 18% una vez por semana, un 14% dos o más veces por semana mientras que el 5% una vez por mes.

Pregunta 8

¿Qué día considera usted que hay mayor influencia de tráfico?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje
Lunes	66	43%
Martes	2	1%
Miércoles	83	53%
Jueves	2	1%
Viernes	3	2%
Total	156	100%

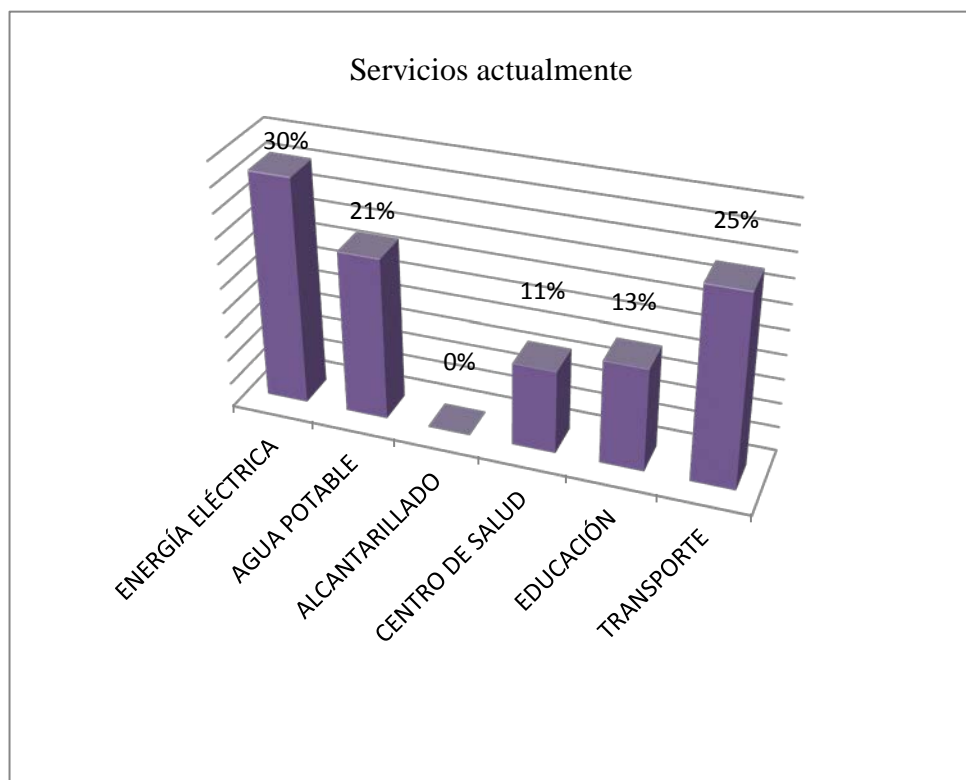


Conclusión: Los resultados obtenidos muestran que el porcentaje mayor de vehículos que transitan por esta vía es el día miércoles.

Pregunta 9

¿Con qué servicios cuenta usted actualmente?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje
Energía eléctrica	46	30%
Agua potable	33	21%
Alcantarillado	0	0%
Centro de salud	17	11%
Educación	21	13%
Transporte	39	25%
Total	156	100%

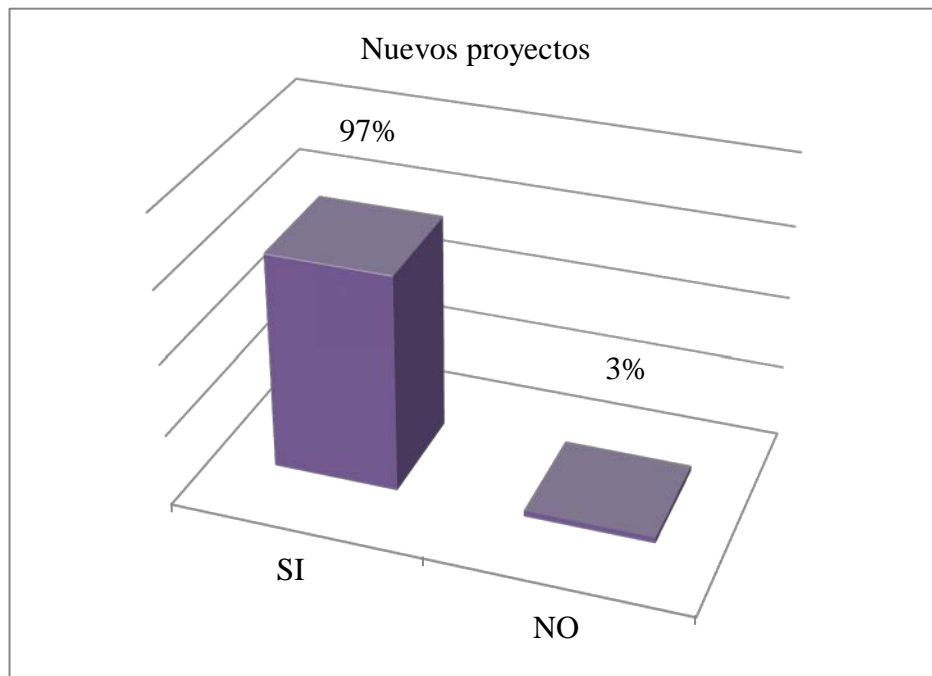


Conclusión: Los resultados obtenidos muestran que un 30% de los encuestados tiene energía eléctrica, 21% agua potable, 11% centro de salud, 13% educación, 25% transporte.

Pregunta 10

¿Considera usted que con el mejoramiento de la vía se generarían nuevos proyectos para el bienestar de los pobladores?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje
Si	151	97%
No	5	3%
Total	156	100%



Conclusión: Los resultados obtenidos muestran que un 97% de los encuestados responden que el mejoramiento de la vía generarían nuevos proyectos para el bienestar de los mismos mientras que por otra parte el 3% dicen que no.

4.1.2 Análisis de resultados del estudio topográfico

La vía actual empieza en el K 0+000 en el sector de Cruz Puenebata y termina en el K 4+600 en el sector Pucayaca. La topografía que se presenta a lo largo de la vía del proyecto es de tipo ondulado montañoso, con una pendiente promedio que oscila alrededor del 5.3% y una pendiente máxima del 10.5%, en los tramos montañosos.

Mientras se llevó a cabo el levantamiento topográfico permitió distinguir todas las características físicas que posee el proyecto.

4.1.3 Análisis de resultados de estudio de tráfico

El proyecto vial se diseñó en base a datos reales del tránsito que circulará en ambas direcciones, el conteo se realizó durante 12 horas por 5 días continuos, como se detalla en los anexos, la estación de conteo estuvo ubicada en el sector de Río Blanco, en la cual se aprecia que existe un gran número de vehículos que transitan por la vía.

El conteo vehicular se llevó a cabo con intervalos de 15 minutos para determinar la hora pico estableciendo los siguientes volúmenes vehiculares.

Día de mayor tránsito: Miércoles, 1 de abril del 2015, hora pico 7:15 – 8:15 horas.

Tabla N° 26: Volumen vehicular durante la hora pico

Hora	Livianos	Buses	Camiones 2 ejes	Sumatoria
7:15 - 7:30	6	1	0	7
7:30 - 7:45	2	1	0	3
7:45 - 8:00	1	0	1	2
8:00 - 8:15	2	1	1	4
Sumatoria	11	3	2	16

Fuente: Autor

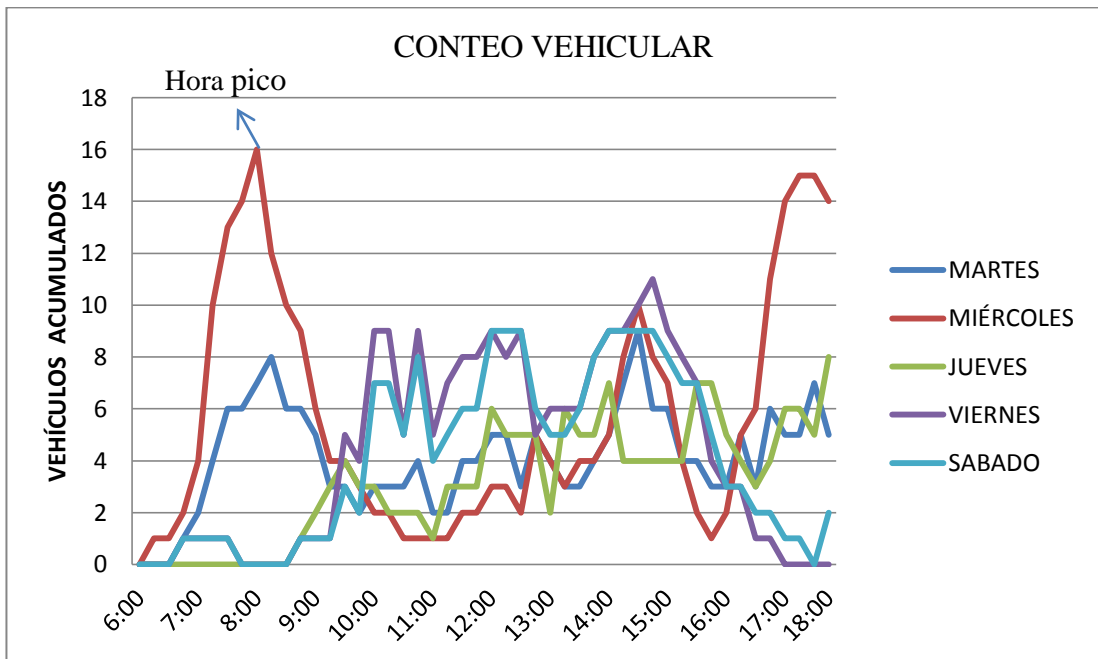
Según el cuadro anterior en la hora de mayor volumen de tránsito circulan 11 vehículos livianos, 3 buses, 2 camiones de dos ejes. Dando como resultado 16 vehículos en la hora pico.

Gráfico N° 20: Ubicación de estación de conteo



Fuente: Autor

Gráfico N° 21: Distribución de tráfico vehicular



Fuente: Autor

Cálculo del factor de la hora pico

$$FHP = \frac{Q}{4Q_{15\text{m}\acute{a}\text{x}}}$$

Donde:

Q = Total de vehículos de la hora pico

$Q_{15\text{m}\acute{a}\text{x}}$ = Vehículos de los 15 minutos más altos de la hora pico

$$FHP = \frac{16}{4 * 6}$$

$$FHP = 0.67$$

Para el proyecto se considerara un valor de $FHP = 1$, con la finalidad de obtener un tránsito uniforme.

Cálculo del TPDA a partir del método de la 30va hora de diseño

El volumen de tránsito de la hora pico o 30va HD se sitúa normalmente entre 12 y 18 por ciento del TPDA en el caso de las carreteras rurales, con un término medio bastante representativo de 15 por ciento de dicho TPDA.

- ✓ Vías urbanas entre el 8% - 12% se recomienda 10%
- ✓ Vías rurales entre el 12% - 18% se recomienda 15%

$$TPDA_{\text{actual}} = \frac{VHP}{K} * FHP$$

Donde:

VHP = Volumen de vehículos durante la hora pico

FHP = Factor de la hora pico

K = Porcentaje de la 30va hora de diseño

✓ TPDA_{actual}

Tipo de vehículo	VHP de cada tipo de vehículos	Factor para vías rurales	TPDA _{actual}
Liviano	11	15%	73
Buses	3	15%	20
Pesados C-2-M	2	15%	13
Σ TPDA _{ACTUAL} =			106

✓ TPDA 1^o año

$$TPDA\ 1^o\ año = TPDA_{actual} * (1+i)^n$$

Tipo de vehículo	TPDA _{actual}	Índice de crecimiento (i)	Periodo (n)	TPDA 1 ^o año
Liviano	73	4.47%	1	76
Buses	20	2.22%	1	20
Pesados C-2-M	13	2.18%	1	13
Σ TPDA 1 ^o año =				109

✓ Tráfico generado (Tg)

$$Tg = 20\% * TPDA\ 1^o\ año$$

Tipo de vehículo	TPDA 1 ^o año	% Tráfico generado	Tráfico generado
Liviano	76	20%	15
Buses	20	20%	4
Pesados C-2-M	13	20%	3
Σ Tráfico generado =			22

✓ Tráfico atraído (Ta)

$$Ta = 10\% * TPDA_{actual}$$

Tipo de vehículo	TPDA _{actual}	% Tráfico atraído	Tráfico atraído
Liviano	73	10%	7
Buses	20	10%	2
Pesados C-2-M	13	10%	1
Σ Tráfico atraído =			10

✓ Tráfico desarrollado (Td)

$$T_d = 5\% * TPDA_{actual}$$

Tipo de vehículo	TPDA _{actual}	% Tráfico desarrollado	Tráfico desarrollado
Liviano	73	5%	3
Buses	20	5%	1
Pesados C-2-M	13	5%	1
Σ Tráfico desarrollado =			5

✓ Tráfico actual

$$T_{actual} = TPDA_{actual} + T_g + T_a + T_d$$

Tipo de vehículo	TPDA _{actual}	T _g	T _a	T _d	T actual
Liviano	73	15	7	3	98
Buses	20	4	2	1	27
Pesados C-2-M	13	3	1	1	18
Σ Tráfico actual =					143

✓ Tráfico proyectado (Tp)

$$T_p = T_{ac} * (1 + i)^n$$

Tipo de vehículo	T actual	Índice de crecimiento (i)	Periodo (n)	Trafico en 20 años
Liviano	98	3.25	20	186
Buses	27	1.62	20	37
Pesados C-2-M	18	1.58	20	25
Σ Tráfico proyectado =				248

Tabla N°27: Clasificación de Carreteras en función del tráfico proyectado.

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO	
CLASE DE CARRETERA	TRÁFICO PROYECTADO TPDA
R-I o R-II	Más de 8000
I	de 3000 a 8000
II	de 1000 a 3000
III	de 300 a 1000
IV	de 100 a 300
V	menos de 100

* 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 7000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico de vehículos equivalentes.

Fuente: Normas de diseño geométrico MOP 2003

Tabla N°28: Número de ejes equivalentes a 8.2 Ton

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES A 8.2 TON									
Años	% Crecimiento			Transito promedio diario				W18 Acumulado	Carril de diseño
	Livianos	Buses	Camiones	TPDA Total	Livianos	Buses	Pesados C-2-M		
2015	4.47	2.22	2.18	143	98	27	18	11292	5646
2016	3.97	1.97	1.97	148	102	28	18	22807	11404
2017	3.97	1.97	1.4	153	106	28	19	34515	17257
2018	3.97	1.97	1.4	158	110	29	19	46436	23218
2019	3.97	1.97	1.4	163	115	29	19	58575	29287
2020	3.97	1.97	1.4	168	119	30	19	70935	35467
2021	3.57	1.78	1.74	171	121	30	20	83480	41740
2022	3.57	1.78	1.74	176	125	31	20	96248	48124
2023	3.57	1.78	1.74	182	130	31	21	109242	54621
2024	3.57	1.78	1.74	187	134	32	21	122465	61233
2025	3.57	1.78	1.74	193	139	32	21	135923	67961
2026	3.25	1.62	1.58	193	139	32	21	149383	74692
2027	3.25	1.62	1.58	198	144	33	22	163061	81530
2028	3.25	1.62	1.58	204	149	33	22	176958	88479
2029	3.25	1.62	1.58	210	153	34	22	191080	95540
2030	3.25	1.62	1.58	215	158	34	23	205428	102714
2031	3.25	1.62	1.58	222	163	35	23	220008	110004
2032	3.25	1.62	1.58	228	169	35	23	234822	117411
2033	3.25	1.62	1.58	234	174	36	24	249875	124937
2034	3.25	1.62	1.58	241	180	37	24	265169	132585
2035	3.25	1.62	1.58	248	186	37	25	280711	140355

Fuente: Autor

4.1.4 Análisis de resultados del estudio de suelos

El estudio de suelos es uno de los parámetros fundamentales en el desarrollo del proyecto, para llevar a cabo esta actividad, se realizó el reconocimiento preliminar de la vía para determinar las condiciones generales del suelo y ubicar el sitio de cada perforación, con el fin de tomar muestras para hacer los ensayos. Para la toma de muestras se realizaron calicatas, que consiste en la perforación manual de pozos a cielo abierto.

Se tomaron cinco muestras en los: Km 1+000, Km 2+000, Km 3+000, Km 4+000, Km 4+600 las mismas se llevaron al laboratorio especializado para realizar los ensayos. Los resultados de los estudios de suelos se presentan en los anexos.

✓ Límites de Atterberg

Límites de Atterberg					
Ensayos	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
LL%	48.50	61.40	61.40	63.80	48.70
LP%	42.59	51.35	54.40	55.33	42.43
IP%	5.91	10.05	7.00	8.47	6.27

✓ Compactación de laboratorio

Compactación proctor modificado método A					
Ensayo	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Y seca máx (g/cm ³)	1.408	1.112	1.108	1.038	1.210
(Wop %)	24.5	41.8	42.1	47.2	34.5

✓ CBR Puntual

Compactación proctor modificado método A					
Ensayo	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
CBR %	4.4	3.4	4.2	4.7	5.3

✓ **CBR de diseño**

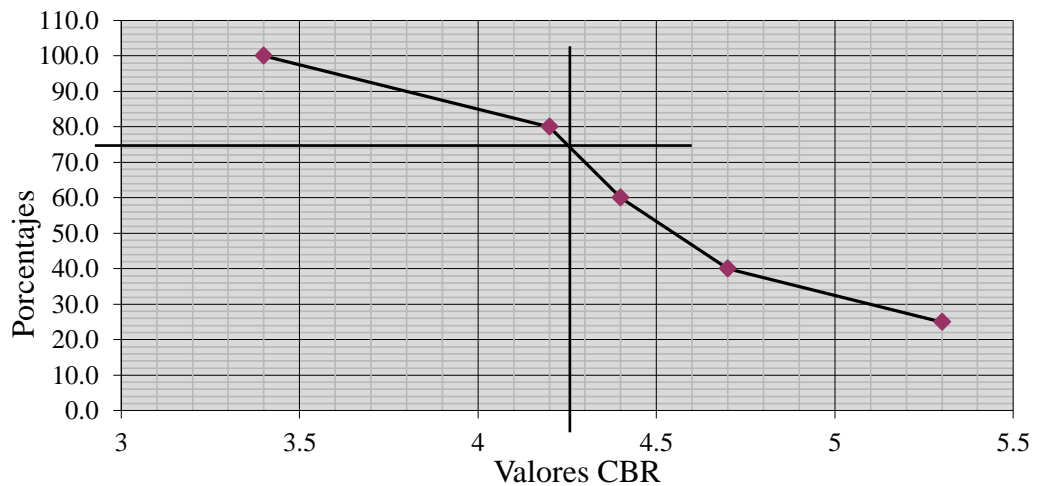
El criterio utilizado para obtener la resistencia de diseño es el propuesto por el Instituto del Asfalto, el cual recomienda tomar un valor total, que el 60%, 75%, o el 87.5% de los valores individuales sean mayores o iguales que este valor de acuerdo con el tránsito que se espera circular por el pavimento.

Tabla N°29: Valores de resistencia de diseño

Número de ejes de 8.2 toneladas en el carril de diseño	Porcentaje a seleccionar para hallar la resistencia
$< 10^4$	60
$10^4 - 10^6$	75
$> 10^6$	87.5

Fuente: AASHTO, (1993)

Gráfico N° 22: Determinación CBR de diseño



Fuente: Autor

CBR de diseño = 4.25

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.2.1 Interpretación de datos de las encuestas

N°	PREGUNTAS	RESPUESTAS	# DE ENCUESTADOS	% DE LA MUESTRA
1	¿Considera que el estado de la vía está en malas condiciones?	SI	156	100
2	¿Cuál cree que es la causa para el mal estado de la vía?	Descuido de las autoridades	119	76
3	¿Qué tipo de transporte circula con mayor frecuencia por la vía?	Buses	70	45
4	¿Considera usted que es necesario realizar el mejoramiento de la vía?	Si	153	98
5	¿Considera usted que un mejoramiento de la vía contribuirá al desarrollo agrícola, ganadero y turístico?	Ganadero	80	51
6	¿Qué tipo de calzada cree usted que debería tener la vía?	Asfalto	153	98
7	¿Con qué frecuencia usted circula por la vía?	Diariamente	98	63
8	¿Qué día considera usted que hay mayor influencia de tráfico?	Miércoles	83	53
9	¿Con qué servicios cuenta usted actualmente?	Energía Eléctrica	46	29
10	¿Considera usted que con el mejoramiento de la vía se generarían nuevos proyectos para el bienestar de los pobladores?	Si	151	97

Con la realización de la encuesta se obtuvieron resultados que abarcan más del 50% en cuanto a respuestas que dan factibilidad a la elaboración ejecución del proyecto a un futuro, ya que dará solución al problema que viven a diario los habitantes del sector Pucayaca - Cruz Puenebata parroquia Pilahuín cantón Ambato provincia de Tungurahua.

4.2.2 Interpretación de datos del estudio topográfico

El levantamiento topográfico se realizó sin ningún inconveniente ya que se ejecutó conjuntamente con los moradores del sector. De acuerdo con los datos obtenidos en longitud, Km 1+000 pendiente 3%, Km 2+000 pendiente 5% terreno ondulado, Km 3+000 pendiente 7%, Km 4+000 pendiente 8.5% terreno montañoso y Km 4+600 pendiente 10.5% terreno escarpado, y en forma transversal los valores conseguidos, Km 0+000 pendiente 27%, Km 1+000 pendiente 32%, Km 2+000 pendiente 35%, Km 3+000 pendiente 27%, Km 4+000 pendiente 22%, Km 4+600 pendiente 9% a partir de estos valores se determinó que es un terreno montañoso y mediante estas observaciones se realizarán los cambios en los tramos de vía que sean necesarios, basado en las normas que rigen el diseño y mejoramiento del proyecto sin la afectación de los habitantes del lugar.

Tabla N°30: Clasificación del terreno según su pendiente

Terreno	Pendiente Transversal	Pendiente Longitudinal
Plano	< 5%	< 3%
Ondulado	6% - 13%	3% - 6%
Montañoso	13% - 40%	6% - 8%
Escarpado	> 40%	> 8%

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras

4.2.3 Interpretación de datos del estudio de tráfico

Se ha concluido que la composición de tránsito normal de la vía es de vehículos livianos, con menor influencia de transportación pesada y buses.

De acuerdo con el tráfico proyectado a un período de diseño de 20 fue de 201 y con respecto a la tabla No 27 (Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado), se considera una vía de IV orden ya que se encuentra dentro del rango de 100 a 300 vehículos, de acuerdo a las Normas de diseño geométrico del MOP 2003.

4.2.4 Interpretación de datos del estudio de suelo

El estudio de suelos realizado con las muestras obtenidas de campo determinó un CBR de diseño de 4.25, se estableció que la calidad de suelo es muy mala según la clasificación del CBR (Tabla N°31: Clasificación del suelo según CBR) considerando el valor de 75% como percentil para el cálculo de la resistencia, y según el SUCS el CBR de la subrasante se categoriza como un suelo limo arcilloso con alto contenido de humedad, alta plasticidad, mal graduado y de resistencia al corte baja (Tabla N° 24 Clasificación de suelos sistema SUCS).

Tabla N°31: Clasificación del suelo según CBR

CBR %	Condición	Clasificación
0 – 5	Muy mala	Subrasante
5 – 10	Mala	
11 – 20	Regular – Buena	
21 – 30	Muy buena	
31 – 50	Sub base – Buena	
51 - 80	Base - buena	

Fuente: Manual de diseño de pavimento

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La verificación de la hipótesis se realizó mediante la prueba estadística Chi-cuadrado (X^2) o de Pearson, esta prueba permite ver la independencia entre las variables, es decir, si la una variable está relacionada con la otra o no y de acuerdo a ello aceptar o rechazar la hipótesis planteada en el proyecto, para esto se procedió de la siguiente manera:

- ✓ Comprobación de la hipótesis mediante el método estadístico

CHI - CUADRADO (X^2)

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Donde:

X^2 = Valor Chi – Cuadrado

f_o = Frecuencia observada

f_e = Frecuencia esperada

- ✓ Planteamiento de hipótesis

H_o= Hipótesis Nula, no hay asociación entre las variables o frecuencias

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Pucayaca – Cruz Puenebata parroquia Pilahuín cantón Ambato provincia de Tungurahua, no mejorará el desarrollo socio - económico de los habitantes.

H_a= Hipótesis Alterna, si hay asociación entre las variables o frecuencias.

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Pucayaca – Cruz Puenebata parroquia Pilahuín cantón Ambato provincia de Tungurahua, mejorará el desarrollo socio - económico de los habitantes.

- ✓ Modelo matemático

$H_o = H_a$

$H_o \neq H_a$

- ✓ Determinación de Frecuencias Observadas

Se han seleccionado tres preguntas, las más relevantes de la encuesta que se realizó a la población de la zona en estudio, con una muestra de 156 habitantes, para ejercer su análisis estadístico de hipótesis nula o alterna.

Preguntas		Frecuencias observadas				
2	¿Cuál cree usted que es la causa para el mal estado de la vía?	Descuido de las autoridades	Escasa gestión de los habitantes	Factores climáticos	Otros	Total
		119	0	37	0	156
5	¿Considera usted que un mejoramiento de la vía contribuirá al desarrollo agrícola, ganadero y turístico?	Agrícola	Ganadero	Turístico	Otro	
		68	80	8	0	156
7	¿Con qué frecuencia usted circula por la vía?	Diariamente	1 vez por semana	2 o más veces por semana	1 vez por mes	
		98	28	22	8	156
Total		285	108	67	8	468

Podemos ver claramente que tenemos una tabla de orden 3 x 4

✓ Determinación de Frecuencias Esperadas

La frecuencia esperada que corresponde a cada celda, se calcula con la fórmula a continuación:

$$fe = \frac{(\text{Total o marginal de fila})(\text{Total o marginal de columna})}{N(\text{número total de frecuencias observadas})}$$

La frecuencia esperada es:

Preguntas		Frecuencia esperada				
2	¿Cuál cree usted que es la causa para el mal estado de la vía?	Descuido de las autoridades	Escasa gestión de los habitantes	Factores climáticos	Otros	Total
		95	36	22.33	2.67	156
5	¿Considera usted que un mejoramiento de la vía contribuirá al desarrollo agrícola, ganadero y turístico?	Agrícola	Ganadero	Turístico	Otro	
		95	36	22.33	2.67	156
7	¿Con qué frecuencia usted circula por la vía?	Diariamente	1 vez por semana	2 o más veces por semana	1 vez por mes	
		95	36	22.33	2.67	156
Total		285	108	67	8	468

✓ Determinación del Chi – Cuadrado (X^2)

Con los valores obtenidos, formamos la tabla de contingencia, aplicando la fórmula siguiente:

$$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

fo	Fe	fo - fe	$(fo - fe)^2$	$(fo - fe)^2 / fe$
119	95.00	24.00	576.00	6.06
0	36.00	-36.00	1296.00	36.00
37	22.33	14.67	215.11	9.63
0	2.67	-2.67	7.11	2.67
68	95.00	-27.00	729.00	7.67
80	36.00	44.00	1936.00	53.78
8	22.33	-14.33	205.44	9.20
0	2.67	-2.67	7.11	2.67
98	95.00	3.00	9.00	0.09
28	36.00	-8.00	64.00	1.78
22	22.33	-0.33	0.11	0.00
8	2.67	5.33	28.44	10.67
Total				140.22

Por lo tanto el valor de Chi-Cuadrado (X^2) es 140.22

Sí: $X^2 \geq X^2_{\alpha}$; entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se acepta la hipótesis alterna H_a .

✓ Determinación de los Grados de Libertad (Gl)

Se usa la fórmula a continuación:

$$Gl = (f - 1) (c - 1)$$

Donde:

Gl = Número de grados de libertad.

f = Número de filas (del cuadro de frecuencias observadas).

c = Número de columnas (del cuadro de frecuencias observadas).

$$Gl = (3 - 1) (4 - 1)$$

$$Gl = 6$$

✓ Selección del nivel de significancia (α)

Se utiliza para la vía en estudio, un nivel de significancia del 5%. Con un nivel de confianza del 95%, recurrimos a la siguiente tabla con los valores:

$$\alpha = 0,05 \quad Gl = 6$$

$$\rho = 1 - \alpha$$

$$\rho = 1 - 0.05$$

$$\rho = 0.95$$

Grados de libertad	Probabilidad de un valor superior				
	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995
1	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84
4	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86
5	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55
7	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	13.36	15.51	17.53	20.09	21.95
9	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59
10	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19

✓ Determinación del valor crítico del estadístico Chi – Cuadrado ($X^2\alpha$)

El valor crítico visto es:

$$X^2\alpha = 12.59$$

$$X^2 \geq X^2\alpha$$

$$140.22 \geq 12.59 \text{ ok.}$$

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ya que el valor calculado es mayor al valor encontrado en la tabla del crítico estadístico, eso indica que se acepta la hipótesis alterna que dice que el diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Pucayaca – Cruz Puenebata parroquia Pilahuín cantón Ambato provincia de Tungurahua, mejorará el desarrollo socio - económico de los habitantes.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- ✓ Para hacer efectivo el estudio y construcción de una vía se debe tomar en cuenta varios aspectos, sociales, productivos y de manera especial a quienes serán beneficiados directamente.
- ✓ La construcción de una vía es de vital importancia para el crecimiento de cualquier población, contribuyendo sustancialmente en el desarrollo económico del sector y del país.
- ✓ La vía existente tiene una superficie de rodadura empedrada que se encuentra en condiciones precarias debido a las intensas lluvias propias del sector ocasionando un constante deterioro.
- ✓ El sector de la vía posee una topografía de tipo ondulado montañoso con inicio en el K 0+000 en el sector de Cruz Puenebata y termina en el K 4+600 en el sector Pucayaca, con una pendiente longitudinal promedio que oscila alrededor del 5.3% y una pendiente máxima del 10.5%, en los tramos montañosos.
- ✓ Del estudio de tráfico proyectado a un período de diseño de 20 fue de 201 y debido a este volumen vehicular se clasificó a la vía de IV orden o camino vecinal ya que se encuentra dentro del rango de 100 a 300 vehículos, de acuerdo a las Normas de Diseño Geométrico del MOP 2003.
- ✓ Según el estudio de suelos realizado se determinó un CBR de diseño de 4.25%, estableciendo que la calidad de subrasante es muy mala según la clasificación del CBR, lo cual es un factor primordial a considerar el diseño de la estructura de pavimento.

- ✓ Al considerar la clasificación SUCS, la subrasante se categoriza como un suelo limo arcilloso con alto contenido de humedad, alta plasticidad, mal graduado y de capacidad de soporte bajo.
- ✓ La vía actual posee una capa de rodadura empedrada con un ancho promedio de 5.5 metros, la cual será mejorada por ser una vía de tipo IV orden o camino vecinal que tiene un ancho de calzada de 6 metros, con sus respectivas cunetas para la recolección del agua.
- ✓ Se mantiene el empedrado existente de la vía ya que el mismo se encuentra consolidado por el tráfico, y se procederá a retirar las cunetas existentes ya que éstas se hallan en estado deplorable.
- ✓ Del diseño geométrico vial se obtuvieron 23 curvas horizontales y 15 curvas verticales, de esta manera se mejoró la geometría de la vía.

5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Socializar con los habitantes del sector todo el proceso de construcción de la vía.
- ✓ Tomar en cuenta las especificaciones de diseño geométrico de carreteras del MOP, velocidad de diseño, radios mínimos de curvatura, pendientes máximas y mínimas para un correcto diseño y funcionamiento de la vía.
- ✓ El alineamiento del proyecto debe ser acorde a la topografía del lugar, de preferencia que se adapte al terreno natural involucrando el menor movimiento de tierra y reduciendo el costo del proyecto.
- ✓ Realizar de manera clara y visible los trabajos a realizarse en la vía, procurando no dejar zanjas abiertas que aumente el peligro para los vehículos y moradores.

- ✓ Dentro del proceso constructivo verificar la calidad de los materiales, MOP F 2002.
- ✓ Realizar el mantenimiento adecuado de la vía posterior a su construcción para mantenerla en óptimas condiciones y prevenir su deterioro.
- ✓ Cumplir con las normas ambientales vigentes en la ley de Gestión Ambiental, Septiembre 2009.
- ✓ Se deberá señalar de manera clara y visible los trabajos que se realizarán en la vía, procurando no dejar zanjas abiertas que sean un peligro para vehículos y peatones.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Tema: El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Pucayaca – Cruz Puenebata parroquia Pilahuín cantón Ambato provincia de Tungurahua.

6.1 DATOS INFORMATIVOS

6.1.1 Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en la zona Sur - Occidental de la provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, parroquia Pilahuín, su inicio se halla en la Cruz Puenebata y finaliza en el sector de Pucayaca, con una longitud total de 4.6 Kilómetros.

Tabla N°32: Ubicación geográfica (Datum WGS 84)

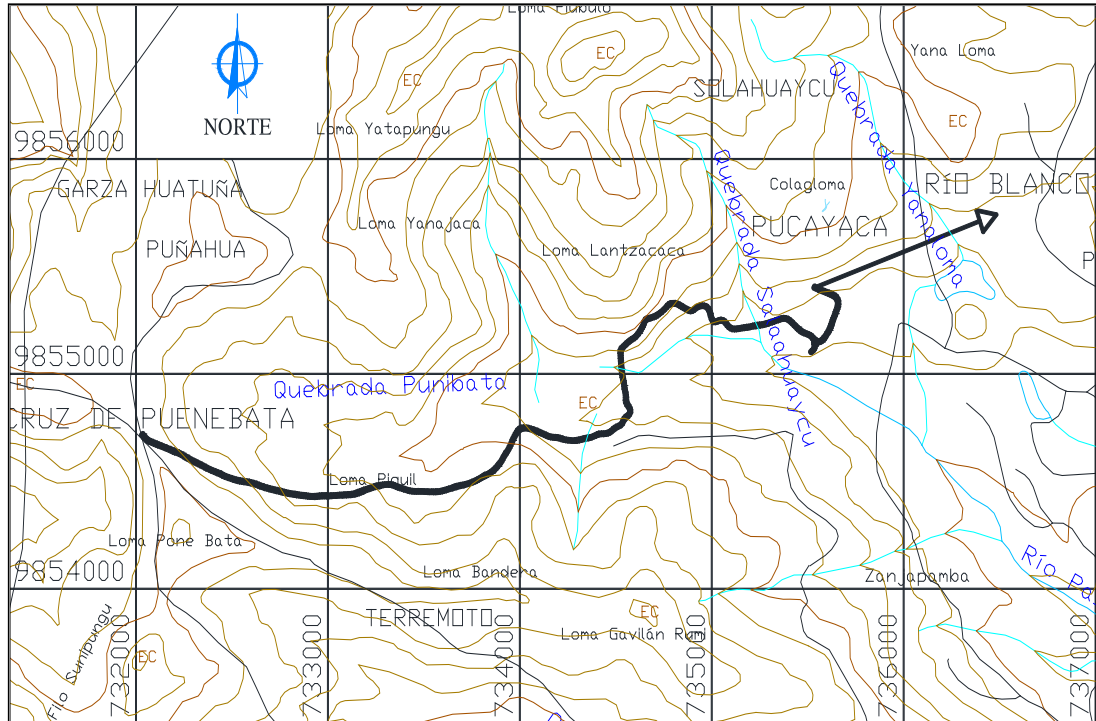
Punto	Este	Norte	Cota (m.s.n.m)	Abscisa
Cruz Puenebata (Inicio)	0732025	9854724	4200	0+000
Pucayaca (Final)	0735555	9855395	3950	4+600

Fuente: Autor

Límites de la parroquia:

- ✓ Norte: Parroquia San Fernando y el Río Ambato
- ✓ Sur: El cerro Carihuairazo
- ✓ Este: Comunidad de Pucará
- ✓ Oeste: Provincia de Bolívar, Cruz de Arenal

Gráfico N° 23: Ubicación del proyecto



Fuente: Autor

6.1.2 Descripción del proyecto

El cantón Ambato tiene una superficie de 1009 Km² según el Gobierno Autónomo Descentralizado de Ambato, tiene una población total de 322856 habitantes.

6.1.3 Condiciones climáticas

El clima del sector es de tipo ecuatorial de alta montaña. En la zona no existen las estaciones meteorológicas completas sino únicamente dos estaciones pluviométricas, medidas anuales establecidas por el PRONAREG.

La temperatura media anual es de 4 ° C (Abril y Noviembre). Las temperaturas máximas puntuales son de 18 ° C en febrero y marzo. Las temperaturas mínimas absolutas debajo de los 0 ° C meses de junio, diciembre y enero.

Según INERHI, las precipitaciones van de febrero hasta agosto, en tanto a los meses más secos están septiembre, octubre, noviembre, diciembre; en la zona se estima una precipitación promedio de 1050 mm/año. Los meses que presenta heladas son de noviembre, diciembre y junio.

Los vientos del Chimborazo, Carihuairazo y de los páramos del Arenal, producen riesgos climáticos como son las frecuencias heladas. Según los pobladores de la zona, en las últimas décadas los ciclos climáticos presentan alteraciones que son difíciles de predecir con exactitud.

6.2 ANTECEDENTE DE LA PROPUESTA

Como parte del desarrollo y beneficio de la comunidad se requiere la construcción de la vía que permita mantener a los pueblos en fluida comunicación, favoreciendo la economía del sector, ya que estas comunidades no poseen buenas condiciones viales que faciliten la libre circulación de los vehículos y personas para poder comercializar los productos.

El estudio elaborado indica la necesidad de realizar el proyecto ya que la situación actual en lo que se refiere a estudio de topografía, tráfico, suelos e infraestructura vial es inexistente, por lo cual la presente propuesta cubrirá una necesidad para esta zona, la misma que incluye toda la información para la correcta ejecución del proyecto.

6.3 JUSTIFICACIÓN

La vía actualmente se encuentra en condiciones precarias debido a las constantes lluvias y al clima que posee el sector ocasionando el desgaste de la misma, por aquello los inconvenientes en los medios de transporte que circulan por esta vía; es por esta razón que se ve la necesidad de implementar una estructura de pavimento para que la circulación sea de manera segura y confortable.

Debido a la problemática existente en el sector Pucayaca – Cruz Puenebata se realizó un trabajo de campo visitando esta zona, y después de realizar las entrevistas a la

población se ha llegado a la necesidad de efectuar un mejoramiento de las condiciones geométricas, drenaje y de la estructura del pavimento de la vía garantizando el cumplimiento de las normas establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas para solucionar los problemas de los habitantes del sector.

Esta vía permitirá la comercialización agrícola y ganadera, ya que con su rápida transportación integrará a los sectores Pucayaca – Cruz Puenebata con los principales poblados de la provincia, mejorando así las relaciones de comercio turismo y comunicación.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 General

- ✓ Realizar el diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Pucayaca – Cruz Puenebata parroquia Pilahuín cantón Ambato provincia de Tungurahua, para mejorar el desarrollo socio-económico de los habitantes.

6.4.2 Específicos

- ✓ Diseñar geométricamente la vía
- ✓ Diseñar la estructura del pavimento
- ✓ Proponer un sistemas de drenaje adecuado
- ✓ Elaborar planos
- ✓ Elaborar el presupuesto referencial
- ✓ Elaborar el cronograma valorado de trabajo

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

- ✓ **Factibilidad técnica**

El proyecto técnicamente es factible, aprovechando el diseño geométrico existente en la vía y mejorándolo con el fin de cumplir con las especificaciones técnicas

dispuestas por el MOP, para el diseño ya que se debe cumplir con los objetivos de funcionalidad, seguridad y comodidad.

✓ **Factibilidad económica**

Las fuentes de recursos para la ejecución del proyecto se pueden encontrar en Instituciones Públicas como: Ministerio de Transporte y Obras Públicas, honorable Gobierno Provincial de Tungurahua que ayudarán al desarrollo de la zona.

✓ **Factibilidad social**

La ejecución del proyecto es totalmente viable, pues se incrementarán los niveles de la calidad de vida de los habitantes de la zona de influencia.

✓ **Factibilidad ambiental**

La ejecución del proyecto no afectará de manera significativa las condiciones ambientales del lugar, puesto que al ser una vía existente se aprovechará al máximo para evitar el daño ambiental que pueda causar la realización de la vía.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 Diseño de la vía

El diseño geométrico de una vía es una de las partes más importantes, debido a que a través de él se establece su configuración tridimensional, con el propósito que la vía sea funcional, segura, cómoda, estética y económica.

En este período se utilizó para el diseño geométrico, Normas de Diseño Geométrico dispuestas por el MOP, y el programa AutoCAD Civil 3D que brindará secciones transversales, longitudinales, peraltes, etc.

6.6.2 Diseño de la estructura del pavimento

Es necesario tomar las consideraciones dadas por la AASHTO para diseños de pavimentos flexibles; para esto se parte de un conteo de tráfico actual y un análisis

de tráfico a futuro, y considerando también ciertos factores ambientales, como es el caso de la precipitación pluvial de la zona donde se desarrolla el proyecto. En el método AASHTO en el Ecuador establece factores regionales propuestos por el mismo.

Según las normas del Ministerio de Obras Públicas (MOP) para carreteras principales (I, II, III orden) el índice de servicio es de 2.5, y para carreteras de IV y V orden el índice de servicio es de 2.

El factor regional R depende de las condiciones ambientales en las que se realiza el diseño con factores regionales que fluctúan entre 0.25 y 2 en función de la precipitación pluvial.

6.6.3 Diseño de drenaje

El drenaje es uno de los parámetros importantes en el diseño, mantenimiento y funcionalidad de una vía, ya que si se dispone de una adecuada evacuación de lluvias se garantizará la durabilidad de la vía; por lo tanto se deben realizar alcantarillas y cunetas.

6.7 METODOLOGÍA

El estudio se lo ha realizado de manera secuencial, a partir de las observaciones de campo se identificaron las condiciones de la vía, se realizaron las encuestas respectivas a los pobladores, levantamiento topográfico, muestras de suelo que fueron ensayadas en laboratorio y conteo vehicular con el cual se pudo clasificar la vía.

Se levantó la faja topográfica para posteriormente proceder con el diseño geométrico de la vía tanto horizontal como vertical, determinación de las secciones transversales, el diseño de la estructura de pavimento flexible, sistema de drenaje y determinación del presupuesto referencial con su respectivo cronograma valorado de trabajo.

6.7.1 Diseño Geométrico de la vía

Estudio topográfico

El levantamiento topográfico se lo realizó con estación total en un ancho de faja de 30 metros a cada lado de la vía con respecto al eje existente, tomando detalles de quebradas, pasos de agua y demás parámetros necesarios para un correcto diseño.

El alineamiento horizontal partió de un punto referencial conocido como fue la Cruz de Puenebata a la cual se le asignó una latitud, longitud y cota, con la finalidad de facilitar el punto de inicio del proyecto.

Se tomó la mayor cantidad de puntos permitiendo la representación más real de la topografía del lugar, y se fue abscisando cada 20 metros el eje de la vía.

Los datos topográficos fueron procesados con el software AutoCAD Civil 3D que nos facilitó la simulación de la superficie del terreno, dibujando las curvas de nivel de manera que se obtuvo la faja topográfica del lugar.

Según las Normas de diseño geométrico del Ministerio de Obras Públicas (MOP 2003), una vía de tipo IV o camino vecinal tiene las siguientes características:

- ✓ Velocidad de diseño: 35 Km/h
- ✓ Radio mínimo de curvas horizontales: 30 m
- ✓ Distancia de visibilidad de parada: 35 m
- ✓ Distancia de visibilidad de rebasamiento: 150 m
- ✓ Peralte: 8 % para $V < 50$ Km/H
- ✓ Coeficiente K para curvas verticales: convexas 3 y cóncavas 5
- ✓ Gradiente longitudinal máxima: 8% terrenos ondulados y 12% terrenos montañosos
- ✓ Ancho de pavimento: 6.00 m

6.7.1.1 Diseño horizontal

a) Velocidad de diseño (Vd)

Se ha escogido como velocidad de diseño 35 Km/h para el presente estudio debido a que el terreno es de tipo ondulado con tramos montañosos, ver Tabla N° 6: Velocidad de Diseño.

$$Vd = 35 \text{ Km/h}$$

b) Velocidad de circulación (Vc)

$$Vc = 0.8Vd + 6.5 \text{ cuando TPDA} < 1000$$

$$Vc = 0.8 * 35 \text{ Km/h} + 6.5$$

$$Vc = 34.5 \text{ Km/h} \approx 35 \text{ Km/h}$$

c) Distancia de visibilidad de parada (Dp)

$$Dp = d_1 + d_2$$

$$d_1 = 0.7 * Vc$$

$$d_2 = \frac{Vc^2}{254f}; f = \frac{1.15}{Vc^{0.3}}$$

$$Dp = 0.7 * Vc + \frac{Vc^2}{254f}$$

Donde:

Dp = Distancia de visibilidad de parada (m)

d₁ = Distancia de recorrido durante el tiempo de percepción más reacción (m)

d₂ = Distancia de frenado (m)

Vc = Velocidad de circulación (Km/h)

f = Coeficiente de fricción longitudinal

$$f = \frac{1.15}{35^{0.3}} = 0.396 \approx 0.40$$

$$D_p = 0.7 * 35 + \frac{35^2}{254 * 0.40}$$

$D_p = 36.56 \text{ m} \approx 35 \text{ m}$ (Tabla N° 9: Distancia de visibilidad mínima de parada de un vehículo)

d) Distancia de visibilidad de rebasamiento (Dr)

$$D_r = 9.54V - 218 \text{ (Cuando } 30 < V < 100 \text{)}$$

Donde:

D_r = Distancia de visibilidad de rebasamiento (m)

V = Velocidad promedio del vehículo rebasante (Km/h)

$$D_r = (9.54 * 35) - 218$$

$D_r = 115.9 \text{ m}$, se considera el valor establecido por el MOP (Tabla No 10: Distancia de visibilidad mínima de rebasamiento de un vehículo)

$$D_r = 150 \text{ m}$$

e) Radio mínimo de curvas horizontales

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

Donde:

R = Radio de diseño (m)

f = Coeficiente máximo de fricción lateral

e = Peralte de la curva (%)

V_d = Velocidad de diseño (Km/h)

$$R = \frac{35^2}{127(0.08 + 0.255)}$$

$R = 28.79 \text{ m} \approx 30 \text{ m}$ (Tabla No 7: Radios mínimos en función del peralte y el coeficiente f lateral)

f) Peralte máximo

La vía es de tipo IV o camino vecinal con una velocidad de diseño de 35 Km/h, según lo que establece las Normas de diseño geométrico de carreteras del MOP el valor de peralte máximo es 8% y se utiliza un valor máximo de 10% para velocidades de diseño superiores a 50Km/h .

g) Elementos de curvas circulares

Para el cálculo se escogió la curva circular No 5 del primer tramo del proyecto, que se diseñó con un radio de curvatura de 150 metros.

✓ **Grado de curvatura (Gc)**

$$\frac{Gc}{20} = \frac{360}{2\pi R}$$

$$\frac{Gc}{20} = \frac{360}{2\pi * 150}$$

$$Gc = 7^{\circ}38'21.97''$$

✓ **Ángulo Central (Δ)**

Para esta curva el ángulo central $\Delta = 36^{\circ} 48'00''$

✓ **Longitud de curva (L)**

$$L = \frac{\pi R \Delta}{180}$$

$$L = \frac{\pi * 150 * 36^{\circ} 48'00''}{180}$$

$$L = 96.34 \text{ m}$$

✓ **Tangente o subtangente (T)**

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

$$T = 150 * \tan\left(\frac{36^{\circ} 48' 00''}{2}\right)$$

$$T = 49.90 \text{ m}$$

✓ **External (E)**

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

$$E = 150 * \left[\sec\left(\frac{36^{\circ} 48' 00''}{2}\right) - 1 \right]$$

$$E = 8.08 \text{ m}$$

✓ **Flecha u ordenada media (M)**

$$M = R * \left[1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) \right]$$

$$M = 150 * \left[1 - \cos\left(\frac{36^{\circ} 48' 00''}{2}\right) \right]$$

$$M = 7.67 \text{ m}$$

Si los dos puntos de la curva son el PC y el PT, a la cuerda resultante se la llama cuerda larga (Lc).

✓ **Cuerda larga (Lc)**

$$Lc = 2R * \left[\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) \right]$$

$$Lc = 2 * 150 * \left[\sin\left(\frac{36^{\circ} 48' 00''}{2}\right) \right]$$

$$Lc = 94.69 \text{ m}$$

A partir de estos elementos se procederá a calcular el abscisado de los puntos principales de la curva circular.

$$PC = PI - T$$

$$PI = PC + T$$

$$PI = (1 + 304.05) + (49.90)$$

$$\mathbf{PI = 1 + 353.95}$$

$$PT = PC - L$$

$$PT = PC + L$$

$$PT = (1 + 304.05) + (96.34)$$

$$\mathbf{PT = 1 + 400.39}$$

6.7.1.2 Diseño vertical

Para el cálculo típico se ha escogido la curva vertical No 9

a) Cálculo de L_v

$$PCV = 2 + 686.65$$

$$PTV = 2 + 736.65$$

$$L_v = PTV - PCV$$

$$L_v = (2 + 736.65) - (2 + 686.65)$$

$$L_v = 50 \text{ m}$$

Donde:

PTV = Punto final de la curva vertical

PCV = Punto de comienzo de curva vertical

L_1 y L_2 = Longitud de entrada y de salida respectivamente

L_v = Longitud de curva vertical

Nota: Para el proyecto todas las curvas verticales son simétricas es por esto que

$$L_1 = L_2 = \frac{L_v}{2} \therefore L_1 = L_2 = 50 \text{ m}$$

b) Abscisa del PIV

$$PIV = PCV + \frac{Lv}{2}$$

$$PIV = (2 + 686.65) + \frac{50}{2}$$

$$PIV = (2 + 711.65)$$

Donde:

PIV = Punto intermedio de la curva vertical

PCV = Punto de comienzo de curva vertical

Lv = Longitud de curva vertical

c) Gradiente de entrada y salida g1 y g2 respectivamente

Cota

$$PCV = 4106.48$$

$$PIV = 4104.52$$

$$PTV = 4102.35$$

Abscisa

$$PCV = 2 + 686.65$$

$$PIV = 2 + 711.65$$

$$PTV = 2 + 736.65$$

$$g_1 = \frac{\text{cota}(PIV - PCV)}{\text{abscisa}(PIV - PCV)} * 100$$

$$g_1 = \frac{(4104.52 - 4106.48)}{(2711.65 - 2686.65)} * 100 = -7.84\%$$

$$g_2 = \frac{\text{cota}(PTV - PIV)}{\text{abscisa}(PTV - PIV)} * 100$$

$$g_2 = \frac{(4102.35 - 4104.52)}{(2736.65 - 2711.65)} * 100 = -8.69\%$$

Nota: Como g_1 y g_2 fueron negativas se trata de una curva convexa

d) Diferencia algebraica de gradientes (A)

$$A = g_1 - g_2$$

$$A = (-7.84) - (-8.69)$$

$$A = 0.85$$

e) Longitud de curva

Para una curva convexa la longitud de curva es $L = K * A$, el coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales convexas según la Tabla No 12: Curvas verticales convexas mínimas es de $K = 3$.

$$K = \frac{L_v}{A}$$

$$K = \frac{50}{0.85}$$

$$K = 58.82$$

La longitud mínima para curvas convexas es $L_{mín} = 0.60 * V_d$, siendo V_d la velocidad de diseño.

$$L_{mín} = 0.60 * 35$$

$$L_{mín} = 21 \text{ m}$$

$$L_v = 50 \text{ m} \therefore L_v > L_{mín} \text{ Ok}$$

Donde:

L_v = Longitud de curva vertical

En este proyecto todas las longitudes de curvas son mayores a la longitud mínima de 21 m

6.7.2 Diseño de pavimento

Método AASHTO – 93

El diseño para el pavimento flexible según la AASHTO está basado en la determinación del Número Estructural “SN” que debe soportar el nivel de carga existente por el proyecto.

La ecuación AASHTO – 93:

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

Donde:

W_{18} = Número de cargas de 18kips (80 KN) previas

Z_R = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R

S_o = Desviación estándar de todas las variables

SN = Número estructural

ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño

M_R = Módulo resiliente de la subrasante

A continuación se describen las variables que se consideran en el método AASHTO:

Período de diseño

Se define como el tiempo elegido al iniciar el diseño, para el cual se determinan las características del pavimento, evaluando su comportamiento para distintas alternativas a largo plazo, con el fin de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño elegido, a un costo razonable.

Generalmente el periodo de diseño será mayor al de la vida útil del pavimento, porque incluye en el análisis al menos una rehabilitación o reconstrucción, por lo

tanto éste será superior a 20 años¹³. Los periodos de diseño recomendados por la AASHTO se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla N°33: Periodos de diseño en función del tipo de carretera

Tipo de carretera	Periodo de diseño(años)
Urbana de tránsito elevado	30 - 50
Interurbana de tránsito elevado	20 - 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 - 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10 - 20

Fuente: AASHTO, (1993)

Factor de daño (FD)

Tabla N°34: Factor de daño según el tipo de vehículos

TIPO	Simple		Simple doble		Tándem		Tridem		F.D
	Ton	(P/6.6) ⁴	Ton	(P/8.2) ⁴	Ton	(P/15.1) ⁴	Ton	(P/22.9) ⁴	
Automóviles									0
Bus	4	0.135	8	0.906					1.041
Camión de 2 ejes pequeños (C-2P)	3	0.043							0.178
	4	0.135							
Camión de 2 ejes mediano (C-2M)	3	0.043	7	0.531					0.574
Camión de 2 ejes grandes (C-2G)	7	1.265	11	3.238					4.504
Camión de 3 ejes (Tándem posterior) (C3)	7	1.265			20	3.078			4.343
Camión de 4 ejes (Tridem posterior) (C4)	7	1.265					24	1.206	2.472
Tracto camión de 3 ejes y semirremolque de 2 ejes (C5)	7	1.265			20	3.078			7.421
Tracto camino de 3 ejes y semirremolque de 3 ejes (C6)	7	1.265			20	3.078	24	1.206	5.550

Fuente: MTOP 2012

¹³ [Http://es.slideshare.net/andresricog/libro-de-pavimentos](http://es.slideshare.net/andresricog/libro-de-pavimentos)

El factor de daño permite conocer la afectación que producirá cada tipo de vehículo que transitará por la vía

Factor de distribución por dirección (DD)

Indica la distribución en la vía del tráfico por dirección. Existe en ocasiones que en una dirección se mueve más peso que en otra, entonces el lado con mayor peso vehicular debe ser diseñado para un mayor número de unidades de ejes equivalentes.

Tabla N°35: Factor de distribución por dirección (DD)

Factor de distribución direccional DD	
Número de carriles en ambas direcciones	% de vehículos en cada carril de diseño
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: AASHTO, (1993)

Factor por distribución por Carril (DC)

En una carretera de dos carriles, uno en cada dirección, el carril de diseño es uno de ellos, por lo tanto el factor de distribución por carril es de 100%. Para autopistas multicarriles el carril de diseño es el exterior y el factor de distribución depende del número de carriles en cada dirección que tenga la autopista.

Tabla N°36: Factor de distribución por carril (DC)

Número de carriles en cada dirección	% de ejes equivalentes de 8.2 ton en el carril de diseño DC
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4 o más	50 - 75

Fuente: AASHTO, (1993)

Por lo tanto el número de ejes equivalentes simples de 8.2 ton o 18 kips acumulados en el carril se calculó de la siguiente manera:

$$W_{18} = \sum \text{TPDA}_{\text{vehículos pesados}} * \text{FD} * \text{DC} * 365$$

Donde:

W_{18} = Número de ejes equivalentes de 8.2 ton en el primer año

$\text{TPDA}_{\text{vehículos pesados}}$ = Número de vehículos pesados que conforman el TPDA

FD = Factor de daño según el tipo de vehículos pesados

DC = Factor de distribución por carril

✓ Cálculo del número de ejes equivalentes

$$W_{18} = \sum \text{TPDA}_{\text{vehículos pesados}} * \text{FD} * \text{DC} * 365$$

Para el 2015 $W_{18} = [27 * 1.041 * 1 * 365] + [14 * 0.574 * 1 * 365] = 11292$

Corrección por dirección

$$W_{18} = 11292 * 0.5$$

$$W_{18} = 5646$$

Tabla N°37: Número de ejes equivalentes a 8.2 Ton

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES A 8.2 TON									
Años	% Crecimiento			Transito promedio diario				W18 Acumulado	Carril de diseño
	Livianos	Buses	Camiones	TPDA Total	Livianos	Buses	Pesados C-2-M		
2015	4.47	2.22	2.18	143	98	27	18	11292	5646
2016	3.97	1.97	1.97	148	102	28	18	22807	11404
2017	3.97	1.97	1.4	153	106	28	19	34515	17257
2018	3.97	1.97	1.4	158	110	29	19	46436	23218
2019	3.97	1.97	1.4	163	115	29	19	58575	29287
2020	3.97	1.97	1.4	168	119	30	19	70935	35467
2021	3.57	1.78	1.74	171	121	30	20	83480	41740
2022	3.57	1.78	1.74	176	125	31	20	96248	48124
2023	3.57	1.78	1.74	182	130	31	21	109242	54621
2024	3.57	1.78	1.74	187	134	32	21	122465	61233
2025	3.57	1.78	1.74	193	139	32	21	135923	67961
2026	3.25	1.62	1.58	193	139	32	21	149383	74692
2027	3.25	1.62	1.58	198	144	33	22	163061	81530
2028	3.25	1.62	1.58	204	149	33	22	176958	88479
2029	3.25	1.62	1.58	210	153	34	22	191080	95540
2030	3.25	1.62	1.58	215	158	34	23	205428	102714
2031	3.25	1.62	1.58	222	163	35	23	220008	110004
2032	3.25	1.62	1.58	228	169	35	23	234822	117411
2033	3.25	1.62	1.58	234	174	36	24	249875	124937
2034	3.25	1.62	1.58	241	180	37	24	265169	132585
2035	3.25	1.62	1.58	248	186	37	25	280711	140355

Fuente: Autor

Confiabilidad (R)

La Confiabilidad del Diseño (R) se refiere al grado de certidumbre (seguridad) de que una determinada alternativa de diseño alcance a durar en la realidad, el tiempo establecido en el período seleccionado. La confiabilidad también puede ser definida como la probabilidad de que el número de repeticiones de cargas (W_t) que un pavimento pueda soportar para alcanzar un determinado nivel de servicio, no sea excedida por el número de cargas que realmente estén siendo aplicadas (W) sobre ese pavimento.¹⁴

El siguiente cuadro sugiere niveles de confiabilidad según la clasificación del camino.

Tabla N°38: Niveles recomendados de confiabilidad

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopista	85 - 99.9	80 - 99.9
Carreteras de primer orden	80 - 99	75 - 95
Carreteras secundarias	80 - 95	75 - 95
Caminos vecinales	50 - 80	50 - 80

Fuente: AASHTO, (1993)

Debido a que la vía en estudio es un camino vecinal se asume un valor de confiabilidad intermedio de 70.

Tabla N°39: Factor de desviación normal

Confiabilidad	ZR	Confiabilidad	ZR
50	0	92	-1.405
60	-0.253	94	-1.555
70	-0.524	95	-1.645
75	-0.674	96	-1.751
80	-0.841	97	-1.881
85	-1.037	98	-2.054
90	-1.282	99	-2.327

Fuente: AASHTO, (1993)

¹⁴ <http://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/aashto-931.pdf>

Desviación estándar global (So)

Este parámetro está ligado directamente a la confiabilidad, y una vez elegido un nivel de confianza, éstos deberán ser corregidos, para lo cual se considera un factor de corrección que representa la desviación estándar, de manera reducida y simple, este factor evalúa los datos dispersos que configuran la curva real de comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito.

El rango de desviación estándar sugerido por AASHTO: $0.40 < So < 0.50$

Se recomienda usar 0.45

Módulo de Resiliencia Mr (Características de la subrasante)

El espesor del pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, es por esto que se efectuaron ensayos utilizando cargas estáticas o de baja velocidad de deformación tales como el CBR. Estos se cambiaron por ensayos dinámicos y de repetición de carga como el Módulo de Resiliencia (Mr), que son pruebas que demuestran en mejor forma el comportamiento y lo que sucede debajo de los pavimentos en lo que respecta a tensiones y deformaciones.

Es por esta razón que países como los de Latinoamérica que no poseen los equipos necesarios para hacer estos ensayos. La AASHTO ha planteado fórmulas para correlacionar el CBR con el Módulo de Resiliencia (Mr).

- ✓ $Mr \text{ (psi)} = 1500 * CBR$ (sugerido por AASHTO) CBR < 10%
- ✓ $Mr \text{ (psi)} = 3000 * CBR^{0.65}$ CBR de 7.2% a 20%
- ✓ $Mr \text{ (psi)} = 4326 * \ln CBR + 241$ (para suelos granulares)

El CBR de la subrasante del proyecto es 4.25% por lo tanto el módulo de resiliencia se lo calculó con la expresión para CBR < 10%

$$Mr = 1500 * CBR$$

$$Mr = 1500 * 4.25$$

$$Mr = 6375 \text{ psi}$$

Índice de serviciabilidad (PSI)

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

Para el cálculo se usan dos índices de servicio: índice PSI inicial y el índice PSI final.

- ✓ El índice de servicio inicial en los pavimentos flexibles nuevos estudiados por la AASHTO alcanzó un valor medio de $PSI=4.2$.
- ✓ El índice de servicio final representa en índice más bajo capaz de ser tolerado por el pavimento.

Para autopistas urbanas y troncales de mucho tráfico.	2.5 – 3.0
Para autopistas urbanas y troncales de intensidad de tráfico normal y para autopistas interurbanas.	2.0 – 2.5
Para vías locales, ramales secundarios y agrícolas	1.8 – 2.0

Pérdida o disminución del índice de serviciabilidad

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

Donde:

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio

PSI inicial = Índice de servicio inicial

PSI final = Índice de servicio final

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

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

Determinación de los coeficientes estructurales

La siguiente ecuación permite obtener los espesores de la capa de rodamiento, de la capa de base y de la capa de sub – base.

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

Donde:

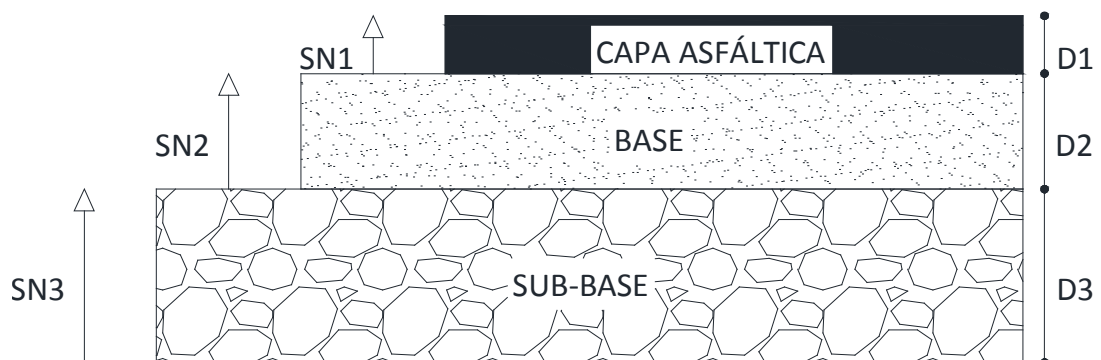
SN = Número estructural

a_1, a_2, a_3 = Coeficiente estructural de la carpeta, base y sub – base respectivamente

D_1, D_2, D_3 = Espesores de la carpeta, base y sub – base respectivamente

m_2, m_3 = Coeficiente de drenaje para base y sub – base respectivamente

Gráfico N° 24: Estructura del pavimento flexible



Fuente: Autor

En el caso de las capas granulares, es deseable que la capa superior tenga mayor capacidad estructural que la inferior.

La base granular tendrá mayor soporte que la sub – base y ésta que la subrasante.

En el siguiente gráfico se muestran los espesores mínimos de cada capa:

Tabla N°40: Espesores mínimos en función de los ejes equivalentes

Ejes equivalentes	Carpeta Asfáltica (plg)	Base y/o sub-base granular (plg)
<50000	1,0 (o tratamiento superficial)	4.0
50001 a 150000	2.0	4.0
150001 a 500000	2.5	4.0
500001 a 2000000	3.0	6.0
2000001 a 7000000	3.5	6.0
<7000000	4.0	6.0

Fuente: AASHTO, 1993

En el caso del proyecto según W_{18} de carril de diseño = 140355 el espesor mínimo de la carpeta asfáltica es de 2.0 plg y de la base y sub – base es de 4.0 plg.

✓ **Cálculo de los coeficientes estructurales**

Coefficiente estructural de la carpeta asfáltica (a1)

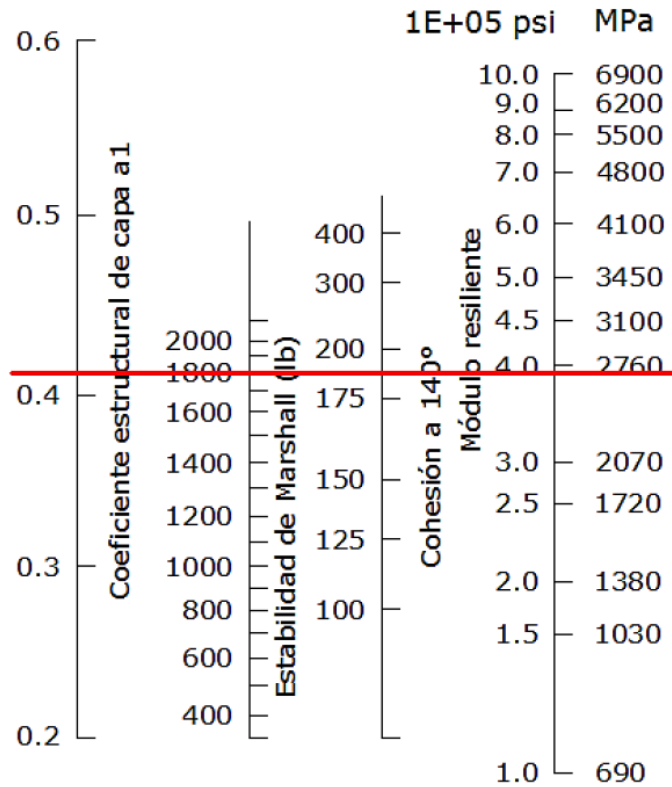
En el proyecto no se dispuso del módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica, razón por la cual se escoge el siguiente gráfico para obtener el coeficiente, la estabilidad de Marshall mínima escogida fue 1800 lb según las Especificaciones Generales para Caminos y Puentes del MOP.

Tabla N°41: Valores de estabilidad Marshall

Ensayos de acuerdo al método Marshall	Tráfico					
	Pesados		Medio		Liviano	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
N° de golpes	75		50		35	
Estabilidad (libras)	1800	-	1200	-	750	-

Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP 2002

Gráfico N° 25: Monograma para estimar el coeficiente estructural a1



Fuente: AASHTO, 1993

Con la estabilidad de Marshall mínima de 1800 libras para tráfico pesado se determina el coeficiente de la carpeta asfáltica, teniendo en cuenta el error de apreciación en la lectura del coeficiente.

Por medio de la apreciación se obtuvo $a_1 = 0.41$ y un módulo resiliente de la carpeta asfáltica de $3.90 \text{ E } +0.5 \text{ psi}$.

Tabla N°42: Módulo elástico de la carpeta asfáltica a1

Módulos Elásticos		Valores de a1
Psi	MPa	
225000	1575	0.320
250000	1750	0.330
275000	1925	0.350
300000	2100	0.360
325000	2275	0.375
350000	2450	0.385
375000	2650	0.405
400000	2800	0.420
425000	2975	0.435
450000	3150	0.440

Fuente: AASHTO, 1993

Interpolación

Módulo elástico Coeficiente estructural a1

400000 → 0.420

375000 → 0.405

25000 → 0.015

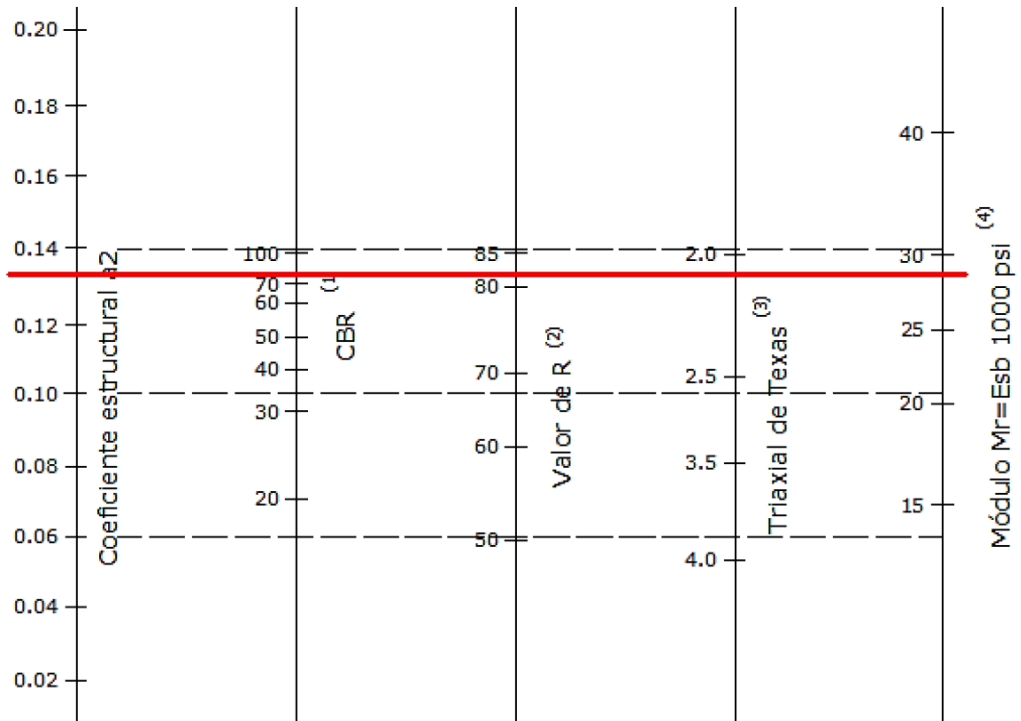
15000 → X

$$X = 0.009 \therefore a1 = 0.405 + 0.009 = \mathbf{0.414}$$

Coeficiente estructural de la capa base (a2)

Las características que deben tener las bases de agregados según las Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes del MOP deberán tener un CBR $\geq 80\%$, mediante este dato se encontró el coeficiente estructural de la capa base en el monograma.

Gráfico N° 26: Monograma para estimar el coeficiente estructural a2



Fuente: AASHTO, 1993

Tabla N°43: Coeficiente estructural de la capa base a2

CBR %	a2
20	0.070
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

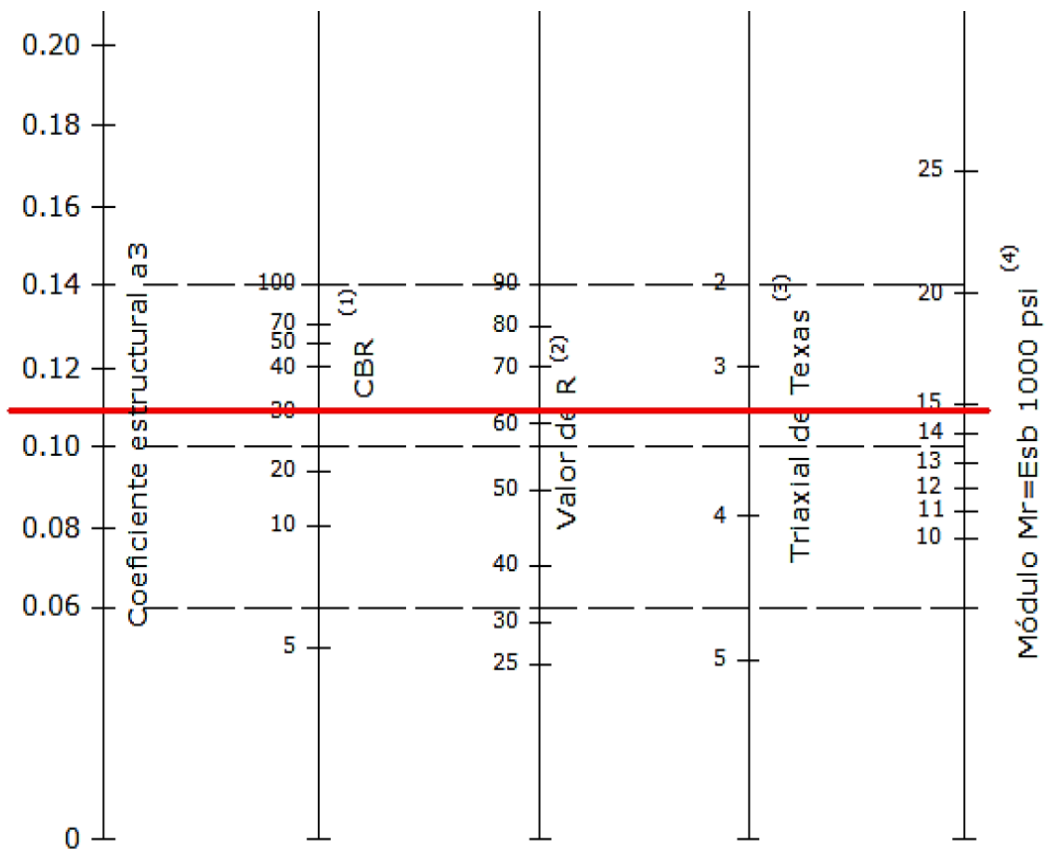
Fuente: AASHTO, 1993

Para la capa base a2 = 0.133 y Mr = 28500 psi o 28.5 Ksi

Coefficiente estructural de la sub - base (a3)

Las características que deben tener las sub-bases según el MOP, deberá tener un $CBR \geq 30 \%$, mediante este dato se encontró el coeficiente estructural de la capa de sub-base en el monograma.

Gráfico N° 27: Monograma para estimar el coeficiente estructural a3



Fuente: AASHTO, 1993

Tabla N°44: Coeficiente estructural de la capa sub-base a3

Sub – base granulada	
CBR %	a3
10	0.08
15	0.09
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: AASHTO, 1993

Para la capa sub - base a3 = 0.108 y $M_R = 14800$ psi o 14.8 Ksi

✓ **Determinación de los coeficientes de drenaje (m2, m3)**

En el proyecto es necesario eliminar la posibilidad de la reducción de la vida útil del pavimento por el efecto que produce el agua al presentarse dentro del paquete estructural en todos y cada uno de los casos en que prevean problemas.

Los coeficientes son determinados en base al tiempo que el agua demora en ser eliminada de las capas granulares que componen el pavimento, base y sub-base.

Tabla N°45: Calidad de drenaje

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

Fuente: AASHTO, 1993

La calidad de drenaje, es decir el tiempo que tarda el agua en ser eliminada de la vía es buena, debido que en el lugar no hay mucha humedad

Luego se tomará el porcentaje de tiempo que la estructura estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación.

Tabla N°46: Niveles de humedad en la estructura del pavimento

Calidad de drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 – 5%	5 – 25%	Más del 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	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 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Deficiente	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: AASHTO, 1993

✓ Cálculo del número estructural requerido SN

Para el cálculo del número estructural se utilizó el software Ecuación AASHTO 93 y se ingresaran los valores ya calculados anteriormente.

RESUMEN DE VARIABLES OBTENIDAS

Tipo de pavimento	Flexible
TPDA año 2035	248
Período de diseño	20
Clasificación de la vía	IV orden
Serviciabilidad inicial (PSI inicial)	4.2
Serviciabilidad final (PSI final)	2.0
Valor de soporte de la subrasante(CBR de diseño)	4.25
Confiabilidad (R)	70%
Desviación normal estándar (Zr)	-0.524
Desviación estándar (So)	0.45
Módulo de resiliencia o de descarga de la subrasante (Mr)	6375 psi

Módulo de resiliencia o de descarga de la base (Mr)	28500 psi
Módulo de resiliencia o de descarga de la sub-base (Mr)	14800 psi
Ejes equivalentes W18	140355
Coefficiente de la carpeta asfáltica (a1)	0.414
Coefficiente de la carpeta de la capa base (a2)	0.133
Coefficiente de la carpeta de la capa sub-base (a3)	0.108
Coefficiente de drenaje (m2 y m3)	1.000

Gráfico N° 28: Cálculo del SN requerido en el programa Ecuación AASHTO 93

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The window title is 'Ecuación AASHTO 93'. The interface is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu showing '70 % Zr=-0.524' and a text box for 'So' with the value '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (4.2) and 'PSI final' (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** Text box for 'Mr' (6375 psi).
- Información adicional para pavimentos rígidos:** 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)'. All are currently empty.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. Below 'Calcular SN' is a text box showing 'W18 = 140355'.
- Número Estructural:** Text box showing 'SN = 2.31'.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Fuente: Autor

**DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
METODO AASHTO 1993**

PROYECTO : VÍA PUCAYACA - CRUZ PUENEBA
SECCION 1 : km 0+000 - km 4+600

TRAMO : TOTAL
FECHA : SEPTIEMBRE / 2015

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :

1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

	DATOS
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)	390.00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)	28.50
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)	14.80

2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	1.40E+05
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	70%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.524
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	6.38
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20

3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico Convencional (a1)	0.414
Base granular (a2)	0.133
Subbase (a3)	0.108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m2)	1.000
Subbase (m3)	1.000

DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	2.31
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1.27
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0.40
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0.64

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA

	TEORICO	PROPUESTA	
		ESPEJOR	SN (calc)
ESPEJOR CARPETA ASFALTICA (cm)	7.8 cm	5.0 cm	0.81
ESPEJOR BASE GRANULAR (cm)	7.6 cm	15.0 cm	0.79
ESPEJOR SUB BASE GRANULAR (cm)	15.1 cm	20.0 cm	0.85
ESPEJOR TOTAL (cm)		40.0 cm	2.45

RESPONSABLE :

HOJA DISEÑADA POR: **ALVARO SALAZAR
AMBATO - ECUADOR**

✓ **Procedimiento para determinar los espesores de cada capa de la estructura de pavimento**

Para el cálculo del número estructural requerido se desarrolló con la misma fórmula reemplazando el módulo resiliente de la subrasante por el módulo resiliente de cada capa.

Así para determinar el espesor D1 de la capa de concreto asfáltico se supone un Mr igual al de la base y así se obtiene el SN que debe ser absorbido por el concreto asfáltico.

Tipo de Pavimento		Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)	
<input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible	<input type="radio"/> Pavimento rígido	70 % Zr=-0.524	So = 0.45
Serviciabilidad inicial y final		Módulo resiliente de la subrasante	
PSI inicial = 4.2	PSI final = 2	Mr = 28500 psi	
Información adicional para pavimentos rígidos			
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)		Coeficiente de transmisión de carga - (J)	
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)		Coeficiente de drenaje - (Cd)	
Tipo de Análisis		Número Estructural	
<input checked="" type="radio"/> Calcular SN	W18 = 140355	SN =	1.27
<input type="radio"/> Calcular W18			
Calcular		Salir	

$SN_1 = 1.27$ (Obtenido con Mr de la base en la ecuación general)

Mr = 28500 Psi

a1 = 0.414

Teórico

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

$$D_1 = \frac{1.27}{0.414}$$

$$D_1 = 3.07 \text{ Plg} = 7.79 \text{ cm}$$

Propuesto

Asumiendo $D_1' = 5 \text{ cm}$

$$SN_1' = D_1' * a_1$$

$$SN_1' = 5 \text{ cm} * 0.414$$

$$SN_1' = 2.070 \text{ cm} = 0.81 \text{ plg}$$

Para obtener el espesor de la base se ingresó el Mr de la sub-base y de esta manera se obtuvo el SN_2 que será absorbido por el concreto asfáltico y la base.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
70 % Zr=-0.524 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final
PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante
Mr 14800 psi

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

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 = 140355** **Número Estructural = SN = 1.67**
 Calcular W18

Calcular Salir

$SN_2 = 1.67$ (Obtenido con Mr de la sub-base en la ecuación general)

Mr = 14800 Psi

$a_2 = 0.133$

Teórico

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

$$D_2 = \frac{1.67 - 1.27}{0.133 * 1}$$

$$D_2 = 3.00 \text{ Plg} = 7.64 \text{ cm}$$

Propuesto

$$\text{Asumiendo } D_2' = 15 \text{ cm}$$

$$SN_2' = D_2' * a_2 * m_2$$

$$SN_2' = 15 \text{ cm} * 0.133 * 1$$

$$SN_2' = 2 \text{ cm} = 0.79 \text{ plg}$$

Para obtener el espesor de la sub-base se ingresó el Mr de la subrasante para determinar el $SN_3 = SN_{\text{Requerido}}$ para todo el paquete estructural.

Teórico

$$D_3 = \frac{SN_3 - SN_2}{a_3 * m_3}$$

$$D_3 = \frac{2.31 - 1.67}{0.108 * 1}$$

$$D_3 = 5.93 \text{ Plg} = 15.05 \text{ cm}$$

Propuesto

$$\text{Asumiendo } D_3' = 20 \text{ cm}$$

$$SN_3' = D_3' * a_3 * m_3$$

$$SN_3' = 20 \text{ cm} * 0.108 * 1$$

$$SN_3' = 2.16 \text{ cm} = 0.85 \text{ plg}$$

$$SN_{\text{cal}} = SN'_1 + SN'_2 + SN'_3$$

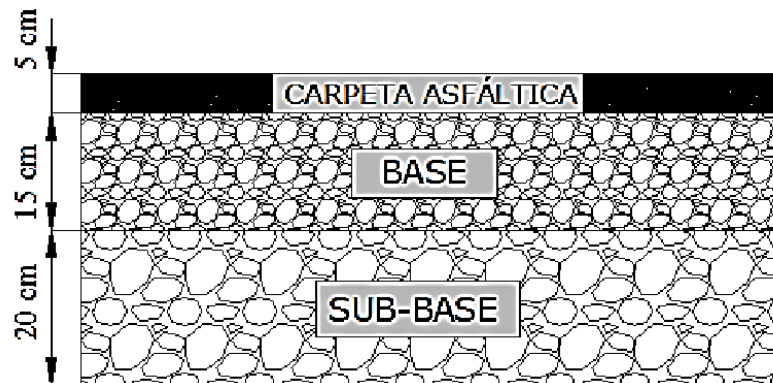
$$SN_{\text{cal}} = 0.81 + 0.79 + 0.85$$

$$SN_{\text{cal}} = 2.45$$

$$SN_{\text{cal}} > SN_{\text{Requerido}}$$

$$2.45 > 2.31$$

Gráfico N° 29: Espesores de diseño de la estructura de pavimento



Fuente: Autor

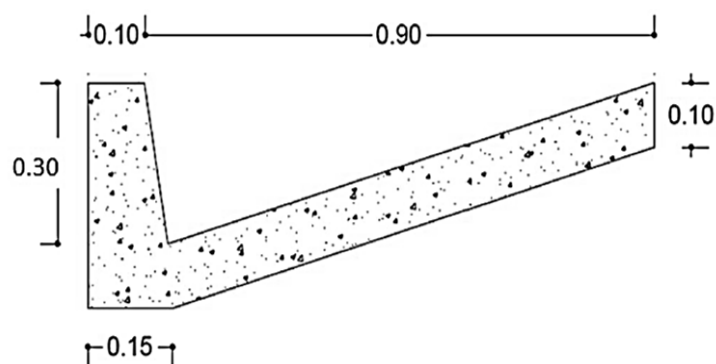
6.7.3 Sistema de drenaje

6.7.3.1 Diseño de cunetas

Las cunetas según la forma de la sección transversal pueden ser triangulares, rectangulares, trapezoidales. Se escogió la forma triangular, por su característica especial de ser una prolongación de la superficie de rodamiento, por su facilidad de construcción y mantenimiento.

El diseño de cunetas está basado en el principio que recae sobre los canales abiertos en un flujo uniforme, con la aplicación de la fórmula de Manning y la ecuación de la continuidad.

Gráfico N° 30: Dimensiones de la cuneta



Fuente: Autor

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

$$Q = A * V$$

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

Donde:

V = Velocidad (m/s)

n = Coeficiente de rugosidad de manning

J = Pendiente hidráulica (%)

R = Radio hidráulico (m)

Q = Caudal de diseño (m³/seg)

A = Área de la sección (m²)

P = Perímetro mojado (m)

Tabla N°47: Coeficiente de rugosidad de manning

TIPO DE RECUBRIMIENTO	COEFICIENTE (n)
Tierra lisa	0.02
Césped con más de 15 cm de profundidad de agua	0.04
Césped con menos de 15 cm de profundidad de agua	0.06
Revestimiento rugoso de piedra	0.04
Cunetas revestidas de hormigón	0.013

Fuente: Autor

Para el proyecto se utilizará un n = 0.013

Se consideró que las cunetas trabajarán a sección llena.

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

$$A_m = \frac{0.90 \text{ m} * 0.30 \text{ m}}{2}$$

$$A_m = 0.135 \text{ m}^2$$

- ✓ Perímetro mojado (P_m):

$$P_m = \sqrt{0.05^2 + 0.30^2} + \sqrt{0.85^2 + 0.30^2}$$

$$P_m = \sqrt{0.0925} + \sqrt{0.8125}$$

$$P_m = 1.205 \text{ m}$$

- ✓ Radio hidráulico (R_m)

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

$$R_m = \frac{0.135 \text{ m}^2}{1.205 \text{ m}}$$

$$R_m = 0.112 \text{ m}$$

- ✓ Velocidad

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

$$V = \frac{1}{0.013} * 0.112^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = 17.87 * J^{1/2}$$

- ✓ Reemplazando la velocidad en la ecuación de la continuidad:

$$Q = A * V$$

$$Q = 0.135 * 17.87 * J^{1/2}$$

$$Q = 2.41 * J^{1/2}$$

La pendiente máxima longitudinal asumida es del 12% por lo tanto:

Tabla N°48: Caudales y velocidades con distinta pendiente de las cunetas

J %	J	V(m/seg)	Q(m ³ /seg)
0.500	0.005	1.264	0.170
1.000	0.010	1.787	0.241
1.500	0.015	2.189	0.295
2.000	0.020	2.527	0.341
2.500	0.025	2.825	0.381
3.000	0.030	3.095	0.417
3.500	0.035	3.343	0.451
4.000	0.040	3.574	0.482
4.500	0.045	3,791	0.511
5.000	0.050	3.996	0.539
5.500	0.055	4.191	0.565
6.000	0.060	4.377	0.590
6.500	0.065	4.556	0.614
7.000	0.070	4.728	0.638
7.500	0.075	4.894	0.660
8.000	0.080	5.054	0.682
8.500	0.085	5.210	0.703
9.000	0.090	5.361	0.723
9.500	0.095	5.508	0.743
10.000	0.100	5.651	0.762
10.500	0.105	5.791	0.781
11.000	0.110	5.927	0.799
11.500	0.115	6.060	0.817
12.000	0.120	6.190	0.835

Fuente: Autor

$$Q_{\text{admisible}} = 2.41 * 0.12^{1/2}$$

$$Q_{\text{admisible}} = 0.835 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ Caudal máximo, Q

Utilizando la fórmula del método racional para determinar el caudal que circula por la cuneta se tiene:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q = Caudal máximo esperado (m³/seg)

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de precipitación pluvial (mm/h)

A = Número de hectáreas tributarias (Ha)

Determinamos el coeficiente de escurrimiento:

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

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

Tabla N°49: Valores de escorrentía

Por la topografía	C
Plana con pendiente de 0.2 -0.6 m/km	0.3
Moderada con pendientes de 3.0 – 4.0 m/km	0.2
Colinas con pendientes 30 -50 m/km	0.1
Por el tipo de suelo	
Arcilla compacta impermeable	0.1
Combinación de limo y arcilla	0.2
Suelo limo arenoso no muy compactado	0.4
Por la capa vegetal	
Terrenos cultivados	0.1
Bosques	0.2

Fuente: Apuntes de Vías

Reemplazando:

$$C = 1 - (C_t + C_s + C_{veg})$$

$$C = 1 - (0.2 + 0.2 + 0.1)$$

$$C = 0.50$$

La ecuación para calcular la intensidad de lluvia se tomará de los estudios realizados por el INAMHI, cuya fórmula para la estación de Ambato es:

$$I = \frac{a * T^b}{tc^c}$$

Donde:

I = Intensidad (mm/h)

T = Período de retorno en años (T = 10 años) es el intervalo de tiempo en el cual se espera que una crecida de una magnitud igual o superior a un cierto valor se produzca una sola vez

tc = Tiempo de concentración (min)

a,b,c = Coeficientes según la región donde se va a realizar el proyecto

El tiempo de duración es desconocido, se recomienda utilizar el tiempo de concentración.

$$tc = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

Donde:

tc = Tiempo de concentración (min)

L = Longitud del área de drenaje (m)

H = desnivel entre el inicio de la cuenca y el punto de descarga (m)

Con una pendiente de tramo $i = 8.33\%$ y una longitud máxima de drenaje $L = 480$ m.

✓ Desnivel

$$H = L * i$$

$$H = 480 \text{ m} * 0.0833$$

$$H = 40 \text{ m}$$

- ✓ Cálculo de Tiempo de concentración (tc):

$$tc = 0.0195 * \left(\frac{480^3}{40} \right)^{0.385}$$

$$tc = 5.89 \text{ min}$$

- ✓ Cálculo de intensidad

Tabla N°50: Intensidad de lluvia para la estación de Ambato

Estación	Período	Rango		Coeficiente		
		De	Hasta	a	b	C
Ambato	1962 - 1978	5	30	146	0.20	0.57

Fuente: INAMHI

$$I = \frac{a * T^b}{tc^c}$$

$$I = \frac{146 * 10^{0.20}}{5.89^{0.57}}$$

$$I = 84.22 \text{ mm/h}$$

- ✓ Área de drenaje de la cuneta (A)

Longitud máxima de drenaje = 480 m

Ancho máximo = 3m ancho de carril + 1m cuneta = 4.0 m

A = (longitud * ancho)

$$A = \frac{480\text{m} * 4.0\text{m}}{10000}$$

$$A = 0.192 \text{ Ha}$$

- ✓ Caudal máximo parcial, Q

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q = \frac{0.50 * 84.21 * 0.192}{360}$$

$$Q = 0.0224 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

El caudal máximo será la sumatoria de los caudales parciales que drenará cada tramo de cuneta.

$$Q_{\text{Admisible}} > Q_{\text{Máximo}}$$

$$0.835 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} > 0.0224 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \text{ Cumple}$$

Nota: La sección de la cuneta en el caso más crítico no trabajará a sección llena debido a que el caudal admisible es mayor que el caudal máximo.

- ✓ Para el proyecto se utilizará una tubería de PVC de 300 mm para el cruce de agua de cunetas con un $n = 0.011$ (Coeficiente de Manning)

Se consideró que la tubería trabajará a sección llena.

$$A_m = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A_m = \frac{\pi * (0.30\text{m})^2}{4}$$

$$A_m = 0.07 \text{ m}^2$$

- ✓ Perímetro mojado (Pm):

$$P_m = \pi * D$$

$$P_m = \pi * 0.30m$$

$$P_m = 0.94 m$$

✓ Radio hidráulico (Rm)

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

$$R_m = \frac{0.07 m^2}{0.94 m}$$

$$R_m = 0.075 m$$

✓ Velocidad

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

$$V = \frac{1}{0.011} * 0.075^{2/3} * 0.12^{1/2}$$

$$V = 5.610 \frac{m}{s}$$

✓ Diámetro calculado

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$A = \frac{0.022m^3}{5.610 \frac{m}{s}} = 0.0039m^2$$

$$D = \sqrt{\frac{A * 4}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{0.039 * 4}{\pi}} = 0.070m \approx 0.10 m$$

Diámetro asumido (300 mm) > Diámetro calculado (100 mm) Cumple

Tabla N°51: Áreas de aportación y caudales de diseño de cunetas laterales

Ubicación de descarga	Dirección de caudal		Longitud	Ancho		Ancho total	Área drenaje	Desnivel entre alcantarillas	Tiempo de concentración (tc)	Intensidad de lluvia	Coeficiente de escorrentía (C)	Caudal parcial	
	Inicio	Final		Calzada	Cuneta								
	Km	Km	m	m	m	m	Ha	m	min	mm/h		m3/seg	
0+000.00	0+239.59	0+000.00	239.59	3.00	1.00	4.00	0.10	7.19	5.11	91.31	0.50	0.012	
0+460.00	0+239.59	0+460.00	220.41	3.00	1.00	4.00	0.09	3.93	5.86	84.49	0.50	0.010	
	0+883.91	0+460.00	423.91	3.00	1.00	4.00	0.17	1.31	19.03	43.16	0.50	0.010	
1+120.00	0+883.91	1+120.00	236.09	3.00	1.00	4.00	0.09	3.48	6.64	78.63	0.50	0.010	
1+480.00	1+120.00	1+480.00	360.00	3.00	1.00	4.00	0.14	15.65	6.06	82.84	0.50	0.017	
1+940.00	1+480.00	1+940.00	460.00	3.00	1.00	4.00	0.18	27.29	6.50	79.64	0.50	0.020	
2+400.00	1+940.00	2+400.00	460.00	3.00	1.00	4.00	0.18	32.30	6.09	82.64	0.50	0.021	
2+720.00	2+400.00	2+720.00	320.00	3.00	1.00	4.00	0.13	21.28	4.70	95.76	0.50	0.017	
3+040.00	2+720.00	3+040.00	320.00	3.00	1.00	4.00	0.13	27.63	4.25	101.41	0.50	0.018	
3+420.00	3+040.00	3+420.00	380.00	3.00	1.00	4.00	0.15	27.11	5.22	90.18	0.50	0.019	
3+760.00	3+420.00	3+760.00	340.00	3.00	1.00	4.00	0.14	30.13	4.41	99.31	0.50	0.019	
4+240.00	3+760.00	4+240.00	480.00	3.00	1.00	4.00	0.19	40.00	5.89	84.22	0.50	0.022	
4+400.00	4+240.00	4+400.00	160.00	3.00	1.00	4.00	0.06	16.65	2.32	143.22	0.50	0.013	
4+600.00	4+400.00	4+600.00	200.00	3.00	1.00	4.00	0.08	12.61	3.34	116.33	0.50	0.013	
Σ Área de drenaje=							1.84					Q Total =	0.222

Fuente: Autor

6.7.3.2 Cálculo y diseño de alcantarillas

El sistema de drenaje transversal de una carretera se realiza tomando en cuenta el análisis hidrológico de la zona por drenar y el diseño hidráulico de las estructura.

El tiempo de duración es desconocido, se recomienda utilizar el tiempo de concentración.

$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

t_c = Tiempo de concentración (min)

L = Longitud del área de drenaje (m)

H = desnivel entre el inicio de la cuenca y el punto de descarga (m)

✓ Cálculo de Tiempo de concentración (t_c):

$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{5745^3}{530} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 38.30 \text{ min}$$

La ecuación para calcular la intensidad de lluvia se tomará de los estudios realizados por el INAMHI, por ser una obra de drenaje menor se tomó un período de retorno de 25 años.

$$I = \frac{a * T^b}{t_c^c}$$

Donde:

I = Intensidad (mm/h)

T = Período de retorno en años ($T = 25$ años)

t_c = Tiempo de concentración (min)

a, b, c = Coeficientes según la región donde se va a realizar el proyecto

- ✓ Cálculo de intensidad

Tabla N°52: Intensidad de lluvia para la estación de Ambato

Estación	Período	Rango		Coeficiente		
		De	Hasta	a	b	C
Ambato	1962 - 1978					
		30	120	286	0.20	0.77

Fuente: INAMHI

$$I = \frac{a * T^b}{tc^c}$$

$$I = \frac{286 * 25^{0.20}}{38.30^{0.77}}$$

$$I = 32.88 \text{ mm/h}$$

- ✓ Se Determina el coeficiente de escurrimiento:

$$C = 0.50 \text{ (ver Tabla N°49)}$$

- ✓ Caudal máximo, Q

Utilizando la fórmula del método racional para determinar el caudal máximo.

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q = Caudal máximo esperado (m³/seg)

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de precipitación pluvial (mm/h)

A =Número de hectáreas tributarias (Ha)

- ✓ Caudal máximo parcial, Q

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q = \frac{0.50 * 32.88 * 7.2}{360}$$

$$Q = 0.33 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Para el diseño de alcantarillas se utiliza la fórmula de Talbot modificada.

$$A = 0.183 * C_T * H^{\frac{3}{4}}$$

Donde:

A = Área libre (Ha)

H = Área de la micro cuenca (Ha)

C_T = Coeficiente de Talbot

Tabla N°53: Valores de C_T para la fórmula de Talbot

Tipo de terreno y topografía	Valores (C)
Suelo rocoso y pendiente abruptas	1
Terreno, quebradas con pendientes moderadas	2/3
Valles irregulares, muy anchos en comparación de su largo	1/2
Terrenos agrícolas ondulados, en los que el largo del valle es de 3 a 4 veces a el ancho	1/3
Zonas a nivel, no afectadas por acumulación de nieve o inundaciones fuertes	1/5

Fuente: Congreso Panamericano de Carreteras, (1979)

✓ Para el proyecto se utilizará un C_T = 2/3

$$A = 0.183 * C_T * H^{\frac{3}{4}}$$

$$A = 0.183 * \frac{2}{3} * 7.2^{\frac{3}{4}}$$

$$A = 0.54 \text{ m}^2$$

- ✓ Diámetro de la alcantarilla

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.54}{\pi}}$$

$$D = 0.82 \text{ m} \approx D = 1.20 \text{ m}$$

- ✓ Calculo del área real de la alcantarilla

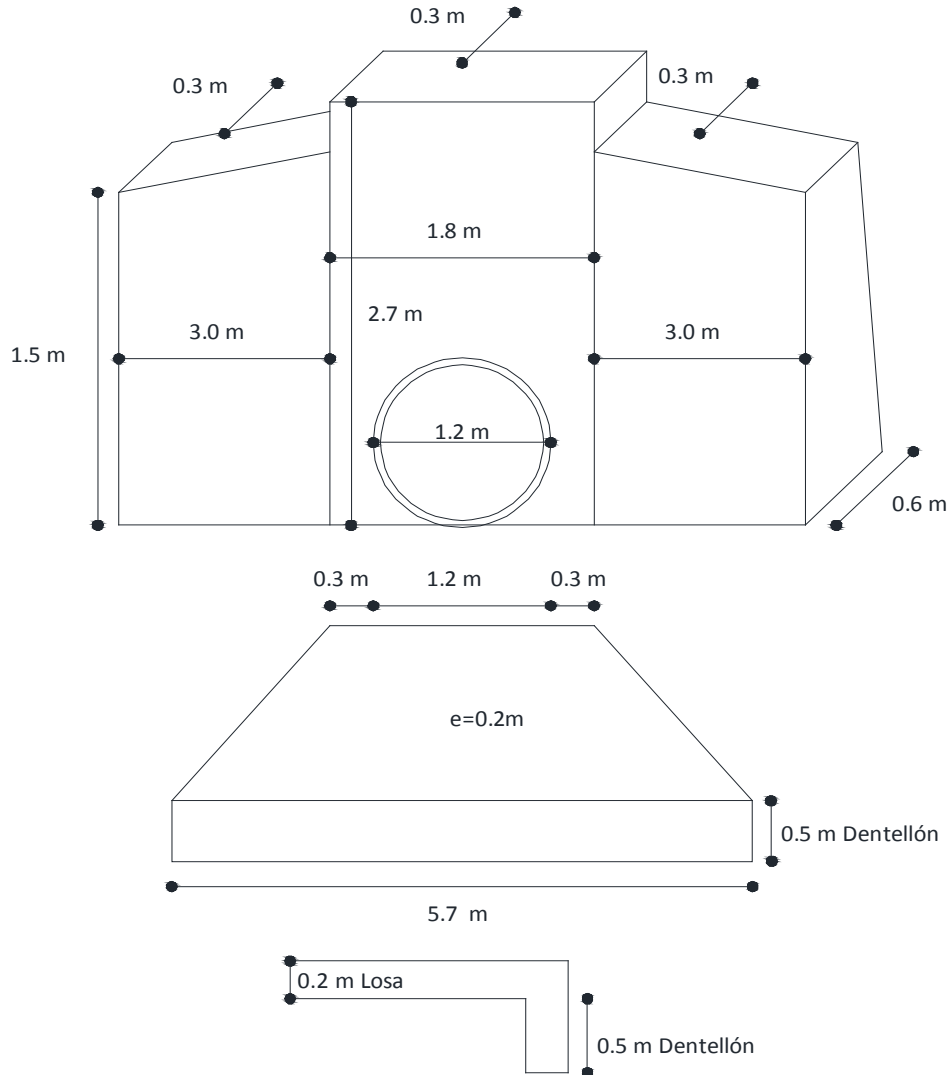
$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * 1.2^2}{4}$$

$$A = 1.13 \text{ m}^2$$

En la abscisa 3+660 se ubicará la alcantarilla calculada.

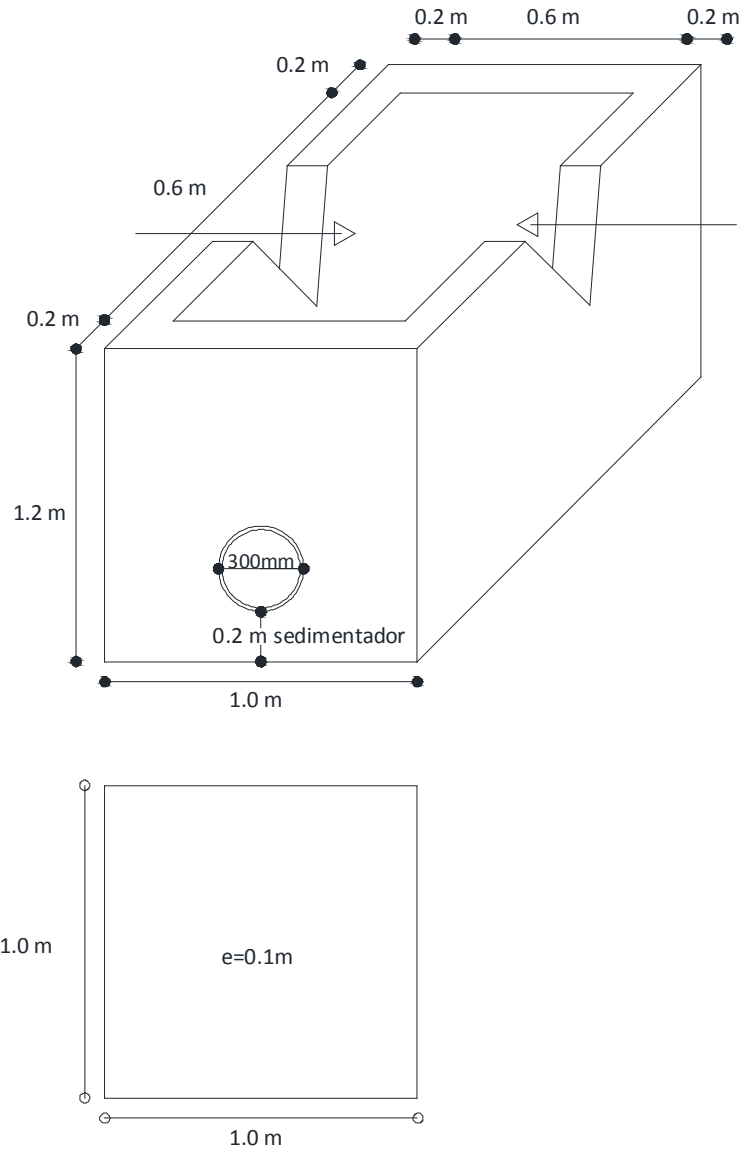
Gráfico N° 31: Cabezal tipo I



Ítem	Rubro	Unidad	Ubicación	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Subtotal (m ³)
1	Muro H.C (60% H.S f'c=180Kg/cm2 40% Piedra)	m ³	Ala 1	3.00	0.45	1.50	2.03
			Pantalla	1.80	0.45	2.70	2.19
			Ala 2	3.00	0.45	1.50	2.03
			Plataforma	3.75	2.30	0.20	1.73
			Dentellón	5.70	0.20	0.50	0.57
			Ármico 1.20				-0.68
Sub total=						7.87 m³	

Fuente: Autor

Gráfico N° 32: Cabezal tipo II



Ítem	Rubro	Unidad	Ubicación	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Subtotal (m ³)
1	H. Simple $f'c=180\text{Kg/cm}^2$	m ³	Cajón Ext.	1.00	1.00	1.20	1.20
			Cajón Int.	0.60	0.60	1.20	-0.43
			Solera	1.00	1.00	0.10	0.01
			Tubo PVC 300 mm				- 0.03
Sub total=							0.84 m³

Fuente: Autor

6.7.4 Señalización

Siendo las señales una parte esencial de la seguridad y del sistema de control de tránsito, su mensaje debe ser consistente, su diseño y ubicación debe concordar con el diseño geométrico de la vía.

La uniformidad en el diseño de las señales facilita la identificación por parte del usuario vial. Se debe estandarizar el uso de la forma, color y mensaje, de tal manera que todas las señales sean reconocidas con rapidez.

Las señales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos, siendo un elemento complementario de la carretera, pero que tiene una decisiva importancia en la seguridad.¹⁵

6.7.4.1 Señalización horizontal

La señalización horizontal se emplea para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que contribuye un elemento indispensable para la seguridad y la gestión de tránsito. Puede utilizarse solas o junto a otros dispositivos de señalización.

Según su forma se clasifican en:

Líneas Longitudinales: Se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar, y para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.

Líneas transversales: Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.

Símbolos y leyendas: Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación.

¹⁵ INEN 2011

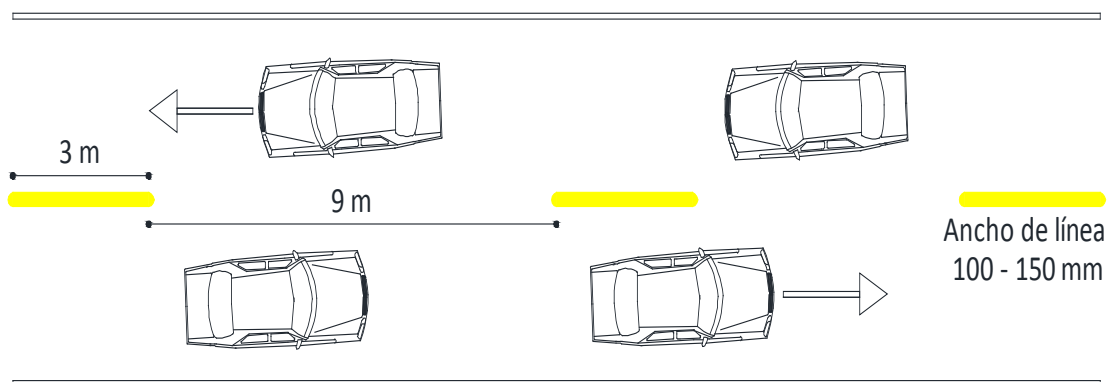
Color: La señalizaciones en general son blancas y amarillas. Estos colores deben ser uniformes a lo largo de la señalización. Se utiliza el blanco para indicar líneas que pueden ser traspasadas, el amarillo para señalar líneas que pueden o no ser traspasadas.

✓ **Líneas 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 generalmente en el centro de dichas calzadas. Las líneas de separación de flujo opuesto puede ser: simples o dobles; y, además puede ser continuas, segmentadas o mixtas¹⁶.

- ✓ Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta: Es de color amarillo, tiene un ancho de 100 – 150 mm, la longitud del segmento pintado es de 3 m y la longitud de espacio sin pintar es de 9 m.

Gráfico N° 33: Líneas segmentadas

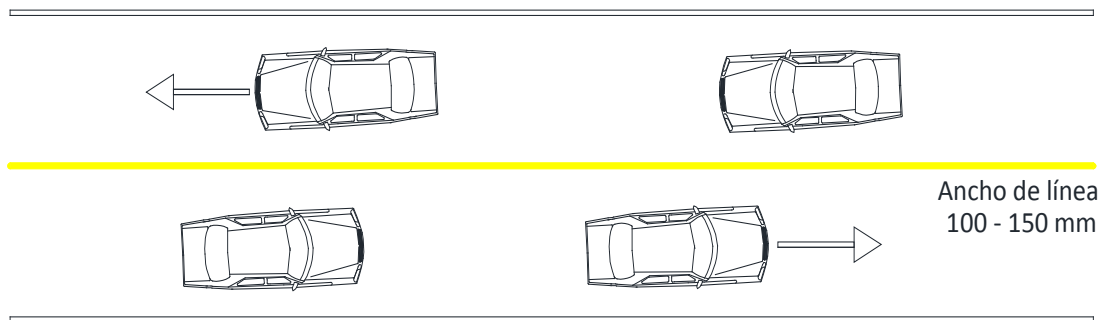


Fuente: INEN, 2011

- ✓ Líneas continuas: tienen un ancho de 100 – 150 mm, esta línea es de color amarillo y prohíbe el cruce o rebasamiento.

¹⁶ INEN, 2011

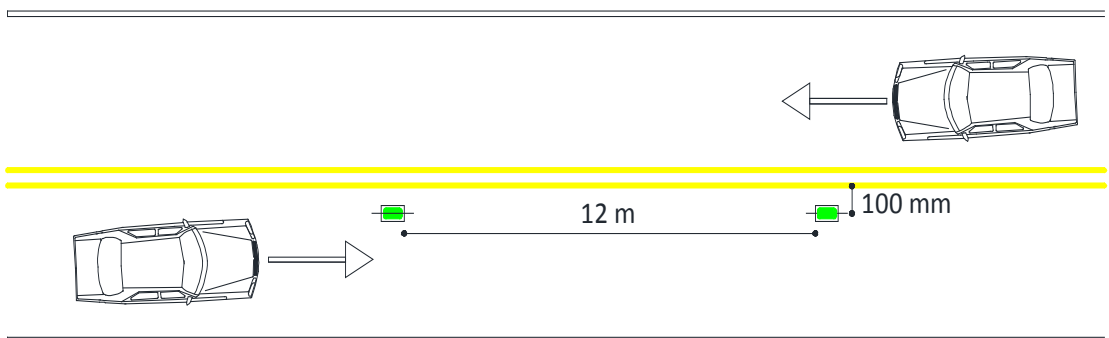
Gráfico N° 34: Líneas continuas



Fuente: INEN, 2011

- ✓ Doble línea continua (línea de barrera): consisten en dos líneas amarillas paralelas, de un ancho de 100 a 150 mm con tachas a los costados, separadas por un espacio de 100 mm. Se emplean en calzadas con doble sentido de tránsito, en donde la visibilidad en la vía se ve reducida por curvas, pendientes u otros, impidiendo efectuar rebasamientos o virajes a la izquierda en forma segura¹⁷.

Gráfico N° 35: Doble línea continua

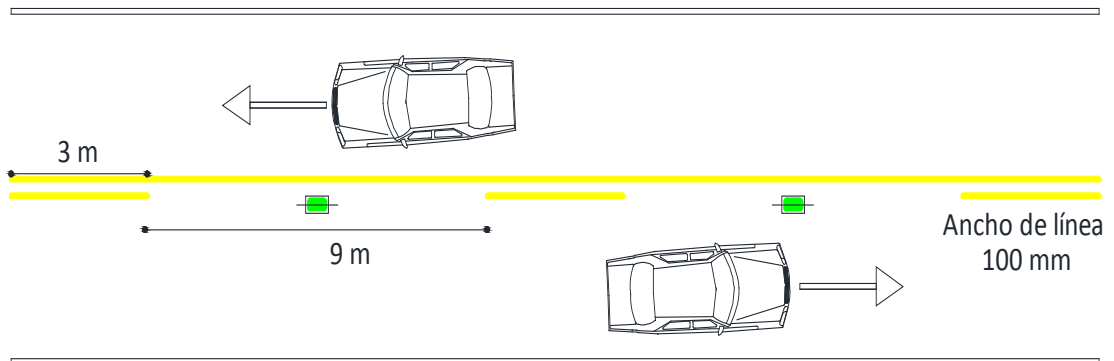


Fuente: INEN, 2011

- ✓ Doble línea mixta: Consisten en dos líneas amarillas paralelas, una continua y la otra segmentada, de un ancho mínimo de 100 mm cada una, separadas por un espacio de 100 mm. Los vehículos siempre que exista seguridad pueden cruzar desde la línea segmentada para realizar rebasamientos; es prohibido cruzar desde la línea continua para realizar rebasamientos.

¹⁷ INEN, 2011

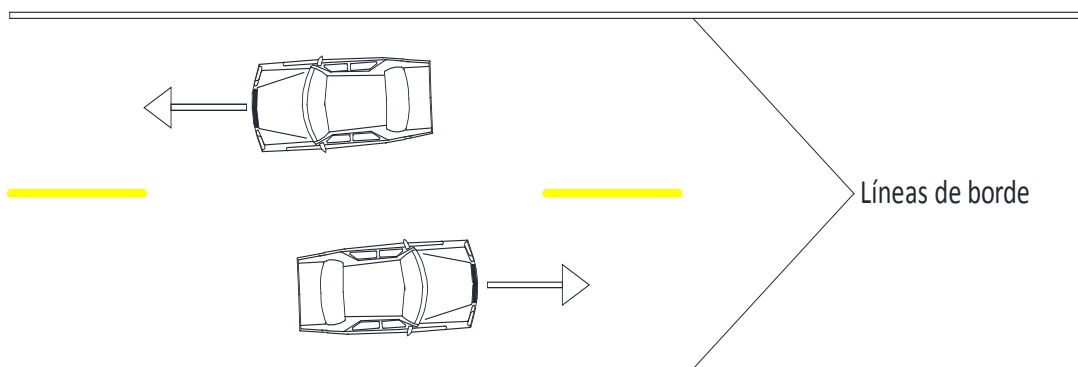
Gráfico N° 36: Doble línea mixta



Fuente: INEN, 2011

- ✓ **Líneas de borde de calzada:** Estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, donde se encuentra el borde de la calzada, lo que les permite posicionarse correctamente respecto de éste. Cuando un conductor es encandilado por un vehículo que transita en el sentido contrario, estas señalizaciones son la única orientación con que aquél cuenta, por lo que son imprescindibles en carreteras, vías rurales y perimetrales. Esta línea se emplea para limitar el ancho disponible de la calzada, estas líneas tienen un ancho de 100 mm y pueden ser de color blanco¹⁸.

Gráfico N° 37: Líneas de borde de calzada



Fuente: INEN, 2011

¹⁸ INEN, 2011

6.7.4.2 Señalización vertical

Son todas aquellas señales de tránsito colocadas en forma vertical en relación al pavimento.

Estas señales informan a los conductores sobre disposiciones de las leyes y reglamentaciones de tránsito. Estas señales serán colocadas normalmente en aquellas localizaciones donde se requiera la reglamentación, evitando siempre el uso excesivo de las mismas. El mensaje de la señal indicará claramente los requisitos impuestos por la reglamentación.

Clasificación de señales y sus funciones

Señales regulatorias: Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito.

Gráfico N° 38: Señales regulatorias



R1 - 1



R4-1

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R1 - 1A	600 x 600	200 Ca
R1 - 1B	750 x 750	240 Ca
R1 - 1 C	900 x 900	280 Ca

Código No.	Dimensiones (mm)
R4-1 A	600 x 600
R4-1 B	750 x 750
R4-1 C	900 x 900



R1-2

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras	
		Línea 1	Línea 2
R1 - 2A	750	120 En	100 Da
R1 - 2B	900	140 En	120 Da
R1 - 2C	1200	160 En	140 Da

Fuente: INEN, 2011

Señales preventivas: Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma.

Gráfico N° 39: Señales preventivas



P1-1I



P1-1D

Código	Dimensiones (mm)
P1-1A (I ó D)	600 x 600
P1-1B (I ó D)	750 x 750
P1-1C (I ó D)	900 x 900



P1-1 I



P1-1 D

Código	Dimensiones (mm)
P1-2A (I ó D)	600 x 600
P1-2B (I ó D)	750 x 750
P1-2C (I ó D)	900 x 900



P1-5I



P1-5D

Código	Dimensiones (mm)
P1-5A (I ó D)	600 x 600
P1-5B (I ó D)	750 x 750
P1-5C (I ó D)	900 x 900

Fuente: INEN, 2011

Señales de información: Informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico.

Gráfico N° 40: Señales informativas



I1-4a1



I1-4a2

Código	Dimensión (mm)
I1-4a1A I1-4a1 B	*

Código No.	Dimensión (mm)
I1-4a2 A I1-4a2 B	*

Fuente: INEN, 2011

Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales: Advierten, informan y guían a los usuarios de la vía de condiciones peligrosas temporales, las que pueden afectar a usuarios y trabajadores.

Gráfico N° 41: Señales para trabajo en la vía



T1-2



T1-4a

Código No.	Dimensiones (mm)
T1-2 A	600 x 600
T1-2 B	750 x 750
T1-2 C	900 x 900

Código No.	Dimensiones (mm)
T1-4a A	600 x 600
T1-4a B	750 x 750

Fuente: INEN, 2011

6.7.5 Cálculo de volúmenes

Rubro: 1

Replanteo y nivelación		
Unidad		Km
Detalle	Longitud obtenida del levantamiento topográfico.	
Sub total	4.6	Km
Total	4.6	Km

Rubro: 2

Excavación de material sin clasificar		
Unidad		m ³
Detalle	Del movimiento de tierras se ha determinado el volumen	
Vol. material	60542.98	m ³
Sub total (1)	60542.98	m ³
Unidad		m ³
Detalle	Excavación para cunetas	
Área	0.273	m ²
Longitud	4600	m
Lados	1	#
Sub total (2)	1255.8	m ³
Detalle	Excavación de cajas de paso de agua	
Volumen	1.2	m ³
Número	13	#
Sub total (3)	15.6	m ³
Detalle	Excavación para obras menores	
Longitud Tubería (A)	12	m
Longitud Encauzamiento (B)	40	m
Profundidad (C)	2	m
Ancho (D)	2	m
Volumen para cabezal (E)	10	m ³
Sub total ((A+B)*C*D)+E (4)	218	m ³
Total (1+2+3+4)	62032.38	m ³

Rubro: 3

Hormigón simple $f'c = 180\text{Kg/cm}^2$ para cunetas			
Detalle	Valor a utilizar en la construcción de cunetas		
Longitud	4600	m	
# Lados	1	#	
Total	4600	m	

Rubro: 4

Relleno compactado con material propio			
Unidad			m^3
Detalle	Volumen obtenido de los lugares de relleno del proyecto		
Vol. material	3458.86	m^3	

Rubro: 5

Tubería de acero corrugado			
Unidad			m
Detalle	Tubería de acero corrugado con un diámetro 1.20 metros, $e=2.5$ mm, MP-100		
# Alcantarillas	1	#	
Longitud	12	m	
Total	12	m	

Rubro: 6

Tubería PVC corrugada de 300 mm			
Unidad			m
Detalle	Tubería PVC corrugada con un diámetro 300mm		
# Pasos de agua	13	#	
Longitud	9	m	
Total	117	m	

Rubro: 7

Hormigón simple $f'c = 180\text{Kg/cm}^2$			
Unidad			m^3
Detalle	Volumen a utilizar en la construcción de cajas de paso de agua		
Volumen	0.84	m^3	
# Pasos de agua	13	#	
Sub total (1)	10.92	m^3	

Detalle	Volumen a utilizar en la construcción de alcantarillas	
Volumen	7.87	m ³
# Pasos de agua	1	#
Lados	2	#
Sub total (2)	15.74	m ³
Total (1+2)	26.66	m ³

Rubro: 8

Material de sub-base clase II		
Unidad		m ³
Detalle	El valor se obtiene de las secciones transversales más un aumento de volumen para los sobre anchos	
Área	1.32	m ²
Longitud	4600	m
% Sobre ancho	1.10	%
Total	6679.2	m ³

Rubro: 9

Material de base clase II		
Unidad		m ³
Detalle	El valor se obtiene de las secciones transversales más un aumento de volumen para los sobre anchos	
Área	0.99	m ²
Longitud	4600	m
% Sobre ancho	1.10	%
Total	5009.4	m ³

Rubro: 10

Capa de rodadura asfáltica mezclado en planta, e=2''		
Unidad		m ²
Detalle	El valor obtenido se multiplica por un valor de sobre ancho	
Longitud	4600	m
Ancho	6.6	m
% Sobre ancho	1.10	%
Total	33396	m ²

Rubro: 11

Señales horizontales		
Unidad		Km
Detalle	Este rubro se refiere a las marcas de pintura que se realizan como señalización horizontal en la longitud del proyecto	
Longitud	4.60	Km
# Líneas	3	#
Total	13.80	Km

Rubro: 12

Señales verticales		
Unidad		#
Detalle	Este rubro se refiere a la señalización vertical que se encuentra a lo largo de la vía.	
Señales verticales	40	#

6.7.6 Presupuesto referencial

El análisis de precios unitarios considera los componentes necesarios para el proyecto, por medio de este análisis se determina el presupuesto referencial que será necesario para la ejecución de la obra.

Tabla N°54: Tabla de presupuestos referenciales

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata

Ubicación: Parroquia Pilahuín, cantón Ambato, provincia Tungurahua

Elaborado: Álvaro Salazar

Rubro	Descripción	U	Cantidad	Precio Unitario	Valor Total
1	Replanteo y nivelación	Km	4.60	603.58	2 776.47
2	Excavación de materiales sin clasificar	m3	62 032.38	1.18	73 198.21
3	Hormigón simple f'c = 180 kg/cm2 para cunetas	ml	4 600.00	12.86	59 156.00
4	Relleno compactado con material propio	m3	3 458.86	15.98	55 272.58
5	Tubería de acero corrugado $\phi = 1.20$ m, e= 2.5mm; MP-110	m	12.00	293.81	3 525.72
6	Tubería PVC corrugada D =300 mm (Inc. excavación)	m	117.00	51.70	6 048.90
7	Hormigón simple f'c = 180 kg/cm2 (Inc. encofrados)	m3	26.66	173.39	4 622.58
8	Suministro y colocación de subbase de agregados (clase II)	m3	6 679.20	15.92	106 332.86
9	Suministro y colocación de base de agregados (clase II)	m3	5 009.40	17.39	87 113.47
10	Capa de rodadura asfáltica mezclado en planta e= 2" (Inc. imprimación)	m2	33 396.00	11.49	383 720.04
11	Señalización horizontal	Km	13.80	447.86	6 180.47
12	Señalización vertical	U	40.00	140.34	5 613.60
TOTAL					793 560.89

Fuente: Autor

6.7.7 Cronograma Valorado

CRONOGRAMA VALORADO DE ACTIVIDADES											
N°	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	TIEMPO EN MESES					
						1 MES	2 MES	3 MES	4 MES	5 MES	6 MES
1	Replanteo y Nivelación	km	4.60	603.58	2776.47	2.30	2.30				
2	Excavación de material sin clasificar	m3	62 032.38	1.18	73198.21	1388.23 20677.46	1388.23 20677.46	20677.46			
3	Hormigon simple f'c =180 Kg / cm2 para cunetas	m	4 600.00	12.86	59156.00	24399.40	24399.40 766.67	24399.40 1533.33	1533.33	766.67	
4	Relleno compactado con material propio	m3	3 458.86	15.98	55272.58		9859.33 1729.43	19718.67 1729.43	19718.67	9859.33	
5	Tubería de acero corrugado Ø=1.20 m, e = 2.5mm MP-110	m3	12.00	293.81	3525.72		27636.29 12.00	27636.29			
6	Tubería PVC corrugada D =300 mm	m3	117.00	51.70	6048.90		3525.72 58.51	58.50			
7	Hormigon simple f'c =180 Kg / cm2	m3	26.66	173.39	4622.58		3024.45	3024.45 8.89	8.89	8.89	
8	Suministro y colocación de subbase de agregados (clase II)	m3	6 679.20	15.92	106332.86		2226.40	1540.86 2226.40	1540.86	1540.86	
9	Suministro y colocación de base de agregados (clase II)	m3	5 009.40	17.39	87113.47		35444.29	35444.29 2003.76	35444.29	2003.76	1001.88
10	Capa de rodadura asfáltica mezclada en planta e= 2" (Inc. imprimación)	m2	33 396.00	11.49	383720.04			34845.39 16698.00	34845.39	17422.69 16698.00	
11	Señalización horizontal (marcas en pavimento)	km	13.80	447.86	6180.47				191860.02	191860.02	13.80
12	Señalización vertical	u	40.00	140.34	5613.60						6180.47 40.00
TOTAL					793560.89						
INVERSIÓN MENSUAL						25787.64	105277.72	146609.34	283409.22	220682.91	11794.07
AVANCE %						3.25%	13.27%	18.47%	35.71%	27.81%	1.49%
INVERSIÓN AACUMULADA						25787.64	131065.36	277674.70	561083.92	781766.83	793560.89
AVANCE ACUMULADO EN %						3.25%	16.52%	34.99%	70.70%	98.51%	100.00%

6.8 ADMINISTRACIÓN

La administración para la ejecución del mejoramiento vial que conecta Pucayaca y Cruz Puenebata, de la parroquia de Pilahuín, cantón Ambato, provincia de Tungurahua respecto a su diseño geométrico, diseño de la estructura de pavimento y sistema de drenaje, requiere de recursos económicos, humanos, técnicos y reglamentarios para la cumplimiento adecuado de la obra vial.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Se establece una correcta evaluación para llevar a cabo una ejecución constructiva adecuada. Se incluirán especificaciones técnicas, rubros y un cronograma valorado de trabajo, el cual establece los procesos constructivos de la siguiente manera: replanteo y nivelación, movimiento de tierras en donde se dejará un alineamiento y taludes impuestos en el diseño.

La instalación de alcantarillas con los diámetros especificados y las alineaciones en los lugares establecidos según el diseño vertical y horizontal.

Se iniciará la colocación de la estructura del pavimento, empezando por la correcta compactación subrasante y posteriormente la colocación de la sub base y la base en los espesores determinados según el diseño, siendo compactada de manera adecuada cada capa, la estructura estará lista para la imprimación con el asfalto diluido para posteriormente la colocación de la capa asfáltica.

Las secciones transversales quedarán con la pendiente y el bombeo especificados en el diseño y se realizarán las cunetas laterales para el drenaje de la vía.

La culminación del proceso constructivo se realizará con las señalizaciones horizontales y verticales en los tramos que sean requeridos.

MATERIAL DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Ministerio de Obras Públicas MOP (2003)
- ✓ Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP (2013)
- ✓ INEN, (2011) “Instituto Ecuatoriano de Normalización”. Señalización vial parte I señalización vertical
- ✓ INEN, (2011) “Instituto Ecuatoriano de Normalización”. Señalización vial parte II, señalización horizontal
- ✓ MOREIRA, Fricson Ing. “Módulo de pavimentos”. Octavo semestre. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
- ✓ ALULEMA, Israel Ing. “Apuntes de vías”. Séptimo semestre. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
- ✓ CÁRDENAS, J “Diseño geométrico de vías” Bogotá – Colombia
- ✓ CHOCONTA, P (2002). Diseño Geométrico de Vías. Bogotá: Escuela colombiana de Ingeniería
- ✓ TESIS N° 792 (2014), Biblioteca, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato
- ✓ TESIS N° 844 (2015), Biblioteca, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato
- ✓ Apuntes del módulo de Topografía
- ✓ Apuntes del módulo de Vías y Transporte

2. ANEXOS

- A. FORMATO DE ENCUESTA
- B. FOTOGRAFÍAS
- C. FORMULARIO DE CONTEO VEHICULAR
- D. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
- E. VALORES DE DISEÑO SEGÚN EL MOP
- F. ESTUDIO DE SUELOS
- G. PLANOS

A. FORMATO DE ENCUESTA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INGENIERÍA CIVIL

Tema: Las condiciones técnicas de la vía Pucayaca – Cruz Puenebata parroquia Pilahuín cantón Ambato provincia de Tungurahua y su incidencia en el desarrollo socio-económico de los habitantes.

Nombre del encuestador: Álvaro Salazar

1. ¿Considera que el estado de la vía está en malas condiciones?

Sí No

2. ¿Cuál cree que es la causa para el mal estado de la vía?

Descuido de las autoridades Escasa gestión de los habitantes

Factor climático Otros

3. ¿Qué tipo de transporte circula con mayor frecuencia por la vía?

Camiones Buse Camionetas Automóviles Motos

4. ¿Considera usted que es necesario realizar el mejoramiento de la vía?

Sí No

5. ¿Considera usted que un mejoramiento de la vía contribuirá al desarrollo agrícola, ganadero y turístico?

Agrícola Ganadero Turístico Otro

6. ¿Qué tipo de calzada cree usted que debería tener la vía?

Asfalto Hormigón Adoquín

7. ¿Con qué frecuencia usted circula por la vía?

Diariamente 1 vez por semana 2 veces por semana 1 vez por mes

8. ¿Qué día considera usted que hay mayor influencia de tráfico?

Lunes Martes Miércoles Jueves Viernes

9. ¿Con qué servicios cuenta usted actualmente?

Energía eléctrica Agua potable Alcantarillado

Centro de salud Educación Transporte

10. ¿Considera usted que con el mejoramiento de la vía se generarían nuevos proyectos para el bienestar de los pobladores?

Si No

B. FOTOGRAFÍAS

Condiciones Actuales de la Vía Pucayaca - Cruz Puenebata



Toma de muestra



Ensayos



C. FORMULARIO DE CONTEO VEHICULAR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
INGENIERIA CIVIL						
Lugar:	Vía Río Blanco - Pucayaca					
Fecha:	Martes 31 de Mayo del 2015					
Tipos de Vehículos						
Hora		Vehículos		Pesados	Total	Acumulado
Inicio	Final	Livianos	Buses	(C-2M)		
6:00	6:15				0	0
6:15	6:30				0	0
6:30	6:45				0	0
6:45	7:00		1		1	1
7:00	7:15			1	1	2
7:15	7:30	2			2	4
7:30	7:45	2			2	6
7:45	8:00	1			1	6
8:00	8:15	2			2	7
8:15	8:30	2		1	3	8
8:30	8:45				0	6
8:45	9:00			1	1	6
9:00	9:15			1	1	5
9:15	9:30	1			1	3
9:30	9:45				0	3
9:45	10:00				0	2
10:00	10:15		2		2	3
10:15	10:30	1			1	3
10:30	10:45				0	3
10:45	11:00		1		1	4
11:00	11:15				0	2
11:15	11:30	1			1	2
11:30	11:45		1	1	2	4
11:45	12:00		1		1	4
12:00	12:15	1			1	5
12:15	12:30		1		1	5
12:30	12:45				0	3
12:45	13:00	3			3	5
13:00	13:15				0	4
13:15	13:30				0	3
13:30	13:45				0	3
13:45	14:00	2	1	1	4	4

14:00	14:15		1		1	5
14:15	14:30	2			2	7
14:30	14:45	1		1	2	9
14:45	15:00			1	1	6
15:00	15:15		1		1	6
15:15	15:30				0	4
15:30	15:45		2		2	4
15:45	16:00				0	3
16:00	16:15		1		1	3
16:15	16:30	1		1	2	5
16:30	16:45				0	3
16:45	17:00	2		1	3	6
17:00	17:15				0	5
17:15	17:30	2			2	5
17:30	17:45	1		1	2	7
17:45	18:00			1	1	5

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

Lugar:		Vía Río Blanco - Pucayaca				
Fecha:		Miércoles 01 de Abril del 2015				
Tipos de Vehículos						
Hora		Vehículos		Pesados	Total	Acumulado
Inicio	Final	Livianos	Buses	(C-2M)		
6:00	6:15				0	0
6:15	6:30		1		1	1
6:30	6:45				0	1
6:45	7:00		1		1	2
7:00	7:15		1	1	2	4
7:15	7:30	6	1		7	10
7:30	7:45	2	1		3	13
7:45	8:00	1		1	2	14
8:00	8:15	2	1	1	4	16
8:15	8:30	2		1	3	12
8:30	8:45			1	1	10
8:45	9:00			1	1	9
9:00	9:15			1	1	6
9:15	9:30	1			1	4
9:30	9:45			1	1	4
9:45	10:00				0	3
10:00	10:15				0	2
10:15	10:30	1			1	2
10:30	10:45				0	1
10:45	11:00				0	1
11:00	11:15				0	1
11:15	11:30	1			1	1
11:30	11:45			1	1	2
11:45	12:00				0	2
12:00	12:15	1			1	3
12:15	12:30		1		1	3
12:30	12:45				0	2
12:45	13:00	3			3	5
13:00	13:15				0	4
13:15	13:30				0	3
13:30	13:45		1		1	4
13:45	14:00	2		1	3	4
14:00	14:15			1	1	5
14:15	14:30	2		1	3	8
14:30	14:45	1	1	1	3	10

14:45	15:00			1	1	8
15:00	15:15				0	7
15:15	15:30				0	4
15:30	15:45			1	1	2
15:45	16:00				0	1
16:00	16:15	1			1	2
16:15	16:30	1	1	1	3	5
16:30	16:45	2			2	6
16:45	17:00	2	2	1	5	11
17:00	17:15	4			4	14
17:15	17:30	2	1	1	4	15
17:30	17:45	1		1	2	15
17:45	18:00	3		1	4	14

Nota: Día de mayor tránsito, Miércoles 01 de Abril del 2015, hora pico 7:15 – 8:15

Horas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

Lugar: Vía Río Blanco - Pucayaca

Fecha: Jueves 02 de Abril del 2015

Tipos de Vehículos

Hora		Vehículos		Pesados	Total	Acumulado
Inicio	Final	Livianos	Buses	(C-2M)		
6:00	6:15				0	0
6:15	6:30				0	0
6:30	6:45				0	0
6:45	7:00				0	0
7:00	7:15				0	0
7:15	7:30				0	0
7:30	7:45				0	0
7:45	8:00				0	0
8:00	8:15				0	0
8:15	8:30				0	0
8:30	8:45				0	0
8:45	9:00			1	1	1
9:00	9:15	1			1	2
9:15	9:30		1		1	3
9:30	9:45	1			1	4
9:45	10:00				0	3
10:00	10:15			1	1	3
10:15	10:30				0	2
10:30	10:45	1			1	2
10:45	11:00				0	2
11:00	11:15				0	1
11:15	11:30		2		2	3
11:30	11:45	1			1	3
11:45	12:00				0	3
12:00	12:15	1		2	3	6
12:15	12:30	1			1	5
12:30	12:45	1			1	5
12:45	13:00				0	5
13:00	13:15				0	2
13:15	13:30	3	1	1	5	6
13:30	13:45				0	5
13:45	14:00				0	5
14:00	14:15	2			2	7
14:15	14:30	2			2	4
14:30	14:45				0	4

14:45	15:00				0	4
15:00	15:15	1		1	2	4
15:15	15:30	1	1		2	4
15:30	15:45	2	1		3	7
15:45	16:00				0	7
16:00	16:15				0	5
16:15	16:30	1			1	4
16:30	16:45	1		1	2	3
16:45	17:00	1			1	4
17:00	17:15	1	1		2	6
17:15	17:30	1			1	6
17:30	17:45	1			1	5
17:45	18:00	2		2	4	8

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

Lugar: Vía Río Blanco - Pucayaca

Fecha: Viernes 03 de Abril del 2015

Tipos de Vehículos

Hora		Vehículos		Pesados	Total	Acumulado
Inicio	Final	Livianos	Buses	(C-2M)		
6:00	6:15				0	0
6:15	6:30				0	0
6:30	6:45				0	0
6:45	7:00		1		1	1
7:00	7:15				0	1
7:15	7:30				0	1
7:30	7:45				0	1
7:45	8:00				0	0
8:00	8:15				0	0
8:15	8:30				0	0
8:30	8:45				0	0
8:45	9:00			1	1	1
9:00	9:15				0	1
9:15	9:30				0	1
9:30	9:45	2		2	4	5
9:45	10:00				0	4
10:00	10:15	2	2	1	5	9
10:15	10:30				0	9
10:30	10:45				0	5
10:45	11:00	2	1	1	4	9
11:00	11:15	1			1	5
11:15	11:30	1		1	2	7
11:30	11:45		1		1	8
11:45	12:00	2	1	1	4	8
12:00	12:15	2			2	9
12:15	12:30		1		1	8
12:30	12:45	1		1	2	9
12:45	13:00				0	5
13:00	13:15	3			3	6
13:15	13:30			1	1	6
13:30	13:45	2			2	6
13:45	14:00	1	1		2	8
14:00	14:15	3	1		4	9
14:15	14:30	1			1	9
14:30	14:45	2		1	3	10

14:45	15:00	2		1	3	11
15:00	15:15	1	1		2	9
15:15	15:30				0	8
15:30	15:45		2		2	7
15:45	16:00				0	4
16:00	16:15		1		1	3
16:15	16:30				0	3
16:30	16:45				0	1
16:45	17:00				0	1
17:00	17:15				0	0
17:15	17:30				0	0
17:30	17:45				0	0
17:45	18:00				0	0

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

Lugar:		Vía Río Blanco - Pucayaca				
Fecha:		Sábado 04 de Abril del 2015				
Tipos de Vehículos						
Hora		Vehículos		Pesados	Total	Acumulado
Inicio	Final	Livianos	Buses	(C-2M)		
6:00	6:15				0	0
6:15	6:30				0	0
6:30	6:45				0	0
6:45	7:00		1		1	1
7:00	7:15				0	1
7:15	7:30				0	1
7:30	7:45				0	1
7:45	8:00				0	0
8:00	8:15				0	0
8:15	8:30				0	0
8:30	8:45				0	0
8:45	9:00			1	1	1
9:00	9:15				0	1
9:15	9:30				0	1
9:30	9:45	2			2	3
9:45	10:00				0	2
10:00	10:15	2	2	1	5	7
10:15	10:30				0	7
10:30	10:45				0	5
10:45	11:00	2	1		3	8
11:00	11:15	1			1	4
11:15	11:30	1			1	5
11:30	11:45		1		1	6
11:45	12:00	2	1		3	6
12:00	12:15	2		2	4	9
12:15	12:30		1		1	9
12:30	12:45	1			1	9
12:45	13:00				0	6
13:00	13:15	3			3	5
13:15	13:30			1	1	5
13:30	13:45	2			2	6
13:45	14:00	1	1		2	8
14:00	14:15	3	1		4	9
14:15	14:30	1			1	9
14:30	14:45	2			2	9

14:45	15:00	2			2	9
15:00	15:15	1	1	1	3	8
15:15	15:30				0	7
15:30	15:45		2		2	7
15:45	16:00				0	5
16:00	16:15		1		1	3
16:15	16:30				0	3
16:30	16:45			1	1	2
16:45	17:00				0	2
17:00	17:15				0	1
17:15	17:30				0	1
17:30	17:45				0	0
17:45	18:00			2	2	2

D. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata			Hoja 1 de 12		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 1: Replanteo y nivelación			UNIDAD : Km		
DETALLE					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Equipo Topográfico	1.00	25.00	25.00	12.00	300.03
HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL				7.94
MANO DE OBRA					SUBTOTAL M
					307.97
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL (B)	C. DIA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Topógrafo 2 EO C1	1.00	3.57	3.57	12.00	42.84
Cadeneros EO D2	3.00	3.22	9.66	12.00	115.93
MATERIALES					SUBTOTAL N
					158.77
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Estacas de madera	u	100.00	0.25	25.00	
Pinturas esmalte	lt	1.00	3.00	3.00	
TRANSPORTE					SUBTOTAL O
					28.00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					494.74
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22.00%					108.84
OTROS ESPECIFICOS %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					603.58
VALOR PROPUESTO					603.58

Alvaro Salazar
ELABORADO

Ambato, Octubre 2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Hoja 2 de 12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO # 2:

UNIDAD : m3

Excavación de materiales sin clasificar

DETALLE

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Excavadora sobre orugas	1.00	40.00	40.00	0.010	0.40
Volqueta 8m ³	2.00	20.00	40.00	0.010	0.40
HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL				0.01

MANO DE OBRA SUBTOTAL M 0.81

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL (B)	C. DIA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador 1 EO C1	1.00	3.57	3.57	0.010	0.04
Chofer volquetas EO C1	2.00	4.67	9.34	0.010	0.09
Peón EO E2	1.00	3.18	3.18	0.010	0.03

MATERIALES SUBTOTAL N 0.16

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B

TRANSPORTE SUBTOTAL O 0.00

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	0.97
INDIRECTOS Y UTILIDAD 22.00%	0.21
OTROS ESPECIFICOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.18
VALOR PROPUESTO	1.18

Alvaro Salazar
ELABORADO

Ambato, Octubre 2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Hoja 3 de 12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO # 3:

UNIDAD : m

Hormigón simple f'c = 180 kg/cm² para cunetas

DETALLE

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor	1.00	0.20	0.20	0.040	0.01
Cocretera un saco de capacidad	1.00	2.10	2.100	0.040	0.08

MANO DE OBRA SUBTOTAL M 0.09

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL (B)	C. DIA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	4.00	3.01	12.04	0.040	0.48
Albañil	2.00	3.05	6.10	0.040	0.24
Inspector	1.00	3.38	3.38	0.040	0.14

MATERIALES SUBTOTAL N 0.86

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B
Clavos 2" a 4"	Kg	0.10	0.92	0.09
Cemento	Sac	0.78	7.46	5.82
Arena	m3	0.08	8.00	0.64
Ripio	m3	0.12	12.00	1.44
Agua	m3	0.03	0.92	0.03
Tabla de monte 20 cm	U	0.65	0.96	0.62
Puntales	U	0.45	2.10	0.95

TRANSPORTE SUBTOTAL O 9.59

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	10.54
INDIRECTOS Y UTILIDADES	22.00% 2.32
OTROS ESPECIFICOS	% 0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	12.86
VALOR PROPUESTO	12.86

Alvaro Salazar
ELABORADO

Ambato, Octubre 2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Hoja 4 de 12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO # 4:

UNIDAD : m3

Relleno compactado con material propio

DETALLE

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Motoniveladora	1.00	35.00	45.00	0.11	5.14
Rodillo liso vibratorio	1.00	25.00	25.00	0.11	2.86
Tanquero	1.00	25.00	25.00	0.11	2.86
HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL				0.09

MANO DE OBRA SUBTOTAL M 10.95

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL (B)	C. DIA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador 1 EO C1	1.00	3.57	3.57	0.11	0.41
Ayudante de maquinaria ST D2	1.00	3.22	3.22	0.11	0.37
Chofer otros camiones EO C1	1.00	4.67	4.67	0.11	0.53
Operador2 EO C2	1.00	3.39	3.39	0.11	0.39

MATERIALES SUBTOTAL N 1.70

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B
Agua	m3	0.15	3.00	0.45

TRANSPORTE SUBTOTAL O 0.45

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	13.10
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22.00%	2.88
OTROS ESPECIFICOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	15.98
VALOR PROPUESTO	15.98

Alvaro Salazar
ELABORADO

Ambato, Octubre 2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Hoja 5 de 12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO # 5:

UNIDAD : m

Tubería de acero corrugado $\phi = 1.20$ m, e= 2.5mm; MP-110

DETALLE

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Retroexcavadora	1.00	30.00	30.00	0.80	24.00
HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL				0.80

MANO DE OBRA

SUBTOTAL M

24.80

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL (B)	C. DIA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de Obra EO C1	1.00	3.57	3.57	0.80	2.86
Peón EO E2	4.00	3.18	12.72	0.80	10.18
Operador 1 EO C1	1.00	3.57	3.57	0.80	2.86

MATERIALES

SUBTOTAL N

15.90

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B
Tubo de acero corrugado D=120mm	m	1.050	190.60	200.13

TRANSPORTE

SUBTOTAL O

200.13

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P

0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	240.83
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22.00%	52.98
OTROS ESPECIFICOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	293.81
VALOR PROPUESTO	293.81

Alvaro Salazar
ELABORADO

Ambato, Octubre 2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Hoja 6 de 12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO # 6:

UNIDAD : m

Tubería PVC corrugada D =300 mm (Inc. excavación)

DETALLE

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL				0.00

MANO DE OBRA SUBTOTAL M 0.00

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL (B)	C. DIA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Albañil EO C2	1.00	3.22	3.22	0.333	1.07
Maestro de obra EO C1	1.00	3.57	3.57	0.333	1.19
Peón EO E2	2.00	3.18	6.36	0.333	2.12

MATERIALES SUBTOTAL N 4.38

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B
Tubería PVC corrugado D=250mm	m	1.000	38.000	38.00

TRANSPORTE SUBTOTAL O 38.00

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	42.38
INDIRECTOS Y UTILIDAD 22.00%	9.32
OTROS ESPECIFICOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	51.70
VALOR PROPUESTO	51.70

Alvaro Salazar
ELABORADO

Ambato, Octubre 2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Hoja 7 de 12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO # 7:

UNIDAD : m3

Hormigón simple f'c = 180 kg/cm2 incluido encofrados

DETALLE

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Concretetera	1.00	5.00	5.00	1.00	5.00
Vibrador a gasolina	1.00	3.75	3.75	1.00	3.75
HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL				2.09

MANO DE OBRA SUBTOTAL M 10.84

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL (B)	C. DIA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Albañil EO D2	3.00	3.22	9.66	1.00	9.66
Peón EO E2	9.00	3.18	28.62	1.00	28.62
Maestro de Obra EO C2	1.00	3.57	3.57	1.00	3.57

MATERIALES SUBTOTAL N 41.85

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B
Cemento Portland	saco	7.200	6.670	48.02
Arena (en obra)	m3	0.500	18.00	9.00
Ripio triturado (en obra)	m3	0.850	18.00	15.30
Encofrado madera	m2	8.000	1.20	9.60
Puntales	m	21.000	0.25	5.25
Clavos 2" a 4"	kg	1.000	1.70	1.70
Agua	m3	0.150	3.00	0.450
Alambre galvanizado	kg	0.050	2.20	0.11

TRANSPORTE SUBTOTAL O 89.43

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	142.12
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22.00%	31.27
OTROS ESPECIFICOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	173.39
VALOR PROPUESTO	173.39

Alvaro Salazar
ELABORADO

Ambato, Octubre 2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Hoja 8 de 12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO # 8:

UNIDAD : m3

Suministro y colocación de subbase de agregados (clase II)

DETALLE

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Motoniveladora	1.00	35.00	35.00	0.013	0.47
Rodillovibrador liso	1.00	25.00	25.00	0.013	0.33
Tanquero	1.00	25.00	25.00	0.013	0.33
Volqueta 8m ³	1.00	20.00	20.00	0.013	0.27
HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL				0.02

MANO DE OBRA SUBTOTAL M 1.42

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL (B)	C. DIA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador 1 EO C1	1.00	3.57	3.57	0.013	0.05
Operador 2 EO C2	1.00	3.39	3.39	0.013	0.05
Ayudante de maquinaria ST D2	2.00	3.22	6.44	0.013	0.09
Chofer EO C1	1.00	4.67	4.67	0.013	0.06
Peón EO E2	2.00	3.18	6.36	0.013	0.08
Maestro de Obra EO C1	1.00	3.57	3.57	0.013	0.05

MATERIALES SUBTOTAL N 0.38

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B
Material Sub base Clase 2 (en obra)	m3	1.20	9.00	10.80
Agua	m3	0.15	3.00	0.45

TRANSPORTE SUBTOTAL O 11.25

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	13.05
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22.00%	2.87
OTROS ESPECIFICOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	15.92
VALOR PROPUESTO	15.92

Alvaro Salazar
ELABORADO

Ambato, Octubre 2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Hoja 9 de 12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO # 9:

UNIDAD : m3

Suministro y colocación de base de agregados (clase II)

DETALLE

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Motoniveladora	1.00	35.00	35.00	0.013	0.47
Rodillovibrador liso	1.00	25.00	25.00	0.013	0.33
Tanquero	1.00	25.00	25.00	0.013	0.33
Volqueta 8m ³	1.00	20.00	20.00	0.013	0.27
HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL				0.02

MANO DE OBRA

SUBTOTAL M

1.42

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL (B)	C. DIA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador 1 EO C1	1.00	3.57	3.57	0.013	0.05
Operador 2 EO C2	1.00	3.39	3.39	0.013	0.05
Ayudante de maquinaria ST D2	2.00	3.22	6.44	0.013	0.09
Chofer EO C1	1.00	4.67	4.67	0.013	0.06
Peón EO E2	2.00	3.18	6.36	0.013	0.08
Maestro de Obra EO C1	1.00	3.57	3.57	0.013	0.05

MATERIALES

SUBTOTAL N

0.38

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B
Material Base granular Clase 2 (en obra)	m3	1.200	10.000	12.00
Agua	m3	0.15	3.000	0.45

TRANSPORTE

SUBTOTAL O

12.45

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P

0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	14.25
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22.00%	3.14
OTROS ESPECIFICOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	17.39
VALOR PROPUESTO	17.39

Alvaro Salazar
ELABORADO

Ambato, Octubre 2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Hoja 10 de 12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO # 10:

UNIDAD : m2

Capa de rodadura asfáltica mezclado en planta e= 2" (Inc. imprimación)

DETALLE

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Cargadora frontal	1.00	30.00	30.00	0.005	0.16
Planta asfáltica	1.00	150.00	150.00	0.005	0.80
Finisher	1.00	65.00	65.00	0.005	0.35
Rodillo liso vibratorio	1.00	25.00	25.00	0.005	0.13
Rodillo neumático	1.00	25.00	25.00	0.005	0.13
Rodillo tándem	1.00	25.00	25.00	0.005	0.13
Tanquero imprimador	1.00	35.00	35.00	0.005	0.19
Escoba mecánica	1.00	20.00	20.00	0.005	0.11
HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL				0.02

MANO DE OBRA SUBTOTAL M 2.02

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL (B)	C. DIA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador 1 EO C1	3.00	3.57	10.71	0.005	0.05
Operador 2 EO C2	3.00	3.39	10.17	0.005	0.05
Mecánico Mantenimiento EO C1	1.00	3.57	3.57	0.005	0.02
Ayudante de maquinaria ST D2	5.00	3.22	16.10	0.005	0.08
Peón EO E2	8.00	3.18	25.44	0.005	0.13
Chofer EO C1	1.00	4.67	4.67	0.005	0.02

MATERIALES SUBTOTAL N 0.35

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B
Agregados Pétreos	m3	0.06	9.50	0.57
Asfalto AP-3	kg	7.50	0.37	2.78
Asfalto RC2, imprimación-adherencia	kg	7.50	0.37	2.78
Diesel generador planta	gl	0.45	0.92	0.41
Arena	m3	0.040	13.00	0.52

TRANSPORTE SUBTOTAL O 7.05

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	9.42
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22.00%	2.07
OTROS ESPECIFICOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	11.49
VALOR PROPUESTO	11.49

Alvaro Salazar
ELABORADO

Ambato, Octubre 2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Hoja 11 de 12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO # 11:

UNIDAD : Km

Señalización horizontal (marcas en pavimento)

DETALLE

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Equipo para pintura de tráfico	1.00	1.88	1.88	4.000	7.52
HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL				2.21

MANO DE OBRA SUBTOTAL M 9.73

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL (B)	C. DIA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Chofer EO C1	1.00	4.67	4.67	4.000	18.68
Peón EO E2	2.00	3.18	6.36	4.000	25.44

MATERIALES SUBTOTAL N 44.12

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B
Pintura de tráfico	gl	10.000	20.000	200.00
Microesferas de vidrio	kg	20.000	5.50	110.00
Diluyente o tñer	gl	0.500	6.50	3.25

TRANSPORTE SUBTOTAL O 313.25

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	367.10
INDIRECTOS Y UTILIDADES	22.00% 80.76
OTROS ESPECIFICOS	% 0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	447.86
VALOR PROPUESTO	447.86

Alvaro Salazar
ELABORADO

Ambato, Octubre 2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Hoja 12 de 12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO # 12:

UNIDAD : U

Señalización vertical

DETALLE

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Soldadora eléctrica	1.00	3.00	3.00	0.40	1.20
HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	GLOBAL				0.27

MANO DE OBRA SUBTOTAL M 1.47

DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL (B)	C. DIA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de Obra EO C1	1.00	3.57	3.57	0.40	1.43
Albañil EO D2	1.00	3.22	3.22	0.40	1.29
Soldador EO C1	1.00	3.57	3.57	0.40	1.43
Peón EO E2	1.00	3.18	3.18	0.40	1.27

MATERIALES SUBTOTAL N 5.42

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B
Láminas de tool galvanizado (2.44*1.22)m e= 1.4m	u	1.00	41.500	41.50
Tubo galvanizado poste 2"	m	5.00	4.130	20.65
Perno inoxidable	u	4.00	0.500	2.00
Hormigón clase B f'c=180 kg/cm2	m3	0.14	110.000	15.40
Tubo cuadrado negro 1"*1"*1.5m	m	9.76	1.420	13.86
Pintura anticorrosiva	gl	0.20	16.000	3.20
Pintura reflectiva	gl	0.10	18.000	1.80
Electrodos	kg	2.88	3.380	9.73

TRANSPORTE SUBTOTAL O 108.14

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B

SUBTOTAL P 0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	115.03
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22.00%	25.31
OTROS ESPECIFICOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	140.34
VALOR PROPUESTO	140.34

Alvaro Salazar
ELABORADO

Ambato, Octubre 2015

E. VALORES DE DISEÑO SEGÚN EL MOP



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE
DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 – 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾											
	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 ⁽⁹⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁹⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁹⁾
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 ⁽⁹⁾	110	75	42	75	30	20 ⁽⁹⁾
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	290	210	150	210	150	110
Peralte	MÁXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																	
Coefficiente “K” para: ⁽²⁾																																				
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2	12	7	4	7	3	2
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3	13	10	6	10	5	3
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ 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	14	5	6	8	6	8	14
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0,5%																																			
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 ⁽⁸⁾											
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B. Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado											
Ancho de espaldones ⁽⁵⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---											
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						4,0											
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁶⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---											
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																			
Puentes	Carga de diseño HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																																			
	Ancho de la calzada (m) SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																																			
	Ancho de Aceras (m) ⁽⁷⁾ 0,50 m mínimo a cada lado																																			
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																																			
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																				

F. ESTUDIO DE SUELOS

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil					
Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata					
Ubicación: Cantón Ambato			Abscisa: 1 + 000		
Elaborado: Alvaro Salazar			Fecha: Junio del 2015		
1.- Determinación de la Granulométrica del suelo					
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% 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 N 4		0	0	100	
N 10	2.00	7.51	1.99	98.01	
N 30	0.59				
N 40	0.425	39.71	10.52	89.48	
N 50	0.30				
N 100	0.149				
N 200	0.074	128.23	33.96	66.04	
PASA EL N 200		249.36	66.04		
TOTAL					
PESO ANTES DEL LAVADO		377.59 PESO CUARTEO ANTES / LAVADO			
PESO DESPUÉS DE LAVADO		128.23 PESO CUARTEO DESPUES / LAVADO			
TOTAL - DIFERENCIA		249.36 TOTAL			
2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA					
Contenido de Humedad					
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
170.57	140.27	46.81	30.3	93.46	32.4
Clasificación SUCS		ML-CL (Limo arcillosos baja plasticidad).			

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Ingeniería Civil

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata

Ubicación: Cantón Ambato

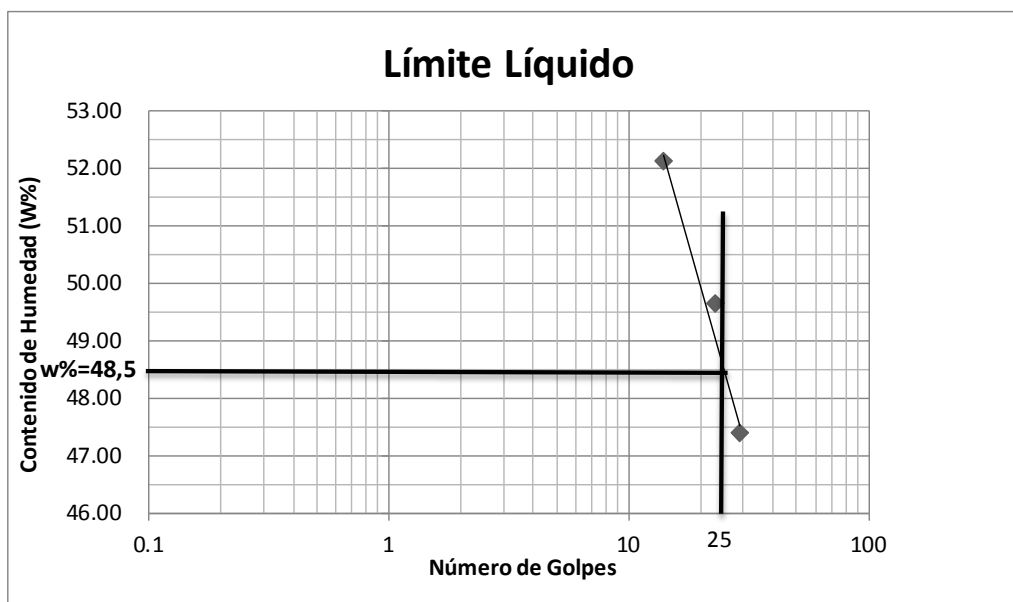
Abscisa: 1 + 000

Elaborado: Alvaro Salazar

Fecha: Junio del 2015

1.- Determinación del límite líquido

	29		23		14	
Recipiente Número	7-E	9-F	6-T	11-F	X-1	12-F
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	24.42	24.12	25.92	23.85	23.87	24.67
Peso seco + recipiente Ws + rec	20.28	20.08	21.12	19.65	19.65	20.18
Peso recipiente rec	11.57	11.53	11.43	11.21	11.56	11.56
Peso del agua Ww	4.14	4.04	4.8	4.2	4.22	4.49
Peso de los sólidos WS	8.71	8.55	9.69	8.44	8.09	8.62
Contenido de humedad w%	47.53	47.25	49.54	49.76	52.16	52.09
Contenido de humedad prom. w%	47.39		49.65		52.13	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

	A-2	A-3	A-5	D-5	E-1	A-8
Recipiente Número						
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6.15	5.99	6.21	5.87	6.21	6.22
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.61	5.48	5.65	5.4	5.63	5.66
Peso recipiente rec	4.34	4.29	4.34	4.29	4.26	4.35
Peso del agua Ww	0.54	0.51	0.56	0.47	0.58	0.56
Peso de los sólidos WS	1.27	1.19	1.31	1.11	1.37	1.31
Contenido de humedad w%	42.52	42.86	42.75	42.34	42.34	42.75
Contenido de humedad prom. w%	42.69		42.55		42.55	

Límite líquido = **48.50** %

Límite plástico = **42.59** %

Índice plástico = **5.91** %

Universidad Técnica de Ambato
 Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
 Ingeniería Civil
 COMPACTACIÓN

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata
Ubicación: Cantón Ambato **Abscisa:** 1 + 000
Elaborado: Alvaro Salazar **Fecha:** Junio del 2015
NORMA: AASHTO T - 180
MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

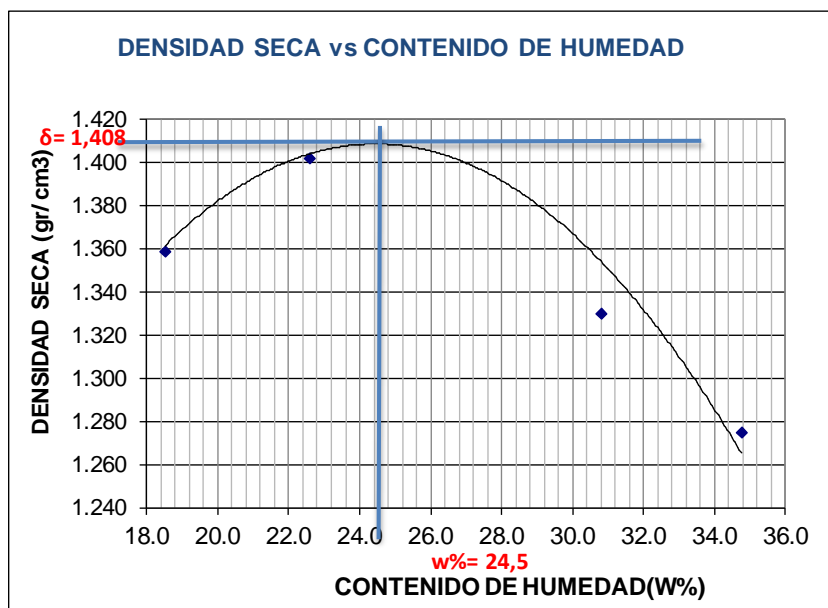
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944

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 (gr)	5311.6	5413.8	5489.2	5433.5	5412.6
Peso suelo húmedo	1520.6	1622.8	1698.2	1642.5	1621.6
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.611	1.719	1.799	1.740	1.718

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	4-A	C-5	2-R	6-T	2-R	11-B	8-B	1-D	2-F	D-7
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	152.8	126	160	129	180.5	145	190.6	128.6	165.9	140.9
Peso seco + recipiente Ws+ rec	136.2	114	139	113	152.1	120	153	106.1	136	116.6
Peso del recipiente rec	47.17	48.4	45	46.8	45.06	26.9	32.2	33.06	49.54	47.09
Peso del agua Ww	16.6	12	21.2	15.1	28.4	24.7	37.4	22.46	29.9	24.26
Peso suelo seco Ws	89.04	65.2	94.2	66.7	107.1	93.5	121	73.05	86.41	69.52
Contenido humedad w%	18.6	18.4	22.6	22.7	26.5	26.4	30.9	30.7	34.6	34.9
Contenido humedad promedio w%	18.52		22.61		26.49		30.81		34.75	
Densidad Seca γ_d	1.359		1.402		1.422		1.330		1.275	



γ máximo = 1.408

W óptimo % = 24.5

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil						
Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata			Abscisa: 1 + 000			
Ubicación: Cantón Ambato			Fecha: Junio del 2015			
Elaborado: Alvaro Salazar			Norma: AASHTO T-180			
Tipo: Proctor modificado			Suelo: ML-CL			
ENSAYO CBR						
MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	9841.2	10140.2	9680.2	10110.2	9170.2	9710.2
PESO MOLDE (gr)	5864.5	5864.5	5965.5	5965.5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3976.7	4275.7	3714.7	4144.7	3395.2	3935.2
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.749	1.880	1.634	1.823	1.493	1.731
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.405	1.345	1.314	1.246	1.198	1.148
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	C-5	2-R	4-A	8-B	11-B	1-T
W _m +TARRO (gr)	180.67	100.21	185.22	98.51	190.52	110.52
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	154.65	84.52	158.25	77.52	158.21	83.52
PESO AGUA (gr)	26.0	15.69	26.97	20.99	32.31	27
PESO TARRO (gr)	48.38	45.06	47.17	32.21	26.92	30.33
PESO MUESTRA SECA (gr)	106.27	39.46	111.08	45.31	131.29	53.19
CONTENIDO DE HUMEDAD %	24.48	39.76	24.28	46.33	24.61	50.76
AGUA ABSORBIDA %		15.28		22.05		26.15

Universidad Técnica de Ambato

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata
Ubicación: Cantón Ambato

Abscisa: 1 + 000
Fecha: Junio del 2015

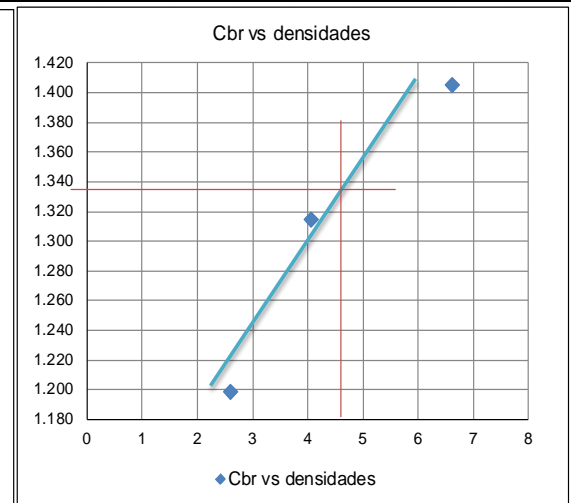
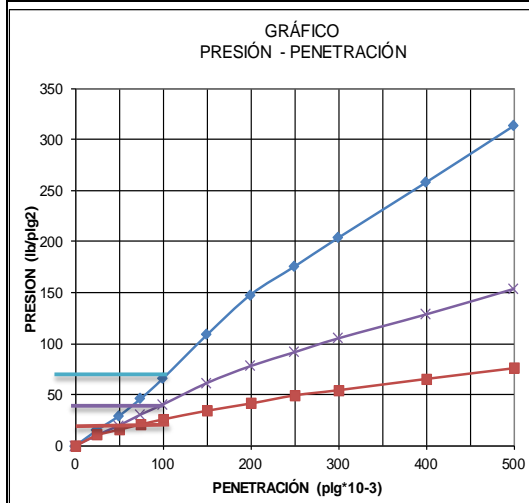
**ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL en Plgs*10-2**

MOLDE NUMERO			15				18				44						
FECHA DIA Y MES	TIEMPO		LECT DIAL	h		ESPONJ		LECT DIAL	h		ESPONJ		LECT DIAL	h		ESPONJ	
	HORA	DIAS		Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%	Mues Plgs.		Plgs. *10-2	%	Mues Plgs.	Plgs. *10-2		%	Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%
09-jun-15	15:10	0	0.14	5.00	0.00	0.00	0.10	5.00	0.00	0.00	0.09	5.00	0.00	0.00			
10-jun-15	14:08	1	0.17		2.56	0.51	0.12		1.72	0.34	0.11			2.08	0.42		
11-jun-15	14:45	2	0.20		5.71	1.14	0.15		4.64	0.93	0.14			5.12	1.02		

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
TIEMPO			Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	PENET. " 10-3		LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
			DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	21.1	15.5			14.5	10.7			14.1	10.4		
1	0	50	40.2	29.5			27.4	20.1			21.6	15.9		
1	30	75	63.5	46.7			42.1	30.9			28.6	21.0		
2	0	100	90.1	66.2		6.62	55.3	40.6		4.06	35.3	25.9		2.59
3	0	150	148.1	108.8			83.8	61.6			46.8	34.4		
4	0	200	201.7	148.2			106.5	78.2			56.5	41.5		
5	0	250	239.2	175.7			124.9	91.8			67.3	49.4		
6	0	300	277.6	203.9			143.4	105.4			74.2	54.5		
8	0	400	351.4	258.2			175.3	128.8			89.2	65.5		
10	0	500	426.8	313.6			209.3	153.8			103.5	76.0		
CBR corregido						6.62				4.06				2.59



Densidades	vs	Resistencias		Densidad Máx	1.408	gr/cm ³
gr/cm ³	1.405	6.62	%	95% de DM	1.338	gr/cm ³
gr/cm ⁴	1.314	4.06	%			
gr/cm ⁵	1.198	2.59	%	CBR PUNTUAL		4.4 %

Universidad Técnica de Ambato
 Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
 Ingeniería Civil

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata

Ubicación: Cantón Ambato

Abscisa: 2+ 000

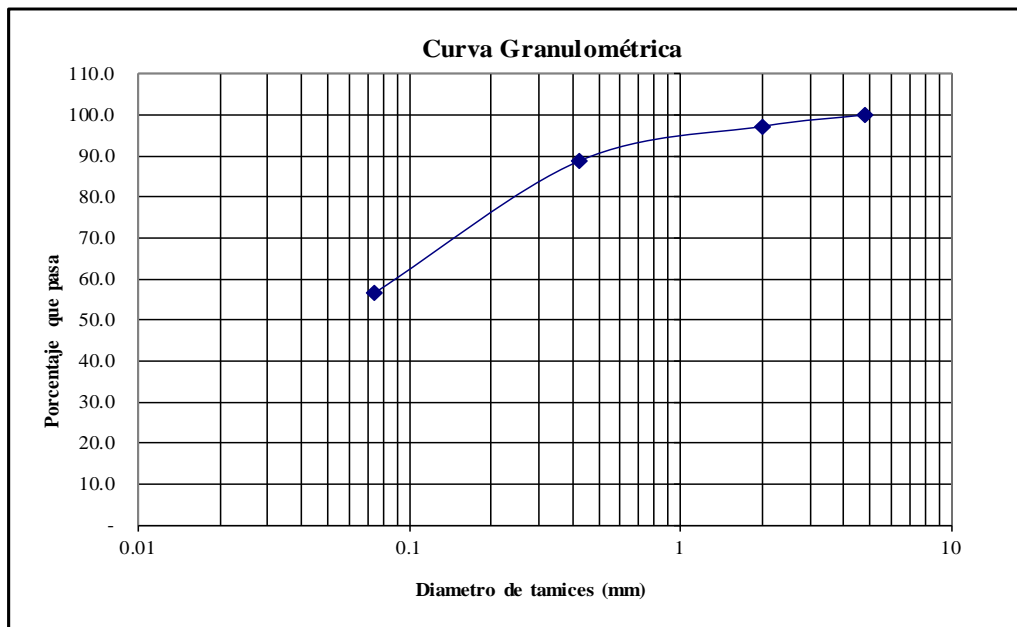
Elaborado: Alvaro Salazar

Fecha: Junio del 2015

1.- Determinación de la granulometría del suelo

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% 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 N 4		0	0	100
N 10	2.00	8.50	2.79	97.21
N 30	0.59			
N 40	0.425	34.02	11.15	88.85
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	132.54	43.45	56.55
PASA EL N 200		172.47	56.55	
TOTAL		305.01		
PESO ANTES DEL LAVADO	305.01	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	132.54	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	172.47	TOTAL		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Contenido de Humedad

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
180.52	128.52	47.18	52	81.34	63.9
Clasificación SUCS		MH (Limo alta plasticidad)			

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Ingeniería Civil

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata

Ubicación: Cantón Ambato

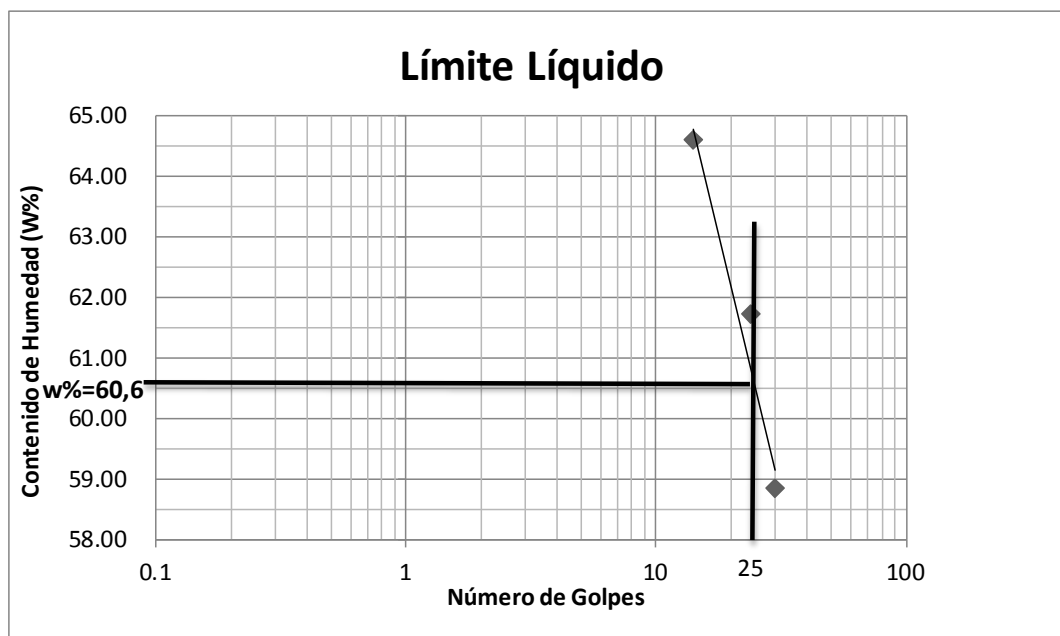
Abscisa: 2 + 000

Elaborado: Alvaro Salazar

Fecha: Junio del 2015

1.- Determinación del límite líquido

	30		24		14	
Recipiente Número	12-F	X-1	6-F	11-F	9-F	6-T
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	23.85	21.32	24.58	23.85	24.24	20.52
Peso seco + recipiente Ws + rec	19.3	17.62	19.56	19.02	19.3	16.95
Peso recipiente rec	11.56	11.34	11.42	11.2	11.53	11.42
Peso del agua Ww	4.55	3.7	5.02	4.83	4.99	3.57
Peso de los sólidos WS	7.74	6.28	8.14	7.82	7.72	5.53
Contenido de humedad w%	58.79	58.92	61.67	61.76	64.64	64.56
Contenido de humedad prom. w%	58.85		61.72		64.60	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	E-1	A-1	A-5	A-8	D-5	E-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6.19	5.52	5.51	6.12	5.82	5.71
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.53	5.12	5.11	5.52	5.3	5.26
Peso recipiente rec	4.26	4.34	4.34	4.34	4.29	4.37
Peso del agua Ww	0.66	0.4	0.4	0.6	0.52	0.45
Peso de los sólidos WS	1.27	0.78	0.77	1.18	1.01	0.89
Contenido de humedad w%	51.97	51.28	51.95	50.85	51.49	50.56
Contenido de humedad prom. w%	51.63		51.40		51.02	

Límite líquido = **61.40** %

Límite plástico = **51.35** %

Índice plástico = **10.05** %

Universidad Técnica de Ambato
 Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
 Ingeniería Civil
 COMPACTACIÓN

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata
Ubicación: Cantón Ambato **Abscisa:** 2 + 000
Elaborado: Alvaro Salazar **Fecha:** Junio del 2015
NORMA: AASHTO T - 180
MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

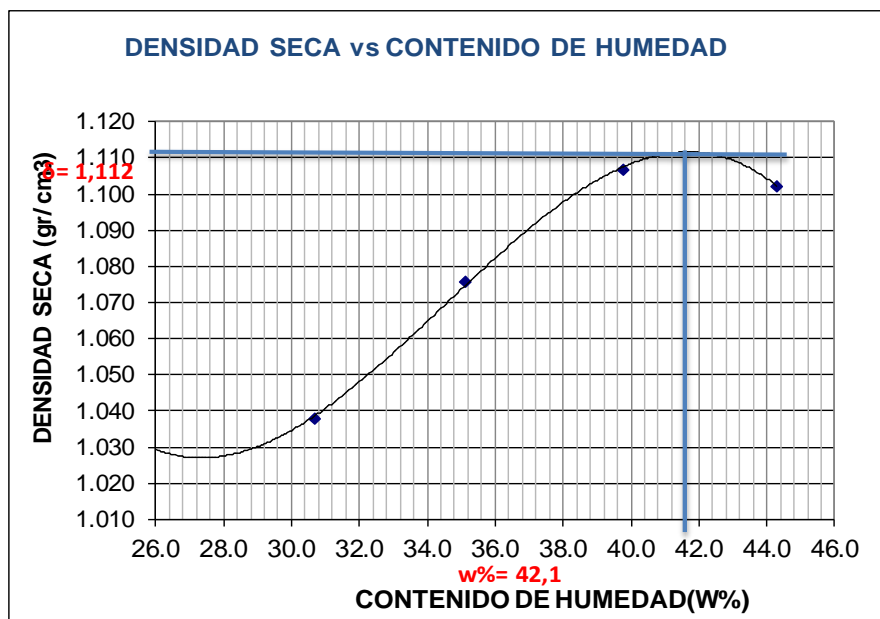
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc	944

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 (gr)	5014.2	5071.6	5163.5	5251.5	5292.6
Peso suelo húmedo	1223.2	1280.6	1372.5	1460.5	1501.6
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.296	1.357	1.454	1.547	1.591

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	C-5	1-D	4-A	6-T	2-R	2-F	D-5	11-B	4-B	3-T
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	142.2	135	140	126	155.5	141	181	134	120.5	150.6
Peso seco + recipiente Ws+ rec	123.1	114	118.5	107	126.9	117	148.0	104	93.31	112.8
Peso del recipiente rec	48.38	33	47.2	46.9	45.03	49.5	65.9	26.9	31.56	28.08
Peso del agua Ww	19.16	20.9	21.8	18.6	28.69	23.7	32.6	30.6	27.21	37.75
Peso suelo seco Ws	74.67	81.2	71.3	60.3	81.82	67.3	82.1	76.7	61.75	84.74
Contenido humedad w%	25.7	25.8	30.5	30.9	35.1	35.2	39.7	39.9	44.1	44.5
Contenido humedad promedio w%	25.71		30.69		35.13		39.79		44.31	
Densidad Seca γ_d	1.031		1.038		1.076		1.107		1.102	



γ máximo= 1.112

W óptimo % = 41.8

Universidad Técnica de Ambato						
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica						
Ingeniería Civil						
Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata				Abscisa: 2 + 000		
Ubicación: Cantón Ambato				Fecha: Junio del 2015		
Elaborado: Alvaro Salazar				Norma: AASHTO T-180		
Tipo: Proctor modificado				Suelo: ML-CL		
ENSAYO CBR						
MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	11697.4	11813.2	11556.2	11845.2	11728.2	13022.5
PESO MOLDE (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3706.4	3822.2	3476.2	3765.2	3162.2	4456.5
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.611	1.661	1.511	1.636	1.374	1.937
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.147	1.062	1.072	1.022	0.973	1.154
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	4-A	C-5	1-D	1-T	2-R	3-T
W _m +TARRO (gr)	160.97	120.57	180.3	92.56	158.21	90.27
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	128.52	94.52	137.52	69.21	125.15	65.12
PESO AGUA (gr)	32.45	26.05	42.75	23.35	33.06	25.15
PESO TARRO (gr)	48.38	48.38	33.02	30.33	45.03	28.08
PESO MUESTRA SECA (gr)	80.14	46.14	104.5	38.88	80.12	37.04
CONTENIDO DE HUMEDAD %	40.49	56.46	40.91	60.06	41.26	67.90
AGUA ABSORBIDA %		15.97		19.15		26.64

Universidad Técnica de Ambato

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata
Ubicación: Cantón Ambato

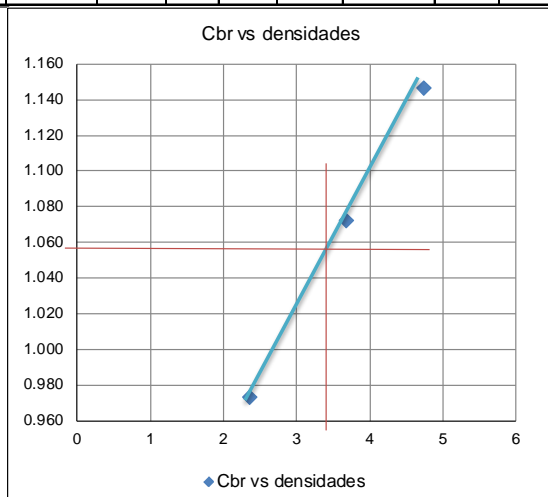
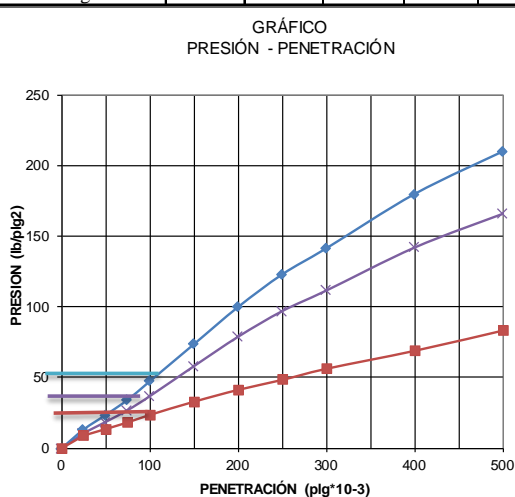
Abscisa: 2 + 000
Fecha: Junio del 2015

**ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL en Plgs*10-2**

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
FECHA		TIEMPO	LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS		Mues	Plgs. *10-2	%		Mues	Plgs. *10-2	%		Mues	Plgs. *10-2	%
11-jun-15	17:30	0	0.08	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00	0.07	5.00	0.00	0.00
12-jun-15	14:08	1	0.12		4.21	0.84	0.10		5.60	1.12	0.13		5.84	1.17
13-jun-15	14:45	2	0.16		8.27	1.65	0.14		9.32	1.86	0.16		8.28	1.66

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2**

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			LEIDA	CORG			lb/plg2	%			LEIDA	CORG	
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	18.1	13.3			14.3	10.5			11.7	8.6		
1	0	50	32.1	23.6			25.4	18.7			18.5	13.6		
1	30	75	46.8	34.4			36.8	27.0			24.9	18.3		
2	0	100	64.6	47.5	47.5	4.75	50.2	36.9	36.9	3.69	32.1	23.6	23.6	2.36
3	0	150	100.3	73.7			79.1	58.1			44.8	32.9		
4	0	200	136.1	100.0			107.4	78.9			56.2	41.3		
5	0	250	167.5	123.1			132.1	97.0			65.8	48.3		
6	0	300	192.6	141.5			151.9	111.6			76.5	56.2		
8	0	400	244.9	179.9			193.3	142.0			93.8	68.9		
10	0	500	285.9	210.0			225.8	165.9			113.3	83.2		
CBR corregido						4.75				3.69				2.36



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1.147	4.75	%
gr/cm ⁴	1.072	3.69	%
gr/cm ⁵	0.973	2.36	%
Densidad Máx		1.112	gr/cm ³
95% de DM		1.056	gr/cm ³
CBR PUNTUAL			3.4 %

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Ingeniería Civil

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata

Ubicación: Cantón Ambato

Abscisa: 3 + 000

Elaborado: Alvaro Salazar

Fecha: Junio del 2015

1.- Determinación de la granulometría del suelo

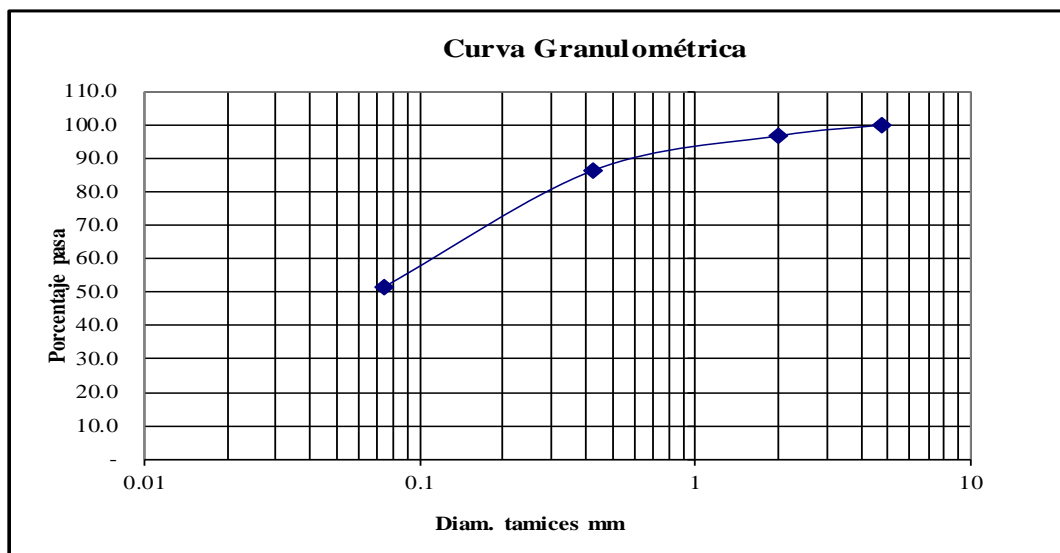
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	9.50	3.24	96.76
N 30	0.59			
N 40	0.425	39.77	13.58	86.42
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	141.80	48.41	51.59
PASA EL N 200		151.09	51.59	
TOTAL		292.89		

PESO ANTES DEL LAVADO 292.89 PESO CUARTEO ANTES/LAVADO

PESO DESPUÉS DE LAVADO 141.80 PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO

TOTAL - DIFERENCIA 151.09 TOTAL

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Contenido de Humedad

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
187.25	129.23	47.18	58.02	82.05	70.7
Clasificación SUCS		MH (Limo alta plasticidad)			

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Ingeniería Civil

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata

Ubicación: Cantón Ambato

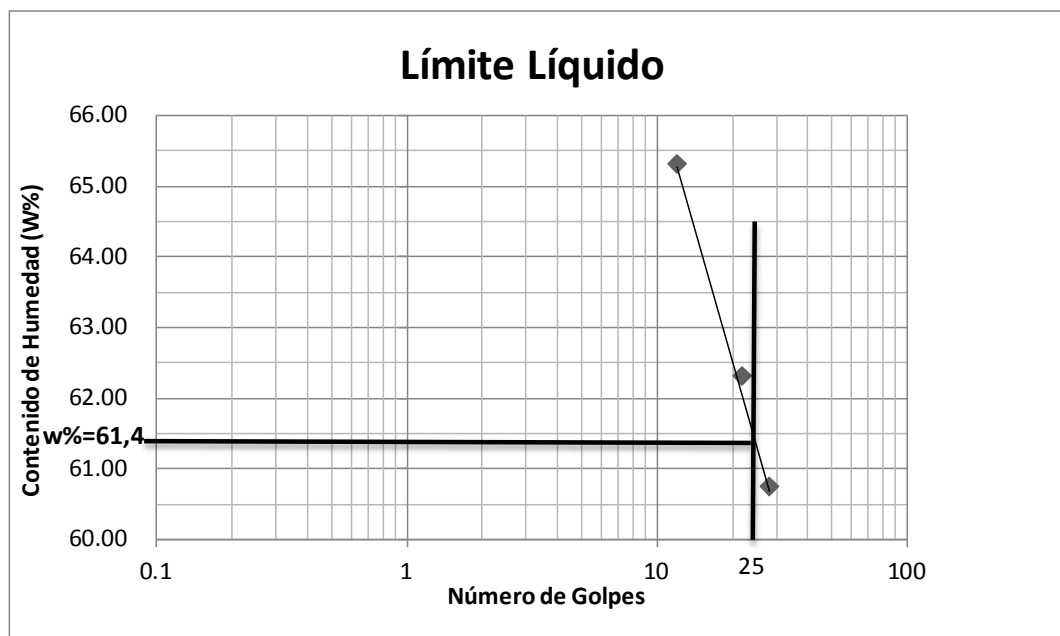
Abscisa: 3 + 000

Elaborado: Alvaro Salazar

Fecha: Junio del 2015

1.- Determinación del límite líquido

	28		22		12	
Recipiente Número	6-T	1C	16-X	11-F	9-F	X-1
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	24.52	20.12	25.12	23.12	23.61	20.12
Peso seco + recipiente Ws + rec	19.56	16.8	19.92	18.55	18.9	16.61
Peso recipiente rec	11.39	11.34	11.57	11.22	11.53	11.26
Peso del agua Ww	4.96	3.32	5.2	4.57	4.76	3.51
Peso de los sólidos WS	8.17	5.46	8.35	7.33	7.32	5.35
Contenido de humedad w%	60.71	60.81	62.28	62.35	65.03	65.61
Contenido de humedad prom. w%	60.76		62.31		65.32	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-3	A-1	D-5	A-8	A-8	E-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6.21	5.47	5.42	6.15	5.82	5.61
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.53	5.07	5.02	5.51	5.3	5.18
Peso recipiente rec	4.29	4.34	4.29	4.34	4.34	4.37
Peso del agua Ww	0.68	0.4	0.4	0.64	0.52	0.43
Peso de los sólidos WS	1.24	0.73	0.73	1.17	0.96	0.81
Contenido de humedad w%	54.84	54.79	54.79	54.70	54.17	53.09
Contenido de humedad prom. w%	54.82		54.75		53.63	

Límite líquido = **61.40** %

Límite plástico = **54.40** %

Índice plástico = **7.00** %

Universidad Técnica de Ambato
 Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
 Ingeniería Civil
 COMPACTACIÓN

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata
Ubicación: Cantón Ambato **Abscisa:** 3 + 000
Elaborado: Alvaro Salazar **Fecha:** Junio del 2015
NORMA: AASHTO T - 180
MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

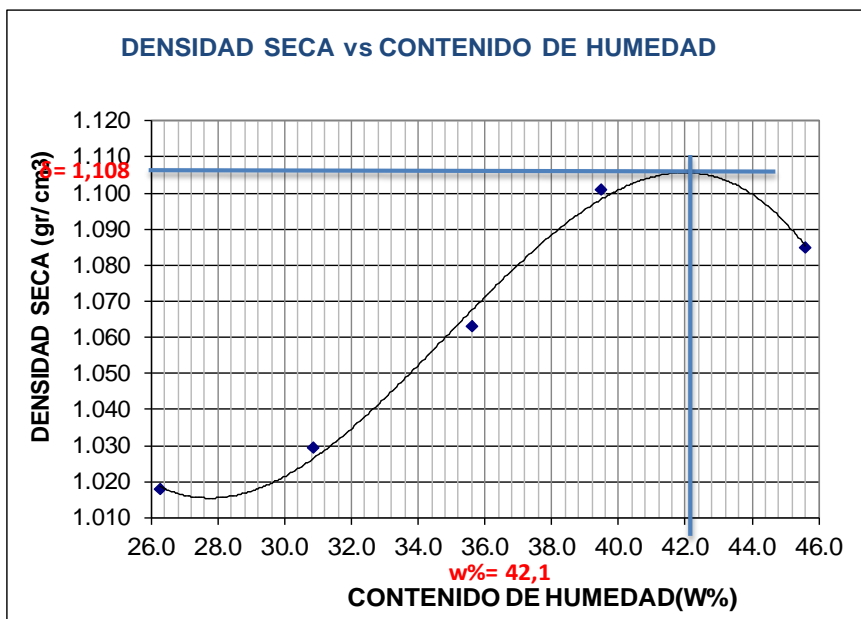
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO			
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5
ALTURA DE CAÏDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791
		PESO MARTILLO :	10 Lb
		VOLUMEN MOLDE cc	944

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 (gr)	5004.4	5062.6	5152	5241	5282
Peso suelo húmedo	1213.4	1271.6	1361	1450	1491
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.285	1.347	1.442	1.536	1.579

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	4-A	3-T	C-5	6-T	2-R	1-D	D-5	11-B	4-B	D-7
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	140.2	132	138	131	153.9	143	184	132	110.6	140.6
Peso seco + recipiente Ws+ rec	120.9	111	117.2	111	125.3	114	150	102	85.85	111.7
Peso del recipiente rec	47.15	28.1	48.4	46.9	45.03	33.1	65.9	26.9	31.56	48.38
Peso del agua Ww	19.32	21.7	21.3	19.7	28.68	28.7	33.4	29.8	24.78	28.85
Peso suelo seco Ws	73.76	82.4	68.8	64	80.22	80.8	84.4	75.5	54.29	63.34
Contenido humedad w%	26.2	26.4	30.9	30.8	35.8	35.5	39.5	39.5	45.6	45.5
Contenido humedad promedio w%	26.28		30.87		35.61		39.49		45.60	
Densidad Seca γ_d	1.018		1.029		1.063		1.101		1.085	



γ_d máximo= 1.108

W óptimo % = 42.1

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil						
Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata			Abscisa: 3 + 000			
Ubicación: Cantón Ambato			Fecha: Junio del 2015			
Elaborado: Alvaro Salazar			Norma: AASHTO T-180			
Tipo: Proctor modificado			Suelo: ML-CL			
ENSAYO CBR						
MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	11667.4	11793.2	11526.2	11815.6	11708.2	12097.2
PESO MOLDE (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3676.4	3802.2	3446.2	3735.6	3142.2	3531.2
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.598	1.652	1.498	1.623	1.366	1.535
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.118	1.032	1.042	0.989	0.951	0.908
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	C-5	1-D	6-T	1-T	2-F	3-T
W _m +TARRO (gr)	159.52	110.91	183.0	91.6	160.99	80.42
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	126.12	81.65	141.52	67.66	127.12	59.06
PESO AGUA (gr)	33.4	29.26	41.45	23.94	33.87	21.36
PESO TARRO (gr)	48.38	33.02	46.8	30.33	49.49	28.08
PESO MUESTRA SECA (gr)	77.74	48.63	94.72	37.33	77.63	30.98
CONTENIDO DE HUMEDAD %	42.96	60.17	43.76	64.13	43.63	68.95
AGUA ABSORBIDA %		17.20		20.37		25.32

Universidad Técnica de Ambato

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata
Ubicación: Cantón Ambato

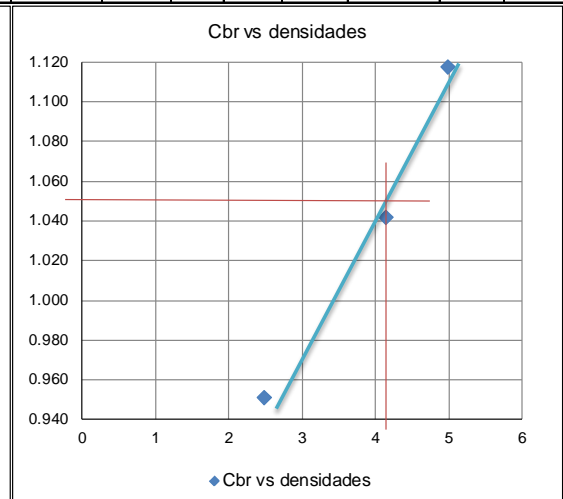
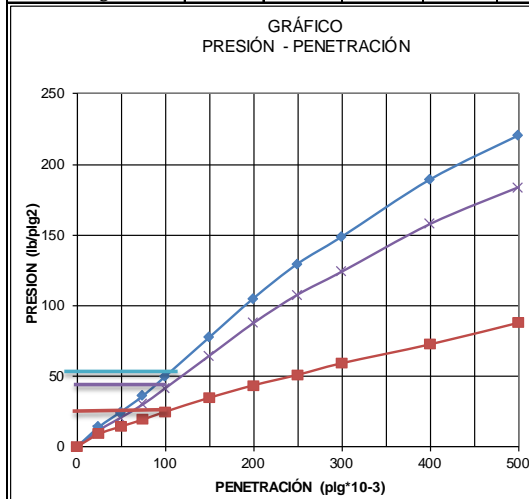
Abscisa: 3 + 000
Fecha: Junio del 2015

**ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL en Plgs*10-2**

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
FECHA		TIEMPO	LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS		Mues	Plgs. %	Mues		Plgs. %	Mues	Plgs. %		Mues	Plgs. %	
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
10-jun-15	17:30	0	0.09	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00	0.08	5.00	0.00	0.00
11-jun-15	14:08	1	0.13		3.82	0.76	0.10		5.68	1.14	0.14		6.04	1.21
12-jun-15	14:45	2	0.17		7.87	1.57	0.13		9.40	1.88	0.16		8.08	1.62

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2**

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
				lb/plg2	%		lb/plg2	%		lb/plg2	%			
		0	0.0	0			0.0	0		0.0	0			
0	30	25	19.1	14.0			15.9	11.7		12.3	9.0			
1	0	50	33.8	24.8			28.2	20.7		19.5	14.3			
1	30	75	49.2	36.1			41.0	30.1		26.2	19.2			
2	0	100	67.9	49.9	49.9	4.99	56.4	41.4	41.4	4.14	33.7	24.8	2.48	
3	0	150	105.6	77.6			87.8	64.5		47.2	34.7			
4	0	200	143.2	105.2			119.3	87.6		59.2	43.5			
5	0	250	176.5	129.7			146.7	107.8		69.3	50.9			
6	0	300	202.6	148.8			168.8	124.0		80.5	59.1			
8	0	400	257.8	189.4			214.8	157.8		98.7	72.5			
10	0	500	300.2	220.5			250.2	183.8		119.5	87.8			
CBR corregido						4.99				4.14			2.48	



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1.118	4.99	%
gr/cm ⁴	1.042	4.14	%
gr/cm ⁵	0.951	2.48	%
Densidad Máx		1.108	gr/cm ³
95% de DM		1.053	gr/cm ³
CBR PUNTUAL			4.2 %

Universidad Técnica de Ambato
 Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
 Ingeniería Civil

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata

Ubicación: Cantón Ambato

Abscisa: 4 + 000

Elaborado: Alvaro Salazar

Fecha: Junio del 2015

1.- Determinación de la granulometría del suelo

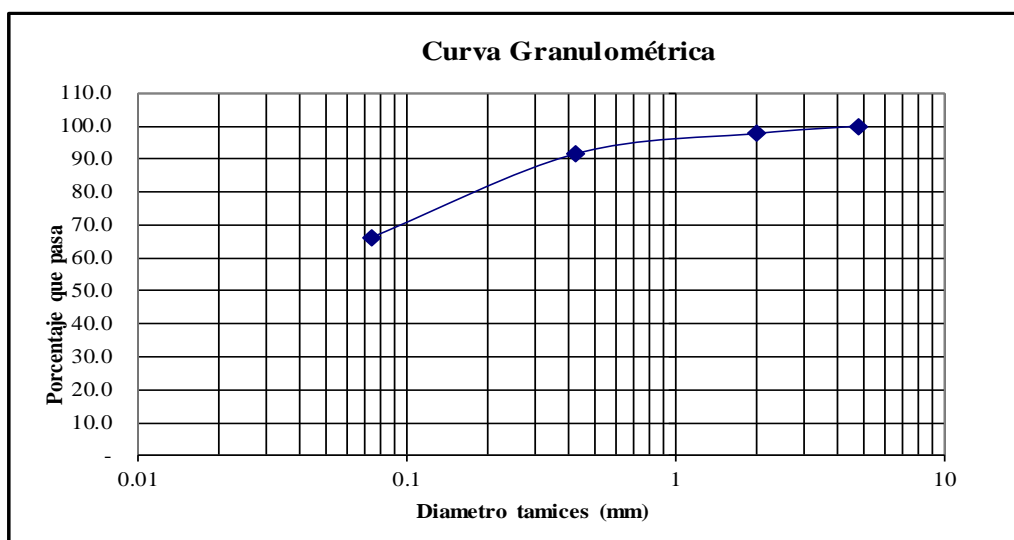
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	5.76	2.25	97.75
N 30	0.59			
N 40	0.425	21.47	8.38	91.62
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	86.34	33.72	66.28
PASA EL N 200		169.73	66.28	
TOTAL		256.07		

PESO ANTES DEL LAVADO 256.07 PESO CUARTEO ANTES/LAVADO

PESO DESPUÉS DE LAVADO 86.34 PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO

TOTAL - DIFERENCIA 169.73 TOTAL

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Contenido de Humedad

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
208.77	139.06	65.88	69.71	73.18	95.3
Clasificación SUCS		MH (Limo alta plasticidad)			

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Ingeniería Civil

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata

Ubicación: Cantón Ambato

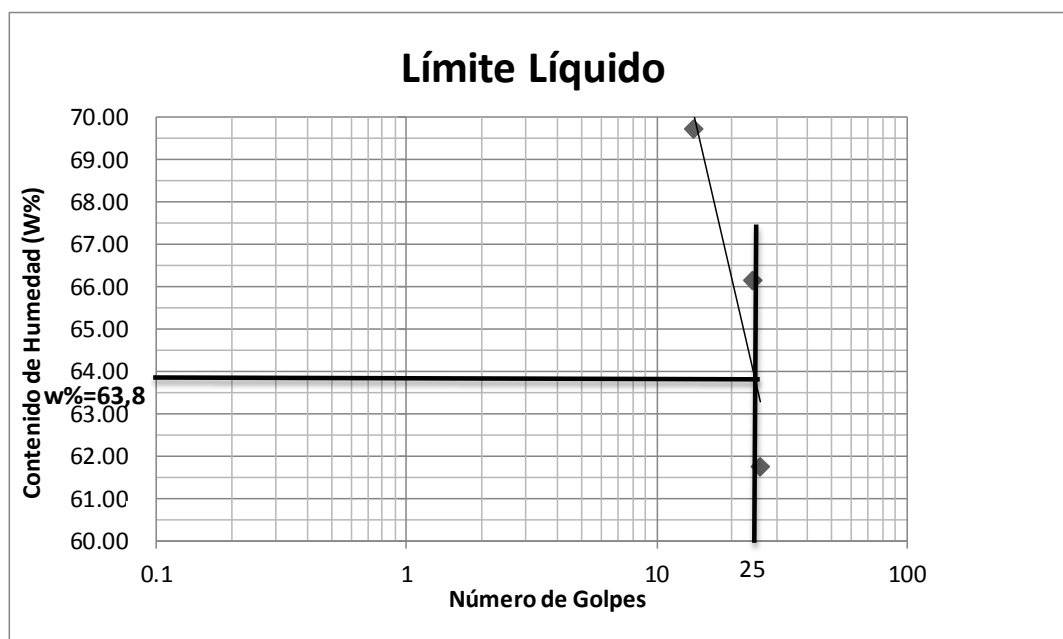
Abscisa: 4 + 000

Elaborado: Alvaro Salazar

Fecha: Junio del 2015

1.- Determinación del límite líquido

	26		24		14	
Recipiente Número	X-1	1C	6-T	11-F	7-E	X-1
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	23.96	20.12	22.13	23.12	22.53	20.45
Peso seco + recipiente Ws + rec	19.1	16.77	17.87	18.38	18.0	16.67
Peso recipiente rec	11.25	11.34	11.43	11.22	11.57	11.26
Peso del agua Ww	4.86	3.35	4.26	4.74	4.5	3.78
Peso de los sólidos WS	7.85	5.43	6.44	7.16	6.46	5.41
Contenido de humedad w%	61.91	61.69	66.15	66.20	69.66	69.87
Contenido de humedad prom. w%	61.80		66.18		69.77	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	D-5	A-1	E-2	A-8	A-3	A-5
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	7.22	5.41	5.98	6.11	5.21	5.72
Peso seco + recipiente Ws + rec	6.17	5.03	5.41	5.48	4.88	5.23
Peso recipiente rec	4.29	4.34	4.37	4.34	4.29	4.34
Peso del agua Ww	1.05	0.38	0.57	0.63	0.33	0.49
Peso de los sólidos WS	1.88	0.69	1.04	1.14	0.59	0.89
Contenido de humedad w%	55.85	55.07	54.81	55.26	55.93	55.06
Contenido de humedad prom. w%	55.46		55.04		55.49	

Límite líquido = **63.80** %

Límite plástico = **55.33** %

Índice plástico = **8.47** %

Universidad Técnica de Ambato
 Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
 Ingeniería Civil
 COMPACTACIÓN

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata

Ubicación: Cantón Ambato

Abscisa: 4 + 000

Elaborado: Alvaro Salazar

Fecha: Junio del 2015

NORMA: AASHTO T - 180

MÈTODO: AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

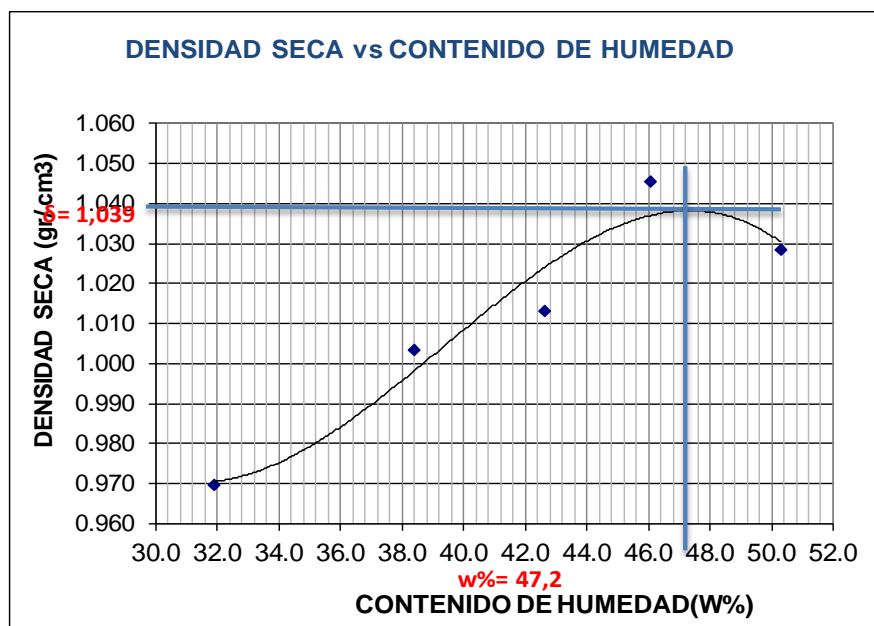
NUMERO DE GOLPES :	25	NÙMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÌDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944

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 (gr)	4998.2	5102	5155	5232.6	5250.2
Peso suelo húmedo	1207.2	1311	1364	1441.6	1459.2
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.279	1.389	1.445	1.527	1.546

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	2-F	3-T	D-5	6-T	6-T	1-D	8-B	4-A	2-F	C-5
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	159.1	130	166	136	172.0	140	104	131	145.2	145.1
Peso seco + recipiente Ws+ rec	132.7	106	138	111	135	108	81.3	104	113.2	112.7
Peso del recipiente rec	49.49	28.1	65.9	46.9	46.8	33.1	32.2	47.2	49.5	48.38
Peso del agua Ww	26.43	24.8	27.7	24.7	37.4	32.1	22.6	26.4	32	32.4
Peso suelo seco Ws	83.21	77.4	72	64.3	87.8	75.2	49.1	57.1	63.71	64.34
Contenido humedad w%	31.8	32.0	38.5	38.3	42.6	42.7	46.1	46.1	50.2	50.4
Contenido humedad promedio w%	31.86		38.40		42.63		46.09		50.29	
Densidad Seca γ_d	0.970		1.003		1.013		1.045		1.029	



γ máximo= 1.038

W óptimo % = 47.2

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil						
Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata			Abscisa: 4 + 000			
Ubicación: Cantón Ambato			Fecha: Junio del 2015			
Elaborado: Alvaro Salazar			Norma: AASHTO T-180			
Tipo: Proctor modificado			Suelo: ML-CL			
ENSAYO CBR						
MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	9424.4	9600.2	9185.2	9550.4	8759.6	9268.4
PESO MOLDE (gr)	5864.5	5864.5	5965.5	5965.5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3559.9	3735.7	3219.7	3584.9	2984.6	3493.4
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.565	1.643	1.416	1.576	1.312	1.536
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.063	1.002	0.964	0.956	0.878	0.903
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	6-T	2-R	D-7	D-5	2-F	4-B
W _m +TARRO (gr)	185.04	136.63	175.1	159.74	183.1	106.45
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	140.64	100.91	134.25	122.81	138.92	75.6
PESO AGUA (gr)	44.4	35.72	40.84	36.93	44.18	30.85
PESO TARRO (gr)	46.78	45.04	47.08	65.86	49.49	31.57
PESO MUESTRA SECA (gr)	93.86	55.87	87.17	56.95	89.43	44.03
CONTENIDO DE HUMEDAD %	47.30	63.93	46.85	64.85	49.40	70.07
AGUA ABSORBIDA %		16.63		18.00		20.66

Universidad Técnica de Ambato														
Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata										Abscisa: 4 + 000				
Ubicación: Cantón Ambato										Fecha: Junio del 2015				
ENSAYO C.B.R.														
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
LECTURA DIAL en Plgs*10-2														
MOLDE NUMERO			15				18				44			
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2
11-jun-15	17:30	0	0.06	5.00	0.00	0.00	0.09	5.00	0.00	0.00	0.05	5.00	0.00	0.00
12-jun-15	14:08	1	0.09		3.50	0.70	0.14		4.28	0.86	0.10		4.64	0.93
13-jun-15	14:45	2	0.14		7.72	1.54	0.17		7.96	1.59	0.13		7.32	1.46
ENSAYO DE CARGA PENETRACION														
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2														
MOLDE NUMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET.	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	" 10-3	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%
		DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	21.5	15.8			16.8	12.3			11.7	8.6		
1	0	50	37.0	27.2			29.7	21.8			14.2	10.4		
1	30	75	59.4	43.6			44.7	32.8			26.4	19.4		
2	0	100	82.9	60.9	60.9	6.09	58.6	43.1	43.1	4.31	32.3	23.7	23.7	2.37
3	0	150	133.8	98.3			86.4	63.5			43.7	32.1		
4	0	200	173.1	127.2			109.3	80.3			51.6	37.9		
5	0	250	214.0	157.2			126.3	92.8			58.6	43.1		
6	0	300	257.0	188.8			140.1	102.9			64.1	47.1		
8	0	400	301.5	221.5			154.5	113.5			72.6	53.3		
10	0	500	350.6	257.6			170.2	125.0			84.4	62.0		
CBR corregido						6.09				4.31				2.37

GRÁFICO
PRESIÓN - PENETRACIÓN

Cbr vs densidades

Densidades		vs	Resistencias	
gr/cm ³	1.063		6.09	%
gr/cm ⁴	0.964		4.31	%
gr/cm ⁵	0.878		2.37	%

Densidad Máx	1.038	gr/cm ³
95% de DM	0.986	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		4.7 %

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Ingeniería Civil

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata

Ubicación: Cantón Ambato

Abscisa: 4 + 600

Elaborado: Alvaro Salazar

Fecha: Junio del 2015

1.- Determinación de la granulometría del suelo

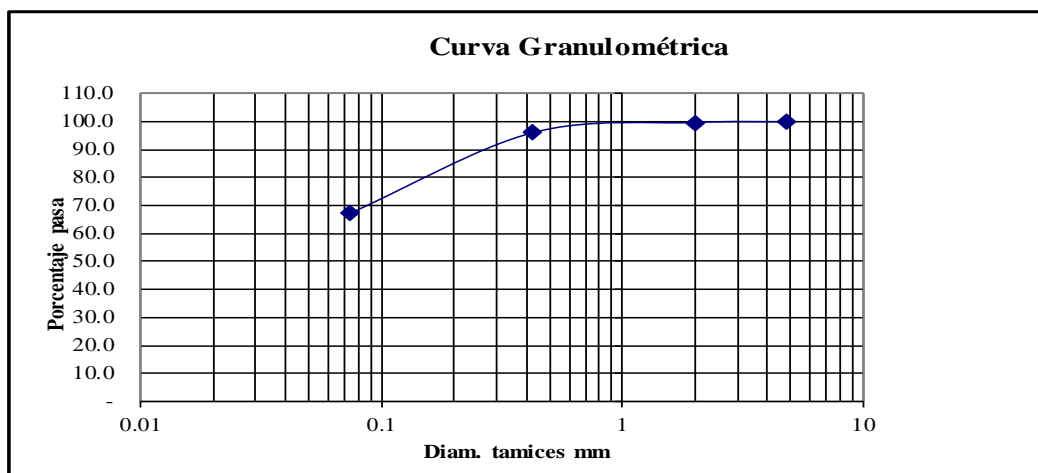
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	1.29	0.31	99.69
N 30	0.59			
N 40	0.425	16.12	3.92	96.08
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	134.64	32.72	67.28
PASA EL N 200		276.84	67.28	
TOTAL		411.48		

PESO ANTES DEL LAVADO 411.48 PESO CUARTEO ANTES/LAVADO

PESO DESPUÉS DE LAVADO 134.64 PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO

TOTAL - DIFERENCIA 276.84 TOTAL

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



	Contenido de Humedad				
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
163.51	143.32	49.47	20.19	93.85	21.5
Clasificación SUCS		ML-CL (Limo arcilloso baja plasticidad).			

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Ingeniería Civil

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata

Ubicación: Cantón Ambato

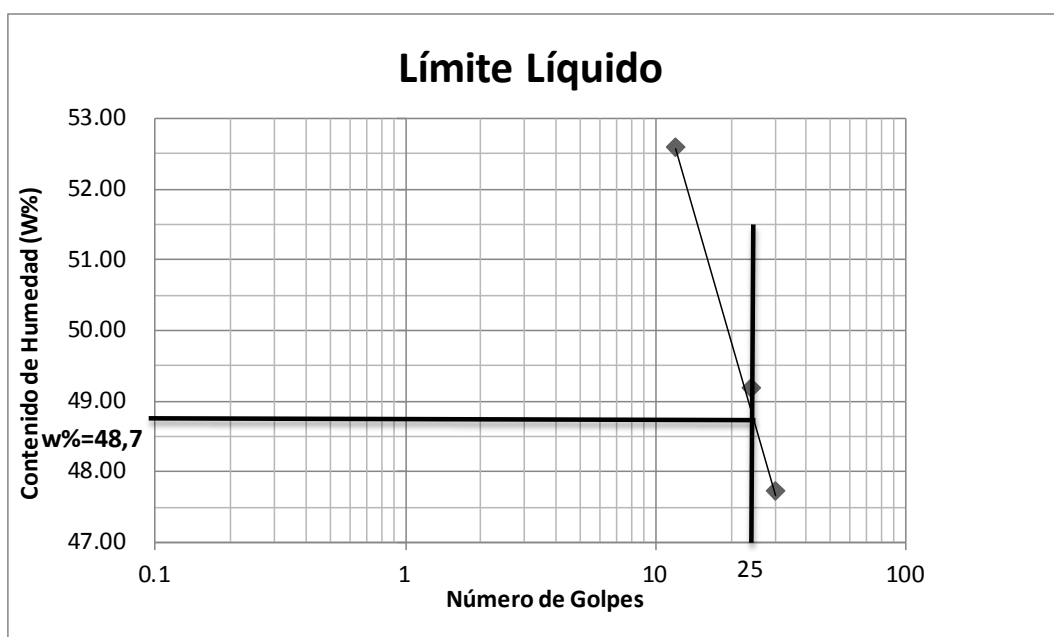
Abscisa: 4 + 600

Elaborado: Alvaro Salazar

Fecha: Junio del 2015

1.- Determinación del límite líquido

# Golpes	30		24		12	
Recipiente Número	6-T	12-F	7-E	X-1	11-F	9-F
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	23.67	22.85	24.06	22.45	23.0	22.85
Peso seco + recipiente Ws + rec	19.71	19.21	19.94	18.76	18.93	18.95
Peso recipiente rec	11.43	11.57	11.57	11.25	11.2	11.53
Peso del agua Ww	3.96	3.64	4.12	3.69	4.07	3.9
Peso de los sólidos WS	8.28	7.64	8.37	7.51	7.73	7.42
Contenido de humedad w%	47.83	47.64	49.22	49.13	52.65	52.56
Contenido de humedad prom. w%	47.74		49.18		52.61	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

	D-5	A-5	A-2	E-1	E-2	A-8
Recipiente Número						
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5.67	5.69	5.35	5.89	5.84	5.39
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.26	5.29	5.04	5.41	5.4	5.08
Peso recipiente rec	4.29	4.34	4.34	4.26	4.36	4.34
Peso del agua Ww	0.41	0.4	0.31	0.48	0.44	0.31
Peso de los sólidos WS	0.97	0.95	0.70	1.15	1.04	0.74
Contenido de humedad w%	42.27	42.11	44.29	41.74	42.31	41.89
Contenido de humedad prom. w%	42.19		43.01		42.10	

Límite líquido = **48.70** %

Límite plástico = **42.43** %

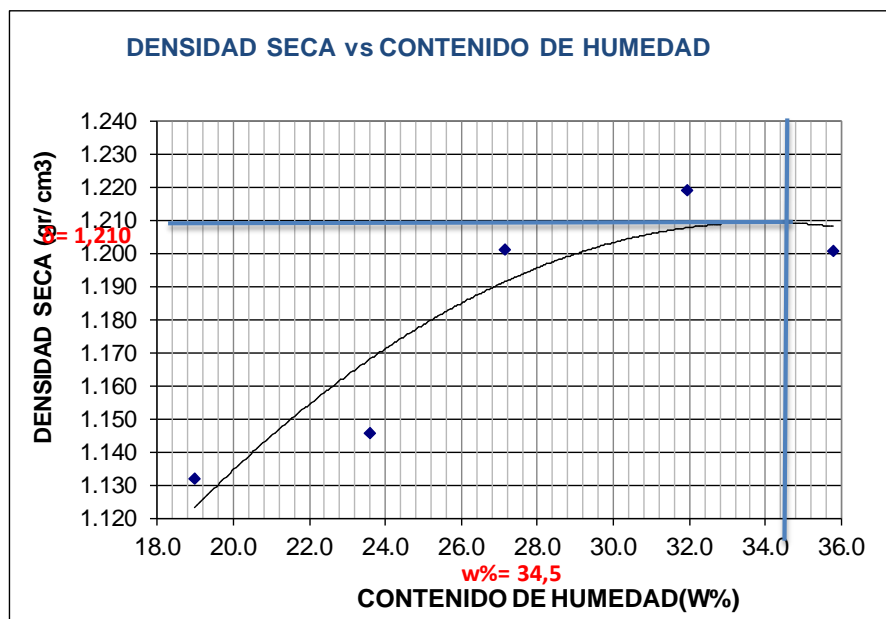
Índice plástico = **6.27** %

Universidad Técnica de Ambato	
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
Ingeniería Civil	
COMPACTACIÓN	
Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata	
Ubicación: Cantón Ambato	Abscisa: 4 + 600
Elaborado: Alvaro Salazar	Fecha: Junio del 2015
NORMA: AASHTO T - 180	
MÉTODO: AASHTO MODIFICADO	

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO			
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791
		PESO MARTILLO :	10 Lb
		VOLUMEN MOLDE cc :	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 (gr)	5062.6	5127.8	5233	5309.4	5330.2
Peso suelo húmedo	1271.6	1336.8	1442	1518.4	1539.2
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.347	1.416	1.528	1.608	1.631

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	2-R	6-T	3-T	8-B	4-A	11-B	C-5	1-D	2-F	2-R
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	139.5	120	154	126	156.0	135.5	139.7	131	175.4	140.5
Peso seco + recipiente Ws+ rec	124.4	109	130	108	132.8	112.3	118	107	142.3	115.3
Peso del recipiente rec	45.03	46.9	28.1	32.2	47.21	26.91	48.4	33.1	49.54	45.04
Peso del agua Ww	15.03	11.8	24	18	23.23	23.2	22.1	23.6	33.09	25.21
Peso suelo seco Ws	79.41	61.7	102	75.9	85.59	85.41	69.2	73.9	92.78	70.27
Contenido humedad w%	18.9	19.1	23.5	23.7	27.1	27.2	31.9	31.9	35.7	35.9
Contenido humedad promedio w%	18.99		23.59		27.15		31.93		35.77	
Densidad Seca γ_d	1.132		1.146		1.201		1.219		1.201	



γ máximo = 1.210

W óptimo % = 34.5

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Ingeniería Civil

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata	Abscisa: 4 + 600
Ubicación: Cantón Ambato	Fecha: Junio del 2015
Elaborado: Alvaro Salazar	Norma: AASHTO T-180
Tipo: Proctor modificado	Suelo: ML-CL

ENSAYO CBR

MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	9722.4	9863	9565	9795.6	9155.2	9482.2
PESO MOLDE (gr)	5864.5	5864.5	5965.5	5965.5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3857.9	3998.5	3599.5	3830.1	3380.2	3707.2
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.697	1.758	1.583	1.684	1.486	1.630
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.287	1.223	1.212	1.159	1.126	1.114

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	D-3	4-B	D-7	11-B	2-F	1-D
W _m +TARRO (gr)	108.88	100.57	162.28	89.1	157.58	105.45
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	89.23	79.57	135.29	69.69	131.4	82.5
PESO AGUA (gr)	19.65	21.0	26.99	19.41	26.18	22.95
PESO TARRO (gr)	27.44	31.57	47.09	26.9	49.5	33.04
PESO MUESTRA SECA (gr)	61.79	48.0	88.2	42.79	81.9	49.46
CONTENIDO DE HUMEDAD %	31.80	43.75	30.60	45.36	31.97	46.40
AGUA ABSORBIDA %		11.95		14.76		14.44

Universidad Técnica de Ambato

Proyecto: Vía Pucayaca - Cruz Puenebata
Ubicación: Cantón Ambato

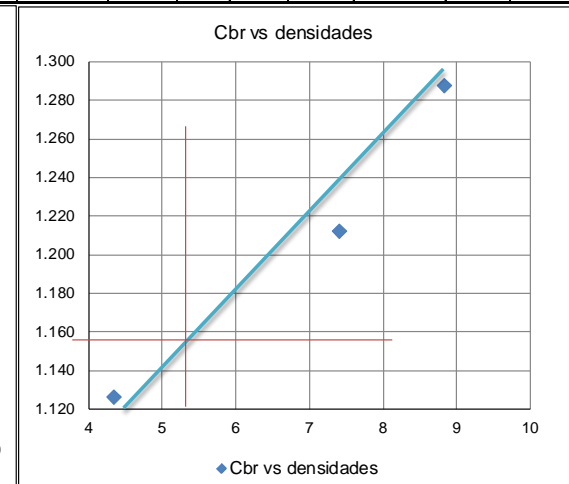
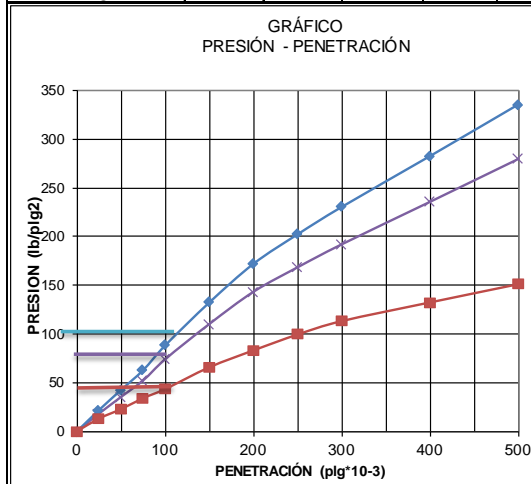
Abscisa: 4 + 600
Fecha: Junio del 2015

**ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL en Plgs*10-2**

MOLDE NUMERO			15				18				44			
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ		
	HORA	DIAS		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%
DIA Y MES			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
10-jun-15	15:10	0	0.15	5.00	0.00	0.00	0.10	5.00	0.00	0.00	0.05	5.00	0.00	0.00
11-jun-15	14:08	1	0.17		1.97	0.39	0.12		2.48	0.50	0.09		4.44	0.89
12-jun-15	14:45	2	0.21		6.26	1.25	0.16		6.32	1.26	0.12		7.36	1.47

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2**

MOLDE NUMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET.	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			" 10-3	LEIDA			CORG	LEIDA			CORG	LEIDA	
			DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	29.8	21.9			24.8	18.2			17.8	13.1		
1	0	50	57.9	42.5			48.1	35.3			31.0	22.8		
1	30	75	85.6	62.9			71.2	52.3			46.3	34.0		
2	0	100	120.2	88.3	88.3	8.83	100.8	74.1	74.1	7.41	59.1	43.4	43.4	4.34
3	0	150	180.2	132.4			150.1	110.3			89.5	65.8		
4	0	200	234.2	172.1			195.1	143.3			113.1	83.1		
5	0	250	275.4	202.3			229.3	168.5			135.3	99.4		
6	0	300	313.7	230.5			261.4	192.0			154.0	113.1		
8	0	400	384.8	282.7			320.8	235.7			180.1	132.3		
10	0	500	456.9	335.7			380.7	279.7			205.6	151.0		
CBR corregido						8.83				7.41				4.34

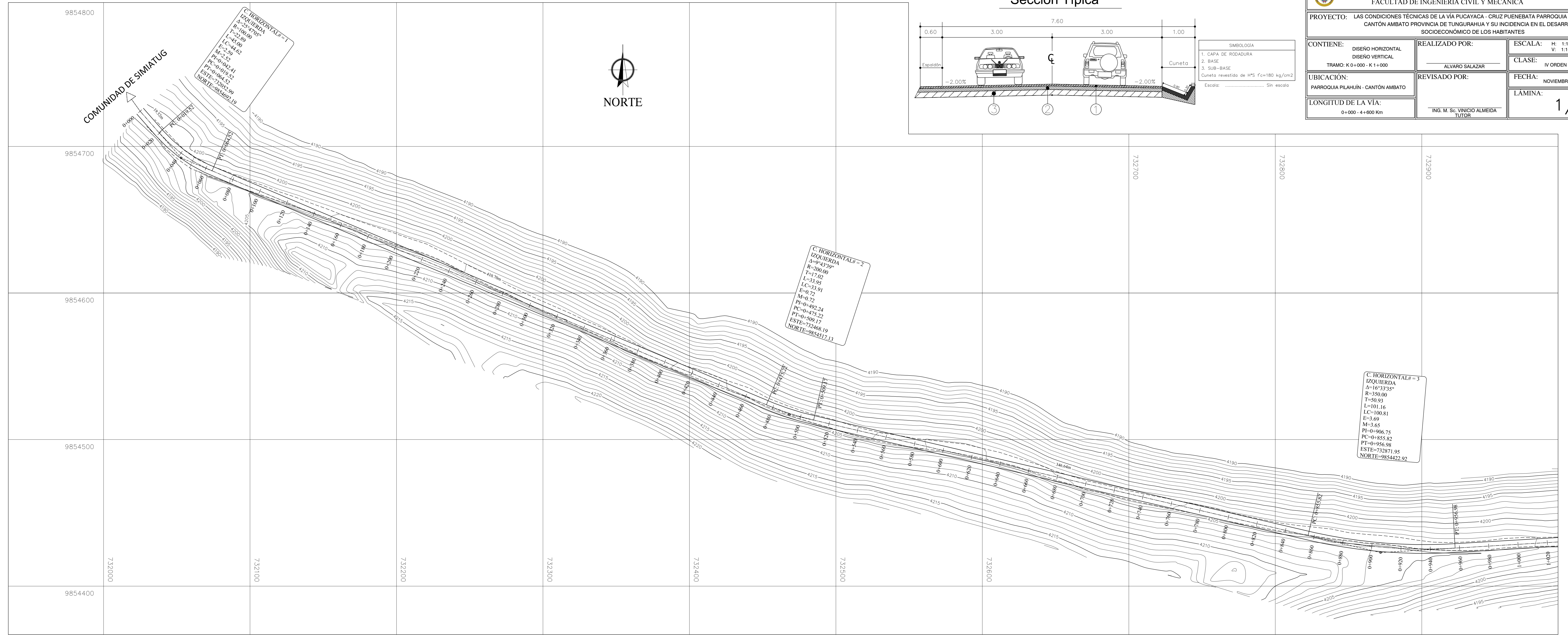


Densidades	vs	Resistencias
gr/cm ³ 1.287		8.83 %
gr/cm ³ 1.212		7.41 %
gr/cm ³ 1.126		4.34 %

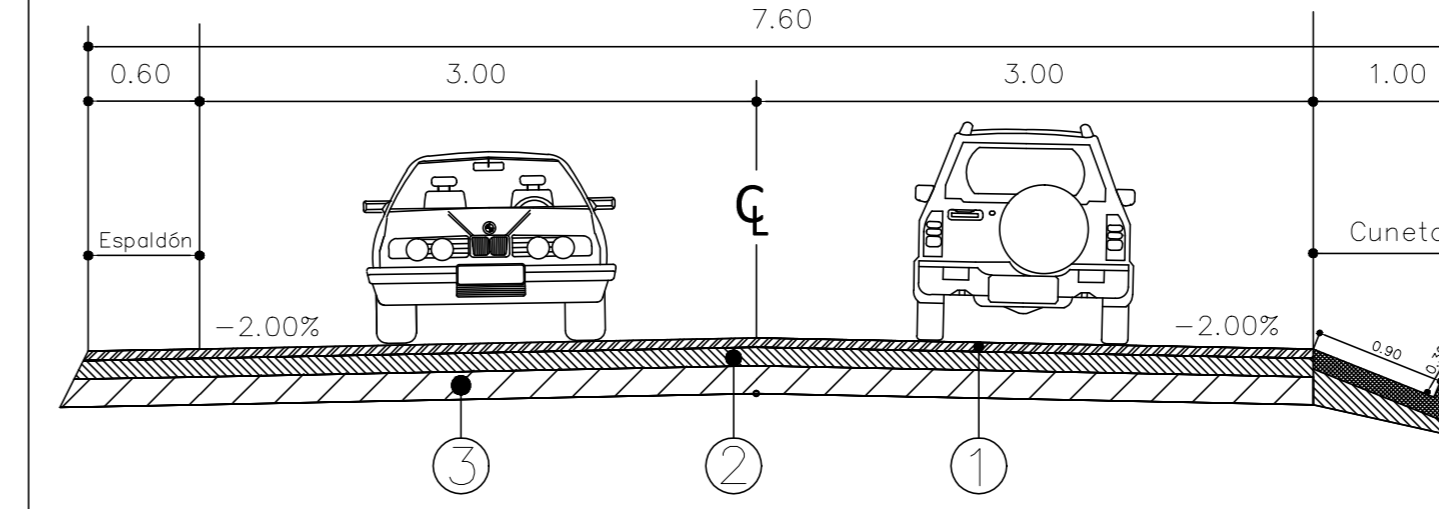
Densidad Máx	1.210	gr/cm ³
95% de DM	1.150	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		5.3 %

G. PLANOS

PLANTA



Sección Típica



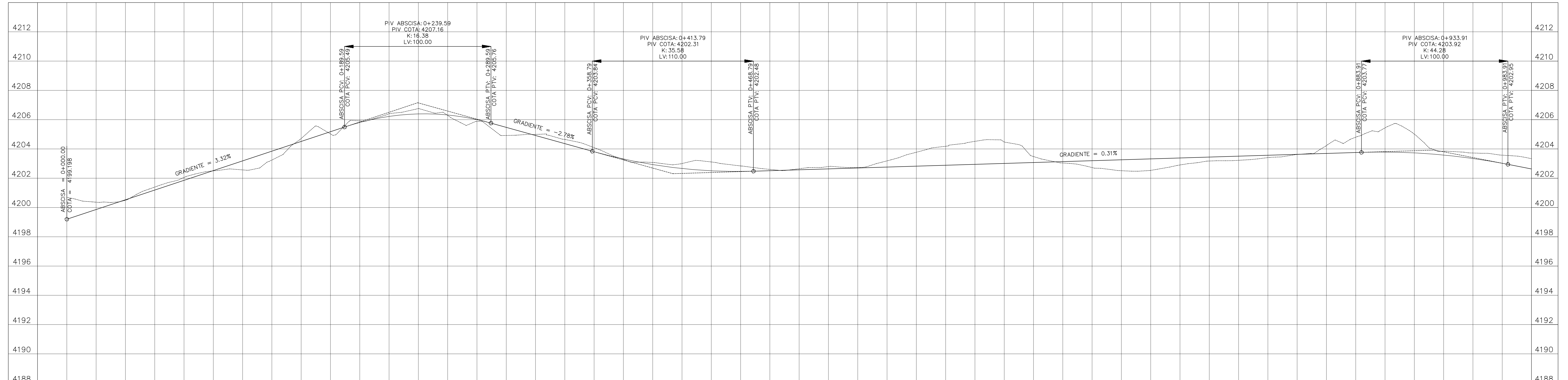
- SIMBOLOGIA**
1. CAPA DE RODADURA
 2. BASE
 3. SUB-BASE
- Cuneta revestida de H⁵ C=180 kg/cm²
- Escala: Sin escala

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: LAS CONDICIONES TÉCNICAS DE LA VÍA PUCAYACA - CRUZ PUENEBATA PARROQUIA PILAHUÍN CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DE LOS HABITANTES

CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL DISEÑO VERTICAL TRAMO: K 0+000 - K 1+000	REALIZADO POR: ALVARO SALAZAR	ESCALA: H: 1:1000 V: 1:100
UBICACIÓN: PARROQUIA PILAHUÍN - CANTÓN AMBATO	REVISADO POR: ING. M. Sc. YNESCO ALMEIDA TUTOR	FECHA: NOVIEMBRE 2015
LONGITUD DE LA VÍA: 0+000 - 4+600 Km		LAMINA: 1/8

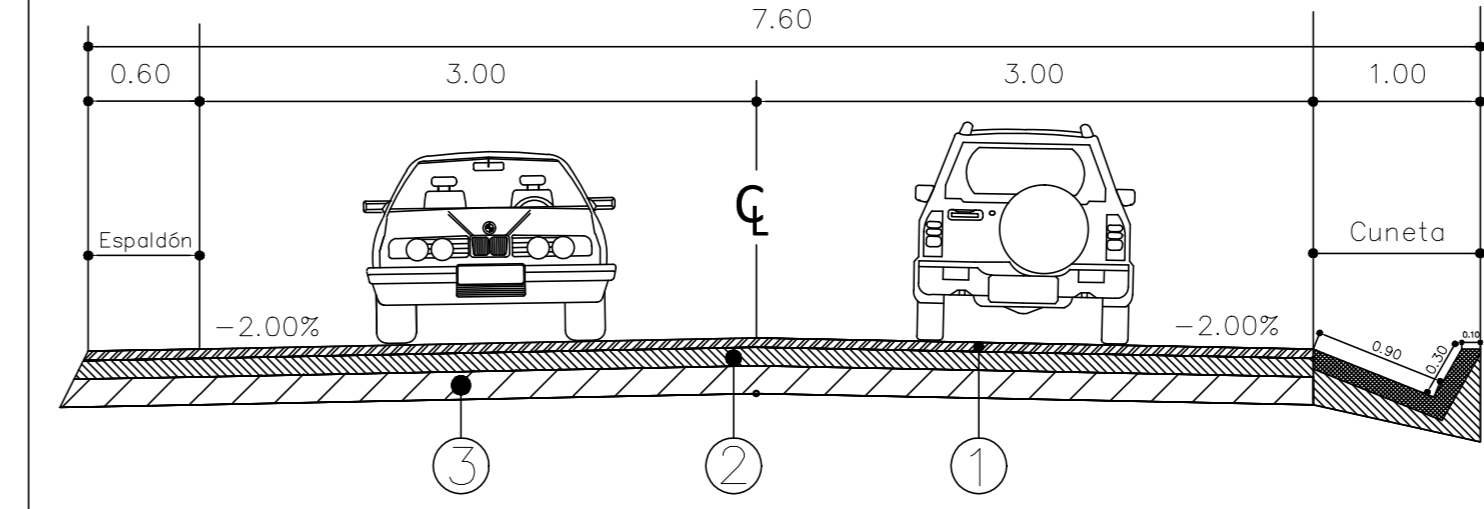
PERFIL LONGITUDINAL



ABSCISAS	RELLENO	CORTE	COTA PROYECTO	COTA TERRENO
0+000	0.00	1.49	4195.20	4203.69
0+020	0.50	0.50	4198.86	4200.36
0+040	0.03	0.20	4200.53	4200.49
0+060	0.20	0.20	4201.19	4201.40
0+080	0.20	0.20	4201.86	4202.05
0+100	0.02	0.20	4202.52	4202.50
0+120	0.62	0.20	4203.18	4202.57
0+140	0.61	0.20	4203.85	4203.24
0+160	0.20	0.20	4204.51	4204.71
0+180	0.15	0.20	4205.18	4205.03
0+200	0.11	0.18	4205.81	4205.92
0+220	0.18	0.37	4206.22	4206.41
0+240	0.30	0.37	4206.39	4206.76
0+260	0.02	0.20	4206.30	4206.30
0+280	0.12	0.20	4206.00	4205.66
0+300	0.55	0.20	4205.47	4204.92
0+320	0.07	0.20	4204.92	4204.99
0+340	0.29	0.20	4204.36	4204.65
0+360	0.28	0.20	4203.81	4204.09
0+380	0.03	0.20	4203.31	4203.28
0+400	0.15	0.20	4202.93	4203.08
0+420	0.34	0.20	4202.66	4203.00
0+440	0.60	0.20	4202.51	4203.11
0+460	0.38	0.20	4202.46	4202.84
0+480	0.09	0.20	4202.51	4202.60
0+500	0.07	0.20	4202.58	4202.65
0+520	0.16	0.20	4202.64	4202.80
0+540	0.03	0.20	4202.70	4202.73
0+560	0.42	0.20	4202.76	4203.19
0+580	0.95	0.20	4202.82	4203.77
0+600	1.29	0.20	4202.89	4204.18
0+620	1.57	0.20	4202.95	4204.52
0+640	1.46	0.20	4203.01	4204.47
0+660	0.41	0.20	4203.07	4203.48
0+680	0.10	0.20	4203.13	4203.04
0+700	0.47	0.20	4203.20	4202.73
0+720	0.75	0.20	4203.26	4202.51
0+740	0.79	0.20	4203.32	4202.53
0+760	0.48	0.20	4203.38	4202.80
0+780	0.27	0.20	4203.44	4203.17
0+800	0.28	0.20	4203.51	4203.22
0+820	0.16	0.20	4203.57	4203.41
0+840	0.01	0.20	4203.63	4203.62
0+860	0.54	0.20	4203.69	4204.23
0+880	1.05	0.20	4203.75	4204.80
0+900	1.65	0.20	4203.79	4205.44
0+920	1.28	0.20	4203.73	4205.01
0+940	0.26	0.20	4203.58	4203.85
0+960	0.37	0.20	4203.35	4203.72
0+980	0.55	0.20	4203.02	4203.57
1+000	0.70	0.20	4202.63	4203.34

PLANTA

Sección Típica

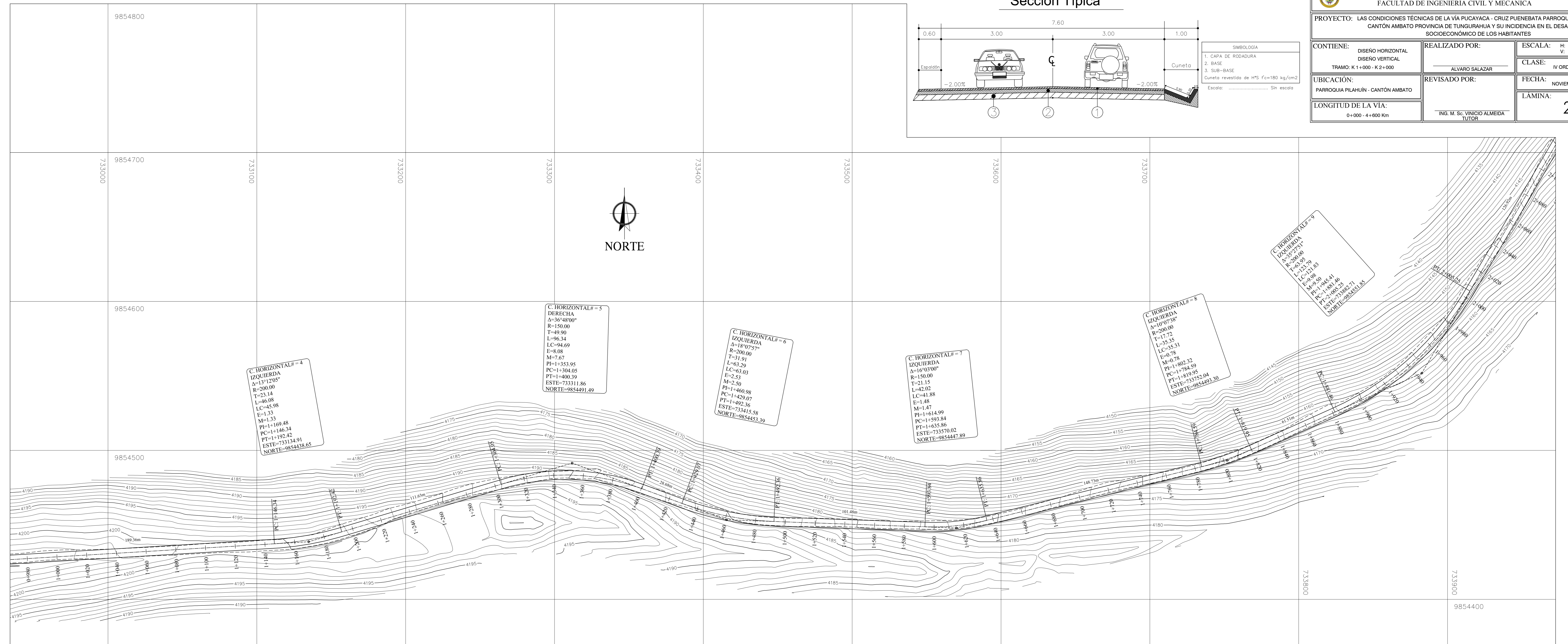


- SIMBOLOGIA**
1. CAPA DE RODADURA
 2. BASE
 3. SUB-BASE
- Cuneta revestida de H⁵ (c=180 kg/cm²)
- Escala: Sin escala

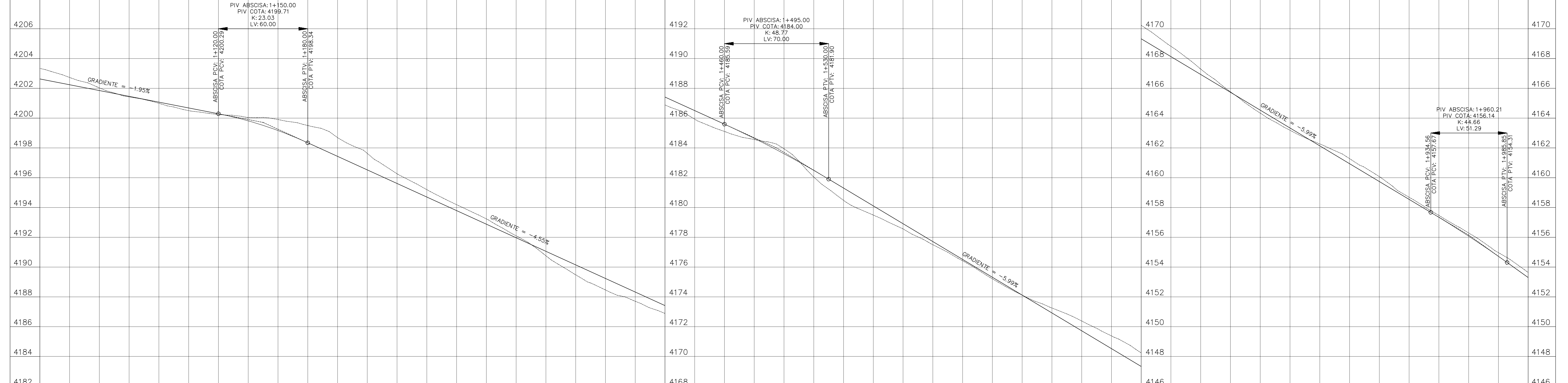
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: LAS CONDICIONES TÉCNICAS DE LA VÍA PUCAYACA - CRUZ PUENBATA PARROQUIA PILAHUÍN CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DE LOS HABITANTES

CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL DISEÑO VERTICAL TRAMO: K+1000 - K+2+000	REALIZADO POR: ALVARO SALAZAR	ESCALA: H: 1:1000 V: 1:100
UBICACIÓN: PARROQUIA PILAHUÍN - CANTÓN AMBATO	REVISADO POR:	FECHA: NOVIEMBRE 2015
LONGITUD DE LA VÍA: 0+000 - 4+600 Km	ING. M. Sc. YNIGIO ALMEIDA TUTOR	LAMINA: 2/8



PERFIL LONGITUDINAL



ABSCISAS	COTA TERRENO	COTA PROYECTO	CORTE	RELLENO
1+000	4203.34	4202.63	0.70	1+000
1+020	4202.73	4202.24	0.49	1+020
1+040	4202.03	4201.85	0.18	1+040
1+060	4201.43	4201.46	0.04	1+060
1+080	4201.00	4201.07	0.08	1+080
1+100	4200.50	4200.68	0.18	1+100
1+120	4200.25	4200.28	0.05	1+120
1+140	4200.05	4199.82	0.23	1+140
1+160	4199.91	4199.17	0.74	1+160
1+180	4199.50	4198.34	1.16	1+180
1+200	4198.69	4197.43	1.26	1+200
1+220	4197.63	4196.52	1.11	1+220
1+240	4196.26	4195.61	0.65	1+240
1+260	4195.20	4194.70	0.50	1+260
1+280	4194.19	4193.79	0.40	1+280
1+300	4193.23	4192.88	0.35	1+300
1+320	4192.10	4191.97	0.13	1+320
1+340	4190.76	4191.06	0.30	1+340
1+360	4189.48	4190.15	0.67	1+360
1+380	4188.46	4189.24	0.77	1+380
1+400	4187.71	4188.33	0.62	1+400
1+420	4186.89	4187.42	0.53	1+420
1+440	4186.93	4186.50	0.57	1+440
1+460	4186.11	4185.59	0.49	1+460
1+480	4184.56	4184.64	0.08	1+480
1+500	4183.94	4183.61	0.34	1+500
1+520	4182.05	4182.49	0.45	1+520
1+540	4180.48	4181.30	0.82	1+540
1+560	4179.49	4180.11	0.61	1+560
1+580	4178.56	4178.91	0.35	1+580
1+600	4177.50	4177.71	0.21	1+600
1+620	4176.42	4176.51	0.09	1+620
1+640	4175.21	4175.32	0.11	1+640
1+660	4174.12	4174.12	0.00	1+660
1+680	4173.25	4172.92	0.33	1+680
1+700	4172.38	4171.72	0.66	1+700
1+720	4171.38	4170.52	0.85	1+720
1+740	4170.23	4169.33	0.91	1+740
1+760	4168.82	4168.13	0.69	1+760
1+780	4167.29	4166.93	0.36	1+780
1+800	4165.77	4165.73	0.03	1+800
1+820	4164.34	4164.54	0.20	1+820
1+840	4163.18	4163.34	0.15	1+840
1+860	4162.27	4162.14	0.13	1+860
1+880	4161.28	4160.94	0.34	1+880
1+900	4160.08	4159.74	0.33	1+900
1+920	4158.69	4158.55	0.14	1+920
1+940	4157.47	4157.35	0.13	1+940
1+960	4156.29	4156.08	0.21	1+960
1+980	4154.97	4154.72	0.25	1+980
2+000	4153.63	4153.30	0.34	2+000

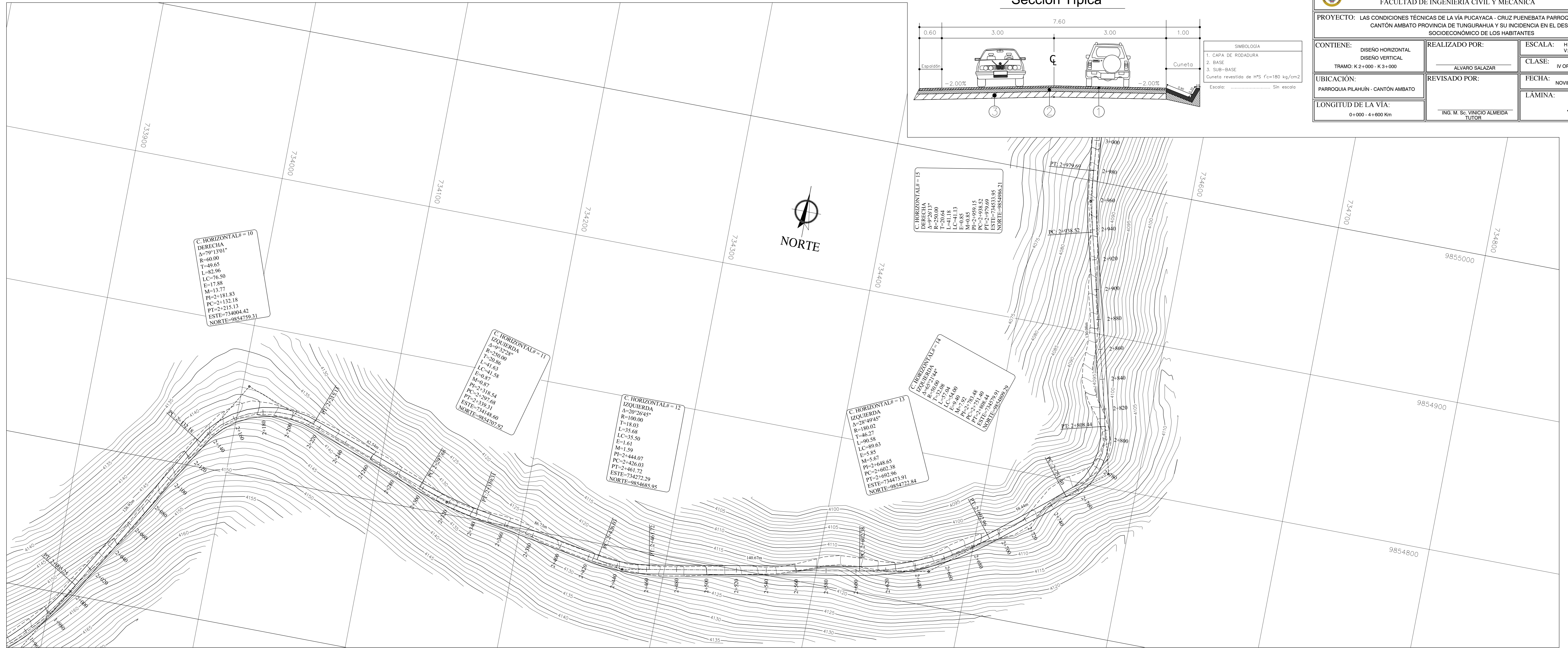
PLANTA

Sección Típica

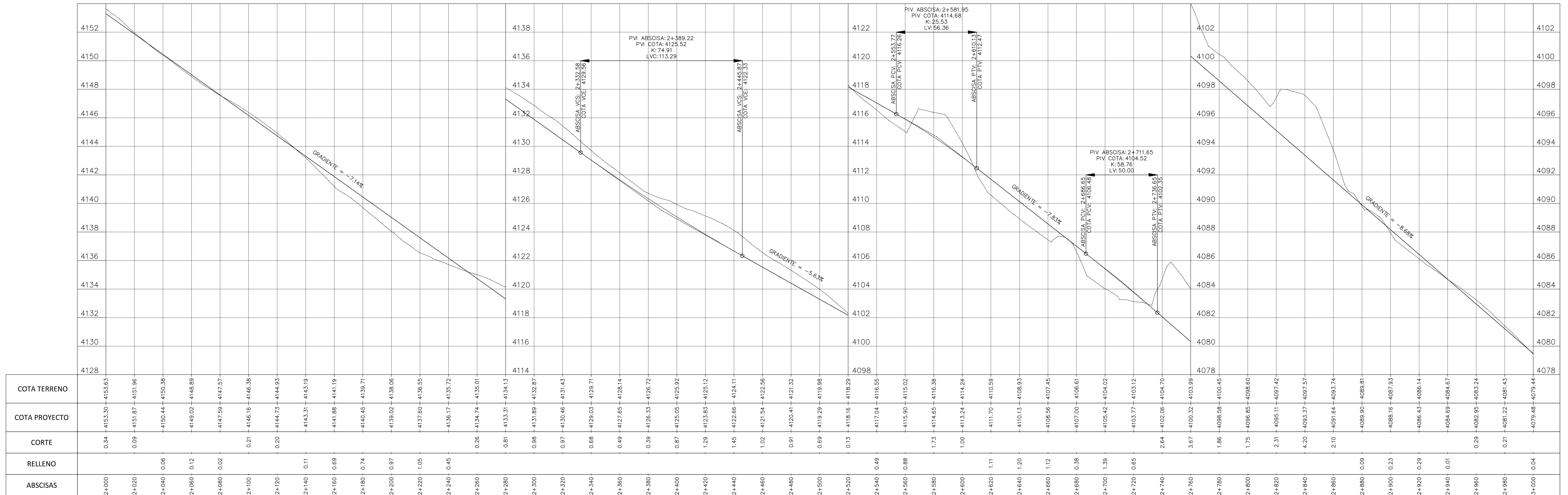
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: LAS CONDICIONES TÉCNICAS DE LA VÍA PUCAYACA - CRUZ PUENBATA PARROQUIA PILAHUIN CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNJUNAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DE LOS HABITANTES

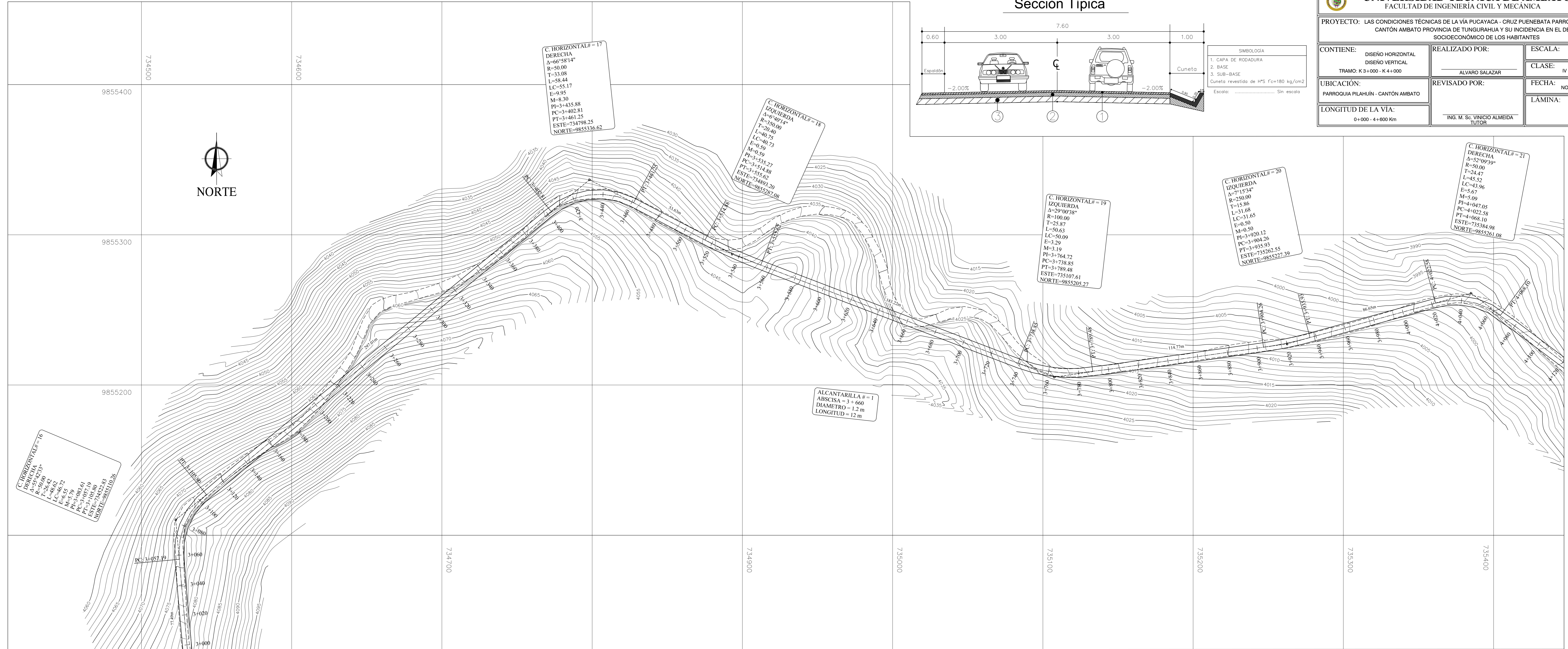
CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL DISEÑO VERTICAL TRAMO: K 2+000 - K 3+000	REALIZADO POR: ALVARO SALAZAR	ESCALA: H: 1:1000 V: 1:100
UBICACIÓN: PARROQUIA PILAHUIN - CANTÓN AMBATO	REVISADO POR:	FECHA: NOVIEMBRE 2015
LONGITUD DE LA VÍA: 0+000 - 4+600 Km	ING. M. Sc. VINICIO ALMEIDA TUTOR	LAMINA: 3/8



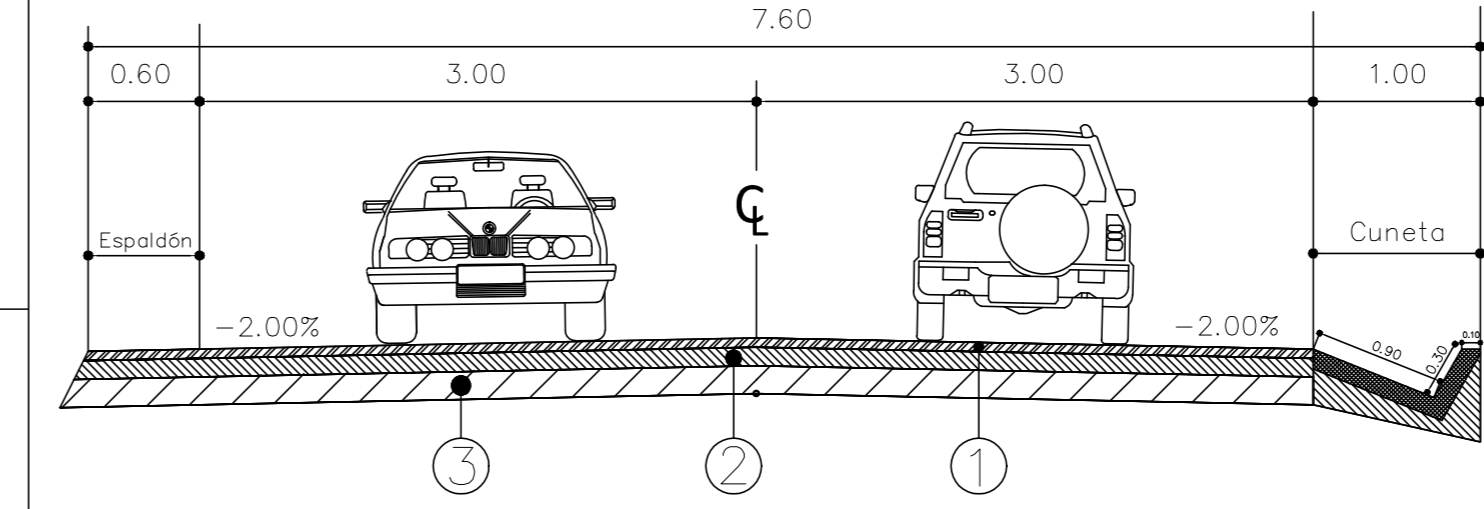
PERFIL LONGITUDINAL



PLANTA



Sección Típica



- 1. CARPA DE RODADURA**
2. BASE
3. SUB-BASE
- Cuneta revestida de H² $\tau = 180 \text{ kg/cm}^2$
- Escalera: Sin escalera

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: LAS CONDICIONES TÉCNICAS DE LA VÍA PUCAYACA - CRUZ PUENBATA PARROQUIA PILAHUÍN CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNJUNAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DE LOS HABITANTES

CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL, DISEÑO VERTICAL, TRAMO: K 3+000 - K 4+000

REALIZADO POR: ALVARO SALAZAR

REVISADO POR: ING. M. Sc. VINCIO ALMEIDA TUTOR

ESCALA: H: 1:1000, V: 1:100

CLASE: IV ORDEN

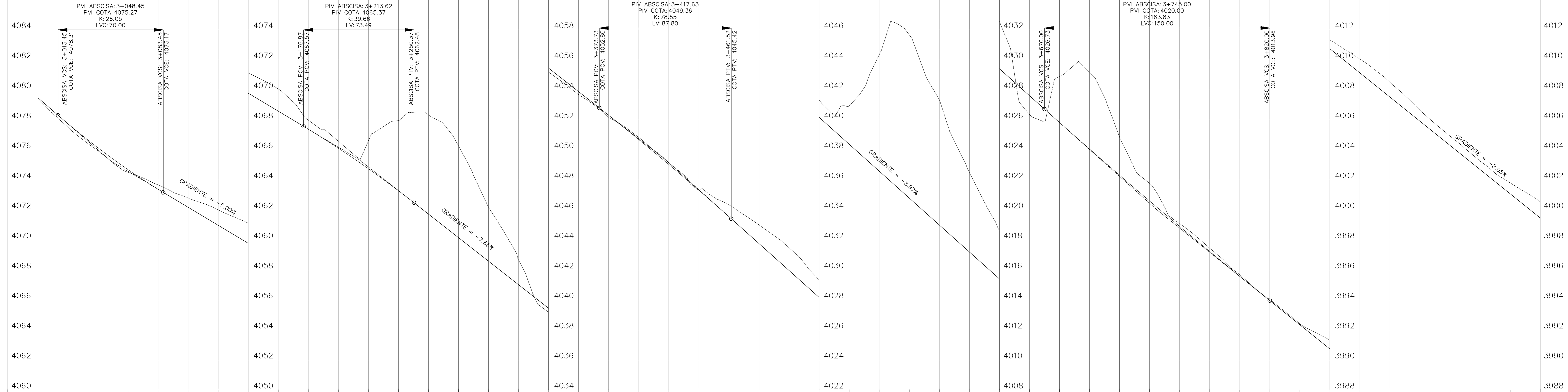
FECHA: NOVIEMBRE 2015

LAMINA: 4/8

UBICACIÓN: PARROQUIA PILAHUÍN - CANTÓN AMBATO

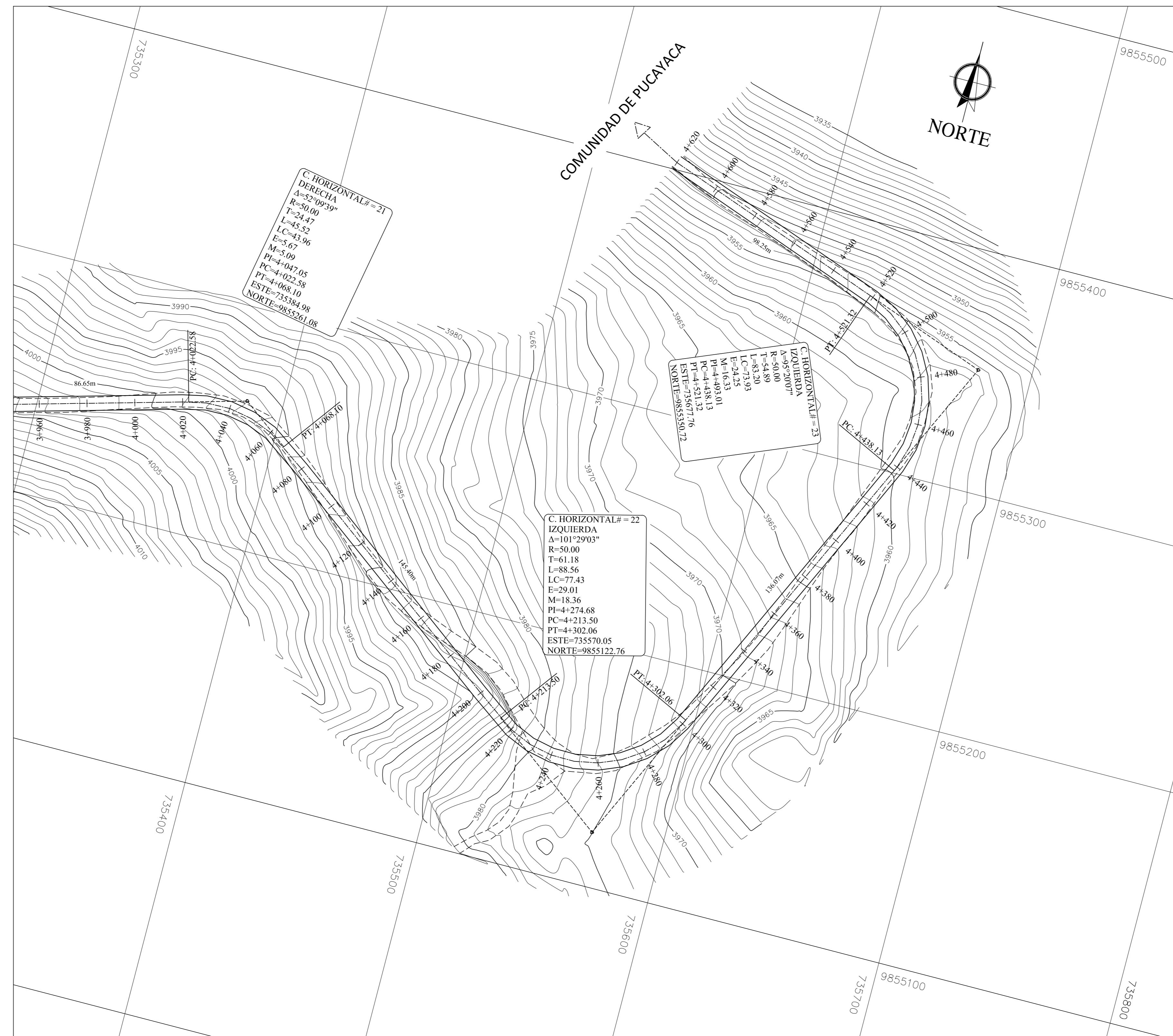
LONGITUD DE LA VÍA: 0+000 - 4+000 Km

PERFIL LONGITUDINAL



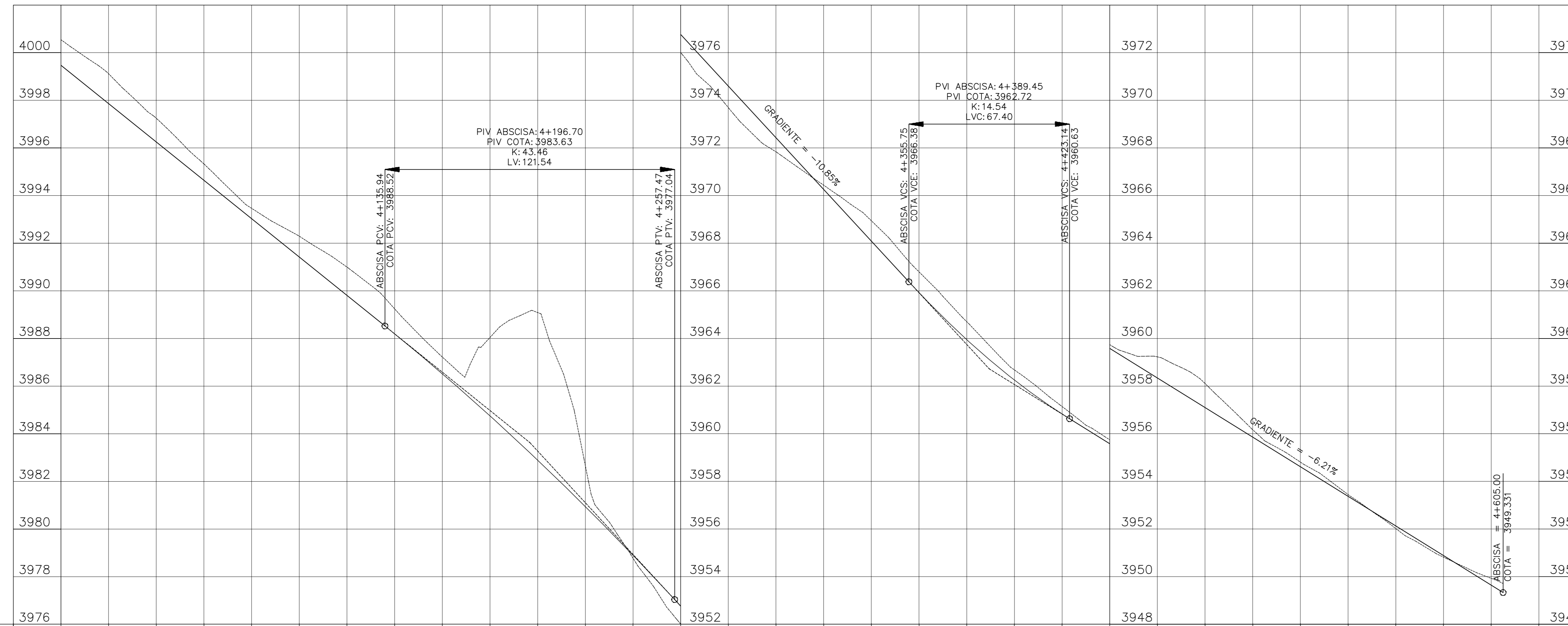
ABSCISAS	RELLENO	CORTE	COTA PROYECTO	COTA TERRENO
3+000	0.04		-4079.48	-4079.44
3+020	0.24		-4077.75	-4077.51
3+040	0.20		-4076.14	-4075.95
3+060	0.17		-4074.69	-4074.51
3+080		0.29	-4073.38	-4073.68
3+100		0.62	-4072.18	-4072.80
3+120		1.02	-4070.98	-4072.00
3+140		1.34	-4069.78	-4071.12
3+160		1.48	-4068.58	-4070.06
3+180		0.60	-4067.38	-4067.99
3+200		0.46	-4066.12	-4066.58
3+220		1.85	-4064.75	-4066.60
3+240		4.67	-4063.28	-4067.96
3+260		6.61	-4061.73	-4068.33
3+280		6.11	-4060.16	-4066.27
3+300		3.98	-4058.59	-4062.17
3+320		1.64	-4057.02	-4058.66
3+340	0.26		-4055.45	-4055.19
3+360	0.20		-4053.88	-4053.68
3+380	0.14		-4052.31	-4052.17
3+400		0.14	-4050.70	-4050.83
3+420		0.13	-4049.03	-4049.16
3+440	0.01		-4047.32	-4047.30
3+460		0.78	-4045.56	-4046.34
3+480	1.24		-4043.76	-4045.00
3+500	1.52		-4041.97	-4043.49
3+520	1.14		-4040.18	-4041.32
3+540	2.54		-4038.38	-4040.92
3+560	7.75		-4036.59	-4044.34
3+580	10.88		-4034.80	-4045.67
3+600	8.35		-4033.00	-4041.35
3+620	5.29		-4031.21	-4036.50
3+640	3.16		-4029.42	-4032.57
3+660	1.24		-4027.62	-4028.38
3+680	3.07		-4025.83	-4028.90
3+700	5.12		-4024.05	-4029.18
3+720	2.54		-4022.32	-4024.86
3+740	1.17		-4020.60	-4021.77
3+760	0.19		-4018.80	-4019.09
3+780	0.23		-4017.23	-4017.46
3+800	0.11		-4015.58	-4015.69
3+820	0.08		-4013.96	-4014.04
3+840	0.06		-4012.35	-4012.41
3+860	0.59		-4010.74	-4011.33
3+880	0.92		-4009.13	-4010.05
3+900	0.99		-4007.52	-4008.51
3+920	0.73		-4005.91	-4006.64
3+940	0.62		-4004.30	-4004.92
3+960	0.57		-4002.69	-4003.26
3+980	0.73		-4001.08	-4001.81
4+000	1.08		-3999.47	-4000.54

PLANTA



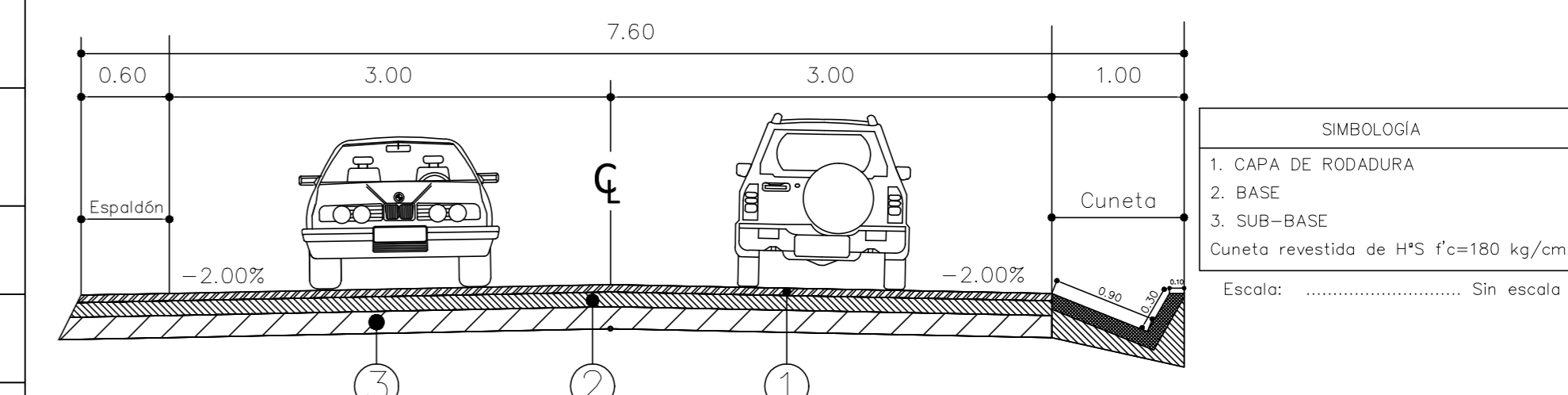
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		ESCALA: H: 1:1000 V: 1:100
PROYECTO: LAS CONDICIONES TÉCNICAS DE LA VÍA PUCAYACA - CRUZ PUENEBATA PARROQUIA PILAHUÍN CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DE LOS HABITANTES		
CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL DISEÑO VERTICAL TRAMO: K+000 - K+600	REALIZADO POR: ALVARO SALAZAR	CLASE: IV ORDEN
UBICACIÓN: PARROQUIA PILAHUÍN - CANTÓN AMBATO	REVISADO POR: ING. M. Sc. VINICIO ALMEIDA TUTOR	FECHA: NOVIEMBRE 2015
LONGITUD DE LA VÍA: 0+000 - 4+600 Km		5/8

PERFIL LONGITUDINAL



	4+000	4+020	4+040	4+060	4+080	4+100	4+120	4+140	4+160	4+180	4+200	4+220	4+240	4+260	4+280	4+300	4+320	4+340	4+360	4+380	4+400	4+420	4+440	4+460	4+480	4+500	4+520	4+540	4+560	4+580	4+600
COTA TERRENO	3998.47	3998.12	3997.25	3995.33	3993.47	3991.42	3989.00	3986.25	3982.22	3978.04	3973.09	3967.66	3978.77	3976.01	3973.70	3971.84	3970.43	3968.94	3966.80	3964.71	3962.68	3961.14	3958.74	3956.23	3953.11	3949.17	3944.81	3940.44	3935.02	3929.93	3924.93
COTA PROYECTO	3998.47	3997.86	3997.25	3996.64	3995.33	3994.42	3993.00	3991.19	3988.52	3984.75	3982.89	3980.94	3978.90	3976.77	3974.60	3972.43	3970.26	3968.09	3965.92	3963.75	3961.58	3959.41	3957.24	3955.07	3952.90	3950.73	3948.56	3946.39	3944.22	3942.05	3939.88
CORTE	1.08	1.26	1.00	0.69	0.44	0.88	1.19	1.05	0.70	3.29	6.20	1.72	-0.13	-0.76	-0.90	-0.59	0.18	0.86	0.87	0.75	0.43	0.31	0.16	0.89	1.01	0.31	0.20	0.08	-0.29	-0.29	
RELLENO																															
ABSCISAS	4+000	4+020	4+040	4+060	4+080	4+100	4+120	4+140	4+160	4+180	4+200	4+220	4+240	4+260	4+280	4+300	4+320	4+340	4+360	4+380	4+400	4+420	4+440	4+460	4+480	4+500	4+520	4+540	4+560	4+580	4+600

Sección Típica



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: LAS CONDICIONES TÉCNICAS DE LA VÍA PUCAYACA - CRUZ PUENBATA PARROQUIA PILAHUÍN CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DE LOS HABITANTES.

CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES	REALIZADO POR: ALVARO SALAZAR	ESCALA: 1:200
UBICACIÓN: PARROQUIA PILAHUÍN - CANTÓN AMBATO	REVISADO POR: ING. M. SC. VINICIO ALMEIDA TUTOR	FECHA: SEPTIEMBRE 2015
LONGITUD DE LA VÍA: 0+000 - 4+600 Km		LAMINA: 6/8

