



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE PREVIO A  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

---

“ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA – LA DOLOROSA –  
LIRIO – LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN  
FERNANDO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA PARA  
SATISFACER LAS NECESIDADES DEL LUGAR.”

---

**AUTOR: SALAZAR CÓRDOVA GEOVANA NATALY**

**TUTOR: ING. MSC. VINICIO ALMEIDA**

**AMBATO - ECUADOR**

**2015**

## **APROBACIÓN POR EL TUTOR**

Certifico que el presente trabajo de investigación realizado por la Srta. Geovana Nataly Salazar Córdova, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi tutoría, es un trabajo personal e inédito bajo el tema **“ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA – LA DOLOROSA – LIRIO – LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DEL LUGAR.”**

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ing. Mg. Vinicio Almeida  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación: **“ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA – LA DOLOROSA – LIRIO – LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DEL LUGAR.”**, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuestas son de exclusiva responsabilidad del autor de este trabajo.

Egda. Geovana Nataly Salazar Córdova

**AUTORA**

## DEDICATORIA

*Quiero dedicar esta tesis con todo mi cariño y mi amor a mi familia y a las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino terminaba, especialmente a mi madre **España Córdova** que me apoyado tanto no solo en la carrera universitaria sino durante toda mi vida, por ser el pilar más importante y creer en mí.*

*A mis hermanas, principalmente a mi hermano **Víctor Salazar**, quienes me brindaron su apoyo incondicional a lo largo de esta trayectoria, en ellos tengo el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus virtudes y su gran corazón me lleva a admirarlos cada día más.*

*A mis amigas/os ya que tuve la dicha de tener el mejor grupo de compañeros universitarios, no solo por ayudarme en gran manera a concluir el desarrollo de este proyecto, sino por todos los bonitos momentos que pasamos en el proceso.*

*A todos ustedes gracias, ahora terminamos una etapa más de la vida, pero iniciamos la siguiente.*

*A ustedes les dedico cada una de las páginas de mi tesis.*

**Geovana Nataly**

## AGRADECIMIENTO

*Mi agradecimiento a la **Universidad Técnica de Ambato** por haberme abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, especialmente a la **Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica**.*

*También quiero dar las gracias a mi tutor de tesis **Ing. Mg. Vinicio Almeida** por sus conocimientos, orientaciones, su paciencia y su motivación que han sido fundamentales para mi formación.*

*De igual manera agradecer a todos mis profesores que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien.*

*Y para finalizar mi más profundo agradecimiento a esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme su apoyo, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado.*

*Muchas gracias por todo.*

**Geovana Nataly**

## ÍNDICE

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA

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	Interrogantes (subproblemas).....	3
1.2.6	Delimitación del Objeto de Investigación.....	3
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4	OBJETIVOS.....	5
1.4.1	Objetivo General.....	5
1.4.2	Objetivos Específicos.....	5

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	6
2.2	FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	7
2.3	FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	8
2.4	CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	9
2.4.1	Supra ordinación de las variables.....	9
2.4.2	DEFINICIÓN.....	9
2.4.2.1	Vías o Carreteras.....	9
2.4.2.1.1	Clasificación de las carreteras.....	10
2.4.2.2	Topografía.....	13
2.4.2.3	Estudio de Tráfico.....	14
2.4.2.3.1	Tráfico promedio diario anual (TPDA).....	15

2.4.2.3.2	Tipos de conteo vehicular.....	15
2.4.2.3.3	Tipos de tránsito.....	16
2.4.2.4	Velocidad de Diseño.....	17
2.4.2.5	Diseño Geométrico de vías.....	20
2.4.2.5.1	Alineamiento Horizontal.....	21
2.4.2.5.2	Alineamiento Vertical.....	32
2.4.2.5.3	Sección transversal.....	38
2.4.2.6	Estudio de Suelos.....	41
2.4.2.6.1	Pruebas de laboratorio.....	42
2.4.2.7	Pavimento.....	48
2.4.2.7.1	Pavimento flexible.....	49
2.4.2.7.2	Características del Pavimento Flexible.....	55
2.4.2.7.3	Ventajas del Pavimento Flexible.....	55
2.4.2.8	Drenaje Vial.....	56
2.4.2.8.1	Cunetas.....	57
2.4.2.8.2	Alcantarillas.....	59
2.5	HIPÓTESIS.....	60
2.6	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	60
2.6.1	Variable Independiente.....	60
2.6.2	Variable Dependiente.....	60

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA**

3.1	MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	61
3.2	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	62
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	63
3.3.1	Población o universo.....	63
3.3.2	Cálculo de la muestra.....	63
3.4	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	64
3.4.1	Variable Independiente.....	64

3.4.2	Variable Dependiente.....	65
3.5	PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	65
3.6	PLAN DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	66

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	68
4.1.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	68
4.1.2	ANÁLISIS DEL INVENTARIO VIAL.....	78
4.1.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	78
4.1.4	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE TRÁFICO....	79
4.1.4.1	Demanda vehicular.....	80
4.1.4.2	Hora pico.....	80
4.1.4.3	Cálculo del factor hora pico.....	81
4.1.4.4	Tráfico actual.....	81
4.1.4.5	Tráfico futuro.....	82
4.1.4.6	Tráfico generado, atraído y desarrollado.....	82
4.1.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELOS.....	84
4.1.5.1	Contenido de Humedad.....	84
4.1.5.2	Límites de Consistencia.....	85
4.1.5.3	Análisis Granulométrico.....	85
4.1.5.4	Capacidad de Soporte ó CBR (California Bearing Ratio).....	86
4.2	INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	87
4.2.1	INTERPRETACIÓN DE DATOS DE LA ENCUESTA.....	87
4.2.2	INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INVENTARIO VIAL..	89
4.2.3	INTERPRETACIÓN DE DATOS DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO..	89
4.2.4	INTERPRETACIÓN DE DATOS DEL ESTUDIO DE TRÁFICO...	89
4.2.5	INTERPRETACIÓN DE DATOS DEL ESTUDIO DE SUELOS....	90
4.2.5.1	Contenido de Humedad.....	90
4.2.5.2	Límites de Consistencia.....	90



4.2.5.3	Análisis Granulométrico.....	90
4.2.5.4	Capacidad de Soporte ó CBR (California Bearing Ratio).....	90
4.3	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	90

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	CONCLUSIONES.....	94
5.2	RECOMENDACIONES.....	96

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

6.1	DATOS INFORMATIVOS.....	98
6.1.1	Descripción del Proyecto.....	98
6.1.2	Localización del Proyecto.....	98
6.2	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	100
6.3	JUSTIFICACIÓN.....	100
6.4	OBJETIVOS.....	101
6.4.1	Objetivo General.....	101
6.4.2	Objetivos Específicos.....	101
6.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	101
6.6	FUNDAMENTACIÓN.....	102
6.6.1	Diseño de la vía.....	102
6.6.2	Diseño de la estructura del pavimento.....	103
6.6.3	Diseño del sistema de drenaje.....	103
6.7	METODOLOGÍA - MODELO OPERATIVO.....	104
6.7.1	Diseño geométrico de la vía.....	104
6.7.1.1	Alineamiento Horizontal.....	104
6.7.1.2	Alineamiento Vertical.....	110
6.7.2	Diseño de Pavimento Flexible.....	111
6.7.2.1	Número acumulado de ejes simples equivalentes de 8.2 ton (W18)...	112
6.7.2.2	Valor de soporte de la sub-rasante (C.B.R.).....	113

6.7.2.2.1	Elección del CBR de Diseño.....	113
6.7.2.3	Diseño del pavimento flexible.....	114
6.7.2.3.1	Método AASHTO.....	114
6.7.2.3.2	Periodo de diseño.....	115
6.7.2.3.3	Confiabilidad “r”.....	115
6.7.2.3.4	Desviación estándar “So”.....	117
6.7.2.3.5	Módulo de resiliencia “Mr”.....	117
6.7.2.3.6	Índice de serviciabilidad (PSI).....	117
6.7.2.3.7	Determinación de los coeficientes estructurales de los diversos materiales.....	118
6.7.2.3.7.1	Coeficiente estructural de la capa de pavimento (a <sub>1</sub> ).....	118
6.7.2.3.7.2	Coeficiente estructural de la capa base (a <sub>2</sub> ).....	120
6.7.2.3.7.3	Coeficiente estructural de la sub base (a <sub>3</sub> ).....	121
6.7.2.3.8	Coeficientes de Drenajes (m <sub>2</sub> , m <sub>3</sub> ).....	122
6.7.2.3.9	Diseño del Pavimento.....	123
6.7.2.3.10	Análisis de falla.....	128
6.7.4	Estructuras menores y obras complementarias.....	130
6.7.4.1.1	Sistema de drenaje.....	130
6.7.4.1.1.1	Diseño de cunetas.....	130
6.7.4.1.2	Sección transversal.....	136
6.7.4.1.3	Diseño de alcantarillas.....	137
6.7.5	Cálculo de Volúmenes de Obra.....	140
6.7.6	Presupuesto referencial.....	144
6.8	ADMINISTRACIÓN.....	145
6.8.1	Recursos económicos.....	145
6.9	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	145
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>157</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>158</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Clasificación del terreno en base a las condiciones topográficas.....	11
Tabla N° 2. Relación Función, Clase de Carreteras, Tráfico Proyectado.....	13
Tabla N° 3. Relaciones entre velocidades de circulación y diseño.....	20
Tabla N° 4. Curvas verticales cóncavas mínimas.....	34
Tabla N° 5. Curvas verticales convexas mínimas.....	35
Tabla N° 6. Valores mínimos de diseño del coeficiente “k” para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas mínimas.....	35
Tabla N° 7. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.....	36
Tabla N° 8. Relación gradiente – longitud.....	36
Tabla N° 9. Valores de diseño para el ancho de espaldones.....	40
Tabla N° 10. Clasificación del suelo de acuerdo al CBR.....	43
Tabla N° 11. Numeración y apertura de tamices.....	44
Tabla N° 12. Clasificación de suelos SUCS.....	44
Tabla N° 13. Clasificación de suelos sistema AASHTO.....	45
Tabla N° 14. Clase de sub-bases.....	52
Tabla N° 15. Límites granulométricos clase 1.....	53
Tabla N° 16. Límites granulométricos clase 2.....	54
Tabla N° 17. Límites granulométricos clase 3.....	54
Tabla N° 18. Límites granulométricos clase 4.....	54
Tabla N° 19. Condiciones de la vía en estudio.....	69
Tabla N° 20. Actividades del sector.....	70
Tabla N° 21. Frecuencia del uso de la vía.....	71

Tabla N° 22. Colaboración de propiedades privadas para la vía .....	72
Tabla N° 23. Daños en vehículos.....	73
Tabla N° 24. Beneficio con la ejecución de la obra.....	74
Tabla N° 25. Incremento de la actividad comercial en el sector.....	75
Tabla N° 26. Día de mayor tránsito.....	76
Tabla N° 27. Tipos de vehículos que circulan por el proyecto.....	77
Tabla N° 28. Resumen del inventario vial.....	78
Tabla N° 29. Tabla resumen de pendientes.....	79
Tabla N° 30. Inventario de los vehículos en hora pico.....	81
Tabla N° 31. Tasas de crecimiento anual del tráfico (%)......	82
Tabla N° 32. Resumen del TPDA total actual.....	83
Tabla N° 33. Resumen del tráfico futuro.....	83
Tabla N° 34. Resumen del contenido de humedad.....	84
Tabla N° 35. Resumen de los límites de consistencia.....	85
Tabla N° 36. Resumen de la clasificación de suelos.....	86
Tabla N° 37. Resumen de la capacidad de soporte del suelo.....	86
Tabla N° 38. Tabla de valores para el CBR de diseño.....	87
Tabla N° 39. Tabla para valores de chi-cuadrado crítico.....	92
Tabla N° 40. Frecuencias observadas.....	92
Tabla N° 41. Frecuencias esperadas.....	93
Tabla N° 42. Cálculo del chi – cuadrado.....	93
Tabla N° 43. Velocidad de diseño en carreteras.....	105
Tabla N° 44. Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.....	107

Tabla N° 45. Radios mínimos de curvatura en función de “e”.....	108
Tabla N° 46. Factores de daño.....	112
Tabla N° 47. Ejes equivalentes.....	113
Tabla N° 48. Periodo de diseño en función del tipo de carretera.....	115
Tabla N° 49. Porcentaje de W18 en el carril de diseño.....	115
Tabla N° 50. Niveles de confiabilidad sugeridos en función del tipo de carreteras.....	116
Tabla N° 51. Valores de Zr (desviación estándar) en función de la confiabilidad.....	116
Tabla N° 52. Módulo elástico de la carpeta asfáltica a1.....	119
Tabla N° 53. Coeficientes de la Capa Base (a2).....	121
Tabla N° 54. Valores de a3.....	122
Tabla N° 55. Diferentes niveles de drenaje de la estructura del pavimento.....	122
Tabla N° 56. Valores de m <sub>i</sub> recomendados para modificar los coeficientes de capas de base y sub-base granular.....	123
Tabla N° 57. Cálculo de la estructura del Pavimento (PROPUESTA).....	124
Tabla N° 58. Valores mínimos D1, D2 en función del tráfico W18.....	125
Tabla N° 59. Coeficientes de rugosidad de Manning.....	131
Tabla N° 60. Caudales y velocidades.....	132
Tabla N° 61. Valores de escorrentía.....	133
Tabla N° 62. Cuantificación del H°S° para el cabezal de entrada tipo 1.....	139
Tabla N° 63. Cuantificación del H°S° para el cabezal Tipo 2.....	140
Tabla N° 64. Temperaturas de aplicación.....	148

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Elementos de la curva circular simple.....	23
Gráfico N° 2. La distancia requerida para la parada de un vehículo.....	25
Gráfico N° 3. La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo.....	27
Gráfico N° 4. Esquema del peralte.....	28
Gráfico N° 5. Esquema del sobreecho.....	29
Gráfico N° 6. Transición de peraltes y sobreechos.....	31
Gráfico N° 7. Diagrama de transición del peralte.....	32
Gráfico N° 8. Tipos de curvas verticales.....	33
Gráfico N° 9. Sección transversal típica.....	41
Gráfico N° 10. Límites de Atterberg.....	45
Gráfico N° 11. Límite plástico.....	46
Gráfico N° 12. Límite líquido.....	46
Gráfico N° 13. Curva típica del ensayo de compactación.....	47
Gráfico N° 14. Estructura de un pavimento flexible.....	50
Gráfico N° 15. Transmisión de cargas en capas inferiores.....	51
Gráfico N° 16. Secciones típicas de cunetas.....	57
Gráfico N° 17. Bombeo.....	58
Gráfico N° 18. Rampa de descarga.....	59
Gráfico N° 19. Elementos de una alcantarilla.....	60
Gráfico N° 20. Condiciones de la vía en estudio.....	69
Gráfico N° 21. Actividades del sector.....	70
Gráfico N° 22. Frecuencia del uso de la vía.....	71
Gráfico N° 23. Colaboración de propiedades privadas para la vía.....	72

Gráfico N° 24. Daños en vehículos.....	73
Gráfico N° 25. Beneficio con la ejecución de la obra.....	74
Gráfico N° 26. Incremento de la actividad comercial en el sector.....	75
Gráfico N° 27. Día de mayor tránsito.....	76
Gráfico N° 28. Tipos de vehículos que circulan por el proyecto.....	77
Gráfico N° 29. Resumen del día de mayor demanda vehicular.....	80
Gráfico N° 30. CBR de diseño.....	87
Gráfico N° 31. Ubicación del proyecto.....	99
Gráfico N° 32. Nomograma para estimar el coeficiente estructural $a_1$ de la carpeta asfáltica.....	119
Gráfico N° 33. Nomograma para estimar coeficiente estructural $a_2$ .....	120
Gráfico N° 34. Nomograma para estimar coeficiente estructural $a_3$ .....	121
Gráfico N° 35. Cálculo del número estructural SN.....	123
Gráfico N° 36. Espesores para la capa del pavimento.....	125
Gráfico N° 37. Estructura del pavimento propuesto para la vía en estudio.....	127
Gráfico N° 38. Información estructural.....	128
Gráfico N° 39. Información de cargas.....	129
Gráfico N° 40. Chequeo de fatiga y ahuellamiento en el asfalto.....	129
Gráfico N° 41. Dimensiones asumidas de la cuneta.....	130
Gráfico N° 42. Proyección de la precipitación anual 2014.....	135
Gráfico N° 43. Sección transversal típica.....	136
Gráfico N° 44. Alcantarilla más cabezal de entrada y salida Tipo 1.....	139
Gráfico N° 45. Cabezal de entrada y salida tipo 2.....	139
Gráfico N° 46. Ángulos de iluminación y observación.....	152

Gráfico N° 47. Señales reglamentarias.....	154
Gráfico N° 48. Señales preventivas.....	154
Gráfico N° 49. Señales de información.....	155
Gráfico N° 50. Señales especiales delineadoras.....	155
Gráfico N° 51. Señales para trabajos en la vía o propósitos especiales.....	156



## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 TEMA**

Estudio de las condiciones de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquias Pasa y San Fernando, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua para satisfacer las necesidades del lugar.

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

##### **1.2.1 Contextualización**

Durante mucho tiempo se han hecho esfuerzos para incrementar la red vial con la finalidad de permitir el desarrollo social, económico y cultural de las ciudades, mediante la construcción, ampliación y así mismo el mantenimiento de carreteras principales, secundarias y caminos vecinales.

Una carretera o ruta es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles claro que no hay que olvidar que mejora y fomenta la calidad de vida de los habitantes que la poseen ya que brindan el acceso a las culturas, a la geografía y al entorno de otros pueblos. En nuestro país el trabajo conjunto de diferentes instituciones del sector público se inclina a mejorar las principales vías, a través de planes de rehabilitación y mantenimiento vial, a fin de convertirlas en el eje motor del desarrollo.

Actualmente en la provincia de Tungurahua, el tráfico por carretera se ha desarrollado considerablemente en los últimos años por lo cual se hace indispensable la creación de vías terrestres que permitan el avance de los centros poblados; tal es el caso de la vía Pasa sector el Lirio que se conecta a la Parroquia San Fernando y algunos otros sectores que se vinculan con la misma, ésta en la actualidad no cuenta con una capa de rodadura adecuada, así como la falta de obras de arte dificultando la movilización de vehículos y personas, impidiendo que estos sectores alcancen un verdadero desarrollo.

La elaboración del mejoramiento de esta vía permitirá el adelanto social, económico y cultural de las parroquias de Pasa y San Fernando así como también de los demás sectores implicados en dicho proyecto, evitando la dificultad del acceso, el rápido deterioro de vehículos y brindando seguridad a las personas que hacen uso de la misma.

### **1.2.2 Análisis Crítico**

El estudio de las condiciones de la vía Pasa sector Lirio que se conecta con San Fernando es muy importante no solo para dichas parroquias sino también para todos los sectores involucrados en este proyecto ya que es notable el crecimiento poblacional que están teniendo en la actualidad y al no contar con una vía adecuada se dificulta la comunicación entre las comunidades.

Cabe destacar que estos sectores son zonas productivas y es vital el transporte de sus productos pues muchos dependen de su comercialización y al no tener una carretera con una capa de rodadura en buenas condiciones dificulta el desarrollo del sector perjudicando el progreso de sus habitantes en este tipo de actividades por lo que es necesario una mejor movilización de este modo los agricultores no tendrían que salir a la ciudad en busca de otras fuentes de trabajo.

Con la mejora de esta vía se proporcionará también a los habitantes la seguridad, comodidad y una mejor calidad de vida en la zona.

### **1.2.3 Prognosis**

De no tomarse en cuenta este proyecto vial el deterioro por el que actualmente se encuentra la vía que conecta las parroquias y todos los sectores antes mencionados se irá incrementando y las personas que la transitan quedarán expuestas a todos los inconvenientes que presenta transitar por una vía en pésimas condiciones. Además se estará limitando la posibilidad de desarrollo del sector.

### **1.2.4 Formulación del problema**

¿Cómo el estudio de las condiciones de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de la parroquia Pasa y San Fernando, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua satisficará las necesidades del lugar?.

### **1.2.5 Interrogantes (subproblemas)**

- ¿Cuál es el estado actual de la vía?
- ¿Qué tipo de suelo existe en el sector?
- ¿Cuál es la topografía del lugar?
- ¿Cuál es la demanda vehicular?
- ¿Cómo afecta el estado de la vía a los habitantes?

### **1.2.6 Delimitación del Objeto de Investigación**

#### **- Delimitación de contenido**

El problema se encuentra enmarcado en el campo de la Ingeniería Civil, dentro del área de vías, en lo que se refiere al mejoramiento vial, diseño geométrico y diseño del pavimento.

- **Delimitación espacial**

El estudio se realizó en la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquias Pasa y San Fernando, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua, la longitud de la misma es 3,027.43 km. Y los estudios complementarios de suelos se llevaron a cabo en los laboratorios del Municipio de Ambato.

- **Delimitación temporal**

El proyecto se realizó en un tiempo de diez meses comprendidos desde el mes de Septiembre 2013 hasta agosto del 2014, lapso en el cual se concluyó con el proyecto.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Un país dotado de buenas vías está en condiciones de generar los elementos básicos de competitividad que a su vez posibilitarán la aparición de nuevas oportunidades de desarrollo económico, social y cultural.

Las mejoras en las carreteras se concretan a la reducción de los tiempos y costos de transporte y en la mejora de las condiciones de accesibilidad en general, que favorecen un funcionamiento más eficiente de las relaciones comerciales. En consecuencia, el florecimiento de la construcción de carreteras facilita el desarrollo económico de una región. Este desarrollo ocurre a través de la comercialización de productos locales, el aumento de comunicación con otros pueblos, el crecimiento del número de mercados, y la sobre-valoración de las tierras alrededor de las carreteras.

Vías bien mantenidas tienen menos baches, y entonces estas vías disminuyen los costos de mantenimiento de los carros. La construcción de carretas anchas y con buena visibilidad disminuye el número de accidentes de vehículos y los peligros asociados con el viaje.

El estudio de las condiciones de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquias Pasa y San Fernando, se realizó con la finalidad de que este

proyecto agilite el proceso de circulación vehicular, proporcionando seguridad ya que sin duda el mal estado de la capa de rodadura constituye un serio problema.

Es importante que el proyecto se ejecute, pues los resultados constituirán un referente importante para las parroquias y todos los sectores que se verán beneficiados de forma directa o indirecta, pues esto servirá como punto de inicio para futuras intervenciones en vías de iguales o peores condiciones, generando así el desarrollo y una mejor calidad de vida para sus habitantes.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Realizar el estudio de las condiciones de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquias Pasa y San Fernando, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua para satisfacer las necesidades del lugar.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Determinar las condiciones actuales de la vía
- ✓ Definir las características del suelo
- ✓ Determinar las condiciones topográficas
- ✓ Establecer el tráfico vehicular

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Para el desarrollo de esta investigación se tomó como referencia las siguientes investigaciones que se detallan a continuación y que se encuentran en el repositorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato:

Investigación de la egresada Sandra Beatriz Hurtado Chango (2012) con el tema “Mejoramiento Horizontal, Vertical y de la capa de rodadura de la carretera García Moreno, desde el partidero de la comunidad Sigsipamba hasta la entrada a la comunidad de Laturún, en la Parroquia San Andrés, cantón Guano, provincia de Chimborazo para mejorar las condiciones de vida” concluye que realizado el estudio de tráfico del día de máxima demanda se determinó un TPDA, que permitió conocer que existe una considerable circulación vehicular por la vía, por lo cual fue necesario realizar un ensayo de C.B.R cada Kilómetro para obtener la capacidad portante que tiene el suelo a lo largo del proyecto.

Investigación del egresado Ángel Roberto Caiza Chicaíza (2011) con el tema “Análisis de la capa de rodadura de la vía Lligo – Tahaicha – San Jorge del cantón Patate y su relación en la calidad de vida de los habitantes del sector” concluye que la capa de rodadura no tiene un buen funcionamiento, lo cual impide que mejore la

calidad de vida de quienes viven en el sector. También menciona que es indispensable que se lleve a cabo el mejoramiento, a fin de que exista uniformidad en el tipo de capa de rodadura y así disminuir los tiempos de recorrido, mejorar la comodidad al momento de circular.

Investigación del egresado Paco Oswaldo Cucuri Miñarcaja (2011) con el tema “Estudio para el mejoramiento la capa de rodadura de la antigua carretera García Moreno desde la entrada a Laturún hasta la comunidad de Cuatro Esquinas, en la parroquia San Andrés, cantón Guano, provincia de Chimborazo para satisfacer las necesidades del sector” concluye que para la ejecución del estudio y diseño de la vía se debe tomar en cuenta aspectos sociales, económicos, turísticos, la geografía, la producción agrícola, pecuaria, etc.; ya que generará plusvalía al sector e impulsará la economía de la zona. Antes de realizar cualquier actividad en la vía del proyecto se debe socializar con los habitantes de las comunidades beneficiarias para que brinden toda las facilidades en las diferentes etapas de la propuesta.

Investigación del egresado Pullas Mejía Cristian Mauricio (2013) con el tema “Las condiciones de la vía de ingreso a la Parroquia Cumandá, Cantón Palora, Provincia de Morona Santiago ubicado en el kilómetro 33.70 de la vía Baños- Puyo, y su incidencia en el desarrollo socio-económico de los habitantes” concluye que el suelo que conforma la vía de ingreso a la parroquia Cumandá presenta una capacidad portante muy baja, lo que indica que se debe realizar un mejoramiento de suelo.

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

Analizando el problema se ha determinado que el enfoque para el desarrollo de este proyecto es el crítico propositivo por las siguientes razones:

Crítico ya que permitió el análisis de las condiciones en las cuales se encuentra actualmente la vía y por otro lado da la posibilidad de una evaluación de cómo afecta este problema a los habitantes de todos estos sectores implicados tanto cultural, social y económicamente.

Por otro lado se tiene el aspecto propositivo el mismo que da una visión de la realidad planteando alternativas de solución para el problema de la vía en estudio y permitiendo involucrar a quienes serán beneficiados de forma directa o indirecta mejorando así su calidad de vida.

Cabe recalcar que el énfasis en el análisis es cualitativo con el propósito de explorar las relaciones sociales y describir la realidad tal como la experimentan sus habitantes.

### **2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

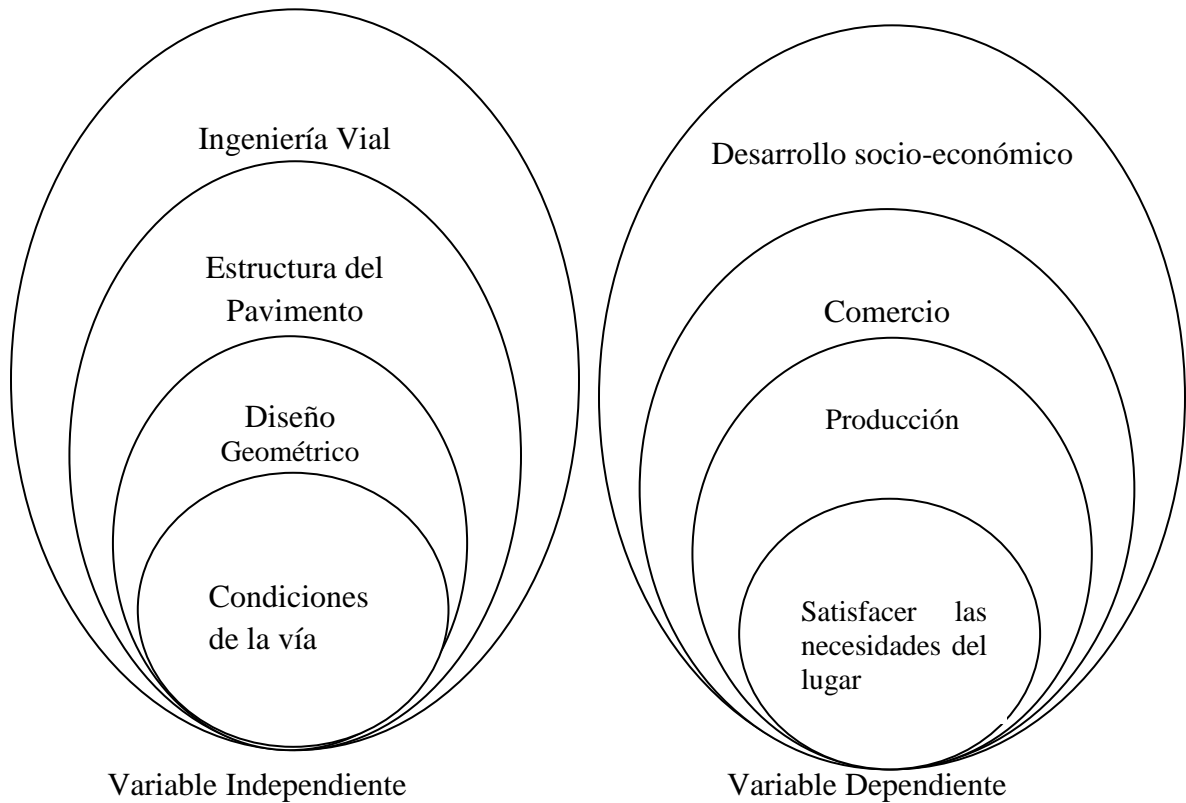
Las carreteras existentes en nuestro país Ecuador se rigen bajo las normas y especificaciones del Ministerio de Transporte y Obras Publicas “MTO”, las mismas que están encargadas de establecer los criterios de diseño, construcción y mantenimiento. Este proyecto se realiza también en base a las siguientes normas:

- AASHTO “93 para diseño de pavimentos” (American Association of State Highway and Transportation Officials o Asociación Americana de Vías Estatales y Transporte Oficial.)
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos)
- SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos o Unified Soil Classification System)
- INEN “Señalización horizontal y vertical” (Instituto Ecuatoriano de Normalización)
- Ley de caminos
- Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial



## 2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

### 2.4.1 Supra ordenación de las variables



### 2.4.2 DEFINICIONES

#### 2.4.2.1 Vías o Carreteras

Se denomina carretera o vía a un amplio camino público, asfaltado y en condiciones óptimas de utilización, que tiene por objetivo la circulación vehicular. Las carreteras se distinguen de los simples caminos ya que si bien son sendas intercomunicantes, están especialmente preparadas para el tránsito automotor, con mantenimiento regular.<sup>1</sup>

### **2.4.2.1.1 Clasificación de las carreteras**

En Ecuador, el MTOP es el encargado de establecer la clasificación basada en el volumen del tráfico y el número de calzadas requerido en su función jerárquica.

#### **- Según sus características**

- Autopista.- Es una vía de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles, con control total de acceso. Las entradas y salidas de la autopista se realizan únicamente a través de intersecciones a desnivel comúnmente llamados distribuidores. Éstas permiten a todos los vehículos circular a alta velocidad (siendo hasta poco recomendable circular por ellas a baja velocidad).<sup>2</sup>
- Carreteras multicarriles.- Son carreteras divididas o no, con dos o más carriles por sentido, con control parcial de acceso. Las entradas y salidas se realizan a través de intersecciones.<sup>2</sup>
- Carreteras de dos carriles.- Constan de una sola calzada de dos carriles, uno por cada sentido de circulación, con intersecciones a nivel y acceso directo desde sus márgenes.<sup>2</sup>

#### **- Según su jurisdicción**

- Red vial estatal.- Está constituida por todas las vías administradas por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, como única entidad responsable del manejo y control.<sup>3</sup>
- Red vial provincial.- Es el conjunto de vías administradas por cada uno de los consejos provinciales.<sup>3</sup>
- Red vial cantonal.- Es el conjunto de vías urbanas e interparroquiales administradas por cada uno de los concejos municipales.<sup>3</sup>

---

2. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Carreteras/2929973.html>

3. [http://www.iirsa.org/admin\\_iirsa\\_web/Uploads/Documents/Presentacion%20III%20Andino%20Ecuador.pdf](http://www.iirsa.org/admin_iirsa_web/Uploads/Documents/Presentacion%20III%20Andino%20Ecuador.pdf)

## Según el tipo de terreno

Tabla N° 1. Clasificación del terreno en base a las condiciones topográficas

<b>TIPO DE TERRENO</b>	<b>PENDIENTE LONGITUDINAL</b>	<b>PENDIENTE TRANSVERSAL</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS - TRAZADOS</b>
<b>Llano (LL)</b>	No obliga a pendientes mayores del 4%.	Terreno natural entre el 0 - 5 %,	Mínimo movimiento de tierras por lo que no presenta dificultad ni en el trazado ni en la explanación de una carretera.
<b>Ondulado (O)</b>	Las pendientes pueden llegar hasta el 8%.	Terreno natural que varía entre el 5 - 25%,	Moderado movimiento de tierras, que permite alineamientos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y explanación de una carretera.
<b>Montañoso (M)</b>	Da pocas oportunidades de bajar la pendiente a menos de 14%.	Terreno natural que varía de 25 - 75 %,	Las pendientes longitudinales y transversales son fuertes aunque no las máximas que se pueden presentar en una dirección considerada; hay dificultades en el trazado y explanación de una carretera.
<b>Escarpado (E)</b>	Obliga a pendientes mayores del 14%.	Terreno natural > 75%	Existe un máximo movimiento de tierras, con muchas dificultades para el trazado y construcción de la obra básica

Fuente: Análisis a las observaciones presentadas al estudio de selección de la vía de acceso al nuevo aeropuerto internacional de Quito y complementación.  
([http://corpaq.com/docs/fase\\_1/disenio\\_vial/Informe\\_Fase1.pdf](http://corpaq.com/docs/fase_1/disenio_vial/Informe_Fase1.pdf))

- **Según el tráfico proyectado (TPDA)**

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

- **Según su función jerárquica**

En el Ecuador, el MOP ha clasificado tradicionalmente las carreteras de acuerdo a un cierto grado de importancia basado más en el volumen del tráfico y el número de calzadas requerido que en su función jerárquica. Aquí se incorpora este criterio que cimentará las bases de la estructura de la red vial del país.

De acuerdo a la jerarquía atribuida en la red, las carreteras deberán ser diseñadas con las características geométricas correspondientes a su clase y construirse por etapas en función del incremento del tráfico.

- *Corredores arteriales.*- De calzadas separadas, con control total de accesos AUTOPISTAS y de calzadas separadas, con control parcial de accesos AUTOVÍAS.
- *Vías colectoras.*- Son las de clase I, II, III, y IV; de acuerdo a su importancia están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional.
- *Caminos vecinales.*- Son las carreteras IV y V, incluyen todos los caminos rurales que no estén dentro de las denominaciones anteriores.

Tabla N° 2. Relación Función, Clase de Carreteras, Tráfico Projectado

FUNCIÓN	CLASES DE CARRETERAS	TRÁFICO PROYECTADO (TPDA)
CORREDOR ARTERIAL	RI – RII	Más de 8000 vehículos
	I	De 3000 a 8000 vehículos
VIA COLECTORA	II	De 1000 a 3000 vehículos
	III	De 300 a 1000 vehículos
CAMINO VECINAL	IV	De 100 a 300 vehículos
	V	Menos de 100 vehículos

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” - MOP 2003

#### 2.4.2.2 Topografía

En la realización de los estudios para el diseño geométrico de un camino es de suma importancia la topografía del terreno, siendo éste un factor determinante en la elección de los valores de los diferentes parámetros que intervienen en el proyecto.

El relieve de la superficie terrestre se suele representar métricamente sobre un plano a través de las curvas de nivel, unas isólinas que unen puntos situados a la misma altitud y que se trazan generalmente con un intervalo determinado y equidistante para todo el terreno a cartografiar. Una de cada cuatro o cinco curvas se dibuja con un mayor grosor y se rotula su altitud correspondiente; son las llamadas curvas maestras y, entre ellas, se describen las curvas de nivel intermedias.<sup>4</sup>

En el plano del proyecto en estudio se tendrá un mapa con equidistancia entre curvas de nivel de un metro. Las curvas maestras aparecen en tono oscuro cada cinco metros con su altitud definida que se viene a denominar cota.

La cota de un punto es la longitud vertical que lo separa del plano de comparación, normalmente el nivel del mar.<sup>5</sup>

4. Topografía Valdez, Doménech

5. <http://www.aristasur.com/contenido/que-son-las-curvas-de-nivel-en-un-mapa-topografico>

Lo que se representa en un mapa no se encuentra desordenado o al azar. Las representaciones se realizan estableciendo una relación entre la extensión y la localización real de un lugar. Esa relación es la escala.<sup>6</sup>

La escala indica la relación matemática entre dos puntos en la realidad y esos mismos puntos representados en el mapa. Generalmente, la relación se expresa de forma numérica y la unidad que se utiliza es el centímetro. De forma que si en un mapa se observa la siguiente relación 1:2000 la escala indica que 1 centímetro del mapa equivalen a 2000 centímetros en la realidad, esto es 20 metros.<sup>6</sup>

Para la elaboración y ubicación de estos mapas es necesaria la utilización del sistema de coordenadas UTM (en inglés Universal Transverse Mercator), que a diferencia del sistema de coordenadas geográficas, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar. El sistema se basó en un modelo elipsoidal de la tierra, actualmente se usa el elipsoide WGS84 como modelo de base para el sistema de coordenadas UTM que permite localizar cualquier punto del mundo.<sup>7</sup>

#### **2.4.2.3 Estudio de Tráfico**

El tráfico es uno de los condicionantes fundamentales de toda obra o estudio de carreteras, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico.

Según la tesis 599 del egresado Cucuri Paco (UTA), es importante realizar este tipo de estudio ya que de éste depende:

- El tipo de carretera y enmarcarlo en la clasificación que regula el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- Determina la cantidad y la clase de vehículos que circulan para diseñar la estructura del pavimento.

---

6. [http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/3ESO/energia\\_externa/contenidos13.htm](http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/3ESO/energia_externa/contenidos13.htm)

7. [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_coordenadas\\_universal\\_transversal\\_de\\_Mercator](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_coordenadas_universal_transversal_de_Mercator)

#### 2.4.2.3.1 Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Uno de los elementos primarios para el diseño de las carreteras es el volumen del Tránsito Promedio Diario Anual, conocido en forma abreviada como TPDA, que se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un período de tiempo determinado, que es mayor de un día y menor o igual a un año, dividido por el número de días comprendido en dicho período de medición.<sup>8</sup>

$$TPDA_{Anual} = \frac{\text{Total de vehículos}}{365}$$

No obstante, se ha tomado el TPDA como un indicador numérico para diseño, tanto por constituir una medida característica de la circulación de vehículos, como por su facilidad de obtención. Constituye así el TPDA un indicador muy valioso de la cantidad de vehículos de diferentes tipos (livianos y pesados) y funciones (transporte de personas y de mercancías), que se sirve de la carretera existente como su tránsito normal y que continuará haciendo uso de dicha carretera una vez sea mejorada o ampliada, o que se estima utilizará la carretera nueva al entrar en servicio para los usuarios.<sup>8</sup>

#### 2.4.2.3.2 Tipos de conteo vehicular

Los tipos de conteos pueden ser manuales y automáticos:

**Manuales:** Son los más útiles pues proporcionan información más real sobre la composición del tráfico necesario para el diseño geométrico de la vía.<sup>9</sup>

**Automáticos:** Permiten conocer el volumen total del tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico.<sup>9</sup>

---

8. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Proyecciones-Del-Tpda/6667992.html>

9. Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003

### **Período de observación**

Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales.<sup>9</sup>

Adjunto a esta información, es importante tener datos de un conteo automático por lo menos durante un mes para cuantificar el volumen total de tráfico y correlacionar con la composición registrada en la semana.<sup>9</sup>

#### **2.4.2.3.3 Tipos de tránsito**

**1) Tránsito Actual. (Ta).**- 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 ésta estuviera al servicio de los usuarios. Es la composición de una cantidad de vehículos que durante una unidad de tiempo viajan en ambas direcciones, en una determinada carretera o entre un origen y un destino.<sup>9</sup>

**2) Tránsito Futuro. (Tf).**- Las proyecciones de 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.<sup>9</sup>

La predicción de tráfico sirve, además, para indicar cuando una carretera debe mejorar su superficie de rodadura o para aumentar su capacidad; esto se hace mediante la comparación entre el flujo máximo que puede soportar una carretera y el volumen correspondiente a la 30ava hora, o trigésimo volumen horario anual más alto, que es el volumen horario excedido sólo por 29 volúmenes horarios durante un año determinado.<sup>9</sup>

En el Ecuador no se han efectuado estudios para determinar los volúmenes correspondientes a la 30ava hora, pero de las investigaciones realizadas por la composición de tráfico se puede indicar que el volumen horario máximo en relación al TPDA varía entre el 5 y 10 por ciento.<sup>9</sup>



El tránsito futuro se compone del valor proyectado del tránsito a partir del año en que se espera sea concluida la ejecución del proyecto. Se dividen en:

- Tránsito Normal
- Tránsito Desviado
- Tránsito Generado

Tránsito Normal (Tn).- Es el resultante del crecimiento esperado del tránsito en las vías existentes, aunque no se lleve a cabo un proyecto. Es calculado aplicándose las tasas de crecimiento, obtenidas a través del análisis por métodos estadísticos del tránsito del pasado.<sup>10</sup>

Tránsito Desviado o Tránsito Atraído (Td).- Es el resultante del crecimiento esperado del tránsito, desviado de otras carreteras u otros medios de transporte (tránsito atraído), a la carretera proyectada (nueva o mejorada) en virtud de un menor costo de transporte.<sup>10</sup>

Tránsito Generado (Tg).- O inducido es el tránsito consecuente de las facilidades creadas por la construcción o mejoramiento de una carretera, sin los cuales no sería originado.<sup>10</sup>

#### **2.4.2.4 Velocidad de Diseño**

En general la velocidad es uno de los factores esenciales en cualquier tipo de transporte, puesto que de ella depende el tiempo que se gasta en la operación de traslado de personas o cosas de un sitio a otro. La velocidad que un conductor adopta en una carretera, depende, en primer lugar de la capacidad del mismo conductor y la del vehículo, y, además, de las siguientes condiciones (Reposito UTA, Ing. Bayron Ruiz López, 2009):

- I. Las características de la carretera y la zona aledaña
- II. Las condiciones del tiempo

III. La presencia de otros vehículos en la vía

IV. Las limitaciones legales y de control

La velocidad de diseño es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.<sup>11</sup>

La velocidad de diseño debe seleccionarse para el tramo de carreteras más desfavorable y debe mantenerse en una longitud mínima entre 5 y 10 kilómetros. Una vez seleccionada la velocidad, todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado. Siempre que sea posible se aconseja usar valores de diseños mayores a los mínimos establecidos.<sup>11</sup>

En conclusión se pueden señalar tres aspectos básicos y decisivos en la elección de la velocidad de diseño, que son los siguientes:

- Naturaleza del terreno: Es comprensible que un camino ubicado en una zona llana o poco ondulada ha de tener una velocidad mayor que un similar de una zona muy ondulada o montañosa, o que uno que atraviesa una zona rural respecto del que pasa por una zona urbana.<sup>11</sup>
- La modalidad de los conductores: Un conductor no ajusta la velocidad de su vehículo a la importancia que reviste un camino en el proyecto, sino a las limitaciones que le imponen las características del lugar o del tránsito y a sus propias necesidades o urgencias.<sup>11</sup>

- El factor económico: Las consideraciones económicas deben dirigirse hacia el estudio del costo de operación de los vehículos a velocidades elevadas, así como el alto costo de las obras destinadas a servir un tránsito de alta velocidad.<sup>11</sup>

### **Velocidad de Circulación**

La velocidad de circulación es la velocidad máxima a la cual puede desplazarse un vehículo en un tramo de vía bajo las condiciones de tráfico dominantes y siendo indiferentes las condiciones climáticas de cada época, sin exceder de ninguna manera el valor de la velocidad de proyecto. La velocidad de circulación es importante en el instante de evaluar los costos de circulación, los mismos que varían según la velocidad a la que se recorra. (Repositorio UTA, Egdo. Cucuri Paco, 2011)

Por lo tanto se tiene:

$$V_c = 0.8V_d + 6.5 \text{ cuando TPDA} < 1000$$

Donde:

$V_c$  = Velocidad de circulación (Km/h)

$V_d$  = Velocidad de diseño (Km/h)

### **Relación con la velocidad de circulación**

La velocidad de circulación de los vehículos en un camino, es una medida de la calidad del servicio que el camino proporciona a los usuarios, por lo tanto, para fines de diseño, es necesario conocer las velocidades de los vehículos que se espera circulen por el camino para diferentes volúmenes de tránsito.<sup>11</sup>

La relación entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño para volúmenes de tránsito altos no se utiliza para fines de diseño, siendo su carácter solamente ilustrativo.<sup>11</sup>

Los valores de la tabla N° 3 para bajos volúmenes de tránsito, constituyen el factor más importante que gobierna ciertos elementos del diseño, tales como el peralte, las curvas en intersecciones y los carriles de cambio de velocidad.<sup>11</sup>

Tabla N° 3. Relaciones entre velocidades de circulación y diseño.

VELOCIDAD DE DISEÑO EN km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN km/h		
	VOLUMEN DE TRÁNSITO BAJO	VOLUMEN DE TRÁNSITO INTENSO	VOLUMEN DE TRÁNSITO ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	56	79	60
110	92	85	61

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” - MOP 2003

#### 2.4.2.5 Diseño Geométrico de vías

El diseño geométrico es la parte más importante del proyecto de una carretera, estableciendo, con base en los condicionantes o factores existentes, la configuración geométrica definitiva del conjunto tridimensional que supone, para satisfacer al máximo los objetivos fundamentales, es decir, la funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración en su entorno, la armonía o estética, la economía y la elasticidad.<sup>12</sup>

- La funcionalidad vendrá determinada por el tipo de vía a proyectar y sus características, así como por el volumen y propiedades del tránsito.<sup>12</sup>
- La seguridad vial debe ser la premisa básica en cualquier diseño vial.<sup>12</sup>
- La comodidad de los usuarios de los vehículos debe incrementarse en consonancia con la mejora general de la calidad de vida.<sup>12</sup>

- La integración en su entorno debe procurar minimizar los impactos ambientales, teniendo en cuenta el uso y valores de los suelos afectados.<sup>12</sup>
- La armonía o estética de la obra resultante tiene que obtener un diseño geométrico conjunto que ofrezca al conductor un recorrido fácil y agradable, exento de sorpresas y desorientaciones.<sup>12</sup>
- La economía o el menor costo posible, tanto de la ejecución de la obra, como del mantenimiento y la explotación futura de la misma.<sup>12</sup>
- La elasticidad suficiente de la solución definitiva para prever posibles ampliaciones en el futuro.<sup>12</sup>

La geometría de una carretera queda determinada en las 3 direcciones del espacio y queda fijada mediante 3 planos:

- La **planta** donde se fijan las alineaciones horizontales
- El **perfil longitudinal** donde se fijan las alineaciones verticales
- La **sección transversal** donde se fijan los peraltes, el bombeo y la inclinación transversal de la rasante

#### **2.4.2.5.1 Alineamiento Horizontal**

El alineamiento horizontal deberá permitir la circulación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible.<sup>13</sup>

El alineamiento carretero se hará tan directo como sea conveniente adecuándose a las condiciones del relieve y minimizando dentro de lo razonable el número de cambios de dirección. El trazado en planta de un tramo carretero está compuesto de la adecuada sucesión de rectas (tangentes), curvas circulares y curvas de transición<sup>13</sup>

12. [https://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos\\_ferro/manual/DG-2001.pdf](https://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/DG-2001.pdf)

13. [http://www.carreteros.org/hispana/peru/11\\_peru.pdf](http://www.carreteros.org/hispana/peru/11_peru.pdf)

## **Tangentes**

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI y al ángulo de deflexión, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “ $\alpha$ ” (alfa).<sup>14</sup>

Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad.<sup>14</sup>

## **Curvas**

En el alineamiento horizontal de un tramo carretero diseñado para una velocidad directriz, un radio mínimo y un peralte máximo, como parámetros básicos, debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo. En general, se deberá tratar de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.<sup>13</sup>

### **▪ Curvas circulares**

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas.<sup>14</sup>

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

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte ( $e$ ) adoptado y el coeficiente ( $f$ ) de fricción lateral correspondiente.<sup>14</sup>

El radio mínimo ( $R$ ) en condiciones de seguridad puede calcularse según la siguiente fórmula:

13. [http://www.carreteros.org/hispana/peru/11\\_peru.pdf](http://www.carreteros.org/hispana/peru/11_peru.pdf)

14. Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003

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

Donde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

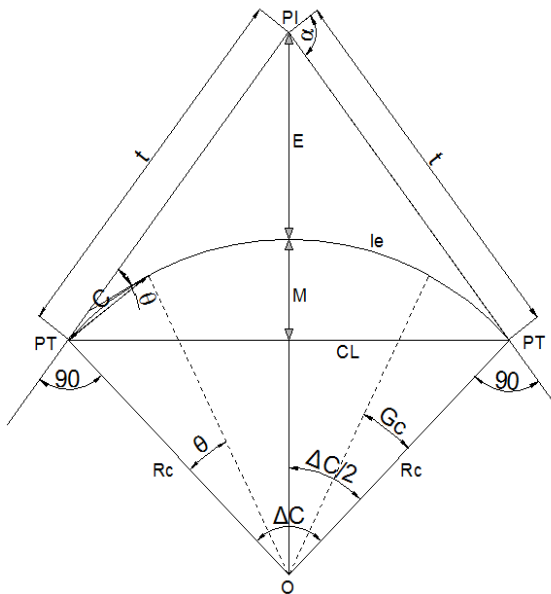
f = Coeficiente de fricción lateral.

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

Criterios para adoptar los valores del radio mínimo:

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

Gráfico N° 1. Elementos de la curva circular simple



Fuente: “Normas de diseño geométrico de carreteras” – MOP 2003

PI	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
PC	Punto en donde empieza la curva simple
PT	Punto en donde termina la curva simple
$\alpha$	Ángulo de deflexión de las tangentes
$\Delta C$	Ángulo central de la curva circular
$\theta$	Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular
$G_c$	Grado de curvatura de la curva circular
$R_c$	Radio de la curva circular
T	Tangente de la curva circular o subtangente
E	External
M	Ordenada media
C	Cuerda
CL	Cuerda larga
L	Longitud de un arco
$l_e$	Longitud de la curva circular

## **Curvas compuestas**

Salvo el caso de intersecciones a nivel de intercambios y de curvas de vuelta, en general, se evitará el empleo de curvas compuestas, tratando de reemplazarlas por una sola curva.<sup>15</sup>

## **Distancias de Visibilidad**

La capacidad de visibilidad es de importancia en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una carretera, de ahí que a la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él, se le llame distancia de visibilidad.<sup>15</sup>

La distancia de visibilidad se discute en dos aspectos:

1. La distancia requerida para la parada de un vehículo, sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en la línea vertical.
2. La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo.

### **1. La distancia requerida para la parada de un vehículo**

Cuando el vehículo circula en curva, sea esta horizontal o vertical, el factor visibilidad actúa en forma determinante en su normal circulación, por lo que la distancia de visibilidad de parada es la distancia mínima necesaria para que un conductor que transita cerca de la velocidad de diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él. Por lo tanto es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera.<sup>15</sup>

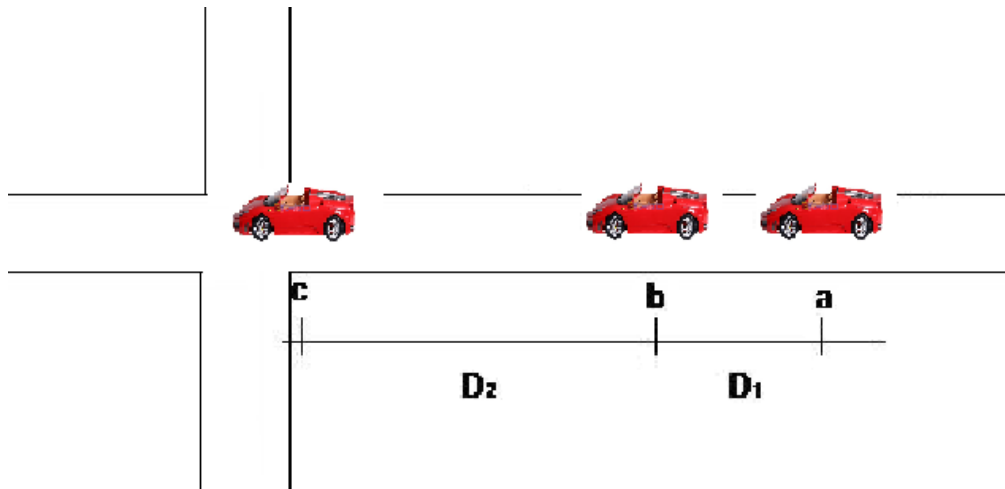
La mínima distancia de visibilidad ( $d$ ) para la parada de un vehículo es igual a la suma de dos distancias; una, la distancia ( $d_1$ ) recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto en el camino hasta la distancia ( $d_2$ ) de frenaje del vehículo, es decir, la distancia necesaria para que el vehículo pare completamente después de haberse aplicado los frenos.<sup>15</sup>



Estas dos distancias corresponden al tiempo de percepción y reacción, y al recorrido del vehículo durante el frenaje, respectivamente, o sea:

$$d = d_1 + d_2$$

Gráfico N° 2. La distancia requerida para la parada de un vehículo



Fuente: Autora

## 2. La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo.

La distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad. Aunque puede darse el caso de múltiples rebasamientos simultáneos, no resulta práctico asumir esta condición; por lo general, se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente. Usualmente, los valores de diseño para el rebasamiento son suficientes para facilitar ocasionalmente rebasamientos múltiples.<sup>15</sup> Para el cálculo de la distancia mínima de rebasamiento en carreteras de dos carriles, se asume lo siguiente:<sup>15</sup>

1. El vehículo rebasado circula con velocidad uniforme.

2. Cuando llega a la zona de rebasamiento, el conductor del vehículo rebasante requiere de corto tiempo para percibir dicha zona y reaccionar iniciando la maniobra.
3. El vehículo rebasante acelera durante la maniobra y su velocidad promedio durante la ocupación del carril izquierdo es de 16 kilómetros por hora, mayor a la del vehículo rebasado.
4. Cuando el vehículo rebasante regresa a su propio carril del lado derecho, existe un espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario por el otro carril.

Esta distancia de visibilidad para rebasamiento está constituida por la suma de cuatro distancias parciales que son: <sup>15</sup>

$d_1$  = 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. <sup>15</sup>

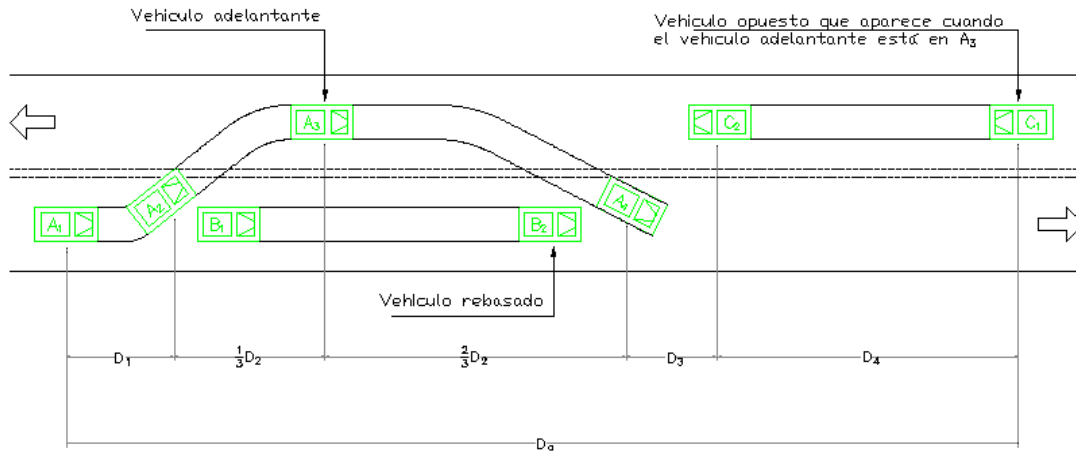
$d_3$  = distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra. Asumir de 30 m a 90 m. <sup>15</sup>

$d_4$  = 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. <sup>15</sup>

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

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

Gráfico N° 3. La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo



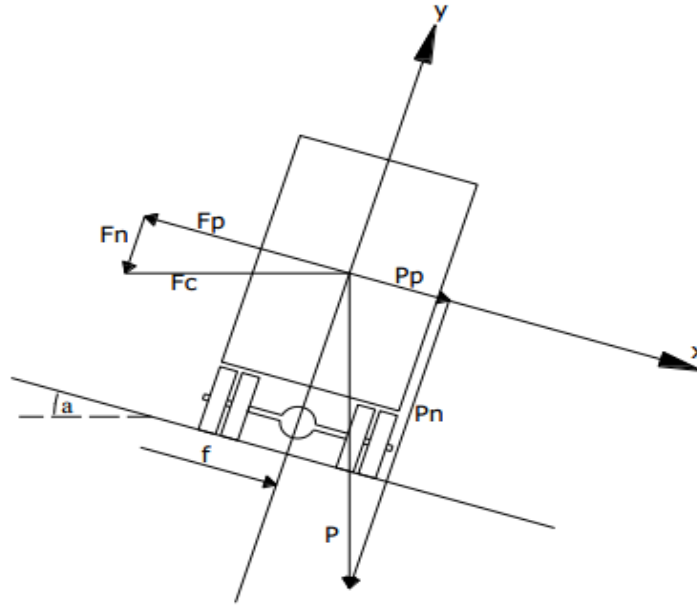
Fuente: <http://seguridadyambiente.wordpress.com/2008/09/28/la-velocidad-distancia-de-frenado-y-el-rombo-de-visibilidad-parte-iii/>

## Peralte

Se denomina peralte a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo. Con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, las curvas horizontales deben ser peraltadas.

El uso del peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre el camino en curvas horizontales, sin embargo el valor del peralte no debe sobrepasar ciertos valores máximos ya que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja velocidad. Debido a estas limitaciones de orden práctico, no es posible compensar totalmente con el peralte la acción de la fuerza centrífuga en las curvas pronunciadas, siendo necesario recurrir a la fricción, para que sumado al efecto del peralte, impida el deslizamiento lateral del vehículo, lo cual se lo contrarresta al aumentar el rozamiento lateral.<sup>15</sup>

Gráfico N° 4. Esquema del peralte



Fuente: “Normas de diseño geométrico de carreteras” – MOP 2003

Donde:

$P$  = Peso del vehículo

$f$  = fricción

$F_c$  = Fuerza centrífuga

$F_p, F_n$  = Componentes de la fuerza centrífuga

$P_p, P_n$  = Componentes del peso

Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h.<sup>15</sup>

Para utilizar los valores máximos del peralte deben tenerse en cuenta los siguientes criterios para evitar:

- Un rápido deterioro de la superficie de la calzada en caminos de tierra, por consecuencia del flujo de aguas de lluvia sobre ellas.
- Una distribución no simétrica del peso sobre las ruedas del vehículo, especialmente los pesados.
- El resbalamiento dentro de la curva del vehículo pesado que transita a una velocidad baja.

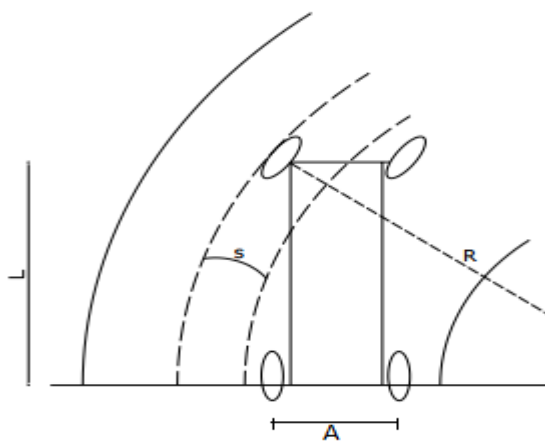
### Sobreanchos

El objeto del sobreancho en la curva horizontal es el de posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad, es necesario introducir los sobreanchos por las siguientes razones: <sup>15</sup>

a) El vehículo al describir la curva, ocupa un ancho mayor ya que generalmente las ruedas traseras recorren una trayectoria ubicada en el interior de la descrita por las ruedas delanteras, además el extremo lateral delantero, describe una trayectoria exterior a la del vehículo. <sup>15</sup>

b) La dificultad que experimentan los conductores para mantenerse en el centro de su carril debido a la menor facilidad para apreciar la posición relativa de su vehículo dentro de la curva. <sup>15</sup>

Gráfico N° 5. Esquema del sobreancho



S = sobreancho

R = radio de la curva horizontal

L = distancia entre ejes (base rígida) del vehículo

A = ancho del vehículo, m

Fuente: “Normas de diseño geométrico de carreteras” – MOP 2003

Barnnet introduce un término de seguridad en el que interviene la velocidad:

$$S1 = \frac{0.105 V}{\sqrt{R}}$$

Considerando la influencia de la velocidad de tránsito y para diferentes números de carriles se utiliza la siguiente fórmula empírica.

$$S = n \left( R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Donde:

S = Valor de sobreebanco, metros

n = Número de carriles de la calzada

R = Radio de la curva circular, metros

L = Longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo de diseño, metros

V = Velocidad de diseño, Km/hora

### **Distribución del sobreebanco, en la longitud de transición y en curva espiral**

El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente desde los accesos a la curva, a fin de asegurar un alineamiento razonablemente gradual del borde del pavimento y coincidir con la trayectoria de los vehículos que entran o salen de una curva. A continuación se indican los puntos fundamentales que conciernen al diseño en este aspecto y son aplicables a ambos extremos de las curvas horizontales: <sup>15</sup>

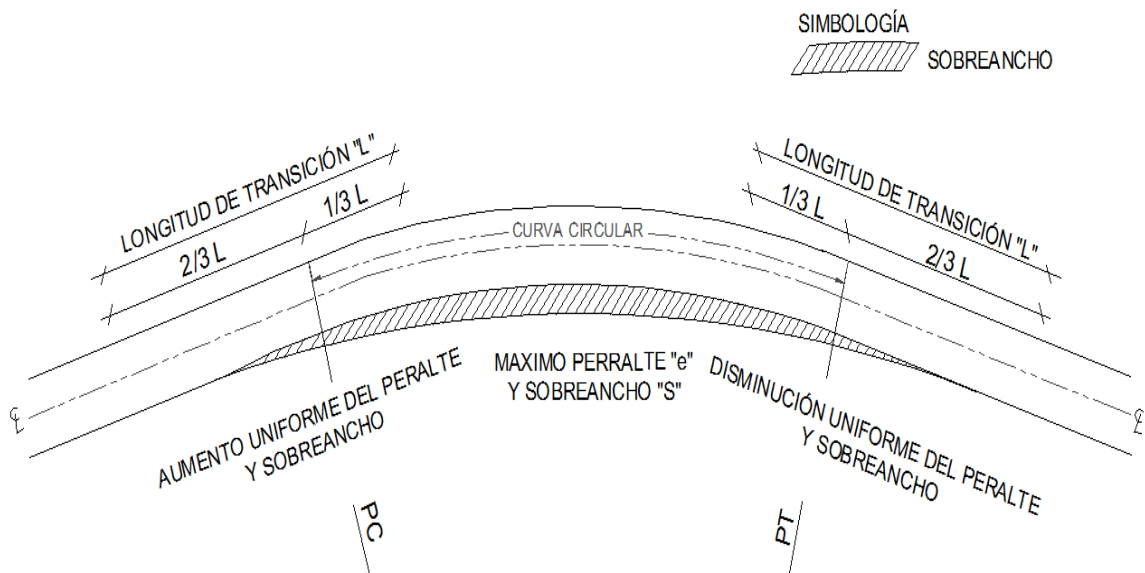
1. En curvas simples, sin espirales, el ensanchamiento debe hacerse con respecto al borde interno del pavimento solamente. En las curvas diseñadas con espirales, el ensanchamiento se reparte por igual entre el borde interno y el borde externo del pavimento. <sup>15</sup>
2. El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente sobre la longitud de desarrollo del peralte, aunque a veces pueden utilizarse longitudes menores. <sup>15</sup>

3. En los alineamientos sin espirales, el ensanchamiento debe realizarse 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 por ciento en la tangente y 50 por ciento dentro de la curva.<sup>15</sup>

4. Para el caso del alineamiento con curvas espirales, el ensanchamiento se lo distribuye a lo largo de la longitud de la espiral, obteniéndose la magnitud total de dicho ensanchamiento en el punto espiral-circular.<sup>15</sup>

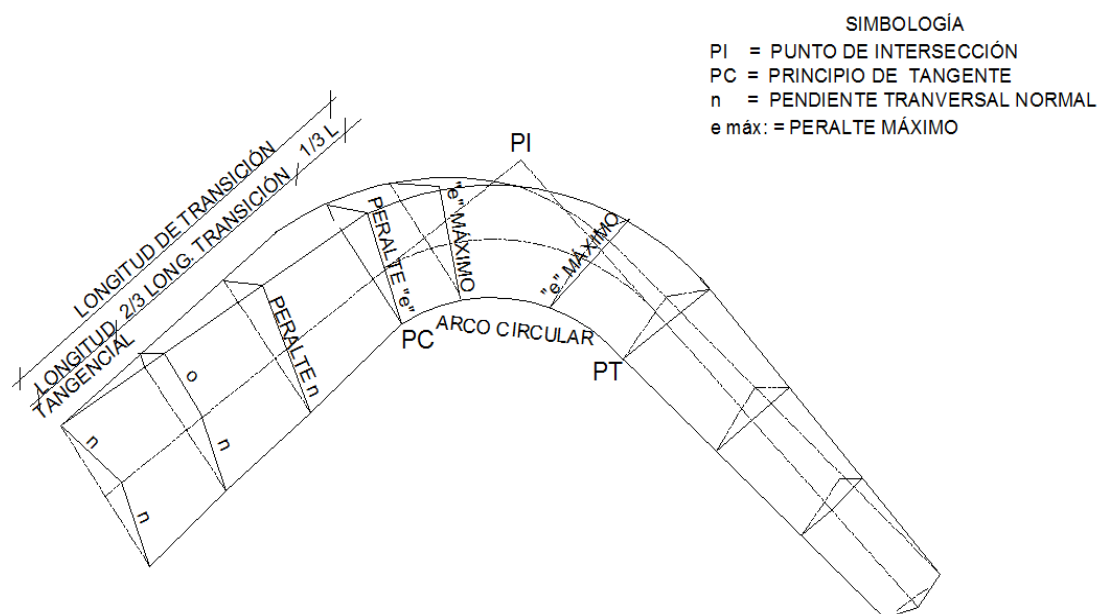
En los Gráficos N° 6 y N° 7 se indican diagramáticamente la curva de transición del sobreebanco y su relación con el desarrollo del peralte.

Gráfico N° 6. Transición de peraltes y sobreebanchos



Fuente: "Normas de diseño geométrico de carreteras" – MOP 2003

Gráfico N° 7. Diagrama de transición del peralte



Fuente: "Normas de diseño geométrico de carreteras" – MOP 2003

#### 2.4.2.5.2 Alineamiento Vertical

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales.<sup>15</sup>

A efectos de definir el perfil longitudinal, se considerarán como muy importantes las características funcionales de seguridad y comodidad que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una transición gradual continua entre tramos con pendientes diferentes.<sup>16</sup>

En el cálculo de perfil longitudinal se realizará la compensación del material excavado con el material necesario para el relleno; criterio que permite establecer la



magnitud de las gradientes, y éstas a su vez permiten determinar la magnitud de las curvas verticales. (Repositorio UTA, Egdo. Cucuri Paco, 2011)

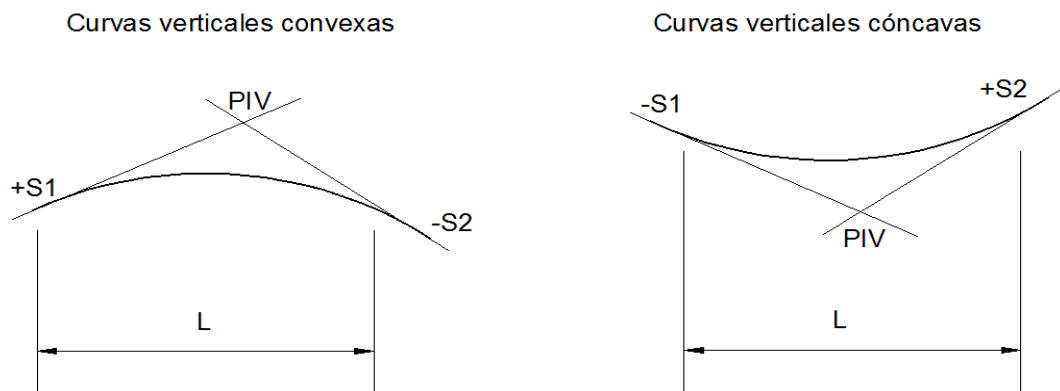
## CURVAS VERTICALES

Se emplean con el objeto de que no existan cambios bruscos en la dirección vertical, generalmente la curva vertical es un arco de una parábola, ya que ésta se adapta bien al cambio gradual de dirección y permite el cálculo rápido de las elevaciones sobre la curva.<sup>17</sup>

Se tienen dos tipos de curvas:

- Curvas verticales cóncavas
- Curvas verticales convexas

Gráfico N° 8. Tipos de curvas verticales



Fuente: Autora

### a) Curvas verticales cóncavas

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.<sup>18</sup>

17. <http://www.slideshare.net/yamiicepeeda/curvas-verticales>

18. Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003

Para que exista comodidad es necesario que la variación de pendiente sea gradual, situación que resulta más crítica en las curvas cóncavas, por actuar las fuerzas de gravedad y centrífuga en la misma dirección.

La longitud de una curva vertical cóncava en su expresión más simple es:

$$L = k * A$$

A = diferencia algebraica de las gradientes, expresada en porcentaje.

En los cuadros siguientes se indican los diversos valores de “K” para las diferentes velocidades de diseño y para las varias clases de carretera, respectivamente.

Tabla N° 4. Curvas verticales cóncavas mínimas

Velocidad de diseño kph	Distancia de visibilidad para parada “s” (metros)	Coeficiente $k = \frac{S^2}{426}$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	45	6.11	6
45	50	88.42	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

#### **b) Curvas verticales convexas**

Se le debe garantizar al usuario de la carretera que cuando viaje sobre una curva vertical, la distancia de visibilidad debe ser mínimo la de parada.

La longitud de una curva vertical convexa en su expresión más simple es:

$$L = k \cdot A$$

A = diferencia algebraica de las gradientes, expresada en porcentaje.

En los cuadros siguientes se indican los diversos valores de K para las diferentes velocidades de diseño y para las diversas clases de carreteras, respectivamente.

Tabla N° 5. Curvas verticales convexas mínimas

Velocidad de diseño kph	Distancia de visibilidad para parada "s" (metros)	Coeficiente $k = \frac{S^2}{426}$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	45	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

Tabla N° 6. Valores mínimos de diseño del coeficiente "k" para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas mínimas

CLASES DE CARRETERAS (Según MTOP)	TPDA (Año final de diseño)	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
		L	O	M	L	O	M
RI – RII	>8000	115	80	43	80	43	28
I	3000 – 8000	80	60	28	60	28	12
II	1000 – 3000	60	43	19	43	28	7
III	300 – 1000	43	28	12	28	12	4
IV	100 – 300	28	12	7	12	3	2
V	<100	12	7	4	7	3	2

Fuente: "Normas de diseño geométrico de carreteras" – MOP 2003

## GRADIENTES

La pendiente del terreno es uno de los parámetros que más se utiliza sin darse cuenta, cuando se habla del esfuerzo al subir una cuesta empinada en la ladera de una montaña o, el trabajo del coche al ascender una elevación de una carretera.

En general, las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos.<sup>18</sup>

De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, en la tabla siguiente se indican de manera general las gradientes medias máximas que pueden adoptarse.<sup>18</sup>

Tabla N° 7. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.

PORCENTAJE (%)							
CLASES DE CARRETERAS (Según MOP)	TPDA (Año final de diseño)	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
		L	O	M	L	O	M
R - I    Ó    R - II	>8000	2	3	4	3	4	6
I	3000 – 8000	3	4	6	3	5	7
II	1000 – 3000	3	4	7	4	6	8
III	300 – 1000	4	6	7	6	7	9
IV	100 – 300	5	6	8	6	8	12
V	<100	5	6	8	6	8	14

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” - MOP 2003

La gradiente y longitud máximas, pueden adaptarse a los siguientes valores:

Tabla N° 8. Relación gradiente - longitud

GRADIENTES	LONGITUD MÁXIMA
8—10%	1.000 m.
10—12%	500 m.
12—14%,	250 m.

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” - MOP 2003

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1 por ciento, en terrenos ondulados y montañosos, a fin de reducir los costos de construcción.<sup>18</sup>

### **Gradientes Mínimas**

La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia.<sup>18</sup>

## **COMBINACIÓN DE LOS ALINEAMIENTOS VERTICALES Y HORIZONTALES**

Se puede obtener una adecuada combinación del alineamiento horizontal y del perfil vertical mediante un apropiado estudio de ingeniería, tomando en cuenta los siguientes puntos:<sup>18</sup>

1. Se debe evitar un alineamiento horizontal constituido por tangentes y curvas de grandes radios a cambio de gradientes largas y empinadas, así como también un alineamiento con curvas de radios pequeños y con gradientes casi planas. Un buen diseño se consigue conciliando los dos criterios para lograr seguridad, capacidad, facilidad y uniformidad de operación de los vehículos.<sup>18</sup>
2. No deben introducirse curvas horizontales agudas en o cerca de la cima de curvas verticales convexas pronunciadas. Esto se puede evitar haciendo que la curva horizontal sea más larga que la curva vertical.<sup>18</sup>
3. Se deben evitar curvas horizontales agudas en o en las inmediaciones del punto más bajo de las curvas verticales cóncavas que sean pronunciadas.<sup>18</sup>
4. En carreteras de dos carriles, la necesidad de dotarlas de tramos para rebasamiento de vehículos a intervalos frecuentes, prevalece sobre la conveniencia de la composición de los alineamientos horizontal y vertical.<sup>18</sup>

5. Es necesaria la provisión de curvas de grandes radios y gradientes suaves, a la medida que sea factible en la vecindad de las intersecciones de carreteras.<sup>18</sup>

6. En el diseño de autopistas rurales deben estudiarse las ventajas de la localización de las dos calzadas de una sola vía en forma independiente, haciendo variar el ancho de la isla central para adaptar las calzadas al terreno en la manera más eficaz.<sup>18</sup>

Es muy importante que la coordinación entre el alineamiento horizontal y el perfil vertical se efectúe durante el diseño preliminar, ajustado el uno o el otro hasta obtener el resultado más conveniente en base a un análisis gráfico de los varios elementos que influyen en un diseño equilibrado.<sup>18</sup>

#### **2.4.2.5.3 Sección transversal**

Es un corte vertical normal al alineamiento horizontal. Permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forma el camino en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera. En la selección de las secciones transversales deben tomarse en cuenta los beneficios a los usuarios, así como los costos de mantenimiento. Al determinar los varios elementos de la sección transversal, es imperativo el aspecto de seguridad para los usuarios de la carretera que se diseña.<sup>18</sup>

Geoméricamente, la sección transversal queda definida por la calzada, los espaldones, las cunetas y los taludes laterales.

#### **Corona**

Es la superficie del camino que queda comprendida entre los hombros del camino o sea las aristas superiores de los taludes del terraplén y las inferiores de las cunetas.

## **Calzada**

Está destinada al tránsito de vehículos y constituida por uno o más carriles, entendiéndose por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos, el ancho de ésta es variable a lo largo del camino y depende de la localización de la sección en el alineamiento horizontal y excepcionalmente en el vertical.

## **Berma o espaldón**

Son las partes externas que están junto a la calzada. Las principales funciones de los espaldones son las siguientes:<sup>18</sup>

1. Provisión de espacio para el estacionamiento temporal de vehículos fuera de la superficie de rodadura fija, a fin de evitar accidentes.<sup>18</sup>
2. Provisión de una sensación de amplitud para el conductor, contribuyendo a una mayor facilidad de operación, libre de tensión nerviosa.<sup>18</sup>
3. Mejoramiento de la distancia de visibilidad en curvas horizontales.<sup>18</sup>
4. Mejoramiento de la capacidad de la carretera, facilitando una velocidad uniforme.<sup>18</sup>
5. Soporte lateral del pavimento.<sup>18</sup>
6. Provisión de espacio para la colocación de señales de tráfico y guarda caminos, sin provocar interferencia alguna.<sup>18</sup>

Como funciones complementarias de los espaldones pueden señalarse las siguientes:

1. La descarga del agua se escurre por la superficie de rodadura está alejada del borde del pavimento, reduciendo al mínimo la infiltración y evitando así el deterioro y la rotura del mismo.<sup>18</sup>
2. Mejoramiento de la apariencia estética de la carretera.<sup>18</sup>
3. Provisión de espacio para trabajos de mantenimiento.<sup>18</sup>

En base a las consideraciones anteriores, el ancho de espaldones, en relación con el tipo de carretera, recomendado para el Ecuador, se indica a continuación:

Tabla N° 9. Valores de diseño para el ancho de espaldones

VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES (Metros)						
CLASE DE CARRETERA	Ancho de Espaldones (m)					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R – I Ó R – II >8000 TPDA	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
I 3000 a 8000 TPDA	3,0*	3,0*	2,5*	3,0	3,0*	2,0*
II 1000 a 3000 TPDA	2,5*	2,5*	2,0*	2,5**	2,0**	1,5**
III 300 a 1000 TPDA	2,5*	2,5*	1,5*	2,5	2,0	1,5
IV 100 a 300 TPDA	2,0**	1,5**	1,0*	1,5	1,0	0,5
V menos de 100 TPDA	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de la rodadura (no se considera el espaldón como tal)						
L= Terreno Llano      O= Terreno Ondulado      M= Terreno Montañoso						
* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico.						
**Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente.						

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” - MOP 2003

La pendiente transversal de los espaldones podría variar desde 3 hasta 6 por ciento dependiendo de la clase de superficie que se adopte para los mismos. Se ha asumido una pendiente de 4 por ciento como norma general.<sup>18</sup>

### Cunetas

Son zanjas de sección trapezoidal o triangular que pueden estar revestidas o no, estas franjas existen a cada lado de la vía para recoger las aguas de las lluvias.

### Taludes

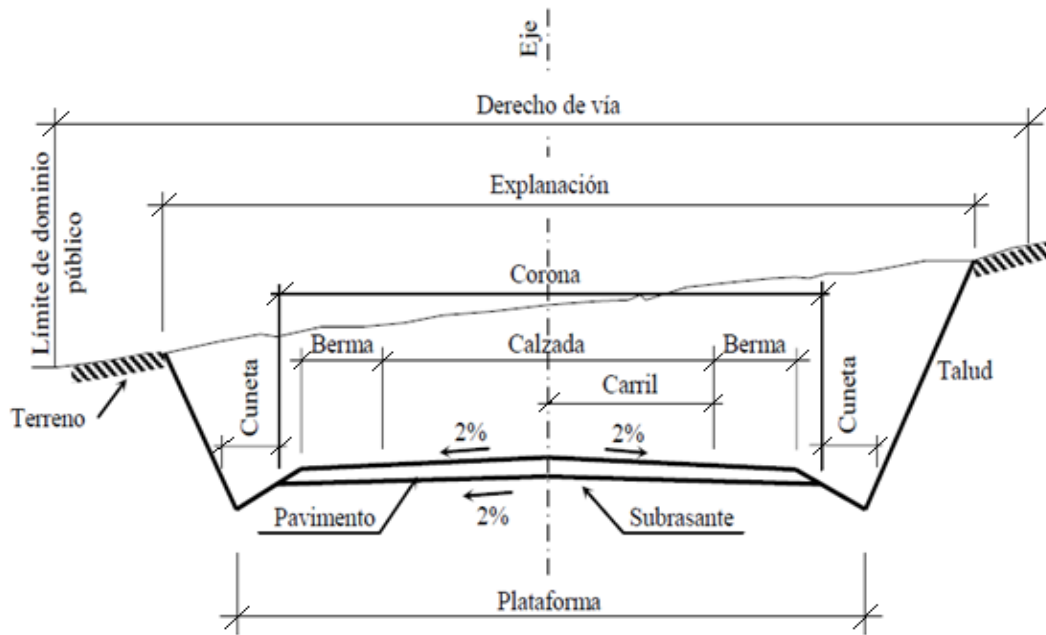
En general, un talud es una zona plana inclinada, específicamente puede referirse a la pendiente de un muro, la que es más gruesa en el fondo que en la parte superior de éste, de modo que así resista la presión de la tierra.

Los taludes en corte y en relleno son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además de influir en su costo de mantenimiento. Aunque



su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, como regla general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible

Gráfico N° 9. Sección transversal típica



#### 2.4.2.6 Estudio de Suelos

Todas las obras de ingeniería civil se apoyan sobre el suelo de una u otra forma, y muchas de ellas, además, utilizan la tierra como elemento de construcción; por lo que, el estudio de mecánica de suelos es el análisis que ayuda a conocer cuál es la composición real del subsuelo (arenas, arcillas, rocas). Es de suma importancia evaluar las condiciones en las que se encuentra el área o terreno antes de construir, para saber las características y técnicas que se requieren y así realizar una estructura óptima, evitando hundimientos y cuarteaduras posteriores o durante la construcción.

19

#### 2.4.2.6.1 Pruebas de laboratorio

En la actualidad el control de calidad de los materiales es requerido en muchas construcciones civiles. Dicho control depende de la magnitud de la obra o proyecto a realizar. Existen una serie de parámetros referentes al terreno que son indispensables en cualquier construcción u obra de ingeniería civil. Muchos de estos parámetros se obtienen a partir de ensayos realizados en el laboratorio.<sup>20</sup>

Uno de los ensayos más importantes en el proyecto es la determinación del CBR del suelo detallado a continuación.

#### CBR del suelo

El objetivo del ensayo de CBR es establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como bases, sub-bases y rasantes bajo el pavimento de carreteras y aeropistas, determinando la relación entre el valor de CBR y la densidad seca que se alcanza en el campo.<sup>21</sup>

El ensayo de CBR mide la resistencia al corte (esfuerzo cortante) de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, la ASTM denomina a este ensayo, simplemente como “Relación de soporte” y está normado con el número ASTM D 1883-73. Se aplica para la evaluación de la calidad relativa de suelos de subrasante, algunos materiales de sub-bases y bases granulares, que contengan solamente una pequeña cantidad de material que pasa por el tamiz de 50 mm, y que es retenido en el tamiz de 20 mm. Se recomienda que la fracción no exceda del 20%. Este ensayo puede realizarse tanto en laboratorio como en terreno, aunque este último no es muy practicado.<sup>21</sup>

La expresión que define al CBR, es la siguiente:

$$CBR = \frac{\text{carga unitaria del ensayo}}{\text{carga unitaria patrón}} * 100 (\%)$$

Con el resultado del CBR se puede clasificar el suelo usando la siguiente tabla:

---

20. [http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/018150/018150\\_Cap5.pdf](http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/018150/018150_Cap5.pdf)

21. <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/mecanica7.htm>

Tabla N° 10. Clasificación del suelo de acuerdo al CBR

<b>CBR</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
0 – 5	Sub-rasante muy mala
5 – 10	Sub-rasante mala
10 – 20	Sub-rasante regular a buena
20 – 30	Sub-rasante muy buena
30 – 50	Sub-base buena
50 – 80	Base buena
80 – 100	Base muy buena

Fuente: <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/mecanica7.htm>

### **Determinación del contenido de humedad**

Es un ensayo que permite determinar la cantidad de agua presente en una cantidad de suelo en términos de su peso en seco. Esta propiedad física del suelo es de gran utilidad en la construcción civil y se obtiene de una manera sencilla, pues el comportamiento y la resistencia de los suelos en la construcción están regidos, por la cantidad de agua que contienen. La relación del peso del agua contenida y el peso de su fase sólida, es conocida como contenido de humedad y se lo expresa como un porcentaje.<sup>22</sup>

Donde:

$\omega$  % = contenido de humedad (%)

$W_{\omega}$  = peso del agua

$W_s$  = peso seco

$$\omega \% = (W_{\omega} / W_s) \times 100$$

### **Análisis granulométrico**

Su finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediante sistemas como AASHTO o SUCS. El ensayo es importante, ya que gran parte de los criterios de aceptación de suelos para ser utilizados en bases o sub-bases de carreteras, presas de tierra o diques, drenajes, etc., depende de este análisis.<sup>23</sup>

22. <http://es.scribd.com/doc/5364042/ensayo-de-humedad>

23. [http://icc.ucv.cl/geotecnia/03\\_docencia/02\\_laboratorio/manual\\_laboratorio/granulometria.pdf](http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/02_laboratorio/manual_laboratorio/granulometria.pdf)

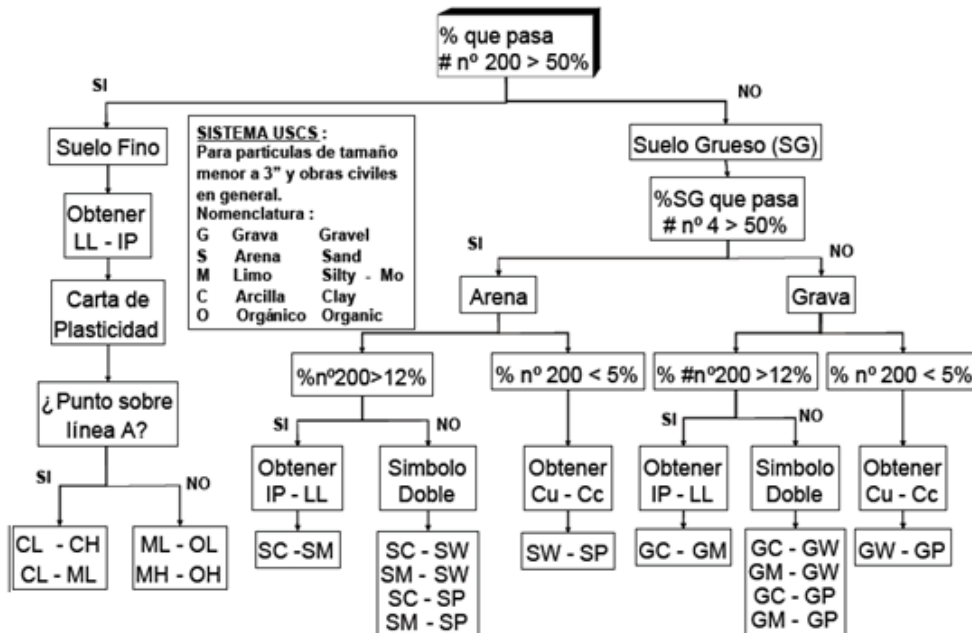
Para obtener la distribución de tamaños, se emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente.

Tabla N° 11. Numeración y apertura de tamices

Tamiz (ASTM)	Tamiz (Nch) (mm.)	Abertura real (mm.)	Tipo de suelo
3"	80	76,12	GRAVA
2"	50	50,80	
1 ½"	40	38,10	
1"	25	25,40	
¾"	20	19,05	
3/8"	10	9,52	
N° 4	5	4,76	ARENA GRUESA
N° 10	2	2,00	ARENA MEDIA
N° 20	0,90	0,84	
N° 40	0,50	0,42	
N° 60	0,30	0,25	ARENA FINA
N° 140	0,10	0,105	
N° 200	0,08	0,074	

Fuente: Espinace R., 1979.

Tabla N° 12. Clasificación de suelos SUCS



Fuente: SUCS (El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

Tabla N° 13. Clasificación de suelos sistema AASHTO

Clasif. General	Materiales Granulares (35% o menos pasa la malla n° 200)							Limos y Arcillas (35% pasa malla n°200)				
	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
% que pasa tamiz N° 10	50 máx.		51 mín. 10 máx.	35 máx. 35 máx. 35 máx. 35 máx.				36 mín	36 mín	36 mín		
N° 10	30 máx. 50 máx.											
N° 200	15 máx. 25 máx.											
Caract. Bajo N° 40	6 máx. 6 máx.		NP	40 máx. 41 mín. 40 máx. 41 mín. 10 máx. 10 máx. 11 mín. 11 mín.				40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	
LL												
IP												
IG	0	0	0	0 0 40 máx. 41 máx.				8 máx	12 máx	16 máx	20 máx	
Tipo de material	Gravas y Arenas		Arena Fina	Grasas y arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Terreno fundación	Excelente		Excelente	Excelente a bueno				Regular a malo				

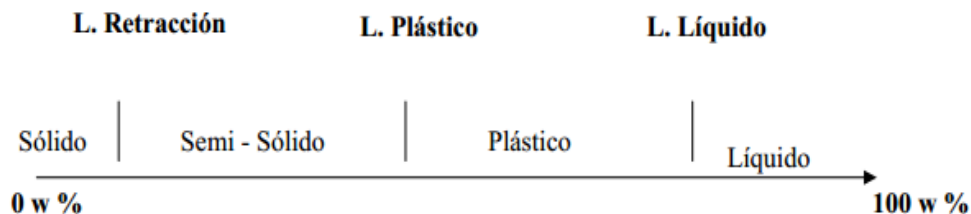
Fuente: AASHTO (Asociación Americana de Vías Estatales y Transporte Oficial.)

### Límites de consistencia

Los **límites de Atterberg** o **límites de consistencia** se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos.

Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido, cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg.<sup>24</sup>

Gráfico N° 10. Límites de Atterberg.



Siguiendo estos procedimientos se definen tres límites:

**Límite plástico** Atterberg definió como plasticidad la capacidad que tenía un suelo de ser deformado sin agrietarse, ni producir rebote elástico, es decir; la frontera entre los estados semisólido y plástico se llama límite plástico, y se obtiene midiendo el contenido de humedad del suelo cuando comienzan a agrietarse pequeños cilindros de suelo de 3 mm de diámetro.<sup>25</sup>

Gráfico N° 11. Límite plástico



**Límite líquido** está en la frontera entre el estado plástico y el estado semi-líquido se le llama límite líquido. Para la determinación de este límite se utiliza la cuchara de Casagrande que consiste en medir la humedad que contiene el suelo cuando con 25 golpes se cierra una ranura de 13 mm de longitud.<sup>25</sup>

Gráfico N° 12. Límite líquido



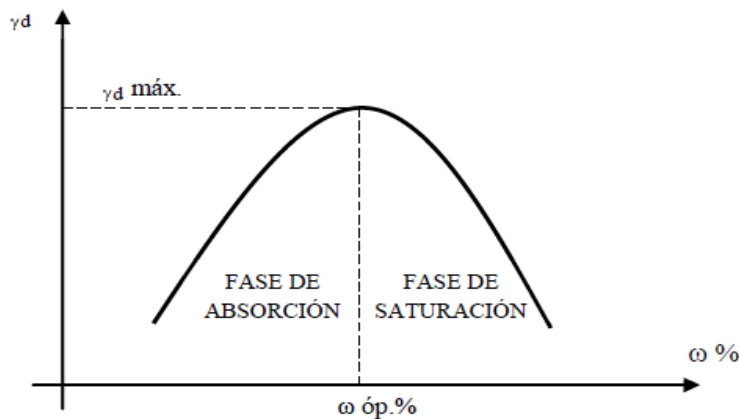
**Límite de retracción** o **contracción** la frontera entre el estado sólido y semisólido se llama límite de contracción o de retracción y se define como la humedad presente al haber añadido agua suficiente para llenar todos los huecos de una pastilla de suelo seca. Se trata de la humedad máxima de un suelo para la cual una pérdida de humedad no causa disminución de volumen de suelo.<sup>25</sup>

### Ensayos de compactación del suelo

La compactación de suelos es el proceso artificial por el cual las partículas de suelo son obligadas a estar más en contacto las unas con las otras, mediante una reducción del índice de vacíos, empleando medios mecánicos, lo cual se traduce en un mejoramiento de sus propiedades ingenieriles.<sup>26</sup>

La importancia de la compactación de suelos estriba en el aumento de la resistencia y disminución de la capacidad de deformación que se obtiene al someter el suelo a técnicas convenientes, que aumentan el peso específico seco, disminuyendo sus vacíos.<sup>26</sup>

Gráfico N° 13. Curva típica del ensayo de compactación



### Beneficios de la compactación:

*a. Aumenta la capacidad para soportar cargas:* Los vacíos producen debilidad del suelo e incapacidad para soportar cargas pesadas. Estando apretadas todas las

25. <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3282/5/53973-5.pdf>

26. <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/generalM6.htm>

partículas, el suelo puede soportar cargas mayores debido a que las partículas mismas soportan mejor.<sup>26</sup>

*b. Impide el hundimiento del suelo:* Si la estructura se construye en el suelo sin afirmar o afirmado con desigualdad, el suelo se hunde dando lugar a que la estructura se deforme (asentamientos diferenciales). Donde el hundimiento es más profundo en un lado o en una esquina, por lo que se producen grietas o un derrumbe total.<sup>26</sup>

*c. Reduce el escurrimiento del agua:* Un suelo compactado reduce la penetración de agua. El agua fluye y el drenaje puede entonces regularse.<sup>26</sup>

*d. Reduce el esponjamiento y la contracción del suelo:* Si hay vacíos, el agua puede penetrar en el suelo y llenar estos vacíos. El resultado sería el esponjamiento del suelo durante la estación de lluvias y la contracción del mismo durante la estación seca.<sup>26</sup>

*e. Impide los daños de las heladas:* El agua se expande y aumenta el volumen al congelarse. Esta acción a menudo causa que el pavimento se hinche, y a la vez, las paredes y losas del piso se agrieten. La compactación reduce estas cavidades de agua en el suelo.<sup>26</sup>

#### **2.4.2.7 Pavimento**

Es la superestructura de una vía, construida sobre la sub-rasante, y compuesta normalmente por la sub-base, la base y la capa de rodamiento, cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir los esfuerzos al terreno, distribuyéndolos en tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales, así como efectos del tránsito.<sup>27</sup>

En otras palabras, se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un correcto funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia

---

26. <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/generalM6.htm>

27. <http://es.scribd.com/doc/101899774/Teoria-Primer-Parcial-Pavimentos>



apropiada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia pertinente entre el vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas. Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua. Debe tener una visibilidad idónea y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas.<sup>28</sup>

Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores, siendo de menor calidad los que se colocan en las terracerías además de que son los materiales que más comúnmente se encuentran en la naturaleza, y por consecuencia resultan los más económicos.<sup>28</sup>

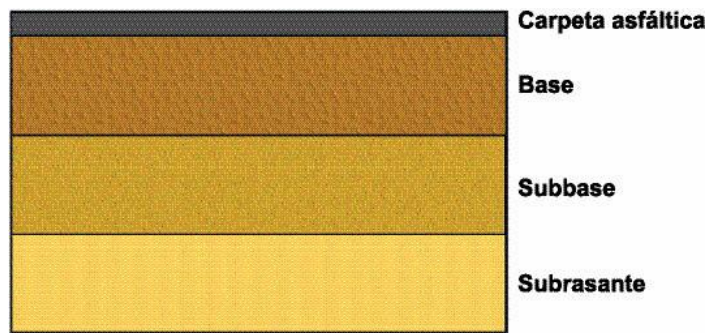
La división en capas que se hace en un pavimento obedece a un factor económico, ya que cuando se determina el espesor de una capa el objetivo es darle el grosor mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior. La resistencia de las diferentes capas no solo dependerá del material que la constituye, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo; siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que cuando un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es cuando se producen deformaciones permanentes.<sup>28</sup>

#### **2.4.2.7.1 Pavimento flexible**

Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de:

- Una carpeta asfáltica
- Base
- Sub-base
- Sub-rasante

Gráfico N° 14. Estructura de un pavimento flexible



### I. Sub-rasante

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño.<sup>29</sup>

El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la sub-rasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la sub-rasante.<sup>29</sup>

Entre mejor calidad se tenga en esta capa el espesor del pavimento será más reducido y habrá un ahorro en costos sin mermar la calidad.

Las principales funciones de la capa sub-rasante son:<sup>30</sup>

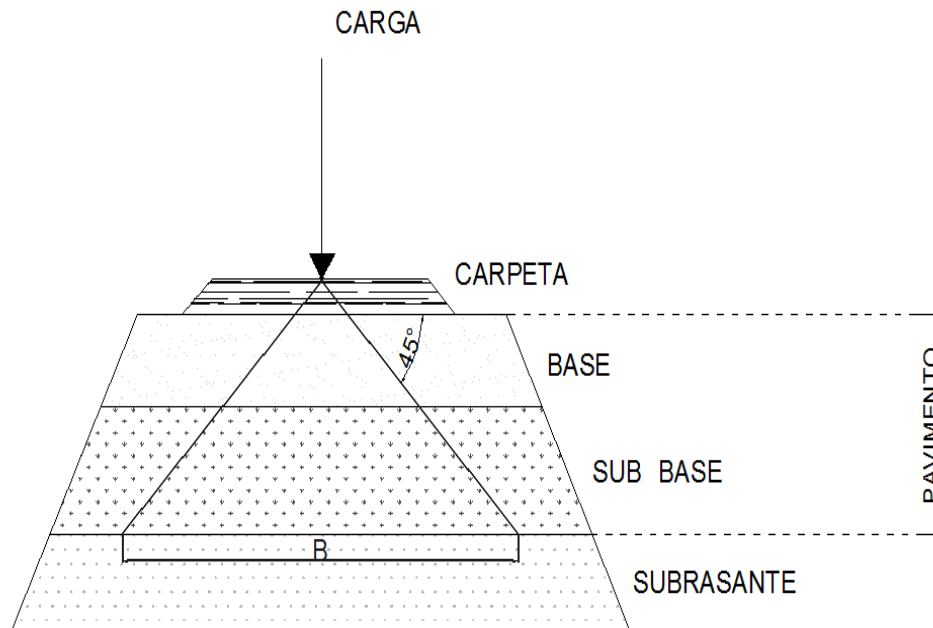
1. Recibir y resistir las cargas del tránsito que le son transmitidas por el pavimento.
2. Transmitir y distribuir de modo adecuado las cargas del tránsito al cuerpo del terraplén.

29. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/deterioro-pavimentos-rigidos/deterioro-pavimentos-rigidos.pdf>

30. [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/de\\_u\\_jm/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/de_u_jm/capitulo3.pdf)

Estas dos funciones son estructurales y comunes a todas las capas de las secciones transversales de una vía terrestre.

Gráfico N° 15. Transmisión de cargas en capas inferiores



## II. Sub-base

Es la capa de material seleccionado que se coloca encima de la sub-rasante tiene por objeto: <sup>31</sup>

- Servir de capa de drenaje al pavimento.
- Controlar o eliminar en lo posible cambios de volumen, elasticidad y plasticidad perjudiciales que pudiera tener el material de la sub-rasante.
- Controlar la ascensión capilar del agua proveniente de las capas freáticas cercanas protegiendo así el pavimento contra los hinchamientos que se producen en épocas de helada. Este hinchamiento es causado por el congelamiento del agua capilar,

fenómeno que se observa especialmente en los suelos limosos donde la ascensión capilar del agua es considerable.

El material de la sub-base debe ser seleccionado y tener mayor capacidad que el terreno de fundación compactado, este material puede ser grava, arena, grava o granzón, escoria de los altos hornos y residuos de material de cantera. En algunos casos es posible emplear para la sub-base material de la sub-rasante mezclado con granzón, cemento, etcétera.<sup>31</sup>

En la actualidad como elemento drenante en la sub-base se está utilizando con mucha frecuencia geotextiles. El geotextil se define como cualquier textil permeable usado en fundaciones, roca o suelo. Sus propiedades hidráulicas son considerables, convenientes para las funciones de filtración y drenaje.<sup>31</sup>

La clase de la sub-base de manera general se identifica por el tamaño del material: Clase 1, menor a 1 ½ “; Clase 2 menor a, 2”, y Clase 3, menor a 3”.

Tabla N° 14. Clase de sub-bases

TAMIZ		Porcentaje en peso que pasa el tamiz de malla cuadrada		
ASTM	SI	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3"	76.2 mm	--	--	100
2"	50.4 mm	--	100	--
1 1/2"	38,1 mm	100	70 – 100	--
N° 4	4.75 mm	30 – 70	30 – 70	30 - 70
N° 40	0.425 mm	10 - 35	15 – 40	--
N° 200	0.075 mm	0 - 15	0 – 20	0 - 20

### III. Base

La base es la capa de material que se construye sobre la sub-base. Los materiales con los que se construyen deben ser de mejor calidad que los de la sub-base.

La función de la base es:

31. <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2011/03/pavimentos-sub-base-y-los-materiales.html>

- Tener la resistencia estructural para soportar las presiones transmitidas por los vehículos.<sup>32</sup>
- Tener el espesor suficiente para que pueda resistir las presiones transmitidas a la sub-base.<sup>32</sup>
- Aunque exista humedad la base no debe presentar cambios volumétricos perjudiciales.<sup>32</sup>

Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.<sup>33</sup>

*Clase 1:* Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100%; graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados para los Tipos A y B.<sup>33</sup>

Tabla N° 15. Límites granulométricos clase 1

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	Tipo A	Tipo B
2" (50.8 mm.)	100	--
1 1/2" (38.1 mm.)	70 – 100	100
1" (25.4 mm.)	55 – 85	70 - 100
3/4" (19.0 mm.)	50 – 80	60 – 90
3/8" (9.5 mm.)	35 – 60	45 – 75
N° 4 (4.76 mm.)	25 – 50	30 – 60
N° 10 (2.00 mm.)	20 – 40	20 – 50
N° 40 (0.425 mm.)	10 – 25	10 – 25
N° 200 (0.075 mm.)	2 – 12	2 – 25

*Clase 2:* Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso.<sup>33</sup>

32. [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/sanchez\\_r\\_se/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/sanchez_r_se/capitulo2.pdf)

33. Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP-001-F-2002

Tabla N° 16. Límites granulométricos clase 2

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1" (25.4 mm.)	100
3/4" (19.0 mm.)	70 – 100
3/8" (9.5 mm.)	50 – 80
N° 4 (4.76 mm.)	35 – 65
N° 10 (2.00 mm.)	25 – 50
N° 40 (0.425 mm.)	15 – 30
N° 200 (0.075 mm.)	3 – 15

*Clase 3:* Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso.<sup>33</sup>

Tabla N° 17. Límites granulométricos clase 3

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
3/4" (19.0 mm.)	100
N° 4 (4.76 mm.)	45 – 80
N° 10 (2.00 mm.)	30 – 60
N° 40 (0.425 mm.)	20 – 35
N° 200 (0.075 mm.)	3 – 15

*Clase 4:* Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas.<sup>33</sup>

Tabla N° 18. Límites granulométricos clase 4

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2" (50.8 mm.)	100
1" (25.4 mm.)	60 – 90
N° 4 (4.76 mm.)	20 – 50
N° 200 (0.075 mm.)	0 – 15

#### **IV. Carpeta Asfáltica**

La carpeta asfáltica es la parte superior de un pavimento flexible. Es una capa de material pétreo cementado con asfalto que se coloca sobre la base.<sup>34</sup>

Las funciones de la carpeta asfáltica son las siguientes:

- Proporcionar una superficie de rodamiento que permita un tránsito fácil y cómodo para los vehículos.<sup>34</sup>
- Impedir la infiltración del agua de lluvia hacia las capas inferiores.<sup>34</sup>
- Resistir la acción de los vehículos.<sup>34</sup>

##### **2.4.2.7.2 Características del Pavimento Flexible**

Un pavimento flexible debe satisfacer los siguientes propósitos:

- Resistir y distribuir adecuadamente las cargas producidas por el tránsito.<sup>35</sup>
- Ser impermeable.<sup>35</sup>
- Resistir la acción destructora de los vehículos.<sup>35</sup>
- Tener resistencia ante los agentes atmosféricos.<sup>35</sup>
- Poseer superficie de rodamiento cómoda segura y fácil de los vehículos.<sup>35</sup>
- Presentar flexibilidad para adaptarse a algunas fallas de base o sub-base.<sup>35</sup>

##### **2.4.2.7.3 Ventajas del Pavimento Flexible**

Ventajas:

- Su construcción inicial resulta más económica.

---

34. [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/sanchez\\_r\\_se/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/sanchez_r_se/capitulo2.pdf)

35. <http://es.scribd.com/doc/106505155/Pavimento-Flexible>

- Tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años.
- Por su color oscuro, evita reflejos y deslumbramientos causantes de accidentes.
- Es reciclable en su totalidad, lo que trae importantes ventajas ambientales, ecológicas y económicas.

#### **2.4.2.8 Drenaje Vial**

El sistema de drenaje vial es de importancia vital para el funcionamiento y operación de la carretera; tiene cuatro funciones principales:<sup>35</sup>

- a) Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada;
- b) Controlar el nivel freático;
- c) Interceptar al agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la carretera; y,
- d) Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

Las primeras tres funciones son realizadas por drenajes longitudinales tales como cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillos y subdrenes, mientras que la última función es realizada por drenajes transversales como las alcantarillas y puentes.<sup>35</sup>

#### **DRENAJE LONGITUDINAL**

El drenaje longitudinal comprende las obras de captación y defensa, cuya ubicación será necesaria establecer, calculando el área hidráulica requerida, sección, longitud, pendiente y nivelación del fondo, y seleccionando el tipo de proyecto constructivo.<sup>35</sup>



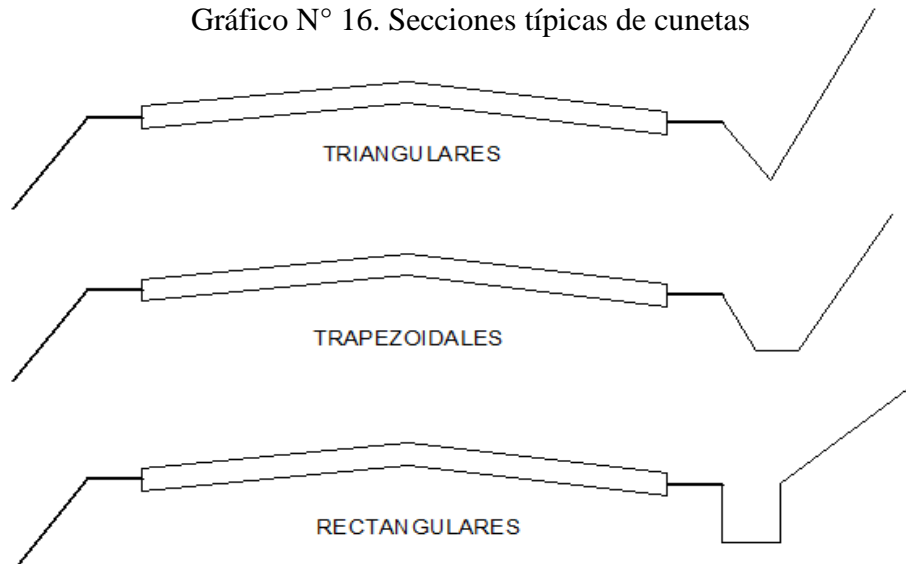
### 2.4.2.8.1 Cunetas

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 ó a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera.<sup>35</sup>

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.<sup>35</sup>

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 ó trapezoidales.<sup>35</sup>

Gráfico N° 16. Secciones típicas de cunetas



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” - MOP 2003

- **Obras complementarias de drenaje**

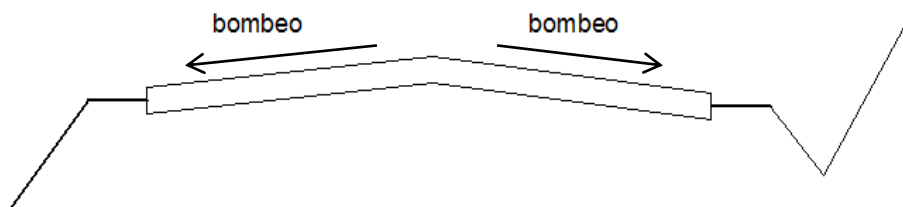
Como tales obras complementarias de drenaje se entenderán a las siguientes: el bombeo, las rampas de descarga, las bermas, el sembrado de especies vegetales, y los canales interceptores. Estas obras complementarias de drenaje no son de uso universal o rutinario; son obras que deben hacerse solamente en el lugar en que se requieran, pues de otra manera se derrocharían y se producirían, inclusive, resultados contra producentes.<sup>35</sup>

### **Bombeo (Pendiente transversal)**

Se denomina bombeo a la pendiente transversal que se proporciona a la corona de la carretera para permitir que el agua que cae directamente, sobre ésta, escurra hacia sus espaldones.<sup>35</sup>

El bombeo se superpone con la sobrelevación necesaria, de manera que la pendiente transversal se desarrollará sin discontinuidades, desde el espaldón más elevado al más bajo.<sup>35</sup>

Gráfico N° 17. Bombeo

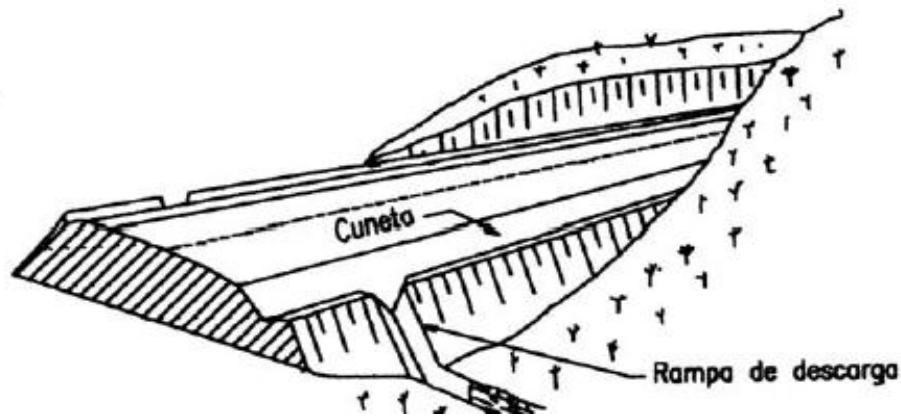


Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” - MOP 2003

### **Rampas de descarga**

Son canales que se conectan con las cunetas o contra cunetas y descienden transversalmente por los taludes de la vía. En general son estructuras de muy fuertes pendientes.<sup>35</sup>

Gráfico N° 18. Rampa de descarga



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” - MOP 2003

## Vegetación

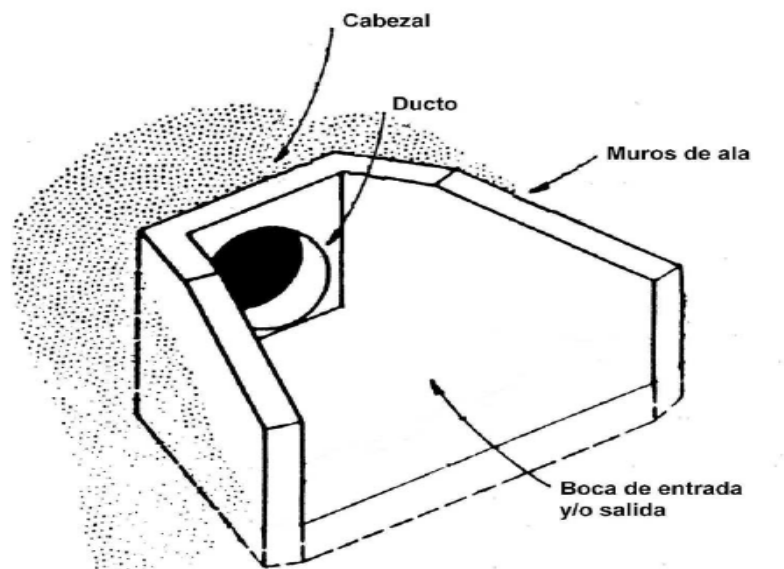
Una de las más efectivas protecciones de los taludes de un corte o un terraplén o del terreno natural contra la acción erosiva del agua superficial es la siembra de especies vegetales; éstas retardan el escurrimiento, disminuyendo la energía del agua y contribuyendo a fomentar una conducción de equilibrio en los suelos en cuanto a contenido de agua.<sup>35</sup>

### 2.4.2.8.2 Alcantarillas

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.<sup>35</sup>

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.<sup>35</sup>

Gráfico N° 19. Elementos de una alcantarilla



Fuente: "Normas de Diseño Geométrico de Carreteras" - MOP 2003

## 2.5 HIPÓTESIS

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquias Pasa y San Fernando, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua satisfecerá las necesidades del lugar.

## 2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

### 2.6.1 Variable Independiente

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquias Pasa y San Fernando, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.

### 2.6.2 Variable Dependiente

Satisfacer las necesidades del lugar.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

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

##### **Investigación de campo**

Se refiere al desarrollo del proyecto para el que se realizó un inventario vial, encuestas y topografía en el mismo lugar de donde proceden los hechos razón por la cual cabe recalcar se empleó para ello una investigación de campo.

##### **Investigación de laboratorio**

Debido al estudio de suelos, contenido de humedad, granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR que se realizó para el desarrollo del proyecto.

##### **Investigación bibliográfica**

En atención a la problemática expuesta, la investigación bibliográfica es el método que se utilizó para alcanzar la finalidad de este proyecto, ya que se investigó en libros, internet, apuntes de clase entre otros.

##### **Investigación experimental**

Esta modalidad permitirá establecer un análisis de los ensayos realizados en el laboratorio como el contenido de humedad, granulometría, clasificación de suelos, límites de consistencia, compactación y CBR.

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

### **Nivel exploratorio**

Se puede decir que el nivel exploratorio permitió familiarizarse con la realidad del proyecto que es el estudio de las condiciones de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquia Pasa y San Fernando, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua posibilitando la generación de hipótesis con el fin de analizar, conocer y sondear el problema y con todo ello mejorar la comprensión y ampliar los conocimientos de los investigadores.

### **Nivel descriptivo**

Cabe destacar el nivel descriptivo pues permitió especificar las particularidades más importantes como son el tipo de camino y las características geométricas del proyecto en estudio, el desarrollo del mismo consistió en clasificar los elementos y estructuras tomando en cuenta ciertos criterios.

### **Nivel explicativo**

Es importante alcanzar el nivel explicativo porque permitió medir el grado de relación entre las variables, explicar por qué ocurre el problema de investigación, y sugerir una propuesta de solución a la dificultad planteada.

### **Asociación de variables**

Se puede decir que en la asociación de variables se vio reflejada la mejora en la calidad de vida de los habitantes del sector y las ventajas en el mejoramiento de la vía actual permitiendo evaluar el desarrollo social y económico, así como también brindar una mayor seguridad.

### 3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.3.1 Población o universo

El universo de este estudio está constituido por los habitantes de la Parroquia de San Fernando que consta de 2491 habitantes según el INEC, con el fin de determinar la factibilidad del proyecto.

#### 3.3.2 Cálculo de la muestra

Si la población o universo supera la centena se calcula el tamaño de la muestra con la siguiente expresión:

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

Fuente: Repositorio UTA, Egdo. Caiza Angel, 2011

Donde:

n = Tamaño de la muestra.

N = Población o Universo.

E = Error de muestreo.

Cálculo del tamaño de la muestra para la encuesta en la parroquia de San Fernando:

N = Para este caso según el INEC es de 2491 habitantes

E = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador; se asume el 5%.

$$n = \frac{2491}{0.05^2 (2491 - 1) + 1}$$

n= 345 habitantes

### 3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.4.1 Variable Independiente

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquias Pasa y San Fernando, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrucciones
<i>El diseño geométrico</i> determina la configuración tridimensional, es decir, la ubicación y la forma geométrica definida para los elementos de la carretera	Diseño horizontal  Diseño vertical  Sección transversal	Tránsito Velocidad de circulación Velocidad de diseño Distancias de visibilidad Radio mínimo Peralte Sobrecanchos	¿Cuál es la velocidad de diseño?  ¿Cuál es el radio mínimo?  ¿Cuál es la sección típica?	Formularios.  Normas.  Software.
<i>El diseño de la estructura del pavimento</i> permite que se establezcan las características de los materiales de las distintas capas y los espesores de la estructura del pavimento, de tal forma que mantenga un "índice" de servicio aceptable durante la vida útil del proyecto.	Subrasante  Sub-base  Base  Carpeta Asfáltica	C.B.R. Contenido de humedad Granulometría Compactación Límites líquidos Límites plásticos	¿Cuál es el CBR?  ¿Cuáles son los límites de consistencia?	Ensayo de laboratorio. Normas y especificaciones. SUCS AASHTO INEN Ley de caminos Ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial.



### 3.4.2 Variable Dependiente

Satisfacer las necesidades del lugar.

Contextualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrucciones
Satisfacer y proporcionar un servicio de calidad en el cual se refleje el bienestar social, económico y cultural de los habitantes en el sector.	Producción	Ganadera  Agrícola	¿Cómo afecta la producción en la zona?	Observación  Encuesta  Fichas
	Comercio	Turismo  Economía	¿Cuál es el comercio en la zona?	Encuestas  Entrevistas
	Social	Salud  Educación	¿Cómo se afecta el aspecto social en la zona?	Encuestas  Entrevistas

### 3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Es conveniente reunir la mayor cantidad de información, concerniente a la zona ya que ésta dará la base para la solución del problema por ende debe ser ordenada, para esto se utilizó:

### **Inventario de la vía**

Se ejecutó un recorrido a lo largo de toda la vía con el fin de elaborar un inventario vial del estado actual de la vía.

### **Conteo de tráfico**

Se estableció un lugar específico en el recorrido de la vía para realizar el conteo manual de vehículos y así determinar el tipo y número de vehículos que circulan en ambos sentidos, que sirvió para establecer el TPDA.

### **Estudios de suelos**

Se tomaron muestras de suelo de cada kilómetro para luego realizar los respectivos ensayos y determinar las propiedades del suelo.

### **Encuesta**

Se encuestó a los habitantes del sector tomando en cuenta que son los beneficiarios directos del mejoramiento la vía.

### **Levantamiento topográfico**

Se realizó un levantamiento topográfico para definir el tipo de terreno predominante en la zona del proyecto.

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

El procesamiento de la información se realizó en el siguiente orden:

- Encuestas
- Inventario vial
- Levantamiento topográfico
- Estudio de tráfico

- Estudios de suelo

Obtenida la información, la incompleta o contradictoria fue desechada, las respuestas a cada pregunta según el caso fueron tabuladas y representadas gráficamente de forma clara y precisa para su posterior análisis e interpretación.

Cabe recalcar que cada uno de los datos que arrojó la recolección de información fue apoyado en el marco teórico, destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos y la hipótesis.

Con todo esto finalmente se llega al establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Este capítulo tiene el objetivo de dar a conocer de forma detallada los resultados que se obtuvieron durante el proceso de investigación; ya que el análisis de los mismos es básicamente un proceso para obtener fundamentos.

##### **4.1.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA**

Los datos básicos de las encuestas se obtuvieron a partir de un cuestionario de nueve preguntas aplicadas a los habitantes de las parroquias implicadas en el proyecto vial, con el objetivo de conocer las prioridades y el nivel de aceptación del mismo.

Las cifras aquí expuestas son conseguidas de una muestra de 345 habitantes, una vez ejecutada la encuesta se procedió a tabular las cantidades para determinar e interpretar los resultados obtenidos con la finalidad de cumplir los objetivos descritos.

**Pregunta N° 1.**

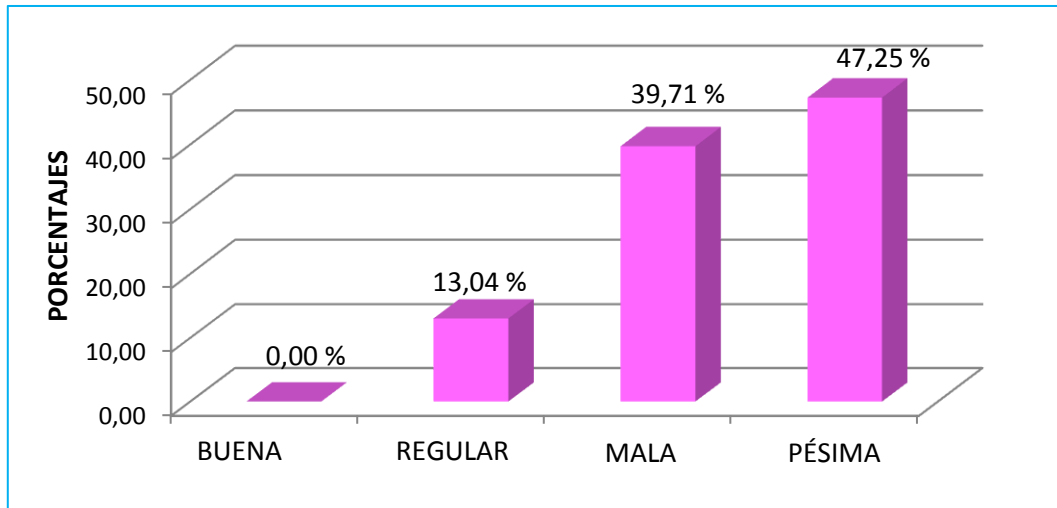
¿En la actualidad en qué condiciones se encuentra la vía en estudio?

Tabla N° 19. Condiciones de la vía en estudio

RESPUESTA	N° DE PERSONAS	PORCENTAJE %
BUENA	0	0,00
REGULAR	45	13,04
MALA	137	39,71
PÉSIMA	163	47,25
<b>TOTAL</b>	<b>345</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Autora

Gráfico N° 20. Condiciones de la vía en estudio



Fuente: Autora

**ANÁLISIS.**

De los resultados obtenidos de la muestra de 345 habitantes encuestados, el 13,04 % opina que la vía se encuentra en estado regular, mientras que el 39,71 % aprecia que la vía está en malas condiciones y un 47,25 % estima que se encuentra totalmente pésima dificultando el tránsito de vehículos y produciendo molestias a los habitantes.

## Pregunta N° 2.

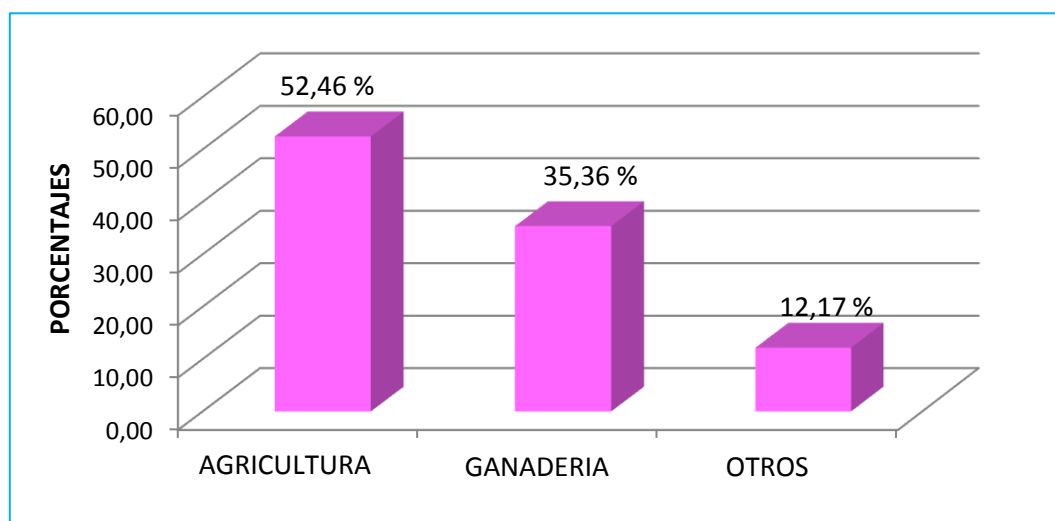
¿A qué se dedican los habitantes beneficiados con el proyecto?

Tabla N° 20. Actividades del sector

RESPUESTA	N° DE PERSONAS	PORCENTAJE %
AGRICULTURA	181	52,46
GANADERIA	122	35,36
OTROS	42	12,17
<b>TOTAL</b>	<b>345</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Autora

Gráfica N° 21. Actividades del sector



Fuente: Autora

## ANÁLISIS.

De los resultados obtenidos de la muestra de 345 habitantes encuestados, se determina que la mayoría se dedica a la agricultura con el 52,46 %, mientras que un 35,36 % se emplea en la actividad ganadera y finalmente un 12,17 % se dispone a la realización de otras actividades.

### Pregunta N° 3.

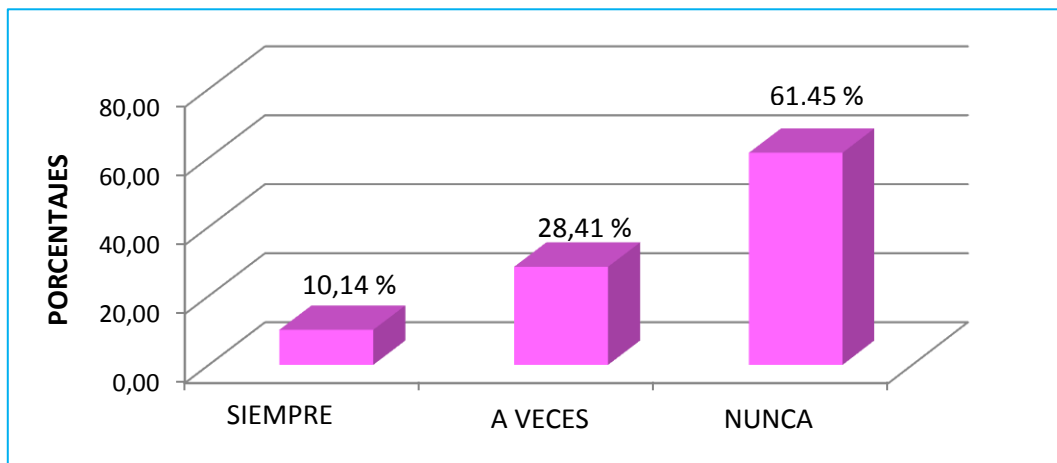
¿Con qué frecuencia utiliza usted esta vía?

Tabla N° 21. Frecuencia del uso de la vía

RESPUESTA	N° DE PERSONAS	PORCENTAJE %
SIEMPRE	35	10,14
A VECES	98	28,41
NUNCA	212	61,45
<b>TOTAL</b>	<b>345</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Autora

Gráfica N° 22. Frecuencia del uso de la vía



Fuente: Autora

### ANÁLISIS.

De los resultados obtenidos de la muestra de 345 habitantes encuestados, se ha podido establecer que un mínimo de personas utiliza siempre esta vía representado por el 10,14 % con el fin de realizar sus actividades, mientras que un 28,41 % la frecuenta a veces por las condiciones en que se encuentra y la mayoría representado por el 61,45 % nunca recurre a esta ruta y prefieren utilizar vías alternas y en buenas condiciones.

**Pregunta N° 4.**

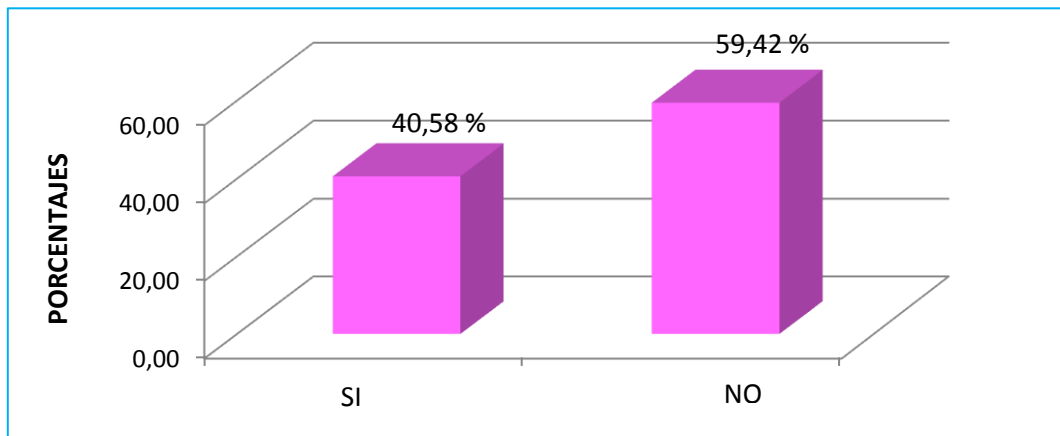
¿Está usted dispuesto a colaborar con un área de su propiedad al costado de la vía para su mejoramiento de ser necesario?

Tabla N° 22. Coloración de propiedades privadas para la vía

RESPUESTA	N° DE PERSONAS	PORCENTAJE %
SI	140	40,58
NO	205	59,42
<b>TOTAL</b>	<b>345</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Autora

Gráfica N° 23. Coloración de propiedades privadas para la vía



Fuente: Autora

**ANÁLISIS.**

De los resultados obtenidos de la muestra de 345 habitantes encuestados, un 40,58 % estaría dispuesto a colaborar con un área de su propiedad para impulsar el desarrollo de su parroquia y mejorar sus condiciones de vida, mientras que el 59,42 % que representa la mayoría se niega a colaborar.



**Pregunta N° 5.**

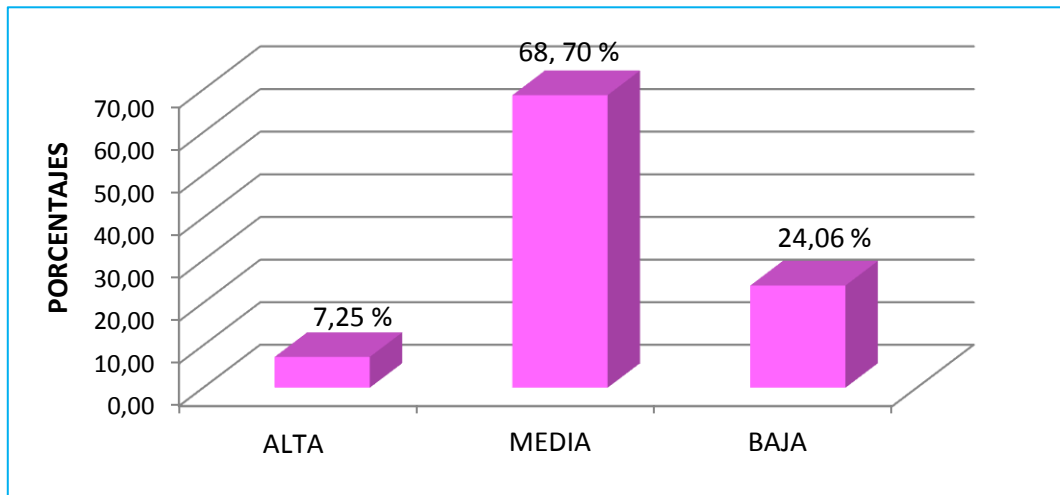
¿En qué magnitud cree que la vía ha provocado daños a vehículos?

Tabla N° 23. Daños en los vehículos

RESPUESTA	N° DE PERSONAS	PORCENTAJE %
ALTA	25	7,25
MEDIA	237	68,70
BAJA	83	24,06
<b>TOTAL</b>	<b>345</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Autora

Gráfica N° 24. Daños en los vehículos



Fuente: Autora

**ANÁLISIS.**

De los resultados obtenidos de la muestra de 345 habitantes encuestados, el 7,25 % opina que es alto el daño provocado en los vehículos por las condiciones actuales de la vía, en cambio un 68,70 % considera que el perjuicio ocasionado es medio y el 24,06 % cree que el daño es bajo ya que prefieren utilizar otras vías en mejores condiciones para evitar molestias en sus vehículos.

**Pregunta N° 6.**

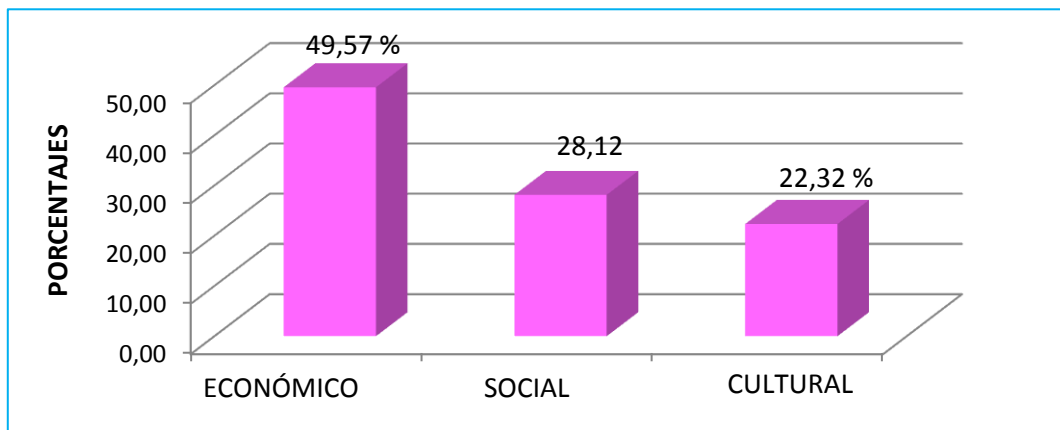
¿Cuál sería el beneficio que usted obtendría con la ejecución del proyecto?

Tabla N° 24. Beneficio con la ejecución del proyecto

RESPUESTA	N° DE PERSONAS	PORCENTAJE %
ECONÓMICO	171	49,57
SOCIAL	97	28,12
CULTURAL	77	22,32
<b>TOTAL</b>	<b>345</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Autora

Gráfica N° 25. Beneficio con la ejecución del proyecto



Fuente: Autora

**ANÁLISIS.**

De los resultados obtenidos de la muestra de 345 habitantes encuestados, el 49,57 % manifiesta que el desarrollo del proyecto beneficiaría de forma económica ya que con una capa de rodadura adecuada se reduciría el tiempo de movilización y los daños en sus vehículos, en tanto el 28,12 % cree que el progreso será social pues aportará con la comunicación entre parroquias y un 22,32 % opina que el adelanto será cultural porque la mejora de la vía facilitará el turismo.

**Pregunta N° 7.**

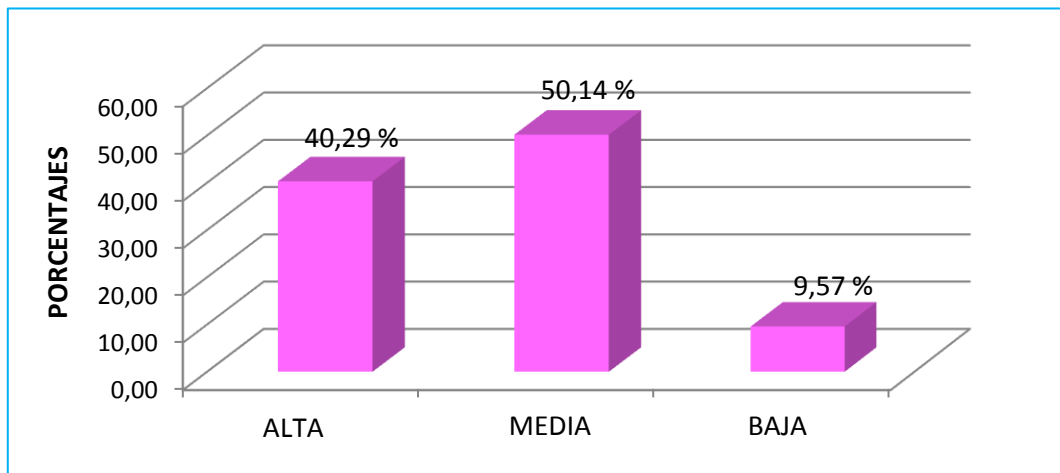
¿En qué medida se incrementará la actividad comercial en el sector?

Tabla N° 25. Incremento de la actividad comercial en el sector

RESPUESTA	N° DE PERSONAS	PORCENTAJE %
ALTA	139	40,29
MEDIA	173	50,14
BAJA	33	9,57
<b>TOTAL</b>	<b>345</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Autora

Gráfica N° 26. Incremento de la actividad comercial en el sector



Fuente: Autora

**ANÁLISIS.**

De los resultados obtenidos de la muestra de 345 habitantes encuestados, se ha podido definir que el 40,29 % cree que el incremento de la actividad comercial será alta, mientras que el 50,14 % establece que el desarrollo comercial será medio y apenas un 9,57 % manifiesta que el impulso será bajo.

**Pregunta N° 8.**

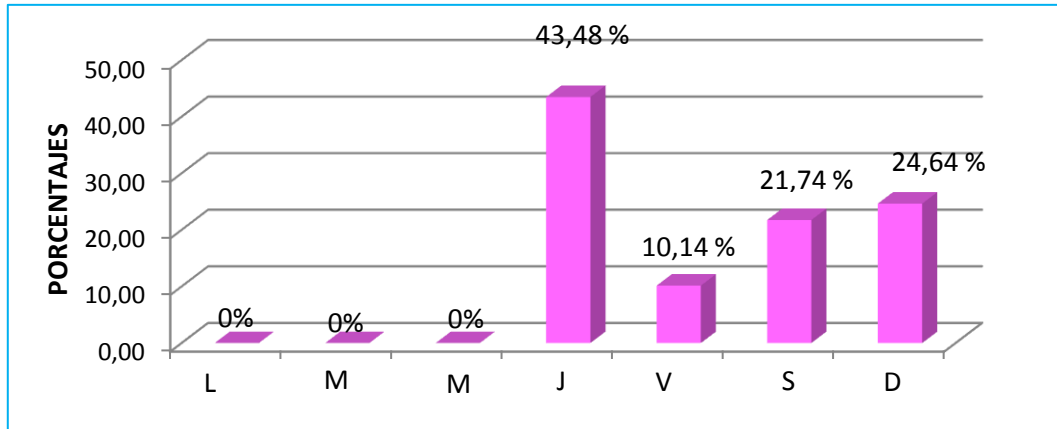
¿Cuál es el día que utilizan los vehículos con mayor frecuencia?

Tabla N° 26. Día de mayor tránsito

RESPUESTA	N° DE PERSONAS	PORCENTAJE %
L = LUNES	0	0,00
M = MARTES	0	0,00
M = MIÉRCOLES	0	0,00
J = JUEVES	150	43,48
V = VIERNES	35	10,14
S = SÁBADO	75	21,74
D = DOMINGO	85	24,64
<b>TOTAL</b>	<b>345</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Autora

Gráfica N° 27. Día de mayor tránsito



Fuente: Autora

**ANÁLISIS.**

De los resultados obtenidos de la muestra de 345 habitantes encuestados, un 43,48 % señala que el jueves utiliza con mayor frecuencia sus vehículos pues es el día de feria en el sector, en cambio un 10,14 % indica que los utiliza el viernes, mientras que el sábado lo ocupan un 21,74 % y el 24,64 % emplea sus autos el día domingo.

**Pregunta N° 9.**

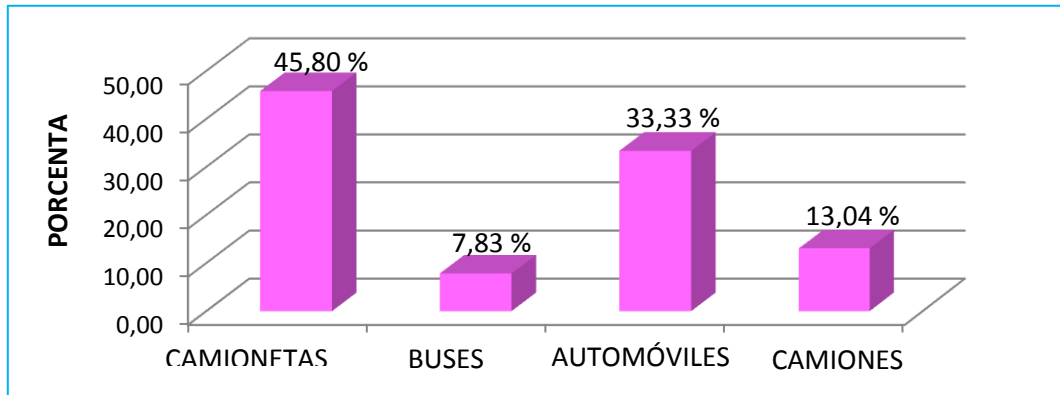
¿Qué tipo de vehículos circulan a menudo en la vía de proyecto?

Tabla N° 27. Tipos de vehículos que circulan por el proyecto

RESPUESTA	N° DE PERSONAS	PORCENTAJE %
CAMIONETAS	158	45,80
BUSES	27	7,83
AUTOMÓVILES	115	33,33
CAMIONES	45	13,04
<b>TOTAL</b>	<b>345</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Autora

Gráfica N° 28. Tipos de vehículos que circulan por el proyecto



Fuente: Autora

**ANÁLISIS.**

De los resultados obtenidos de la muestra de 345 habitantes encuestados, el 45,80 % indica que utilizan camionetas para el transporte lo que corresponde a la mayoría dentro de la categoría de vehículos livianos, mientras que apenas un 7,83 % emplea buses, el 33,33 % utiliza automóviles y el 13,04 % ocupa camiones.

#### 4.1.2 ANÁLISIS DEL INVENTARIO VIAL

El inventario de infraestructura vial se emplea para conocer las condiciones de operabilidad y funcionalidad de una vía, a partir de una descripción detallada de sus condiciones físicas, geométricas y de diseño; la forma más usual de elaborar este inventario es a través de una inspección visual, que consiste en hacer un reconocimiento a lo largo del sector o tramo objeto de estudio, para cuantificar y calificar sus condiciones, esto sirve de eje para las acciones a realizarse en la vía.

En base a las visitas de campo, se puede señalar las siguientes características de la vía actual en cada tramo:

Tabla N° 28. Resumen del inventario vial

TRAMO	ABSCISA		ANCHO DE VIA (m)	ANCHO A ASFALTAR (m)	AREA A ASFALTAR (m <sup>2</sup> )	OBSERVACIONES
	INICIAL	FINAL				
1	0+000	1+840,03	6,00	6,00	11132,34	Capa de rodadura de tierra, no existen cunetas en todo el tramo
2	0+000	0+668,87	6,00	6,00	4012,24	Capa de rodadura de tierra, no existen cunetas en todo el tramo. En la abscisa 0+270 existe una quebrada.
3	0+000	0+500.02	6,00	6,00	3000,00	Capa de rodadura de tierra, no existen cunetas en todo el tramo
<b>TOTAL</b>					<b>18144,58</b>	

Fuente: Autora

#### 4.1.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico consiste en una serie de actividades llevadas a cabo con el propósito de describir la composición de la superficie de la tierra, para ello se utilizó una estación total con ancho de faja de 30 metros a cada lado del eje de la vía.

La topografía permitió establecer las dimensiones del proyecto en forma precisa, además su relieve como obras existentes y facilitó crear representaciones gráficas que son de gran utilidad, y más aún, de vital importancia, para el desarrollo del mismo.

Utilizando el software “AutoCAD civil 3D” se consiguieron curvas de nivel cada metro, mediante los respectivos alineamientos se obtuvieron todos los perfiles transversales y longitudinales; permitiendo establecer los siguientes datos en el proyecto:

Tabla N° 29. Tabla resumen de pendientes

TRAMO	PENDIENTE LONGITUDINAL (máx.)
1	13.82(%)
2	11.69 (%)
3	11.52 (%)

Fuente: Autora

## **ANÁLISIS.**

A lo largo del tramo uno se establece una pendiente longitudinal máxima de 13.82 %, en el dos de 11.69 % y en el tres de 11.52 %.

### **4.1.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE TRÁFICO**

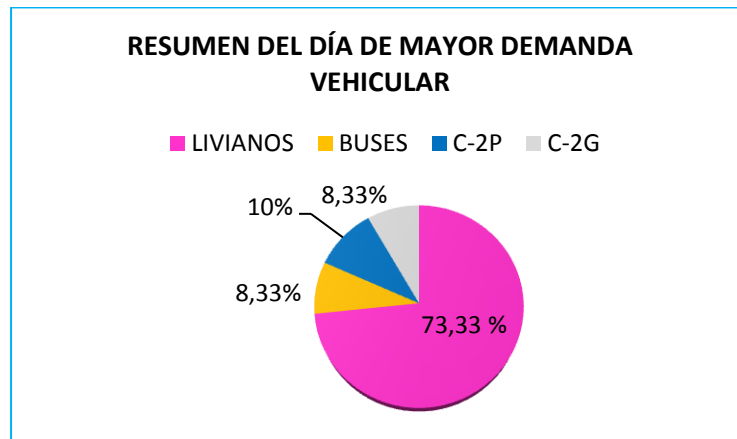
Mediante el análisis de los elementos de flujo vehicular se pueden entender las características y componentes del tránsito, requisitos básicos para el desarrollo de este proyecto.

El conteo de flujo vehicular en ambos sentidos se lo realizó durante una semana seguida en el sector, en los horarios de seis de la mañana hasta las seis de la tarde lo que corresponde a un periodo de doce horas.

#### 4.1.4.1 Demanda vehicular

Para determinar el tráfico actual que circula por la vía se ha utilizado el día de mayor demanda vehicular correspondiente al jueves que coincide con el día de feria en el sector.

Gráfico N° 29. Resumen del día de mayor demanda vehicular.



Fuente: Autora

#### ANÁLISIS.

De los resultados obtenidos se establece que el 73,33 % corresponde a los vehículos considerados como livianos que son los automóviles y las camionetas, mientras que el 8,33 % son buses, dentro de la categoría de pesados tenemos el 10 % que representa los C- 2P los camiones de dos ejes pequeños y un 8,33 % simboliza a los C – 2G los camiones de dos ejes grandes.

#### 4.1.4.2 Hora pico

Se empleó el método de la treintava hora para determinar la hora pico detallado en la siguiente tabla:



Tabla N° 30. Inventario de los vehículos en hora pico

HORA PICO	TIPO DE VEHÍCULOS							TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
7:00 - 7:15	2	0	0	0	0	0	0	2
7:15 - 7:30	1	1	1	0	0	0	1	3
7:30 - 7:45	2	0	0	0	0	0	0	2
7:45 - 8:00	1	0	0	1	0	0	1	2
<b>TOTAL TIPO VEHÍCULO</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>9</b>
<b>DISTRIBUCIÓN EN %</b>	<b>66,67</b>	<b>11,11</b>	<b>11,11</b>	<b>11,11</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>22,22</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Autora

## ANÁLISIS.

De acuerdo a los resultados resumidos en la tabla N° 21 se ha determinado que el mayor número de vehículos que circulan por la vía en la hora pico son los livianos con un total de 6, seguidos por los pesados con 2 y en la categoría de buses 1.

### 4.1.4.3 Cálculo del factor hora pico

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(qmáx)} = \frac{9}{4 * 3} = 0.75$$

Donde:

VHMD = Volumen horario de máxima demanda

N = Factor de máxima demanda para periodos de 15 minutos

qmáx = Flujo máximo

NOTA: Se utiliza el factor de 1 en los cálculos para considerar un tráfico homogéneo.

### 4.1.4.4 Tráfico actual

Con los datos obtenidos en la hora pico de los vehículos que circulan en ambos sentidos de la vía se ha calculado el TPDA actual:

$$TPDA_{Actual} = \frac{\text{Total tipo de vehículos}}{\text{Volúmen de tránsito para zonas rurales}} * \text{factor hora pico}$$

$$TPDA_{Actual} = \frac{6}{0,15} * 1 = 40 \text{ Vehículos livianos}$$

#### 4.1.4.5 Tráfico futuro

Tabla N° 31. Tasas de crecimiento anual del tráfico (%)

PERIODO	LIVIANO	BUSES	CAMIONES
2010 – 2014	4.47	2.22	2.18
2015 – 2019	3.97	1.97	1.94
2020 – 2024	3.57	1.78	1.74
2024 – 2030	3.25	1.62	1.58

Fuente: MTOP

Cálculo del TPDA para el primer año (tráfico futuro):

$$TPDA_{Futuro} = TPDA_{Actual} (1 + i)^n$$

$$TPDA_{Futuro} = 40 (1 + 0.0447)^1 = 42 \text{ Vehículos livianos}$$

#### 4.1.4.6 Tráfico generado, atraído y desarrollado

Establecidos estos valores se determina el tráfico proyectado para esto es necesario calcular el tráfico generado, el tráfico atraído y el tráfico por desarrollo con las siguientes fórmulas:

- Tráfico generado

$$TG = 20 \% * TPDA \text{ PRIMER AÑO}$$

$$TG = 0.20 * 42 = 8 \text{ Vehículos livianos}$$

- Tráfico atraído

$$TA = 10\% * TPDA \text{ actual}$$

$$TA = 0.1 * 40 = 4 \text{ Vehículos livianos}$$

- Tráfico desarrollado

$$TD = 5\% * TPDA \text{ actual}$$

$$TD = 0.05 * 40 = 2 \text{ Vehículos livianos}$$

Con estos datos se establece el TPDA total actual detallado en la siguiente tabla:

Tabla N° 32. Resumen del TPDA total actual

TIPO VEHÍCULO	TPDA (Actual)	TPDA (1 Año)	TRÁFICO GENERADO	TRÁFICO ATRAÍDO	TRÁFICO DESARROLLADO	TPDA (Actual total)
LIVIANOS	40	42	8	4	2	54
BUSES	7	7	1	1	0	9
CAMIONES	13	14	3	1	1	18

Fuente: Autora

Tabla N° 33. Resumen del tráfico futuro

AÑO	% CRECIMIENTO			TRANSITO PROMEDIO DIARIO			
	AUTOS	BUSES	CAMIONES	AUTOS	BUSES	CAMIONES	TPDA TOTAL
2013	4,47%	2,22%	2,18%	54	9	18	82
2014	4,47%	2,22%	2,18%	56	9	18	84
2015	4,47%	2,22%	2,18%	59	9	19	87
2016	3,97%	1,97%	1,94%	62	10	19	90
2017	3,97%	1,97%	1,94%	64	10	20	93
2018	3,97%	1,97%	1,94%	67	10	20	97
2019	3,97%	1,97%	1,94%	69	10	20	100
2020	3,97%	1,97%	1,94%	72	10	21	103
2021	3,57%	1,78%	1,74%	75	11	21	107
2022	3,57%	1,78%	1,74%	77	11	22	110
2023	3,57%	1,78%	1,74%	80	11	22	113
2024	3,57%	1,78%	1,74%	83	11	22	117
2025	3,57%	1,78%	1,74%	86	11	23	120
2026	3,25%	1,62%	1,58%	89	12	23	124
2027	3,25%	1,62%	1,58%	92	12	23	127
2028	3,25%	1,62%	1,58%	95	12	24	131
2029	3,25%	1,62%	1,58%	98	12	24	134
2030	3,25%	1,62%	1,58%	101	12	25	138
2031	3,25%	1,62%	1,58%	105	13	25	142
2032	3,25%	1,62%	1,58%	108	13	25	146
2033	3,25%	1,62%	1,58%	112	13	26	150

Fuente: Autora

## ANÁLISIS.

En la tabla N° 33 se muestran los resultados del TPDA futuro para cada año comenzando en el 2013 con un total de 82 vehículos, avanzando un periodo de 10 años se obtiene 113 vehículos y dentro 20 años habrá un TPDA de 150 vehículos.

### 4.1.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELOS

El estudio de suelos es de trascendental importancia en todo proyecto vial ya con la información obtenida se determina en gran parte el factor económico, aumentando o disminuyendo el costo del proyecto de forma considerable.

Por dicha razón es inevitable realizar un estudio meticuloso de los suelos de la subrasante mediante ensayos de laboratorio, determinando así sus propiedades mecánicas.

En el proyecto la recolección de las muestras de suelo se realizó en cada tramo por medio de pozos a cielo abierto rectangulares (1.20 x 0.80 x 1.00) m.

#### 4.1.5.1 Contenido de Humedad

Para determinar la presencia y porcentaje de la humedad natural a lo largo de la vía se realizó un ensayo de contenido de humedad en las muestras recolectadas obteniendo los valores indicados en la siguiente tabla:

Tabla N° 34. Resumen del contenido de humedad

<b>CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>				
<b>TRAMO</b>	<b>ABSCISA</b>			<b>prom ω%</b>
	<b>INICIAL</b>	<b>FINAL</b>	<b>TOMA DE MUESTRAS</b>	
1	0+000	1+840,03	1 + 160	32,55
2	0+000	0+668,87	0 + 380	45,57
3	0+000	0+500.02	0 + 220	28,71

Fuente: Autora

## ANÁLISIS.

En el tramo uno el promedio del contenido de humedad del suelo da como resultado el 32,55 %, variando en el tramo dos con un 45,57 % y finalmente el tramo tres con un 28,71 %.

### 4.1.5.2 Límites de Consistencia

Se efectuó el ensayo de límites de consistencia (Límite líquido y plástico) para determinar cómo el contenido de humedad actúa en el suelo.

Tabla N° 35. Resumen de los límites de consistencia

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
TRAMO	ABSCISA			LL (%)	LP (%)
	INICIAL	FINAL	TOMA DE MUESTRAS		
1	0+000	1+840,03	1 + 160	35,7	35,47
2	0+000	0+668,87	0 + 380	42,9	41,95
3	0+000	0+500.02	0 + 220	26,9	25,31

Fuente: Autora

## ANÁLISIS.

En el tramo uno se obtuvo el límite líquido de 35,7 % con un límite plástico del 35,47 %; mientras que en el tramo dos se alcanza un límite líquido de 42,9 % con un límite plástico de 41,95 % y finalmente en el tramo tres se adquiere como resultado del límite líquido de 26,9 % y un límite plástico de 25,31 %.

### 4.1.5.3 Análisis Granulométrico

Después de realizar las perforaciones y encontrar los diferentes estratos se logró clasificar e identificar al suelo utilizando el sistema AASHTO (American Association of State Highway Officials).

Tabla N° 36. Resumen de la clasificación de suelos

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
TRAMO	ABSCISA			CLASIFICACIÓN DE SUELOS
	INICIAL	FINAL	TOMA DE MUESTRAS	SISTEMA AASTHO
1	0+000	1+840,03	1 + 160	SUELO LIMOSO (A – 4)
2	0+000	0+668,87	0 + 380	SUELO LIMOSO (A – 4)
3	0+000	0+500.02	0 + 220	SUELO LIMOSO (A – 4)

Fuente: Autora

### ANÁLISIS.

En todo el proyecto en estudio se estableció el tipo de suelo limoso (A – 4) según las especificaciones de la AASHTO.

#### 4.1.5.4 Capacidad de Soporte ó CBR (California Bearing Ratio)

Tras una serie de ensayos en el laboratorio se consiguió especificar los valores de C.B.R. resumidos en la siguiente tabla:

Tabla N° 37. Resumen de la capacidad de soporte del suelo

CAPACIDAD DE SOPORTE				
TRAMO	ABSCISA			CBR (%)
	INICIAL	FINAL	TOMA DE MUESTRAS	
1	0+000	1+840,03	1 + 160	12
2	0+000	0+668,87	0 + 380	13
3	0+000	0+500.02	0 + 220	13

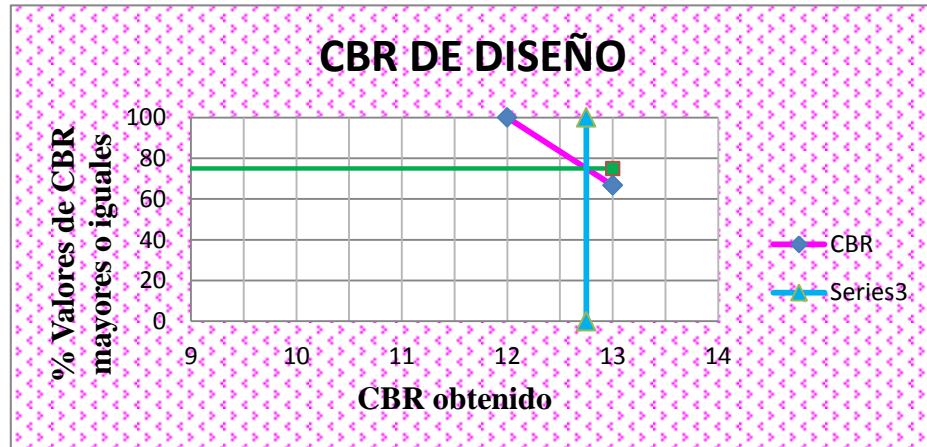
Fuente: Autora

### ANÁLISIS.

En el primer tramo se obtuvo un CBR de 12 %, mientras que el segundo se alcanzó el CBR más alto de todo el proyecto con un porcentaje del 13 % disminuyendo en el tercer tramo con un valor del 13 %.

Para el cálculo del CBR de diseño se ha utilizado lo que recomienda el Manual americano para diseño de pavimentos SIECA, como se indica en la siguiente gráfica:

Gráfico N° 30. CBR de diseño



Fuente: Autora

Tabla N° 38. Tabla de valores para el CBR de diseño

ORDENANDO DE MENOR A MAYOR	VALORES MAYORES O IGUALES
12	3
13	2
13	2

Fuente: Autora

## ANÁLISIS.

De acuerdo a la gráfica según apreciación el CBR de diseño es 12,75 %.

## 4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

### 4.2.1 INTERPRETACIÓN DE DATOS DE LA ENCUESTA

En base a las respuestas obtenidas en las encuestas aplicadas a los moradores beneficiados con el proyecto se considera lo siguiente:

- La mayoría de los habitantes del sector concuerda con que la vía está en pésimas condiciones lo que dificulta hacer uso de la misma ya que los baches e irregularidades del terreno al no contar con una adecuada capa de rodadura afectan de manera directa, lo que implica molestias en la población.
- Los resultados demuestran que el sector es altamente productivo siendo sus mayores fuentes de ingreso la agricultura y la ganadería por lo que consideran que el desarrollo del proyecto beneficiará la comercialización de los productos y reducirá el tiempo de traslado de los mismos incrementando así su economía.
- La circulación de los vehículos y peatones por los tramos en estudio no es frecuente por las molestias que causa las condiciones actuales en las que se encuentra.
- Aunque la mayoría considera que el desarrollo del proyecto es necesario, no existe la colaboración por parte de los habitantes al ceder área de terreno de ser preciso para la elaboración del mismo.
- Se aprecia que por las condiciones en las que actualmente se encuentra la vía en estudio se ha provocado daños a los vehículos que transitan.
- Con la realización del proyecto se presume que el aspecto más beneficiado sería el económico puesto que con el mejoramiento vial el tiempo de traslado de productos y personas disminuiría y con ello los costos, del mismo modo se incrementará la comodidad al transitar por la vía.
- Es evidente que el mejoramiento de la capa de rodadura de la vía en estudio contribuiría en forma positiva con la actividad comercial, facilitando la entrada y salida de productos.
- Los resultados permiten establecer además que el día de mayor flujo vehicular es el jueves, que es la feria en las parroquias aledañas al proyecto.



- El medio adoptado por los moradores para el transporte son las camionetas y los automóviles que constan dentro de la categoría de vehículos livianos.

#### **4.2.2 INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DEL INVENTARIO VIAL**

A través de la inspección visual que se realizó a lo largo de la vía con el fin de obtener una descripción completa de la misma se pudo constatar que se requiere de un mejoramiento ya que no cuenta con una capa de rodadura adecuada, en la actualidad se encuentra totalmente a nivel de suelo natural y todas las irregularidades y baches del terreno provocan incomodidades en los usuarios.

Otro de los factores que han afectado de forma directa el deterioro de la superficie de la vía es la falta de cunetas provocando socavaciones por la circulación de aguas lluvia.

#### **4.2.3 INTERPRETACIÓN DE DATOS DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

Con los datos obtenidos que se detallan en los anexos correspondientes se ha podido interpretar que la topografía reinante a lo largo del proyecto es montañosa, con la presencia de pendientes abruptas.

#### **4.2.4 INTERPRETACIÓN DE DATOS DEL ESTUDIO DE TRÁFICO**

El estudio de tráfico es un paso preliminar y una herramienta muy importante para la toma de decisiones por lo que es evidente e indispensable un mejoramiento en la capa de rodadura con el fin de proporcionar comodidad y seguridad a los usuarios.

El tráfico de la zona está caracterizado por vehículos livianos que circulan diariamente por el sector, en el análisis se determinó la proyección del tráfico (TPDA) con un resultado de 150 vehículos como se muestra en la tabla N° 23, para un periodo de diseño de 20 años; con este dato se determinó el tipo de carretera según las normas del MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas) encajando dentro de una carretera de clase cuatro que se establece como camino vecinal.

## **4.2.5 INTERPRETACIÓN DE DATOS DEL ESTUDIO DE SUELOS**

Del análisis de los ensayos del estudio de suelos se desprende que:

### **4.2.5.1 Contenido de Humedad**

A lo largo de la vía se obtuvieron los contenidos naturales de humedad que indican como resultado un buen comportamiento mecánico.

### **4.2.5.2 Límites de Consistencia**

Los valores encontrados indican un suelo con baja plasticidad y por lo tanto baja compresibilidad.

### **4.2.5.3 Análisis Granulométrico**

De acuerdo al resultado obtenido del ensayo de granulometría se determinó que el suelo que predomina en el proyecto es A - 4 (suelo limoso) según el Sistema de Clasificación AASHTO, la misma norma determina que la resistencia al corte en estado compacto es buena y que la facilidad de tratamiento en obra es regular.

### **4.2.5.4 Capacidad de Soporte ó CBR (California Bearing Ratio)**

Con los estudios realizados se obtuvo un CBR promedio del 11 % lo cual indica que la sub-rasante entra en la categoría de una capacidad de soporte que va de regular a buena.

## **4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS**

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquias Pasa y San Fernando, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua satisfacerá las necesidades del lugar, ya que con su posterior construcción permitirá agilizar la circulación vehicular, reducir tiempos de recorrido y contribuirá alcanzar una alta calidad de vida en la zona, además se

conseguirá fomentar el turismo y brindar nuevas fuentes de ingreso para los habitantes.

Con el propósito de comprobarla hipótesis se aplicara la prueba estadística del “Chi Cuadrado” ( $X^2$ ).

### **Hipótesis General:**

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquias Pasa y San Fernando, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua satisfacerá las necesidades del lugar.

### **Planteamiento de la hipótesis para la prueba del chi - cuadrado**

**Ho:** El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquias Pasa y San Fernando, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua no satisfacerá las necesidades del lugar.

**Hi:** El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquias Pasa y San Fernando, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua satisfacerá las necesidades del lugar.

La prueba chi - cuadrado requiere la comparación del  $X^2_{prueba}$  con el  $X^2_{tabla}$ , para lo cual se procede con los siguientes cálculos:

- Los grados de libertad se calculan aplicando la fórmula:

$$\text{Grados de libertad} = ( r - 1 ) ( k - 1 )$$

$$\text{Grados de libertad} = ( 2 - 1 ) ( 3 - 1 )$$

$$\text{Grados de libertad} = 2$$

- Se asume un nivel de significación de 0,05
- Se determina el valor crítico de la tabla N° 39 obteniendo  $V_c = 5.991$

Tabla N° 39. Tabla para valores de chi-cuadrado crítico

	0.995	0.990	0.975	0.950	0.900	0.750	0.500	0.250	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1	0.000	0.000	0.001	0.004	0.016	0.102	0.455	1.323	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	0.575	1.386	2.773	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	1.203	2.366	4.108	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	1.923	3.357	5.385	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	2.675	4.351	6.626	9.236	11.070	12.833	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	3.455	5.348	7.841	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	4.255	6.346	9.037	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	3.490	5.071	7.344	10.219	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	4.168	5.899	8.343	11.389	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	4.865	6.737	9.342	12.549	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	5.578	7.584	10.341	13.701	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	6.304	8.438	11.340	14.845	18.549	21.026	23.337	26.217	28.300

Fuente: <http://docentesinnovadores.net>

Tabla N° 40. Frecuencias observadas

PREGUNTAS \ VARIABLES	ALTA	MEDIA	BAJA	TOTAL
5.- ¿En qué magnitud cree que la vía ha provocado daños a vehículos?	25	237	83	345
7.- ¿En qué medida se incrementará la actividad comercial en el sector?	139	173	33	345
TOTAL	164	410	116	690

Fuente: Encuestas

Fórmula para el cálculo del chi – cuadrado:

$$X_{prueba}^2 = \sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Donde: O = frecuencias observadas

e = frecuencias esperadas

- Cálculo de frecuencias esperadas

- Alta =  $164 \cdot 345 / 690 = 82$

- Media =  $410 \cdot 345 / 690 = 205$

- Baja =  $116 \cdot 345 / 690 = 58$

Tabla N° 41. Frecuencias esperadas

PREGUNTAS	VARIABLES			
	ALTA	MEDIA	BAJA	TOTAL
5.- ¿En qué magnitud cree que la vía ha provocado daños a vehículos?	82	205	58	345
7.- ¿En qué medida se incrementará la actividad comercial en el sector?	82	205	58	345
TOTAL	164	410	116	690

Fuente: Autora

- **Cálculo matemático del Chi - Cuadrado**

Tabla N° 42. Cálculo del chi - cuadrado

ALTERNATIVAS	O	e	(O-e)	(O-e) <sup>2</sup>	(O-e) <sup>2</sup> /e
ALTA	25	82	-57	3249	39,622
MEDIO	237	205	32	1024	4,995
BAJA	83	58	25	625	10,776
ALTA	139	82	57	3249	39,622
MEDIO	173	205	-32	1024	4,995
BAJA	33	58	-25	625	10,776
	TOTAL X <sup>2</sup>				110,786

Fuente: Autora

## ANÁLISIS.

De acuerdo a los datos adquiridos en los cálculos correspondientes se ha obtenido un chi – cuadrado de  $X^2 = 110.786$  y un valor crítico de  $V_c = 5.99$ .

## INTERPRETACIÓN.

Al resultar  $X^2 > V_c$  basándose en la prueba del chi - cuadrado se ha rechazado la hipótesis nula y se acepta la hipótesis que propone:

**Hi:** El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquias Pasa y San Fernando, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua satisfacerá las necesidades del lugar.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

De los estudios realizados se puede determinar que mediante los procesos de investigación, de la información recopilada y el análisis e interpretación de los resultados obtenidos se deriva lo siguiente:

- ✓ La falta de existencia de cunetas ha ocasionado graves daños en la superficie provocando la socavación de la misma por la falta de escurrimiento de las aguas lluvia.
- ✓ La capa de rodadura que en la actualidad presenta la vía es de tierra de tal manera que las irregularidades y baches que muestra, producen muchos inconvenientes a los habitantes del sector ocasionando daños tanto en sus vehículos como en su salud.
- ✓ Se establece gracias a la topografía que el tipo de terreno que predomina en este sector es montañoso con la presencia de pendientes abruptas.
- ✓ En cuanto al análisis e interpretación del resultado obtenido del TPDA se estableció que la vía a diseñar es de cuarto orden lo que corresponde a un camino vecinal.
- ✓ Los beneficios con la ejecución de este proyecto son importantes para el factor económico de los habitantes pues con la mejora no solo disminuirá el

tiempo de recorrido sino permitirá mayor comercialización de sus productos y la facilidad de acceso para los turistas incrementando así sus fuentes de ingreso y la comunicación entre parroquias.

- ✓ En base a los estudios realizados se concluye que la mejor alternativa para el mejoramiento de esta vía es el diseño de un pavimento flexible por la ventaja de ser de bajo costo y se establece que el periodo de diseño es de 20 años.
- ✓ Para el proyecto se aplicó las Normas de Diseño del MTOP, normas AASHTO aplicada al Ecuador, obteniendo un proyecto preliminar factible en lo correspondiente a la vialidad.
- ✓ Con los resultados de las encuestas se afirma que para los habitantes de las parroquias beneficiadas la mejora de esta vía sería primordial para el desarrollo de todas sus actividades por ser un sector de alta productividad.
- ✓ El estudio de suelos indica que la estructura del pavimento tendrá un soporte necesario por lo que el mejoramiento del tramo no es preciso ya que mediante ensayos de laboratorio se obtuvo un CBR de 13 % como promedio en todo el proyecto entrando en la categoría de una sub-rasante que varía entre regular y buena lo que influye de forma directa y positiva en los costos de construcción de la nueva estructura.
- ✓ Según las normas MOP aplicadas en km/h la velocidad de diseño para una vía de cuarta categoría y terreno de tipo montañoso está dentro los valores recomendados y absolutos en los rangos de 50 – 25 km/h, por esta razón se adoptó para el proyecto un valor de 25km/h para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal, elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.
- ✓ Basados en las especificaciones MOP se adopta para el proyecto un radio mínimo de curvatura de 20 m. en función del peralte que establece que para velocidades de diseño menores a 50 km/h se asume el 8%.

- ✓ Se asume para este proyecto según los estudios y cálculos correspondientes una sub-base de 20 cm de espesor, adoptando como material a usar de clase tres y una base con un espesor de 10 cm de clase cuatro, se establecen estos materiales para el desarrollo del proyecto por ser accesibles económicamente, de buena calidad y cumplen de manera adecuada con el funcionamiento.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- ✓ Colocar señalización horizontal y vertical con el objeto de brindar mayor seguridad a los usuarios al momento de circular por la vía, además de evitar accidentes.
- ✓ Es necesario la construcción y el debido mantenimiento de cunetas para evitar la erosión y daños futuros en la capa de rodadura por la inadecuada evacuación de aguas lluvia.
- ✓ Verificar que en obra todos los componentes de la carpeta asfáltica utilizados para la construcción cumplan con las especificaciones establecidas en el diseño para garantizar la calidad y todas las expectativas necesarias demandadas por el sector.
- ✓ Establecer el comportamiento y características mecánicas del suelo porque es de vital importancia para crear adecuados criterios de diseño a más de influir directamente en los costos que produce la construcción de proyectos de ese tipo.
- ✓ Antes de realizar cualquier actividad es indispensable socializar con los habitantes de los sectores con el fin de evitar conflictos en el desarrollo del proyecto y contar con la colaboración en la recolección de los datos necesarios.



- ✓ Se recomienda tomar medidas de mitigación para evitar que se destruya el equilibrio del medio ambiente en la zona afectada por el proyecto.
- ✓ Deberán realizarse ensayos de laboratorio a medida que avanza la obra permitiendo así corregir defectos que pudieran producirse en la construcción dentro del proceso de mejoramiento.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

**TEMA:** Estudio de las condiciones de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquias Pasa y San Fernando, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua para satisfacer las necesidades del lugar.

#### **6.1 DATOS INFORMATIVOS**

##### **6.1.1 Descripción del Proyecto**

Es un proyecto de interés social que satisfecerá los problemas de transporte en las parroquias San Fernando y Pasa, asegurando que los habitantes tengan una transportación eficiente, confiable, equitativa, segura y menos contaminante que aumente la productividad y el progreso socioeconómico<sup>1</sup>, la vía tiene una longitud de 3,027.43 kilómetros, con un ancho de faja topográfica de 30 metros, el mismo que está entre las cotas 3,210 y 3,365 metros de altura sobre el nivel del mar.

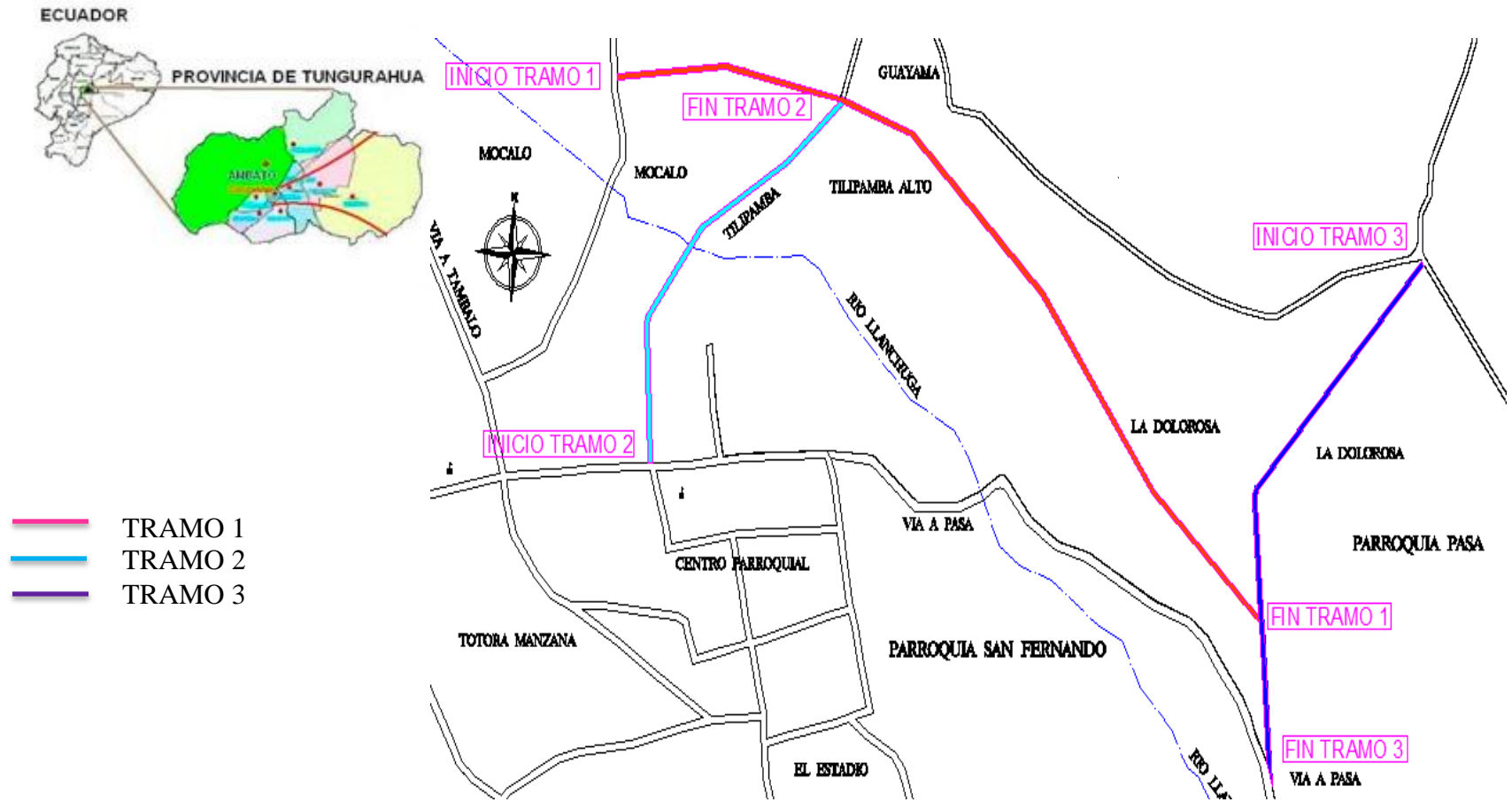
##### **6.1.2 Localización del Proyecto**

El proyecto se encuentra ubicado en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato en la parroquia San Fernando que está situada al occidente de Ambato a 22 kilómetros de distancia, sus límites son al norte con la provincia de Cotopaxi, al sur con la parroquia Pilahuín, al este con la parroquia Pasa y Quisapincha, al oeste con la provincia de Bolívar (parroquia Simiatug) y la parroquia Pilahuín, la superficie territorial de esta parroquia es de 107,3 kilómetros cuadrados, la temperatura promedio es de 12° grados centígrados debido a su cercanía al volcán Chimborazo.

---

1. <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36720769>

Gráfico N° 31. Ubicación del proyecto



Fuente: Autora

## **6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

La infraestructura vial reviste una enorme importancia para el desarrollo económico. Las vías terrestres interconectan los puntos de producción y consumo y el estado de las mismas determina en un alto porcentaje el nivel de costos de transporte, los cuales a su vez influyen sobre los flujos de comercio. Por esta razón, la construcción y el mantenimiento de las carreteras son temas que requieren de especial atención por parte de los gobiernos.<sup>2</sup>

Se debe tener en cuenta además que el mejoramiento de esta carretera influye de manera importante en el desarrollo económico de las parroquias San Fernando y Pasa, disminuyendo costos y mejorando así la calidad de vida de la población ubicada en la zona de influencia.

Por tal motivo surge la necesidad de mejorar la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquias Pasa y San Fernando, realizando un diseño adecuado y eficiente tanto para usuarios como para los vehículos.

## **6.3 JUSTIFICACIÓN**

Este proyecto se origina a causa del crecimiento poblacional, que genera tránsito vehicular, el cual afecta la forma de vida de los habitantes de las parroquias. Al mismo tiempo debido a las cargas transmitidas por los autos se generan daños en la capa de rodamiento del camino. Esto, se ha vuelto un problema, ya que el camino existente no satisface las necesidades de los usuarios.

Y cuando las vías ya no cumplen con su función, es necesario buscar opciones que solucionen de manera óptima las carencias de la población. Esto, obliga a diseñar nuevos caminos, ampliar y mejorar vías existentes para obtener mayores beneficios. El mal estado que presenta la vía actual ha generado importantes pérdidas económicas que se generan por retraso de mercancías, ya que las fuentes de ingresos

de los habitantes están centradas en la agricultura y la ganadería; además los daños mecánicos provocados a los vehículos.

El mejoramiento de la vía disminuirá los costos de operación vehicular, el tiempo de viaje del origen al destino favoreciendo principalmente al transporte de productos perecibles, así mismo se incrementará la seguridad, comodidad y el nivel del servicio para el usuario.<sup>3</sup>

## **6.4 OBJETIVOS**

### **6.4.1 Objetivo General**

Realizar el diseño de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquias Pasa y San Fernando, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua para satisfacer las necesidades del lugar.

### **6.4.2 Objetivos Específicos**

- Elaborar el diseño geométrico de la vía
- Determinar el diseño de la estructura del pavimento
- Establecer un sistema adecuado de drenaje
- Desarrollar el presupuesto referencial

## **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

**Factibilidad técnica.-** La ejecución de este proyecto es factible por que cumple con las normas de diseño establecidas, además permite aprovechar la estructura existente mediante los resultados obtenidos en el análisis técnico.

**Factibilidad económica.-** El mejoramiento de esta vía tiene como uno de sus múltiples propósitos impulsar el desarrollo agrícola, facilitando el traslado de los productos de este modo abaratando el costo en cuanto movilización para el respectivo comercio. Este estudio vial posibilita que se acceda a los fondos económicos del

Gobierno Autónomo Descentralizado de Tungurahua destinados para la estructuración vial en convenios con la junta parroquial del sector.

**Factibilidad social.-** En cuanto a lo social el desarrollo del proyecto brindará a los usuarios de esta vía seguridad, comodidad y una mejor calidad de vida, cumpliendo con las exigencias y necesidades de la población.

**Factibilidad ambiental.-** Tratando de mitigar el impacto ambiental que produce la construcción de una vía se aprovechará en su mayoría el trazado actual evitando las zonas agrícolas y respetando al máximo los recursos existentes en las zonas afectadas.

## **6.6 FUNDAMENTACIÓN**

### **6.6.1 Diseño de la vía**

El diseño geométrico de una carretera supone la parte más importante de su concepción y proyecto, ya que permite establecer su disposición espacial más adecuada sobre el territorio, para que se adapte a sus características y condicionantes; pero a su vez pueda facilitar una accesibilidad y movilidad de las personas y las mercancías que sea segura, cómoda, sostenible y en unos tiempos que estén proporcionados a la magnitud de la demanda de movilidad, es decir, que sea funcional y eficaz a un coste razonable.<sup>4</sup>

El diseño geométrico que se lleva a cabo en el desarrollo de este proyecto es mediante el software AUTOCAD CIVIL 3D que ofrece un proceso de diseño dinámico, donde se va construyendo la geometría de la carretera a través de un modelo espacial que continuamente se evalúa, según todos los condicionantes y objetivos del diseño, para proceder a introducir modificaciones continuas en el mismo, buscando la optimización de la realidad física y funcional final, y permitiendo obtener resultados de una manera rápida de los alineamientos verticales, horizontales y de la secciones transversales.<sup>4</sup>

### **6.6.2 Diseño de la estructura del pavimento**

La estructura del pavimento es la superficie de rodamiento para los distintos tipos de vehículos, formada por el agrupamiento de capas de distintos materiales destinados a distribuir y transmitir las cargas aplicadas por el tránsito al cuerpo de terraplén.<sup>5</sup>

Para el diseño de la carpeta asfáltica del presente proyecto se examinó lo que sugiere la AASTHO para el diseño de pavimentos flexibles considerando el número de ejes equivalentes, la desviación estándar global, niveles de confiabilidad según el tipo de carretera, el índice de serviciabilidad, el módulo de resiliencia, los espesores por capa, coeficientes estructurales de carpeta asfáltica, base y subbase, coeficientes de drenaje y la capacidad portante del suelo (CBR).

Además para el cálculo del número estructural se utilizó la ecuación AASTHO 93 teniendo en cuenta todas las consideraciones necesarias para la aplicación de la misma y para el análisis de falla por fatiga y ahuellamiento se empleó el software WESLEA.

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

El sistema de drenaje es importante debido a que cuando el agua de escurrimiento o de infiltración alcanza la carretera, si no se dispone de los elementos necesarios de drenaje para conducirla o desviarla, puede ocasionar la inundación de la calzada, el debilitamiento de la estructura del pavimento y la erosión o el derrumbe de los taludes, con graves perjuicios para el usuario de la vía y para la economía de las parroquias implicadas

Para su diseño se fundamenta en el estudio de precipitación el cual permite establecer la intensidad de lluvia y frecuencia.

## **6.7 METODOLOGÍA - MODELO OPERATIVO**

La metodología manejada en el desarrollo de este proyecto procura aprender, captar e interpretar la información con el siguiente proceso:

Se empezó con una visita técnica a lo largo de todo el proyecto para el respectivo reconocimiento y la socialización con los habitantes de las parroquias implicadas donde posteriormente se realizaron las encuestas, los ensayos de suelos que se ejecutaron en el laboratorio se obtuvieron a partir de calicatas con el fin de obtener las muestras necesarias para llevar a cabo los mismos.

Para el diseño geométrico, diseño de pavimento y estructuras adicionales se empleó una faja topográfica utilizando las especificaciones recomendadas por el MOP, MTOP y AASHTO

### **6.7.1 Diseño geométrico de la vía**

Para iniciar con el proyecto se determinaron las curvas de nivel y posteriormente el alineamiento horizontal el mismo que establece la ruta de diseño geométrico, dibujada a una escala de 1:1000, los alineamientos verticales se generaron a una escala horizontal de 1:1000 y escala vertical de 1:100; en cuanto a los perfiles transversales se emplea una escala de 1:200.

Tomando en cuenta las especificaciones del MOP y MTOP se definieron los parámetros necesarios para el diseño, estableciendo una vía a proyectar de clase cuatro definida como camino vecinal.

#### **6.7.1.1 Alineamiento Horizontal**

Se han considerado los siguientes parámetros:



### A) Velocidad de diseño

La variable velocidad es un elemento básico para el diseño geométrico de carreteras y se emplea como parámetro de cálculo de la mayoría de los diversos componentes del proyecto.

Según el levantamiento topográfico del terreno que establece una zona montañosa y las especificaciones del MOP 2003, de acuerdo a la siguiente tabla se adopta una velocidad de diseño de 25 Km/h.

Tabla N° 43. Velocidad de diseño en carreteras

CATEGORÍA DE LA VÍA	TPDA ESPERADO	VELOCIDAD DE DISEÑO km/h											
		BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES							
		(RELLEVE LLANO)				(RELIEVE ONDULADO)				(RELIEVE MONTAÑOSO)			
		Recomendado		Absoluto		Recomendado		Absoluto		Recomendado		Absoluto	
RI ó RII	8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	3000 - 8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	1000 - 3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	300 - 1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	100 - 300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	< 100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” - MOP 2003

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

### B) Velocidad de circulación

Es la velocidad real de un vehículo, se determina a partir del TPDA:

$$V_c = 0.8V_d + 6.5 \text{ cuando TPDA} < 1000$$

$$V_c = (0.8 \cdot 25 \text{ Km/h.}) + 6.5 = 26.5 \text{ Km/h.} \cong 27 \text{ Km/h.}$$

### C) Distancia de visibilidad de parada

Distancia de Visibilidad de Parada, es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria.<sup>6</sup>

$$DVP = 0.7 V + \frac{V^2}{254F}$$

Donde:

DVP = distancia de visibilidad de parada

V = velocidad de diseño

F = coeficiente de fricción longitudinal.

$$F = \frac{1,15}{V^{0.3}}$$

$$F = \frac{1,15}{25^{0.3}} = 0.44$$

Entonces:

$$DVP = 0.7 * 25 + \frac{25^2}{254 * 0.44}$$

$$DVP = 17.5 + \frac{625}{111.76} = 23.09 \cong 23 \text{ m.}$$

De acuerdo a las normas MOP 2003 la distancia mínima es de 25 m. mayor que la calculada que es 23 m. por lo que se adopta lo establecido en las especificaciones como la distancia de visibilidad de parada.

### D) Distancia de visibilidad de rebasamiento

La distancia de visibilidad está representada por la suma de cuatro distancias parciales que son:

$$DVR = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 \rightarrow DVR = \text{Distancia de visibilidad de rebasamiento.}$$

Estas distancias parciales se calculan a base de las siguientes fórmulas:

$$D_1 = 0.14 * t_1 (2V - 2m + a * t_1)$$

$$D_2 = 0.28 * V * t_2$$

$$D_3 = 0.187 * V * t_1 \quad (30 \text{ m a } 90 \text{ m})$$

$$D_4 = 0.18 * V * t_2$$

Tabla N° 44. Distancia Mínima de Visibilidad para el Rebasamiento de un Vehículo

Distancia Mínima de Visibilidad para el Rebasamiento de un Vehículo				
Velocidad de diseño (km/h)	Velocidad de circulación asumida (km/h)	Velocidad del vehículo rebasante (km/h)	Mínima Distancia de Visibilidad para el Rebasamiento (M)	
			Calculada	Redondeada
25	24	40	-----	(80)
30	28	44	-----	(110)
35	33	49	-----	(130)
40	35	59	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830*
120	94	110	831	830

Notas:  
 "\*" Valor utilizado con margen de seguridad por sobrepasarse la velocidad de rebasamiento los 100 kph.  
 ( ) Valores utilizados para caminos vecinales

Fuente: "Normas de Diseño Geométrico de Carreteras" - MOP 2003

Para esta clase de vías las normas especifican un valor mínimo de distancia de rebasamiento 80 metros por lo que se adoptará este valor.

### E) Radio mínimo de curvatura

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$R_{min} = \frac{Vd^2}{127 (e + f)}$$

Donde:

Vd = Velocidad de diseño

e = Peralte (para velocidades de diseño menores a 50km/h, se asume un peralte del 8% => e = 0.08 recomendado por el MOP)

f = Coeficiente de fricción lateral.

$$f = 0.19 - 0.000626 * V$$

Donde:

V = Velocidad de diseño

$$f = 0.19 - 0.000626 * 25 = 0.17435$$

Entonces:

$$R_{min} = \frac{25^2}{127 (0.08 + 0.17435)} = 19.35m.$$

Tabla N° 45. Radios mínimos de curvatura en función de “e”

RADIOS MÍNIMOS DE CURVAS EN FUNCIÓN DEL PERALTE "e" Y DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL "f"									
Velocidad de diseño km/h	"f" máximo	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		e = 0.10	e = 0.80	e = 0.60	e = 0.40	e = 0.10	e = 0.80	e = 0.60	e = 0.40
20	0.35		7.32	7.68	8.08	15	18	20	20
25	0.315		12.46	13.12	13.86	15	20	25	25
30	0.284		19.47	20.6	21.81	20	25	30	30
35	0.255		28.79	30.62	32.7	30	30	35	36
40	0.221		41.86	44.83	48.27	40	40	45	50
45	0.206		55.75	59.94	64.82	55	55	60	66
50	0.19		72.91	78.74	85.59	70	70	80	90
60	0.165	106.97	115.7	126	138.28	110	110	130	140
70	0.15	154.33	167.75	186.7	203.07	160	160	185	205
80	0.14	209.97	229.06	252	279.97	210	210	255	280
90	0.134	272.56	298.04	328.8	366.55	275	275	330	370
100	1.13	342.35	374.95	414.4	463.18	350	350	415	465

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” - MOP 2003

Según la tabla N° 45 el MOP establece un radio de curvatura mínimo de 20 m. por lo que se adopta este valor.

### F) Curvas Circulares

Ejemplo con la curva circular N° 5 del tramo I con radio de 39.61 metros:

- Grados de curvatura

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

$$G_c = \frac{1145,92}{39.61} = 28^\circ 55' 48.''$$

- Radio de curvatura

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

$$R = \frac{1145,92}{28.93} = 39.61 \text{ m.}$$

- Tangente de la curva o sub-tangente

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \Rightarrow T = 39.61 * \tan\left(\frac{39.5121}{2}\right) = 14.226m$$

- Longitud de la curva

$$\frac{l_c}{2\pi R} = \frac{\alpha}{360}$$

$$l_c = \frac{2\pi * 39.61 * 39.5121}{360} = 27.315 \text{ m}$$

- External

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

$$E = 39.61 * \left(\sec\frac{39.5121}{2} - 1\right) = 2.477 \text{ m}$$

- Ordenada media

$$M = R - R \cos \frac{\alpha}{2} \rightarrow M = 39.61 - 39.61 * \cos \left( \frac{39.5121}{2} \right) = 2.331 \text{ m}$$

- Deflexión de un punto cualquiera de la curva

$$\theta = \frac{G_C * 1}{20} = \frac{28.93 * 1}{20} = 1.4465 = 1^\circ 26' 47.41''$$

- Cuerda

$$C = 2 * R * \sin \frac{\theta}{2}$$

$$C = 2 * 39.61 * \sin \frac{1.4465}{2} = 0.9999$$

Si los dos puntos de la curva son el PC y el PT, a la cuerda resultante se la llama cuerda larga. Se la representa con las letras “CL” y su fórmula es:

$$CL = 2 * R * \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$CL = 2 * 39.61 * \sin \frac{39.5121}{2} = 26.777 \text{ m}$$

### 6.7.1.2 Alineamiento Vertical

#### I. Pendiente

**Pendiente mínima:** La pendiente mínima longitudinal de la rasante debe garantizar especialmente el escurrimiento fácil de las aguas lluvias en la superficie de rodadura y en las cunetas. La pendiente mínima que garantiza el adecuado funcionamiento de las cunetas debe ser de cero punto cinco por ciento (0.5%).

En el desarrollo del presente proyecto se establece una pendiente mínima del 0.66 %.

**Pendiente máxima:** Son las pendientes máximas estándares que pueden ser utilizadas para el diseño dependiendo del TPDA como se muestra en la tabla N° 7. La pendiente máxima que se adoptó es del 14 %.

## II. Curvas verticales

### Curvas verticales cóncavas.

Según las normas MOP por motivos de seguridad es necesario que este tipo de curvas sean lo suficientemente largas.

### Curvas verticales convexas.

Se determina la longitud mínima de las curvas verticales basándose en los requerimientos de la distancia de visibilidad para la parada de un vehículo.

La longitud tanto para curvas cóncavas y convexas se las determinan mediante la siguiente expresión:

$$Lv_{min} = 0.60 * Vd$$

Donde:

$Lv_{min}$  = Longitud mínima de la curva vertical.

$Vd$  = Velocidad de diseño.

$$Lv_{min} = 0.60 * \frac{25 Km}{h}$$

$$Lv_{min} = 15m$$

### 6.7.2 Diseño de Pavimento Flexible

Pavimento flexible es aquel que está compuesto por una carpeta asfáltica es decir utiliza una mezcla de agregado grueso o fino con material bituminoso obtenido del asfalto o petróleo, esta mezcla es compacta; pero bastante plástica para absorber varios golpes y soportar un elevado volumen de tránsito pesado.

Para el desarrollo del diseño del pavimento flexible se ha elegido el método AASHTO, porque a diferencia de otros métodos, este método introduce el concepto de serviciabilidad en el diseño de pavimentos como una medida de su capacidad para brindar una superficie lisa y suave al usuario.

### 6.7.2.1 Número Acumulado de Ejes Simples Equivalentes de 8.2 Ton. ( $W_{18}$ )

El volumen del tránsito real mezclado (TPDA) se convierte a tránsito equivalente de ejes sencillos de 8.2 toneladas, mediante la aplicación adecuada de los coeficientes de daño por tránsito para vehículos tipo.

El proyecto en desarrollo tiene dos carriles y se consideró 50 % del tránsito para el carril de diseño.

El número de ejes equivalentes se calcula con la siguiente fórmula:

$$W_{18ACUMULADO} = (TPDA_{BUSES} * \text{Factor de daño}_{BUSES} + TPDA_{CAMIONES C2P} * \text{Factor de daño}_{CAMIONES C2P} + TPDA_{CAMIONES C2G} * \text{Factor de daño}_{CAMIONES C2G} + TPDA_N * \text{Factor de } N) * 365$$

$$W_{18ACUMULADO} = ((9 * 1,04) + (9 * 1,29) + (9 * 3,92)) * 365$$

$$W_{18ACUMULADO} = 20531.25$$

Tabla N° 46. Factores de daño

FACTORES DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO
	Ton	$(P/6.6)^4$	Ton	$(P/8.2)^4$	Ton	$(P/15)^4$	Ton	$(P/23)^4$	
BUS	4	0.13	8	0.91					1.04
C-2P	2.5	0.02							1.29
	7	1.27							
c-2G	6	0.68	11	3.24					3.92
c-3	6	0.68			18	2.08			2.76
c-4	6	0.68					25	1.4	2.08
c-5	6	0.68			18	2.08			2.76
c-6	6	0.68			18	2.08	25	1.4	4.16

Fuente: Dirección de mantenimiento vial MTOP.



Tabla N° 47. Ejes equivalentes

AÑO	% CRECIMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO				CAMIONES		W <sub>18</sub> ACUMULADO	W <sub>18</sub> CARRIL DISEÑO
	AUTOS	BUSES	CAMIONES	TPDA TOTAL	AUTOS	BUSES	CAMIONES	C -2P	C -2G		
2013	4,47%	2,22%	2,18%	82	54	9	18	9	9	20531	10266
2014	4,47%	2,22%	2,18%	84	56	9	18	9	9	41511	20756
2015	4,47%	2,22%	2,18%	87	59	9	19	9	9	62950	31475
2016	3,97%	1,97%	1,94%	90	62	10	19	10	10	84858	42429
2017	3,97%	1,97%	1,94%	93	64	10	20	10	10	107192	53596
2018	3,97%	1,97%	1,94%	97	67	10	20	10	10	129960	64980
2019	3,97%	1,97%	1,94%	100	69	10	20	10	10	153171	76586
2020	3,97%	1,97%	1,94%	103	72	10	21	10	10	176834	88417
2021	3,57%	1,78%	1,74%	107	75	11	21	11	11	200957	100478
2022	3,57%	1,78%	1,74%	110	77	11	22	11	11	225501	112750
2023	3,57%	1,78%	1,74%	113	80	11	22	11	11	250474	125237
2024	3,57%	1,78%	1,74%	117	83	11	22	11	11	275883	137941
2025	3,57%	1,78%	1,74%	120	86	11	23	11	11	301736	150868
2026	3,25%	1,62%	1,58%	124	89	12	23	12	12	328040	164020
2027	3,25%	1,62%	1,58%	127	92	12	23	12	12	354762	177381
2028	3,25%	1,62%	1,58%	131	95	12	24	12	12	381908	190954
2029	3,25%	1,62%	1,58%	134	98	12	24	12	12	409484	204742
2030	3,25%	1,62%	1,58%	138	101	12	25	12	12	437498	218749
2031	3,25%	1,62%	1,58%	142	105	13	25	12	12	465957	232978
2032	3,25%	1,62%	1,58%	146	108	13	25	13	13	494867	247433
2033	3,25%	1,62%	1,58%	150	112	13	26	13	13	524236	262118

Fuente: Autora

### 6.7.2.2 Valor de soporte de la sub-rasante (C.B.R.)

El instituto del asfalto recomienda tomar un valor percentil de 60%, 75% o el 87.5% para un nivel de tránsito (Número de ejes equivalentes de 8.2 Ton en el carril de diseño (W18)) de la siguiente manera  $W_{18} < 10000$ ;  $W_{18}$  de 10000 hasta 1000000; y  $W_{18} > 1000000$  respectivamente, tomando en consideración el tránsito que se espera circule por el pavimento.

Para la determinación de este valor se basa en el estudio de tráfico y el cálculo de ejes equivalentes proyectado para veinte años.

#### 6.7.2.2.1 Elección del CBR de Diseño.

Se tomaron tres muestras de suelos para la realización de los ensayos de laboratorio donde se determinaron los valores de CBR como se indica en la tabla N° 37, para este

proyecto se obtuvo 524,236 número de ejes equivalentes en el carril de diseño por lo que se considera un valor percentil de 75 %.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la gráfica N° 30 el CBR de diseño es de 13 %, lo que significa que la sub-rasante va de regular a buena según la tabla N° 10.

### 6.7.2.3 Diseño del pavimento flexible

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 exigido por el proyecto.

#### 6.7.2.3.1 Método AASHTO

El método establece que la superficie de rodamiento se resuelve solamente con concreto asfáltico y tratamientos superficiales, pues asume que tales estructuras soportarán niveles significativos de tránsito (mayores de 50,000 ejes equivalentes acumulados de 8.2 ton durante el período de diseño).

Para determinar el número estructural SN requerido, el método proporciona la ecuación general que involucra los siguientes parámetros:

$$\log_{10}(w_{18}) = Z_R + S_O + \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 5.1} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(M_R) - 0.87$$

Donde:

$W_{18}$  = Eje equivalente

SN = Número Estructural

$Z_R$  = Desviación estándar normal

$\Delta PSI$  = Cambio en la Serviciabilidad

$S_O$  = Desviación estándar global

$M_R$  = Módulo de resiliencia

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

### 6.7.2.3.2 Periodo de diseño

Se define como el tiempo elegido al iniciar el diseño, para el cual se determinan las características del pavimento. Generalmente el periodo de diseño será mayor al de la vida útil del pavimento, porque incluye en el análisis al menos una rehabilitación o recrecimiento, por lo tanto éste será superior a 20 años.<sup>7</sup> Los periodos de diseño recomendados por la AASHTO se muestran a continuación:

Tabla N° 48. Periodo de diseño en función del tipo de carretera

Tipos de carretera	Periodo de análisis (años)
Urbana de alto volumen	30 a 50
Rural de alto volumen	20 a 50
<b>Pavimentada de bajo volumen</b>	<b>15 a 25</b>
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

También se debe tener en cuenta el factor de distribución por carril, cuando se tengan dos o más carriles por sentido. Se recomiendan los siguientes valores:

Tabla N° 49. Porcentaje de  $W_{18}$  en el carril de diseño

N° CARRILES EN CADA SENTIDO	PORCENTAJES DE $W_{18}$ EN EL CARRIL DE DISEÑO
<b>1</b>	<b>100</b>
2	80 – 100
3	60 – 80
4 o más	50 – 75

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

### 6.7.2.3.3 Confiabilidad “r”

Con el parámetro “R”, se trata de llegar a cierto grado de certeza en el método de diseño, para asegurar que las diversas alternativas de la sección estructural que se obtengan, durarán como mínimo el período de diseño. La confiabilidad en el diseño (R) puede ser definida también como la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real igual o mejor que el previsto durante la vida de diseño adoptada.<sup>8</sup>

7. <http://www.ingenierocivilinfo.com/2011/09/periodo-de-diseno-pavimentos-de.html>

8. [www.medellin.unal.edu.co/jecordob/index.php?option=com](http://www.medellin.unal.edu.co/jecordob/index.php?option=com)

Se recomiendan valores desde 50 y hasta 99.9 para el parámetro “R” de confiabilidad, con diferentes clasificaciones funcionales como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 50. Niveles de confiabilidad sugeridos en función del tipo de carreteras

Clasificación Funcional	Nivel de confiabilidad, R, recomendado	
	Urbanas	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

Cada dato de R está relacionado estadísticamente a un valor del coeficiente Zr (Desviación estándar normal). A su vez, Zr determina, en conjunto con el factor So (Desviación estándar normal), un factor de confiabilidad.

La vía a diseñarse se encuentra dentro de la clasificación funcional en las locales dentro del rango de 50 a 80 por lo que se adopta el valor de R = 70 para el proyecto. Con este valor se acude a la tabla de valores de la desviación estándar normal, Zr:

Tabla N° 51. Valores de Zr (desviación estándar) en función de la confiabilidad

Confiabilidad, R, en porcentaje	Desviación estándar normal, Zr
50	-0.00
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

Y se obtiene una desviación estándar de  $Z_r = -0.524$

#### 6.7.2.3.4 Desviación estándar “So”

Está ligado directamente con la Confiabilidad (R), la AASHTO recomienda adoptar para So valores comprendidos dentro de los siguientes rangos:

Pavimentos flexibles: 0,40 – 0,50  
0,45 para construcción nueva  
0,50 para sobrecapas

Por lo que se adopta el valor recomendado de  $S_o = 0.45$  para el proyecto.

#### 6.7.2.3.5 Módulo de resiliencia “Mr”

La AASHTO presenta 3 ecuaciones para convertir el valor CBR del suelo, en un valor equivalente de Mr.

$Mr(\text{psi}) = 1500 \text{ CBR}$	$\text{CBR} < 7.2 \%$
$Mr(\text{psi}) = 3000 \text{ CBR}^{0.65}$	$7.2 \% < \text{CBR} < 20 \%$
$Mr(\text{psi}) = 4.326 \ln \text{ CBR} + 241$	para suelos granulares

El presente proyecto presenta un  $\text{CBR} = 11 \%$  por lo que se emplea la segunda ecuación:

$$\begin{aligned} Mr(\text{psi}) &= 3000 \text{ CBR}^{0.65} && 7.2 \% < \text{CBR} < 20 \% \\ Mr(\text{psi}) &= 3000 (13)^{0.65} \\ Mr &= 15892.21 \text{ psi} \quad \rightarrow \quad Mr = 15,89 \text{ ksi} \end{aligned}$$

#### 6.7.2.3.6 Índice de serviciabilidad (PSI)

Se define el Índice de Serviciabilidad como la condición necesaria de un pavimento para proveer a los usuarios un manejo seguro y confortable en un determinado momento.<sup>9</sup>

$$\Delta \text{PSI} = P_i - P_t$$

Donde:

$\Delta$ PSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal deseado.

Pi = Índice de servicio inicial

Pt = Índice de servicio terminal

En los pavimentos flexibles estudiados por la AASHTO, el pavimento nuevo alcanzó un valor medio de  $pi = 4,2$ . El índice de servicio final  $pt$  representa al índice más bajo capaz de ser tolerado por el pavimento, para carreteras de menor tránsito  $pt = 2,0$ .

$$\Delta\text{PSI} = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta\text{PSI} = 2.2$$

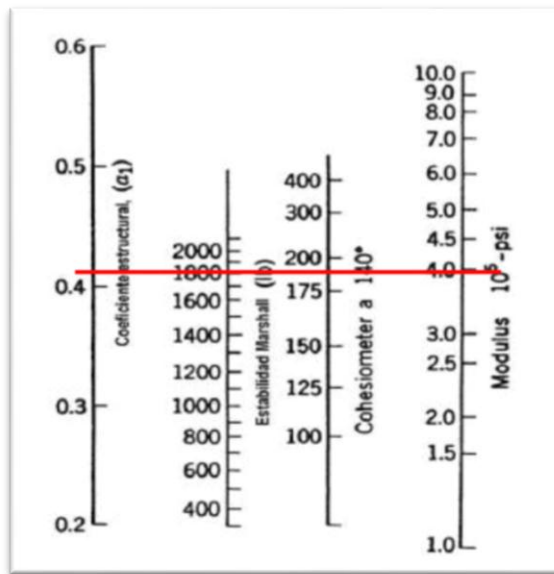
#### **6.7.2.3.7 Determinación de los coeficientes estructurales de los diversos materiales**

Los materiales usados en cada una de las capas de la estructura de un pavimento flexible, de acuerdo a sus características ingenieriles, tienen un coeficiente estructural. Este coeficiente representa la capacidad estructural del material para resistir las cargas solicitantes.<sup>10</sup>

##### **6.7.2.3.7.1 Coeficiente estructural de la capa de pavimento ( $a_1$ )**

Para estimar el coeficiente  $a_1$  se parte de la estabilidad de Marshall y se emplea el siguiente gráfico:

Gráfico N° 32. Nomograma para estimar el coeficiente estructural  $a_1$  de la carpeta asfáltica



Fuente: Guía AASHTO 93

Donde por apreciación se obtiene los siguientes datos:

- Módulo de la carpeta asfáltica =  $3.95 \times 10^5$  psi  $\rightarrow$  395 Ksi
- Coeficiente estructural  $a_1 = 0.41$

Tomando en consideración el error de apreciación en la lectura del coeficiente, se emplea la siguiente tabla para determinar por medio de interpolación el valor de  $a_1$ .

Tabla N° 52. Módulo elástico de la carpeta asfáltica  $a_1$

MODULOS ELASTICO		VALORES DE $a_1$
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	2625	0,405
400000	2800	0,420
425000	2975	0,435
450000	3150	0,440

Fuente: Guía AASHTO 93

Interpolación

Módulo elástico		a1
375000	=>	0,4050
400000	=>	0,4200
25000	=>	0,015
400000 – 395000 => 5000	=>	X
		X= 0,003

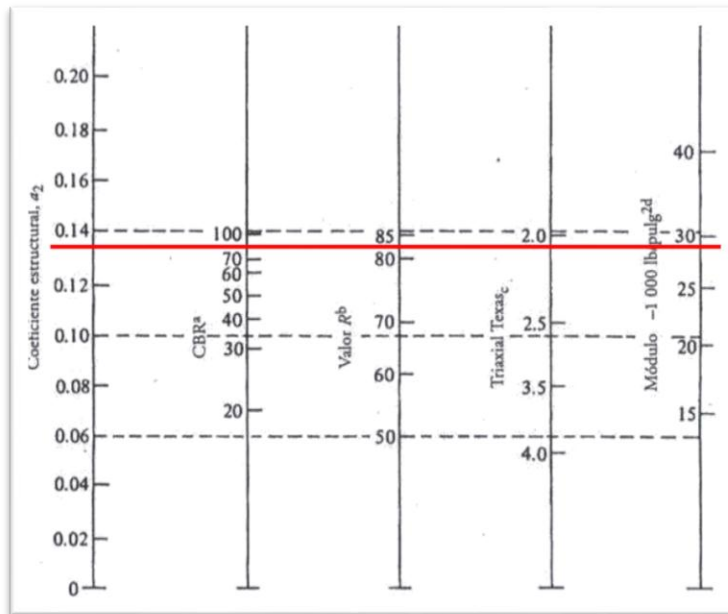
a<sub>1</sub> = 0.42 – 0.003 y se adopta el valor de a<sub>1</sub> = 0.417

**6.7.2.3.7.2 Coeficiente estructural de la capa base (a2)**

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

Con el dato de CBR = 80% en el respectivo nomograma, se obtiene el módulo y el coeficiente a<sub>2</sub>.

Gráfico N° 33. Nomograma para estimar coeficiente estructural a<sub>2</sub>



Fuente: Guía AASHTO 93



Se determinan los siguientes datos:

- Módulo de la capa base = 29000 psi → 29 Ksi
- Coeficiente estructural  $a_2 = 0.133$

Tabla N° 53. Coeficientes de la Capa Base ( $a_2$ )

CBR (%)	$a_2$
20	0,07
25	0,085
30	0,095
35	0,1
40	0,105
45	0,112
50	0,115
55	0,12
60	0,125
70	0,13
80	0,133
90	0,137
100	0,14

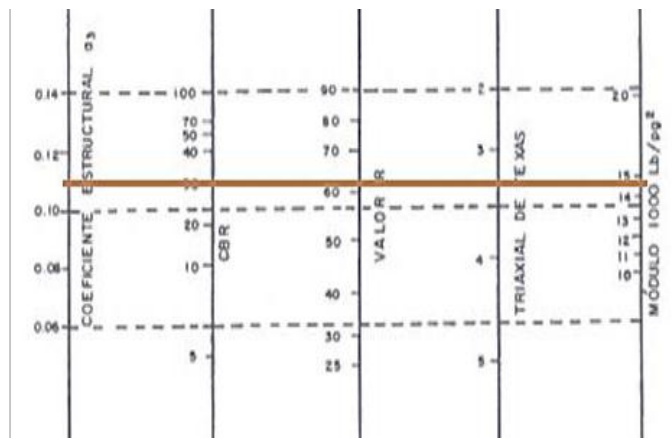
Fuente: Guía AASHTO 93

### 6.7.2.3.7.3 Coeficiente estructural de la sub base ( $a_3$ )

El MTOP establece que para la sub-base el límite líquido deberá ser menor de 25, índice de plasticidad menor de 6 y el valor de soporte CBR igual o mayor a 30%.

Con el dato de CBR = 30% en el respectivo nomograma, se obtiene el coeficiente  $a_3$ .

Gráfico N° 34. Nomograma para estimar coeficiente estructural  $a_3$



Fuente: Guía AASHTO 93

Tabla N° 54. Valores de  $a_3$

SUB-BASE GRANULAR	
CBR %	$a_3$
10	0.08
15	0.09
20	0.093
25	0.102
30	0.108
35	0.115
40	0.12
50	0.12
60	0.128
70	0.13
80	0.135
90	0.138
100	0.14

Fuente: Guía AASHTO 93

Se adopta:

- El coeficiente estructural  $a_3 = 0.108$
- Módulo de la sub base= 15000 psi → 15 Ksi

#### 6.7.2.3.8 Coeficientes de Drenajes ( $m_2$ , $m_3$ )

Para la obtención de los coeficientes de drenaje,  $m_2$  y  $m_3$ , correspondientes a las capas de base y sub-base respectivamente, el método actual de AASHTO se basa en la capacidad del drenaje para remover la humedad interna del pavimento, definiendo lo siguiente:

Tabla N° 55. Diferentes niveles de drenaje de la estructura del pavimento.

CALIDAD DEL DRENAJE	AGUA ELIMINADA EN
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: Guía AASHTO 93

En la siguiente tabla, se presentan los valores recomendados para  $m_2$  y  $m_3$  (bases y sub-bases granulares sin estabilizar) en función de la calidad del drenaje y el

porcentaje del tiempo a lo largo de un año; en el cual la estructura del pavimento pueda estar expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación.

Tabla N° 56. Valores de  $m_i$  recomendados para modificar los coeficientes de capas de base y sub-base granulares

CALIDAD DEL 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: Guía AASHTO 93

Se asume un valor de 0.80 para  $m_2$  y  $m_3$

### 6.7.2.3.9 Diseño del Pavimento

#### Cálculo de Número Estructural SN

Con la aplicación del software “Ecuación AASHTO 93” y los datos calculados con anterioridad se procede a calcular de una forma rápida el SN:

Gráfico N° 35. Cálculo del número estructural SN

Fuente: Autora

El número estructural calculado SN = 1.81

## Cálculo del espesor de pavimento

La estructura de pavimento flexible está formada por un sistema de varias capas, por lo cual debe considerarse cada una de ellas con sus características propias. Una vez que el diseñador ha obtenido el número estructural para el cálculo del pavimento, se requiere determinar una sección multicapa, que en conjunto provea una suficiente capacidad de soporte, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 57. Cálculo de la estructura del Pavimento (PROPUESTA)

<b>DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993</b>			
<b>PROYECTO</b> : Vía San Fernando - Pasa		<b>TRAMO</b> : Total	
<b>SECCION 1</b> : km 0+000 - km 3+027		<b>FECHA</b> : mayo 2014	
<b>DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :</b>			
<b>1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES</b>			<b>DATOS</b>
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)			395,00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)			29,00
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)			15,00
<b>2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE</b>			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			<b>2,62E+05</b>
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)			<b>15,89</b>
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
<b>3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO</b>			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0,417
Base granular (a2)			0,133
Subbase (a3)			0,108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			0,800
Subbase (m3)			0,800
<b>DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :</b>			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN <sub>REQ</sub> )		<b>1,81</b>	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN <sub>CA</sub> )		<b>1,37</b>	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN <sub>BE</sub> )		<b>0,44</b>	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN <sub>SB</sub> )		<b>0,00</b>	
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA</b>			
	TEORICO	PROPUESTA	
		ESPESOR	SN (calc)
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8,3 cm	5,0 cm	0,82
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	6,7 cm	10,0 cm	0,42
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	0,0 cm	20,0 cm	0,68
ESPESOR TOTAL (cm)		35,0 cm	<b>1,92</b>

Fuente: Autora

Para obtener los espesores de la carpeta asfáltica se utiliza la siguiente ecuación:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

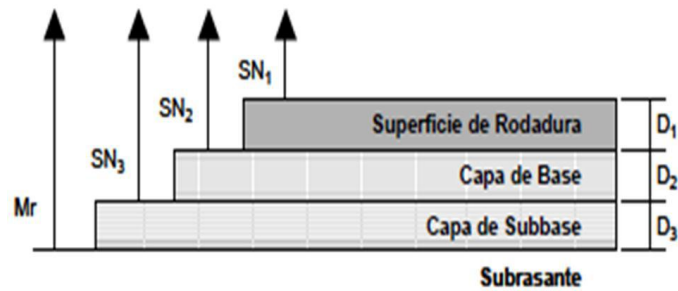
Donde:

$a_1, a_2$  y  $a_3$  = Coeficientes estructurales de la carpeta, base y sub-base.

$D_1, D_2, D_3$  = Espesor de la carpeta, base y sub-base respectivamente.

$m_2$  y  $m_3$  = Coeficientes de drenaje para base y sub-base respectivamente.

Gráfico N° 36. Espesores para la capa del pavimento



Fuente: Guía AASHTO 93

El método AASHTO 93 sugiere respetar los valores mínimos, en función del tránsito en ejes equivalentes sencillos acumulados (W18) para el cálculo de los espesores D1 y D2 como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 58. Valores mínimos D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> en función del tráfico W<sub>18</sub>

Cargas Equivalentes (periodo de diseño)	Mezcla Asfáltica (todas las capas) plg.	Base y/o Subbase granular plg.
< 50000	1 (o tratamiento superficial)	10,00
50000 – 150000	2,00	10,00
150000 – 500000	2,50	10,00
500000 – 200000	3,00	15,00
200000- 700000	3,50	15,00
>700000	4,00	15,00

Fuente: Guía para el diseño de pavimentos, método AASHTO

## PROCEDIMIENTO

Cálculo:

$$SN_{\text{REQUERIDO}} = 1.81$$

$$Mr = 15892.21 \text{ psi}$$

$$a_1 = 0,417$$

Tipo de Análisis	Número Estructural
<input checked="" type="radio"/> Calcular SN	SN = <input type="text" value="1,81"/>
<input type="radio"/> Calcular W18	
W18 = <input type="text" value="262118"/>	

$$SN_1 = 1.42$$

$$Mr = 29000 \text{ psi}$$

$$a_2 = 0,133$$

Tipo de Análisis	Número Estructural
<input checked="" type="radio"/> Calcular SN	SN = <input type="text" value="1,42"/>
<input type="radio"/> Calcular W18	
W18 = <input type="text" value="262118"/>	

$$SN_2 = 1.85$$

$$Mr = 15000 \text{ psi}$$

$$a_3 = 0,108$$

Tipo de Análisis	Número Estructural
<input checked="" type="radio"/> Calcular SN	SN = <input type="text" value="1,85"/>
<input type="radio"/> Calcular W18	
W18 = <input type="text" value="262118"/>	

Con los valores obtenidos se calcula el espesor de cada capa:

### Espesor de la carpeta asfáltica $D_1$

#### Teórico

$$D_1 = SN_1 / a_1$$

$$D_1 = 1.42 / 0.417$$

$$D_1 = 3.41'' \rightarrow \mathbf{8.65 \text{ cm}}$$

#### Propuesta

$$\text{Asumiendo } D_1' = 5.0 \text{ cm}$$

$$SN_1' = a_1 * D_1'$$

$$SN_1' = 0.417 * 5 \text{ cm}$$

$$SN_1' = 2.09 \text{ cm} \rightarrow \mathbf{0.82''}$$

### Espesor de la capa base $D_2$

#### Teórico

$$D_2' \geq (SN_2 - SN_1') / (a_2 * m_2)$$

$$D_2' \geq (1.85 - 0.82) / (0.133 * 0.8)$$

$$D_2' \geq 9.68'' \rightarrow \mathbf{24.58 \text{ cm}}$$

#### Propuesta

$$\text{Asumiendo } D_2' = 10.0 \text{ cm}$$

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

$$SN_2' = 0.133 * 0.8 * 10 \text{ cm}$$

$$SN_2' = 1.06 \text{ cm} \rightarrow 0.42''$$

### Espesor de la capa sub-base $D_3$

#### Teórico

$$D_3' \geq SN_3 - (SN_1' + SN_2') / (a_3 * m_3)$$

$$D_3' \geq 1.81 - (0.82 + 0.42) / (0.108 * 0.8)$$

$$D_3' \geq 6.59'' \rightarrow \mathbf{16.76 \text{ cm}}$$

#### Propuesta

$$\text{Asumiendo } D_3' = 20.0 \text{ cm}$$

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

$$SN_3' = 0.108 * 0.8 * 20 \text{ cm}$$

$$SN_3' = 1.73 \text{ cm} \rightarrow 0.68''$$

$$SN'_{\text{CALCULADO}} = SN_1' + SN_2' + SN_3'$$

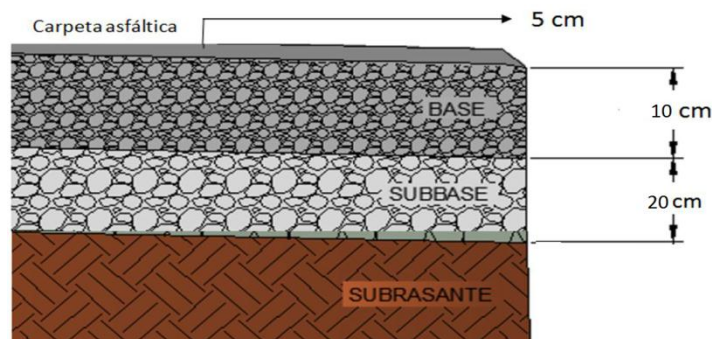
$$SN'_{\text{CALCULADO}} = 0.82 + 0.42 + 0.68$$

$$SN'_{\text{CALCULADO}} = \mathbf{1.92''}$$

$$SN'_{\text{CALCULADO}} \geq SN_{\text{REQUERIDO}}$$

$$1.92 \geq 1.81 \text{ "OK"}$$

Gráfico N° 37. Estructura del pavimento propuesto para la vía en estudio



Fuente: Autora

En la estructura propuesta en el gráfico N° 37 se empleará un asfalto AP-3 con un espesor de 5cm, cuya características son: el grado de penetración a 25°C, tendrá como valor mínimo 80 y como máximo 120, el punto de inflamación será como mínimo 232°C, una ductilidad de 100cm, la solubilidad en tricloroetileno será del 99%, éstas especificaciones se encuentran detalladas en las normas ASTM D - 3381, además debe cumplir con la estabilidad Marshall mínima de 1800 lbs.

Tomando en consideración la capacidad portante que tiene el material, la sub-base a utilizarse será de tipo clase 3 obtenida de las minas aledañas al sector del proyecto, mismas que deben cumplir los requisitos especificados de graduación en porcentajes y peso que pasan por los tamices de malla cuadrada según el método AASTO. T-27.

Y una base de tipo clase 4, es decir constituida por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, que cumplan con la normativa AASHTO T-11, obtenida de las minas aledañas al sector del proyecto.

### 6.7.2.3.10 Análisis de Fallas

Con los espesores ya establecidos de cada capa y aplicando el software “weslea” se analiza la falla por fatiga y ahuellamiento para el periodo que se diseñó:

Gráfico N° 38. Información estructural

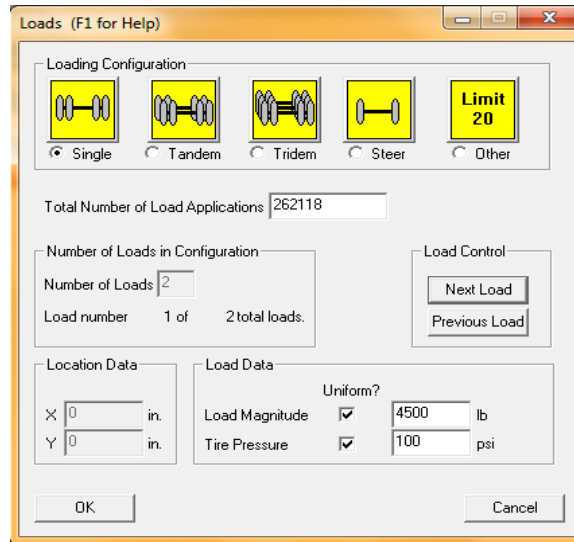
Property	Layer 1	Layer 2	Layer 3	Layer 4	Layer 5
Material Type	AC	Soil	Soil	Soil	Soil
Min Modulus, psi	80000	3000	3000	3000	3000
Layer Modulus, psi	395000	29000	15000	15892	15892
Max Modulus, psi	2000000	30000	30000	30000	30000
Poisson's Ratio	0.35	0.4	0.4	0.45	0.45
Min - Max	0.15 - 0.4	0.2 - 0.5	0.2 - 0.5	0.2 - 0.5	0.2 - 0.5
Thickness, in.	2.76	6	10	999	Infinite
Slip (0 or 1)		1	1	1	1

Fuente: Autora



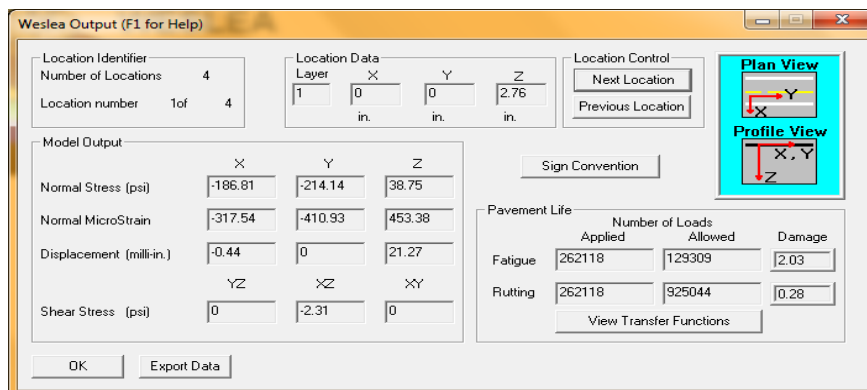
Es empleado el dato de 4500 Lb porque el eje simple tiene 1800 Lb y se divide para las cuatro llantas.

Gráfico N° 39. Información de cargas



Fuente: Autora

Gráfico N° 40. Chequeo de fatiga y ahuellamiento en el asfalto



Fuente: Autora

De los datos arrojados por el chequeo se establece que cuando se hayan alcanzado 129,309 ejes equivalentes empezará a fallar por fatiga, es decir aproximadamente dentro de 11 a 12 años y dentro del periodo para el que se diseñó no fallará por ahuellamiento.

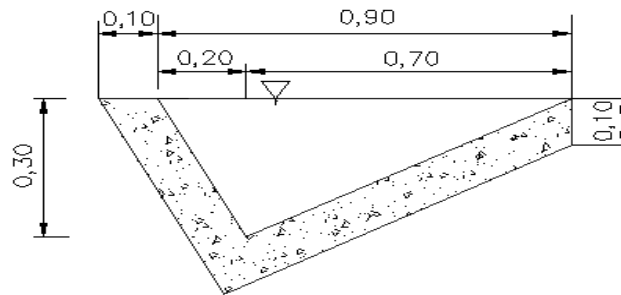
## 6.7.4 Estructuras menores y obras complementarias

### 6.7.4.1 Sistema de drenaje

#### 6.7.4.1.1 Diseño de cunetas

La sección propuesta para el proyecto es triangular, las dimensiones asumidas son:

Gráfico N° 41. Dimensiones asumidas de la cuneta



Fuente: Autora

El diseño de las cunetas se basa en el principio de canales abiertos, en flujo uniforme, aplicando la fórmula de Manning y de la ecuación de la continuidad respectivamente:

Donde:

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

V = Velocidad en m/s

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

J = Pendiente hidráulica en %

$$Q = A * V$$

Q = Caudal de diseño en m<sup>3</sup>/s

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

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

P = Perímetro mojado en m

R = Radio hidráulico en m

Tabla N° 59. Coeficientes de rugosidad de Manning

TIPO DE RECUBRIMIENTO	n
Tierra lisa	0,020
Césped con más de 15 cm de profundidad de agua	0,040
Césped con menos de 15 cm de profundidad de agua	0,060
Revestimiento rugoso de piedra	0,040
Cunetas revestidas de hormigón	0,016

Fuente: Apuntes - Autora

Se adopta un valor de  $n = 0,016$

Se considera que las cunetas van a trabajar a sección llena:

$$A_m = (b \cdot h) / 2$$

$$A_m = (0.90 \text{ m} \cdot 0.30 \text{ m}) / 2$$

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

El perímetro mojado será:

$$P_m = 0.36 + 0.76$$

$$P_m = 1.12 \text{ m}$$

El radio hidráulico:

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

$$R = \frac{0.135 \text{ m}^2}{1.12 \text{ m}}$$

$$R = 0.121 \text{ m}$$

De esta forma la velocidad se obtendrá:

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

$$V = \frac{1}{0.016} * 0.121^{\frac{2}{3}} * J^{1/2} \rightarrow V = 15.29 * J^{1/2}$$

Reemplazando la ecuación de continuidad se obtiene:

$$Q = 0.135 * 15.29 * J^{1/2} \quad \rightarrow \quad Q = 2.06 J^{1/2}$$

A continuación se muestran caudales y velocidades permisibles para distintos valores de pendiente:

Tabla N° 60. Caudales y velocidades

J %	J	V ( m/s)	Q (m3/s)
0,5	0,005	1,081	0,146
1	0,010	1,529	0,206
1,5	0,015	1,873	0,252
2	0,020	2,162	0,291
2,5	0,025	2,418	0,326
3	0,030	2,648	0,357
3,5	0,035	2,860	0,385
4	0,040	3,058	0,412
4,5	0,045	3,243	0,437
5	0,050	3,419	0,461
5,5	0,055	3,586	0,483
6	0,060	3,745	0,505
6,5	0,065	3,898	0,525
7	0,070	4,045	0,545
7,5	0,075	4,187	0,564
8	0,080	4,325	0,583
8,5	0,085	4,458	0,601
9	0,090	4,587	0,618
9,5	0,095	4,713	0,635
10	0,100	4,835	0,651
10,5	0,105	4,955	0,668
11	0,110	5,071	0,683
11,5	0,115	5,185	0,699
12	0,120	5,297	0,714
12,5	0,125	5,406	0,728
13	0,130	5,513	0,743
13,5	0,135	5,618	0,757
14	0,140	5,721	0,771

Fuente: Autora

Se establece la pendiente máxima de diseño  $j = 14 \%$  y se obtiene:

$$Q = 2.06 J^{1/2} \quad \rightarrow \quad Q = 2.06 * 0,14^{1/2} = 0,771 \text{ m}^3/\text{s}$$

### Caudal a ser desalojado

Con la fórmula del método racional se calcula el caudal que circula por la cuneta:

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

Donde:

Q = Caudal máximo esperado (m<sup>3</sup>/seg)

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de precipitación pluvial en mm/h

A = Número de hectáreas tributarias

Se fija el coeficiente de escurrimiento:

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

Donde:

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

Tabla N° 61. Valores de escorrentía

POR LA TOPOGRAFÍA	C
plana con pendiente de 0.2 - 0.6 m/km	0,3
moderada con pendiente de 3.0 - 4.0 m/km	0,2
colinas con pendientes 30 - 50 m/km	0,1
POR LA CAPA VEGETAL	
terrenos cultivados	0,1
bosques	0,2
POR EL TIPO DEL SUELO	
arcilla compacta impermeable	0,1
combinación de limo y arcilla	0,2
suele limo arenoso no muy compactado	0,4

Fuente: Apuntes - Autora

Entonces:

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

$$C = 1 - (C \text{ topografía} + C \text{ suelo} + C \text{ vegetación})$$

$$C = 1 - (0.10 + 0.20 + 0.10)$$

$$C = 0.40$$

Intensidad de lluvia mediante estudios realizados por el INAMHI:

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

Donde:

I = intensidad mm/h

T = periodo de retorno en años (T=10 años) es el intervalo de tiempo en el cual se espera que una creciente 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.

Determinación del tiempo de duración:

Donde:

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

tc = Tiempo de concentración (min)

L = Longitud del área del drenaje

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

La pendiente longitudinal del tramo más crítico en el proyecto es de 14 %

$$H = L * i$$

Donde:

$$H = 500m * 0.14$$

i = Pendiente longitudinal del tramo (%)

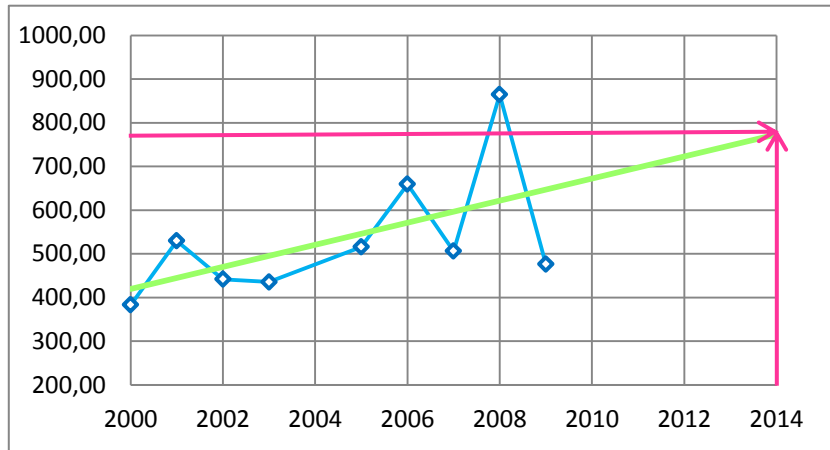
$$H = 70m$$

L = Longitud máxima de drenaje

$$tc = 0.0195 * \left(\frac{500^3}{70}\right)^{0.385} = 4,98 \text{ min.}$$

Tomando como referencia los datos arrojados por la estación Rumipamba, Salcedo se ha proyectado la precipitación del año 2014, mediante la siguiente gráfica:

Gráfico N° 42. Proyección de la precipitación anual 2014



Fuente: Autora

Obteniendo una precipitación de 780 mm, entonces:

$$I = \frac{4.14 * T^{0.18} * P_{\text{máx}}}{t^{0.58}}$$

$$I = \frac{4.14 * 10^{0.18} * 780}{4,98^{0.58}}$$

$$I = 1926,202 \text{ mm/h}$$

Determinación del área de drenaje de la cuneta:

$$\text{Área de la obra básica} = (\text{ancho carril} + \text{espaldón} + \text{cuneta}) * L$$

$$\text{Área de la obra básica} = (3 + 0.6 + 0.90) * 500$$

$$\text{Área de la obra básica} = 2250 \text{ m}^2 = 0.225 \text{ Ha.}$$

Entonces, el caudal es:

$$Q = \frac{0,40 * 1926,202 * 0,225}{360} \rightarrow Q = 0,48 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{máx}} = 0.48 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{admisible}} = 0.782 \text{ m}^3/\text{s}$$

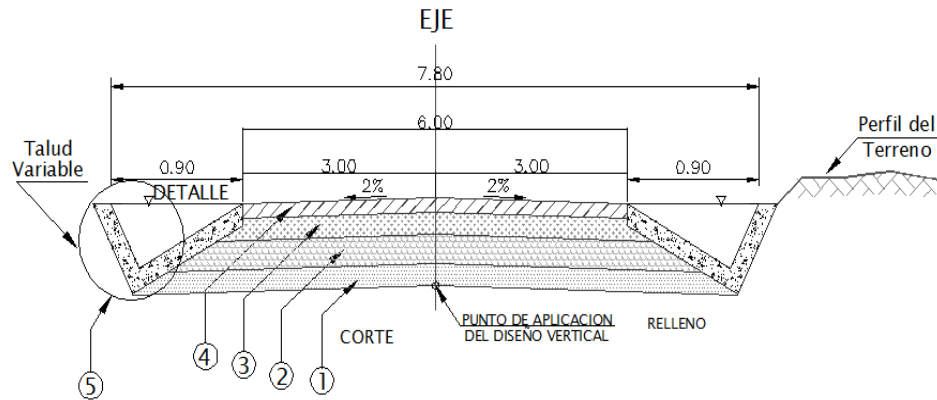
$$Q_{\text{admisible}} > Q_{\text{máx}}$$

$$0.771 \text{ m}^3/\text{s} > 0.48 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{ok}$$

Cumple con la condición por lo que se asumen las dimensiones de la cuneta para el proyecto.

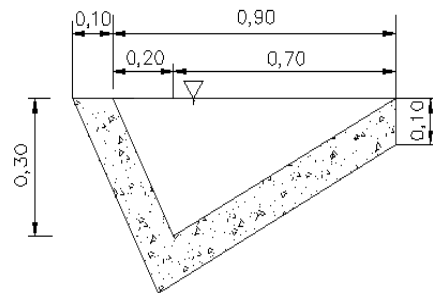
#### 6.7.4.1.2 Sección transversal

Gráfico N° 43. Sección transversal típica



#### LEYENDA

- ① CAPA DE SUELO NATURAL EXISTENTE
- ② SUBBASE e=20 cm.
- ③ BASE e=10 cm.
- ④ CARPETA ASFÁLTICA e=5 cm.
- ⑤ CUNETA REVESTIDA (HORMIGÓN)



Fuente: Autora



### 6.7.4.1.3 Diseño de alcantarillas

Según el MTOP el diseño del sistema de drenaje transversal menor de una carretera se realizará tomando en cuenta, para su solución, dos pasos básicos:

- El análisis hidrológico de la zona por drenar y
- El diseño hidráulico de las estructuras.

*El análisis hidrológico* permite la predicción de los valores máximos de las intensidades de precipitación o picos del escurrimiento, según el caso, para períodos de retorno especificados de acuerdo a la finalidad é importancia del sistema.

*El diseño hidráulico* permite establecer las dimensiones requeridas de la estructura para desalojar los caudales aportados por las lluvias, de conformidad con la eficiencia que se requiera para la evacuación de las aguas.

Para diseñar una alcantarilla, según el MTOP se utiliza la siguiente fórmula de Talbot modificada:

$$B = \frac{0.183 * C * A^{\frac{3}{4}} * i}{100}$$

Donde:

B = Área libre (Ha)

A = Área de drenaje (Ha)

C = coeficiente de escorrentía que depende del contorno del terreno drenado

I = Intensidad de precipitación (mm/h)

$$i = \frac{389}{tC^{0.49}}$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración

$$tc = \frac{L}{ve}$$

Donde:

L = Longitud del área drenada

Ve = velocidad de escurrimiento

Para el diseño se opta por una sección de  $\Phi = 0,80$  m de diámetro.

**Comprobación:**

$$tc = \frac{500m}{15m/min} = 33.33 \text{ min.}$$

$$i = \frac{389}{tc^{0.49}}$$

$$i = \frac{389}{33.33^{0.49}} = 69.78 \frac{mm}{hora}$$

$$0.80m = \frac{0.183 * 0.40 * A^{\frac{3}{4}} * 69.78mm/hora}{100}$$

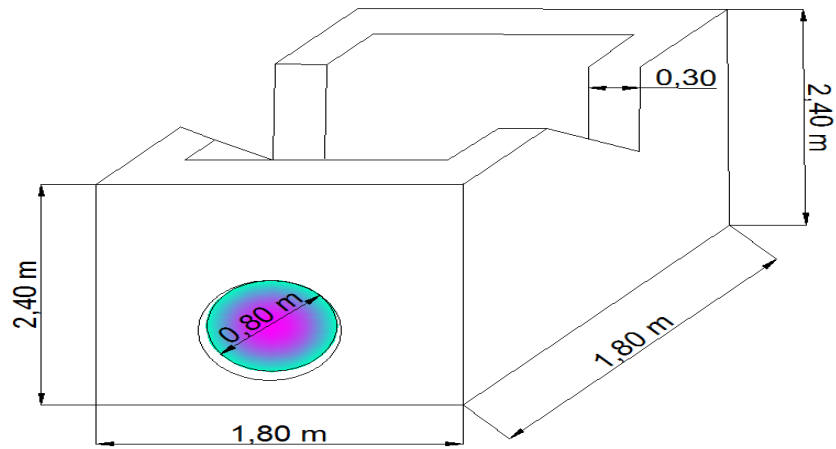
**A= 39.18 hectáreas.**

La mayor área de aportación en el proyecto es de 10,16 Ha y no sobrepasa lo calculado razón por la cual se adopta el diámetro de 0,80 m para los pasos de agua a una distancia máxima de 500 m y se empleará una alcantarilla de 2,40 m en la abscisa 0 + 267,93.

La profundidad mínima para instalar la tubería deberá ser tal que el espesor del relleno evite el daño a los conductos, se representarán de la siguiente manera:

- Tráfico normal: 1.00 m
- Tráfico pesado: 1.20m

Gráfico N° 44. Alcantarilla más cabezal de entrada y salida Tipo 1.



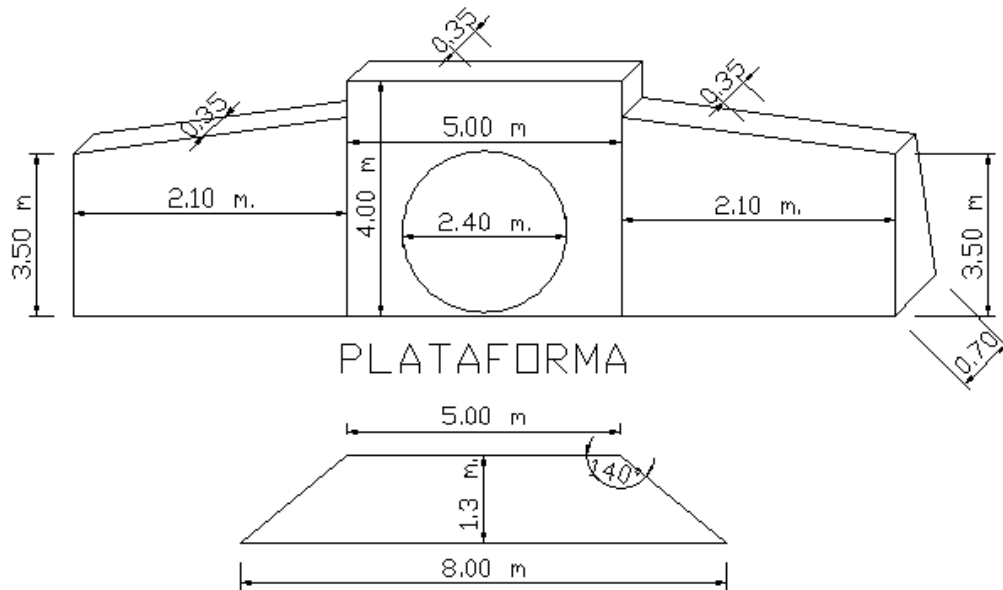
Fuente: Autora

Tabla N° 62. Cuantificación del H°S° para el cabezal de entrada tipo 1

ITEM	RUBRO	U	UBICACIÓN	LADO 1 (m)	LADO 2 (m)	ALTURA (m)	SUBTOTAL (m)	OBSERVAC
1	Muro	m3	Cajón Ext.	1.80	1.80	2,40	7,78	Ancho
2	de H°S°	m3	Cajón Int.	1.20	1.20	2,40	3,46	Ancho
3	f'c=210 Kg/cm2	m3	Plataforma	1.20	1.20	0.20	0.29	Ancho
							-0.30	Ármico de 0.8 m
Subtotal							11,23	m3

Fuente: Autora

Gráfico N° 45. Cabezal de entrada y salida tipo 2



Fuente: Autora

Tabla N° 63. Cuantificación del H°S° para el cabezal Tipo 2

ITEM	RUBRO	U	UBICACIÓN	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	SUBTOTAL (m)	OBSERVAC
1	Muro de H°S° f'c=210 Kg/cm2	m3	Ala 1	2.10	0.53	3.50	3.90	Ancho
2		m3	Pantalla	5.00	0.53	4.00	10.60	Ancho
3		m3	Ala 2	2.10	0.53	3.50	3.90	Ancho
4		m3	Plataforma	6.50	1.30	0.20	1.69	Ancho
							-2.26	Ármico 2.40m
Subtotal							17.83	m3

Fuente: Autora

### 6.7.5 Cálculo de Volúmenes de Obra

Para establecer el presupuesto referencial de la obra se necesita determinar los volúmenes que generará el proyecto, determinados a continuación:

#### 1. Desbroce, desbosque y limpieza.

Longitud Total = (1840,03 tramo I) + (668,87 tramo II) + (500,02 tramo III)

Longitud Total = 3008,92 m

Ancho de Faja = 20 m

Total 6.018 Ha

#### 2. Replanteo y Nivelación

Longitud Total de la vía = 3008,92 m = 3,00892 km.

#### 3. Excavación sin clasificar

Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, del proyecto se determinó un movimiento de tierra correspondiente a un volumen de:

Volumen Total de corte en el diseño = tramo I+ tramo II+ tramo III

Volumen Total de corte en el diseño = 13738.89 + 4772.37 + 1789.41

Volumen Total de corte en el diseño = 20300.67 m<sup>3</sup>

#### **4. Excavación para cunetas y encauzamiento**

Sección Transversal de cuneta = 0.12 m<sup>2</sup>

Longitud Total de cunetas = 3008,92 m

Volumen Total Excavación = área de excavación \* longitud \* lados

Volumen Total de excavación = 0.12 m<sup>2</sup> \* 3008,92 m \* 2

Volumen Total de excavación = 722.14 m<sup>3</sup>

#### **5. Limpieza de derrumbes**

Se ha estimado un 10% del volumen total de excavación sin clasificar:

Limpieza de derrumbes = excavación sin clasificar \* % estimado

Limpieza de derrumbes = 20300.67 m<sup>3</sup> \* 0,10

Limpieza de derrumbes = 2030.067 m<sup>3</sup>

#### **6. Tubería de acero corrugado D = 0.80, e = 2.00 mm, MP-100**

Número de alcantarillas = 5

Longitud de tubería por alcantarilla = 12m

Longitud Total de Tubería = 60m

#### **7. Tubería de acero corrugado D = 2.40, e = 3.00 mm, MP-100**

Número de alcantarillas = 1

Longitud de tubería por alcantarilla = 12m

Longitud Total de Tubería = 12 m

#### **8. Hormigón simple f'c = 180 kg/cm<sup>2</sup> para cunetas**

Área de sección transversal de cuneta (solo H.S.) = 0.12 m<sup>2</sup>

Longitud total de la vía = 3008,92 m

Longitud de descargas = 150 m (cada 1km se pone 50 m para descargas)

H'S para cunetas = área de la cuneta \* (longitud del proyecto + descargas) \* 2 lados

$$\text{H'S para cunetas} = 0.12 \text{ m}^2 * (3008,92 \text{ m} + 150,00) \text{ m} * 2$$

$$\text{H'S para cunetas} = 758.14 \text{ m}^3$$

### **9. Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2 para cabezales de entrada y salida**

$$\text{Hormigón en cabezales D 0.80} = 11.23 \text{ m}^3 * 10 \text{ cabezales} = 112.3 \text{ m}^3$$

$$\text{Hormigón en cabezales D 2.40} = 17.83 \text{ m}^3 * 2 \text{ cabezales} = 35.66 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Volumen de Hormigón para cabezales} = 147.96 \text{ m}^3$$

### **10. Material con sub-base clase 3, incluido transporte**

$$\text{Volumen material con sub-base clase 3} = 2208.03 \text{ m}^3 \text{ (primer tramo)}$$

$$= 802.644 \text{ m}^3 \text{ (segundo tramo)}$$

$$= 600.024 \text{ m}^3 \text{ (tercer tramo)}$$

$$\text{Total} = 3610.70 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Subtotal} = 3610.69 \text{ m}^3 * 1,10 \text{ (factor de sobre ancho)}$$

$$\text{Volumen Subtotal} = 3971.76 \text{ m}^3$$

### **11. Material con base clase 4, incluido transporte**

$$\text{Volumen material con sub-base clase 3} = 1104.018 \text{ m}^3 \text{ (primer tramo)}$$

$$= 401.32 \text{ m}^3 \text{ (segundo tramo)}$$

$$= 300.012 \text{ m}^3 \text{ (tercer tramo)}$$

$$\text{Total} = 1805.35 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Subtotal} = 1805.35 \text{ m}^3 * 1,10 \text{ (factor de sobre ancho)}$$

$$\text{Volumen Subtotal} = 1985.885 \text{ m}^3$$

### **12. Transporte material de Desalojo, limpieza y sobre acarreo de material producto de excavaciones y derrumbes**

$$\text{Volumen Total de corte en el diseño} = \text{tramo I} + \text{tramo II} + \text{tramo III}$$

$$\text{Volumen Total de corte en el diseño} = 13738.89 + 4772.37 + 1789.41$$

$$\text{Volumen Total de corte en el diseño} = 20300.67 \text{ m}^3 * 20\%$$

$$\text{Volumen Total de corte en el diseño} = 4060.134 \text{ m}^3$$

### **13. Suministro y colocación de Asfalto RC-250 para imprimación**

Factor de viscosidad = 1,4 lt/m<sup>2</sup>

Área total de asfalto = 18053.52 m<sup>2</sup> \* 1.10 (factor de sobre ancho)

Área total de asfalto = 19858.87 m<sup>2</sup>

Litros de imprimación = 19858.87 m<sup>2</sup> \* 1,4 lt/m<sup>2</sup> (rendimiento de imprimación)

Litros de imprimación = 7802.43 lt

### **14. Capa de rodadura asfáltica e = 2", incluye barrido con escoba mecánica y transporte**

Espesor de carpeta asfáltica 2'' = 0.058 m

Área total de asfalto = 18053.52 m<sup>2</sup> \* 1.10 (factor de sobre ancho)

Área total de asfalto = 19858.87 m<sup>2</sup>

Volumen de asfalto = 19858.87 m<sup>2</sup> \* 0.058 m

Volumen de asfalto = 1151.81 m<sup>3</sup>

### **15. Pintura blanca o amarilla tipo tráfico para señalización**

Marcas de Pavimento = longitud \* # de líneas

Marcas de Pavimento = 3008,92 m \* 3.0

Marcas de Pavimento = 9026.76 m

### **16. Señales preventivas**

Número total de señales = 31.00 unidades

### **17. Señales Regulatorias**

Número total de señales = 7.00 unidades

## 6.7.6 Presupuesto referencial

Mediante los diseños establecidos en los planos se determinaron los volúmenes de obra basados en los datos obtenidos, las cantidades constan en cada uno de los rubros del presupuesto, es necesario contar con esta información para la realización del proyecto y tener noción de los recursos económicos que se necesitan para el mismo.

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

Proyecto:

**ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN AMBATO.**

**TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS**

RUB. No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	6,02	1,37	8,24
2	Replanteo y Nivelación	Km	3,01	746,54	2.246,28
3	Excavación sin clasificar	m³	20.300,67	5,04	102.315,38
4	Excavación para cunetas y encauzamiento	m³	722,14	4,27	3.083,54
5	Limpieza de derrumbes.	m³	2.030,07	1,73	3.512,02
6	Tubería de acero corrugado D= 0.80, e=2.00mm, MP-100.	ml	60,00	205,36	12.321,60
7	Tubería de acero corrugado D= 2.40, e=3.00mm, MP-100.	ml	12,00	541,36	6.496,32
8	Hormigón simple f'c= 180 kg/cm2 para cunetas.	m³	758,14	134,57	102.022,90
9	Hormigón simple f'c= 210 kg/cm2 para cabezales de entrada y salida.	m³	147,96	161,02	23.824,52
10	Material Sub-base clase 3, incluido transporte.	m³	3.971,76	13,49	53.579,04
11	Material Base clase 4, incluido transporte.	m³	1.985,89	17,09	33.938,77
12	Transporte material de desalojo, limpieza y sobre acarreo de materiales producto de excavaciones y derrumbes.	m³	4.060,13	2,88	11.693,19
13	Suministro y colocación de asfalto RC-250 para imprimación.	lt	7.802,43	0,72	5.617,75
14	Capa de rodadura asfáltica e= 2 pulg incluido barrido con escoba mecánica y transporte.	m³	1.151,81	10,24	11.794,53
15	Pintura Blanca o Amarilla tipo tráfico para señalización.	m	9.026,76	0,49	4.423,11
16	Señales preventivas.	u	31,00	180,00	5.580,00
17	Señales regulatorias.	u	7,00	150,00	1.050,00
				<b>TOTAL</b>	<b>383.507,19</b>

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PRECIO TOTAL :

**TRECIENTOS OCHENTA Y TRES MIL QUINIENTOS SIETE 19/100**

Enero 2015.

LUGAR Y FECHA

Egda. Geovana N Salazar C

ELABORADO POR:



## **6.8 ADMINISTRACIÓN**

### **6.8.1 Recursos económicos**

Es imprescindible que los gobiernos seccionales contemplen en los presupuestos anuales de ejecución y planificación de obras los recursos suficientes para la elaboración de estudios de ingeniería completos, como en este caso el estudio de las condiciones de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquias Pasa y San Fernando, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua con el fin del bienestar y desarrollo de los pueblos ya que las vías en buen estado contribuyen un indicador del progreso actual.

## **6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

Para asegurar el correcto cumplimiento en los trabajos de construcción, las siguientes actividades a ejecutarse son:

### **Desbroce, desbosque y limpieza**

El desbroce, desbosque y la limpieza del terreno es el conjunto de trabajos necesarios para retirar y disponer los materiales vegetales, orgánicos y/o inadecuados existentes en la zona necesaria para construir la carretera, de acuerdo con las presentes especificaciones.<sup>11</sup>

Las zonas a desbrozar, desboscar y limpiar deberán estar definidas en los planos o por el SUPERVISOR dentro de los límites indicados en las especificaciones técnicas.<sup>11</sup>

El trabajo de desbosque consistirá en el corte y remoción de toda la vegetación constituida por arbustos o árboles, cualquiera sea su densidad.<sup>11</sup>

El trabajo de limpieza consistirá en la excavación y total remoción de troncos, raíces, matorrales, hojarasca, o cualquier otro material objetable, incluyendo las capas de suelos orgánicos a la profundidad indicada.<sup>11</sup>

### **Replanteo y nivelación**

Se entiende por replanteo el trasladar los datos de los planos de implantación al terreno, como paso previo para la construcción del proyecto.

Se colocarán hitos de ejes, los mismos que serán removidos durante el proceso de construcción. Estos deberán ser comprobados por Fiscalización.

### **Excavación sin clasificación**

Es el conjunto de actividades que comprende la excavación del material no clasificado para disponer las fundaciones de alcantarillas, muros, zanjas de coronamiento y otras obras de arte menores que no estén estipuladas y descritas en la especificación, comprende además el relleno para la conclusión del trabajo y la evacuación del material excedente, tareas que se realizarán de acuerdo con la presente especificación, de conformidad con el diseño o como lo disponga el supervisor.<sup>12</sup>

### **Excavación para cunetas y encauzamientos**

Este trabajo consistirá en la excavación para la construcción de zanjas dentro y adyacentes a la zona del camino, para recoger y evacuar las aguas superficiales.

El sistema de cunetas y encauzamientos comprenderá todas las cunetas laterales y canales abiertos cuyo ancho a nivel del lecho sea menor de 3 m., zanjas de coronación, tomas y salidas de agua, así como toda otra cuneta o encauzamiento que pueda ser necesaria para la debida construcción de la obra.

### **Limpieza de Derrumbes**

Es la actividad que se realiza para remover, trasladar y disponer el material de derrumbes producidos durante o después de la construcción, en el plazo establecido en el contrato. Derrumbe es un deslizamiento de una cantidad significativa de material, de un talud de corte o del terreno natural, debido a la fuerza de la gravedad o a los agentes atmosféricos.

No será reconocido como derrumbe aquélla cantidad de material que se desprende en pequeñas cantidades y pueda ser limpiada manualmente con el uso de herramientas menores, sin necesidad de movilización de equipo pesado.

### **Transporte de Material**

Los materiales se transportarán desde su origen hasta su lugar de colocación en volquetas que los depositarán en montones, y luego serán distribuidos sobre el suelo natural previamente desbrozado y despejado mediante el empleo de tractor bulldozer, en capas uniformes. La compactación se hará con estos mismos tractores hasta obtener la suficiente consolidación, que se verificará por la ausencia de hundimientos y desplazamientos de los materiales al paso de los tractores.

### **Sub - Base**

Esta especificación regula la ejecución y control de sub-base estabilizada granulométricamente, que constituye una capa de la estructura del pavimento, con espesor constante en toda la sección transversal. Esta capa se colocará debidamente compactada y regularizada, respetando el alineamiento, perfil y secciones transversales indicados en el proyecto.<sup>13</sup>

La sub-base estabilizada granulométricamente está constituida por una capa granular colocada sobre la subrasante o sobre la capa de refuerzo estructural compactada y regularizada. Esta capa será ejecutada con materiales previamente seleccionados.

### **Base**

Esta especificación regula la ejecución y control de la capa base de material granular natural y/o triturado, que constituye una capa de la estructura del pavimento, con espesor constante en toda la sección transversal. Esta capa se colocará debidamente compactada y regularizada, respetando el alineamiento, perfil y secciones transversales indicados en el proyecto.<sup>13</sup>

La base estabilizada granulométricamente está constituida por una capa granular colocada sobre la sub base, subrasante o sobre el refuerzo estructural compactada y regularizada. Esta capa será ejecutada con materiales previamente seleccionados.

### Riego de Imprimación

La imprimación es una operación técnica que consiste en la aplicación de una capa de material bituminoso sobre la superficie de una base concluida, antes de la colocación de cualquier revestimiento bituminoso.<sup>14</sup>

La imprimación cumple los siguientes objetivos:

- a) Aumentar la cohesión de la superficie de la capa base sobre la cual es aplicada por la penetración del material bituminoso.<sup>14</sup>
- b) Promover la adherencia entre la sub-base o base y la capa de rodadura.<sup>14</sup>
- c) Impermeabilizar la superficie de la capa sobre la cual es aplicada.<sup>14</sup>
- d) Curado de capas de suelo-cemento y suelo – cal.<sup>14</sup>

Los materiales bituminosos para distintas aplicaciones serán empleados dentro de los límites de temperatura que se indican a continuación, cuidando no exceder el punto de inflamación que en cada caso necesariamente será determinado:<sup>14</sup>

Tabla N° 64. Temperaturas de aplicación

Tipo y calidad del material	Límites de temperaturas	
	Mín. (°C.)	Máx. (°C.)
MC – 30	21.11	62.78
RC - MC - SC – 70	40.56	85.00
RC - MC - SC – 250	60.00	105.50
RC - MC - SC – 800	79.44	130.00
RC - MC - SC - 3.000	101.11	154.40
Todas las calidades de cemento asfáltico	--	176.70

## Ejecución

La imprimación sólo podrá ser ejecutada cuando la parte inferior de la capa a imprimir tenga una humedad no mayor al 2% de la humedad óptima.<sup>15</sup>

Después de la adecuada conformación geométrica de la superficie a imprimir, se procederá al barrido de la misma con objeto de eliminar el polvo y el material suelto existentes.<sup>15</sup>

Luego se aplicará el material bituminoso aprobado, a la temperatura compatible con el tipo a utilizarse, en las cantidades ordenadas y de la manera más uniforme. El material bituminoso no se aplicará cuando la temperatura ambiental este por debajo de 10°C.<sup>15</sup>

### **Capa Asfáltica mezclado en Planta**

La carpeta asfáltica estará formada por una mezcla de agregado grueso y agregado fino

#### **Agregado Grueso**

El agregado grueso será piedra o grava triturada. Estará constituido de fragmentos sanos, duros, durables, libre de terrones de arcilla y sustancias nocivas.<sup>16</sup>

El porcentaje de desgaste Los Ángeles de los agregados gruesos no será mayor que 40% a 500 revoluciones.<sup>16</sup>

#### **Agregado Fino**

Se designa como agregado fino, que está conformado por arena natural, cerniduras de piedra, o una combinación de las mismas. Solamente se podrá utilizar cernidura de piedra calcárea cuando se emplee una cantidad igual de arena natural.<sup>16</sup>

Los agregados finos se compondrán de granos angulares, limpios, compactos, de superficie rugosa carentes de terrones de arcilla y otras sustancias inconvenientes.<sup>16</sup>

15. [https://www.sicoes.gob.bo/lib/descargar.php?archivo=12-1205-00-313021-1-1\\_ET\\_20120528083315.pdf](https://www.sicoes.gob.bo/lib/descargar.php?archivo=12-1205-00-313021-1-1_ET_20120528083315.pdf)

16. [https://www.sicoes.gob.bo/documentos/12-0291-00-328682-1-1\\_ET\\_20120818120644.pdf](https://www.sicoes.gob.bo/documentos/12-0291-00-328682-1-1_ET_20120818120644.pdf)

Los camiones volquetes designados para el transporte del concreto asfáltico, deben ser dotados de tolva metálica basculante, robustas, limpias y lisas, ligeramente lubricadas con agua y jabón, aceite crudo fino, aceite parafinado o solución de cal, de modo que se evite la adherencia de la mezcla a las chapas.<sup>16</sup>

La utilización de productos susceptibles de disolver el cemento bituminoso (kerosén, diesel, gasolina, etc.) no será permitida.<sup>16</sup>

La mezcla debe ser cubierta con lona impermeable durante el trayecto entre la planta y el lugar de aplicación.<sup>16</sup>

La distribución de la mezcla asfáltica en el camino, será efectuada mediante el empleo de una máquina terminadora autopropulsada, la misma que debe ser capaz de esparcir y conformar la mezcla al alineamiento, cotas y sección transversal del proyecto, dotada de perno sinfín para una buena distribución de la mezcla en el ancho de una faja, marchas para adelante y para atrás, acabadores y lamina vibratoria para compactado de la mezcla.

## **Señalización**

La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada a fin de que esta pueda llevarse a cabo en forma segura, fluida, ordenada y cómoda, siéndola señalización de tránsito un elemento fundamental para alcanzar tales objetivos. En efecto a través de la señalización se indica a los usuarios de las vías la forma correcta y segura de transitar por ellas, con el propósito de prevenir riesgos para la salud, la vida y el medio ambiente.<sup>17</sup>

### **Señalización horizontal**

La señalización horizontal, corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así

---

16. [https://www.sicoes.gob.bo/documentos/12-0291-00-328682-1-1\\_ET\\_20120818120644.pdf](https://www.sicoes.gob.bo/documentos/12-0291-00-328682-1-1_ET_20120818120644.pdf)

17. Instituto ecuatoriano de normalización – INEN (parte 2)

como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

El diseño de la señalización horizontal debe cumplir:

- a) Su tamaño, contraste, colores, forma, composición y retroreflectividad o iluminación, se combinen de tal manera que atraigan la atención de todos los usuarios.<sup>17</sup>
- b) Su forma, tamaño, colores y diagramación del mensaje, se combinen para que este sea claro, sencillo e inequívoco.<sup>17</sup>
- c) Su legibilidad y tamaño correspondan al emplazamiento utilizado, permitiendo en un tiempo adecuado de reacción.<sup>17</sup>
- d) Su tamaño, forma y mensaje concuerden con la situación que se señala, contribuyendo a su credibilidad y acatamiento.<sup>17</sup>
- e) Sus características de color y tamaño se aprecien de igual manera durante el día, la noche y períodos de visibilidad limitada.<sup>17</sup>

Clasificación Según su forma:

a) 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.<sup>17</sup>

b) 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.<sup>17</sup>

c) Símbolos y Leyendas.

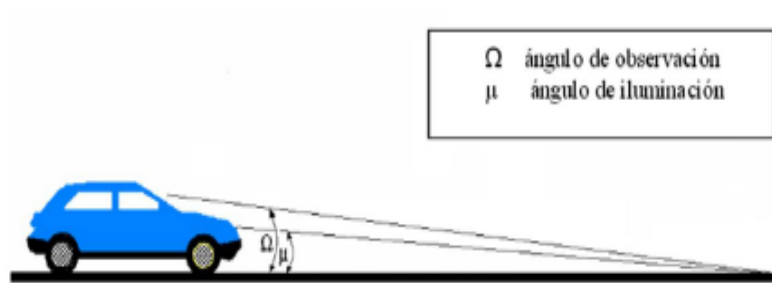
Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, flechas, triángulos ceda el paso y leyendas tales

como pare, bus, carril exclusivo, solo trole, taxis, parada bus, entre otras señalizaciones.<sup>17</sup>

Retro reflexión.- Las señalizaciones deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se construirán con materiales apropiados, como micro-esferas de vidrio, y deben someterse a procedimientos que aseguren su retro reflexión.<sup>17</sup>

Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa.<sup>17</sup>

Gráfico N° 46. Ángulos de iluminación y observación



Fuente: INEN

Tratándose de señalización complementaria, la superficie retro reflectante debe ser siempre de al menos 10 cm<sup>2</sup>. Cuando el elemento instalado pierda parte de dicha superficie, no alcanzando el mínimo señalado, puede ser conveniente instalar un elemento nuevo frente al deterioro, sin necesidad de retirar este último.<sup>17</sup>

Los colores de señalización de pavimento deben ser conforme a los siguientes conceptos básicos:<sup>17</sup>

Líneas amarillas definen:<sup>17</sup>

- Separación de tráfico viajando en dos direcciones opuestas



- Restricciones
- Borde izquierdo de la vía (en caso de tener parterre)

Líneas blancas definen:<sup>17</sup>

- La separación de flujos en tráfico en la misma dirección
- Borde derecho de la vía (berma)
- Zonas de estacionamiento
- Proximidad a un cruce cebra

Línea azul definen:<sup>17</sup>

- Zonas tarifadas de estacionamiento con límite de tiempo

El ancho máximo de una línea es de 100mm y máximo de 150mm.

### **Señalización Vertical**

La función de las señales verticales en zonas de trabajos, al igual que en el caso de las señales permanentes, es reglamentar o advertir de peligros o informar acerca de direcciones y destinos. Son esenciales en lugares donde existen regulaciones especiales y en sitios donde los peligros no son de por sí evidentes.

Clasificación de las señales y sus funciones:

#### 1. 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.<sup>18</sup>

Gráfico N° 47. Señales reglamentarias

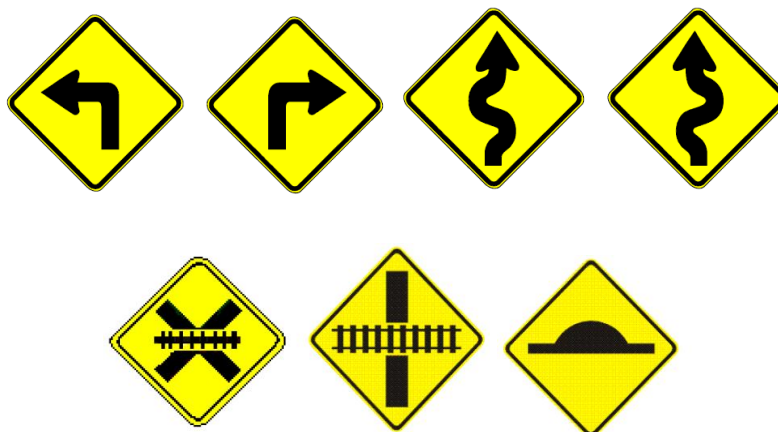


Fuente: INEN

## 2. Señales preventivas

Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma.<sup>18</sup>

Gráfico N° 48. Señales preventivas



Fuente: INEN

### 3. Señales de información

Informan a los usuarios de las vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico.<sup>18</sup>

Gráfico N° 49. Señales de información

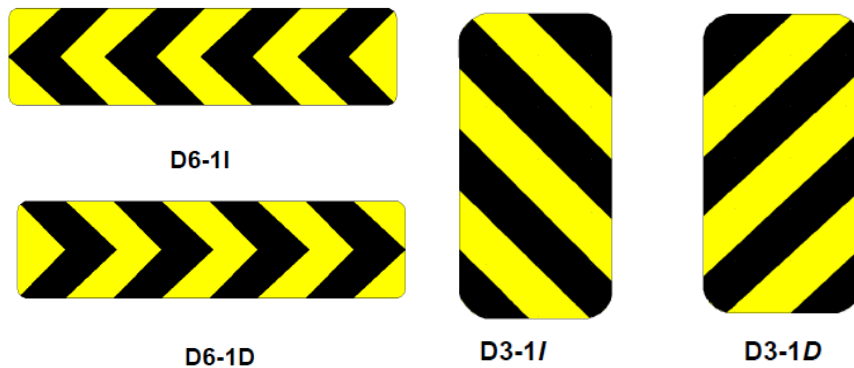


Fuente: INEN

### 4. Señales especiales delineadoras

Delinean el tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de la obstrucción de la misma.<sup>18</sup>

Gráfico N° 50. Señales especiales delineadoras



Fuente: INEN

## 5. Señales para trabajos en la vía o propósitos especiales

Advierten, informan y guían a los usuarios a transitar con seguridad sitios de trabajos en las vías y aceras además para alertar sobre otras condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daño a los usuarios viales.<sup>18</sup>

Gráfico N° 51. Señales para trabajos en la vía o propósitos especiales



Fuente: INEN

## BIBLIOGRAFÍA

1. MTOP, Normas de Diseño Geométrico.
2. CÁRDENAS GRISALES JAMES (2002); Diseño Geométrico de Carreteras Primera Edición, ECOE Ediciones, Bogotá.
3. AASHTO “93 para diseño de pavimentos” (American Association of State Highway and Transportation Officials o Asociación Americana de Vías Estatales y Transporte Oficial.)
4. INEN Parte I “Señalización vertical” (Instituto Ecuatoriano de Normalización)
5. INEN Parte II “Señalización horizontal” (Instituto Ecuatoriano de Normalización)
6. TOALA DIANA (2014) , Estudio de Comunicación Vial entre las Colonias El Esfuerzo II- 17 de Abril- San Luis de la Parroquia El Triunfo, Cantón y Provincia de Pastaza, para mejorar las condiciones de vida de los habitantes del sector.
7. ING. LORENA PERÉZ (2002), Apuntes de Mecánica de Suelos I y II, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato.
8. Manual MOP 2003 – 001–F-2002: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, Edición 2002.
9. BRAVO, Paulo Emilio. *Diseño de Carreteras: Técnicas y Análisis del Proyecto*. Editorial Cargraphics. 1998.
10. SUCS (El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos o Unified Soil Classification System)

## **ANEXOS**

1. Conteo diario del tráfico
2. Encuesta
3. Modelo de datos del levantamiento topográfico
4. Ensayo de suelos
5. Tablas utilizadas
6. Modelo señalización vertical
7. Análisis de precios unitarios
8. Cronograma
9. Archivo fotográfico
10. Planos

## ANEXO 1

### Conteo diario del tráfico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
PROYECCIÓN DEL TPDA. (TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL).								
<b>UBICACIÓN:</b>		SAN FERNANDO						
<b>FECHA:</b>		Lunes, 18/11/2013						
<b>REALIZADO POR:</b>		EGDA. GEOVANA N. SALAZAR C.						
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00 - 6:15	2	0	0	0	0	0	2	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	0	0	1	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	0	0	0	0	0	0	0	4
7:00 - 7:15	0	0	0	0	0	0	0	2
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	0	1	2
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	0	1
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	0	1
8:00 - 8:15	0	1	0	1	0	0	2	3
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	0	1	3
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	0	3
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	0	3
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	0	1
9:15 - 9:30	2	0	0	0	0	0	3	3
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	3
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	0	1	4
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	0	4
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	0	1	2
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0	2
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	1
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0	1
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	0	1	1
11:45 - 12:00	0	0	1	0	0	0	1	2
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	0	2
12:15 - 12:30	0	1	0	0	0	0	1	3
12:30 - 12:45	2	0	0	0	0	0	2	4
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	0	3
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	0	3
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	0	1	3
13:30 - 13:45	0	0	1	0	0	0	1	2
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	3
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	3
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	0	1	3
14:30 - 14:45	0	1	0	0	0	0	1	3
14:45 - 15:00	0	0	0	1	0	0	1	3
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	3
15:15 - 15:30	2	0	0	0	0	0	2	4
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	0	3
15:45 - 16:00	1	0	1	0	0	0	2	4
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	0	4
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	0	2
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	3
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	0	1
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	0	1
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	0	1	2
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	0	1
17:45 - 18:00	2	1	0	0	0	0	3	4







**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**PROYECCIÓN DEL TPDA. (TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL).**

**UBICACIÓN:** SAN FERNANDO  
**FECHA:** Jueves, 21/11/2013

**REALIZADO POR:** EGDA. GEOVANA N. SALAZAR C.

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00 - 6:15	3	0	0	0	0	0	3	
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	0	0	1	0	0	0	1	6
7:00 - 7:15	2	0	0	0	0	0	2	5
7:15 - 7:30	1	1	1	0	0	0	3	7
7:30 - 7:45	2	0	0	0	0	0	2	8
7:45 - 8:00	1	0	0	1	0	0	2	9
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	0	7
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	0	1	5
8:30 - 8:45	1	1	0	0	0	0	2	5
8:45 - 9:00	2	0	0	0	0	0	2	5
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	0	5
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	0	1	5
9:30 - 9:45	1	0	0	1	0	0	2	5
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	3
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	0	1	4
10:15 - 10:30	0	0	1	0	0	0	1	4
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0	2
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	0	1	3
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0	2
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	0	1	2
11:30 - 11:45	2	0	0	0	0	0	2	4
11:45 - 12:00	1	1	0	0	0	0	2	5
12:00 - 12:15	2	0	0	1	0	0	3	8
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	0	1	8
12:30 - 12:45	2	0	0	0	0	0	2	8
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	0	6
13:00 - 13:15	1	0	1	0	0	0	2	5
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	0	1	5
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0	3
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	4
14:00 - 14:15	1	0	0	1	0	0	2	4
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	3
14:30 - 14:45	1	1	0	0	0	0	2	5
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	0	1	5
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	3
15:15 - 15:30	2	0	1	0	0	0	3	6
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	0	1	5
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	4
16:00 - 16:15	2	0	0	0	0	0	2	6
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	0	3
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	3
16:45 - 17:00	0	0	1	0	0	0	1	4
17:00 - 17:15	1	1	0	0	0	0	2	4
17:15 - 17:30	2	0	0	1	0	0	3	7
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	0	6
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	1	6

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**PROYECCIÓN DEL TPDA. (TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL).**

**UBICACIÓN:** SAN FERNANDO

**FECHA:** Viernes, 22/11/2013

**REALIZADO POR:** EGDA. GEOVANA N. SALAZAR C.

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	0	1	0	0	0	0	2	
6:30 - 6:45	2	0	1	0	0	0	3	
6:45 - 7:00	1	0	0	1	0	0	2	7
7:00 - 7:15	0	0	0	0	0	0	0	7
7:15 - 7:30	0	0	0	0	0	0	0	5
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	0	1	3
7:45 - 8:00	2	1	0	0	0	0	3	4
8:00 - 8:15	0	0	1	0	0	0	1	5
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	0	5
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	0	1	5
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	0	2
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	0	1
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	0	2	3
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	2
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	0	1	3
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	0	3
10:15 - 10:30	2	0	0	0	0	0	2	3
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0	3
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	2
11:00 - 11:15	2	0	0	0	0	0	2	4
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	0	1	3
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	0	3
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0	3
12:00 - 12:15	0	0	0	1	0	0	1	2
12:15 - 12:30	2	0	0	0	0	0	2	3
12:30 - 12:45	1	0	0	0	0	0	1	4
12:45 - 13:00	0	1	0	0	0	0	1	5
13:00 - 13:15	2	0	0	0	0	0	2	6
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	0	1	5
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0	4
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	0	3
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	1
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	0	1	1
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0	1
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	1
15:00 - 15:15	2	0	0	0	0	0	2	3
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0	2
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	0	2
15:45 - 16:00	1	0	0	1	0	0	2	4
16:00 - 16:15	0	0	1	0	0	0	1	3
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	0	3
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	4
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	0	2
17:00 - 17:15	0	1	0	0	0	0	1	2
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	0	2
17:30 - 17:45	2	0	0	1	0	0	3	4
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	1	5





## ANEXO 2

### Encuesta



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





La presente encuesta tiene por finalidad establecer la factibilidad de desarrollar el estudio de las condiciones de la vía Pasa – La Dolorosa – Lirio – Langojín - Mocaló de las parroquia Pasa y San Fernando, la misma que servirá para impulsar el desarrollo socio-económico.

1.- ¿En la actualidad en qué condiciones se encuentra la vía en estudio?						
Buena ( )		Regular ( )		Mala ( )		Pésima ( )
2.- ¿A qué se dedican los habitantes beneficiados con el proyecto?						
Agricultura ( )		Ganadería ( )			Otros ( )	
3.- ¿Con qué frecuencia utiliza usted esta vía?						
Siempre ( )		A veces ( )			Nunca ( )	
4.- ¿Está usted dispuesto a colaborar con un área de su propiedad al costado de la vía para su mejoramiento de ser necesario?						
SI ( )				NO ( )		
5.- ¿En qué magnitud cree que la vía ha provocado daños a vehículos?						
Alta ( )		Media ( )			Baja ( )	
6.- ¿Cuál sería el beneficio que usted obtendría con la ejecución del proyecto?						
Económico ( )		Social ( )			Cultural ( )	
7.- ¿En qué medida se incrementará la actividad comercial en el sector?						
Alta ( )		Media ( )			Baja ( )	
8.- ¿Cuál es el día que utilizan los vehículos con mayor frecuencia?						
L ( )	M ( )	M ( )	J ( )	V ( )	S ( )	D ( )
9.- ¿Qué tipo de vehículos circulan a menudo en la vía de proyecto?						
Camionetas ( )		Buses ( )		Automóviles ( )		Camiones ( )

### ANEXO 3

#### Modelo de datos del Levantamiento Topográfico

 <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> Levantamiento Topográfico</p> 				
N°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	9860107,307	750667,854	3259.1	PTO
2	9860118,366	750671,575	3259.02	PTO
3	9860124,51	750648,592	3260	PTO
4	9860133,127	750656,743	3260.3	PTO
5	9860144,192	750653,041	3261.25	PTO
6	9860153,415	750647,483	3262.24	PTO
7	9860162,64	750640,068	3263.26	PTO
8	9860170,021	750632,652	3263.35	PTO
9	9860178,562	750625,107	3264.37	PTO
10	9860191,918	750607,999	3266.12	PTO
11	9860211,192	750584,421	3270.24	PTO
12	9860240,134	750567,768	3270.24	PTO
13	9860251,194	750569,633	3276.14	PTO
14	9860258,564	750575,206	3275.44	PTO
15	9860269,622	750578,927	3274.23	PTO
16	9860276,992	750584,5	3273.27	PTO
17	9860288,048	750590,077	3272.23	PTO
18	9860297,262	750595,651	3270.23	PTO
19	9860301,161	750605,463	3269	PTO
20	9860315,691	750605,463	3268.34	PTO
21	9860363,601	750630,965	3270.37	PTO
22	9860385,724	750630,984	3273.3	PTO
23	9860396,786	750630,994	3274.4	PTO
24	9860407,849	750629,148	3276.35	PTO
25	9860418,913	750627,302	3278.21	PTO
26	9860425,027	750617,438	3279.2	PTO
27	9860437,885	750617,438	3281.17	PTO
28	9860449,406	750615,463	3281.17	PTO
29	9860459,275	750613,594	3283.16	PTO
30	9860474,232	750614,36	3283.16	PTO
31	9860485,294	750618,089	3284.16	PTO
32	9860494,509	750618,089	3284.26	PTO
33	9860503,72	750625,519	3284.16	PTO

34	9860514,779	750629,24	3284.16	PTO
35	9860522,145	750638,524	3285.37	PTO
36	9860529,513	750645,953	3284.56	PTO
37	9860535,037	750653,38	3284.37	PTO
38	9860544,249	750660.81	3284.12	PTO
39	9860560,827	750677,525	3284.12	PTO
40	9860568,193	750686,809	3282.45	PTO
41	9860577,405	750694,24	3282.36	PTO
42	9860584,775	750699,813	3282.36	PTO
43	9860593,986	750707,243	3283.24	PTO
44	9860601,354	750714,672	3283.27	PTO
45	9860619,781	750725,821	3283.37	PTO
46	9860628,992	750733,251	3283.26	PTO
47	9860638,204	750740,682	3283.13	PTO
48	9860647,416	750748,112	3283.16	PTO
49	9860656,626	750757,398	3283.23	PTO
50	9860667,681	750764,83	3283.12	PTO
51	9860682,602	750763,574	3284.23	PTO
52	9860686,109	750774,124	3283.37	PTO
53	9860697,174	750770,422	3285.23	PTO
54	9860704,553	750764,862	3285.12	PTO
55	9860721,162	750746,32	3288.37	PTO
56	9860744,98	750718,713	3291.17	PTO
57	9860745,166	750703,663	3292.02	PTO
58	9860747,017	750694,386	3294.05	PTO
59	9860747,025	750685,108	3295.04	PTO
60	9860747,035	750673,975	3296.12	PTO
61	9860747,043	750664,697	3297.45	PTO
62	9860746,662	750656,408	3298.6	PTO
63	9860745,23	750629,439	3301.54	PTO
64	9860749,165	750606,291	3304.1	PTO
65	9860747,109	750588,618	3306.01	PTO
66	9860748,962	750577,486	3308.03	PTO
67	9860752,67	750553,367	3310.34	PTO
68	9860760,323	750522,336	3314.3	PTO
69	9860773,998	750486,7	3321.46	PTO
70	9860782,221	750477,442	3323.23	PTO
71	9860800,685	750458,774	3326.38	PTO
72	9860830,003	750443,755	3329.34	PTO
73	9860841,262	750438,398	3331	PTO
74	9860850,484	750434,694	3333.45	PTO
75	9860863,392	750430,994	3336.27	PTO
76	9860874,457	750427,293	3339.37	PTO



77	9860885,522	750423,591	3341.27	PTO
78	9860898,429	750421,747	3343.36	PTO
79	9860957,473	750339,119	3357.37	PTO
80	9860907,501	750275,868	3357.36	PTO
81	9860902,46	750267,845	3357.28	PTO
82	9860897,039	750256,239	3357.39	PTO
83	9860883172	750216,393	3355.11	PTO
84	9860880,81	750203,584	3355.29	PTO
85	9860907,808	750253,171	3357.02	PTO
86	9860971,551	750401,306	3356.01	PTO
87	9860804,377	750453,21	3327.04	PTO
88	9860795,156	750456,914	3326.34	PTO
89	9860776,707	750471,742	3323.13	PTO
90	9860767,47	750494,001	3319.16	PTO
91	9860763,773	750505,132	3317.15	PTO
92	9860750,19	750523,65	3314.14	PTO
93	9860756,372	750536,67	3312.17	PTO
94	9860720,271	750701,425	3291.35	PTO
95	9860732,243	750724,063	3290.35	PTO
96	9860735,71	750731,117	3290.26	PTO
97	9860706,4	750761,152	3285.16	PTO
98	9860694,838	750751,798	3285.24	PTO
99	9860680,572	750781,541	3283.25	PTO
100	9860673,191	750788,957	3283.16	PTO

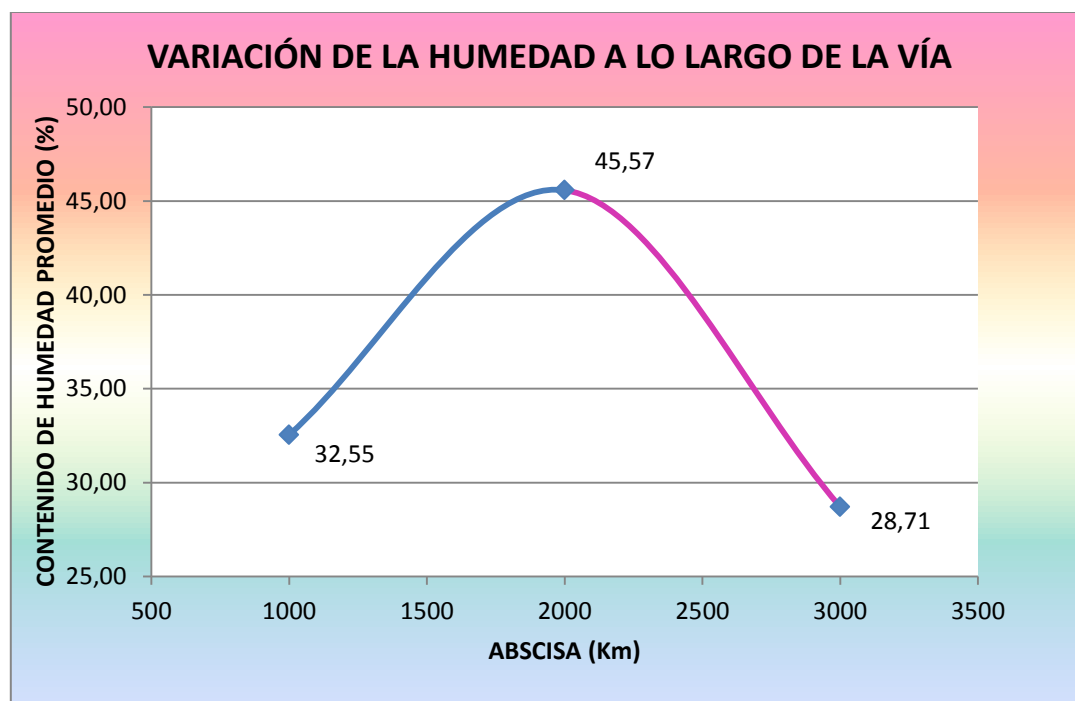
**NOTA:** las demás coordenadas se encuentran anexadas en el cd adjunto a la presente tesis.

## ANEXO 4

### Ensayo de Suelos

- Contenido de humedad

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS							
<b>DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS</b>								
<b>PROYECTO:</b>								
<b>SECTOR:</b>		<b>FECHA:</b>						
<b>UBICACIÓN:</b>		<b>ENSAYADO POR:</b>						
<b>NORMA:</b> ASTM D2216- 74		<b>REVISADO POR:</b>						
ABSCISA	REC.	Wrec	Wrec +S hum	Wrec +S seco	W agua	W seco	$\omega\%$	prom $\omega\%$
Km 1+000	R1	32,00	101,70	84,20	17,50	52,20	33,52	32,55
	R2	29,00	108,6	89,5	19,10	60,50	31,57	
Km 2+000	R1	31,90	98,30	77,10	21,20	45,20	46,90	45,57
	R2	32,80	89,2	71,9	17,30	39,10	44,25	
Km 3+000	R1	32,1	99	84,3	14,70	52,20	28,16	28,71
	R2	31,2	103,2	86,9	16,30	55,70	29,26	



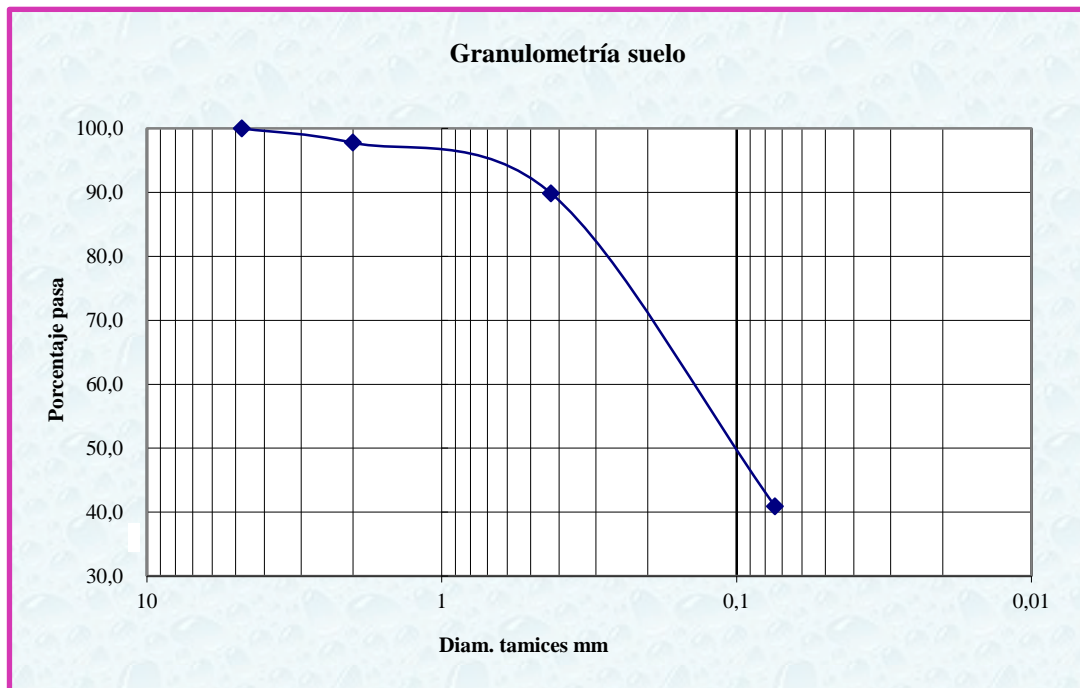
## Tramo 1

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS	
<b>PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA</b>	<b>ABSCISA: 1+160</b>
<b>SECTOR: SAN FERNANDO - PASA</b>	<b>FECHA : 15/01/2014</b>
<b>UBICACIÓN: CANTÓN AMBATO</b>	<b>ENSAYADO POR: EGDA. GEOVANA SALAZAR</b>
<b>NORMA:</b>	<b>REVISADO POR: ING. MSC. VINICIO ALMEIDA</b>

### 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	11,20	2,24	97,76
N 30	0,59			
N 40	0,425	50,90	10,18	89,82
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	295,60	59,12	40,88
PASA EL N 200		204,40	40,88	
TOTAL		500,00		
PESO ANTES DEL LAVADO	500	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	295,60	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	204,40	TOTAL		

### 2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

**PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA**  
**SECTOR: SANFERNANDO – PASA**  
**UBICACIÓN: CANTON AMBATO**

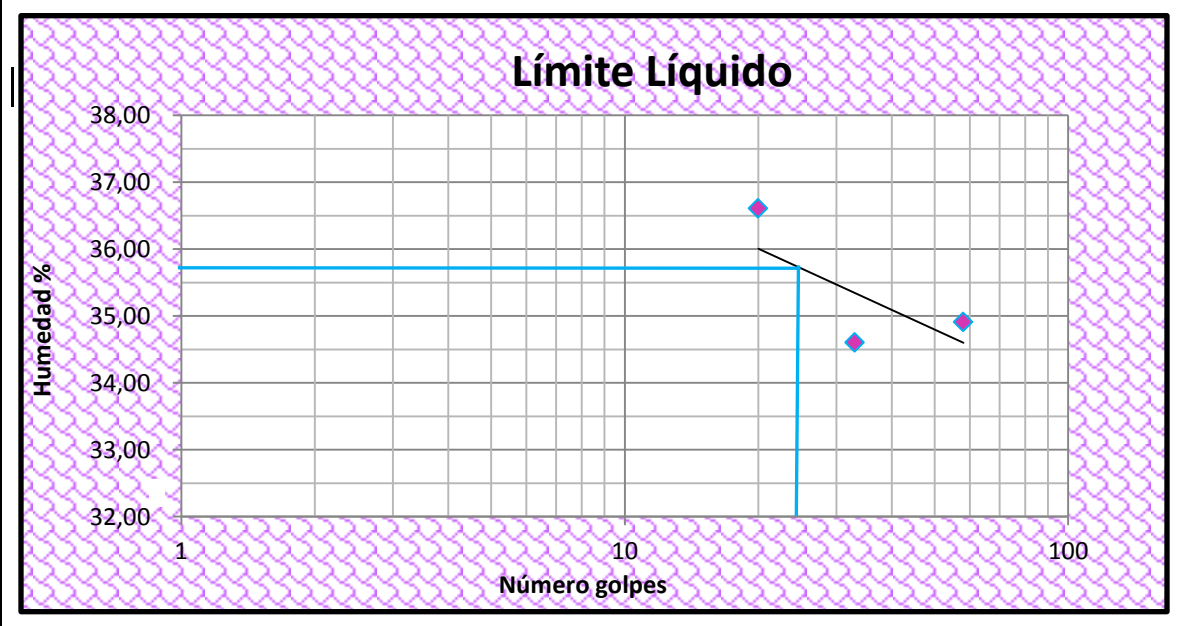
**NORMA:**

**ABSCISA: 1 + 160**  
**FECHA : 15/01/2014**  
**ENSAYADO POR: EGDA. GEOVANA SALAZAR**  
**REVISADO POR: NG. MSC. VINICIO ALMEIDA**

**1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO**

Número de golpes	58		33		20	
Recipiente Número	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+ rec</b>	27,3	29,5	30,18	29,1	25,23	28,4
Peso seco + recipiente <b>Ws + rec</b>	23,18	24,9	25,33	24,7	21,5	23,9
Peso recipiente <b>rec</b>	11,4	11,7	11,3	12	11,4	11,5
Peso del agua <b>Ww</b>	4,12	4,6	4,85	4,4	3,73	4,5
Peso de los sólidos <b>WS</b>	11,78	13,2	14,03	12,7	10,1	12,4
Contenido de humedad <b>w%</b>	34,97	34,85	34,57	34,65	36,93	36,29
Contenido de humedad prom. <b>w%</b>	34,91		34,61		36,61	

**1.- GRÁFICO DEL LÍMITE LÍQUIDO.**



**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+ rec</b>	5,49	4,88	7,74	6,78	8,23	7,45
Peso seco + recipiente <b>Ws + rec</b>	5,19	4,69	7,16	6,48	7,59	7,09
Peso recipiente <b>rec</b>	4,39	4,17	5,53	5,62	5,73	6,03
Peso del agua <b>Ww</b>	0,3	0,19	0,58	0,3	0,64	0,36
Peso de los sólidos <b>WS</b>	0,8	0,52	1,63	0,86	1,86	1,06
Contenido de humedad <b>w%</b>	37,50	36,54	35,58	34,88	34,41	33,96
Contenido de humedad prom. <b>w%</b>	37,02		35,23		34,19	
<b>Límite líquido =</b>	35,7		%			
<b>Límite plástico =</b>	35,48		%			
<b>Índice plástico =</b>	0,22					

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACION**

**TIPO:** PROCTOR MODIFICADO  
**ABSCISA:** 1+160  
**SECTOR:** SAN FERNANDO- PASA

**NORMA:** AASHTO T-180-A  
**DEL KM.:** TRAMO 1  
**SUELO:**  
**ENSAYADO POR:** EGDA. GEOVANA SALAZAR

**FECHA:** 16/01/2014

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

<b>NÚMERO DE GOLPES</b>	25	<b>NÚMERO DE CAPAS : 5</b>		<b>PESO MARTILLO</b>	10 Lb
<b>ALTURA DE CAIDA</b>	18"	<b>PESO MOLDE gr</b>	4246	<b>VOLÚMEN MOLDE cc</b>	944

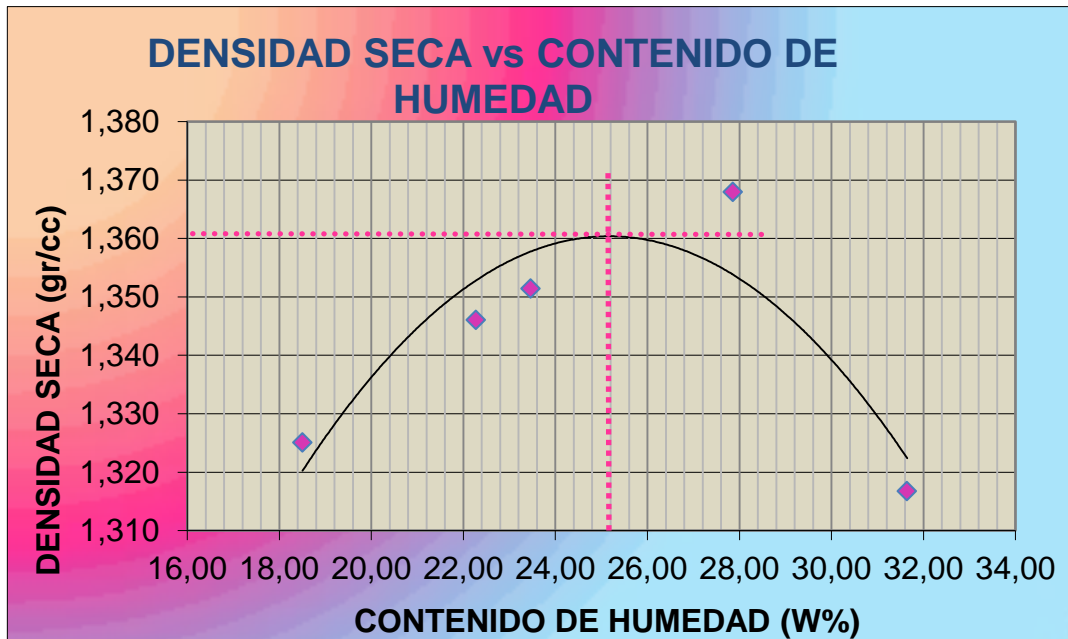
**1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad añadida en %	0	6	12	18	24
Humedad añadida en (cc)	0	60	120	180	240
P molde + suelo húmedo (gr)	5728,3	5799,7	5821	5897,1	5882,3
Peso suelo húmedo	1482,3	1553,7	1575	1651,1	1636,3
Densidad húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1,570	1,6459	1,6684	1,749	1,7334

**2.- DETERMINACIÓN DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD**

Recipiente #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	61,2	59,2	69,9	62,3	77,6	72,5	74,7	65,3	87,2	79,5
Peso seco + recipiente Ws+ rec	56,7	55,01	63	56,7	68,6	64,5	64,7	57,9	73,5	67,9
Peso del recipiente rec	31,9	32,8	32,1	31,5	29,9	30,7	29	31,2	29,9	31,5
Peso del agua Ww	4,5	4,19	6,9	5,6	9	8	10	7,4	13,7	11,6
Peso de los sólidos Ws	24,8	22,21	30,9	25,2	38,7	33,8	35,7	26,7	43,6	36,4
Contenido humedad w%	18,15	18,87	22,33	22,22	23,26	23,67	28,01	27,72	31,42	31,87
Contenido humedad promedio w%	<b>18,51</b>		<b>22,28</b>		<b>23,46</b>		<b>27,86</b>		<b>31,65</b>	
Densidad seca γ <sub>d</sub>	<b>1,325</b>		<b>1,346</b>		<b>1,351</b>		<b>1,368</b>		<b>1,317</b>	

**3.- Determinación de la máxima densidad seca, y de la óptima humedad**



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO CBR.**

<b>TIPO: PROCTOR ESTÁNDAR</b>	<b>NORMA: AASHTO T180-93</b>
<b>ABSCISA: 1+160</b>	<b>DEL KM.: TRAMO 1</b>
<b>SECTOR: SAN FERNANDO - PASA</b>	<b>SUELO:</b>
<b>FECHA: 22/01/2014</b>	<b>ENSAYADO POR: EGDA. GEOVANA SALAZAR</b>

**CÁLCULO DE DENSIDAD SECA PROMEDIO**

MOLDE #	4		5		6	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>
Wm+MOLDE (gr)	12357,3	12602,7	12095,5	12464,8	12058,2	12426,6
PESO MOLDE (gr)	8484,9	8484,9	8608,9	8608,9	8555,8	8555,8
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3872,4	4117,8	3486,6	3855,9	3502,4	3870,8
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2317	2317	2317	2317	2317	2317
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,671	1,777	1,505	1,664	1,512	1,671
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,343	1,331	1,208	1,209	1,203	1,206
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1,337		1,209		1,204	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

TARRO #	1	2	3	4	5	6
PESO TARRO (gr)	31,9	31,9	32,8	32,8	28,8	28,8
PESO MUESTRA HUMEDA+TARRO (gr)	86,9	119,5	89	101,2	92,4	93,1
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	76,08	97,5	77,93	82,5	79,41	75,2
PESO AGUA (gr)	10,82	22	11,07	18,7	12,99	17,9
PESO MUESTRA SECA (gr)	44,18	65,6	45,13	49,7	50,61	46,4
CONTENIDO DE HUMEDAD %	24,49	33,54	24,53	37,63	25,67	38,58
AGUA ABSORBIDA %	9,05		13,10		12,91	

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

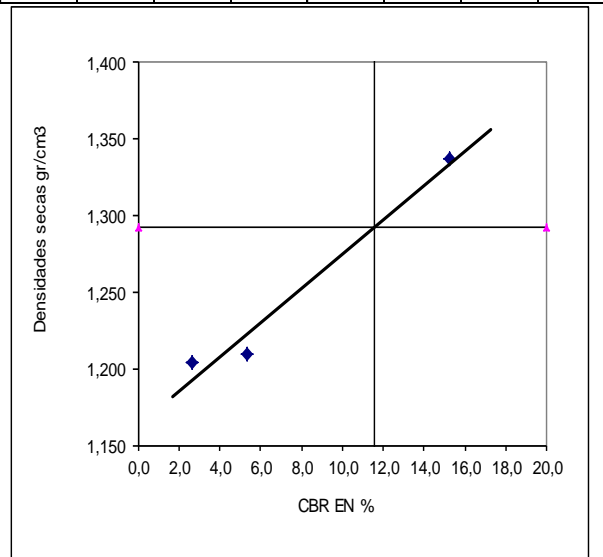
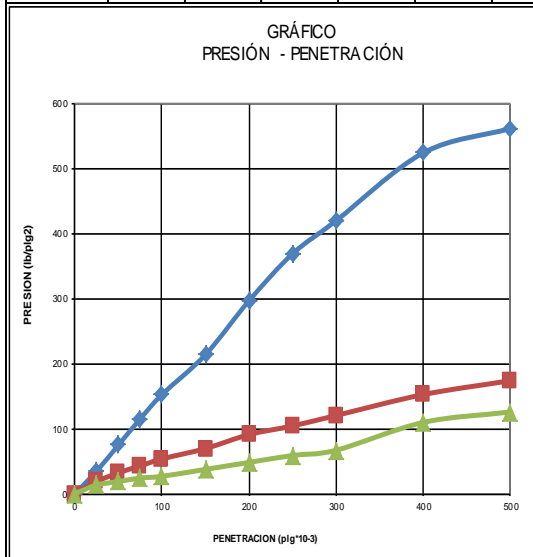
LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

MOLDE NUMERO			4				5				6			
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
		0	1,98	5,00	0,00	0,00	13,43	5,00	0,00	0,00	14,86	5,00	0,00	0,00
		2	3,27		1,29	0,26	14,50		1,07	0,21	16,06		1,20	0,24

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ANILLO 1-A MAIER CONSTANTE DEL ANILLO: 8,025 lb/0,01mm AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			4				5				6			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		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	13,0	34,8			7,0	18,7			5,0	13,4		
1	0	50	28,0	74,9			12,0	32,1			7,0	18,7		
1	30	75	43,0	115,0			16,0	42,8			9,0	24,1		
2	0	100	57,0	152,5	152,5	15,2	20,0	53,5	53,5	5,3	10,0	26,7	26,7	2,7
3	0	150	80,0	214,0			26,0	69,5			14,0	37,4		
4	0	200	111,0	296,9	296,9	19,8	34,0	90,9	90,9	6,1	18,0	48,1	48,1	3,2
5	0	250	138,0	369,1			39,0	104,3			22,0	58,8		
6	0	300	157,0	420,0			45,0	120,4			25,0	66,9		
8	0	400	196,0	524,3			57,0	152,5			41,0	109,7		
10	0	500	210,0	561,7			65,0	173,9			47,0	125,7		



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm <sup>3</sup>	1,337	15,2	%
gr/cm <sup>4</sup>	1,209	5,3	%
gr/cm <sup>5</sup>	1,204	2,7	%

Densidad Máx	1,361	gr/cm <sup>3</sup>	
95% de DM	1,293	1,29	1,500 1,000
	0,00	20,0	11,60 11,60
CBR PUNTUAL			12 %

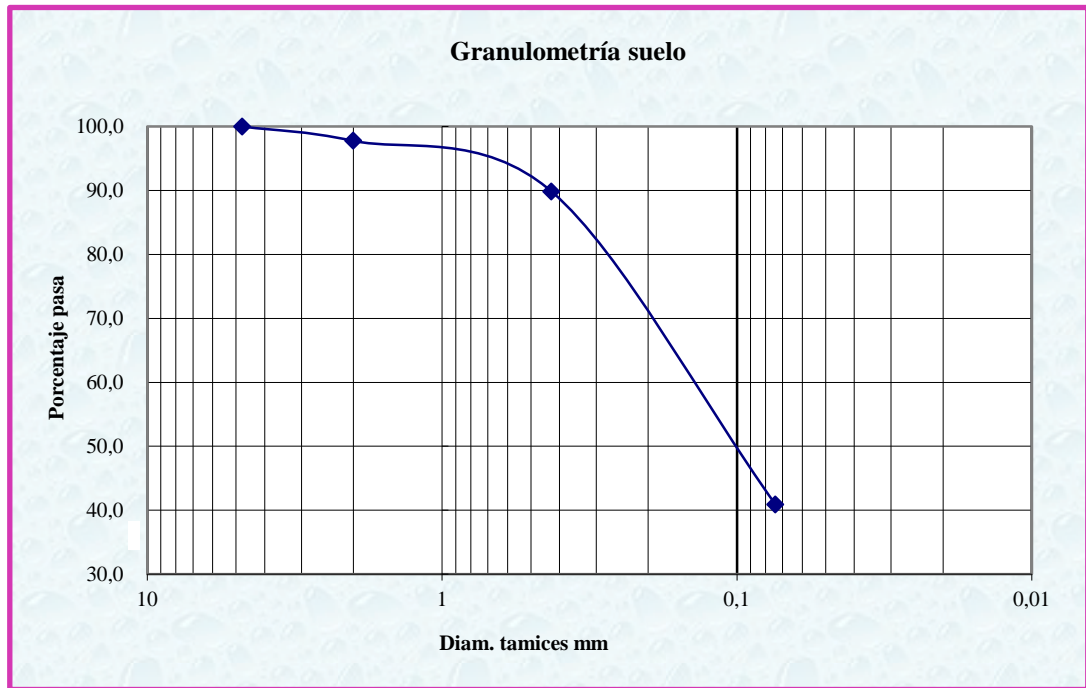
## Tramo 2

<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS	
<b>PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA</b> <b>SECTOR: SAN FERNANDO - PASA</b> <b>UBICACIÓN: CANTON AMBATO</b> <b>NORMA:</b>	<b>ABSCISA: 0+380</b> <b>FECHA : 15/01/2014</b> <b>ENSAYADO POR: EGDA. GEOVANA SALAZAR</b> <b>REVISADO POR: ING. MSC. VINICIO ALMEIDA</b>

### 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	11,20	2,24	97,76
N 30	0,59			
N 40	0,425	50,90	10,18	89,82
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	295,60	59,12	40,88
PASA EL N 200		204,40	40,88	
TOTAL		500,00		
PESO ANTES DEL LAVADO		500	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO	
PESO DESPUÉS DE LAVADO		295,60	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA		204,40	TOTAL	

### 2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA





**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

**PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA**

**SECTOR: SANFERNANDO – PASA**

**UBICACIÓN: CANTON AMBATO**

**ABSCISA: 0+380**

**FECHA : 15/01/2014**

**ENSAYADO POR: EGDA. GEOVANA SALAZAR**

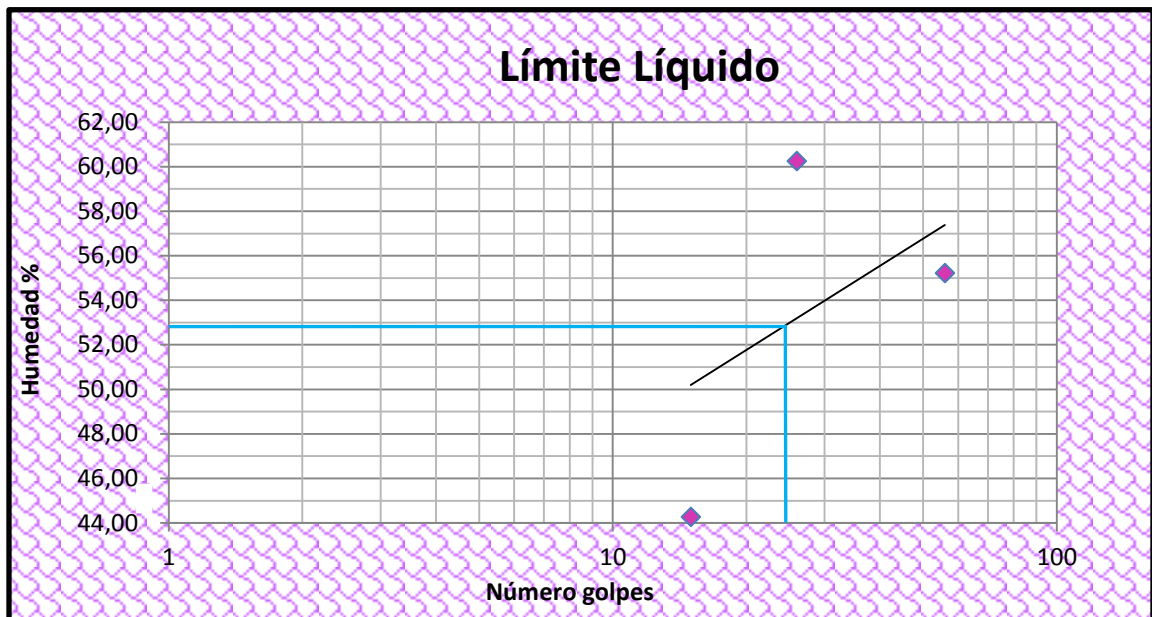
**REVISADO POR: NG. MSC. VINICIO ALMEIDA**

**NORMA:**

**1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO**

Número de golpes	56		26		15	
	1	2	3	4	5	6
Recipiente Número						
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+ rec</b>	23,36	24,73	21,71	22,41	19,36	20,8
Peso seco + recipiente <b>Ws + rec</b>	19,09	20,01	17,94	18,5	16,9	17,59
Peso recipiente <b>rec</b>	11,38	11,43	11,69	12	11,37	10,3
Peso del agua <b>Ww</b>	4,27	4,72	3,77	3,91	2,46	3,21
Peso de los sólidos <b>WS</b>	7,71	8,58	6,25	6,5	5,53	7,29
Contenido de humedad <b>w%</b>	55,38	55,01	60,32	60,15	44,48	44,03
Contenido de humedad prom. <b>w%</b>	55,20		60,24		44,26	

**1.- GRÁFICO DEL LÍMITE LÍQUIDO.**



**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+ rec</b>	5,77	6,98	6,24	5,87	5,87	7,48
Peso seco + recipiente <b>Ws + rec</b>	5,29	6,5	6	5,59	5,59	6,98
Peso recipiente <b>rec</b>	4,21	5,41	5,42	4,9	4,9	5,75
Peso del agua <b>Ww</b>	0,48	0,48	0,24	0,28	0,28	0,5
Peso de los sólidos <b>WS</b>	1,08	1,09	0,58	0,69	0,69	1,23
Contenido de humedad <b>w%</b>	44,44	44,04	41,38	40,58	40,58	40,65
Contenido de humedad prom. <b>w%</b>	44,24		40,98		40,62	

**Límite líquido =** 42,9 %  
**Límite plástico =** 41,95 %  
**Índice plástico =** 0,95

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACION**

TIPO: PROCTOR MODIFICADO	NORMA: AASHTO T-180-A
ABSCISA: 0+380	DEL KM.: TRAMO 2
SECTOR: SAN FERNANDO- PASA	SUELO:
FECHA: 16/01/2014	ENSAYADO POR: EGDA. GEOVANA SALAZAR

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

NUMERO DE GOLPES	25	NUMERO DE CAPAS : 5	PESO MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18"	PESO MOLDE gr	VOLUMEN MOLDE cc	944

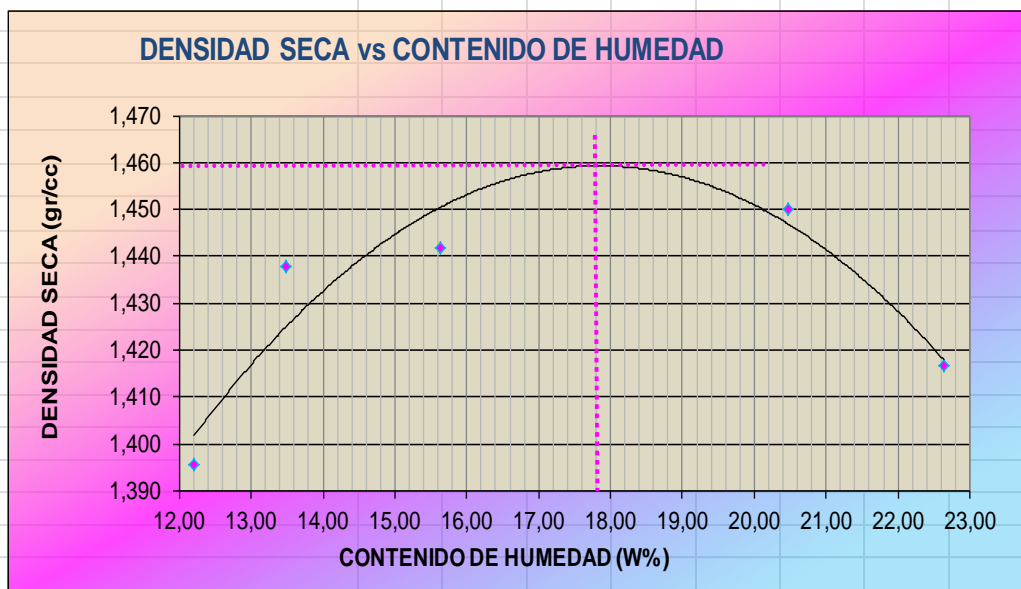
**1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad añadida en %	0	6	12	18	24
Humedad añadida en (cc)	0	60	120	180	240
P molde + suelo húmedo (gr)	5724,2	5786,2	5819,7	5895,1	5886,1
Peso suelo húmedo	1478,2	1540,2	1573,7	1649,1	1640,1
Densidad húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1,566	1,6316	1,6671	1,747	1,7374

**2.- DETERMINACIÓN DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD**

Recipiente #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	61,7	59,2	93,5	103,4	88,3	97,9	103,4	110,23	86,5	88,4
Peso seco + recipiente Ws+ rec	58,4	56,29	86,2	95,1	80,6	88,91	91,13	96,85	76,03	77,9
Peso del recipiente rec	31,4	32,4	33,3	32	31,9	30,7	30,5	32,2	29,9	31,4
Peso del agua Ww	3,3	2,91	7,3	8,3	7,7	8,99	12,27	13,38	10,47	10,5
Peso de los sólidos Ws	27	23,89	52,9	63,1	48,7	58,21	60,63	64,65	46,13	46,5
Contenido humedad w%	12,22	12,18	13,80	13,15	15,81	15,44	20,24	20,70	22,70	22,58
Contenido humedad promedio w%	12,20		13,48		15,63		20,47		22,64	
Densidad seca $\gamma_d$	1,396		1,438		1,442		1,450		1,417	

**3.- Determinación de la máxima densidad seca, y de la óptima humedad**



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO CBR.**

<b>TIPO: PROCTOR ESTÁNDAR</b>	<b>NORMA: AASHTO T180-93</b>
<b>ABSCISA: 0+380</b>	<b>DEL KM.: TRAMO 2</b>
<b>SECTOR: SAN FERNANDO - PASA</b>	<b>SUELO:</b>
<b>FECHA: 23/01/2014</b>	<b>ENSAYADO POR: EGDA. GEOVANA SALAZAR</b>

**CÁLCULO DE DENSIDAD SECA PROMEDIO**

MOLDE #	4	5	6
# DE CAPAS	5	5	5
# DE GOLPES POR CAPA	56	27	11
	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>	<b>ANTES DEL REMOJO</b>
	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>	<b>ANTES DEL REMOJO</b>
	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>	<b>ANTES DEL REMOJO</b>
Wm+MOLDE (gr)	12543,9	12801,5	12391,9
PESO MOLDE (gr)	8555,8	8555,8	8608,9
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3988,1	4245,7	3783
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2317	2317	2317
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,721	1,832	1,633
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,468	1,529	1,386
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1,498	1,376	1,295

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

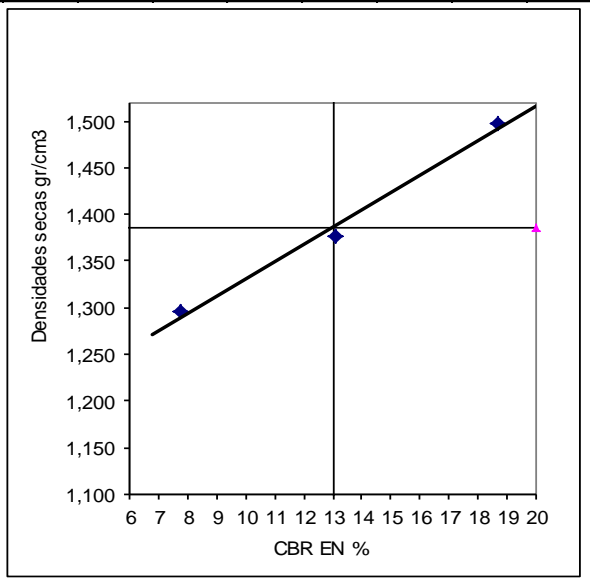
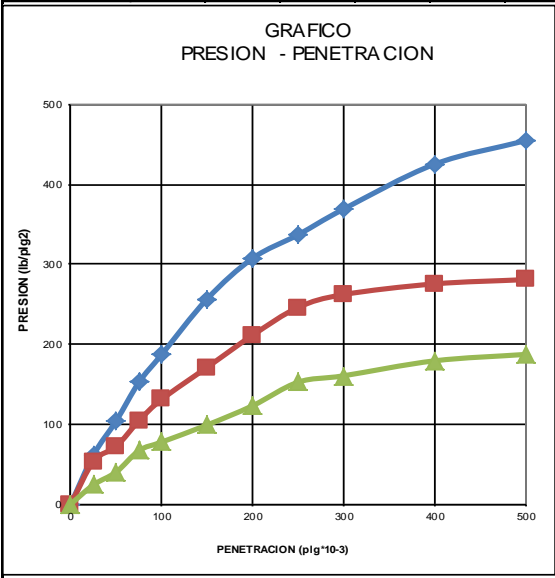
TARRO #	1	2	3	4	5	6
PESO TARRO (gr)	31,9	32,2	29	28,8	32,8	32,8
PESO MUESTRA HUMEDA+TARRO (gr)	94,5	103,4	85,3	91,4	69,3	72,7
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	85,3	91,6	76,8	77,6	64,2	58,4
PESO AGUA (gr)	9,2	11,8	8,5	13,8	5,1	14,3
PESO MUESTRA SECA (gr)	53,4	59,4	47,8	48,8	31,4	25,6
CONTENIDO DE HUMEDAD %	17,23	19,87	17,78	28,28	16,24	55,86
AGUA ABSORBIDA %	2,64	10,50	39,62			

**ENSAYO C.B.R.**  
**DATOS DE ESPONJAMIENTO**  
LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

MOLDE NUMERO			4				5				6			
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
		0	1,83	5,00	0,00	0,00	15,29	5,00	0,00	0,00	18,63	5,00	0,00	0,00
		2	2,45		0,62	0,12	16,90		1,61	0,32	20,10		1,47	0,29

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**  
ANILLO 1-A MAIER    CONSTANTE DEL ANILLO: 8,025 lb/0,01mm    AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			1-C			2-C			3-C					
TIEMPO		PENET	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%
		" 10-3	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	23,0	61,5			20,0	53,5			9,0	24,1		
1	0	50	39,0	104,3			27,0	72,2			15,0	40,1		
1	30	75	57,0	152,5			39,0	104,3			25,0	66,9		
2	0	100	70,0	187,2	187,2	<b>18,7</b>	49,0	131,1	131,1	<b>13,1</b>	29,0	77,6	77,6	<b>7,8</b>
3	0	150	96,0	256,8			64,0	171,2			37,0	99,0		
4	0	200	115,0	307,6	307,6	<b>20,5</b>	79,0	211,3	211,3	<b>14,1</b>	46,0	123,0	123,0	<b>8,2</b>
5	0	250	126,0	337,0			92,0	246,1			57,0	152,5		
6	0	300	138,0	369,1			98,0	262,1			60,0	160,5		
8	0	400	159,0	425,3			103,0	275,5			67,0	179,2		
10	0	500	170,0	454,7			105,0	280,9			70,0	187,2		



Densidades	vs	Resistencias		Densidad Máx	1,459	gr/cm <sup>3</sup>	
gr/cm <sup>3</sup>	1,498	18,7	%	95% de DM	1,386	1,386	1,590 1,000
gr/cm <sup>4</sup>	1,376	13,1	%		0,00	20,00	13,00 13,00
gr/cm <sup>5</sup>	1,295	7,8	%	CBR PUNTUAL			13 %

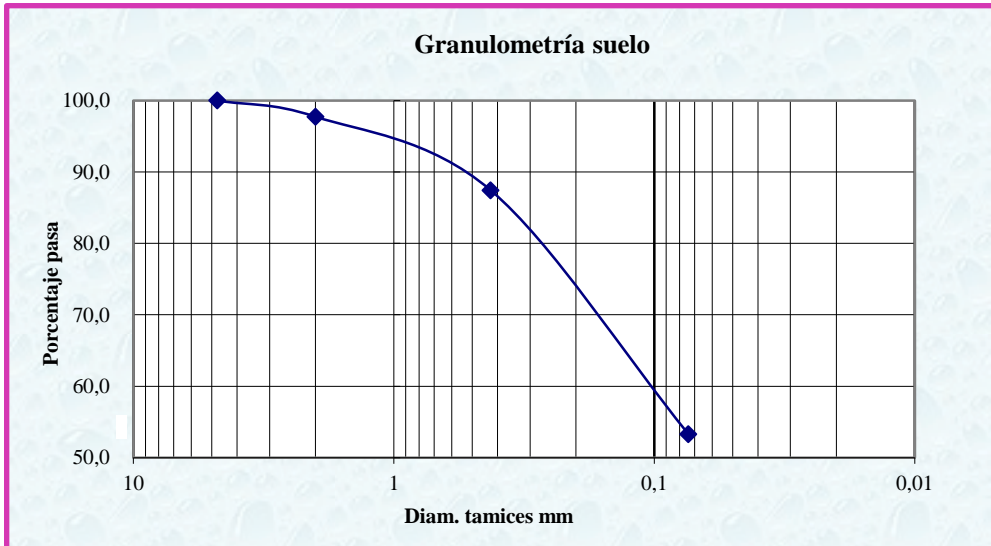
### Tramo 3

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS  
**PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA**  
**SECTOR: SAN FERNANDO - PASA ABSCISA: 0+220**  
**UBICACIÓN: CANTON AMBATO FECHA : 15/01/2014**  
**NORMA: ENSAYADO POR: EGDA. GEOVANA SALAZAR**  
**REVISADO POR: ING. MSC. VINICIO ALMEIDA**

#### 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	11,30	2,26	97,74
N 30	0,59			
N 40	0,425	62,80	12,56	87,44
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	233,50	46,70	53,30
PASA EL N 200		266,50	53,30	
<b>TOTAL</b>		<b>500,00</b>		
PESO ANTES DEL LAVADO		500	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO	
PESO DESPUÉS DE LAVADO		233,50	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA		266,50	TOTAL	

#### 2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
 DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA

SECTOR: SANFERNANDO - PASA

UBICACIÓN: CANTON AMBATO

NORMA:

ABSCISA: 0+220

FECHA : 15/01/2014

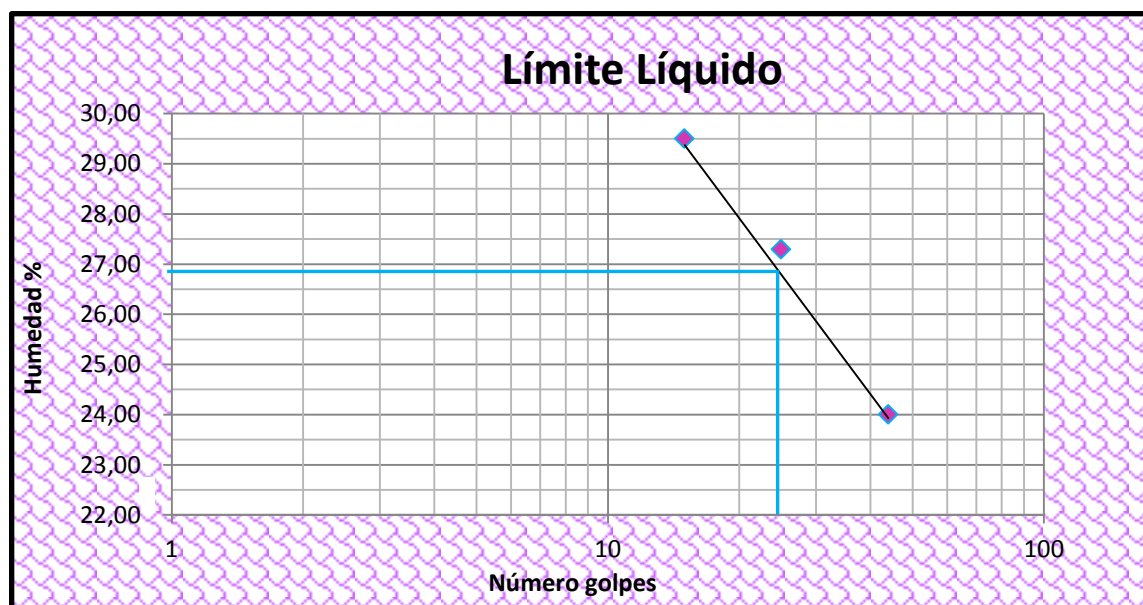
ENSAYADO POR: EGDA. GEOVANA SALAZAR

REVISADO POR: NG. MSC. VINICIO ALMEIDA

**1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO**

Número de golpes	44		25		15	
Recipiente Número	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+ rec</b>	21,64	23,32	19,84	21,37	19,58	21,45
Peso seco + recipiente <b>Ws + rec</b>	19,69	20,99	18,01	19,21	17,73	19,21
Peso recipiente <b>rec</b>	11,55	11,3	11,32	11,28	11,39	11,7
Peso del agua <b>Ww</b>	1,95	2,33	1,83	2,16	1,85	2,24
Peso de los sólidos <b>WS</b>	8,14	9,69	6,69	7,93	6,34	7,51
Contenido de humedad <b>w%</b>	23,96	24,05	27,35	27,24	29,18	29,83
Contenido de humedad prom. <b>w%</b>	24,00		27,30		29,50	

**1.- GRÁFICO DEL LÍMITE LÍQUIDO.**



**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+ rec</b>	8,02	7,56	6,60	6,89	6,08	6,45
Peso seco + recipiente <b>Ws + rec</b>	7,52	6,94	6,15	6,55	5,69	6,15
Peso recipiente <b>rec</b>	5,51	4,39	4,35	5,17	4,23	5,01
Peso del agua <b>Ww</b>	0,50	0,62	0,45	0,34	0,39	0,30
Peso de los sólidos <b>WS</b>	2,01	2,55	1,80	1,38	1,46	1,14
Contenido de humedad <b>w%</b>	24,88	24,31	25,00	24,64	26,71	26,32
Contenido de humedad prom. <b>w%</b>	24,59		24,82		26,51	

Límite líquido = 26,9 %  
 Límite plástico = 25,31 %  
 Índice plástico = 1,59 %

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE COMPACTACION**

<b>TIPO:</b> PROCTOR MODIFICADO	<b>NORMA:</b> AASHTO T-180-A
<b>ABSCISA:</b> 0+220	<b>DEL KM.:</b> TRAMO 3
<b>SECTOR:</b> SAN FERNANDO- PASA	<b>SUELO:</b>
<b>FECHA:</b> 17/01/2014	<b>ENSAYADO POR:</b> EGDA. GEOVANA SALAZAR

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

<b>NUMERO DE GOLPES</b>	<b>25</b>	<b>NUMERO DE CAPAS : 5</b>	<b>PESO MARTILLO</b>	<b>10 Lb</b>
<b>ALTURA DE CAIDA</b>	<b>18"</b>	<b>PESO MOLDE gr 4246</b>	<b>VOLUMEN MOLDE cc</b>	<b>944</b>

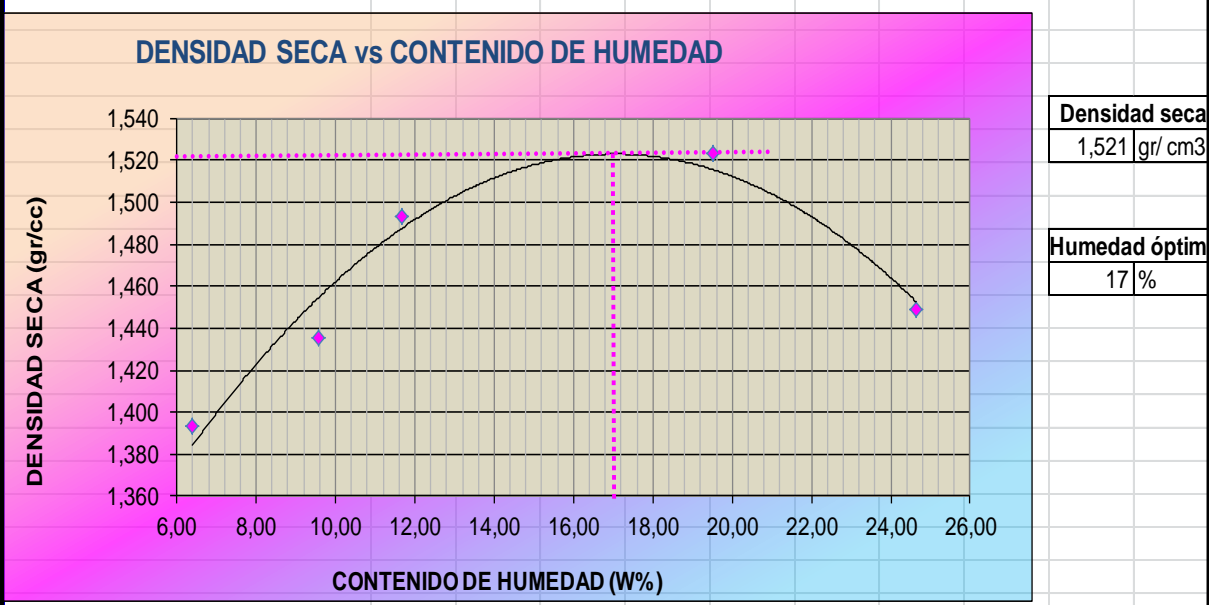
**1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad añadida en %	0	8	16	24	32
Humedad añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5645,7	5730,5	5820,4	5964,4	5950,7
Peso suelo húmedo	1399,7	1484,5	1574,4	1718,4	1704,7
Densidad húmeda en gr/cm3	1,483	1,5726	1,6678	1,820	1,8058

**2.- DETERMINACIÓN DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD**

Recipiente #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	92,8	90,6	115,7	101,01	114,3	105,45	87	95,3	123	112,65
Peso seco + recipiente Ws+ rec	89,11	87,1	108,18	94,98	105,18	97,9	77,6	84,8	105,11	96,45
Peso del recipiente rec	32	31,8	32,8	29,1	29	31,4	29,1	31,4	32,1	31,1
Peso del agua Ww	3,69	3,5	7,52	6,03	9,12	7,55	9,4	10,5	17,89	16,2
Peso de los sólidos Ws	57,11	55,3	75,38	65,88	76,18	66,5	48,5	53,4	73,01	65,35
Contenido humedad w%	6,46	6,33	9,98	9,15	11,97	11,35	19,38	19,66	24,50	24,79
Contenido humedad promedio w%	<b>6,40</b>		<b>9,56</b>		<b>11,66</b>		<b>19,52</b>		<b>24,65</b>	
Densidad seca $\gamma_d$	<b>1,394</b>		<b>1,435</b>		<b>1,494</b>		<b>1,523</b>		<b>1,449</b>	

**3.- Determinación de la máxima densidad seca, y de la óptima humedad**



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO CBR.**

<b>TIPO: PROCTOR ESTÁNDAR</b>	<b>NORMA: AASHTO T180-93</b>
<b>ABSCISA: 0+220</b>	<b>DEL KM.: TRAMO 3</b>
<b>SECTOR: SAN FERNANDO - PASA</b>	<b>SUELO:</b>
<b>FECHA: 24/01/2014</b>	<b>ENSAYADO POR: EGDA. GEOVANA SALAZAR</b>

**CÁLCULO DE DENSIDAD SECA PROMEDIO**

MOLDE #	4	5	6			
# DE CAPAS	5	5	5			
# DE GOLPES POR CAPA	56	27	11			
	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>
Wm+MOLDE (gr)	12745,5	12799,3	12598,2	12676,4	12357,9	12649,3
PESO MOLDE (gr)	8484,9	8484,9	8608,9	8608,9	8555,8	8555,8
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4260,6	4314,4	3989,3	4067,5	3802,1	4093,5
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2317	2317	2317	2317	2317	2317
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,839	1,862	1,722	1,756	1,641	1,767
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,566	1,462	1,461	1,362	1,399	1,386
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1,514		1,412		1,392	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

TARRO #	1	2	3	4	5	6
PESO TARRO (gr)	29	32,2	32,8	29	28,8	28,8
PESO MUESTRA HUMEDA+TARRO (gr)	107,9	77,4	110,8	89,3	95,2	69,6
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	96,2	67,7	99	75,8	85,4	60,8
PESO AGUA (gr)	11,7	9,7	11,8	13,5	9,8	8,8
PESO MUESTRA SECA (gr)	67,2	35,5	66,2	46,8	56,6	32
CONTENIDO DE HUMEDAD %	17,41	27,32	17,82	28,85	17,31	27,50
AGUA ABSORBIDA %	9,91		11,02		10,19	

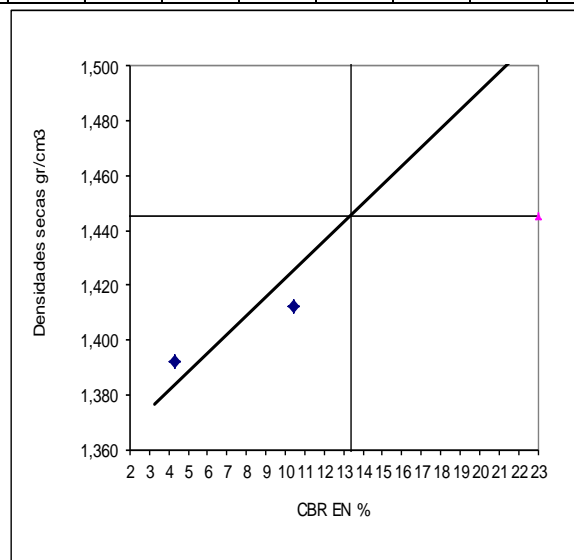
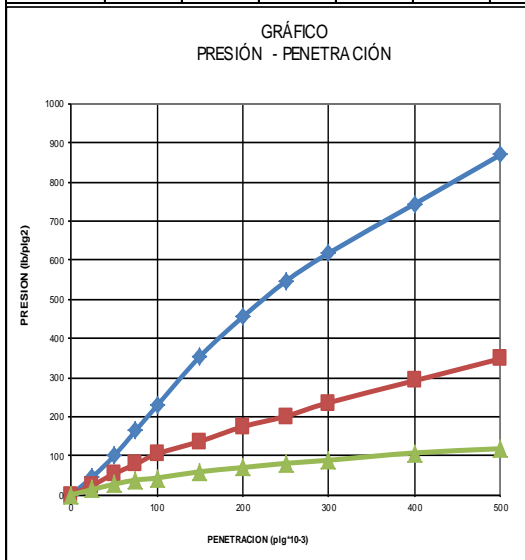


**ENSAYO C.B.R.**  
**DATOS DE ESPONJAMIENTO**  
 LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

MOLDE NUMERO			4				5				6			
FECHA		TIEMPO	LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ		
DIA Y MES	HORA	DIAS		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%
		0	16,02	5,00	0,00	0,00	13,31	5,00	0,00	0,00	1,04	5,00	0,00	0,00
		2	18,02		2,00	0,40	14,73		1,42	0,28	1,57		0,53	0,11

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**  
 ANILLO 1-A MAIER    CONSTANTE DEL ANILLO: 8,025 lb/0,01mm    AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			4				5				6			
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	
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	17,0	45,5			9,0	24,1			5,0	13,4		
1	0	50	37,0	99,0			20,0	53,5			10,0	26,7		
1	30	75	61,0	163,2			29,0	77,6			14,0	37,4		
2	0	100	85,0	227,4	227	22,7	39,0	104,3	104,3	10,4	16,0	42,8	42,8	4,3
3	0	150	132,0	353,1			51,0	136,4			22,0	58,8		
4	0	200	170,0	454,7	454,7	30,3	65,0	173,9	173,9	11,6	26,0	69,5	69,5	4,6
5	0	250	204,0	545,7			75,0	200,6			30,0	80,2		
6	0	300	231,0	617,9			88,0	235,4			33,0	88,3		
8	0	400	278,0	743,6			109,0	291,6			40,0	107,0		
10	0	500	325,0	869,3			130,0	347,7			44,0	117,7		



Densidades	vs	Resistencias			
gr/cm <sup>3</sup>	1,514	22,7	%	Densidad Máx	1,521    gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>4</sup>	1,412	10,4	%	95% de DM	1,445    1,445    1,590    1,000
gr/cm <sup>5</sup>	1,392	4,3	%	CBR PUNTUAL	0,00    23,00    13,40    13,40
					13 %

## ANEXO 5

### Tablas utilizadas

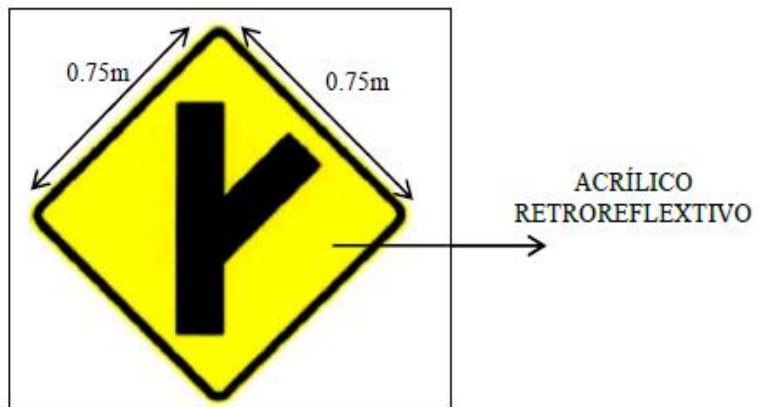
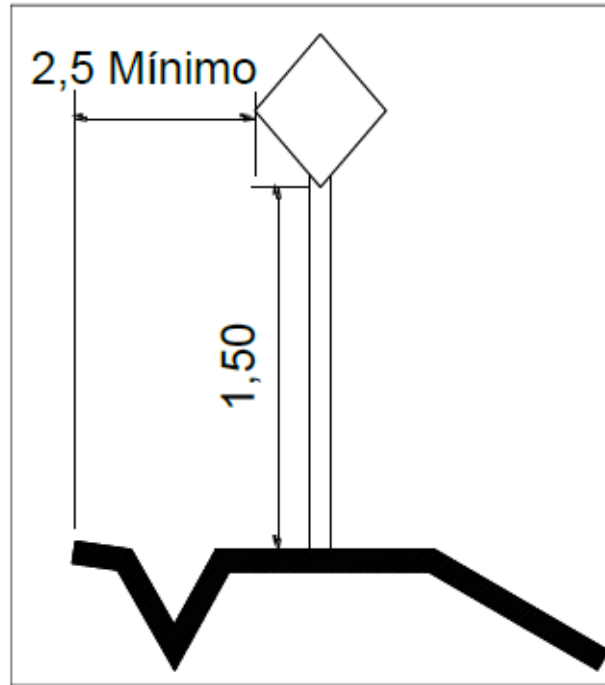
NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE III 300 – 1 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE IV 100 – 300 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE V MENOS DE 100 TPDA <sup>(1)</sup>							
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA				
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 <sup>(10)</sup>	60	50	40	50	35	25 <sup>(10)</sup>		
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 <sup>(10)</sup>		
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25		
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		
Peralte	MÁXIMO = 10%												10% (Para V > 50 K.P.H.)						8% (Para V < 50 K.P.H.)													
Coefficiente "K" para: <sup>(11)</sup>																																
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2		
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		
Gradiente longitudinal <sup>(2)</sup> máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14		
Gradiente longitudinal <sup>(4)</sup> máxima (%)	0,5%																															
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,3			6,50			6,70			6,00			6,00						4,00 <sup>(10)</sup>							
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B. Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado							
Ancho de espaldones <sup>(5)</sup> estables (m)	2,5	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,5	2,5	1,5	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 (%)	1,5 - 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 (%)	4,0						4,0						4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---							
Curva de transición	ÚSENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																															
Carga de diseño	HS - 20 - 44																								HS - 20 - 44 <sup>(10)</sup>							
Ancho de la calzada (m) <sup>(6)</sup>	8,50			8,50			8,50			8,50			8,50			7,30			6,00						4,00							
Ancho de Aceras (m) <sup>(8)</sup>	0,50 m mínimo a cada lado																															
Mínimo derecho de vía (m)	80 - 100			60 - 75			75			60			60			50			20 - 25						15							
LL = TERRENO PLANO    0 = TERRENO ONDULADO    M = TERRENO MONTAÑOSO																																

- 1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 – 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno – Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.
- 2) Longitud de las curvas verticales:  $L = KA$ , en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algébrica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales:  $L_{\min} = 0,60 V$ , en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- 3) En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y en terrenos montañosos solamente para las carreteras de I, II y III Clase.
- 4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. de altura o más.
- 5) Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Capítulo VIII de las Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
- 6) En casos especiales se puede disminuir la carga de diseño a HS - 15 - 44.
- 7) Para puentes con una longitud menor de 30 m, úsese 12,30 m.
- 8) En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsese dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- 9) Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- 10) Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar  $V_0 = 20$  Km/h y  $R = 15$  m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

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

**ANEXO 6**

**Modelo señalización vertical**



## ANEXO 7

### Análisis de precios unitarios

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO -  
LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

#### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 1 de 17

**RUBRO:**  
Desbroce, desbosque y limpieza

UNIDAD: Ha

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.					0,05
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>0,05</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	3,00	3,01	9,03	0,100	0,90
Maestro de obra	0,50	3,21	1,61	0,100	0,16
Inspector de obra	0,10	3,38	0,34	0,100	0,03
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>1,09</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL O:</b>					
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL P:</b>					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,14
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 0,20	0,23
OTROS INDIRECTOS %	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>1,37</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>1,37</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
ELABORADO POR:

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 2 de 17

**RUBRO:**  
Replanteo y Nivelación

UNIDAD: Km

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o. Equipo de Topografía	1,00	20,00	20,00	15,00	14,21 300,00
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>314,21</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Topografo 1: experiencia de hasta 5 años (Estr.oc.)	1,00	3,21	3,21	15,00	48,15
Cadenero	3,00	3,05	9,15	15,00	137,25
Maestro de obra	1,00	3,21	3,21	15,00	48,15
Inspector de obra	1,00	3,38	3,38	15,00	50,70
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>284,25</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Estacas de madera	u	50,00	0,20	10,00	
Pint. Esmalte Tan Colores Cándor	4000cc	1,00	13,66	13,66	
<b>SUB TOTAL O:</b>					<b>23,66</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL P:</b>					
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>622,12</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 0,20					124,42
OTROS INDIRECTOS %					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>746,54</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>746,54</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
ELABORADO POR:

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO -  
LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 3 de 17

**RUBRO:**  
Excavación sin clasificar

UNIDAD: m3

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.					0,01
Excavadora sobre orugas	1,00	40,00	40,00	0,018	0,72
Volqueta 12 m3 (incluye operador y combustible)	1,00	27,50	27,50	0,120	3,30
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>4,03</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	1,00	3,01	3,01	0,018	0,05
Maestro de obra	1,00	3,21	3,21	0,018	0,06
Inspector de obra	0,10	3,38	0,34	0,018	0,01
Ayudante de maquinaria (Estr. Oc. C3)	1,00	2,86	2,86	0,018	0,05
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>0,17</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL O:</b>					
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL P:</b>					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4,20
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0,20
OTROS INDIRECTOS %	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>5,04</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>5,04</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
ELABORADO POR:

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 4 de 17

**RUBRO:**

Excavación para cunetas y encauzamiento

UNIDAD: m3

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o. Miniexcavadora( no incluye operador y combustible)	1,00	21,70	21,70	0,100	0,07 2,17
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>2,24</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	2,00	3,01	6,02	0,160	0,96
Maestro de obra	0,50	3,21	1,61	0,160	0,26
Inspector de obra	0,10	3,38	0,34	0,160	0,05
Operador de equipo Pesado	1,00	3,21	3,21	0,160	0,05
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>1,32</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL O:</b>					
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL P:</b>					
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>3,56</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 0,20					0,71
OTROS INDIRECTOS %					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>4,27</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>4,27</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
ELABORADO POR:

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 5 de 17

**RUBRO:**  
Limpieza de derrumbes.

UNIDAD: m3

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.					0,02
Volqueta 12 m3 (incluye operador y combustible)	1,00	27,50	27,50	0,020	0,55
Miniexcavadora( no incluye operador y combustible)	1,00	21,70	21,70	0,020	0,43
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>1,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	4,00	3,01	12,04	0,020	0,24
Maestro de obra	1,00	3,21	3,21	0,020	0,06
Inspector de obra	0,10	3,38	0,34	0,020	0,01
Operador de equipo Pesado	2,00	3,21	6,42	0,020	0,13
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>0,44</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL O:</b>					
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL P:</b>					
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>1,44</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 0,20					0,29
OTROS INDIRECTOS %					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1,73</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1,73</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
ELABORADO POR:



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 6 de 17

**RUBRO:**  
Tubería de acero corrugado D= 0.80, e=2.00mm, MP-100.

UNIDAD: ml

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o. Retroexcavadora (incluye operador y combustible)	1,00	28,00	28,00	0,500	0,30 14,00
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>14,30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Inspector de obra	0,10	3,38	0,34	0,320	0,11
Peón	4,00	3,01	12,04	0,320	3,85
Maestro de obra	1,00	3,21	3,21	0,320	1,03
Operador de equipo Pesado	1,00	3,21	3,21	0,320	1,03
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>6,02</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Tubería acero corrugada de Ø 800mm	m	1,00	130,00	130,00	
Pintura Antiox GRIS	gal	1,00	20,81	20,81	
<b>SUB TOTAL O:</b>					<b>150,81</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL P:</b>					
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>171,13</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 0,20					34,23
OTROS INDIRECTOS %					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>205,36</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>205,36</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
ELABORADO POR:

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 7 de 17

**RUBRO:**

Tubería de acero corrugado D= 2.40, e=3.00mm, MP-100.

UNIDAD: ml

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o. Retroexcavadora (incluye operador y combustible)	1,00	28,00	28,00	0,500	0,30 14,00
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>14,30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Inspector de obra	0,10	3,38	0,34	0,320	0,11
Peón	4,00	3,01	12,04	0,320	3,85
Maestro de obra	1,00	3,21	3,21	0,320	1,03
Operador de equipo Pesado	1,00	3,21	3,21	0,320	1,03
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>6,02</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Tubería acero corrugada de Ø 2400mm	m	1,00	410,00	410,00	
Pintura Antiox GRIS	gal	1,00	20,81	20,81	
<b>SUB TOTAL O:</b>					<b>430,81</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL P:</b>					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	451,13
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 0,20	90,23
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	541,36
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>541,36</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
ELABORADO POR:

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 8 de 17

**RUBRO:**

Hormigón simple  $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2$  para cunetas.

UNIDAD: m3

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o. Concreteira a diesel o gasolina (1 saco) / dia	1,00	3,05	3,05	0,800	2,44 0,80
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>3,24</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	3,00	3,01	9,03	0,800	7,22
Albañil	2,00	3,05	6,10	0,800	4,88
Inspector de obra	0,50	3,38	1,69	0,800	1,35
Maestro de obra	1,00	3,21	3,21	0,800	2,57
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>16,02</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Cemento portland	Saco	6,00	7,54	45,24	
Arena (suelta)	m3	0,75	10,00	7,50	
Agua	m3	0,20	1,05	0,21	
Impermeab. Para morteros / Sika 1	Lt	0,15	2,68	0,40	
Ripio cribado	m3	0,75	10,00	7,50	
Pingos de eucalito 4 a 7 m x 0.30	m	8,00	1,12	8,96	
Tabla dura de encofrado de 0.20m	u	12,00	1,79	21,48	
Clavo de 2 a 3 1/2"	kg	0,90	1,76	1,58	
<b>SUB TOTAL O:</b>					<b>92,88</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL P:</b>					
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>112,14</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 0,20					22,43
OTROS INDIRECTOS %					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>134,57</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>134,57</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
ELABORADO POR:

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 9 de 17

**RUBRO:**

**UNIDAD:** m3

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.					1,32
Concreteira a diesel o gasolina (1 saco) / dia	1,00	3,05	3,05	1,14	3,49
Vibrador a gasolina / dia	1,00	2,42	2,42	1,14	2,77
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>7,58</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	3,00	3,01	9,03	1,14	10,32
Albañil	3,00	3,05	9,15	1,14	10,46
Inspector de obra	0,50	3,38	1,69	1,14	1,93
Maestro de obra	1,00	3,21	3,21	1,14	3,67
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>26,38</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Cemento portland	Saco	6,00	7,54	45,24	
Arena (suelta)	m3	0,75	10,00	7,50	
Agua	m3	0,02	1,05	0,02	
Impermeab. Para morteros / Sika 1	Lt	0,15	2,68	0,40	
Ripio cribado	m3	0,75	10,00	7,50	
Pingos de eucalito 4 a 7 m x 0.30	m	21,00	1,12	23,52	
Tabla dura de encofrado de 0.20m	u	8,00	1,79	14,32	
Clavo de 2 a 3 1/2"	kg	0,90	1,76	1,58	
alambre de amarre	kg	0,05000	2,75000	0,14	
<b>SUB TOTAL O:</b>					<b>100,22</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL P:</b>					
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>134,18</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 0,20					26,84
OTROS INDIRECTOS %					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>161,02</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>161,02</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
 ELABORADO POR:

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 10 de 17

**RUBRO:**

Material Sub-base clase 3, incluido transporte.

UNIDAD:

m3

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.					0,04
Motoniveladora	1,00	45,00	45,00	0,031	1,38
Rodillo compactador	1,00	16,80	16,80	0,031	0,52
Tanquero 200HP	1,00	20,00	20,00	0,031	0,62
Volqueta 12 m3 (incluye operador y combustible)	1,00	27,50	27,50	0,031	0,85
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>3,40</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	3,00	3,01	9,03	0,031	0,28
Albañil	1,00	3,05	3,05	0,031	0,09
Inspector de obra	0,50	3,38	1,69	0,031	0,05
Operador de equipo liviano	1,00	3,05	3,05	0,031	0,09
Operador de equipo Pesado	2,00	3,21	6,42	0,031	0,20
Chofer Tanquero	1,00	4,36	4,36	0,031	0,13
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>0,84</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Sub- base clase 3	m3	1,00	7,00	7,00	
<b>SUB TOTAL O:</b>					<b>7,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
Trasporte Sub-base clase 3	m3-Km	1,20	0,28	0,34	
<b>SUB TOTAL P:</b>					
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>11,24</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES %				0,20	2,25
OTROS INDIRECTOS %					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>13,49</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>13,49</b>	

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
ELABORADO POR:

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 11 de 17

**RUBRO:**  
Material Base clase 4, incluido transporte.

UNIDAD: m3

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.	1,00	45,00	45,00	0,031	0,04
Motoniveladora	1,00	16,80	16,80	0,031	1,38
Rodillo compactador	1,00	20,00	20,00	0,031	0,52
Tanquero 200HP	1,00	20,00	20,00	0,031	0,62
Volqueta 12 m3 (incluye operador y combustible)	1,00	27,50	27,50	0,031	0,85
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>3,40</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	3,00	3,01	9,03	0,031	0,28
Albañil	1,00	3,05	3,05	0,031	0,09
Inspector de obra	0,50	3,38	1,69	0,031	0,05
Operador de equipo liviano	1,00	3,05	3,05	0,031	0,09
Operador de equipo Pesado	2,00	3,21	6,42	0,031	0,20
Chofer Tanquero	1,00	4,36	4,36	0,031	0,13
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>0,84</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Base clase 4	m3	1,00	10,00	10,00	
<b>SUB TOTAL O:</b>					<b>10,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
Trasporte Base clase 4	m3-Km	1,20	0,28	0,34	
<b>SUB TOTAL P:</b>					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	14,24
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 0,20	2,85
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	17,09
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>17,09</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
ELABORADO POR:

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 12 de 17

**RUBRO:**

Transporte material de desalojo, limpieza y sobre acarreo de materiales producto de excavaciones y derrumbes.

UNIDAD: m3

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o. Volqueta 12 m3 (incluye operador y combustible)	1,00	27,50	27,50	0,080	0,01 2,20
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>2,21</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	2,00	3,01	6,02	0,032	0,19
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>0,19</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL O:</b>					
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL P:</b>					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,40
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0,20
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,88
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>2,88</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
ELABORADO POR:

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 13 de 17

**RUBRO:**  
Suministro y colocación de asfalto RC-250 para imprimación.

UNIDAD: It

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.	1,00	35,00	35,00	0,003	0,09
Distribuidor de asfalto de 300 HP	1,00	20,00	20,00	0,003	0,05
Escoba autopropulsada de 76 HP					
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>0,15</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	3,00	3,01	9,03	0,003	0,03
Maestro de obra	1,00	3,21	3,21	0,003	0,01
Operador de equipo Pesado	1,00	3,21	3,21	0,003	0,01
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>0,05</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Asfalto	Kg	0,93	0,35	0,33	
Diesel	Its	0,07	1,00	0,07	
<b>SUB TOTAL O:</b>					<b>0,40</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL P:</b>					
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>0,60</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 0,20					0,12
OTROS INDIRECTOS %					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0,72</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>0,72</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
ELABORADO POR:



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 14 de 17

**RUBRO:**

Capa de rodadura asfáltica e= 2 pulg incluido barrido con escoba mecánica y transporte.

UNIDAD: m3

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.					0,01
Planta de asfalto	1,00	135,00	135,00	0,008	1,08
Cargadora de ruedas 215 HP	1,00	35,00	35,00	0,008	0,28
Terminadora de asfalto	1,00	65,00	65,00	0,008	0,52
Rodillo hidraulico tandem con operador 1 hora	1,00	36,96	36,96	0,008	0,30
Distribuidor de asfalto	1,00	35,00	35,00	0,008	0,28
Rodillo neumático	1,00	35,00	35,00	0,008	0,28
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>2,75</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	3,00	3,01	9,03	0,008	0,07
Maestro de obra	1,00	3,21	3,21	0,008	0,03
Inspector de obra	0,10	3,38	0,34	0,008	
Operador de equipo Pesado	3,00	3,21	9,63	0,008	0,08
Ayudante de operador de equipo	2,00	3,01	6,02	0,008	0,05
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>0,23</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Asfalto	Kg	8,25	0,35	2,89	
Agregados para asfalto	m3	0,14	12,00	1,68	
Diesel	Its	0,88	1,00	0,88	
Asfalto RC-2	Its	0,30	0,35	0,11	
<b>SUB TOTAL O:</b>					<b>5,55</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
Transporte mezcla asfáltica	m3-km	4,35	0,25	1,09	
<b>SUB TOTAL P:</b>					
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>8,53</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 0,20					1,71
OTROS INDIRECTOS %					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>10,24</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>10,24</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
 ELABORADO POR:

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 15 de 17

**RUBRO:**  
Pintura Blanca o Amarilla tipo tráfico para señalización.

UNIDAD: m

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Mecanismo Rociador	1,00	4,00	4,00	0,004	
Camioneta	1,00	7,00	7,00	0,004	0,03
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>0,03</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Chofer vehiculo Liviano	1,00	4,36	4,36	0,004	0,02
Peón	1,00	3,01	3,01	0,004	0,01
Operador de equipo liviano	1,00	3,05	3,05	0,004	0,01
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>0,04</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Pintura de señalización	lt	0,05	7,50	0,34	
<b>SUB TOTAL O:</b>					<b>0,34</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL P:</b>					
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>0,41</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 0,20					0,08
OTROS INDIRECTOS %					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0,49</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>0,49</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
ELABORADO POR:

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 16 de 17

**RUBRO:**  
Señales preventivas.

UNIDAD: u

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.	1,00				0,27
Camión mediano		20,00	20,00	0,500	10,00
Soldadora electrica 200a	1,00	1,88	1,88	0,500	0,94
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>11,21</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	1,00	3,01	3,01	0,500	1,51
Albañil	1,00	3,05	3,05	0,500	1,53
Chofer profesional licencia tipo C (Estr.Oc.D2)	1,00	4,36	4,36	0,500	2,18
Inspector de obra	0,10	3,38	0,34	0,500	0,17
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>5,39</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Señal vertical preventiva (750mm x 750mm)	u	1,00	125,00	125,00	
Hormigón para empotramiento	m3	0,07	120,00	8,40	
<b>SUB TOTAL O:</b>					<b>133,40</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL P:</b>					
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>150,00</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 0,20					30,00
OTROS INDIRECTOS %					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>180,00</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>180,00</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
ELABORADO POR:

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 17 de 17

**RUBRO:**  
Señales regulatorias.

UNIDAD: u

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.					0,27
Camión mediano	1,00	20,00	20,00	0,500	10,00
Soldadora electrica 200a	1,00	1,88	1,88	0,500	0,94
<b>SUB TOTAL M:</b>					<b>11,21</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	1,00	3,01	3,01	0,500	1,51
Albañil	1,00	3,05	3,05	0,500	1,53
Chofer profesional licencia tipo C (Estr.Oc.D2)	1,00	4,36	4,36	0,500	2,18
Inspector de obra	0,10	3,38	0,34	0,500	0,17
<b>SUB TOTAL N:</b>					<b>5,39</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Señal vertical preventiva (750mm x 750mm)	u	1,00	100,00	100,00	
Hormigón para empotramiento	m3	0,07	120,00	8,40	
<b>SUB TOTAL O:</b>					<b>108,40</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
<b>SUB TOTAL P:</b>					
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>125,00</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES % 0,20					25,00
OTROS INDIRECTOS %					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>150,00</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>150,00</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Enero 2015.

Egda. Geovana N Salazar C  
ELABORADO POR:

## ANEXO 8

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

Proyecto:

**ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO CANTÓN AMBATO.**

### CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS

	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO EN (semanas, meses)											
					30				60				90			
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Desbroce, desbosque y limpieza	6,02	1,37	8,24	100%											
				8,24												
2	Replanteo y Nivelación	3,01	746,54	2.246,28	100%											
				2246,28												
3	Excavación sin clasificar	20.300,67	5,04	102.315,38	100%											
				102315,38												
4	Excavación para cunetas y encauzamiento	722,14	4,27	3.083,54	100%											
				3083,54												
5	Limpieza de derrumbes.	2.030,07	1,73	3.512,02	50%											
				1756,01					1756,01							
6	Tubería de acero corrugado D= 0.80, e=2.00mm, MP-100.	60,00	205,36	12.321,60	100%											
				12321,60												
7	Tubería de acero corrugado D= 2.40, e=3.00mm, MP-100.	12,00	541,36	6.496,32	50%				50%							
									3248,16							
									3248,16							
8	Hormigón simple f'c= 180 kg/cm2 para cunetas.	758,14	134,57	102.022,90	50%				50%							
									51011,45							
									51011,45							
9	Hormigón simple f'c= 210 kg/cm2 para cabezales de entrada y salida.	147,96	161,02	23.824,52	100%											
					23824,52											
10	Material Sub-base clase 3, incluido transporte.	3.971,76	13,49	53.579,04	100%											
					53579,04											
11	Material Base clase 4, incluido transporte.	1.985,89	17,09	33.938,77	100%											
					33938,77											
12	Transporte material de desalojo, limpieza y sobre acarreo de materiales produ	4.060,13	2,88	11.693,19	100%											
					11693,19											
13	Suministro y colocación de asfalto RC-250 para imprimación.	7.802,43	0,72	5.617,75	100%											
					5617,75											
14	Capa de rodadura asfáltica e= 2 pulg incluido barrido con escoba mecánica y tr	1.151,81	10,24	11.794,53	100%											
				11794,53												
15	Pintura Blanca o Amarilla tipo tráfico para señalización.	9.026,76	0,49	4.423,11	100%											
									4423,11							
16	Señales preventivas.	31,00	180,00	5.580,00	100%											
					5580,00											
17	Señales regulatorias.	7,00	150,00	1.050,00	100%											
					1050,00											
				<b>COSTO TOTAL</b>	<b>383.507,19</b>											
				INVERSION MENSUAL	133.525,58				60.438,73				189.542,88			
				AVANCE PARCIAL EN %	34,82%				15,76%				49,42%			
				INVERSION ACUMULADA	133.525,58				193.964,31				383.507,19			
				AVANCE ACUMULADO EN %	34,82%				50,58%				100,00%			

Egda. Geovana N Salazar C  
ELABORADO POR:

## ANEXO 9

### Archivo fotográfico

Estado actual del proyecto.



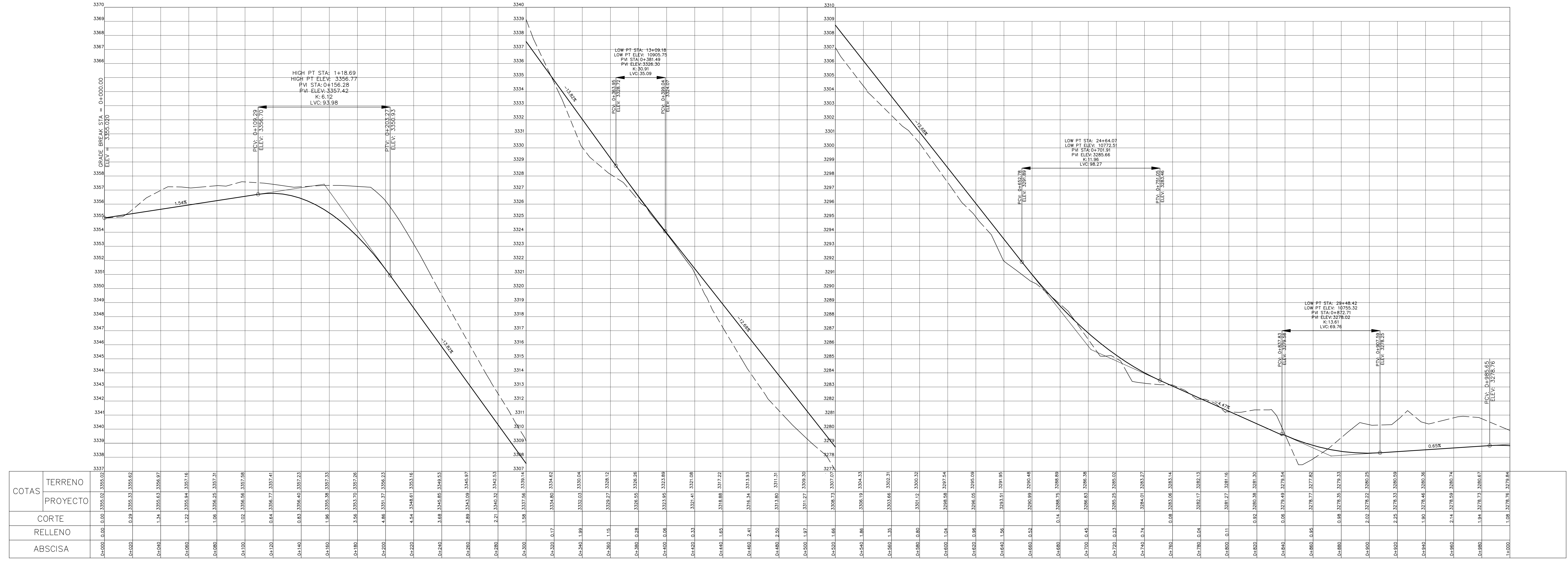
## **ANEXO 10**

Planos

# DISEÑO HORIZONTAL



# DISEÑO VERTICAL



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**TESIS DE GRADO**

CONTIENE: ESTADO ACTUAL DE LA VÍA  
 DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL TRAMO I ABSCISA 0+000.00 HASTA 1+000.00

PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA  
 - LIRIO - LANGUIN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO,  
 CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA PARA  
 SATISFACER LAS NECESIDADES DEL USUARIO

FECHA: 06/01/2015  
 ESCALA: H= 1:1000  
 V= 1:100

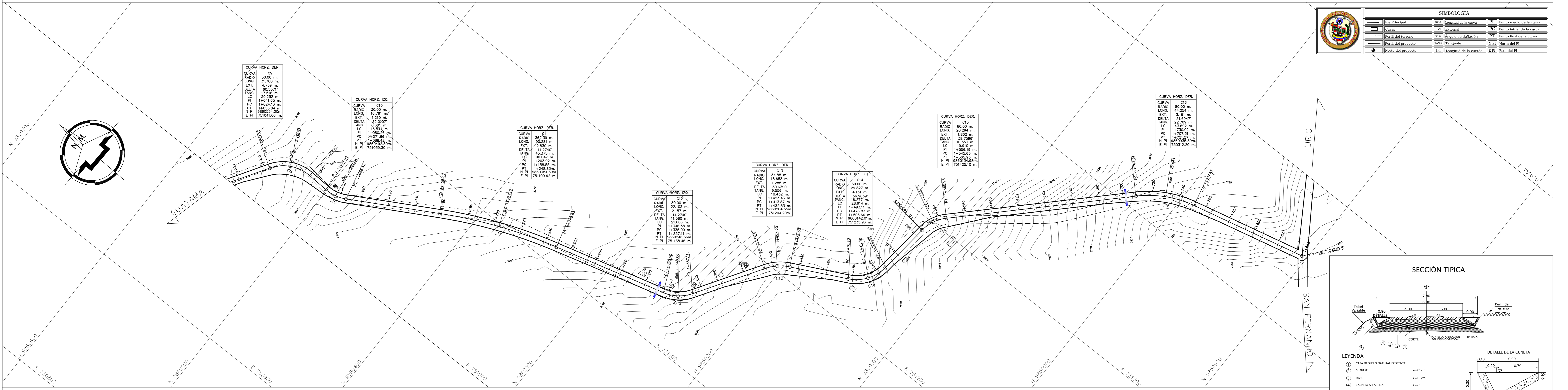
DISEÑO: J. MORALES  
 REVISÓ: J. MORALES

EGDA: GIOVANA NATALY SALAZAR CORDOVA  
 ING. MSC. VINCENZO ALMEIDA

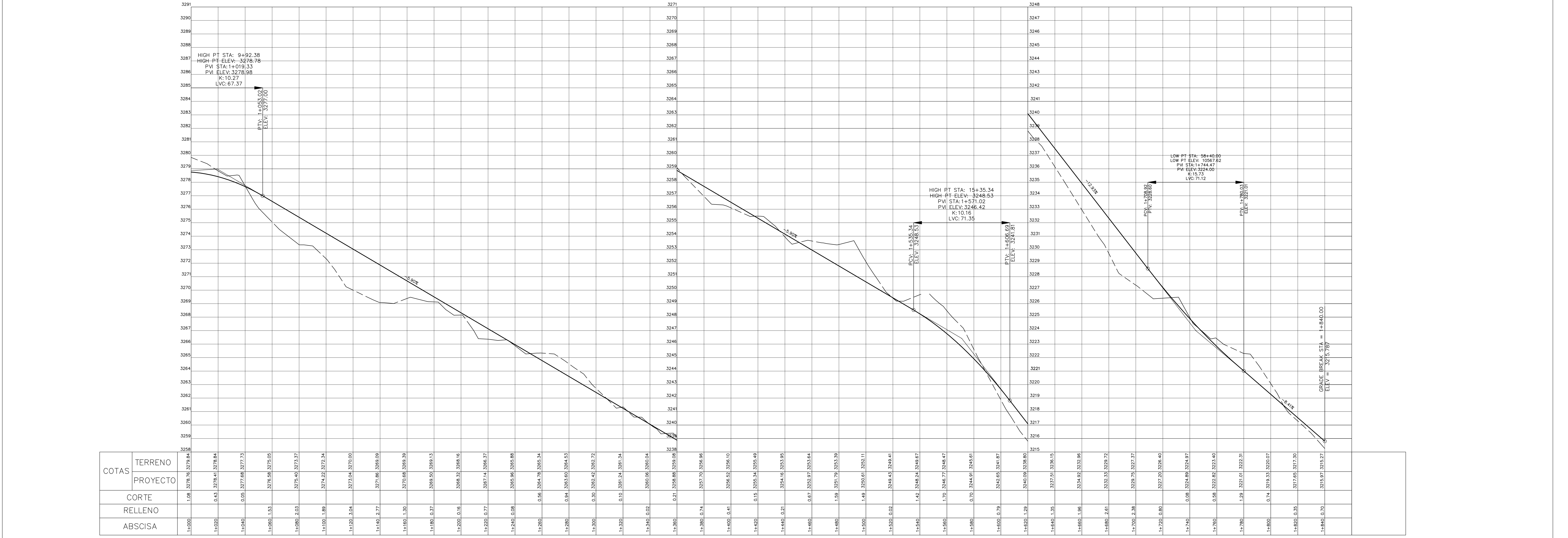
1 - 4



# DISEÑO HORIZONTAL



# DISEÑO VERTICAL



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 TESIS DE GRADO

CONTIENE: ESTADO ACTUAL DE LA VÍA, DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL TRAMO I ABSCISA 1+000.00 HASTA 1+840.00

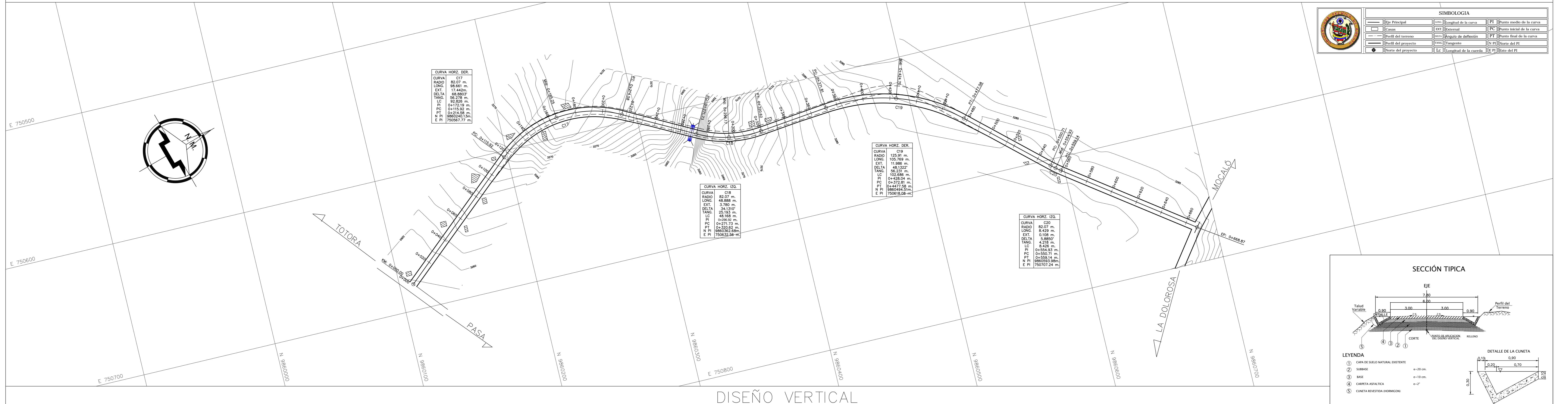
PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA  
 - LIRIO - LANGUÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO,  
 CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA PARA  
 SATISFACER LAS NECESIDADES DEL USUARIO

FECHA: 06/01/2015  
 ESCALA: H= 1:1000  
 V= 1:100

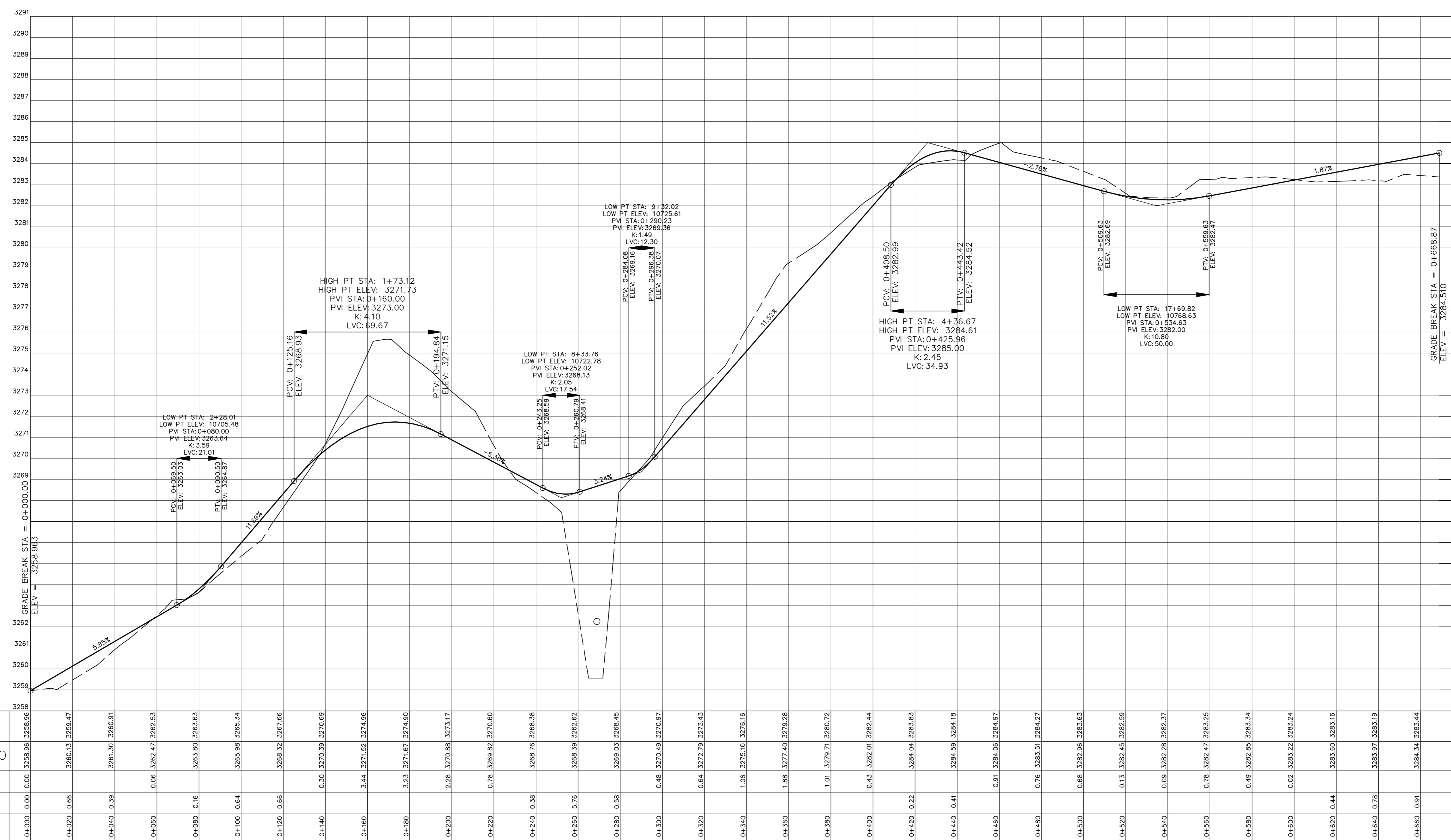
DISEÑO: EUGENIA NATALY SALAZAR CORDOVA  
 REVISÓ: ING. MSC. VINCENZO ALMEIDA

PÁGINA: 2 - 4

# DISEÑO HORIZONTAL



# DISEÑO VERTICAL



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**TESIS DE GRADO**

CONTIENE: ESTADO ACTUAL DE LA VÍA.  
 DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL TRAMO II ABSCISA 0+000.00 HASTA 0+668.87

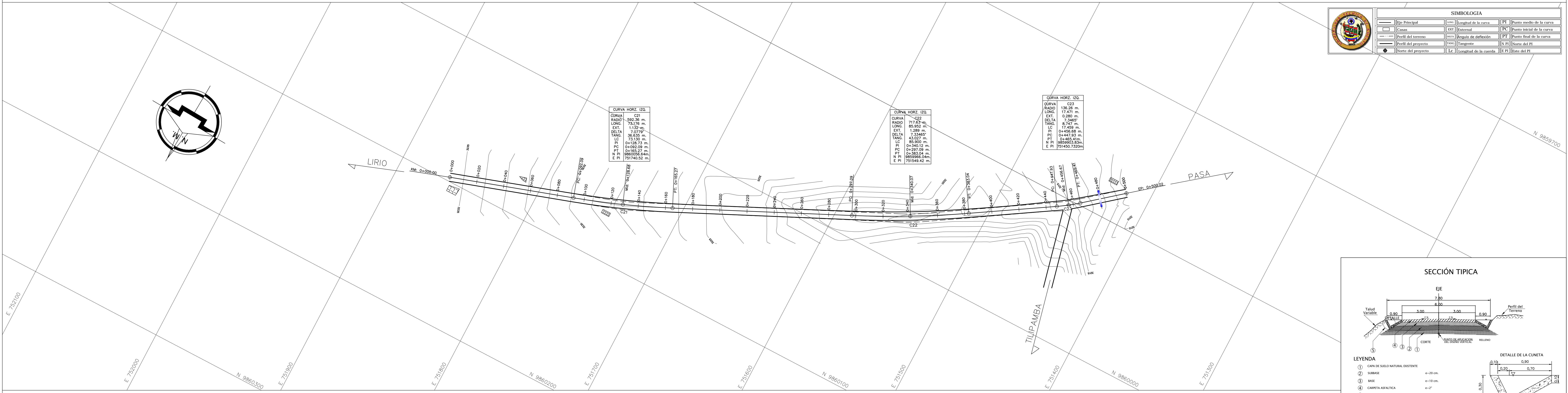
PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA  
 - LIRIO - LANGUIN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO,  
 CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA PARA  
 SATISFACER LAS NECESIDADES DEL LUGAR

FECHA: 06/01/2015  
 ESCALA: H= 1:1000  
 V= 1:100

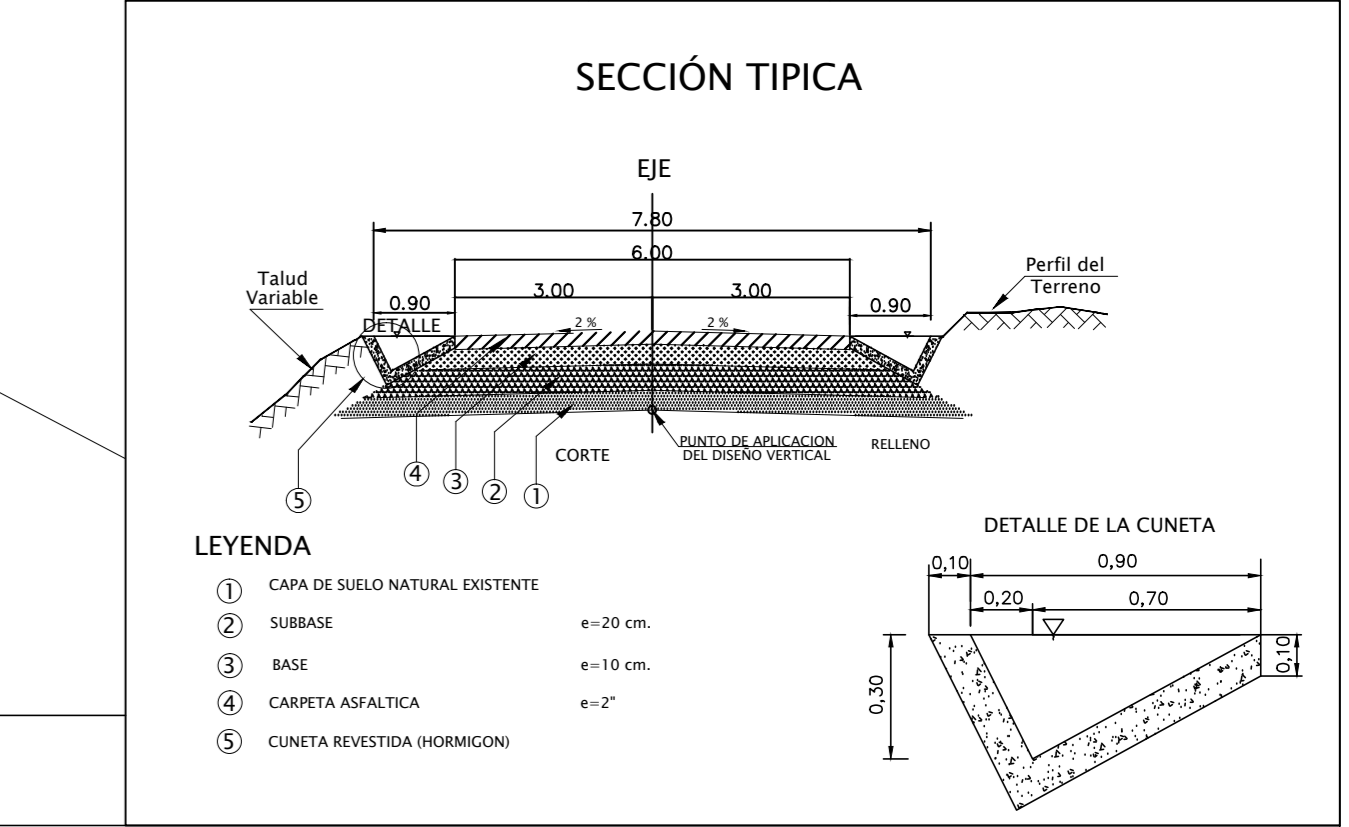
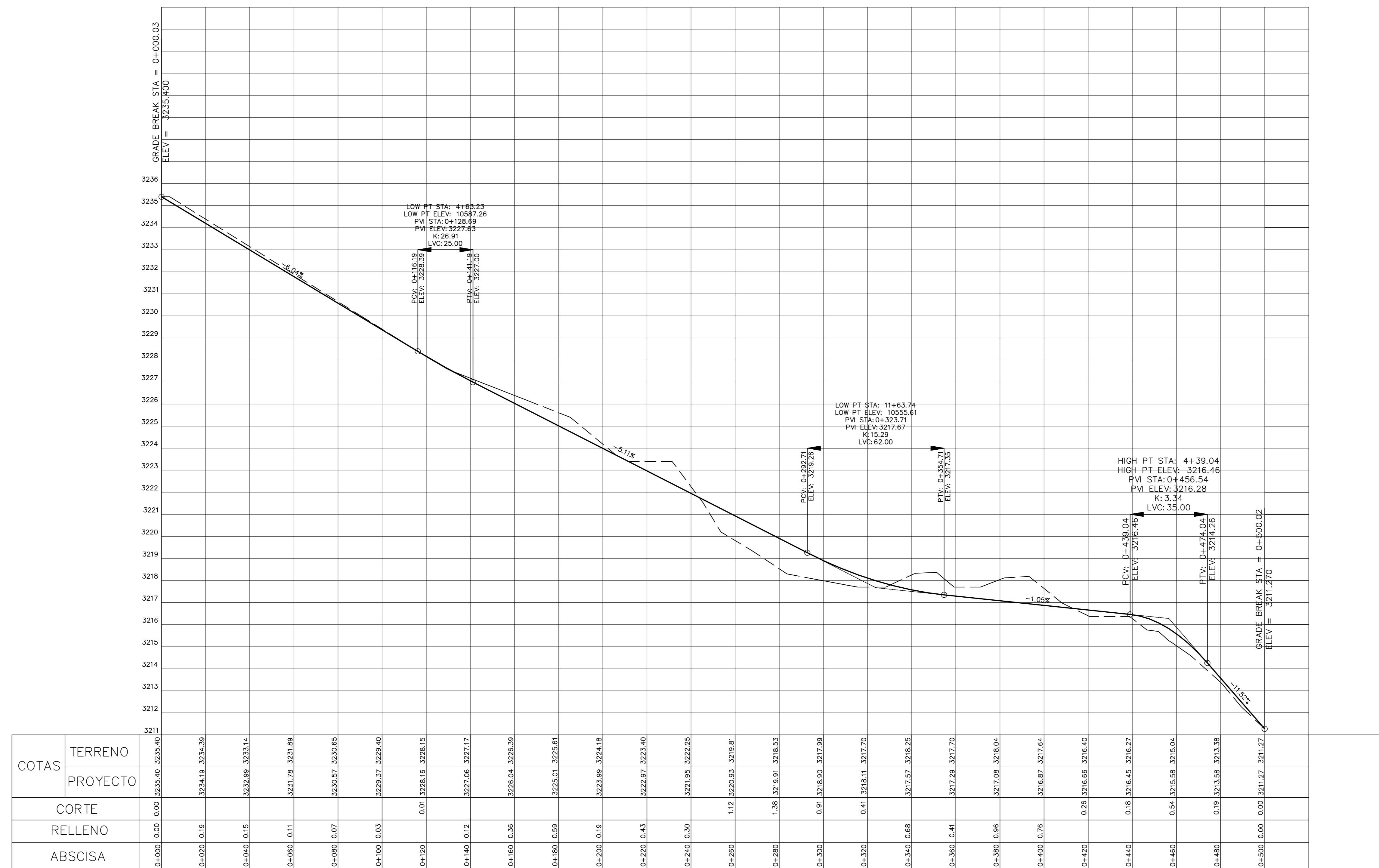
DISEÑO: REVISÓ: LÍNEA:\*

EGDA: GIOVANA NATALY SALAZAR CORDOVA      ING. MSC. VINICIO ALMEIDA      **3 - 4**

# DISEÑO HORIZONTAL



# DISEÑO VERTICAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
TESIS DE GRADO

CONTIENE: ESTADO ACTUAL DE LA VÍA, DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL TRAMO III ABSCISA 0+000.00 HASTA 0+500.00

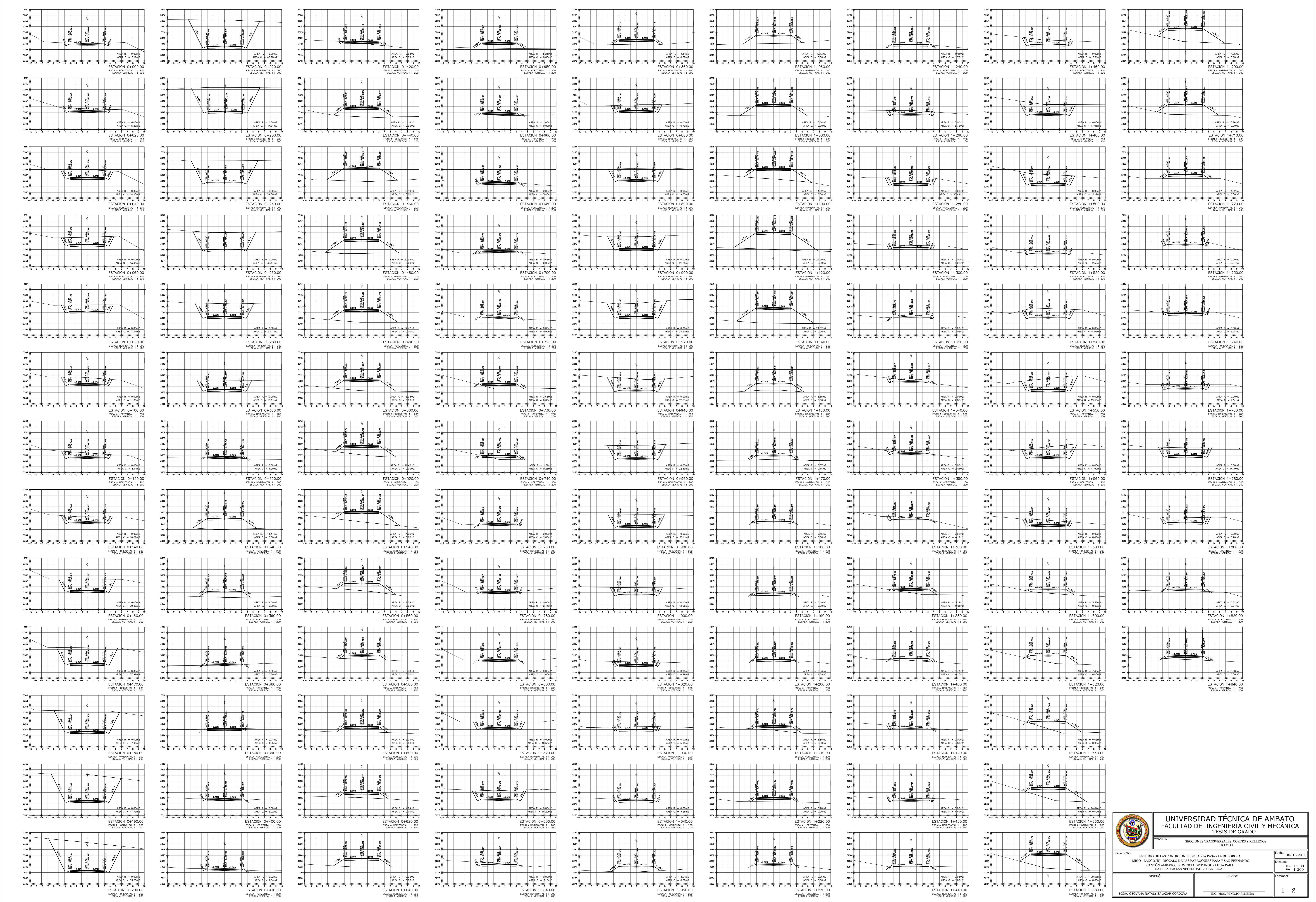
PROYECTO: INSTITUTO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLOROSA  
- LIRIO - LANGUIN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO,  
CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA PARA  
SATISFACER LAS NECESIDADES DEL LUGAR

FECHA: 06/01/2015  
ESCALA: H= 1:1000  
V= 1:100

DISEÑO: REVISÓ: LÍNEA: M

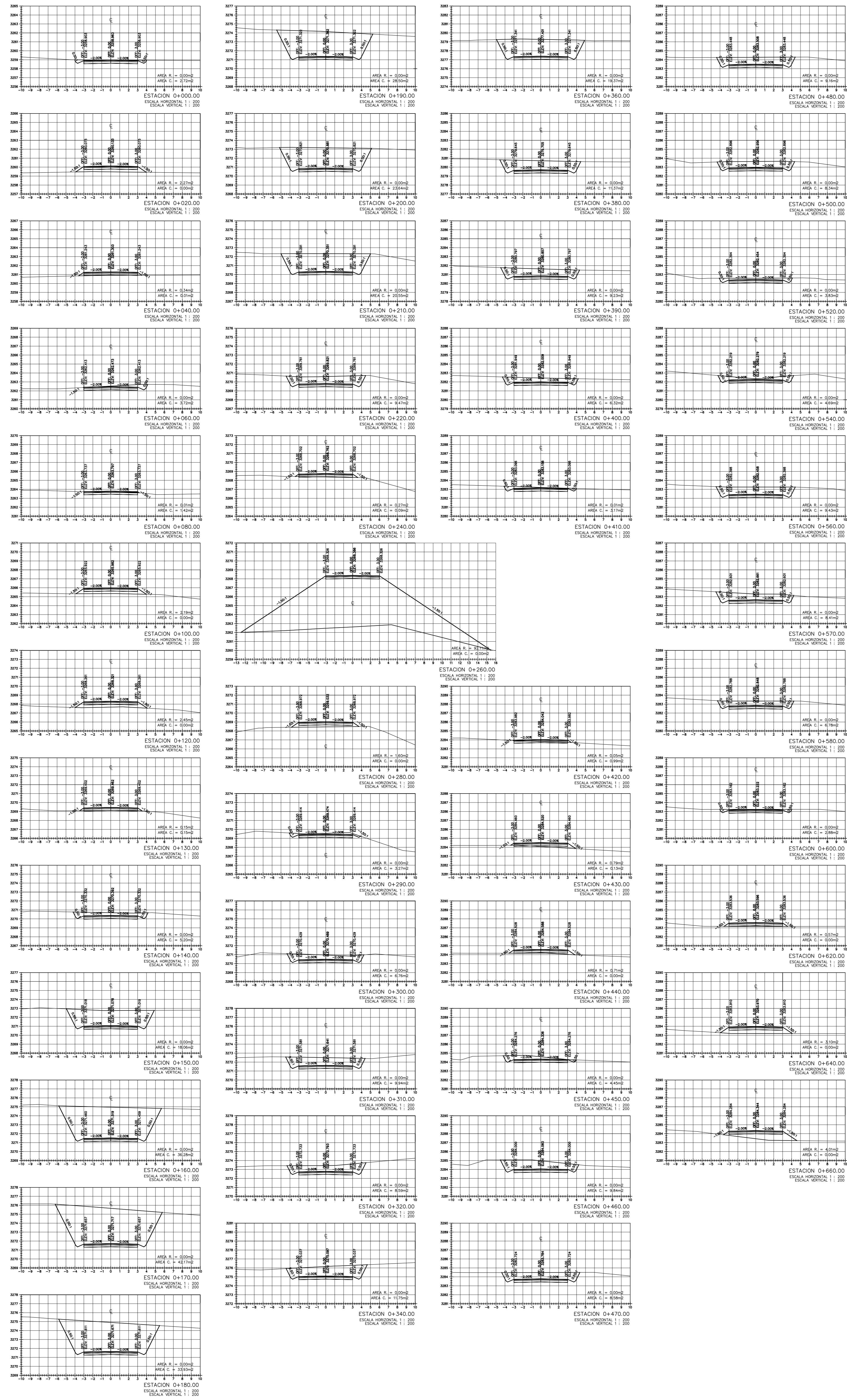
EGDA: GIOVANA NATALY SALAZAR CORDOVA  
ING. MSC. VINCENZO ALMEIDA

4 - 4

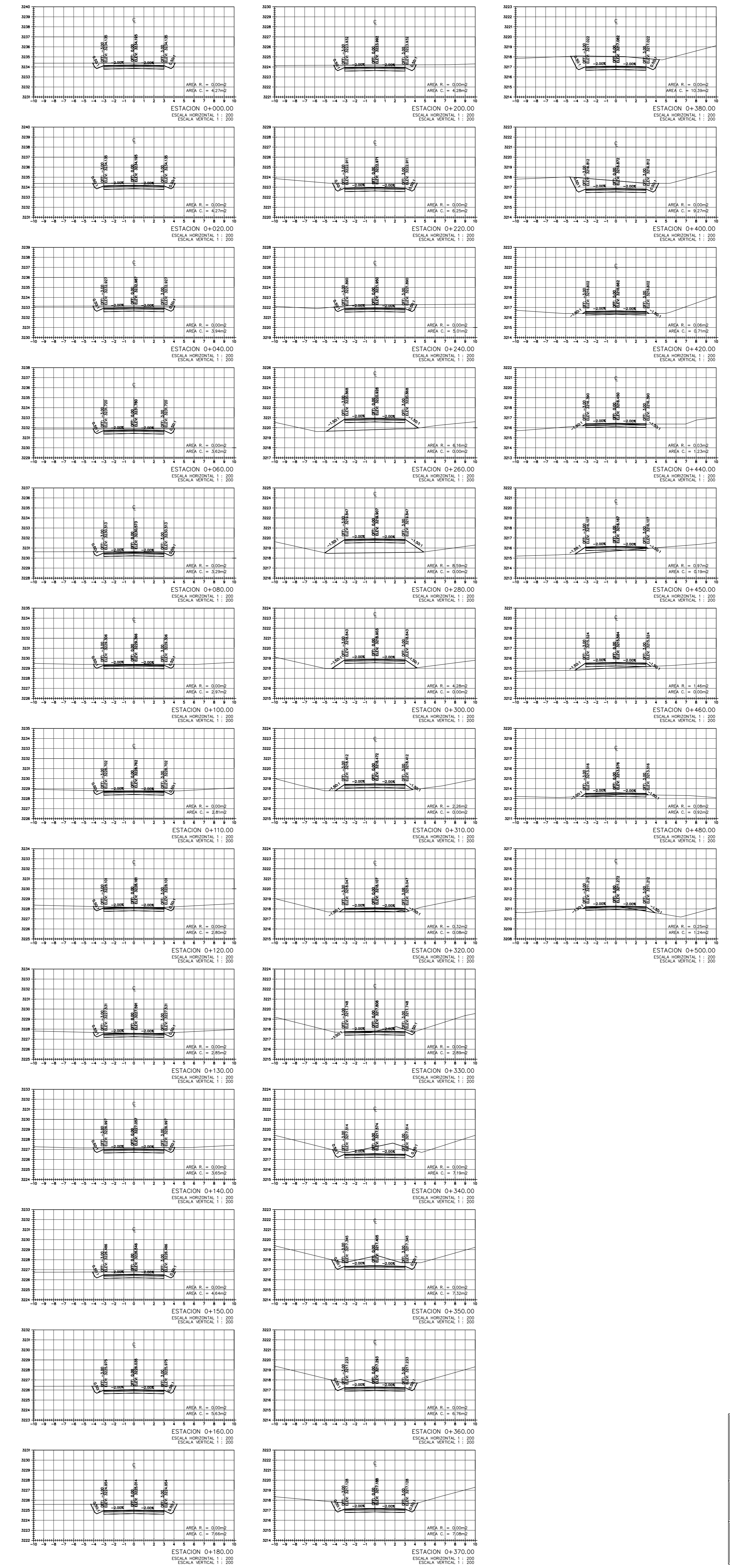


 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA TESIS DE GRADO		CONTIENE:	
		SECCIONES TRANSVERSALES, CORTES Y RELIEVOS TRAMO I	
PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PISA - LA DOLOROSA - LIRIO - LANGUÍN - MOCALO DE LAS PARROQUIAS PISA Y SAN FERNANDO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA PARA SATECAR LAS MICHESIMAS EN EL LUGAR		Fecha:	06/01/2015
DISEÑO		REVISÓ	Laminar
ING. GIOVANA NATALY SAZARÁN CORDERO		ING. MSc. VINICIO ALMEIDA	
			1 - 2

TRAMO II



TRAMO III



	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA TESIS DE GRADO	
	CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES, CORTES Y RELIEVOS TRAMO II - TRAMO III	
PROYECTO: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA - LA DOLORESA - LIRIO - LANGUÍN - MOCALO DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO, CANTÓN ASHATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA PARA ENTREGAR LAS INGENIERÍAS EN LA OBRAS	FECHA: 06/01/2015 ESCALA: H= 1:500 V= 1:500	DISEÑO: J. LAMAY REVISÓ: M. VINCICIO ALMEIDA
EGSA. GIOVANA NATALY SALAZAR CORDERO	ING. MSC. VINCICIO ALMEIDA	2 - 2