

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

### CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE, PREVIO LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL.

#### **TEMA:**

---

**LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA QUE UNE A  
LAS COMUNIDADES DE LLIMPE CHICO, LLIMPE  
GRANDE Y PUEBLO VIEJO DEL CANTÓN QUERO,  
PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INFLUENCIA EN LA  
CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES.**

---

**AUTOR:** Ocaña Ramos María Monserrath

**TUTOR:** Ing. Mg. Vinicio Almeida

Ambato - Ecuador

2015

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de graduación, certifico que la presente tesis realizada por la Srta. María Monserrath Ocaña Ramos, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, se desarrolló bajo mi tutoría, es un trabajo personal e inédito, bajo el tema: **“LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA QUE UNE A LAS COMUNIDADES DE LLIMPE CHICO, LLIMPE GRANDE Y PUEBLO VIEJO DEL CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES”**.

En el presente trabajo de graduación bajo mi tutoría fueron concluidos de manera correcta los 6 capítulos que conforman la tesis dentro del tiempo establecido según la normativa que rige en la Universidad Técnica de Ambato.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, y puede continuar con el trámite pertinente.

En la ciudad de Ambato, a los 03 días del mes de Agosto del 2015.

-----  
Ing. Mg. Vinicio Almeida

Tutor

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE TESIS**

Yo, María Monserrath Ocaña Ramos, declaro que los contenidos y los resultados en el presente proyecto de tesis, como requerimiento previo para la obtención del título de Ingeniera Civil, son absolutamente originales, auténticos y personales a excepción de las citas, cuadros y gráficos de origen bibliográfico.

-----  
Egda. María Monserrath Ocaña Ramos

Autor

## DEDICATORIA

*“Lo que somos, es el regalo de Dios para nosotros.*

*En lo que nos convertimos, es el regalo de nosotros para Dios”. Eleanor Powell*

*La presente Tesis se la dedico a quienes han sido mis ángeles, mis guías,*

*una palabra de aliento entre tristezas,*

*un cálido abrazo en la soledad,*

*mi siempre, siempre fortaleza y guía.*

*No sé qué hubiese sido de mi sin ustedes*

*Tres vidas no me alcanzaría para agradecerles su amor, paciencia y cuidados*

*Solamente a ustedes mis madres, mis adoradas mamis,*

*Blanca Pérez, mi mamita Blanquita, el pilar de mi hogar*

*Inés Ramos de Viillacis, mi mamita hermosa, gracias siempre por su amor*

*y Fabiola Ramos, gracias x sus cuidados en los momentos más difíciles.*

*Les dedico éste y todos los logros de mi vida.*

## **AGRADECIMIENTO**

A mis mamis, Blanca Pérez, Fabiola Ramos e Inés Ramos, por su esfuerzo día a día y el apoyo continuo que me han dado, por enseñarme a ser una mujer de bien y por incentivar me a alcanzar todas mis metas, con todo mi corazón... gracias.

A mi facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por ser el lugar donde me impartieron conocimientos de vida y de profesión, donde compartí conocimientos con amigos, compañeros y profesores.

A todos quienes fueron mis profesores en el transcurso de esta hermosa carrera, les agradezco por su paciencia, esmero en la enseñanza, por siempre brindar una sonrisa y por iluminarme el camino de la Ingeniería Civil con sus conocimientos, les agradezco por guiarme para poder seguir aprendiendo aún más en mi vida profesional.

Agradezco a mi tutor el Ing. Vinicio Almeida, por su paciencia principalmente y por haber contribuido con sus conocimientos y experiencia en la elaboración del presente proyecto.

Agradezco al Ing. Mario Pozo por su ayuda brindada con equipos y demás para la realización de la tesis y a quienes fueron mis amigos de trabajo en el Consorcio Tungurahua por sus palabras de apoyo.

Quiero agradecer a mi tío Rogelio Villacís por su cariño y apoyo incondicional en todo momento, gracias tío.

A mis compañeros, amigos y demás personas que forman parte de mi vida que siempre tuvieron una sonrisa y una palabra de apoyo y de fortaleza para conmigo.

## ÍNDICE GENERAL DEL CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I</b>	1
<b>EL PROBLEMA</b> .....	1
1.1 TEMA: .....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis crítico .....	2
1.2.3 Prognosis .....	3
1.2.4 Formulación del problema .....	3
1.2.5 Preguntas directrices .....	3
1.2.6 Delimitación del problema.....	4
1.2.6.1 Delimitación de Contenido .....	4
1.2.6.2 Delimitación Espacial .....	4
1.2.6.3 Delimitación Temporal .....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.4 OBJETIVOS .....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos .....	5
<b>CAPÍTULO II</b>	6
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	6
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	6
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	7
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	7
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	8
2.4.1 Supra - Ordinación de Variables.....	8
2.4.2 Definiciones .....	8
2.4.2.1 Sistema de Comunicación.....	8
2.4.2.2 Vías de comunicación .....	9

2.4.2.3 Carreteras .....	9
2.4.2.4 Clasificación de las carreteras .....	10
2.4.2.5 Topografía.....	15
2.4.2.6 Diseño Geométrico.....	18
2.4.2.7 Alineamiento horizontal.....	18
2.4.2.7 Alineamiento Vertical .....	37
2.4.2.8 Sección Transversal .....	41
2.4.2.9 El tráfico.....	44
2.4.2.10 Suelos .....	47
2.4.2.11 Pavimento.....	50
2.4.2.12 Tipos de Pavimento.....	52
2.4.2.14 Funciones de las capas de Pavimento Flexible .....	52
2.5. HIPÓTESIS.....	60
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	60
2.6.1 Variable Independiente .....	60
2.6.2 Variable Dependiente.....	60
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>61</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>61</b>
3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	61
3.1.1 Investigación de Campo.....	61
3.1.2 Investigación Bibliográfica .....	61
3.1.3 Investigación Experimental.....	61
3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	61
3.2.1 Nivel Exploratorio.....	61
3.2.2 Nivel Descriptivo .....	62
3.2.3 Asociación de Variables.....	62
3.2.4 Nivel Explicativo .....	62
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	62
3.3.1 Población.....	62
3.3.2 Muestra.....	63
3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	63

3.4.1 Variable Independiente .....	63
3.4.2 Variable Dependiente.....	64
3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	65
3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	65
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>67</b>
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>67</b>
4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	67
4.1.1 Análisis de resultados de las encuestas .....	67
4.1.2 Análisis de resultados del estudio Topográfico .....	76
4.1.3 Análisis de resultados del estudio de tráfico.....	77
4.1.4 Análisis de resultados de los estudios de suelos. ....	84
4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS .....	88
4.2.1 Interpretación de datos de las encuestas.....	88
4.2.2 Interpretación de datos del estudio topográfico .....	90
4.2.3 Interpretación de datos del estudio de tráfico .....	91
4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	91
4.3.1 Modelo Lógico .....	92
4.3.2 Modelo Matemático .....	92
4.3.3 Modelo Estadístico.....	92
4.3.3.1 Selección del nivel de significación.....	92
4.3.3.2 Descripción de la población .....	92
4.3.3.3 Especificación del estadístico .....	92
4.3.7 Especificación de las regiones de aceptación o rechazo .....	94
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>96</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>96</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	96
5.2 RECOMENDACIONES .....	99
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	<b>100</b>
<b>PROPUESTA</b> .....	<b>100</b>

6.1 DATOS INFORMATIVOS .....	100
6.1.1 Ubicación .....	100
6.1.2 Topografía .....	102
6.1.3 Clima .....	102
6.1.4 Energía Eléctrica .....	102
6.1.5 Líneas Telefónicas .....	102
6.1.6 Transporte .....	103
6.1.7 Salud pública .....	103
6.1.8 Vías de Comunicación .....	103
6.1.9 Recolección de basura .....	104
6.1.10 Medios de Comunicación .....	104
6.1.11 Educación .....	104
6.1.12 Servicio de agua potable .....	104
6.1.13 Sistema de alcantarillado sanitario .....	105
6.1.14 Aspectos generales de la población .....	105
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA .....	106
6.3 JUSTIFICACIÓN .....	107
6.4 OBJETIVOS .....	108
6.4.1 Objetivo General .....	108
6.4.2 Objetivos específicos .....	108
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	109
6.6 FUNDAMENTACIÓN .....	109
6.6.1 Período de diseño .....	109
6.6.2 Incremento poblacional .....	109
6.6.2.1 Estudios demográficos .....	109
6.6.2.2 Índice de crecimiento (r) .....	110
6.6.3 Población de diseño .....	110
6.6.3.1 Población actual .....	110
6.6.3.2 Resumen total de población actual .....	111
6.6.3.3 Población futura (Pf) .....	111
6.6.3.4 Densidad poblacional .....	111
6.6.4 Área de proyecto .....	112

6.7 METODOLOGÍA .....	112
6.7.2 Diseño geométrico .....	113
6.7.2.1 Diseño Horizontal .....	115
6.7.2.2 Diseño Vertical.....	119
6.7.3 Diseño de la Estructura de Pavimento .....	121
6.7.4 Sistema de Drenaje.....	145
6.7.4.1 Diseño de Cunetas.....	145
6.7.4.2 Diseño de alcantarillado.....	152
6.7.5 Señalización .....	154
6.7.5.1 Señalización horizontal .....	154
6.7.5.2 Señalización Vertical .....	157
6.7.6 Cálculo de volúmenes de Obra .....	161
6.7.7 Presupuesto Referencial .....	164
6.7.8. Cronograma valorado de Trabajos .....	165

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Clasificación de Carreteras según el tipo de terreno .....	12
Tabla N° 2. Clasificación de Carreteras según su función Jerárquica .....	13
Tabla N° 3. Clasificación de Carreteras según el tráfico proyectado.....	15
Tabla N° 4. Velocidad de diseño según tipo de carretera y tipo de terreno.....	20
Tabla N° 5. Velocidad de Diseño.....	21
Tabla N° 6. Relación Velocidad de Circulación - Velocidad de Diseño .....	23
Tabla N° 7. Radios mínimos en función del peralte y el coeficiente lateral (f).....	29
Tabla N° 8. Distancias de Visibilidad mínimas de parada de un vehículo .....	33
Tabla N° 9. Valores de diseño de las distancias mínimas de rebasamiento.....	37
Tabla N° 10. Valores de diseño de gradientes longitudinales máximas (%) .....	38
Tabla N° 11. Longitudes máximas para gradientes de diseño .....	38
Tabla N° 12. Coeficiente K de longitud mínima de curvas verticales-convexas.....	40
Tabla N° 13. Coeficiente K de longitud mínima de curvas verticales-cóncava.....	41
Tabla N° 14. Periodo de análisis de diseño.....	45
Tabla N° 15. Clasificación cualitativa del C.B.R. del suelo. ....	48
Tabla N° 16. Límites de granulometría para Sub-bases.....	53
Tabla N° 17. Límites de granulometría para Bases .....	54
Tabla N° 18. Características de las Sub-bases y Bases .....	55
Tabla N° 19. Tabla de características de la variable independiente.....	64
Tabla N° 20. Tabla de características de la variable dependiente.....	65
Tabla N° 21. Condiciones de la vía.....	67
Tabla N° 22. Calidad de Vida actual.....	68
Tabla N° 23. Frecuencia de uso de la vía.....	69
Tabla N° 24. Facilidad de Transporte de carga.....	70
Tabla N° 25. Mejoramiento Vial.....	71
Tabla N° 26. Existencia de vías alternas .....	72
Tabla N° 27. Días de mayor afluencia de tráfico .....	73
Tabla N° 28. Tiempo de retorno a la comunidad.....	74
Tabla N° 29. Medio de transporte utilizado .....	75
Tabla N° 30. Desarrollo socio-económico .....	76
Tabla N° 31. Volumen de tráfico vehicular durante la hora pico. ....	77

Tabla N° 32. Tráfico Promedio diario anual.....	81
Tabla N° 33. Tráfico atraído ( $T_{at}$ ) .....	81
Tabla N° 34. Tránsito Actual ( $T_{ac}$ ) y sus componentes .....	82
Tabla N° 35. Composición de tráfico actual y proyectado .....	83
Tabla N° 36. Cálculo de la composición del tráfico actual y proyectado .....	84
Tabla N° 37. Ensayos de Límites de Atterberg.....	85
Tabla N° 38. Ensayos de Compactación.....	86
Tabla N° 39. Valor de resistencia de diseño .....	86
Tabla N° 40. Valor de resistencia de diseño .....	86
Tabla N° 41. Distribución del C.B.R .....	87
Tabla N° 42. Clasificación del suelo según su C.B.R.....	87
Tabla N° 43. Tabla de frecuencias obtenidas.....	93
Tabla N° 44. Tabla de frecuencias esperadas.....	93
Tabla N° 45. Tabla de contingencia.....	93
Tabla N° 46. Tabla de distribución de Chi Cuadrado .....	94
Tabla N° 47. Límites inter-cantoniales del proyecto. ....	100
Tabla N° 48. Tasa de crecimiento Inter-censal 2010, 2001, 1990 .....	106
Tabla N° 49. Periodos de diseño en función del tipo de carretera .....	122
Tabla N° 50. Niveles de Confiabilidad .....	123
Tabla N° 51. Factor de desviación normal.....	123
Tabla N° 52. Índice de servicio final $PSI_f$ .....	125
Tabla N° 53. Factores de daño según el tipo de vehículos .....	128
Tabla N° 54. Factor de distribución direccional (DD).....	128
Tabla N° 55. Factor de distribución por carril (DC) .....	129
Tabla N° 56. Ejes Equivalentes a 8,2 ton.....	130
Tabla N° 57. Espesores mínimos en función de Ejes Equivalentes.....	132
Tabla N° 58. Módulos de la carpeta asfáltica ( $a_1$ ).....	133
Tabla N° 59. Coeficiente estructural de la capa Base ( $a_2$ ) .....	134
Tabla N° 60. Coeficiente estructural de la capa Base ( $a_3$ ) .....	136
Tabla N° 61. Calidad de drenaje .....	136
Tabla N° 62. Coeficiente de drenaje ( $m_2$ y $m_1$ ).....	136
Tabla N° 63. Características de los agregados, Base y Sub-Base.....	143

Tabla N°64. Límites granulométricos para Base .....	143
Tabla N°65. Límites granulométricos para Sub-Base.....	143
Tabla N°66. Granulometrías de los agregados para mezcla asfáltica .....	144
Tabla N°67. Características de los agregados a utilizarse .....	144
Tabla N°68. Criterios de diseño de mezclas Marshall .....	145
Tabla N°69. Coeficientes de rugosidad de Manning (canales abiertos) .....	147
Tabla N°70. Valores de Velocidades y Caudales con distintas pendientes .....	148
Tabla N°71. Valores de Escurrimiento (C).....	149
Tabla N°72. Valores (C), para la fórmula de Talbot.....	153
Tabla N°73. Niveles mínimos de retro-reflexión para pinturas de pavimento .....	156
Tabla N°74. Relación Señalización - Línea de separación de circulación opuesta segmentada.....	157
Tabla N°75. Presupuesto Referencial .....	164

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Proyección U.T.M.....	16
Gráfico N° 2. Características de una zona U.T.M.....	17
Gráfico N° 3. Transición del peralte .....	24
Gráfico N° 4. Transición del peralte .....	25
Gráfico N° 5. Elementos de una curva horizontal circular simple.....	26
Gráfico N° 6: Curva de Transición .....	30
Gráfico N° 7: Curva de Transición .....	30
Gráfico N°8. Distancia de visibilidad de parada.....	33
Gráfico N°9. Esquema de rebasamiento y sus fases .....	35
Gráfico N° 10. Curva Vertical Convexa .....	39
Gráfico N° 11. Curva Vertical Cóncava .....	40
Gráfico N°12. Sección transversal de una vía de dos carriles .....	42
Gráfico N°13. Relaciones entre volúmenes horarios y el TPDA.....	46
Gráfico N° 14: Estructura de pavimento flexible.....	52
Gráfico N° 15. Sistema de Drenaje Vial .....	55
Gráfico N° 16. Tipología de Cunetas .....	57
Gráfico N° 17. Cuneta.....	59
Gráfico N° 18. La alcantarilla y sus elementos.....	60
Gráfico N° 19. Condiciones de la vía .....	68
Gráfico N° 20. Calidad de Vida .....	69
Gráfico N° 21. Frecuencia de uso de la vía.....	70
Gráfico N° 22. Facilidad de Transporte de carga.....	70
Gráfico N° 23. Mejoramiento Vial .....	71
Gráfico N° 24. Existencia de vías alternas.....	72
Gráfico N° 25. Días de mayor afluencia de tráfico .....	73
Gráfico N° 26. Tiempo de retorno a la comunidad.....	74
Gráfico N° 27. Medio de transporte utilizado .....	75
Gráfico N° 28. Desarrollo socio-económico.....	76
Gráfico N° 29. Distribución de Tráfico Vehicular.....	79
Gráfico N° 30. Volumen del tránsito en hora pico. ....	80
Gráfico N° 31. El tráfico Actual y su composición. ....	82

Gráfico N° 32. El tráfico proyectado y su composición. ....	83
Gráfico N°33. Mapa Referencial de vía en estudio.....	101
Gráfico N°34. Tasa de crecimiento poblacional del cantón Quero.....	106
Gráfico N° 35. Población y tasa de crecimiento .....	110
Gráfico N°36. Espesores de las Capas de Pavimento .....	131
Gráfico N°37. Nomograma para estimar el coeficiente estructural ( $a_1$ ) .....	132
Gráfico N°38. Nomograma para estimar el coeficiente estructural ( $a_2$ ) .....	134
Gráfico N°39. Nomograma para estimar el coeficiente estructural ( $a_3$ ) .....	135
Gráfico N°40. Cálculo del SN requerido. ....	137
Gráfico N°41. Diseño de la Estructura de Pavimento Flexible (AASHTO 93).....	139
Gráfico N°42. Espesores de diseño de la estructura de Pavimento.....	142
Gráfico N°43. Sección Transversal de Cuneta.....	146
Gráfico N°44. Angulo de Observación y de iluminación vehicular. ....	156
Gráfico N°45. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta .....	157
Gráfico N°46. Señales Reglamentarias .....	158
Gráfico N°47. Señales Preventivas .....	159
Gráfico N°48. Señales Información .....	160
Gráfico N°49. Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales.....	160

## **RESUMEN EJECUTIVO**

**TEMA:** LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES DE LLIMPE CHICO, LLIMPE GRANDE Y PUEBLO VIEJO DEL CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES.

**AUTOR:** Egda. María Monserrath Ocaña Ramos

**FECHA:** Agosto 2015

El presente proyecto de tesis tiene como propósito mejorar la calidad de vida de los habitantes de las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo, pertenecientes al cantón Quero, provincia de Tungurahua, el cual permitirá el desarrollo socio económico del sector.

La vía en estudio en la actualidad está en condiciones inestables y en desuso, puesto que anteriormente la mitad de la vía era un canal de riego antiguo que con los años se hizo una ruta transitable lastrada para su población, razón por la cual es fundamental realizar un diseño geométrico de la estructura de pavimento y del sistema de drenaje adecuado, basándonos en las normas del Ministerio de Transporte y obras Públicas MTOP y la norma americana ASSHTO.

Se llevó a cabo una observación de campo para constatar las condiciones actuales de la vía, posteriormente se realizaron encuestas a los pobladores del sector para recolectar información, entonces se efectuó el levantamiento topográfico, se extrajeron muestras de suelo para la realización de ensayos de contenido de humedad, granulometría, límites de plasticidad, compactación CBR.

Luego se realizó el diseño horizontal y vertical, diseño de la estructura del pavimento, diseño del sistema de drenaje (cunetas y alcantarillado), presupuesto referencial, cronograma valorado de trabajo, análisis de precios unitarios y demás anexos del proyecto.

El proyecto será entregado al Gobierno Autónomo descentralizado de Quero, como un aporte de la Universidad Técnica de Ambato hacia la comunidad, entidad que podrá ejecutar el proyecto.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

**1.1 TEMA:** Las condiciones actuales de la vía que une las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo del cantón Quero, provincia de Tungurahua y su influencia en la calidad de vida de los habitantes.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.2.1 Contextualización**

En el Ecuador la vialidad es el eje motor del desarrollo productivo permitiendo de esta manera satisfacer las principales necesidades de los seres humanos, por este motivo es de vital importancia que exista comunicación directa entre pueblos para generar producción, consumo, comercio, intercambio cultural, turismo, distribución y venta, en términos generales: Una integración a la vida activa y económica del país.

El estado ecuatoriano a través del Ministerio de Transporte y Obras Públicas con el apoyo financiero de la CAF, los Bancos Mundial e Interamericano de Desarrollo, se ha empeñado en ampliar la cobertura vial del país, mejorando la calidad de vida, la producción agrícola, ganadera, turística, en concordancia con las políticas de integración.<sup>1</sup>

Por tal motivo se ve en la necesidad de buscar nuevas alternativas de ingreso a las ciudades, donde se realizan un sin número de actividades indispensables para el desarrollo del país, además los agricultores de la Costa, Sierra y Oriente en busca de mejorar su calidad de vida transportan sus productos agrícolas hacia los mercados mayoristas que son los puntos de expendio. Manejando así las asignaciones de los recursos a los que tienen derecho todas las provincias en un nivel político y creando de esta manera desacuerdos en la población.

---

<sup>1</sup> [www.planificacion.gob.ec/wp-content](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content)

El proyecto está ubicado en la provincia de Tungurahua en el cantón Quero con alrededor de 5200 beneficiarios. Se inicia en el sector de Llimpe Chico, siguiendo el camino por Llimpe Grande y llega hasta la comunidad de Pueblo Viejo, mediante un camino de tierra. Casi la totalidad de sus habitantes disponen de servicio eléctrico, sin embargo su mayoría utilizan leña para cocinar sus alimentos y una parte no disponen de servicio de agua potable y alcantarillado; en su gran mayoría los habitantes poseen casa propia de adobe para contrarrestar el frío del sector; por todos estos detalles que se han considerado, se concluye que el sector necesita de forma prioritaria y urgente el estudio y diseño de la vía para lograr el desarrollo socio-económico de sus habitantes.

### **1.2.2 Análisis crítico**

Los sistemas de comunicación son parte esencial para el desarrollo socio-económico de los pueblos, por lo que es necesario garantizar la apertura de una vía que permita una correcta movilización y el progreso para los pobladores del sector de Llimpe Chico y Llimpe Grande, perteneciente al cantón Quero, provincia de Tungurahua.

Por la situación actual con que luchan día a día los pobladores han optado por abandonar sus tierras y los pocos que quedan piden de manera urgente el apoyo de las autoridades correspondientes para que se dé una solución inmediata a esta problemática y así obtener una mejor calidad de vida para sus futuras generaciones.

Frente a la problemática que atraviesan estos sectores que han sido privados del desarrollo nacional no han recibido ninguna opción de tramitación por parte de las entidades de turno correspondientes involucradas en dar solución.

Considerando que en las comunidades, no se ha contado con un apropiado acceso y salida a estas poblaciones, afectando a la comercialización de sus productos, limitando el turismo y el desarrollo social del sector en educación, vivienda y servicios básicos, es necesario implementar el sistema de comunicación terrestre adecuado para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Por esta y muchas otras razones que atraviesan los pobladores y porque es importante contribuir con el desarrollo del pueblo se ha visto en la necesidad de realizar el presente proyecto. Para ello se requiere la colaboración de todas las personas que conforman dicho sector y los actores sociales que se involucran en este tema de tanta trascendencia para las futuras generaciones.

### **1.2.3 Prognosis**

Si no se concientizan los efectos que producen la falta de vías en todas las comunidades del país y especialmente en el cantón Quero, en un tiempo no muy lejano se evidenciarían daños irreversibles en la economía de los habitantes del cantón y de las comunidades campesinas, por ello para salir del subdesarrollo en que el Ecuador se encuentra sometido gracias a diferentes razones gubernamentales, se debe profundizar en la ejecución de proyectos urgentes con el fin de atender a los sectores que viven marginados y carecen de carreteras que permitan un gran desarrollo socio-económico.

En el caso de no ser ejecutado el proyecto, el total desinterés por parte de las autoridades hacia estos poblados que buscan mejores días para sus familias seguirá ocasionado inconvenientes impidiendo así el desarrollo socio-económico, ya que en su mayoría se dedican a la producción agrícola, ganadera, etc., y limitando que sus productos sean trasladados a los principales mercados de expendio de las provincias de Cotopaxi y Tungurahua.

### **1.2.4 Formulación del problema**

¿Cómo influyen las condiciones actuales de la vía que une las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo del cantón Quero, provincia de Tungurahua en la calidad de vida de los habitantes?

### **1.2.5 Preguntas directrices**

1. ¿En qué condiciones se encuentran los habitantes de las comunidades en estudio?
2. ¿Qué aspectos son afectados por la falta de comunicación terrestre?

3. ¿De qué manera se puede mejorar la calidad de vida de los habitantes?
4. ¿Cómo se beneficia a los productores del sector?
5. ¿Cuál es la topografía y tipo de suelo encontrado en el sector?

## **1.2.6 Delimitación del problema**

### **1.2.6.1 Delimitación de Contenido**

Para el presente proyecto se realizaron investigaciones dentro del campo técnico de la Ingeniería Civil, centralizándose en el área de la Ingeniería Vial tomando en cuenta ciertos aspectos dentro del análisis del diseño geométrico y estructura de la vía.

### **1.2.6.2 Delimitación Espacial**

Este proyecto se llevó a cabo específicamente en la Provincia de Tungurahua en el cantón Quero, entre las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo, con una longitud de diseño geométrico aproximado de 5 km de longitud, mientras que los datos que sean necesarios para la evaluación del proyecto se obtendrán del archivo de la municipalidad de Quero; los ensayos de laboratorio se realizaron en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi Chico.

### **1.2.6.3 Delimitación Temporal**

El estudio requerido referente a “Las condiciones actuales de la vía que une las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo del cantón Quero, provincia de Tungurahua” se analizó desde el punto de vista técnico, legal, social y se llevó a cabo desde el mes de Enero 2015 hasta Mayo 2015, después de haberse aprobado el tema.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El siguiente proyecto de investigación tiene como prioridad brindar la ayuda necesaria a las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo, buscando una alternativa de solución para mejorar la calidad de vida de sus

habitantes de manera que permita desarrollar la economía facilitando el intercambio comercial en el sector agrícola logrando así un crecimiento económico en estas zonas, para que el desarrollo tecnológico, económico y social de las comunidades no se vean obstaculizados.

En este sector sus habitantes son dedicados a la agricultura y ganadería lo poco que logran cultivar lo hacen para auto consumo o trueque entre ellos para lograr subsistir ya que la entrada y salida a estas comunidades se las hace por senderos, razón por la cual haga que los moradores tengan inconformidad y esto les conlleve a limitar la salida de sus productos a los principales centros de acopio y venta por el alto costo de transporte y tiempo de viaje.

La ejecución de este proyecto es factible, ya que con un correcto sistema de comunicación permitirá acortar distancias y crear nuevas alternativas de comunicación vial para sus habitantes que mejorarán el desarrollo económico como el turismo, el comercio, etc., evitando así un retraso socio-económico en las comunidades y por ende en el cantón.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

Estudiar las condiciones actuales de la vía que une las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo, cantón Quero, provincia de Tungurahua y su influencia en la calidad de vida de los habitantes.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Evaluar las condiciones socio-económicas de los habitantes de las comunidades que se beneficiarán de la conexión vial.
- Realizar el estudio topográfico del sector por donde la vía será diseñada.
- Proyectar el tráfico vehicular de la parroquia que hará uso de la mencionada vía.
- Determinar las características del suelo de las comunidades por donde atraviesa la vía en estudio.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Como aporte a la investigación, se han tomado en cuenta proyectos de similares características que serán detalladas a continuación:

El proyecto de investigación realizado por el Sr. Aldáz Chérrez Klever Manuel bajo el tema “Estudio de comunicación vial para mejorar el buen vivir de los habitantes de las colonias Santo Domingo y Jaime Roldós, parroquia El Triunfo, cantón Pastaza, provincia de Pastaza”, concluye que en las colonias Santo Domingo y Jaime Roldós están inmersas en el crecimiento acelerado que se ha dado en la provincia de Pastaza lo que ha evidenciado las deficiencias en las rutas de acceso vial hacia las colonias alejadas del centro de la urbe lo que conlleva a realizar estudios de vialidad y comunicación en estos sectores del país permitiendo integrar pueblos marginados dedicados a la agricultura y la ganadería.

El proyecto de investigación realizado por el Sr. Moposita Centeno Darío Javier bajo el tema “La infraestructura vial y su influencia en la calidad de vida de los moradores de las colonias Nueva Esperanza y Libertad, pertenecientes al cantón Santa Clara de la provincia de Pastaza”, concluye que para hacer efectivo el estudio y construcción de una vía se debe tomar en cuenta varios aspectos: sociales, producción agrícola y ganadera, economía, geográfica, etc., y de manera especial a quienes serán beneficiarios directos.

El proyecto de investigación realizado por el Sr. Jácome Pérez Iván Gonzalo bajo el tema “La infraestructura vial y su incidencia en el buen vivir de los habitantes de las colonias Libertad y Allishungo, parroquia Fátima, cantón Pastaza, provincia de Pastaza”, concluye que los beneficiarios con este proyecto tendrán grandes

facilidades de sacar al mercado sus productos tanto agrícolas, ganaderas y madereras ya que esta vía cruza por grandes fincas productoras, misma que reemplazaron las deterioradas empalizadas que servían para transportar sus productos.

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

La investigación sobre el sistema de comunicación y su influencia en la calidad de vida de los habitantes de las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo, , cantón Quero, provincia de Tungurahua, se enfoca en el paradigma crítico-propositivo, porque su intención es visualizar las múltiples realidades sociales.

Además porque se plantea una propuesta en la que se determinaron posibles soluciones. Y esto con la finalidad de obtener una investigación participativa con la población para trabajar conjuntamente y alcanzar el objetivo del proyecto, sin olvidar la falta de atención médica, indispensable para el buen vivir de una comunidad.

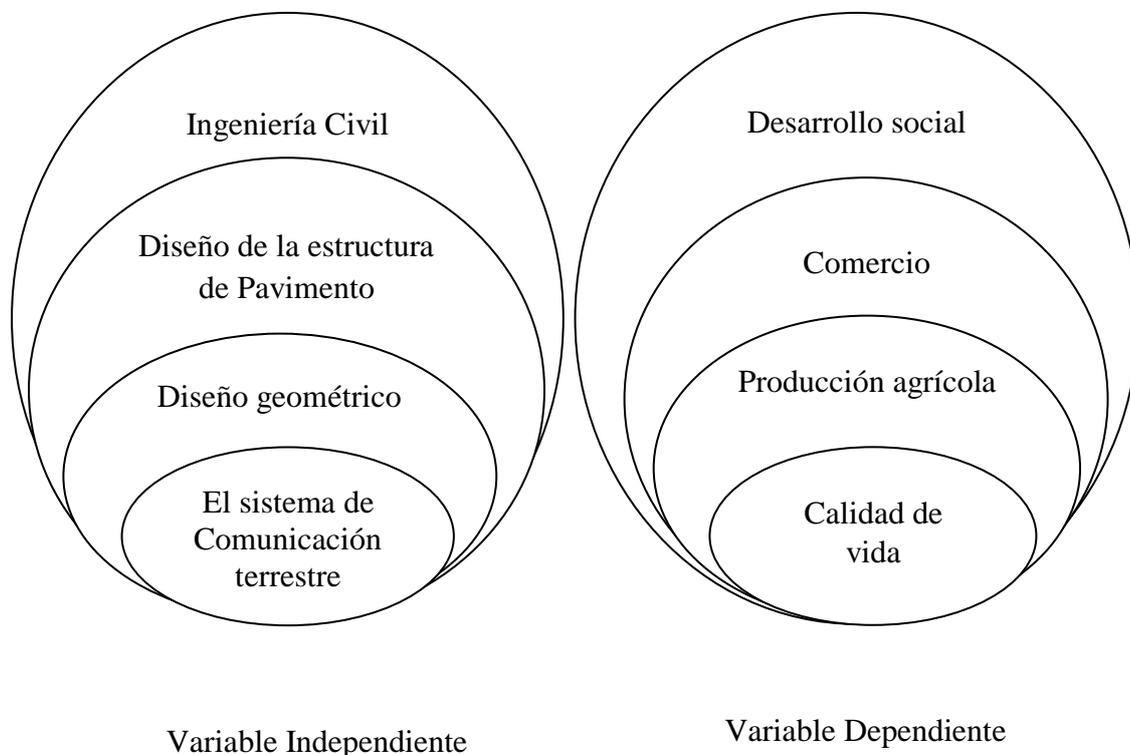
Existen varias formas de comunicación por tal motivo se debe investigar cual es la forma de vida de los habitantes, a qué se dedican, cómo obtienen sus ingresos. Para poder proponer un estudio de comunicación acorde a las necesidades de los habitantes del sector.

## **2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

- Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial vigente 2008.
- Norma MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del 2003), ésta determina los valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales en construcción.
- Normas AASHTO, ASTM, ACI.
- Ley de Caminos de la República del Ecuador.

## 2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

### 2.4.1 Supra - Ordinación de Variables



### 2.4.2 Definiciones

#### 2.4.2.1 Sistema de Comunicación

Los caminos se construyen para ayudar a la gente a llegar adonde quieren ir, es un sistema de comunicación. Estas vías o caminos transitables son las que nos comunican o nos conducen de un lugar a otro a través de un vehículo, ya sea un automóvil, motocicleta, bicicleta, etc. También existen los elementos de enlace que por lo regular son transitables solo por vehículos, como los puentes, túneles, elevados o subterráneos, que nos permiten un mejor y más rápido traslado.

Las vías vehiculares se pueden describir como:

**Urbanas:** Son las vías que se desplazan en el entorno urbano y/o sub-urbano, no sujeto a ninguna clasificación oficial. Nos permiten trasladarnos dentro de una ciudad. Ubicadas en las calles y avenidas.

**Enlace:** Las vías que nos unen con una ciudad a otra ciudad. Ubicadas en las autopistas.

**Interurbanas:** Las carreteras. Lo que en el ámbito rural sirve al tráfico de larga distancia, enlazando a ciudades, municipios o distritos municipales entre sí o conduciendo a lugares sin alcanzar esas categorías de decisión político-administrativas. <sup>2</sup>

#### **2.4.2.2 Vías de comunicación**

Las vías de comunicación, desde el punto de vista económico, constituyen una de las formas del capital, y se componen de tres elementos:

- 1.- La vía propiamente dicha, el camino;
- 2.- Un vehículo acomodado a la naturaleza de la vía; y
- 3.- Un motor que verifica el transporte.

Tiene gran importancia, porque extiende el cambio, activa la circulación e influye por lo tanto de un modo muy eficaz en la producción y el consumo de la riqueza.

Las vías de comunicación se aplican a transmitir el pensamiento y establecer continuas relaciones entre los productores más lejanos. Los correos, así como los telégrafos dedicados particularmente a ese fin, es uno de los progresos más estimables y uno de los agentes más eficaces de la vida económica moderna.

#### **2.4.2.3 Carreteras**

Se puede definir como carretera a la adaptación de una faja sobre la superficie del terreno que cumpla con los requerimientos para la circulación de los vehículos para la cual es acondicionada.

El transporte por carreteras, es el modo predominante para el transporte interior en todos los países del mundo y su participación en el transporte total ha venido incrementando en los últimos años.

---

<sup>2</sup> [www./doc/13392/Vias-Comunicacion.html](http://www./doc/13392/Vias-Comunicacion.html)

La red cumple las funciones: permitir el acceso de estos vehículos a distintos puntos habitados en el área que sirven, y para la circulación de forma rápida, cómoda, económica y segura de los vehículos.

En Ecuador se tienen varias clases de carreteras debido a las distintas formas de terrenos existentes, población y zonas geográficas, a continuación se muestra la clasificación de las carreteras según el tipo de terreno, según la función jerárquica, según su jurisdicción y según el tráfico proyectado.

#### **2.4.2.4 Clasificación de las carreteras**

##### **a) Según el tipo de Terreno**

###### **Llano (L)**

Un terreno presenta su topografía llana cuando en su trazado no predominan las pendientes, poseen pendientes transversales al eje de la vía menores de 5°. Exigen el mínimo movimiento de tierras durante la construcción, por lo que no presentan dificultad ni en su trazado ni en su explanación. Sus pendientes longitudinales son normalmente menores de 3 %.

###### **Ondulado (O)**

Este terreno presenta pendientes sin exceder, con las pendientes longitudinales en el trazado, son carreteras que tienen pendientes transversales al eje de la vía entre 6° y 13°.

Requieren movimiento moderado de tierras durante la construcción, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y en la explanación. Sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3 y 6 %.

Estas vías exigen a los vehículos pesados reducir sus velocidades significativamente por debajo de las de los automotores livianos, sin que esto los lleve a operar a velocidades sostenidas en rampa por tiempo prolongado.

### **Montañoso (M)**

Un terreno presenta su topografía montañosa cuando las pendientes predominan el trazado, siendo de carácter suave cuando la pendiente del terreno es menor o igual al 50% y de carácter escarpado cuando la pendiente es mayor al 50%.

Son carreteras que poseen pendientes transversales al eje de la vía entre 13° y 40°. Requieren grandes movimientos de tierra durante la construcción, razón por la cual presentan dificultades en el trazado y en la explanación. Sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6 y 8 %.

Estas carreteras obligan a los vehículos pesados a operar a velocidades sostenidas en rampa durante distancias considerables

### **Escarpado (E)**

Carreteras que tienen pendientes transversales al eje de la vía generalmente superiores a 40°.

Exigen el máximo movimiento de tierras durante la construcción, lo que acarrea grandes dificultades en el trazado y en la explanación, pues, usualmente, los alineamientos están definidos por divisorias de aguas. Por lo general, sus pendientes longitudinales son superiores a 8 %.

Estas vías requieren que los vehículos pesados operen a menores velocidades sostenidas en rampa que las velocidades de operación requeridas en terreno montañoso, para distancias significativas. (Fuente: MTOP 2003)

Tabla N°1. Clasificación de Carreteras según el tipo de terreno

Terreno	Inclinación máxima media de las líneas de máxima pendiente (°)	Movimientos de Tierra
Plano (P)	0 a 6	Mínimo movimiento de tierras por lo que no presenta dificultad ni en el trazado ni en la explanación de una carretera
Ondulado (O)	7 a 13	Moderado movimiento de tierras, que permite alineamientos rectos, sin dificultades en el trazado y explanación de una carretera
Montañoso (M)	13 a 40	Las pendientes longitudinales y transversales son fuertes aunque no las máximas que se pueden presentar en una dirección considerada

Fuente: [www.nociones-sobre-trazado-de-carreteras-en.html](http://www.nociones-sobre-trazado-de-carreteras-en.html)

#### b) Según la función Jerárquica

**Corredores arteriales.-** De calzadas separadas, con control total de accesos autopistas y de calzadas separadas, con control parcial de accesos autovías.

La vías primarias, o corredores arteriales, comprenden rutas que conectan cruces de frontera, puertos, y capitales de provincia formando una malla estratégica. Su tráfico proviene de las vías secundarias (vías colectoras), debe poseer una alta movilidad, accesibilidad controlada, y estándares geométricos adecuados.

Una vía primaria es considerada una troncal si tiene dirección norte-sur. El numeral de las troncales es de dos dígitos (excepto la Troncal Insular) e impar.

Las troncales se numeran incrementalmente desde el oeste hacia el este. Del mismo modo, una vía primaria es catalogada como transversal si se extiende en sentido este-oeste. El numeral de las transversales es de dos dígitos y par. Las transversales se numeran incrementalmente desde el norte hacia el sur. Aparte de su denominación alfa-numérica, las vías troncales y transversales (excepto la Troncal de la Costa Alterna y la Troncal Amazónica Alterna) tienen asignaciones

gráficas representadas por distintos animales de la fauna ecuatoriana. La asignación gráfica es determinada por el Ministerio de Turismo.

**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.

Las vías secundarias, o vías colectoras incluyen rutas que tienen como función recolectar el tráfico de una zona rural o urbana para conducirlo a las vías primarias (corredores arteriales). En total existen 43 vías secundarias en Ecuador con aproximadamente un 33% de la longitud total de la Red Vial Estatal.

Las vías secundarias reciben un nombre propio compuesto por las ciudades o localidades que conectan. Además del nombre propio, las vías secundarias reciben un código compuesto por la letra E, un numeral de dos o tres dígitos, y en algunos casos una letra indicando rutas alternas (A, B, C, etc.). El numeral de una vía secundaria puede ser impar o par para orientaciones norte-sur y este-oeste, respectivamente.

Al igual que las vías primarias, las vías secundarias se enumeran incrementalmente de norte a sur y de oeste a este. (Fuente: MTOP 2003)

**Caminos vecinales.-** Son las carreteras IV y V, incluyen todos los caminos rurales que no estén dentro de las denominaciones anteriores.

A continuación se muestra una tabla resumen de este tipo de clasificación.

Tabla N° 2. Clasificación de Carreteras según su función Jerárquica

Función	Categoría de la vía		TPDA
Corredor Arterial	R I ó RII	(Tipo)	> 8000
	I	Todos	3000 - 8000
Vía Colectora	II	Todos	1000 - 3000
	III	Todos	300 - 1000
Vía Vecinal	IV	5, 5E, 6 y 7	100 - 300
	V	4 y 4E	<100

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

### **c) Según su Jurisdicción**

Tomando en cuenta que la Red Nacional es el compendio de todas las carreteras que pertenecen al territorio ecuatoriano y se clasifican de la siguiente manera:

#### **1. Red Vial Estatal.**

Son las vías que se encuentran administradas por el MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas) como la unidad responsable del manejo y control, conforme a normas del Decreto Ejecutivo 860, publicado en el Registro Oficial No. 186 del 18 de octubre de 2000 y la Ley Especial de Descentralización del Estado y de Participación Social.

La Red Vial Estatal está integrada por las vías primarias y secundarias. El conjunto de vías primarias y secundarias son los caminos principales que registran el mayor tráfico vehicular, intercomunican a las capitales de provincia, cabeceras de cantón, los puertos de frontera internacional con o sin aduana y los grandes y medianos centros de actividad económica.

#### **2. Red Vial Provincial**

Son las vías administradas por el Honorable Gobierno Provincial en cada provincia. Esta red está integrada por las vías terciarias y caminos vecinales. Las vías terciarias conectan cabeceras de parroquias y zonas de producción con los caminos de la Red Vial Nacional y caminos vecinales, de un reducido tráfico.

#### **3. Red Vial Cantonal**

Ésta agrupa todas las vías urbanas e inter parroquiales administradas por los Concejos Municipales. (Fuente MTOP 2003)

### **d) Según el Tráfico Proyectado**

Para el diseño de las carreteras en el país se recomienda la clasificación en función del pronóstico de tráfico para un periodo de 15 a 20 años, por lo cual se presenta en la siguiente tabla la clasificación pertinente.

Tabla N° 3. Clasificación de Carreteras según el tráfico proyectado

Clases de Carreteras	Tráfico Proyectado (TPDA)
R – I ó R – II	más de 8000 vehículos
I	de 3000 a 8000 vehículos
II	de 1000 a 3000 vehículos
III	de 300 a 1000 vehículos
IV	de 100 a 300 vehículos
V	menos de 100 vehículos

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

Notas:

- (1) De acuerdo al nivel de servicio aceptable al final de la vida útil.
- (2) RI – RII – Autopistas.

#### 2.4.2.5 Topografía

**Curvas de Nivel.-** Los mapas topográficos usan planos acotados, mostrando la elevación del terreno utilizando líneas que conectan los puntos con la misma cota respecto de un plano de referencia, denominadas curvas de nivel, en cuyo caso se dice que el mapa es hipsográfico. Dicho plano de referencia puede ser el nivel del mar, y en caso de serlo se hablará de altitudes en lugar de cotas.

Las curvas de nivel pueden ser de 2 tipos: índices, que se establecen en divisiones exactas y siempre se muestra su valor, y las intermedias, que son las que se trazan entre las índices, éstas están a la misma distancia entre ellas.

Las curvas índices son de mayor grosor para facilitar la interpretación en el dibujo, se dibujaron para el presente proyecto las curvas índices cada 5 metros y las intermedias cada metro.

#### **El sistema de coordenadas universal transversal de Mercator (UTM)**

También conocido como Universal Transverse Mercator, (UTM) es un sistema de coordenadas basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se

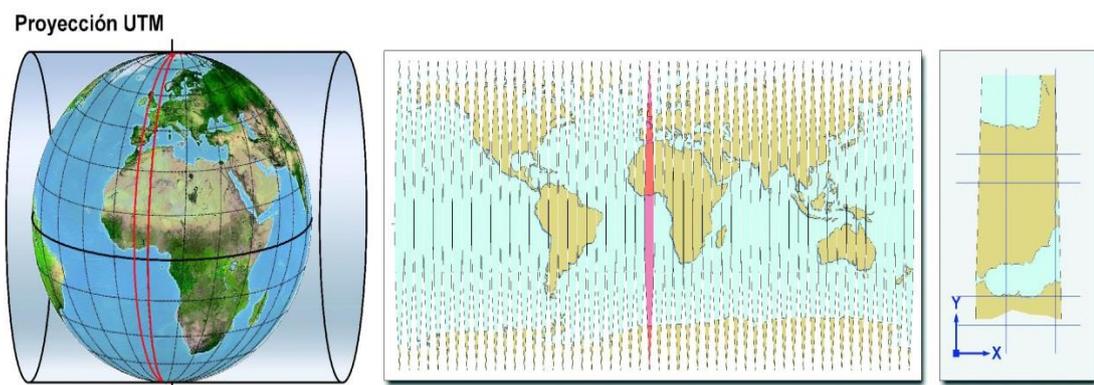
construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace tangente a un meridiano.

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, que es la base de la proyección del elipsoide de referencia.

La UTM es una proyección cilíndrica conforme, el factor de escala en la dirección del paralelo y en la dirección del meridiano son iguales ( $h=k$ ). Las líneas loxodrómicas se representan como líneas rectas sobre el mapa.

Los meridianos se proyectan sobre el plano con una separación proporcional a la del modelo, así hay equidistancia entre ellos. Sin embargo los paralelos se van separando a medida que se alejan del Ecuador, por lo que al llegar al polo las deformaciones serán infinitas. Por eso sólo se representa la región entre los paralelos  $84^{\circ}\text{N}$  y  $80^{\circ}\text{S}$ . Además es una proyección compuesta; la esfera se representa en trozos, no entera. Para ello se divide la Tierra en husos de  $6^{\circ}$  de longitud cada uno, mediante el artificio de Tyson.<sup>3</sup>

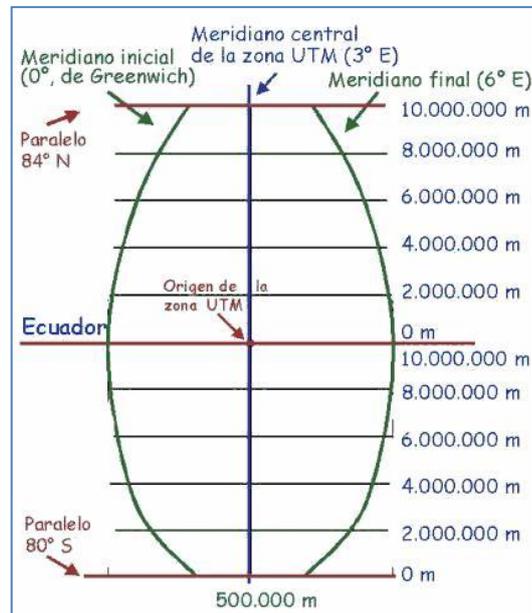
Gráfico N° 1. Proyección U.T.M.



Fuente: [www.search?q=sistema+de+coordenadas+utm](http://www.search?q=sistema+de+coordenadas+utm)

<sup>3</sup> [www.Sistema\\_de\\_coordenadas\\_universal\\_transversal\\_de\\_Mercator](http://www.Sistema_de_coordenadas_universal_transversal_de_Mercator)

Gráfico N° 2. Características de una zona U.T.M.



Fuente: [www.search image/geometria\\_del\\_huso](http://www.search image/geometria_del_huso)

### Husos U.T.M.

Se divide la Tierra en 60 husos de 6° de longitud, la zona de proyección de la UTM se define entre los paralelos 80° S y 84° N. Cada huso se numera con un número entre el 1 y el 60, estando el primer huso limitado entre las longitudes 180° y 174° W y centrado en el meridiano 177° W. Cada huso tiene asignado un meridiano central, que es donde se sitúa el origen de coordenadas, junto con el ecuador.

Los husos se numeran en orden ascendente hacia el este. Por ejemplo, la Península Ibérica está situada en los husos 29, 30 y 31, y Canarias está situada en los husos 27 y 28. En el sistema de coordenadas geográfico las longitudes se representan tradicionalmente con valores que van desde los -180° hasta casi 180° (intervalo -180° → 0° → 180°); el valor de longitud 180° se corresponde con el valor -180°, pues ambos son lo mismo.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> [www.Sistema\\_de\\_coordenadas\\_universal\\_transversal\\_de\\_Mercator/usos\\_bandas](http://www.Sistema_de_coordenadas_universal_transversal_de_Mercator/usos_bandas)

#### **2.4.2.6 Diseño Geométrico**

Una vez obtenida la faja topográfica del proyecto se procederá a la realización del diseño, la misma que comprende las siguientes fases: Diseño horizontal, Diseño vertical y Secciones Transversales.

El levantamiento topográfico se realizará utilizando una estación total con un ancho determinado de faja a cada lado del eje de la vía y que se determina de acuerdo al diseño que se realice, para así buscar la mejor alternativa en el trazado.

#### **2.4.2.7 Alineamiento horizontal**

El alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Este alineamiento está compuesto fundamentalmente de rectas y curvas, en las rectas es posible lograr un movimiento uniforme del vehículo, buena visibilidad del conductor, seguridad y menor consumo de combustible; en las curvas el problema que se presenta para la circulación vehicular cuando son excesivamente largas, produce cansancio y monotonía constituyéndose en un peligro, pudiendo influir en los valores de los tiempos de reacción y percepción.

La imperiosa necesidad de salvar los accidentes topográficos que presenta el terreno obliga a intercalar curvas entre las alineaciones rectas, esto da origen a la fuerza centrífuga y la falta de visibilidad; la fuerza centrífuga genera el deslizamiento transversal y la probabilidad de vuelco del vehículo, por estas y muchas razones las curvas hay que proyectarlas cumpliendo una serie de normas y condiciones técnicas para evitar posibles accidentes.<sup>5</sup>

Dentro del concepto de trazado se incluyen métodos y técnicas relacionados con la forma del camino, sus dimensiones físicas y su relación con el entorno. El trazado es el primer aspecto que se considera al diseñar una carretera. En general, el trazado es relativamente independiente de otros aspectos del diseño tales como el drenaje, las estructuras o el firme; aunque como consecuencia de éstos pueda ser luego necesario reconsiderar el trazado en algunos puntos.

---

<sup>5</sup> [www.dspace.unach.edu.ec](http://www.dspace.unach.edu.ec)

La plataforma de una carretera constituye una superficie inserta en un espacio tridimensional. Pero su representación en tres dimensiones resulta complicada, y se está más acostumbrado a manejar representaciones bidimensionales.

Dado el predominio de la dimensión longitudinal de una carretera, es habitual la simplificación de estudiar, por un lado, la forma de la curva que describe en el espacio un punto característico de la sección transversal (su centro o un borde) y, por otro lado, la sección transversal a él vinculada.

Pero tampoco es bidimensional la curva espacial que describe el punto elegido como representativo de la sección transversal, por lo que es habitual efectuar simplificaciones adicionales:

1. No tomar en cuenta la dimensión vertical (cota) y estudiar el trazado en planta, que es la proyección del eje sobre una superficie paralela a la terrestre.
2. Una vez definido el trazado en planta, considerar de él sólo una dimensión horizontal (la proyección del camino recorrido) y, junto con ella, la cota. Se estudia así el trazado en alzado o perfil longitudinal del camino recorrido.<sup>6</sup>

**a) 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. Seleccionar convenientemente la velocidad de diseño es lo fundamental.

---

<sup>6</sup> [www.es.scribd.com//DISENO-GEOMETRICO-DE-CARRETERAS](http://www.es.scribd.com//DISENO-GEOMETRICO-DE-CARRETERAS)

Tabla N° 4. Velocidad de diseño según tipo de carretera y tipo de terreno

Tipo de Carretera	Tipo de terreno	Velocidad de diseño Vd.(km/h)									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Carretera principal de dos calzadas	Plano							■	■	■	■
	Ondulado						■	■	■	■	■
	Montañoso						■	■	■	■	■
	Escarpado						■	■	■	■	
Carretera principal de una calzada	Plano					■	■	■	■		
	Ondulado				■	■	■	■	■		
	Montañoso				■	■	■	■	■		
	Escarpado				■	■	■	■			
Carretera secundaria	Plano			■	■	■	■				
	Ondulado		■	■	■	■	■				
	Montañoso		■	■	■	■	■				
	Escarpado	■	■	■	■	■					
Carretera terciaria	Plano		■	■	■	■					
	Ondulado	■	■	■	■	■					
	Montañoso	■	■	■	■	■					
	Escarpado	■	■	■	■	■					

Fuente: martinezbarbosa/manual-de-diseno-geometrico-de-carretera

Teniendo presente que es deseable mantener una velocidad constante para el diseño de cada tramo de carretera. Los cambios en la topografía pueden obligar hacer cambios en la velocidad de diseño en determinados tramos.

Cuando esto sucede, la introducción de una velocidad de diseño mayor o menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia suficiente para permitir al conductor cambiar su velocidad gradualmente, antes de llegar al tramo del camino con distinta velocidad de proyecto. La diferencia entre las velocidades de dos tramos contiguos no será mayor a 20 Km/h. Debe procederse a efectuar en el lugar una adecuada señalización progresiva, con indicación de velocidad creciente o decreciente.

Tabla N° 5. Velocidad de Diseño

Velocidades de diseño en km/h						
Clases de carreteras	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
	(Llano)	(Ondulado)	(Montañoso)	(Llano)	(Ondulado)	(Montañoso)
RI ó RII (autopista)	120	10	90	110	90	80
I	110	100	80	100	80	60
II	100	90	70	90	80	50
III	90	80	60	80	60	40
IV	80	60	50	60	35	25
V	60	50	40	50	35	25

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

**El Proceso de Diseño.-** El proceso de diseño geométrico es la etapa en donde se definen todas las características de la estructura vial en sus tres dimensiones, planta, necesarios para la seguridad vial. Estas características están ligadas a la función jerárquica de la vía dentro de la red, a las condiciones de los usuarios, a la mecánica de los vehículos y a los requerimientos geométricos de las vías que se determinan en función de un volumen de tráfico y de un nivel de servicio correspondiente a un año horizonte.

**Características para la definición del Trazado.-** Los parámetros fundamentales que se deben considerar en todo trazado de carreteras son las siguientes:

- Características Humanas: Se refieren a la visión, percepción, aspectos psicológicos, eficacia, fatiga aspectos fisiológicos, tiempos de percepción y reacción del conductor. Para el Ecuador, se consideran tiempos de percepción de 1 seg y de reacción de 2 seg.; alturas del ojo del conductor de 1.05 m para vehículos livianos, 2.0 m para vehículos pesados y del obstáculo de 0.2 m.

- Características de Diseño: Los parámetros que determinan las características de diseño de una carretera son la velocidad, la visibilidad, el radio de curvatura horizontal, la distancia de parada, el gradiente, la capacidad de flujo y nivel de servicio, las intersecciones, y las facilidades intermedias. (Fuente: Características de trazado MTOP 2003)

## **b) Velocidad de Circulación (Vc)**

Es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes.

Esta velocidad 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.

A medida que aumenta el volumen del tráfico la velocidad de circulación disminuye esto se debe a la interferencia creada entre los vehículos. Es por este motivo que se determina la velocidad promedio. Es necesario recalcar que la velocidad promedio es muy diferente a la velocidad promedio diaria.

Los valores de la velocidad de circulación correspondientes a volúmenes de tráfico bajo se usan como base para el cálculo de las “distancias de visibilidad para parada de un vehículo”. Y los correspondientes a tráfico intermedio se usan para el cálculo de la “distancia de visibilidad para rebasamiento de vehículos”. La relación que existe entre la velocidad de diseño y la velocidad de circulación, para el caso de volúmenes de tráfico bajos, está dado por la siguiente ecuación:

$$V_c = 0.8 * V_d + 6.5 \quad (TPDA < 1000)$$

Donde:

$V_c$  = velocidad de circulación expresada en Km/Hora

$V_d$  = velocidad de diseño expresada en Km/Hora

Para volúmenes de circulación intermedio (TPDA entre 1000 y 3000):

$$V_c = 1.32 * V_d^{0.89}$$

Tabla N° 6. Relación Velocidad de Circulación - Velocidad de Diseño

Velocidad de diseño en km/h	Velocidad de circulación en km/h		
	Volumen tránsito bajo	Volumen tránsito intermedio	Volumen tránsito alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

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

### c) Peralte de curvas

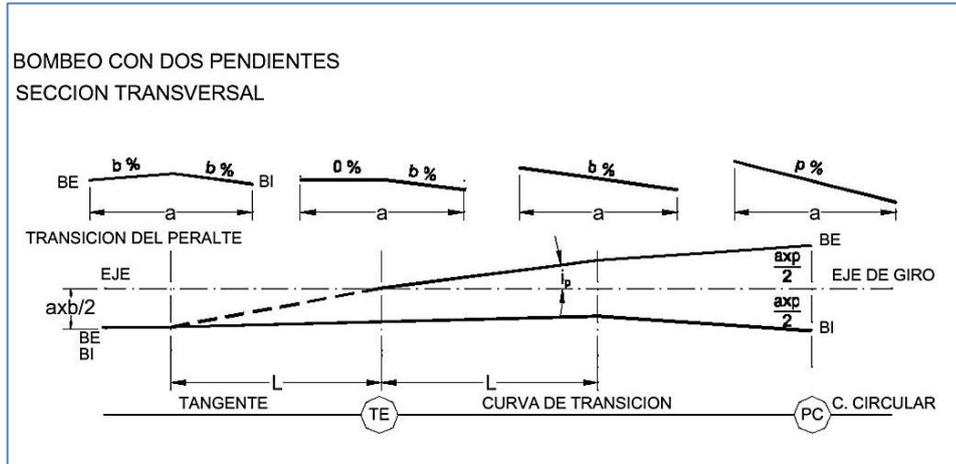
Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga “F”. Esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (P) del vehículo, debido al peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada.

#### - Magnitud del Peralte

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. (Fuente: MTOP 2003)

## - Desarrollo del Peralte

Gráfico N° 3. Transición del peralte



Fuente: [www.viasproyecto.blogspot.com/p/desarrollo-de-la-transicion-del-peralte.html](http://www.viasproyecto.blogspot.com/p/desarrollo-de-la-transicion-del-peralte.html)

Cada vez que se pasa de una alineación recta a una curva, se tiene que realizar una transición de una sección transversal, de un estado de sección normal al estado de sección completamente peraltada o viceversa, en una longitud necesaria para efectuar el desarrollo del peralte.

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

### d) Longitud de Transición

La longitud de transición sirve para efectuar la transición de las pendientes transversales entre una sección normal y otra peraltada alrededor del eje de la vía o de uno de sus bordes. La longitud mínima se determina según:

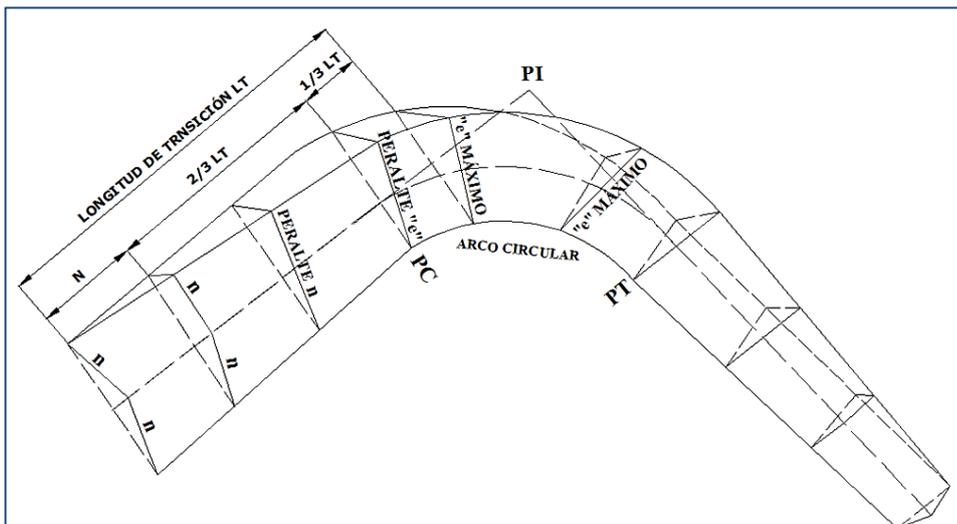
- La diferencia entre las pendientes longitudinales de los bordes y el eje de la calzada, no debe ser mayor a los valores máximos indicados en el cuadro anterior.
- La longitud de transición según el primer criterio debe ser mayor a la distancia necesaria de un vehículo que transita a una velocidad de diseño determinada durante 2 segundos.

### e) El Sobre ancho en las Curvas

El objeto del sobre ancho en la curva horizontal es el de posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad, es necesario introducir el sobre ancho por las siguientes razones:

- El vehículo al describir la curva, ocupa un ancho mayor ya que generalmente las ruedas traseras recorren una trayectoria ubicada en el interior de la descrita por las ruedas delanteras, además el extremo lateral delantero, describe una trayectoria exterior a la del vehículo.
- La dificultad que experimentan los conductores para mantenerse en el centro de su carril debido a la menor facilidad para apreciar la posición relativa de su vehículo dentro de la curva. Esta dificultad aumenta con la velocidad, pero disminuye a medida que los radios de la curva son mayores. Para el caso “a”, si el vehículo describe una curva, marchando a muy pequeña velocidad, el sobre ancho se podría calcular geométricamente, ya que su eje posterior es radial. Lo mismo ocurrirá cuando describiera una curva peraltada a una velocidad tal, de manera que la fuerza centrífuga fuera contrarrestada completamente por la acción del peralte.

Gráfico N° 4. Transición del peralte



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



Donde:

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
$C\Delta$	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

**Ángulo de deflexión ( $\Delta$ ):** El que se forma con la prolongación de uno de los alineamientos rectos y el siguiente. Puede ser a la izquierda o a la derecha según si está medido en sentido anti-horario o a favor de las manecillas del reloj, respectivamente. Es igual al ángulo central subtendido por el arco ( $\Delta$ ).<sup>7</sup>

**Radio (R):** El de la circunferencia que describe el arco de la curva.

$$R = \frac{T}{\tan \frac{\Delta}{2}}$$

**Cuerda larga (CL):** Línea recta que une al punto de tangencia donde comienza la curva (PC) y al punto de tangencia donde termina (PT).

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

---

<sup>7</sup>[www.doblevia/curvas-circulares-simples](http://www.doblevia/curvas-circulares-simples)

**External (E):** Distancia desde el PI al punto medio de la curva sobre el arco.

$$E = T * \tan \frac{\Delta}{4}$$

$$E = R \left( \frac{1}{\cos \left( \frac{\Delta}{2} \right)} - 1 \right)$$

**Ordenada media (M) o flecha (F):** Distancia desde el punto medio de la curva hasta el punto medio de la cuerda larga.

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

**Grado de curvatura (G):** Corresponde al ángulo central subtendido por un arco o una cuerda unidad de determinada longitud, establecida como cuerda unidad (c) o arco unidad (s). Ver más adelante para mayor información.

$$Gc = 2 * \arcsin \frac{c}{2R}$$

**Longitud de la curva (L):** Distancia desde el PC hasta el PT recorriendo el arco de la curva, o bien, una poligonal abierta formada por una sucesión de cuerdas rectas de una longitud relativamente corta.

$$Lc = \frac{c * \Delta}{Gc}$$

### **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. El empleo de curvas con radios menores al mínimo establecido exigirán peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos. Por lo tanto, la curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento.

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

Donde:

R= Radio de diseño (m)

f= coeficiente máximo de fricción lateral

e= peralte de la curva (%)

Vd = velocidad de diseño (km/h)

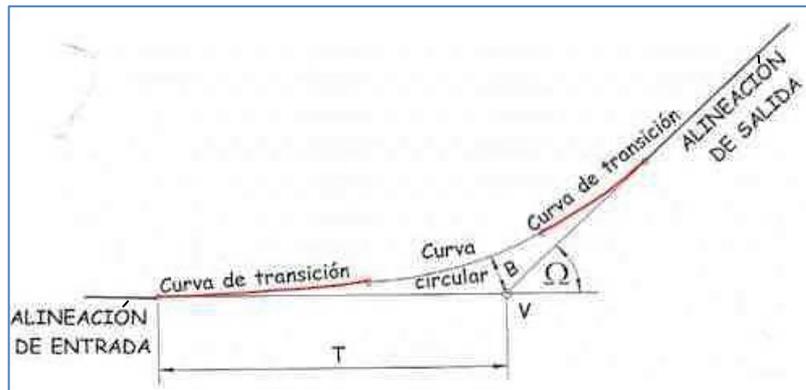
Tabla N°7. Radios mínimos en función del peralte y el coeficiente lateral (f)

Vd (km/h)	f lateral	Radios mínimos calculados				Radios mínimos recomendados			
		e= 0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04	e=0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04
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	21.87	20	25	30	30
35	0.255		28.79	30.62	32.7	30	30	35	35
40	0.221		41.86	44.83	48.27	40	42	45	50
45	0.206		55.75	59.44	64.82	55	58	60	66
50	0.19		72.91	78.74	85.59	70	75	80	90
60	0.165	106.97	115.7	125.98	138.28	110	120	130	140
70	0.15	154.33	167.75	183.73	203.07	160	170	185	205
80	0.14	209.97	229.06	251.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.56	298.04	328.76	366.55	275	300	330	370
100	0.13	342.35	374.95	414.42	463.18	350	375	415	465
110	0.124	425.34	467.04	517.8	580.95	430	470	520	585
120	0.12	515.39	566.39	629.92	708.66	520	570	630	710

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

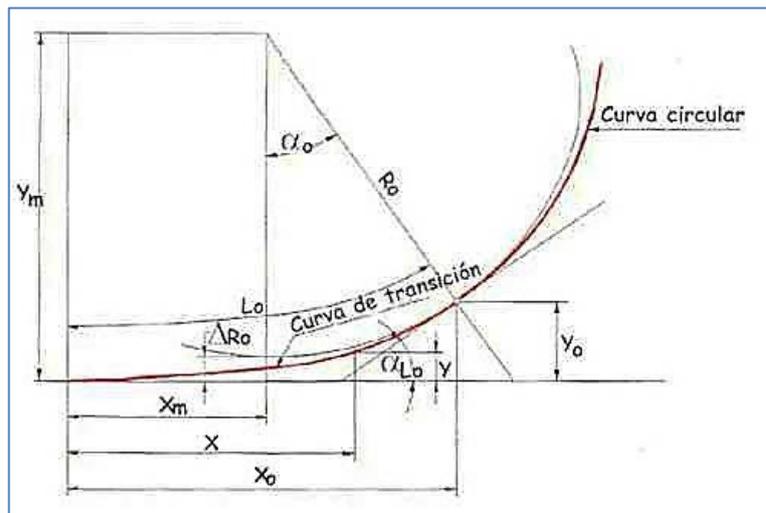
- **Curvas de transición.**- Son las curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el del sobre ancho. La característica principal es que a lo largo de la curva de transición, se efectúa de manera continua, el cambio en el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

Gráfico N° 6: Curva de Transición



Fuente: [http://www.carreteros.org/normativa/trazado/3\\_1ic/apartados/4\\_4.htm](http://www.carreteros.org/normativa/trazado/3_1ic/apartados/4_4.htm)

Gráfico N° 7: Curva de Transición



Fuente: [http://www.carreteros.org/normativa/trazado/3\\_1ic/apartados/4\\_4.htm](http://www.carreteros.org/normativa/trazado/3_1ic/apartados/4_4.htm)

- **Reversas o contra curvas.**- Son curvas simples de sentido contrario y tienen un punto de tangencia común, siendo los radios de estas curvas iguales o distintas.

Son las que tienen el radio a distinto lado. Es una curva en "S" que une dos puntos de curvatura opuesta. En algunos casos puede permitirse que  $T_i = 0$ , o sea sin tangente intermedia.

### **i) 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 la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él, se le llame distancia de visibilidad.

Cuando un conductor se desplaza por una carretera necesita extraer de su entorno unos indicadores visuales que faciliten su tarea de conducir. Éstos pueden ser de muy distinta naturaleza:

- Los que sirven de guía en la perspectiva que percibe: la plataforma (en especial, las marcas viales que delimitan la calzada), los márgenes visibles, las eventuales construcciones.
- Los que proporcionan una información: la señalización vertical y horizontal, el balizamiento, la publicidad.

A fin de que el conductor los pueda tener en cuenta, estos indicadores le deben resultar visibles sean cuales fueren las circunstancias ambientales (de día, de noche, con lluvia, con niebla, etc.).

La propia calzada de la carretera que un conductor percibe, y los objetos que en ella puede haber (otros vehículos, peatones, obstáculos, charcos, etcétera), constituyen el más importante indicador visual.

La distancia de visibilidad se discute en dos aspectos:

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

#### **- Distancia de Visibilidad de Parada o Frenado**

Es la distancia mínima que debe existir en toda la longitud del camino, necesaria para que un conductor que transita a ó cerca de la velocidad de diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él y producir un colapso.

Por lo tanto es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera.

Esta distancia de visibilidad de parada esta expresada por:

$$D_{vp} = d_1 + d_2$$

Donde:

$d_1$  = Distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor observa un objeto hasta la distancia de frenado expresada en metros.

$d_2$  = Distancia recorrida por el vehículo una vez aplicados los frenos.

Para el cálculo de la Distancia de Frenado ( $D_2$ ) se utiliza la siguiente ecuación:

$$d_1 = \frac{V_c * t}{3.6} \Rightarrow \frac{V_c * 2.5 \text{seg}}{3.6 \text{seg}} = 0.6944 * V_c$$

Por tanto:  $d_1 = 0,7 V_c$

Donde:

$t$  = tiempo de percepción más reacción en seg.

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

Para el cálculo de la Distancia de Frenado ( $D_2$ ) se utiliza la siguiente ecuación:

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

Donde:

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

$f$  = coeficiente de fricción longitudinal.

El coeficiente de fricción longitudinal es diferente dependiendo las velocidades, pues decrece conforme aumenta la velocidad, dependiendo también de varios otros elementos, estando esta variación representada por la siguiente ecuación:

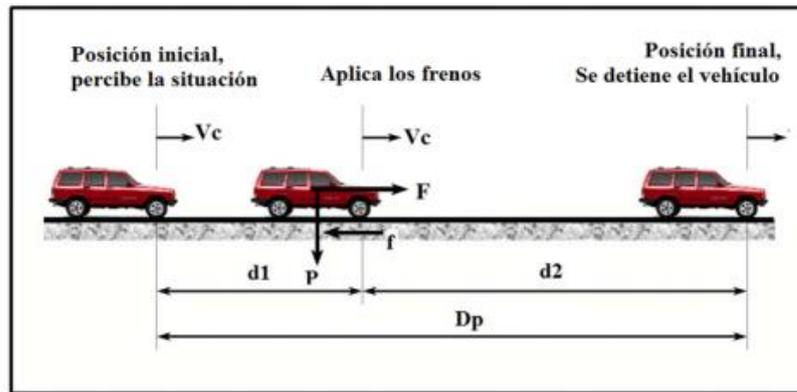
$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}}$$

Donde:

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

$f$  = coeficiente de fricción longitudinal.

Gráfico N°8. Distancia de visibilidad de parada



Fuente: Leclair, (2011)

En la siguiente tabla se muestran los valores de diseño para las distancias de visibilidad de parada de un vehículo que se recomiendan sean aplicados en el país.

Tabla N° 8. Distancias de Visibilidad mínimas de parada de un vehículo

Valores de diseño de las Distancias de Visibilidad mínimas para parada de un vehículo(m)						
Criterio de diseño: Pavimentos mojados						
Clases de carreteras	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)	LL (Llano)	O (Ondulado)	M (Montañoso)
RI ó RII >8.000 (TPDA)	220	180	135	180	135	110
I 3.000 - 8.000 (TPDA)	180	160	110	160	110	70
II 1.000 - 3.000 (TPDA)	160	135	90	135	110	55
III 300 - 1.000 (TPDA)	135	110	70	110	70	40
IV 100 - 300 (TPDA)	110	70	55	70	35	25
V < 100 (TPDA)	70	55	40	55	35	25

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

## **- Distancias de Visibilidad de Rebasamiento**

Se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad. Sin embargo se puede dar 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.

Esta distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para maniobrar el rebasamiento en condiciones de seguridad.

La AASHTO recomienda que cada dos kilómetros exista distancia de visibilidad de rebasamiento, porque resultaría antieconómico proyectar una carretera con distinta visibilidad de rebasamiento en toda su longitud. Las Hipótesis que se han adoptado para la determinación de la visibilidad de rebasamiento son:

1. El vehículo rebasado viaja a una velocidad uniforme.
2. El vehículo que rebasa es forzado a viajar a la misma velocidad que el vehículo rebasado, mientras atraviesa la sección de carretera en donde la distancia de visión no es segura para el rebase.
3. Cuando se alcanza la sección segura de rebase, el conductor del vehículo que rebasa requiere un corto período de tiempo (tiempo de percepción) para observar el tránsito opuesto y decidir si es seguro el rebase o no.
4. La maniobra de rebase se realiza acelerando en todo momento.
5. Cuando el vehículo rebasante regresa a su propio carril del lado derecho, hay un espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario por el otro carril.

La AASHTO establece que la diferencia de velocidad entre el vehículo rebasado y el rebasante es de 16 Km/Hora para que rebase en pendientes negativas, 24 Km/Hora en horizontal y 32 Km/Hora en pendientes positivas.

Para carreteras de dos vías, la distancia de visibilidad está representada por la suma de cuatro distancias parciales que son:

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

Donde:

$d_1$  = distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción/reacción hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera.

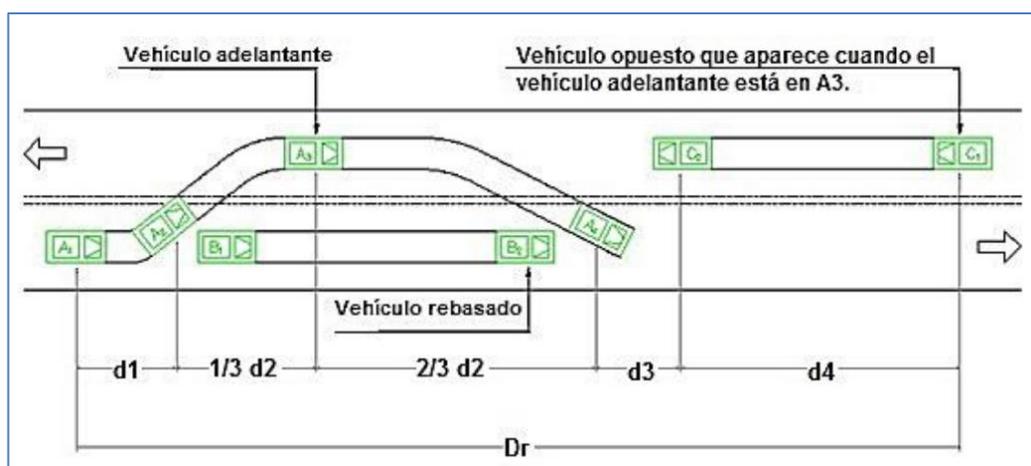
$d_2$  = distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

$d_3$  = distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra.

$d_4$  = 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.

A continuación se muestra el gráfico donde se muestra el esquema de rebasamiento, sus distintas fases y distancias.

Gráfico N°9. Esquema de rebasamiento y sus fases



Fuente: Lecrair 2011

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

$$d1 = 0.14*t1 (2V - 2m + a*t1)$$

$$d2 = 0.28*V*t2$$

$$d3 = 0.187*V*t2 \quad (30 \text{ m a } 90 \text{ m})$$

$$d4 = 0.18*V*t1$$

Donde:

$d1, d2, d3$  y  $d4$  = distancias, expresadas en metros.

$t1$  = tiempo de la maniobra inicial, expresado en segundos.

$t2$  = tiempo durante el cual el vehículo rebasante ocupa el carril del lado izquierdo, expresado en segundos.

$V$  = velocidad promedio del vehículo rebasante expresada en Km/Hora.

$m$  = diferencia de velocidades entre el vehículo rebasante y el vehículo rebasado, expresada en Km/Hora.

$a$  = aceleración promedio del vehículo rebasante, expresada en kilómetros por hora y por segundo. (Fuente: MTOP 2003)

Tabla N°9. Valores de diseño de las distancias mínimas de rebasamiento

Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para el rebasamiento de un vehículo (m)						
Clases de carreteras	Valor recomendable			Valor absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
	(Llano)	(Ondulado)	(Montañoso)	(Llano)	(Ondulado)	(Montañoso)
RI ó RII >8.000 (TPDA)	830	830	640	830	640	565
I 3.000 - 8.000 (TPDA)	830	690	565	690	565	415
II 1.000 - 3.000 (TPDA)	690	640	490	640	565	345
III 300 - 1.000 (TPDA)	640	565	415	565	415	270
IV 100 - 300 (TPDA)	480	290	210	290	150	110
V < 100 (TPDA)	290	210	150	210	150	110

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

- **Distancia de visibilidad lateral.**- El conductor debe tener la posibilidad de ver con tiempo en la vía a una persona que corra desde la acera hacia la calzada, o en intersecciones, ver al vehículo que se acerca.

#### 2.4.2.7 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. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales. Las pendientes en el trazado de la vía a adoptarse, obedecen a las siguientes especificaciones para el diseño vertical.

##### a) Gradientes

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.

- **Gradientes Máximas.**- Es el mayor valor de la pendiente que puede darse a un proyecto, depende de la topografía y el tipo de vía a diseñarse.

Tabla N° 10. Valores de diseño de gradientes longitudinales máximas (%)

Valores de diseño de gradientes (%)						
Clases de carreteras	Vías Nuevas			Mejoramientos		
	Recomendado			Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
	(Llano)	(Ondulado)	(Montañoso)	(Llano)	(Ondulado)	(Montañoso)
RI ó RII >8.000 (TPDA)	2	3	4	3	4	6
I 3.000 - 8.000 (TPDA)	3	4	6	3	5	7
II 1.000 - 3.000 (TPDA)	3	4	7	4	6	8
III 300 - 1.000 (TPDA)	4	6	7	6	7	9
IV 100 - 300 (TPDA)	5	6	8	6	8	12
V < 100 (TPDA)	5	6	8	6	8	14

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

#### - Gradientes de Diseño

La gradiente y las longitudes máximas pueden adoptarse a los siguientes valores:

Tabla N° 11. Longitudes máximas para gradientes de diseño

Gradiente de diseño (%)	Longitud máx. a adoptar
8% - 10%	1000 m
10% - 12%	500 m
12% - 14%	250 m

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

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y montañosos a fin de reducir los costos de construcción.

#### - Gradientes Mínimas

La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5%, se puede adoptar una gradiente de 0.0 % para el caso de rellenos de 1,00 m. de altura o más y cuando el parámetro tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia.

## b) Curvas Verticales

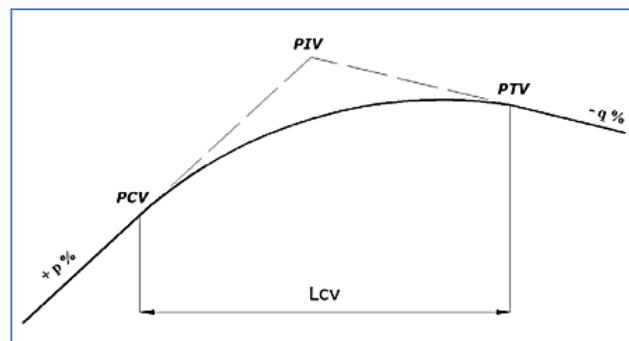
La curva vertical preferida en el diseño del perfil de una carretera es la parábola simple que se aproxima a una curva circular.

Debido a que la medida de las longitudes en una carretera se hace sobre un plano horizontal y las gradientes son relativamente planas, prácticamente no hay error alguno al adoptar la parábola simple con su eje vertical centrado en el PIV.

Existen dos tipos de curvas verticales: Cóncava, cuya abertura es hacia arriba y Convexa, de abertura hacia abajo, y constan de los siguientes elementos:

### - Curvas Verticales Convexas.

Gráfico N° 10. Curva Vertical Convexa



Autor: Cárdenas 2011

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros. (Fuente: MTOP 2003)

$$L = \frac{A * S^2}{426}$$

Donde:

L = longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

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

S= distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

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

$$L = k * A$$

Tabla N° 12. Coeficiente K de longitud mínima de curvas verticales-convexas

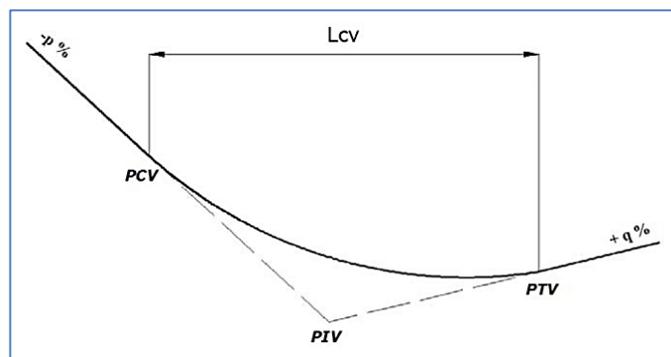
Clases de carreteras	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
	(Llano)	(Ondulado)	(Montañoso)	(Llano)	(Ondulado)	(Montañoso)
RI ó RII >8.000 (TPDA)	115	80	43	80	43	28
I 3.000 - 8.000 (TPDA)	80	60	28	60	28	12
II 1.000 - 3.000 (TPDA)	60	43	19	43	28	7
III 300 - 1.000 (TPDA)	43	28	12	28	12	4
IV 100 - 300 (TPDA)	28	12	7	12	3	2
V < 100 (TPDA)	12	7	4	7	3	2

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

### -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.

Gráfico N° 11. Curva Vertical Cóncava



Autor: Cárdenas 2011

A continuación se indica la relación entre la longitud de la curva, la diferencia algebraica de gradientes y la distancia de visibilidad de parada.

$$L = \frac{A * S^2}{122 + 3.5 * S}$$

La fórmula anterior se basa en una altura de 60 centímetros para los faros del vehículo y un grado de divergencia hacia arriba de los rayos de luz con respecto al eje longitudinal del vehículo. La longitud de una curva vertical cóncava en su expresión más simple es:

$$L = k * A$$

Donde:

L = longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

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

En el siguiente cuadro se indica el valor del coeficiente “K”

Tabla N° 13. Coeficiente K de longitud mínima de curvas verticales-cóncava

Clases de carreteras	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
	(Llano)	(Ondulado)	(Montañoso)	(Llano)	(Ondulado)	(Montañoso)
RI ó RII >8.000 (TPDA)	115	80	43	80	43	28
I 3.000 - 8.000 (TPDA)	80	60	28	60	28	12
II 1.000 - 3.000 (TPDA)	60	43	19	43	28	7
III 300 - 1.000 (TPDA)	43	28	12	28	12	4
IV 100 - 300 (TPDA)	28	12	7	12	3	2
V < 100 (TPDA)	12	7	4	7	3	2

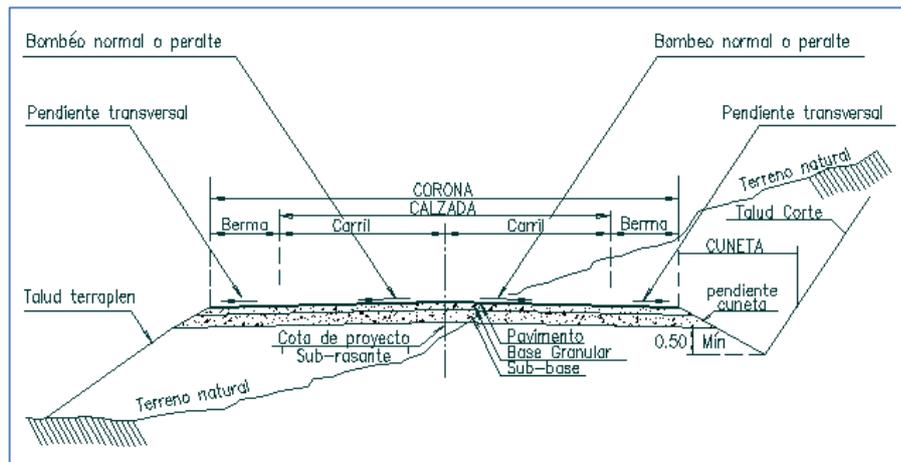
Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” - MTOP 2003

#### 2.4.2.8 Sección Transversal

Se denomina sección transversal o bombeo a la pendiente transversal que se proporciona a la corona de la carretera para permitir que el agua que cae directamente, sobre esta, escurra hacia sus espaldones.

El diseño geométrico transversal de una carretera consiste en la definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal. De esta manera se podrá fijar la rasante y el ancho de la faja que ocupará la futura carretera, y así estimar área y volúmenes de tierra a mover. (Fuente: Cárdenas, 2004)

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



Fuente: Cárdenas 2004

Sin embargo dentro de la transición de la sección en tangente a la de la curva, suele haber un sector donde se complica la conformación de una pendiente transversal adecuada, siendo éste un problema que deberá resolverse en cada caso, en el cual será conveniente considerar la existencia de la pendiente longitudinal.

El diseño geométrico transversal de una carretera radica en la definición de la ubicación y dimensiones de los distintos elementos que forman la misma, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal.

Así se podrá fijar la rasante y el ancho de la faja que ocupará la carretera, y con estos datos poder estimar el área y los volúmenes de tierra a mover. (Fuente: Cárdenas, 2004)

**Calzada.-** Es “la zona de la vía destinada a la circulación de vehículos” y está formada por sus dos carriles, cada uno de los cuales es “la parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos”.

La calzada generalmente es pavimentada o acondicionada con algún tipo de afirmado. Los anchos de carriles recomendados generalmente son de 3,00 y 3,50 m; así, las calzadas serán de 6,00 m y 7,00 m.

**Corona.-** Es la sección que está conformada por la calzada y los espaldones.

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

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

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

**Explanación.-** Es el ancho que corresponde a la faja de terreno que ocupa la construcción de la vía, es decir desde los bordes extremos de los laterales, a continuación de cada cuneta, si la sección es en corte, y con inclinación adecuada al terreno, sigue el talud de corte; pero si la sección es en terraplén o relleno, sigue el talud de relleno, se inicia al borde de la berma correspondiente, dejando entre los dos a veces, un espacio de unos 0,50 m donde se pueden colocar señales de tránsito o barandas.

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

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

Cuando toda una sección transversal está en corte o en relleno, se dice que es sección corte o relleno homogéneos; pero si tiene una parte en corte y otra parte en relleno; es una sección mixta o en media ladera. En los tramos rectos la superficie de la vía tiene una “pendiente transversal que tiene por objeto facilitar el escurrimiento superficial del agua”; esta pendiente generalmente va del eje hacia los bordes, se llama bombeo.

El bombeo de la calzada generalmente tiene valores entre 1% y 3%, según la clase de pavimento; el valor más común es 2%, cuando se trata de pavimentos asfáltico. Las bermas tienen normalmente una pendiente transversal del 4% por razón de que su acabado tiene menos finura que el de la calzada (Fuente: Chocontá, 2002).

#### **2.4.2.9 El tráfico**

El volumen de tráfico es uno de los parámetros más variables, pues cambia para una misma carretera, según el ciclo dentro del cual se lo considere: anual, mensual, semanal, diario y horario; estas variaciones tienen que ser analizadas tanto para proveer el comportamiento futuro de una carretera como para los estudios económicos y de ingeniería de la misma.

Desde el punto de vista del planeamiento, clasificación de carreteras, programación de mejoramiento, estudio económico y determinación de ciertas características de la vía, intervienen el Tráfico Promedio Diario-Anual, o TPDA, como se conoce en las normas del MTOP; corresponde al número de vehículos que pasan por una sección de camino durante un año, dividido por 365, se puede considerar que es la intensidad de tráfico que corresponde al día medio del año.

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual, cuya abreviación es TPDA.

Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1.- En vías de un solo sentido de circulación el tráfico será contado en ese sentido.

2.- En vías de dos sentidos de circulación, se tomara el volumen del tránsito en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.

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

Las proyecciones del tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad y demás datos geométricos.

Tabla N° 14. Periodo de análisis de diseño

Tipo de Carretera	Periodo de diseño (años)
Urbana de Alto Volumen	30 a 50
Rural de Alto Volumen	20 a 50
Pavimentada de bajo Volumen	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo Volumen	10 a 20

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

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.

- **Tránsito Atraído.**- Es el volumen de tránsito que, sin cambiar ni su origen ni su destino, puede ocupar la futura vía pavimentada como ruta alterna, afluyendo a ella a través de otras vías ya existentes.

- **Tránsito Generado.**- En una vía nueva o mejorada es el volumen de tránsito que resulta como consecuencia del desarrollo económico y social de la nueva zona de influencia.

Establecida la tasa de crecimiento para el periodo de estudio se aplica al tráfico actual que esta expresado en TPDA la siguiente fórmula:

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

Donde:

Tp: Tráfico proyectado

Ta: Tráfico actual

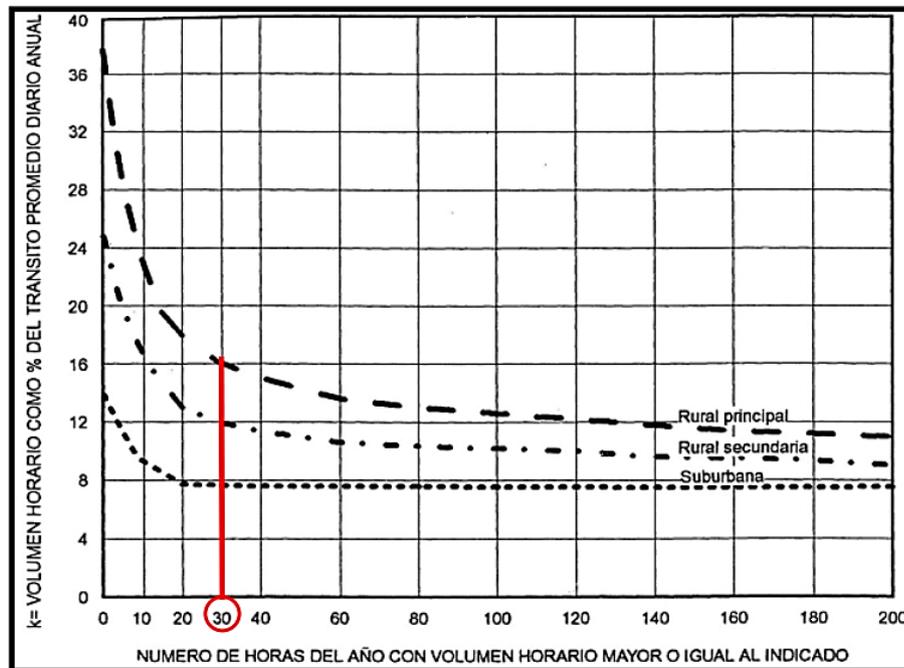
i: Tasa de crecimiento del parque automotor

n: Número de años para los cuales se diseña el proyecto (20)

### Tránsito de Hora Pico (Trigésima hora de diseño)

Para encontrar el tránsito horario que se acople mejor a la economía de las vías se ha usado la curva que presenta los volúmenes horarios del año en orden descendente. El siguiente gráfico muestra la relación entre los volúmenes horarios más altos de año y el TPDA.

Gráfico N°13. Relaciones entre volúmenes horarios y el TPDA



Fuente: Cárdenas 2014

El volumen horario que se debe considerar en el diseño es el volumen trigésimo más alto del año, que es la (30va HD), como se puede observar en la curva tiende a volverse horizontal a partir de este valor; esto quiere decir que desde este punto los demás valores difieren poco.

El gráfico muestra en el eje de las ordenadas los volúmenes de mayor a menor, como porcentajes del TPDA, en el eje de las abscisas se anota el número de horas por año en que el tránsito es mayor o igual al indicado. La curva desciende bruscamente hasta su punto de inflexión, que ocurre normalmente en la denominada trigésima hora de diseño o 30va HD lo cual significa que al diseñar para ese volumen horario, cabe esperar que existan 29 horas en el año en que el volumen será excedido. (Fuente: Lecrair 2001)

El volumen de tránsito de la hora pico o 30va HD está normalmente entre 12 y 18 por ciento del TPDA en el caso de las carreteras rurales, con un término medio bastante representativo del 15 por ciento de dicho TPDA. En carreteras urbanas, este volumen se ubica entre 8 y 12 por ciento del TPDA, por lo que es válido el uso del 10% del TPDA como valor de diseño, a falta de factores propios obtenidos de las investigaciones de tránsito.

#### **2.4.2.10 Suelos**

Se denomina suelo a la parte no consolidada y superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que tiende a desarrollarse en la superficie de las rocas emergidas por la influencia de la intemperie y de los seres vivos (meteorización).

Los suelos son sistemas complejos donde ocurren una vasta gama de procesos químicos, físicos y biológicos que se ven reflejados en la gran variedad de suelos existentes en la tierra.

A grandes rasgos los suelos están compuestos de minerales y material orgánico como materia sólida y agua y aire en distintas proporciones en los poros.

### a. Determinación del CBR del Suelo

El ensayo CBR (Ensayo de Relación de Soporte de California), mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte pero, de la aseveración anterior, es evidente que este número no es constante para un suelo dado, sino que se aplica al estado en el cuál se encontraba el suelo durante el ensayo. De paso, es interesante comentar que el experimento puede hacerse en el terreno o en un suelo compactado.

El número CBR (o simplemente CBR) se obtiene como la relaciona de la carga unitaria (en lbs/plg<sup>2</sup>) necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón (con una área de 19.4 cm<sup>2</sup>) dentro de la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria patrón requerida para obtener la mismo profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado. En forma de ecuación esto es cero, De esta ecuación se puede ver que el CBR es un porcentaje de la carga unitaria patrón.

El CBR se basa en la relación de carga para una penetración de 2.5 mm. Sin embargo, si el valor de CBR a una penetración de 5.0 mm es mayor el ensayo debería repetirse. Si el segundo ensayo, produce nuevamente un valor de CBR mayor de 5.0 mm de penetración, dicho valor debe aceptarse como valor final.<sup>8</sup>

Tabla N° 15. Clasificación cualitativa del C.B.R. del suelo.

C.B.R. (%)	Clasificación Cualitativa del Suelo	Uso
2 - 5	Muy mala	Sub - rasante
5 - 8	Mala	Sub - rasante
8 - 20	Regular - Buena	Sub - rasante
20 - 30	excelente	Sub - rasante
30 - 60	buena	sub - base
60 - 80	Buena	Base
80 - 100	Excelente	Base

Fuente: [www.clasificación.cualitativa/CBRSuelo](http://www.clasificación.cualitativa/CBRSuelo)

---

<sup>8</sup>: [www.laboratorios-determinacion-del-cbr](http://www.laboratorios-determinacion-del-cbr)

## **b. Clasificación de suelos.**

**La grava.-** Está formada por grandes granos minerales con diámetros mayores de ¼ de pulgada. Las piezas grandes se llaman piedras, cuando son mayores a 10 pulgadas se llaman morrillos.

**La arena.-** Se compone de partículas minerales que varían aproximadamente desde ¼ de pulgada a 0.002 pulgadas en diámetros.

**El limo.-** Consiste en partículas minerales naturales, más pequeñas de 0.02 pulgadas de diámetro, las cuales carecen de plasticidad y tienen poca o ninguna resistencia en seco.

**La arcilla.-** Contienen partículas de tamaño coloidal que producen su plasticidad. La plasticidad y resistencia en seco están afectadas por la forma y la composición mineral de las partículas.

## **c. Límites de Atterberg**

Los límites de consistencia o límites de Atterberg se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos, aunque su comportamiento varía a lo largo del tiempo. El nombre de éstos es debido al científico sueco Albert Mauritz Atterberg (1846-1916).

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. (Fuente: ASTM D4318-05 Standard Test Method).

Los ensayos se realizan en el laboratorio y miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad, para ello se forman pequeños cilindros de espesor con el suelo. Siguiendo estos procedimientos se definen tres límites:

**1. Límite líquido.-** Cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido. Para la determinación de este límite se utiliza la cuchara de Casagrande.

Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento normalizado en que una mezcla de suelo y agua, capaz de ser moldeada, se deposita en la Cuchara de Casagrande o Copa de Casagrande, y se golpea consecutivamente contra la base de la máquina, haciendo girar la manivela, hasta que el surco que previamente se ha recortado, se cierre en una longitud de 12 mm (1/2"). Si el número de golpes para que se cierre el surco es 25, la humedad del suelo (razón peso de agua/peso de suelo seco) corresponde al límite líquido.

**2.- Límite plástico.-** Cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado plástico. Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento normalizado pero sencillo consistente en medir el contenido de humedad para el cual no es posible moldear un cilindro de suelo, con un diámetro de 3 mm. Para esto, se realiza una mezcla de agua y suelo, la cual se amasa entre los dedos o entre el dedo índice y una superficie inerte (vidrio), hasta conseguir un cilindro de 3 mm de diámetro. Al llegar a este diámetro, se desarma el cilindro, y vuelve a amasarse hasta lograr nuevamente un cilindro de 3 mm.

**3.- Límite de retracción o contracción.-** Cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y se contrae al perder humedad.<sup>9</sup>

**Índice de plasticidad:** Se calcula el índice plástico de un suelo cohesivo como la diferencia numérica entre su límite líquido y su límite plástico

$$I_p \text{ ó } IP = w_l - w_p$$

#### **2.4.2.11 Pavimento**

Pavimento es una estructura que se construye sobre la subrasante o suelo de fundación, a fin de permitir el movimiento de los vehículos que transportan personas y cargas. En términos generales, esta estructura está destinada a cumplir los siguientes objetivos:

---

<sup>9</sup> [www.wikipedia.org/wiki/Límites\\_de\\_Atterberg](http://www.wikipedia.org/wiki/Límites_de_Atterberg)

- Resistir y distribuir a las capas inferiores los esfuerzos verticales, provenientes del tráfico.
- Mejorar las condiciones de rodadura, con el objeto de dar seguridad y confort.
- Resistir los esfuerzos horizontales, volviendo más durable la superficie.

La estructura de pavimento está conformada por el terreno de fundación o sub-rasante, la capa de sub-base, la capa de base y la capa de rodadura.

**a) Terminología, función y características de cada una de las capas que conforman la estructura de un pavimento.**

- **Suelo de fundación.**- Es aquel que sirve de base para la estructura del pavimento, después de haber terminado el movimiento de tierras y que una vez compactado tiene las secciones transversales y las pendientes específicas.

- **Capa de sub - base.**- Capa de material seleccionado que se coloca sobre la sub-rasante con el propósito de cumplir con los siguientes objetivos:

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

- **Capa de base.**- Su finalidad es absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos, repartiendo uniformemente estos esfuerzos a la capa de sub-base y al terreno de fundación.

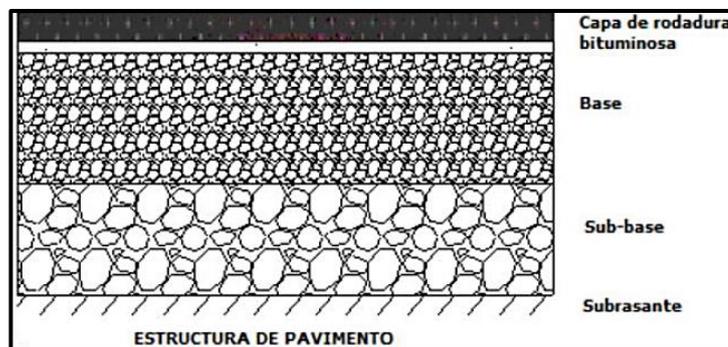
El material que se utiliza para la construcción de una base debe cumplir los siguientes requisitos:

- \* Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura.
- \* No debe presentar cambios de volumen.
- \* El valor del C.B.R. debe ser igual al 100%.

- **Capa de rodadura.**- La calzada ó capa de rodadura que corresponde a la sección transversal del camino destinado a la circulación de los vehículos. Su función es proteger a la base impermeabilizándola, para evitar las filtraciones de agua de lluvia.

También evita el desgaste de la base debido al tráfico de vehículos. Su espesor está en función del CBR de diseño de la sub rasante y del tráfico promedio diario anual que tenga la vía.

Gráfico N° 14: Estructura de pavimento flexible



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” - MTOP 2003.

#### 2.4.2.12 Tipos de Pavimento

##### a) Pavimento flexible

Es una estructura construida con productos bituminosos y materiales granulares.

Se caracteriza por ser elementos continuos con la particularidad de que al aplicar una carga se deforma de manera apreciable en un área relativamente pequeña.

#### 2.4.2.14 Funciones de las capas de Pavimento Flexible

- Sub-rasante.- Servir de fundación del pavimento

- Sub base.- Función económica con respecto al material de base; Capa de transición; Control de deformaciones asociados a cambios volumétricos de la sub-rasante; Resistencia y Facilitar drenaje.

- Base.- Material triturado de mejores características que la sub-base; Resistencia (función principal); Función económica respecto a la carpeta; Función drenante; Antes de pavimentar puede funcionar como superficie de rodadura provisional.

- Imprimación.- Adherir la base a la carpeta; Impermeabilizar contacto base carpeta.

- Capa de rodadura (asfáltica).- Resistencia a la tracción; Impermeabilidad, proporciona superficie uniforme y estable al tránsito

### Especificaciones técnicas para bases y sub-base

- **Sub-bases**

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

Clase 2.- Son construidas por cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de grava

Clase 3.- Son construidas con material obtenido de la excavación para la plataforma o las minas, son materiales más pobres incluso pueden ser redondeadas las partículas.

Tabla N° 16. Límites de granulometría para Sub-bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (76.2 mm)	-----	-----	100
2" (50.4 mm)	-----	100	-----
1 ½" (38.1 mm)	100	70 - 100	-----
N°4 (4.75mm)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
N°40 (0.425mm)	10 - 35	15 - 40	-----
N°200 (0.075mm)	0 - 15	0 - 20	0 20

Fuente: MTOP 2003

- **Bases**

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

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

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

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

A continuación se muestra la tabla de límites de granulometría para la base de agregados. (Fuente: MTOP 2003)

Tabla N° 17. Límites de granulometría para Bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
	Tipo a	Tipo b			
2" (50.4 mm)	100	-----	-----	-----	100
1 ½" (38.1 mm)	70 - 100	100	-----	-----	-----
1" (38.1 mm)	55 - 85	70 - 100	100	-----	60 - 90
¾" (19.0 mm)	50 - 80	60 - 90	70 - 100	100	-----
⅜" (9.5 mm)	35 - 60	45 - 75	50 - 80	-----	-----
N°4 (4.75 mm)	25 - 50	30 - 60	35 - 65	45 - 80	20 - 50
N°10 (2.00 mm)	20 - 40	20 - 50	25 - 50	30 - 60	-----
N°40 (0.425mm)	10 - 25	10 - 25	15 - 30	20 - 35	-----
N°200 (0.075mm)	2 - 12	2 - 12	3 - 15	3 - 15	0 - 15

Fuente: MTOP 2003

Tabla N° 18. Características de las Sub-bases y Bases

Límites		Límite líquido	Índice plástico	% desgaste por	C.B.R.
Sub - base de agregados	Clase 1	≤25	< 6	< 50%	≥ 30%
	Clase 2				
	Clase 3				
Base de Agregados	Clase 1	< 25	< 6	< 40%	≥ 80%
	Clase 2				
	Clase 3				
	Clase 4				

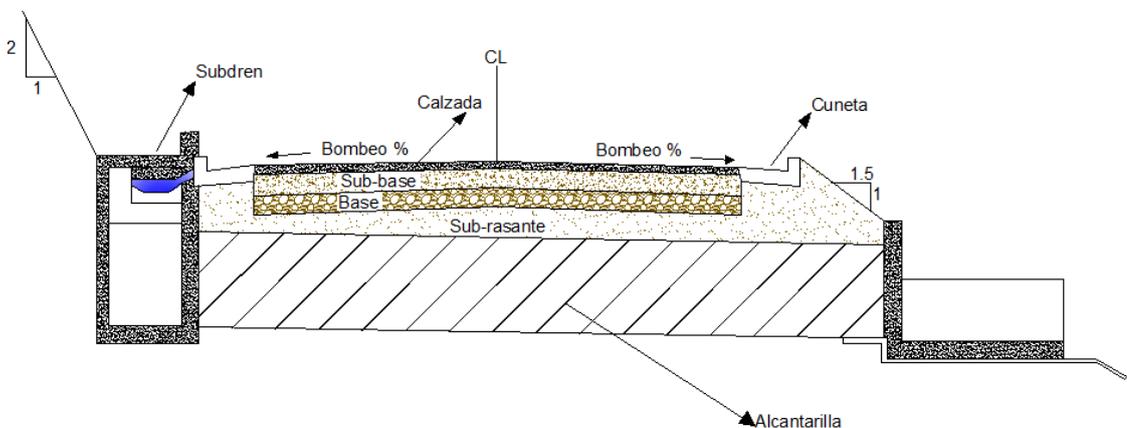
Fuente: MTOP 2003

### 2.4.2.15 Sistema de drenaje

Las obras de drenaje vial son elementos estructurales cuya finalidad es evacuar el agua acumulada por efectos de precipitaciones y de escorrentía. Las estructuras de drenaje vial pueden ser de control y protección. Las estructuras de drenaje vial trabajan directamente sobre la carretera dividiéndose estas en obras de drenaje de arte menor y obras de drenaje de arte mayor.

Entendiéndose por obras de drenaje de arte menor el drenaje longitudinal (cunetas, cunetas de coronación, sub-drenaje) y al drenaje transversal (alcantarillas).<sup>10</sup>

Gráfico N° 15. Sistema de Drenaje Vial



Fuente: [www.sistema/drenaje/vias/ejemplo](http://www.sistema/drenaje/vias/ejemplo)

<sup>10</sup> [www.wiki/Sistema\\_de\\_drenaje](http://www.wiki/Sistema_de_drenaje)

## **Drenaje Longitudinal**

Toda agua que fluye a lo largo de la superficie de la calzada de una vía, tanto como el agua pluvial que circula a través de la calzada, como el agua aportada por los taludes adyacentes a la vía, debe ser encausada y evacuada de tal manera que no produzca daños a la estructura de la vía ni afecte su transitabilidad.

Para evitar dichos efectos negativos que el agua puede causar a la vía se consideraran los tipos de obras hidráulicas necesarias para captar y eliminar las aguas que se acumulan a lo largo de la plataforma o estructura vial. El drenaje longitudinal deberá proyectarse como una red o conjunto de redes que recoja el agua y la conduzca hacia el punto de desagüe restituyendo a su cauce natural.

## **Cunetas**

Las cunetas son canales o zanjas longitudinales revestidas o sin revestir, abiertas en el terreno que se construyen a ambos lados o a un solo lado de la vía, con el propósito de recibir y conducir el agua pluvial que se escurre por la calzada, el agua que escurre por los taludes de cortes y a veces la que escurre de pequeñas áreas adyacentes. Cuando las cunetas superan el corte del terraplén, se prolongan a lo largo del pie del terraplén dejando una berma convencional entre dicho pie y el borde de la cuneta para evitar que se remoje el terraplén lo cual es causa de asentamientos. (Fuente: MTOP 2003)

Estas obras tienen la finalidad de conducir el agua a un drenaje natural o una obra transversal con el propósito de alejarla rápidamente de la zona urbana, en ocasiones puede servir como defensa de pequeños derrumbes. Además de esta función principal las cunetas prestan otros tipos de funciones útiles para el correcto funcionamiento de la infraestructura vial como son: Evacuación de las aguas infiltradas tanto en el terreno firme como en el terreno circundante.

## **Tipos de Cunetas**

Existen diversos tipos de secciones empleadas en la construcción de cunetas. Si bien es cierto existen algunas secciones que hidráulicamente son mejores que

otras, no es éste el único factor que debe intervenir en la geometría de una cuneta, los siguientes factores deben también ser tomados en cuenta:

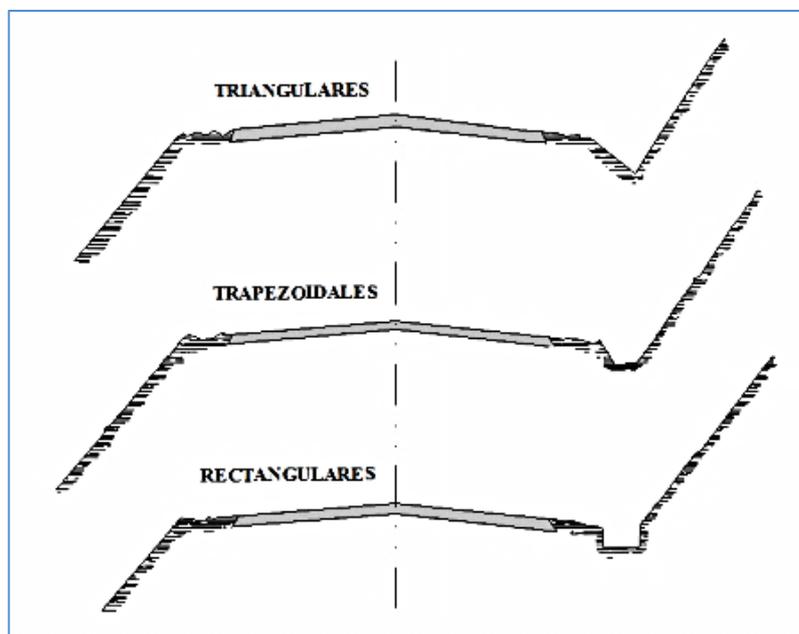
a) Sección hidráulica apropiada.- Para la evacuación del caudal máximo previsto en el área de estudio.

b) Garantizar seguridad.- Se debe evitar secciones con pendientes abruptas y puntos angulosos, ya que, estos podrían provocar el vuelco del vehículo por lo que estos podrían caer en las cunetas por algún tipo de razón.

c) Durabilidad.- La infraestructura debe ser elaborada con materiales adecuados y procurando un cuidado en la ejecución de forma que se mantenga operativa con los mínimos costos de mantenimiento y reparación.

d) Simplicidad.- Geométrica, de forma que su ejecución sea rápida barata y eficaz  
Las cunetas pueden ser triangulares, trapezoidales y rectangulares, se recomienda las de sección triangular para vías por su seguridad y facilidad de mantenimiento.

Gráfico N° 16. Tipología de Cunetas



Fuente: MTOP 2003

## **Parámetros de diseño**

Las cunetas pueden construirse con diferentes materiales en función de la velocidad de circulación del agua, magnitud que depende directamente de la inclinación longitudinal de la cuneta, que suele coincidir con la adoptada para la vía. Una velocidad superior a la tolerable (4.5 m/s ) causaría arrastres de partículas y erosiones de la superficie de la cuneta, reduciendo la funcionalidad de la cuneta, por lo que en el presente diseño se comprobó que la velocidad de flujo a través de la cuneta no sobrepase dicho valor.

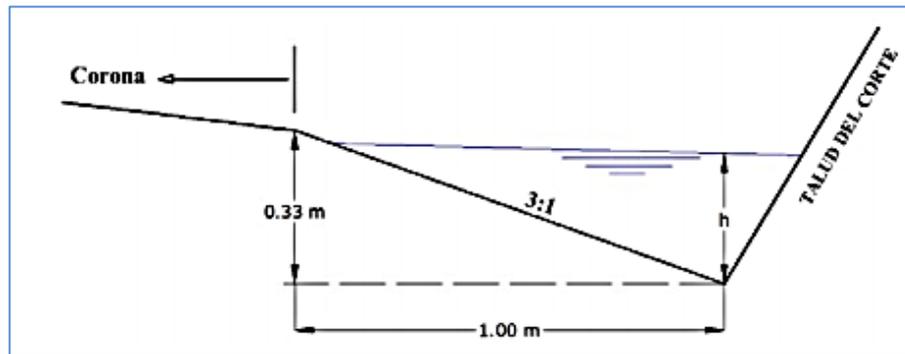
De ser necesario esta se podría revestir con un material hidráulicamente más competente, cuando se presentan factores como:

- En zonas de elevada pendiente: donde la velocidad de agua que circula por gravedad es alta.
- Velocidad del agua sea muy baja: produciendo sedimentación de materiales, este fenómeno ocurre en pendientes inferiores al 1 %.
- Donde la conservación resulte difícil: generalmente en las vías urbanas.

El área hidráulica de cuneta se determina con base al caudal máximo de diseño, a la sección transversal, a la longitud, a la pendiente y a la velocidad.

El periodo de diseño de las cunetas depende del tipo de proyecto vial, sin embargo se recomienda realizar el cálculo para un periodo de retorno de 25 años. La precipitación de diseño se considera de 20 a 30 min de duración. (Fuente: Cárdenas 2004).

Gráfico N° 17. Cuneta



Fuente: MTOP (2003)

### Alcantarillas

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

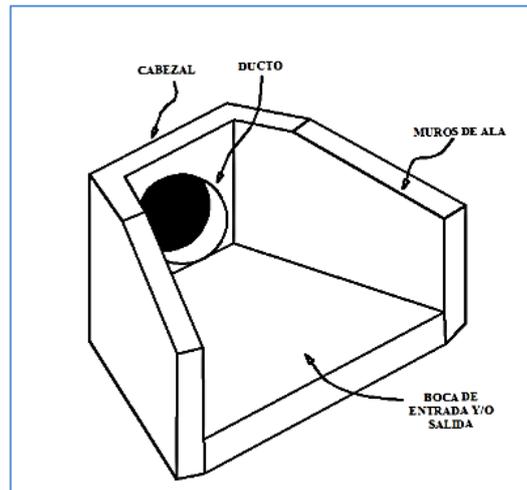
Las alcantarillas son conductos cerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversales y por debajo del nivel de subrasante de una carretera, con el objeto de conducir, hacia cauces naturales, el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos o esteros, canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial de la carretera.

Según las condiciones topográficas del corredor de la carretera, se considera que las alcantarillas servirán para drenar: planicies de inundación o zonas inundables, cuencas pequeñas definidas ó para coleccionar aguas provenientes de cunetas.

Los elementos constitutivos de una alcantarilla son: el ducto, los cabezales, los muros de ala en la entrada y salida, y otros dispositivos que permitan mejorar las condiciones del escurrimiento y eviten la erosión regresiva debajo de la estructura (Fuente: MTOP, 2003).

En la siguiente gráfica se muestra más detalladamente la alcantarilla y sus diferentes componentes.

Gráfico N° 18. La alcantarilla y sus elementos



Fuente: MTOP (2003)

## 2.5. HIPÓTESIS

El diseño geométrico de la vía, el diseño de la estructura del pavimento y Sistema de Drenaje Vial entre las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo, cantón Quero, provincia de Tungurahua, mejorará la calidad de vida de los habitantes.

## 2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

### 2.6.1 Variable Independiente

Diseño geométrico de la vía, el diseño de la estructura del pavimento y Sistema de drenaje Vial entre las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Vejo, cantón Quero, provincia de Tungurahua.

### 2.6.2 Variable Dependiente

Calidad de vida de los habitantes

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

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

##### **3.1.1 Investigación de Campo**

Se utiliza la investigación de campo en las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo, con el fin de recolectar datos reales de la situación actual del sector, los mismos que sirven como una fuente importante en la toma de decisiones al dar la solución al problema.

##### **3.1.2 Investigación Bibliográfica**

En cuanto a la información bibliográfica se realizan las respectivas consultas en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, de hechos similares o de las mismas características con el propósito de conocer y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualización y criterios de diversos autores sobre el tema, además se obtuvo información en el Gobierno Municipal del Cantón Quero.

##### **3.1.3 Investigación Experimental**

La investigación de laboratorio se utilizó para realizar análisis de muestras del suelo donde haya problemas de derrumbes o humedad, que produzca inestabilidad al realizar el diseño geométrico de la vía este proceso de estudio.

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

##### **3.2.1 Nivel Exploratorio.**

La presente investigación es de tipo exploratorio dado que los datos previos son necesarios para acercarse al problema investigado, con el objetivo de obtener

resultados eficientes, así también facilita la formulación de una hipótesis y de alguna manera admite delinear la investigación.

### **3.2.2 Nivel Descriptivo**

La investigación de tipo descriptivo con lleva al hecho mismo del análisis real actual de la incomunicación entre las comunidades de Llimpe Chico Llimpe Grande, parroquia Quero, cantón Quero, provincia de Tungurahua.

Relacionando así la situación de la misma con los beneficiarios directos y las situaciones que mejoraron de manera preponderante con la realización del presente proyecto.

### **3.2.3 Asociación de Variables**

El tipo de investigación claramente con respecto a la asociación de variables determina la realidad presente con una finalidad práctica, es así, una relación de causa y efecto entre los factores inmersos en el proceso.

### **3.2.4 Nivel Explicativo**

El tipo de investigación explicativo facilita el hecho de la solución misma del problema, pues el adecuado sistema vial se hará en su totalidad para mejorar las condiciones de la calidad de vida de los habitantes de Llimpe Chico Llimpe Grande.

## **3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.3.1 Población**

La población de investigación está definida por las personas beneficiadas de las comunidades Llimpe Chico Llimpe Grande y Pueblo Viejo, cantón Quero, provincia de Tungurahua con un aproximado de 5249 habitantes.

### 3.3.2 Muestra

Para calcular la muestra de los habitantes se determinó mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

n = tamaño de la muestra

N= población adoptada

E= error admitido

E= 5%

$$n = \frac{5249}{0.05^2(5249-1)+1}$$

N=5249

$$n = \frac{5249}{14.12}$$

n=?

n = 372 habitantes

## 3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### 3.4.1 Variable Independiente

El diseño geométrico de la vía, el diseño de la estructura de pavimento y el Sistema de drenaje vial entre las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande, Pueblo Viejo del cantón Quero, provincia de Tungurahua.

Tabla N° 19. Tabla de características de la variable independiente.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICO
<b>Diseño geométrico de la Vía.</b> - Es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido la carretera queda definida por el trazado de su eje en planta, en perfil y por el trazado de su sección transversal.	Alineamiento Horizontal	*Velocidad de diseño *Curvas circulares *Distancia de visibilidad *Radio mínimo *Peralte *Sobreechancho *Longitud de transición *Peralte *Sobreechancho *Longitud de transición	¿Cuál es la velocidad de diseño? ¿Cuáles son los elementos de las curvas circulares? ¿Cuáles son las distancias de visibilidad? ¿Cuál es el radio mínimo? ¿Cuál es el peralte máximo? ¿Cuál es el sobreechancho mínimo? ¿Cuál es la longitud de transición?	- Estación Total - Receptor satelital - Normas MTOP - Software
	Alineamiento Vertical	*Gradientes *Curvas verticales: - Cóncavas - Convexas	¿Cuál es la gradiente máxima? ¿Qué tipos de curvas existen?	
	Sección Transversal	*Sección típica *Calzada *Bombeo	¿Cómo es la sección típica ¿Qué ancho tiene la calzada? ¿Cuál es el bombeo natural?	
<b>Diseño de la estructura del pavimento.</b> -Combinación de capas de sub-base, base y capa de rodadura colocada sobre una subrasante, para soportar las cargas de tránsito y distribuir los esfuerzos en la plataforma.	Sub - rasante	*C.B.R.	¿Cuál es el CBR de la subrasante?	-Ensayos de suelos -SUCS -Formularios -Método AASHTO-93 -Especificaciones MTOP 2003
	Sub - base	*Granulometría *Coeficiente de desgaste *Índice plasticidad *Límite líquido *C.B.R.	¿Cuál es su granulometría? ¿Cuál es su coeficiente de desgaste? ¿Cuál es su IP? ¿Cuál es su LL? ¿Cuál es el CBR de la sub-base?	
	Base	*Granulometría *Coeficiente de desgaste *Índice plasticidad *Límite líquido *C.B.R.	¿Cuál es su granulometría? ¿Cuál es su coeficiente de desgaste? ¿Cuál es su IP? ¿Cuál es su LL? ¿Cuál es el CBR de la Base?	
	Carpeta Asfáltica	*TPDA *Número de ejes equivalentes	¿Cuál es su TPDA? ¿Cuál es su número de ejes equivalentes?	
<b>Sistema de drenaje vial.</b> - Son las obras de captación y conducción que permiten interceptar el agua que escurre hacia la carretera, desalojarla rápidamente en forma controlada hacia un cauce natural para preservar la buena condición del pavimento.	Cunetas	*Caudal *Dimensiones	¿Cuál es el caudal de las cunetas? ¿Qué dimensiones poseen las cunetas?	-Fórmulas de Maning -Método Racional
	Alcantarillas	*Caudal *Diámetro	¿Cuál es el caudal de las alcantarillas? ¿Qué diámetro tienen las alcantarillas?	

Autor: María M. Ocaña Ramos

### 3.4.2 Variable dependiente

Calidad de vida de los habitantes.

Tabla N° 20. Tabla de características de la variable dependiente.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICO
Calidad de vida, es el bienestar económico, cultural, ambiental y social de acuerdo a la percepción de cada individuo que dependerá del aumento de la productividad de la zona.	Desarrollo Social	- Salud - Educación	¿Tienen un subcentro de salud en buenas condiciones?  ¿Qué nivel de educación tienen los habitantes del sector?	- Encuesta - Cuestionario - Entrevista - Observación
	Desarrollo Económico	- Comercio - Agricultura - Turismo	¿A qué actividad laboral se dedican los habitantes?  ¿Tienen facilidad para transportar sus productos?	- Observación - Encuesta - Entrevista

Autor: María M. Ocaña Ramos

### 3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la recolección de información se realizó un cuestionario, utilizando como técnica la Encuesta, para realizar esta encuesta se determinó cuál es el objetivo para buscar una solución a las condiciones actuales del sistema de comunicación existente, la cual fue dirigida a la población de las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo.

En la observación de campo se estudiaron los hechos en el ambiente natural del sector en estudio, utilizando como instrumento el cuaderno de notas.

Los ensayos de suelos se los efectuó en el laboratorio de suelos de la facultad, se lo realizó con la finalidad de ponerse en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que se investiga, como en los ensayos de compactación y C.B.R.

### 3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La tabulación y análisis de resultados de la encuesta realizada y la representación gráfica ayuda a reconocer dentro del sector en porcentajes a los habitantes afectados por este problema y aquellos que se beneficiarían.

El estudio de suelos determinó las características de la capacidad portante para el diseño de la estructura del pavimento.

Se realizó el conteo de tráfico con lo cual se clasificó la vía de acuerdo al TPDA según las Normas del Ministerio de Obras Públicas MTOP 2003

Los datos obtenidos con el levantamiento topográfico se trasladaron al software Autocad Civil 3d, con la finalidad de realizar los diferentes diagramas de diseño y procesar la información obtenida en campo.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La recolección de información en el campo, permitió estimar la condición de vida actual de los habitantes y la aplicación de los resultados a la valoración de la situación social y la percepción del problema que se presente en el área del proyecto con el fin de plantear soluciones óptimas que garanticen el aumento en la calidad de vida de los habitantes del sector.

##### 4.1.1 Análisis de resultados de las encuestas

Fundamentalmente para conocer la situación actual de las comunidades en estudio se realizó una encuesta general mediante visitas domiciliarias a cada una de las familias y personas aledañas, mediante la participación cordial de las comunidades se cumplió el objetivo propuesto.

A continuación se presentan los análisis de resultados de la encuesta de 10 preguntas aplicada a los habitantes las comunidades en estudio.

##### Pregunta N°1

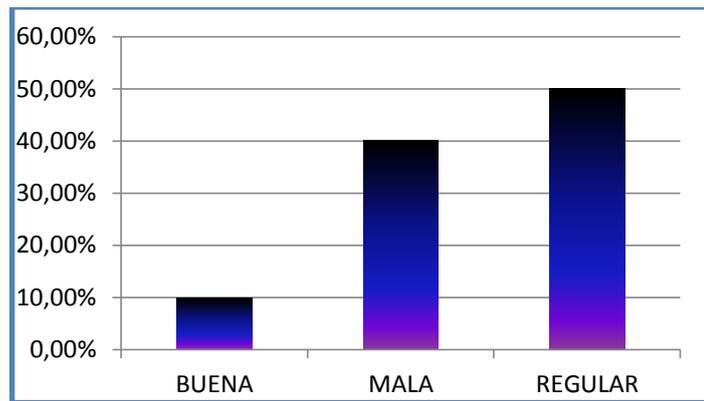
¿Cuál es la condición de la vía en su comunidad actualmente?

Tabla N° 21. Condiciones de la vía

Condición	N° Personas	%
Buena	37	9.95%
Mala	149	40.05%
Regular	186	50.00%
Total:	372	100.00%

Autor: María M. Ocaña Ramos

Gráfico N° 19. Condiciones de la vía



Autor: María M. Ocaña Ramos

**Análisis:**

El resultado de la encuesta realizada a los moradores del sector en estudio determina que el 50% de la población estima que la vía en estudio presenta una condición regular, que en palabras de los moradores, no está ni bien ni mal, el 40,05% estimó que la vía se encuentra en malas condiciones y solo el 9,95% indicó que a su criterio la vía se encuentra en buenas condiciones.

**Pregunta N°2**

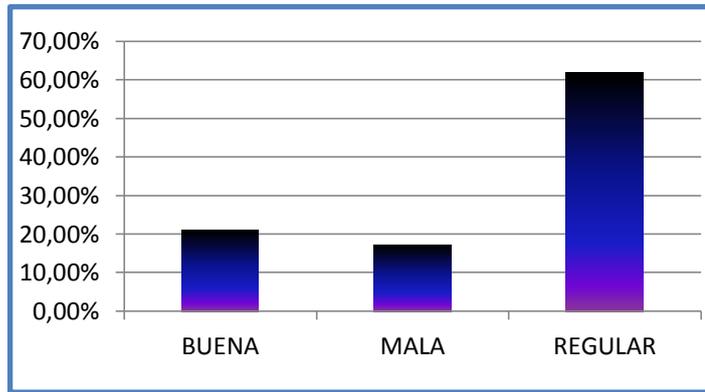
¿Cómo califica usted la calidad de vida de los habitantes de su comunidad?

Tabla N° 22. Calidad de Vida actual

Calidad	N° Personas	%
Buena	78	20.97%
Mala	64	17.20%
Regular	230	61.83%
Total:	372	100.00%

Autor: María M. Ocaña Ramos

Gráfico N° 20. Calidad de Vida



Autor: María M. Ocaña Ramos

**Análisis:**

Según el resultado de la encuesta realizada a los moradores del sector en estudio se demuestra que el 61,83% de la población encuestada afirma que la calidad de vida actual que lleva es regular, el 17,20% que es mala y un 20,97% nos menciona que la calidad de vida que conllevan es buena.

**Pregunta N°3**

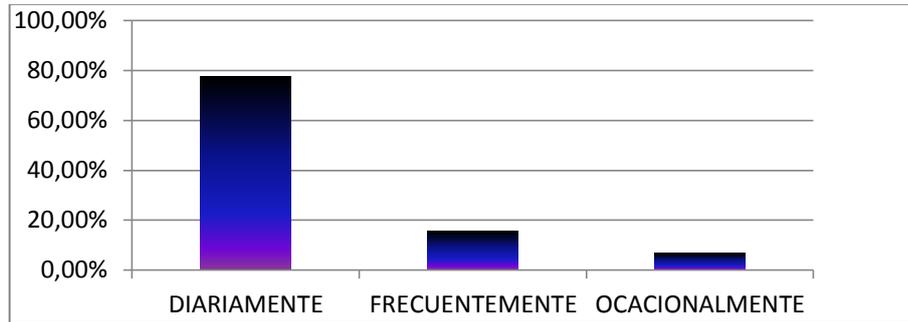
¿Con qué frecuencia utiliza la vía?

Tabla N° 23. Frecuencia de uso de la vía

Frecuencia	N° Personas	%
Diariamente	289	77.69%
Frecuentemente	58	15.59%
Ocasionalmente	25	6.72%
Total:	372	100.00%

Autor: María M. Ocaña Ramos

Gráfico N° 21. Frecuencia de uso de la vía



Autor: María M. Ocaña Ramos

**Análisis:**

El resultado de la encuesta muestra que el 6,72% de la población encuestada de las comunidades del sector en estudio ocasionalmente utiliza la vía, el 15,59% utilizan la vía con frecuencia y el 77,69% de los moradores de las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo utilizan la vía en su diario vivir.

**Pregunta N°4**

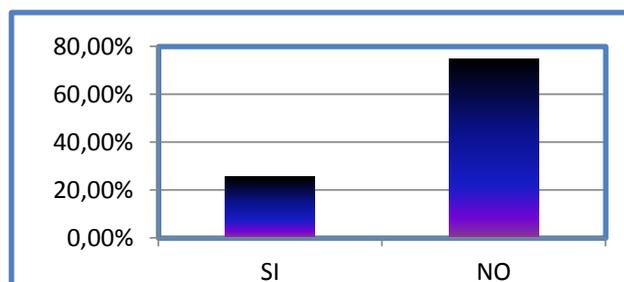
¿Tiene facilidad al transportar sus productos en esta vía?

Tabla N° 24. Facilidad de Transporte de carga

Respuesta	N° Personas	%
Si	94	25.27%
No	278	74.73%
Total:	372	100.00%

Autor: María M. Ocaña Ramos

Gráfico N° 22. Facilidad de Transporte de carga



Autor: María M. Ocaña Ramos

### **Análisis:**

La encuesta realizada a la población del sector en estudio indica claramente que la mayoría de la población, representando un 74,73% no tiene facilidad al transportar los productos en la vía y la cuarta parte de la población siendo un 25,27% de la misma si tiene facilidad al transportar sus productos en la vía.

### **Pregunta N°5**

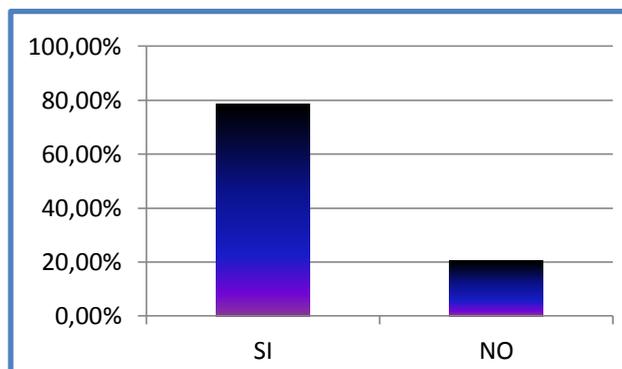
¿Estaría usted dispuesto a ceder parte de su terreno para el mejoramiento de la vía?

Tabla N° 25. Mejoramiento Vial

Respuesta	N° Personas	%
Si	292	78.49%
No	80	21.51%
Total:	372	100.00%

Autor: María M. Ocaña Ramos

Gráfico N° 23. Mejoramiento Vial



Autor: María M. Ocaña Ramos

### **Análisis:**

En la encuesta realizada a la población de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo del cantón Quero se muestran los resultados indicando que el 21,51% de su población no cree necesario el mejoramiento de la vía, mientras que el 78,49% si cree necesario el mejoramiento de la vía, siendo éste porcentaje una mayoría importante.

### Pregunta N°6

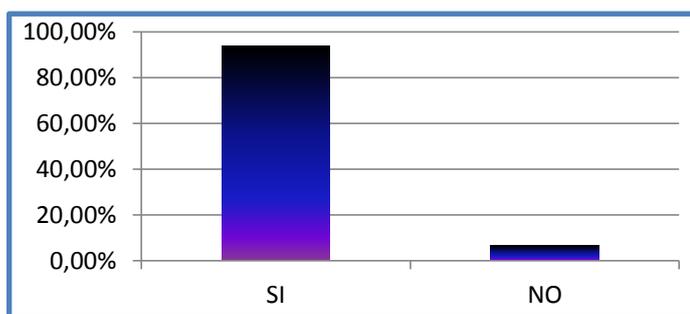
¿Existen vías alternas a su comunidad?

Tabla N° 26. Existencia de vías alternas

Respuesta	N° Personas	%
Si	348	93.55%
No	24	6.45%
Total:	372	100.00%

Autor: María M. Ocaña Ramos

Gráfico N° 24. Existencia de vías alternas



Autor: María M. Ocaña Ramos

### Análisis:

Los resultados de la encuesta muestran que el 6,45% de su población no tienen vías alternas a su comunidad, y que la mayoría de la población donde se encontraron éstos resultados fue en la comunidad de Llimpe Grande; mientras que, un 93,55% si tiene vías alternas de comunicación a su comunidad.

### Pregunta N°7

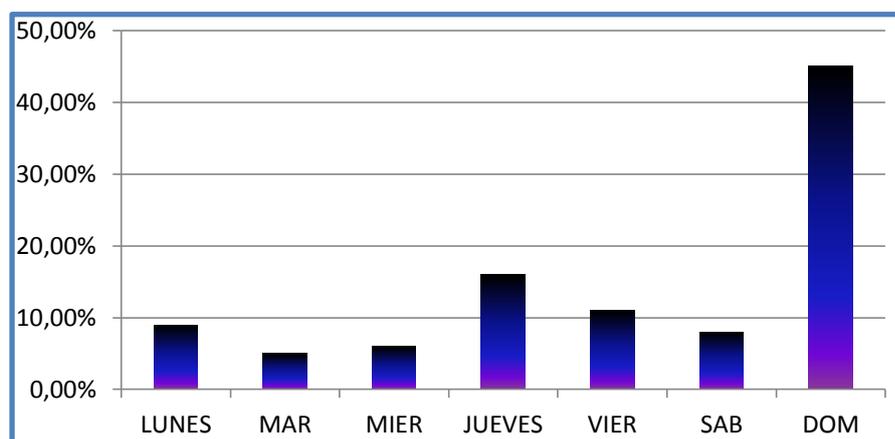
¿En qué días existe una mayor afluencia de tráfico en su comunidad?

Tabla N° 27. Días de mayor afluencia de tráfico

Días	N° Personas	%
Lunes	34	9.14%
Martes	19	5.11%
Miércoles	22	5.91%
Jueves	60	16.13%
Viernes	41	11.02%
Sábado	30	8.07%
Domingo	166	44.62%
Total:	372	100.00%

Autor: María M. Ocaña Ramos

Gráfico N° 25. Días de mayor afluencia de tráfico



Autor: María M. Ocaña Ramos

### Análisis:

En la encuesta realizada a la población del sector en estudio del cantón Quero indica que los días con más afluencia de tráfico en la vía son los días Jueves, Viernes y Domingo, con un 16,13%, 11,02% y un 44,62% de la población respectivamente, y que los días Lunes, Martes, Miércoles y Sábado son los días con menos afluencia de tráfico en la vía, con un 9,14%, 5,11%, 5,91% y 8,07% de la población de las comunidades encuestadas respectivamente.

### Pregunta N°8

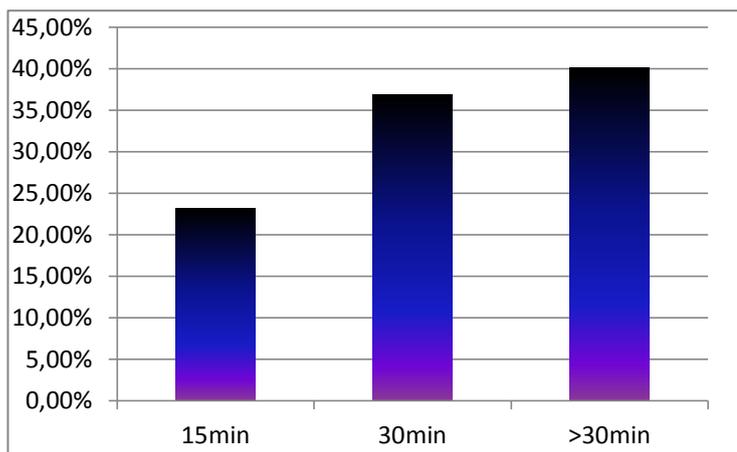
¿Qué tiempo tarda usted en llegar a su comunidad desde el centro de la ciudad?

Tabla N° 28. Tiempo de retorno a la comunidad

Tiempo	N° Personas	%
15 min	86	23.12%
30 min	137	36.83%
>30 min	149	40.05%
Total:	372	100.00%

Autor: María M. Ocaña Ramos

Gráfico N° 26. Tiempo de retorno a la comunidad



Autor: María M. Ocaña Ramos

### Análisis:

Según resultados en la encuesta realizada a la población en estudio, muestra que el 40,05% de los habitantes tardan más de 30 min en llegar a su comunidad respectivamente, el 36,83% tardan aproximadamente media hora y el menor porcentaje de 23,12% tarda 15min en llegar a su respectiva comunidad.

### Pregunta N°9

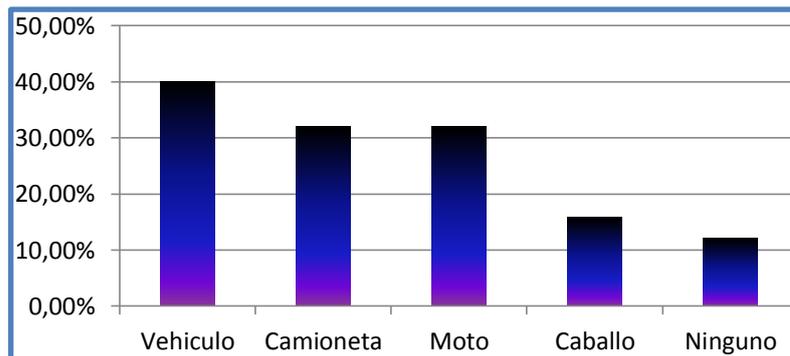
¿Qué medio de transporte utiliza con regularidad?

Tabla N° 29. Medio de transporte utilizado

Transporte	N° Personas	%
Automóvil	49	13.17%
Camioneta	100	26.88%
Moto	119	31.99%
Caballo/burro	59	15.86%
Ninguno	45	12.10%
Total:	372	100.00%

Autor: María M. Ocaña Ramos

Gráfico N° 27. Medio de transporte utilizado



Autor: María M. Ocaña Ramos

### Análisis:

Los resultados de la encuesta realizada a los habitantes de las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y pueblo Viejo, muestra que el 12,10% de los habitantes no utilizan ningún medio de transporte, mientras que el 15,86% utiliza en su mayoría animales para transportarse como caballos y burros, el 31,99% se transportan en motocicleta, un 26,88% de la población en estudio se transporta en camioneta y por último un 13,17% en automóvil.

### Pregunta N°10

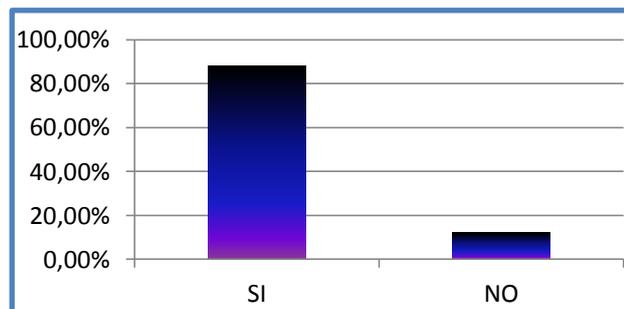
¿Cree usted que el mejoramiento de la vía aumentará el desarrollo socio-económico de su comunidad?

Tabla N° 30. Desarrollo socio-económico

Respuesta	N° Personas	%
Si	327	87.90%
No	45	12.10%
Total:	372	100.00%

Autor: María M. Ocaña Ramos

Gráfico N° 28. Desarrollo socio-económico



Autor: María M. Ocaña Ramos

### Análisis:

Según la encuesta realizada a los habitantes de las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y pueblo Viejo del cantón Quero, indica un porcentaje mayoritario de 87,90% de la población en estudio que si cree que el mejoramiento de la vía aumentará el desarrollo socio-económico de su comunidad, y por tanto el 12,10% restante cree que el mejoramiento de la vía no aumentará el desarrollo socio-económico de su comunidad.

#### 4.1.2 Análisis de resultados del estudio Topográfico

La vía en estudio se encuentra atravesando las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo, iniciando en el km 0+000.00 en la comunidad de Llimpe Chico y termina en el km 4+003.00 en la comunidad de Pueblo Viejo.

En el transcurso del levantamiento topográfico se ha podido observar las características del suelo, pendientes, caminos transversales y demás características físicas propias del terreno, se realizó una faja topográfica con un ancho de 50 m mínimo a lo largo de la vía con curvas de nivel cada 5 m y cada metro, tomando en cuenta la dificultad de la realización del levantamiento topográfico por la cantidad de árboles de mayor tamaño a lo largo de los laterales de la vía.

#### 4.1.3 Análisis de resultados del estudio de tráfico.

El proyecto vial está diseñado basándose a estudios de tráfico reales, de los diferentes tipos estándar de automóviles que transitan en ambas direcciones, en 7 días de la semana, durante 12 horas, se ha realizado el conteo de tráfico cada 15 minutos, en la abscisa 4+000.00 del proyecto, en la comunidad de Llimpe Chico, ingresando a Pueblo Viejo.

A consecuencia se aprecia una mayoría bastante significativa de tráfico liviano y una minoría de tráfico pesado., datos que serán considerados para el diseño de la vía en estudio.

El día de mayor tráfico según el estudio realizado es el domingo 19 de abril del 2015 y la hora pico es 6:15 a 7:30 am.

Tabla N° 31. Volumen de tráfico vehicular durante la hora pico.

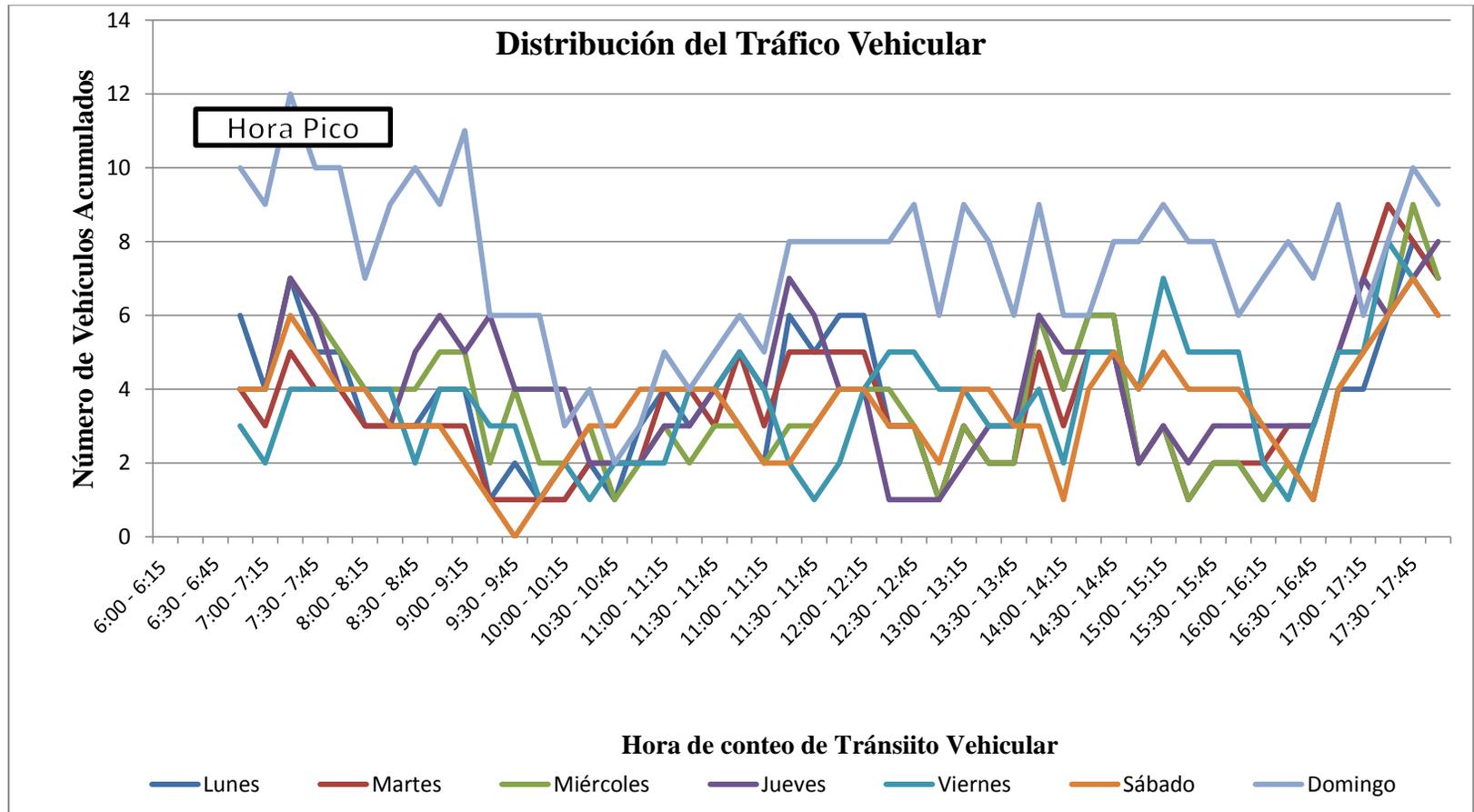
Horas	Livianos		Pesados	Total
	Automóvil	Camionetas	C2-G	
6:30 - 6:45	1	1	1	3
6:45 - 7:00		2		2
7:00 - 7:15	1	2	1	4
7:15 - 7:30	2	1		3
Total:	4	6	2	12

Autor: María M. Ocaña Ramos

La tabla de volumen de tráfico muestra que en la hora de mayor volumen de tráfico tuvo 10 vehículos livianos, un total de 4 automóviles y 6 camionetas y 2 camiones de dos ejes, con un total de 12 vehículos que circularon en la hora pico.

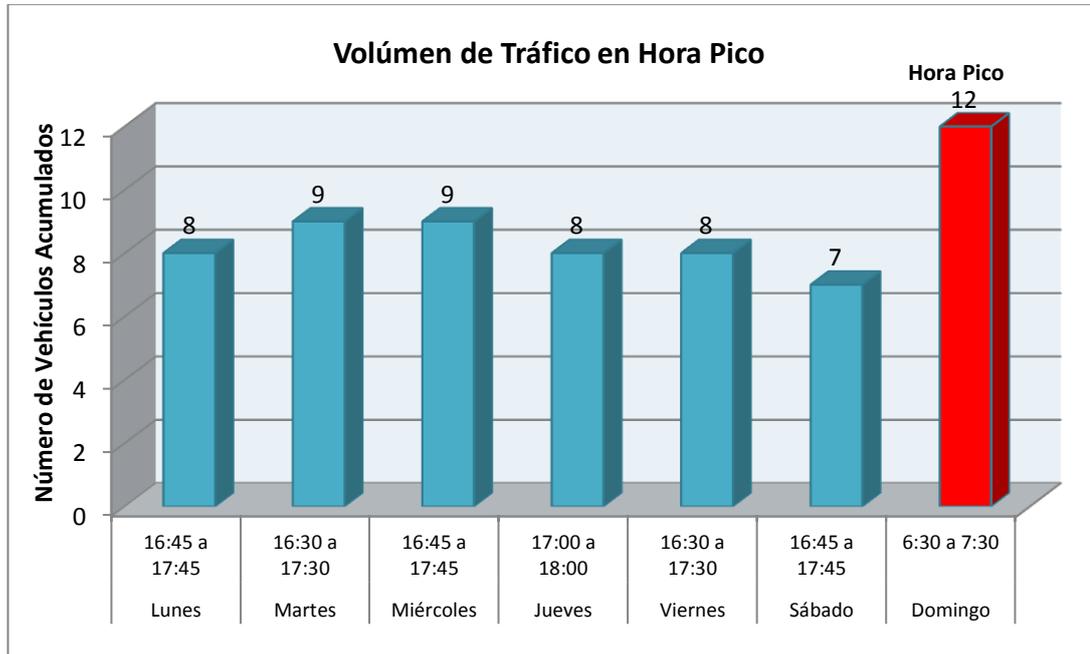
A continuación se mostrará un gráfico de los volúmenes de tráfico reales tomados en los 7 días de estudio de tráfico durante las 12 horas, que muestra con más claridad el día y la hora pico.

Gráfico N° 29. Distribución de Tráfico Vehicular



**Autor:** Autor: María M. Ocaña Ramos

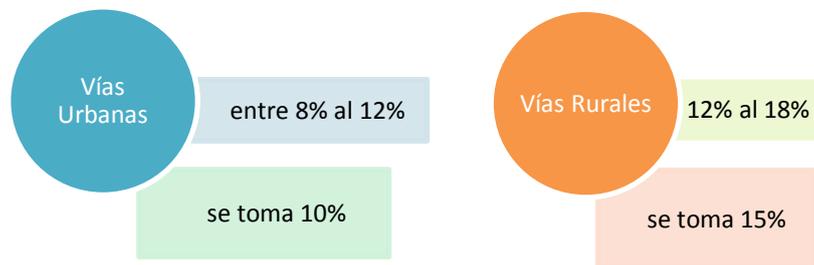
Gráfico N° 30. Volumen del tránsito en hora pico.



Autor: María M. Ocaña Ramos

**Cálculo del TPDA con el método de la 30va. Hora de diseño.**

Según el método de la 30va Hora de diseño el volumen del tránsito de la hora pico esta entre el 12% al 18% del TPDA para sectores rurales, tomando para la vía actual en estudio un 15% como porcentaje medio para el cálculo respectivo, como se muestra en la siguiente gráfica



Durante la hora pico se reportó un tránsito vehicular de:

Vehículos Livianos: 4 automóviles +6 camionetas=10

Vehículos Pesados: 2 de tipo C-2G

VHP (30va. HD) = 15% TPDA

$$TPDA_{actual} = \frac{VHP}{k}$$

TPDA= 10/0.15 = 67 vehículos. (para vehículos livianos).

TPDA= 2/0.15 = 14 vehículos. (para vehículos pesados).

Tabla N° 32. Tráfico Promedio diario anual.

Vehículos	VHP (por tipo)	TPDA
Livianos	10	67
Camión C-2G	2	14
	TPDA=	81 vehículos

Autor: María M. Ocaña Ramos

### Cálculo del Tránsito atraído (10% TPDA)

$$T_{at} = 10\% * TPDA_{actual}$$

$T_{at} = 10\% * 67 \text{ vehículos} = 7 \text{ vehículos}$  (para vehículos livianos).

Tabla N° 33. Tráfico atraído ( $T_{at}$ )

Vehículos	TPDA	$T_{at}$
Livianos	67	7
Camión C-2G	14	2
	$T_{at}$	9 vehículos

Autor: María M. Ocaña Ramos

### Tránsito Actual ( $T_{ac}$ )

$$T_{ac} = TPDA + \text{Tránsito Atraído } (T_{at})$$

$T_{ac} = 67+7=74 \text{ vehículos}$  (vehículos livianos)

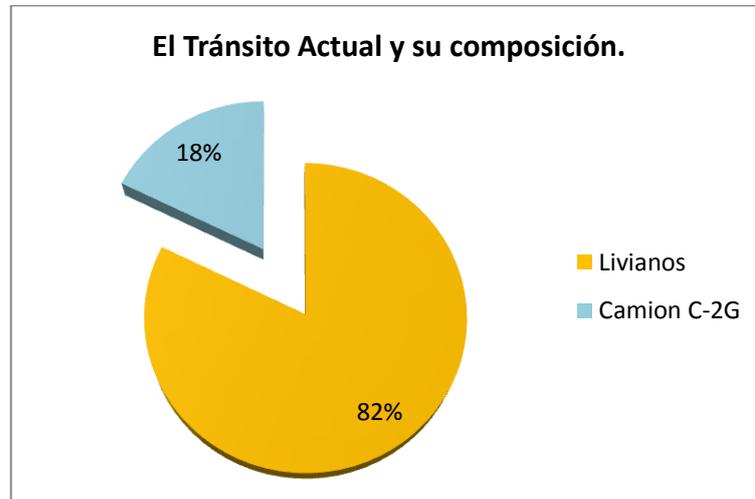
$T_{ac} = 14+2=16 \text{ vehículos}$  (vehículos pesados)

Tabla N° 34. Tránsito Actual ( $T_{ac}$ ) y sus componentes

Vehículos	TPDA	$T_{at}(10\%TPDA)$	Tránsito Actual	%
Livianos	67	7	74	82.22%
Camión C-2G	14	2	16	17.78%
Total:	81	9	<b>90</b>	100.00%

Autor: María M. Ocaña Ramos

Gráfico N° 31. El tráfico Actual y su composición.



Autor: María M. Ocaña Ramos

### Tránsito Proyectado ( $T_p$ )

El tránsito actual se proyecta al tiempo de diseño de proyecto, con las tasas de crecimiento vehicular respectivas, tomando en cuenta un periodo de diseño de 20 años y un índice de crecimiento del 3.25% para vehículos livianos y de 1.58% para vehículos pesados tipo camión C-2G, para el veinteavo año respectivamente.

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

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

$$T_p = 74 (1+0.0325)^{20}$$

$$T_p = 141 \text{ vehículos} \quad (\text{vehículos livianos})$$

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

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

$$T_p = 16 (1+0.0158)^{20}$$

$$T_p = 22 \text{ vehículos} \quad (\text{vehículos pesados})$$

Los datos tomados como índice de crecimiento anual del tráfico se obtuvieron de la siguiente tabla.

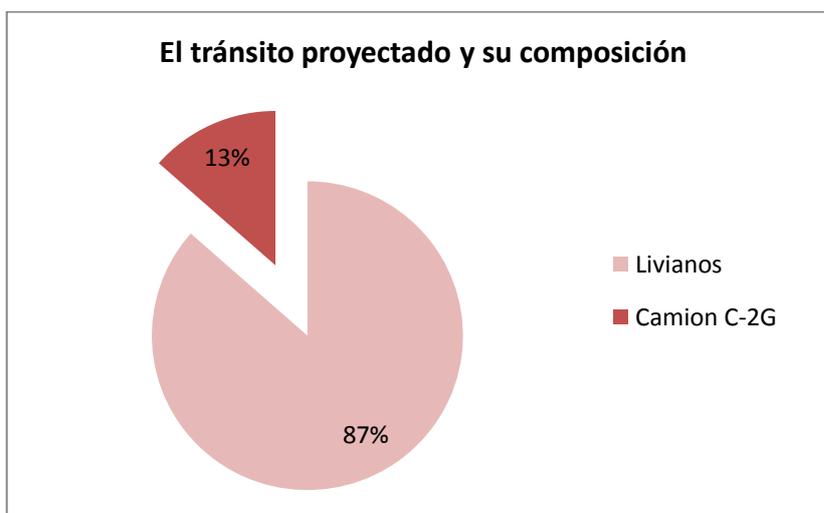
Año	índice de crecimiento %		
	livianos	buses	camiones
2015 - 2019	3.97%	1.97%	1.94%
2020 - 2024	3.57%	1.78%	1.74%
2025 - 2035	3.25%	1.62%	1.58%

Tabla N° 35. Composición de tráfico actual y proyectado

Vehículos	Tránsito Actual	Tránsito proyectado (20 años)	%
Livianos	74	147	86.50%
Camión C-2G	16	22	13.50%
Total:	90	<b>169</b>	100.00%

Autor: María M. Ocaña Ramos

Gráfico N° 32. El tráfico proyectado y su composición.



Autor: María M. Ocaña Ramos

A continuación una tabla de datos que muestra la composición de tránsito actual y la del tráfico proyectado.

Tabla N° 36. Cálculo de la composición del tráfico actual y proyectado

AÑO	% Crecimiento			Tránsito promedio diario				W18 acumulado
	livianos	buses	camiones	TPDA total	livianos	buses	camiones C-2G	
2015	3.97%	1.97%	1.94%	90	74	0	16	1677
2016	3.97%	1.97%	1.94%	94	77	0	17	3458
2017	3.97%	1.97%	1.94%	97	80	0	17	5239
2018	3.97%	1.97%	1.94%	101	84	0	17	7020
2019	3.97%	1.97%	1.94%	105	87	0	18	8906
2020	3.57%	1.78%	1.74%	108	90	0	18	10792
2021	3.57%	1.78%	1.74%	111	93	0	18	12678
2022	3.57%	1.78%	1.74%	116	97	0	19	14668
2023	3.57%	1.78%	1.74%	119	100	0	19	16658
2024	3.57%	1.78%	1.74%	123	104	0	19	18648
2025	3.25%	1.62%	1.58%	126	107	0	19	20638
2026	3.25%	1.62%	1.58%	130	110	0	20	22733
2027	3.25%	1.62%	1.58%	134	114	0	20	24828
2028	3.25%	1.62%	1.58%	138	118	0	20	26923
2029	3.25%	1.62%	1.58%	143	122	0	21	29123
2030	3.25%	1.62%	1.58%	146	125	0	21	31323
2031	3.25%	1.62%	1.58%	151	130	0	21	33523
2032	3.25%	1.62%	1.58%	156	134	0	22	35828
2033	3.25%	1.62%	1.58%	160	138	0	22	38133
2034	3.25%	1.62%	1.58%	165	143	0	22	40438
2035	3.25%	1.62%	1.58%	169	147	0	22	42743

Autor: María M. Ocaña Ramos

#### 4.1.4 Análisis de resultados de los estudios de suelos.

Los estudios de suelo representan una base y además son datos fundamentales para el diseño vial y para su posterior construcción, ya que determinan la clase de suelo en el que vamos a construir y también las posibles falencias del suelo.

Los datos de capacidad de carga y densidad que se obtienen son un referente primordial a la hora de la construcción de la vía, ya que el correcto uso de estos datos para compactar el suelo determina la calidad de construcción de la vía.

El sitio de ubicación de cada toma de muestra de suelo a ensayarse se ha tomado en un previo reconocimiento el lugar, mediante la obtención de calicatas por perforación manual a cielo abierto, lo cual se realizó en un día poco soleado, en las abscisas situadas en: km 0+000, km 1+000, km 2+000, km 3+000, y km 4+000.

Las muestras se llevaron al laboratorio estandarizado de ensayos de suelos, los resultados obtenidos se los presenta en el anexo del presente proyecto.

- **Límites de Atterberg**

Corresponden a los límites líquido, plástico y el índice plástico, en el presente proyecto, el límite plástico y el índice plástico tienen un valor nulo ya que tratamos con un suelo Arenoso-Limoso.

Tabla N° 37. Ensayos de Límites de Atterberg

Ubicación de muestras	Ensayos de Límites de Atterberg		
	Límite líquido	Límite Plástico	Índice plástico
km 0+000	18.5	0	0
km 1+000	20.8	0	0
km 2+000	20.4	0	0
km 3+000	20.3	0	0
km 4+000	20.4	0	0

Autor: María M. Ocaña Ramos

- **Compactación**

Los ensayos de compactación se realizaron mediante normas estandarizadas como son la AASHTO T-180, mediante el método de AASHTO modificado, en los cuáles se determinan la densidad máxima y la humedad óptima de cada muestra.

Tabla N° 38. Ensayos de Compactación

Ubicación de muestras	Ensayos de Compactación	
	$\gamma$ máx. (densidad máxima)	$\omega$ óptima (humedad óptima)
km 0+000	1.68	15
km 1+000	1.75	11.5
km 2+000	1.68	15
km 3+000	1.638	18.2
km 4+000	1.641	18.1

Autor: María M. Ocaña Ramos

- **C.B.R. de diseño**

Según recomienda el Instituto de Asfalto, el mejor criterio a tomarse para la determinación de la resistencia de diseño, recomienda tomar un valor total, que alguno de los valores en porcentaje sean mayor o iguales que los individuales, de acuerdo al tránsito que deberá circular.

Tabla N° 39. Valor de resistencia de diseño

Ubicación de muestras	C.B.R.	Porcentaje
km 0+000	15	100.0
km 1+000	15.2	80.0
km 2+000	16.0	60.0
km 3+000	17.5	40.0
km 4+000	21	20.0

Autor: María M. Ocaña Ramos

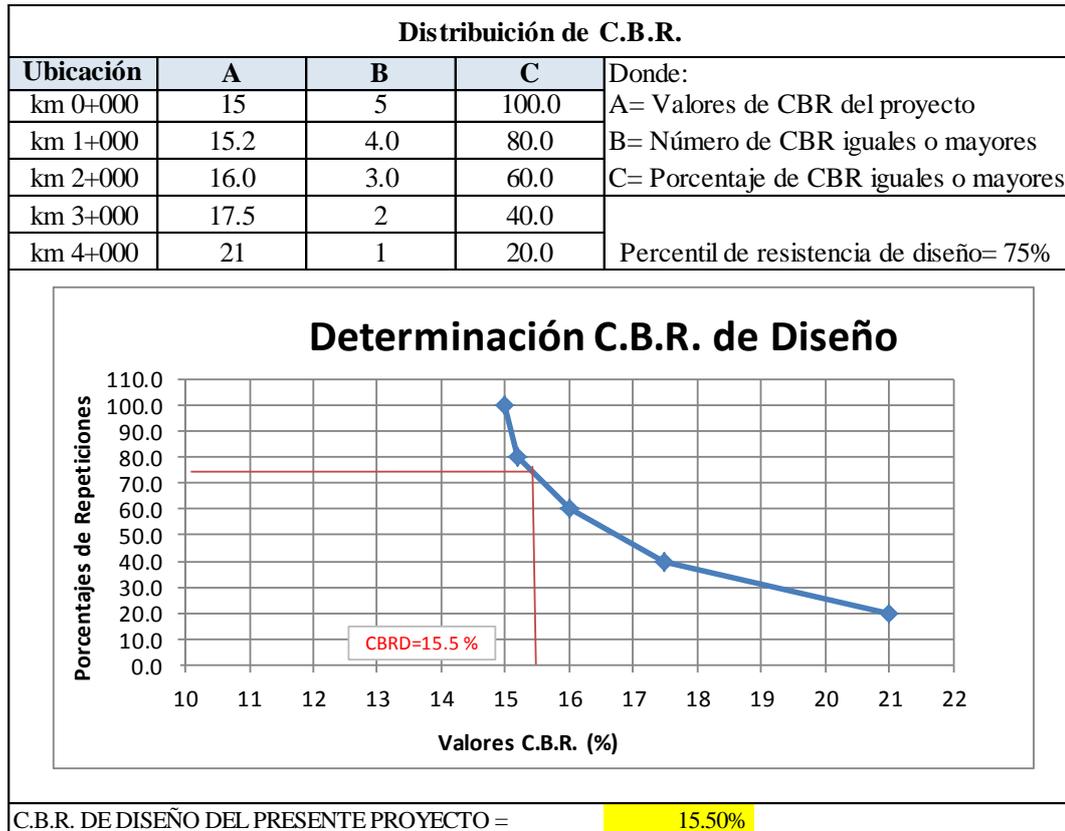
Tabla N° 40. Valor de resistencia de diseño

N° de ejes de 8.2 ton en carril de diseño	Porcentaje a seleccionar para resistencia
$< 10^4$	60%
$10^4 - 10^6$	75%
$> 10^6$	87.5%

Fuente: AASHTO (1993)

Según el número de ejes equivalentes para el presente proyecto de  $4.27 \text{ E } +04$ , el porcentaje a utilizarse según la tabla anterior es del 75%.

Tabla N° 41. Distribución del C.B.R.



Autor: María M. Ocaña Ramos

Como se puede apreciar en el gráfico, se determinó un diseño de C.B.R. del 15.50%, mediante un percentil de resistencia de diseño del 75% que se indica en la tabla número 32, tomando en cuenta los ensayos realizados en 5 calicatas, ubicadas a una distancia de separación de 1 km cada una a lo largo de la vía en estudio.

Tabla N° 42. Clasificación del suelo según su C.B.R.

C.B.R.	Clasificación	
0 - 5	Sub-rasante	muy mala
5 - 10		mala
11 - 20		regular - buena
21 - 30		muy buena
31 - 50	Sub - base -buena	
51 - 80	Base -buena	
81 - 100	Base - muy buena	

Fuente: MTOP (2003)

La vía en estudio según los datos del C.B.R. se podría clasificar como un suelo regular a bueno, dato que ha sido obtenido mediante varios ensayos de suelo como son los de granulometría (según SUCS) donde indica que el suelo es de tipo arenoso-limoso y además que no presenta índice de plasticidad al ser un suelo friccionante, todas éstas características serán tomadas en cuenta para el diseño de la estructura de pavimento de la vía en estudio.

## **4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS**

### **4.2.1 Interpretación de datos de las encuestas**

#### **Pregunta N°1**

¿Cuál es la condición de la vía en su comunidad actualmente?

El 50% de la población estima que la vía en estudio presenta una condición regular, que en palabras de los moradores, no está ni bien ni mal, el 40,05% estimó que la vía se encuentra en malas condiciones y solo el 9,95% indicó que a su criterio la vía se encuentra en buenas condiciones.

#### **Pregunta N°2**

¿Cómo califica usted la calidad de vida de los habitantes de su comunidad?

El 61,83% de la población encuestada afirma que la calidad de vida actual que lleva es regular, el 17,20% que es mala y un 20,97% nos menciona que la calidad de vida que conllevan es buena.

#### **Pregunta N°3**

¿Con qué frecuencia utiliza la vía?

El 6,72% de la población encuestada de las comunidades del sector en estudio ocasionalmente utiliza la vía, el 15,59% utilizan la vía con frecuencia y el 77,69% de los moradores de las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo utilizan la vía en su diario vivir.

#### **Pregunta N°4**

¿Tiene facilidad al transportar sus productos en esta vía?

El 74,73% no tiene facilidad al transportar los productos en la vía y la cuarta parte de la población siendo un 25,27% de la misma si tiene facilidad al transportar sus productos en la vía.

#### **Pregunta N°5**

¿Estaría usted dispuesto a ceder parte de su terreno para el mejoramiento de la vía?

El 20,43% de su población no cree necesario el mejoramiento de la vía, mientras que el 78,49% si cree necesario el mejoramiento de la vía, siendo éste porcentaje una mayoría importante.

#### **Pregunta N°6**

¿Existen vías alternas a su comunidad?

El 6,45% de su población no tienen vías alternas a su comunidad, y que la mayoría de la población donde se encontraron éstos resultados fue en la comunidad de Llimpe Grande; mientras que, un 93,55% si tiene vías alternas de comunicación a su comunidad.

#### **Pregunta N°7**

¿En qué días existe una mayor afluencia de tráfico en su comunidad?

Los días con más afluencia de tráfico en la vía son los días Jueves, Viernes y Domingo, con un 16,13%, 11,02% y un 44,62% de la población respectivamente, y que los días Lunes, Martes, Miércoles y Sábado son los días con menos afluencia de tráfico en la vía, con un 9,14%, 5,11%, 5,91% y 8.7% de la población de las comunidades encuestadas respectivamente.

### **Pregunta N°8**

¿Qué tiempo tarda usted en llegar a su comunidad desde el centro de la ciudad?

El 40,05% de los habitantes tardan más de 30min en llegar a su comunidad respectivamente, el 36,83% tardan aproximadamente media hora y el menor porcentaje de 23,12% tarda 15min en llegar a su respectiva comunidad.

### **Pregunta N°9**

¿Qué medio de transporte utiliza con regularidad?

El 12,10% de los habitantes no utilizan ningún medio de transporte, mientras que el 15,86% utiliza en su mayoría animales para transportarse como caballos y burros, el 31,99% se transportan en motocicleta, un 26.88% de la población en estudio se transporta en camioneta y por último un 13.17% en automóvil.

### **Pregunta N°10**

¿Cree usted que el mejoramiento de la vía aumentará el desarrollo socio-económico de su comunidad?

El porcentaje mayoritario de 87,90% de la población en estudio que si cree que el mejoramiento de la vía aumentará el desarrollo socio-económico de su comunidad, y por tanto el 12,10% restante cree que el mejoramiento de la vía no aumentará el desarrollo socio-económico de su comunidad.

#### **4.2.2 Interpretación de datos del estudio topográfico**

Con respecto a la topografía a lo largo de la vía en estudio existe un terreno llano, con muy pocas ondulaciones, pese a que a sus alrededores presenta terreno montañoso la vía en sí se puede decir que es llana con pendientes de máximo del 5.0% y mínima del 0.05%, por lo que se puede apreciar poco movimiento de tierras, que significaría economizar los costos de construcción.

También se indica que la vía no cuenta con cunetas ni con alcantarillas, por lo que el terreno en mayor parte absorbe el agua lluvia, también es notable que la vía no presenta un bombeo adecuado y hasta se puede decir que es nulo.

#### **4.2.3 Interpretación de datos del estudio de tráfico**

Los vehículos livianos son el transporte utilizado con más frecuencia por las comunidades aledañas de la vía en estudio, pero se tomaron en cuenta los vehículos pesados para el diseño geométrico de la vía, aunque son pocos en su transitabilidad pero nos darán un dato relevante que servirá para realizar el diseño de la estructura de pavimento, además los vehículos pesados proporcionan información de la carga que soportará la vía en estudio.

En tanto al tránsito proyectado para un periodo de 20 años de diseño fue de un valor de 169 vehículos, lo cual según las Normas de diseño geométrico del MTOP 2003 la vía según el tráfico se coloca en el IV orden, dentro del rango de 100 a 300 vehículos, siendo ésta vía un camino vecinal.

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

Para verificar la hipótesis se utilizó el estadígrafo Chi-cuadrado o  $\chi^2$  de Pearson, que nos permite contrastar dos o más grupos ante una misma interrogante. A causa que la población del sector en estudio es muy pequeña, la población estudiada fueron todos sus moradores, por ende el margen de error es casi nulo.

Al realizar el análisis de las encuestas en la calidad de vida a los habitantes de las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo y basándonos en el análisis de los datos conseguidos, que la calidad de vida de los habitantes se encuentra en un nivel bajo.

El que se haga el diseño geométrico de la vía y el diseño del pavimento entre las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo del cantón Quero, provincia de Tungurahua, mejorara la calidad de vida de sus pobladores.

### 4.3.1 Modelo Lógico

$H_0$  = No se mejorará la calidad de vida de los habitantes del entre las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo, cantón Quero, provincia de Tungurahua con el diseño geométrico de la vía y el diseño del pavimento.

$H_1$  = Si se mejorará la calidad de vida de los habitantes del entre las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo, cantón Quero, provincia de Tungurahua con el diseño geométrico de la vía y el diseño del pavimento.

### 4.3.2 Modelo Matemático

$$H_0 = O = E$$

$$H_1 = O \neq E$$

$$x^2 = \sum \left[ \frac{(O - E)^2}{E} \right]$$

### 4.3.3 Modelo Estadístico

#### 4.3.3.1 Selección del nivel de significación

Se utiliza el nivel de significancia para la verificación de la hipótesis con un valor de  $\alpha = 0.95$

#### 4.3.3.2 Descripción de la población

Se utiliza como muestra al total de la población que fue encuestada de las comunidades de Llimpe Chico y Llimpe Grande y Pueblo Viejo del cantón Quero, provincia de Tungurahua.

#### 4.3.3.3 Especificación del estadístico

Se trata de un cuadro de contingencia de 4 filas por 2 columnas.

Tabla N° 43. Tabla de frecuencias obtenidas

<b>Cuadro de frecuencias obtenidas</b>				
#	Preguntas	Respuestas		Total
		Si	No	
4	Tiene facilidad al transportar sus productos en esta vía?	94	278	372
5	¿Estaría usted dispuesto a ceder parte de su terreno para el mejoramiento de la vía?	292	80	372
6	¿Existen vías alternas a su comunidad?	348	24	372
10	¿Cree usted que el mejoramiento de la vía aumentará el desarrollo socio-económico de su comunidad?	327	45	372
Total:		1061	427	1488

Autor: María M. Ocaña Ramos

Tabla N° 44. Tabla de frecuencias esperadas

<b>Cuadro de frecuencias esperadas</b>				
#	Preguntas	Respuestas		Total
		Si	No	
4	Tiene facilidad al transportar sus productos en esta vía?	265.25	106.75	372
5	¿Estaría usted dispuesto a ceder parte de su terreno para el mejoramiento de la vía?	265.25	106.75	372
6	¿Existen vías alternas a su comunidad?	265.25	106.75	372
10	¿Cree usted que el mejoramiento de la vía aumentará el desarrollo socio-económico de su comunidad?	265.25	106.75	372
Total:		1061	427	1488

Autor: María M. Ocaña Ramos

Tabla N° 45. Tabla de contingencia

<b>Tabla de contingencia</b>					
Respuesta	O	E	O-E	(O-E) <sup>2</sup>	(O-E) <sup>2</sup> /E
SI	94	265,25	-171,25	29326,56	110,56
SI	292	265,25	26,75	715,56	2,70
SI	348	265,25	82,75	6847,56	25,82
SI	327	265,25	61,75	3813,06	14,38
NO	278	106,75	171,25	29326,56	274,72
NO	80	106,75	-26,75	715,56	6,70
NO	24	106,75	-82,75	6847,56	64,15
NO	45	106,75	-61,75	3813,06	35,72
Total:					534,74

Autor: María M. Ocaña Ramos

### 4.3.7 Especificación de las regiones de aceptación o rechazo

Se procede a determinar los grados de libertad ( $gl$ ) considerando que el cuadro tiene 4 filas ( $f$ ) por 2 columnas ( $c$ ).

$$x^2_c = 534.74$$

En la tabla de distribución de chi cuadrado con cuatro grados de libertad y un nivel de significación de 0.05 el chi cuadrado es  $x^2_t=9.49$

Tabla N° 46. Tabla de distribución de Chi Cuadrado

TABLA 3-Distribución Chi Cuadrado $\chi^2$															
P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad															
v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418

Fuente: Tablas Estadísticas/Distribución Chi –Cuadrado, dirección electrónica

[http://labrad.fisica.edu.uy/docs/tabla\\_chi\\_cuadrado.pdf](http://labrad.fisica.edu.uy/docs/tabla_chi_cuadrado.pdf)

Nomenclatura:

$x^2$  = Chi cuadrado de Pearson

$H_0$  =Hipótesis nula: “No hay diferencia o no hay dependencia entre variables”  $H_1$  =Hipótesis afirmativa: “Hay diferencia o si hay dependencia entre variables”  $\alpha$

= Nivel de Significancia

$gl$  = Grados de Libertad

$f$  = Número de Filas

$c$  = Número de Columnas

E = Producto Esperado

O = Producto Observado

$\chi^2_c$  = Chi - cuadrado Calculado

$\chi^2_t$  = Chi - cuadrado de la Tabla de Distribución

Por tanto:

Si  $\chi^2_t \leq \chi^2_c$  se acepta la hipótesis de trabajo y se rechaza la hipótesis nula.

De donde:

$H_0$ =Hipótesis nula

$H_1$ =Hipótesis trabajo

$$\chi^2_t \leq \chi^2_c$$

$$9.49 \leq 534,74$$

Por ende se rechaza el  $H_0$

Realizado el análisis de resultados de la encuesta se determina que mejorará notablemente la calidad de vida de los habitantes de las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo, con el diseño geométrico de la vía, el diseño de la estructura de pavimento y el sistema de drenaje vial, a razón de ser un servicio de transporte y comunicación que contribuirá significativamente a su desarrollo social y económico.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- Los habitantes de las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo del cantón Quero en la Provincia de Tungurahua no tienen una vía de comunicación en condiciones transitables, por lo cual deben transitar por vías alternas a su comunidad, muchos de ellos a pie.
- La población en estudio de las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo del cantón Quero en la provincia de Tungurahua fue de un total de 372 habitantes, ya que es un sector muy poco poblado se puede considerar un valor casi total de su población.
- El mejoramiento de la vía contribuirá notablemente en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.
- Los habitantes tienen que trasladar sus productos para comercializarlos o para traerlos a sus comunidades por vías alternas mediante animales de carga o si son llevados por algún transporte terrestre lo hacen solo hasta los sectores donde es accesible el vehículo.
- Según los estudios realizados se puede concluir que el mejoramiento lineal y transversal de la vía será la mejor manera para mejorar las condiciones actuales de la misma.

- La calidad de vida de los habitantes de las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo del cantón Quero en la provincia de Tungurahua tiene un nivel de vida en promedio bajo.
- El estado de la vía es lastrada, con un ancho promedio de 4 metros a lo largo de la misma, sin embargo ésta se encuentra con abundante vegetación, debido al inapropiado mantenimiento y a que se encuentra rodeada de árboles a ambos lados de la vía.
- La vía posee una topografía de tipo ondulada con pendientes longitudinales en promedio de entre 5% al 7%.
- La velocidad de diseño que se ha adoptado es de 35 km/h de acuerdo a las normativas del MTOP, para una vía de tipo IV, en terreno ondulado.
- De acuerdo a las normativas del MTOP, se adoptó según los cálculos un radio mínimo de 30m para el diseño lineal de la vía.
- El peralte máximo calculado para una vía con velocidades de diseño menores a 50 km/h es del 8%, la cual se adapta a nuestra vía.
- Según las normativas del MTOP, la distancia de rebasamiento es de 150 m, y la distancia de parada es de 35 m.
- Los estudios de suelos determinaron un C.B.R del suelo de fundación del 15.5%, valor que según el SUCS indica un suelo tipo S.M. (Arena limosa).
- Los valores del índice de crecimiento para la proyección del tránsito son índices actualizados utilizados por la MTOP.

- El estudio del tráfico muestra un valor de 159 vehículos en el final del periodo de diseño, lo que muestra que la vía se clasifica de IV orden, tipo camino vecinal, según la normativa MTOP.
- Para una vía tipo IV, de orden camino vecinal como la vía del presente estudio, un ancho de calzada mínimo de 6.00 m y con una sección típica, mínima de cunetas para el sistema de drenaje.
- Las capas de la estructura del pavimento tienen las siguientes dimensiones, la carpeta asfáltica de 5 cm, la base de 10 cm y la sub-base de 10 cm.
- La sub-base es de clase 3, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de la Máquina de los Ángeles, un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25, con un CBR igual o mayor del 30%.
- La base es de clase 4, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 40%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de la Máquina de los Ángeles, un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25, con un CBR igual o mayor del 80%.
- La señalización se colocará según normativas del MTOP y normas INEN referente a la señalización horizontal y vertical, las dimensiones establecidas para las señales informativas, turísticas y de servicios son de 2,40 m \* 1,20 m, las señales preventivas y reglamentarias de 0,75 m \* 0,75m.
- La realización de este proyecto causará un impacto ambiental medio debido a la deforestación que se llevará a cabo a lo largo de la vía.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Es de gran importancia dar a cada comunidad el estudio de las condiciones actuales de la vía, debido a que las propiedades varían en cada sector.
- Se recomienda realizar reuniones con la comunidad, previo la construcción del proyecto para informar y sobretodo resolver las inquietudes de la población beneficiaria; además de socializar con la comunidad en el proceso constructivo de las diferentes etapas del proyecto.
- Después de ya realizada la entrega definitiva del proyecto realizar mantenimiento vial continuo por parte de las autoridades municipales del cantón Quero, a fin de preservar la vida útil de la vía.
- Es recomendable y debido a normas ambientales y de seguridad, al momento de la construcción procurar una señalización visible en cada etapa de trabajo de construcción, a fin de evitar posibles accidentes de la población del sector y de los diferentes transeúntes.
- Utilizar materiales de buena calidad para optimizar la calidad de construcción.
- Respetar la normativa ambiental vigente en el proceso constructivo para no causar daños ambientales ni daños al grupo obrero y de trabajo.
- Respetar la normativa constructiva según el MTOP, ya que en base a dichas normas se ha realizado el estudio y el diseño.

## CAPÍTULO VI

### PROPUESTA

**Tema:** El diseño geométrico, el diseño de la estructura de pavimento y el sistema de drenaje vial de la vía que une las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo, cantón Quero, provincia de Tungurahua para mejorar la calidad de vida de los habitantes.

#### 6.1 DATOS INFORMATIVOS

##### 6.1.1 Ubicación

Las comunidades de Llimpe chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo se encuentra a una distancia de 17.0 km aproximadamente del sector centro del Cantón Quero, ubicado a unos 20 minutos en la parte noreste del cantón. Según información proporcionada por el G.A.D. Municipal del Cantón Quero, Provincia de Tungurahua, la vía en estudio está delimitada por:

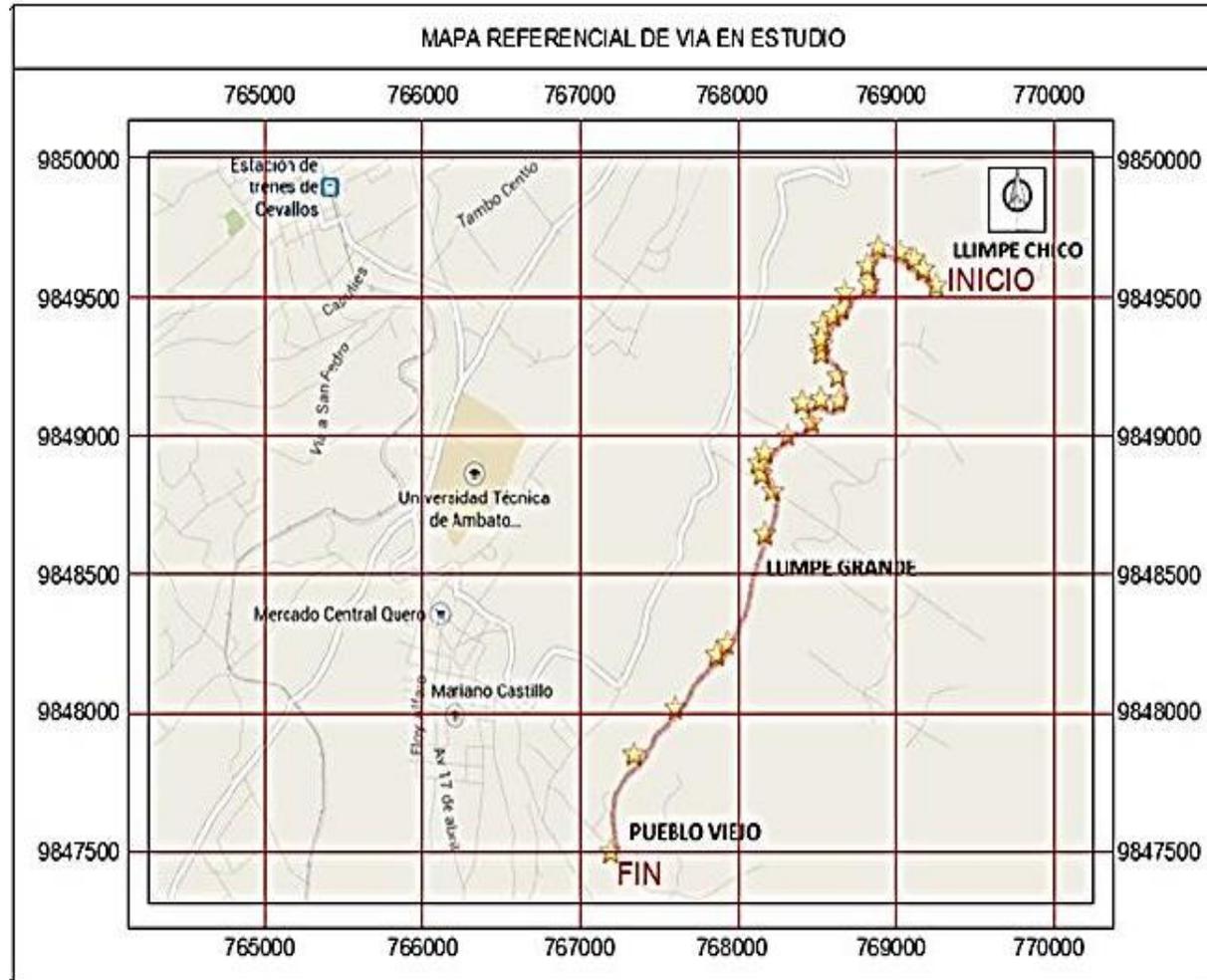
Tabla N° 47. Límites inter-cantoniales del proyecto.

Norte:	Comunidad de Llimpe Chico
Sur:	Comunidad de Pueblo Viejo
Este:	Comunidad de Tangaiche
Oeste:	Av. Guayaquil (Av. Principal)

Autor: María M. Ocaña Ramos

Punto	Comunidad	Este	Norte	Abscisa
Inicio	Llimpe Chico	769245	9849539	0+000.00
Fin	Pueblo Viejo	767189	9846426	4+003.00

Gráfico N°33. Mapa Referencial de vía en estudio



Autor: María M. Ocaña Ramos

### **6.1.2 Topografía**

La topografía existente en estos terrenos se encuentran entre los 2900 y 3100 m.s.n.m con terreno de pendientes poco pronunciadas, sobre todo en los sectores agrícolas, la vía en estudio presenta pendientes mínimas de diseño por lo que en su mayoría pasa por el mismo sector del canal antiguo de riego, la altitud media sobre el nivel del mar es de 3000 metros.

### **6.1.3 Clima**

El clima de las comunidades en estudio al estar a una altura sobre el nivel del mar bastante considerable casi rozando los páramos ecuatorianos, está influenciado por las corrientes frías que provienen de los páramos del Igualata como se indica en la página web del G.A.D. Municipal de Quero, teniendo como resultado un clima frío y vientos bastante fuertes cuyas temperaturas oscilan entre los 11 - 15° C la mayor parte del año. (Fuente:INHAMI)

### **6.1.4 Energía Eléctrica**

Al realizar el estudio en estas comunidades se pudo constatar que existe una gran cobertura de energía eléctrica en las viviendas ya que las familias se han visto en la necesidad de adquirir energía eléctrica, la cual es proporcionada por la Empresa Eléctrica Ambato S.A.

En lo que refiere a alumbrado público este servicio solo cubre áreas cercanas a los centros de recreación (por ejemplo canchas de uso múltiple), así como también en las instituciones educativas de los sectores y en los centros de acopio religioso.

### **6.1.5 Líneas Telefónicas**

Las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo no cuentan con líneas telefónicas fijas en las viviendas del lugar ni en lugares públicos, la comunicación se lo realiza por celulares de uso personal.

### **6.1.6 Transporte**

En su mayoría las familias no tienen acceso al transporte público lo que ocasiona que para trasladarse desde sus comunidades hacia otras o al centro del cantón Quero o viceversa tienen que hacerlo en vehículos particulares o de su propiedad, inclusive en varios casos lo hacen caminando.

Las camionetas muchas veces funcionan para traer o llevar pasajeros hasta donde la calidad del camino lo permita, éste sistema es bastante útil en las instituciones educativas, en especial escuelas.

### **6.1.7 Salud pública**

En las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo que pertenecen al Cantón Quero, no existe un centro médico o centro de salud público de ningún tipo, sin embargo las personas de éstas comunidades acuden al centro del cantón para ser atendidos en el centro de salud central, donde el horario de atención es de lunes a sábado, sabiendo también que ésta institución médica presta sus servicios a las comunidades aledañas al cantón.

### **6.1.8 Vías de Comunicación**

En cuanto a sus vías de comunicación, las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo dentro del sector en estudio cuentan con un camino lastrado al inicio de la vía en estudio, a continuación el cruce de un camino empedrado sin nombre, un camino de tierra apenas transitable y un camino empedrado que cruza el sector de la vía en estudio, luego un camino empedrado por el sector de la iglesia de Llimpe Chico y a media vía de estudio aproximadamente se encuentra un camino lastrado bastante transitado que cruza la vía en estudio donde inicia lo que antiguamente era un canal de riego, después se encuentran dos vías principales asfaltadas finalizando la vía en estudio con la una de ellas.

Estas vías unen a las comunidades con el resto del cantón, cabe destacar que la mayoría de las vías lastradas que llegan a la vía en estudio se encuentran en malas

condiciones y con vegetación, limitando así la transitabilidad para los pobladores del sector.

#### **6.1.9 Recolección de basura**

La mayor parte de las familias se benefician del servicio de recolección de basura que transita una vez cada 15 días.

Su población recoge en lonas la basura para dejarlos en la vía principal para que se lleve el camión recolector de basura que viene desde el centro del cantón, mientras que existe un porcentaje de familias que no entregan la basura al camión recolector, a razón que sus viviendas quedan muy alejadas de la vía principal y se les hace difícil acceder a este servicio, por lo que prefieren quemar, y/o dejar a cielo abierto la basura que debería ser recogida por razones ambientales y de higiene.

#### **6.1.10 Medios de Comunicación**

Las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo están muy bien informados a través de la señal de todos los canales de televisión y radios Cantonales, Provinciales y Nacionales.

#### **6.1.11 Educación**

En las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo no se encuentra un centro escolar cercano, sin embargo las familias envían a sus hijos a estudiar en las escuelas del cantón, teniendo en cuenta que los adolescentes que asisten a partir del 8vo año de educación básica acuden al Colegio Nacional 17 de Abril del Cantón Quero o a instituciones fuera de él, por lo que el tiempo que tardan en ir a su institución educativa los niños y adolescentes se extiende un poco más para quienes no cuentan con algún medio de transporte propio en su familia.

#### **6.1.12 Servicio de agua potable**

Se puede constatar que la mayoría de hogares de las comunidades en estudio se abastecen de agua de la red pública y solo un pequeño porcentaje de la población

se abastece mediante baldes o traen el agua potable en mangueras pidiendo a sus vecinos o a su vez a familiares.

En gran porcentaje la población tiene el agua en forma continua y la cantidad suficiente diariamente para satisfacer sus necesidades, por lo que muestran que el servicio es bueno, mientras que pocos de los hogares manifiestan que el servicio de agua es regular porque hay cortes repentinos del servicio, sin previo aviso a la población.

#### **6.1.13 Sistema de alcantarillado sanitario**

La población en estudio registra un sistema de alcantarillado sanitario casi en el total del sector en estudio, por lo que un gran porcentaje no tiene inconvenientes en este aspecto, otra situación es que algunas de las familias aún utilizan pozos de absorción a cielo abierto aun contando con servicio de alcantarillado sanitario.

#### **6.1.14 Aspectos generales de la población**

Las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo perteneciente al cantón Quero, Provincia de Tungurahua han tenido un retroceso en tanto a la infraestructura civil, debido a que aún es un sector rural – agrícola, un pequeño porcentaje de la población cuenta con su vivienda de adobe, lo que da como consecuencia que se haya descuidado la infraestructura vial de la misma y que no se tome en cuenta una mejora vial para éstas comunidades.

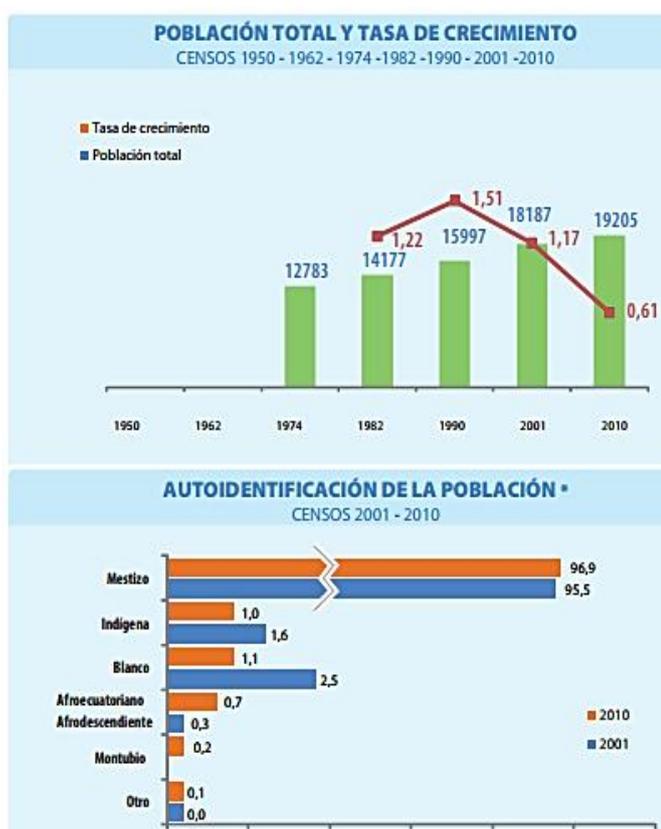
El sector en los últimos años ha sufrido una pequeña transformación, llegando a tener un incremento de viviendas a través de planes realizados por el MIDUVI con el bono de la vivienda rural, teniendo como consecuencia el aumento de áreas para las viviendas, pero estas viviendas nuevas no cuentan con todos los servicios básicos necesarios para cubrir todas las necesidades de su población.

Tabla N° 48. Tasa de crecimiento Inter-censal 2010, 2001, 1990

AÑO	CENSO POBLACIONAL			TASA DE CRECIMIENTO		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
2010	9489	9716	19205			
	295	723	1018	0.34%	0.83%	1.17%
2001	9194	8993	18187			
	1298	982	2280	0.86%	0.65%	1.51%
1990	7896	8011	15907			

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, 2010

Gráfico N°34. Tasa de crecimiento poblacional del cantón Quero



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, 2010

## 6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La falta de una vía en buenas condiciones que comunique las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo pone a consideración el realizar el estudio de la condiciones actuales de la vía, a fin de mejorar la calidad de vida de sus moradores y contribuir al avance socio-económico del sector.

En los últimos años el cantón se ha visto beneficiado con la construcción de varias vías alternas y el mejoramiento de vías principales, ya que el cantón ha crecido en población y comercialización; sin embargo, las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe grande y Pueblo viejo se han visto arraigadas de éstas mejoras que contribuyen al progreso del cantón en sí, dando aún más énfasis en la importancia del presente proyecto.

En los estudios realizados como son del suelo de la vía en estudio, la topografía del sector, el tráfico actual presente y los estudios de carácter social indican claramente que no existen estudios previos de éste tipo en la vía.

Es necesario identificar la solución que más se adapte a las condiciones del área de estudio del proyecto, el presente trabajo investigativo propone cubrir dicha necesidad.

### **6.3 JUSTIFICACIÓN**

Examinando la falta de atención en cuanto a la vía en estudio podemos notar claramente una vía lastrada que presenta un muy difícil acceso o a las comunidades del sector en estudio ya que presenta una muy baja calidad, además de ser constantemente dañada o inclusive con vegetación presente debido a las constantes lluvias que existen en la región. Por ende se ha optado por implementar un pavimento flexible que ayudará en gran parte a la población y a la transitabilidad en general, acortando caminos, y unificando a las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo.

En las diferentes visitas técnicas que se realizó, en las encuestas y en las diferentes oportunidades en las que se ha socializado con las comunidades, se ha podido percatar la inconformidad de sus habitantes y la problemática que ha generado la vía en estudio ha surgido la necesidad de mejorar la vía, mediante un estudio práctico, completo y que satisfaga las necesidades de la población donde se encuentra, cumpliendo con las normativas de diseño vigentes para la seguridad del usuario, según las normas de diseño geométrico estandarizadas por el MTOP 2003.

El siguiente proyecto tiene como prioridad brindar la ayuda necesaria a las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo, buscando una alternativa de solución para mejorar la calidad de vida de sus habitantes de manera que permita desarrollar la economía facilitando el intercambio comercial en el sector agrícola logrando un crecimiento económico en estas zonas, para que el desarrollo tecnológico, económico y social de las comunidades no se vean obstaculizados.

En este sector sus habitantes son dedicados a la agricultura y ganadería lo poco que logran cultivar lo hacen para auto consumo o trueque entre ellos para lograr subsistir ya que la entrada y salida a estas comunidades se las hace por senderos, razón por la cual haga que los moradores tengan inconformidad y esto les conlleve a limitar la salida de sus productos a los principales centros de acopio y venta por el alto costo de transporte y tiempo de viaje.

## **6.4 OBJETIVOS**

### **6.4.1 Objetivo General**

- Realizar el diseño geométrico y el diseño de la estructura de pavimentos de la vía que une las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo del cantón Quero, provincia de Tungurahua para mejorar la calidad de vida de los habitantes.

### **6.4.2 Objetivos específicos**

- Realizar el diseño geométrico de la vía.
- Realizar el diseño de pavimento
- Diseñar el sistema de alcantarillas y cunetas de la vía.
- Realizar el cronograma valorado de trabajo.
- Calcular los volúmenes de obra mínimos para la ejecución del proyecto.
- Elaborar el presupuesto referencial acorde a los precios establecidos.
- Elaboración de planos.

## **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

Al realizar todas las fases de estudio para la posterior gestión y futura construcción de la vía que une las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo viejo para el sector mencionado, según el análisis realizado de localización y tomando en consideración algunos factores que pueden incidir, se determina que debe ser diseñado en el área donde existe densidad poblacional y donde se prevé la expansión futura, también se debe tomar muy en cuenta que en el sector existen vías alternas las cuales solo dos son asfaltadas y tres de ellas se las puede categorizar como caminos vecinales.

La ejecución de este proyecto es factible, ya que con un correcto sistema de comunicación permitirá acortar distancias y crear nuevas alternativas para sus habitantes que mejorarán el desarrollo económico como el turismo, etc., evitando así un retraso socio-económico en las comunidades y el cantón.

## **6.6 FUNDAMENTACIÓN**

### **6.6.1 Período de diseño**

Tomando como base las normas de diseño geométrico estandarizadas por el MTOP 2003 recomienda que para las vías de cuarto orden como la referente a este estudio, el período de vida útil será de 20 a 30 años, entonces se ha considerado un período de vida útil de 20 años.

Se toma este período con el objetivo de garantizar que el sistema vial funcionará adecuadamente con una eficiencia del 100% hasta el final del período de diseño.

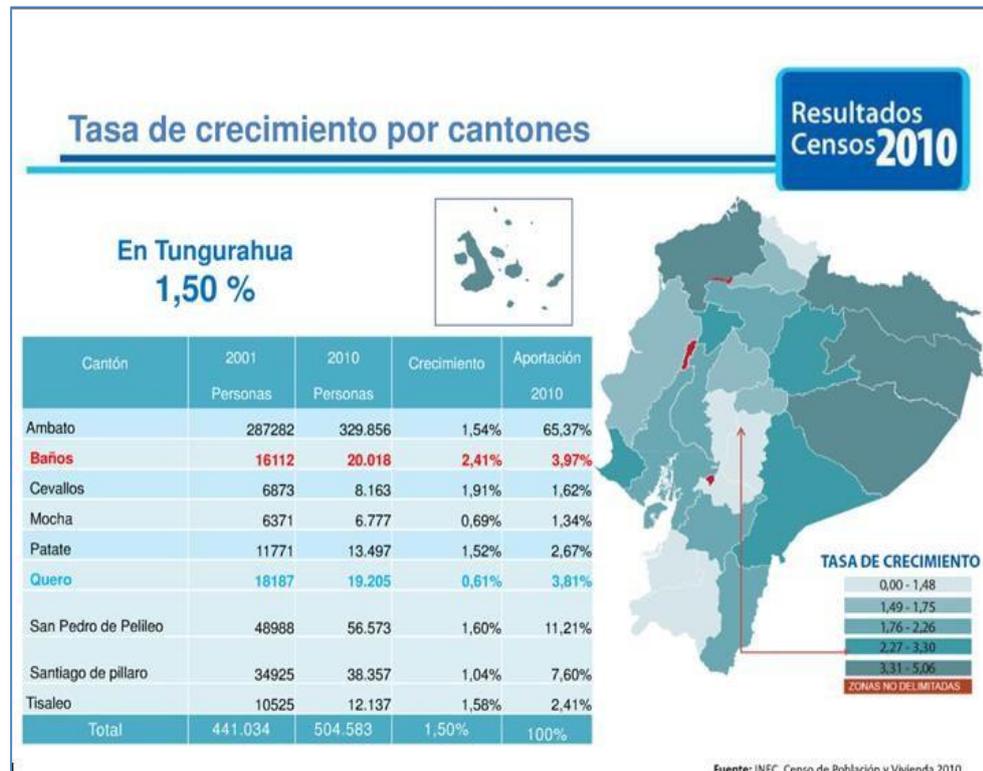
### **6.6.2 Incremento poblacional**

#### **6.6.2.1 Estudios demográficos**

Acorde a la información obtenida en este estudio, sobre las características demográficas de las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo, resulta difícil de establecer con certeza, ya que este sector únicamente corresponde a una fracción del cantón Quero, razón por la cual se emplea

los datos de proyección del cantón, publicados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), para determinar el índice de crecimiento poblacional.

Gráfico N° 35. Población y tasa de crecimiento



Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010

### 6.6.2.2 Índice de crecimiento (r)

Según los datos disponibles del censo nacional de población y vivienda de acuerdo al boletín del INEC del cantón Quero corresponden a que la tasa de crecimiento poblacional para el cantón Quero es de 0.61 % anual.

### 6.6.3 Población de diseño

#### 6.6.3.1 Población actual

Para los datos de la población actual de las comunidades en estudio como son Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo viejo se han obtenido en base al levantamiento de población y vivienda que se realiza en el presente estudio, obteniendo como resultado los siguientes datos.

### 6.6.3.2 Resumen total de población actual

La población para realizar el diseño geométrico de la vía y el diseño de pavimentos de la vía que une las comunidades de Llimpe Chico, Llimpe Grande y pueblo Viejo, cantón Quero, cuenta con:

-La población actual, para el diseño se determinó en base a las familias encuestadas, dando como resultado 372 habitantes entre las tres comunidades

### 6.6.3.3 Población futura (Pf)

Para el cálculo de la población futura (población al final del período de diseño) a ser servida se utilizó el MÉTODO GEOMÉTRICO por ser el más recomendado para el cálculo de poblaciones ya que es un método que se ajusta más a la realidad.

$$Pf = Pa(1 + r)^n$$

Donde:

Pa= Población Actual= 372 hab.

r =Índice de crecimiento poblacional= 0,61%

n = periodo de diseño = 20 años, (del 2015 al 2035)

$$Pf = 372*(0.0061+1) ^ (20)$$

Pf = 421 hab.

### 6.6.3.4 Densidad poblacional

Para el cálculo de la Densidad de Población Actual (*Dpa*) se aplica la siguiente fórmula:

$$Dpa = \frac{Pa}{A}$$

Donde:

Dpa = Densidad poblacional actual

Pa = Población Actual = 372 hab.

A = Área del proyecto = 48 Ha aproximadamente

Entonces:

$Dpa = (372 / 48) \text{ hab./Ha}$

Dpa = 8 hab./Ha

La densidad poblacional futura (Dpf), se calcula aplicando la fórmula:

$$Dpf = \frac{Pf}{A}$$

Donde:

Dpf= Densidad poblacional futura

Pf= Población futura = 421 hab.

A= Area del proyecto= 9.6 Ha.

$Dpf = (421 / 48) \text{ hab. /Ha}$

Dpf = 9 hab. /Ha

#### **6.6.4 Área de proyecto**

El área del proyecto comprende la concentración poblacional de las comunidades en estudio y por supuesto las proyecciones de expansión de las viviendas, el proyecto no perjudicará a los habitantes del sector, ya que es una ayuda y mejora para su calidad de vida y su progreso en general.

### **6.7 METODOLOGÍA**

Iniciando con el reconocimiento de la vía en estudio, y las observaciones de campo donde se constató las condiciones actuales perceptibles de la vía actualmente y las condiciones de calidad de vida de sus pobladores, posteriormente se procedió a realizar el levantamiento topográfico y se tomaron muestras de suelo para su posterior ensayo y análisis, una calicata por cada km de

diseño para determinar en especial la capacidad portante del suelo y se realizó un conteo vehicular durante 7 días de la semana para poder categorizar a la vía en estudio.

Con la faja topográfica y los datos obtenidos de los diferentes ensayos y el conteo de tráfico se realiza el diseño geométrico de la vía, que comprende el diseño horizontal, el diseño vertical y las secciones transversales de la misma cada determinada distancia, el diseño de la estructura de pavimento flexible que cumple las necesidades del diseño vial, conjuntamente con el diseño del drenaje vial.

Para su posterior construcción y para tener claro todos los aspectos del diseño de la vía, se realizó el presupuesto referencial de la misma, actualizado a la presente fecha del proyecto, y el cronograma valorado de trabajos para a futuro poder hacer factible la construcción del proyecto en un determinado plazo.

### **6.7.2 Diseño geométrico**

#### **Estudio Topográfico**

Para la realización del levantamiento topográfico se utilizó como equipo de trabajo una estación total, tomando un ancho de faja de 20 a 30 metros a cada lado de la vía, incluso en los sitios donde el terreno presentaba dificultad para la realización del levantamiento topográfico debido a los bosques que rodeaban la mayoría del sector, como datos extras se tomaron puntos de quebradas, vías alternas o transversales a la vía en estudio, callejones, tanques de agua de riego y casas aledañas que nos sirvieron como referencia.

Al inicio del levantamiento topográfico se realiza el polígono principal, para lo cual se procedió con la alineación horizontal, misma que partió un punto de inicio, se tomó referencias de este punto como latitud, longitud, intersecciones con otras carreteras, con la finalidad de encontrar fácilmente este punto en caso de pérdida y también se estableció la cota de partida.

A continuación se procedió a visar la mayor cantidad de puntos como fueron puntos del eje de la vía, laterales y laderas hasta que la topografía lo permitía, y a

la vez se tomó abscisas cada 20 metros el eje de la vía, debido a la cantidad de árboles de mayor longitud que rodean la vía se hicieron varios puntos de cambio de estación para determinar de mejor manera la forma del terreno y obtener un levantamiento topográfico lo más cercano a la realidad posible.

Para la realización del diseño, los datos de la topografía tomados con la estación total fueron procesados con el software CIVIL CAD para simular una superficie, se dibujó las curvas de nivel y se replantearon los detalles que se encuentran a los lados de la vía de esta manera se obtuvo la faja topográfica, donde se trabajó en el diseño vial.

Para iniciar con el diseño se partió con el criterio que la vía en estudio es de tipo IV, correspondiente a caminos vecinales, y según las Normas de diseño geométrico del Ministerio de Obras Públicas (MTOB 2003) tiene las siguientes características:

- Velocidad de diseño: 35 Km/h
- Radio mínimo de curvas horizontales: 30 m
- Distancia de visibilidad para parada: 35 m
- Distancia de visibilidad para rebasamiento: 150 m
- Peralte: 8 % para  $V < 50$  Km/h
- Coeficiente “K” para:
  - Curvas verticales convexas: 3
  - Curvas verticales cóncavas: 5
- Gradiente longitudinal máxima: 8 % terreno ondulado y 12% terreno montañoso
- Gradiente longitudinal mínima: 0.5%
- Ancho de pavimento: 6.00 m.

### 6.7.2.1 Diseño Horizontal

#### a) Velocidad de diseño (Vd)

Se ha escogido como velocidad de diseño 35 km/h, puesto que la topografía en el sector es ondulada con ciertos tramos llanos.

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

#### b) Velocidad de circulación (Vc)

$$Vc = 0,8Vd + 6,5 \text{ cuando (TPDA} < 1000)$$

$$Vc = 0,8 \cdot 35 \text{ km/h} + 6,5$$

$$Vc = 34,5 \text{ km/h} \approx 35 \text{ km/h}$$

#### c) Distancia de Visibilidad de parada (Dp)

$$Dp = d1 + d2$$

$$d1 = 0.70 * Vc \quad d2 = \frac{Vc^2}{254 f} \quad f = \frac{1.15}{Vc^{0.30}}$$

$$Dp = 0.70 * Vc + \frac{Vc^2}{254 f}$$

Donde:

Dp = distancia de visibilidad de parada (m)

d1 = distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (m)

d2 = distancia de frenado (m)

Vc = velocidad de circulación (km/h)

f = coeficiente de fricción longitudinal

Entonces:

$$f = \frac{1.15}{35^{0.30}} = 0.39 \approx 0.40$$

$$D_p = 0.70 * 35 + \frac{35^2}{254 * 0.40} = 36.5 \text{ m}$$

Según el cuadro de Distancias de Visibilidad mínima del MTOP (2003), se seleccionó un valor de  $D_p = 35 \text{ m}$ .

**d) Distancia de Visibilidad de Rebasamiento ( $D_r$ )**

$$D_r = 9,54 V - 218 \quad (30 < V < 100)$$

Donde:

$D_r$  = distancia de visibilidad de rebasamiento (m)

$V$  = velocidad promedio del vehículo rebasante (km/h)

Entonces:

$$D_r = 9,54 * 35 \text{ (km/h)} - 218 = 115.9 \text{ m}$$

Según el cuadro de Distancias de Visibilidad de rebasamiento del MTOP (2003), se adquirió un valor de  $D_r = 150 \text{ m}$ .

**e) Radio mínimo de curvaturas horizontales.**

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

Donde:

$R$  = Radio de diseño (m)

$f$  = coeficiente máximo de fricción lateral

$e$  = peralte de la curva (%)

$V_d$  = velocidad de diseño (km/h)

Entonces:

$$R = \frac{35^2}{127 (0.08 + 0.255)} = 28.8 \approx 30 \text{ m}$$

Según el cuadro de Distancias de Radios mínimos de curvaturas horizontales del MTOP (2003), se tomó un valor de  $R= 30$  m.

#### **f) Peralte Máximo**

Tomando en cuenta el tipo de la vía, al ser un camino vecinal de tipo IV, tenemos una velocidad de diseño de 35 km/h, menor a la velocidad de diseño que establece las Normas de diseño geométrico de carreteras del MTOP, se seleccionó un valor de peralte máximo del 8%.

#### **g) Elementos de Curvas Circulares**

Para el cálculo típico de la curva circular, se tomó como referencia la curva # 04 del diseño vial, la cual está diseñada con un radio de curvatura de 70 m.

#### **Grado de curvatura (Gc)**

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

$$\frac{Gc}{20} = \frac{360}{2\pi * 70}$$

$$Gc = 16.3702^\circ$$

#### **Ángulo central ( $\Delta$ )**

Para ésta curva el ángulo Central es  $\Delta= \alpha = 88.3673^\circ$

#### **Longitud de Curva (Lc)**

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

$$Lc = \frac{\pi * 70 * 88.3673^\circ}{180} = 107.96 \text{ m}$$

#### **Tangente o Sub-tangente**

$$ST = R * \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$ST = 70 * \tan \frac{88.3673^\circ}{2}$$

$$ST = 68.033 \text{ m}$$

### **External (E)**

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

$$E = 70 * \left[ \sec \left( \frac{88.3673^\circ}{2} \right) - 1 \right]$$

$$E = 27.614 \text{ m}$$

### **Flecha u Ordenada media (F)**

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

$$F = 70 * \left( 1 - \cos \left( \frac{88.3673^\circ}{2} \right) \right)$$

$$F = 19.802 \text{ m}$$

### **Cuerda Larga (CL)**

Siendo los dos puntos de la curva PC y PT, a la cuerda que se forma se la llama cuerda larga, se las representa con las letras (CL)

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

$$CL = 2 * 70 * \left( \sin \left( \frac{88.3673^\circ}{2} \right) \right)$$

$$CL = 97.57 \text{ m}$$

Con estos datos se calcula el abscisado de los puntos principales de la curva circular, como son:

$$PC = PI - ST$$

$$PI = PC + ST$$

$$PC = 0+524.61$$

$$ST = 68.033$$

Entonces:

$$PI = (0+524.61) + 68.033$$

$$PI = 0+592.65$$

$$PT = PC + Lc$$

$$PT = (0+524.61) + 107.96$$

$$PT = 0+632.57$$

### **6.7.2.2 Diseño Vertical**

Para el cálculo típico de la curva circular, se ha tomado como referencia la curva vertical # 01 del diseño vial.

#### **a) Cálculo de Lcv.**

$$Lcv = PTV - PCV$$

Dónde:

PTV: Punto final de la curva vertical

PCV: Punto de comienzo de curva vertical

L1 y L2: Longitud de entrada y de salida respectivamente

Lcv = Longitud de curva vertical

Entonces:

$$PTV = 0 + 330,00$$

$$\underline{- PCV = 2 + 250.00}$$

$$Lcv = 0 + 080,00 \text{ m}$$

En el presente proyecto se encontró la mayoría de curvas verticales simétricas, por ello  $L1=L2=Lcv/2$

Entonces:

$$L1=L2=80.00 / 2$$

$$L1=L2= 40.00 \text{ m}$$

**b) Abscisa del PIV**

$$PIV = PCV + (Lcv/2)$$

$$PCV = 0 + 250, 00$$

$$+Lcv/2 = \underline{\quad 40,00}$$

$$PIV = 0 + 290, 00$$

**c) Gradiente de Entrada (g1) y gradiente de salida (g2)**

Para su respectivo cálculo se tomó los datos de cotas y abscisas de los puntos: PCV, PIV y PTV.

Cotas	Abscisas
PCV= 2957.88 m	PCV = 0 + 250, 00
PIV = 2958.50 m	PIV = 0 + 290, 00
PTV= 2954.47 m	PTV = 0 + 330,00

$$g1 = \frac{COTAS(PIV - PCV)}{Abscisa (PIV - PCV)} * 100$$

$$g1 = \frac{(2958.5 - 2957.88)}{(0 + 290.000) - (0 + 250.00)} * 100 = 1.55 \%$$

$$g2 = \frac{COTAS(PTV - PIV)}{Abscisa (PTV - PIV)} * 100$$

$$g2 = \frac{(2954.47 - 2958.50)}{(0 + 330.00) - (0 + 290.00)} * 100 = -10.07 \%$$

Si g1 es positiva y g2 es negativa se trata de una curva convexa

#### **d) Diferencia Algebraica de Gradientes**

$$A = g_1 - g_2$$

$$A = 1.55 - (-10.07)$$

$$A = 11.62 \%$$

#### **e) Longitud de la Curva**

Para una curva convexa la longitud de la curva es  $L = K * A$

El coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-convexas según el cuadro No.11 es  $K = 3$

$$K_{\text{calc}} = L_{cv} / A$$

$$K_{\text{calc}} = 80 / 11.62$$

$$K_{\text{calc}} = 6.88$$

La longitud mínima para curvas convexas es:

$$L_{\text{min}} = 0.60 * V_d$$

$$L_{\text{min}} = 0.60 * 35 \text{ km/h}$$

$$L_{\text{min}} = 21 \text{ m}$$

$$\text{Si } L_{cv} = 80 \text{ m} > L_{\text{min}} \quad (\text{OK})$$

### **6.7.3 Diseño de la Estructura de Pavimento**

#### **Método AASHTO 93**

El diseño para el pavimento flexible según la normativa AASHTO 93, está basado en la determinación del número estructural "SN" que debe soportar el nivel de carga exigido por el proyecto. (Fuente: [www.ingenierocivilinfo](http://www.ingenierocivilinfo))

La ecuación planteada por la AASHTO-93 para el diseño de pavimentos es la siguiente:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2-1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

### Periodo de diseño

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

El periodo de diseño será mayor al de la vida útil del pavimento, porque incluye en el análisis al menos una rehabilitación o reconstrucción, por lo tanto éste será superior a 20 años. Los periodos de diseño recomendados por la AASHTO se muestran en la siguiente tabla.

Tabla N° 49. Periodos de diseño en función del tipo de carretera

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

Fuente: AASHTO, (1993)

### Confiabilidad

La Confiabilidad del Diseño (R) se refiere al grado de certidumbre (seguridad) de que una determinada alternativa de diseño alcance a durar en la realidad, el tiempo establecido en el período seleccionado.

También puede ser definida como la probabilidad de que el número de repeticiones de cargas (Wt) que un pavimento pueda soportar para alcanzar un determinado nivel de servicio, no sea excedida por el número de cargas que realmente estén siendo aplicadas (W) sobre ese pavimento.

Según la clasificación de caminos tenemos la siguiente tabla de confiabilidad, según el tipo de caminos.

Tabla N° 50. Niveles de Confiabilidad

<b>Tipo de Caminos</b>	<b>Rurales</b>	<b>Urbanas</b>
Autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Carreteras de primer orden	80 - 99	75 - 95
Carreteras secundarias	80 - 95	75 - 95
<b>Caminos Vecinales</b>	<b>50 - 80</b>	<b>50 - 80</b>

Fuente: AASHTO, (1993)

Ya seleccionado el valor “R” que se considere adecuado, se busca el valor de Zr o Factor de desviación normal en el siguiente cuadro:

Tabla N° 51. Factor de desviación normal

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

Fuente: AASHTO, (1993)

### **Desviación estándar global (So)**

Una vez elegido un nivel de confianza, éstos deberán ser corregidos, para esto se considera un factor de corrección que representa la desviación estándar, de manera reducida y simple, este factor evalúa los datos dispersos que configuran la curva real de comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito.

El rango de desviación estándar sugerido por AASHTO corresponde a:

$0.40 < So < 0.50$  Se recomienda un valor de  $So = 0.45$

### **Módulo de Resiliencia (Mr)**

Característico de la sub-rasante, el espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la sub-rasante, es por ello que se efectuaron ensayos utilizando cargas estáticas o de baja velocidad de deformación tales como el C.B.R.

Estos ensayos se cambiaron por ensayos dinámicos y de repetición de cargas como el de Módulo de Resiliencia (Mr), que son pruebas que demuestran el comportamiento y lo que ocurre debajo de los pavimentos como tensiones y deformaciones.

Por ello países de Latinoamérica que no poseen los equipos necesarios para hacer estos ensayos la AASHTO ha planteado fórmulas para correlacionar el C.B.R. con el Módulo de Resiliencia (Mr).

$$Mr \text{ (psi)} = 1500 * CBR \quad (\text{sugerida por AASHTO), para } CBR < 10\%$$

$$Mr \text{ (psi)} = 3000 * CBR^{0.65} \quad (\text{CBR de } 7.2\% \text{ a } 20\%)$$

$$Mr \text{ (psi)} = 4326 * \ln CBR + 241 \quad (\text{para suelos granulares, usada por AASHTO})$$

El C.B.R. de la sub - rasante del proyecto es 15.50%, por lo tanto el módulo de resiliencia se lo calculó con la expresión para CBR de 7.2% a 20%).

Entonces:

$$Mr \text{ (psi)} = 3000 * CBR^{0.65}$$

$$Mr \text{ (psi)} = 3000 * 15.50^{0.65}$$

$$Mr \text{ (psi)} = 17817 \text{ PSI}$$

### **Índice de serviciabilidad (PSI)**

Es la condición necesaria de un pavimento para proveer a los usuarios un manejo seguro y confortable en un determinado momento. (Fuente: Pavimentos Narai.)

Para diseñar el pavimento se deben elegir los índices de servicio inicial y final.

El índice de servicio inicial  $PSI_o$  depende del diseño y la calidad de la construcción, en los pavimentos flexibles que se muestran en la AASHTO, el pavimento nuevo alcanzó un valor medio de  $PSI_o = 4.2$ .

El índice de servicio final  $PSI_f$  representa al índice más bajo capaz de ser tolerado por el pavimento, antes de que sea imprescindible su rehabilitación mediante un refuerzo o una reconstrucción generalmente varía con la importancia o clasificación funcional de la vía cuyo pavimento se diseña.

Tabla N° 52. Índice de servicio final  $PSI_f$

<b>Índice de servicio final <math>PSI_f</math></b>	
Para vías con características de autopistas y troncales de mucho tráfico	2.5 - 3.0
Para vías con características de autopistas y troncales de intensidad de tráfico normal, (autopistas inter-urbanas)	2.0 - 2.5
Para vías locales, ramales, secundarios y agrícolas	1.8 - 2.0

Fuente: AASHTO, (1993)

### **Pérdida o disminución del índice de serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )**

Los valores anteriormente descritos permiten determinar la disminución del índice de servicio, que representa una pérdida gradual de la calidad de servicio de la carretera, originada por el deterioro del pavimento, esta variación se calcula con la siguiente ecuación:

$$\Delta PSI = PSI_f - PSI_o$$

Donde:

$\Delta PSI$  = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado

$PSI_o$  = Índice de servicio inicial

$PSI_f$  = Índice de servicio final

Entonces:

$$\Delta\text{PSI} = \text{PSI}_f - \text{PSI}_o$$

$$\Delta\text{PSI} = 4.2 - 2.0 = 2.2$$

### **Análisis de tráfico**

Las diferentes cargas actuantes sobre un pavimento producen diferentes tensiones y deformaciones en el mismo. Además, diferentes espesores de pavimentos y diferentes materiales responden de diferente manera a una misma carga. Debido a esta diferente respuesta en el pavimento, las fallas serán distintas según la intensidad de la carga y las características del pavimento. Para tener en cuenta esta diferencia, el tránsito es reducido a un número equivalente de ejes de una determinada carga que producirán el mismo daño que toda la composición del tránsito.

Esta carga tipo según AASHTO es de 8.2 ton (80 KN o 18 kips), se los denominará ESAL, que es la sigla en inglés de “Carga de Eje Equivalente Simple” o Equivalent Single Axle Load, (Wt18).

La conversión se hace a través de los factores equivalentes de carga, denominados LEF por sus siglas en inglés (“Load Equivalent Factor”) o Factor Equivalente de Carga.

**Volúmenes de camiones.-** Es necesario conocer el porcentaje de camiones presentes en el volumen de tránsito a estudiar, así como también la clasificación de estos camiones. Diferentes tipos de camiones llevan distintas cargas y su número no debería ser combinado sin un buen ajuste.

**Peso de camiones.-** Así como la distribución del tipo de camiones es importante, lo es también la de los pesos. Esto es en función de las nuevas reglamentaciones en cuanto a cargas y a las variaciones en el esquema productivo de una zona o de todo el país en general. Los factores que se deben conocer en este rubro son: peso total del camión y distribución por ejes de este peso.

**Factor de daño FD.-** Expresa el daño en términos del deterioro producido por un vehículo en particular, es decir los daños producidos por cada eje de un vehículo son sumados para determinar el daño producido por el vehículo total, así nace el concepto de Factor de Daño (FD).

Este factor de camión puede ser computado para cada clasificación general de camiones o para todos los vehículos comerciales como un promedio para una configuración de tránsito dada.<sup>14</sup>

Tipos de Ejes	Eje equivalente (EE)
Ejes simple de ruedas simples	$EES1 = (P/6,6)^4$
Eje simple de ruedas dobles	$EES2 = (P/8,2)^4$
Eje Tándem de ruedas dobles	$EETA = (P/15,1)^4$
Eje tridem de ruedas dobles	$EETR = (P/22,9)^4$

El procedimiento de cálculo del factor de daño para los camiones de 2 ejes medianos (2DA) es el siguiente:

$$Eje Simple = \left(\frac{P}{6,6}\right)^4 = \left(\frac{3}{6,6}\right)^4 = 0,043$$

$$Eje Simple Doble = \left(\frac{P}{8,2}\right)^4 = \left(\frac{7}{8,2}\right)^4 = 0,531$$

$$Factor de Daño = 0,043 + 0,531 = 0,574$$

<sup>14</sup> [www.libro-pavimentos.blogspot.com/2011/02/peso-de-camiones](http://www.libro-pavimentos.blogspot.com/2011/02/peso-de-camiones)

Tabla N° 53. Factores de daño según el tipo de vehículos

Tipo	Simple		Simple Doble		Tándem		Tridem		FD
	P (ton)	P <sup>4</sup> /6,6	P (ton)	P <sup>4</sup> /8,2	P (ton)	P <sup>4</sup> /15,1	P (ton)	P <sup>4</sup> /22,9	
Bus	4	0,135	8	0,906					1,041
Camión de 2 ejes pequeños (2D)	3	0,043							0,178
	4	0,135							
Camión de 2 ejes medianos (2DA)	3	0,043	7	0,531					0,574
Camión de 2 ejes grandes (2DB)	7	1265	11	3238					4504
Camión de 3 ejes (tándem posterior, 3A)	7	1,265			20	3,078			4,343
Camión de 4 ejes (tridem posterior, 4C)	7	1265					24	1206	2472
Tracto camión de 3 ejes y semi remolque de 2 ejes (3S2)	7	1,265			20	3,078			7,421
Tracto camión de 3 ejes y semi remolque de 3 ejes (3S3)	7	1,265			20	3,078	24	1,206	5,550

Fuente: MTOP 2003

### Factor de distribución por dirección (DD)

Indica la distribución en la vía del tráfico por dirección, existe en ocasiones que en una dirección se mueve más peso que en otra, entonces el lado con mayor peso vehicular debe ser diseñado para un mayor número de unidades de ejes equivalentes. (ESAL. Equivalent Simple Axial Load).

Tabla N° 54. Factor de distribución direccional (DD)

Factor de distribución direccional (DD)	
N° de carriles en ambas direcciones	% de vehículos en carril de diseño
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: AASHTO (1993)

Si existiesen consideraciones especiales, se considera una distribución del 50% del tránsito para cada dirección. En algunos casos puede variar de 0,3 a 0,7 dependiendo de la dirección que acumula mayor porcentaje de vehículos cargados.<sup>15</sup>

### Factor de distribución por carril (DC)

En una carretera de dos carriles, uno en cada dirección, el carril de diseño es uno de ellos, por lo tanto el factor de distribución por carril es 100%.

Para autopistas multi-carriles el carril de diseño es el carril exterior y el factor de distribución depende del número de carriles en cada dirección que tenga la autopista.

Tabla N° 55. Factor de distribución por carril (DC)

N° de carriles en cada dirección	% de ejes simples eq. (8,2 ton), en el carril de diseño DC
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4 o más	50 - 75

Fuente: AASHTO (1993)

Entonces el número de ejes equivalentes simples de 8.2 ton ó 18 kips acumulados en el carril de diseño se calculó así:

$$W_{t18} = \sum TPDA_{vehiculos\ pesados} * FD * DD * DC * 365$$

Donde:

$W_{t18}$  = Número de ejes equivalentes de 8.2 ton en el primer año.

$TPDA_{vehiculos\ pesados}$  = Vehículos pesados, TPDA (buses, camiones, etc)

FD = Factor de daño según el tipo de vehículo pesados

DD= Factor de distribución direccional

DC = Factor de distribución por carril

<sup>15</sup> [www.es.slideshare.net/narait/pavimentos-26290610](http://www.es.slideshare.net/narait/pavimentos-26290610)

### Procedimiento del cálculo del número de ejes equivalentes acumulados

$$W_{t18} = \sum TPDA_{vehiculos\ pesados} * FD * DD * DC * 365$$

$$2015 \rightarrow W_{t18} = 16 * 0,574 * 0,5 * 1 * 365 = 1677$$

$$2016 \rightarrow W_{t18} = 17 * 0,574 * 0,5 * 1 * 365 = 1780$$

$$W_{t18\ acumulado} = W_{t18\ 2015} + W_{t18\ 2016}$$

$$W_{t18\ acumulado} = 1677 + 1780 = 3458$$

Este procedimiento se lo realizó para cada año y se agregó el  $W_{t18}$  acumulado del año anterior hasta llegar al final del periodo de diseño, donde el valor obtenido es:

$$W_{t18\ acumulado} = 42743$$

Tabla N° 56. Ejes Equivalentes a 8,2 ton.

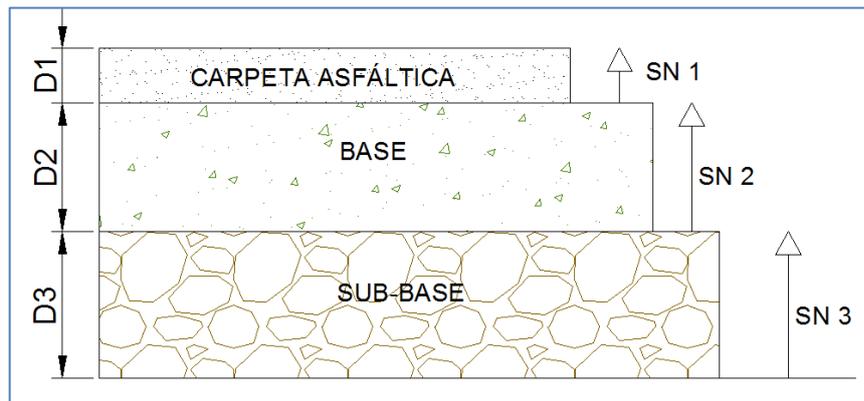
AÑO	% Crecimiento			Tránsito promedio diario				W18 acumulado
	livianos	buses	camiones	TPDA total	livianos	buses	camiones C-2G	
2015	3.97%	1.97%	1.94%	90	74	0	16	1677
2016	3.97%	1.97%	1.94%	94	77	0	17	3458
2017	3.97%	1.97%	1.94%	97	80	0	17	5239
2018	3.97%	1.97%	1.94%	101	84	0	17	7020
2019	3.97%	1.97%	1.94%	105	87	0	18	8906
2020	3.57%	1.78%	1.74%	108	90	0	18	10792
2021	3.57%	1.78%	1.74%	111	93	0	18	12678
2022	3.57%	1.78%	1.74%	116	97	0	19	14668
2023	3.57%	1.78%	1.74%	119	100	0	19	16658
2024	3.57%	1.78%	1.74%	123	104	0	19	18648
2025	3.25%	1.62%	1.58%	126	107	0	19	20638
2026	3.25%	1.62%	1.58%	130	110	0	20	22733
2027	3.25%	1.62%	1.58%	134	114	0	20	24828
2028	3.25%	1.62%	1.58%	138	118	0	20	26923
2029	3.25%	1.62%	1.58%	143	122	0	21	29123
2030	3.25%	1.62%	1.58%	146	125	0	21	31323
2031	3.25%	1.62%	1.58%	151	130	0	21	33523
2032	3.25%	1.62%	1.58%	156	134	0	22	35828
2033	3.25%	1.62%	1.58%	160	138	0	22	38133
2034	3.25%	1.62%	1.58%	165	143	0	22	40438
2035	3.25%	1.62%	1.58%	169	147	0	22	42743

Autor: María Monserrath Ocaña Ramos

## Determinación de los espesores de la sección multicapa

Una vez que se ha obtenido el Número Estructural SN para la sección estructural del pavimento, se requiere determinar una sección multicapa, que en conjunto provea una suficiente capacidad de soporte, equivalente al número estructural de diseño.<sup>16</sup> .

Gráfico N°36. Espesores de las Capas de Pavimento



Fuente: Pavimentos, Universidad Mayor de San Simón

Para este fin se utiliza la siguiente ecuación que permite obtener los espesores de la capa de rodamiento o carpeta, de la capa base y de la sub-base:

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

Donde:

SN = Número estructural.

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

$d_1$ ,  $d_2$  y  $d_3$  = Espesores de cada una de las capas que conforman la estructura del pavimento.

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

<sup>16</sup> [www.slideshare.net/narait/pavimentos-26290610](http://www.slideshare.net/narait/pavimentos-26290610)

Tabla N° 57. Espesores mínimos en función de Ejes Equivalentes

Ejes Equivalentes	Carpeta Asfáltica(plg)	Base granular y/o sub-base granular(plg)
Menos de 50.000	1,0 o T.S.	4,0
50.001 - 150.000	2,0	4,0
150.001 - 500.000	2,5	4,0
500.000 - 2'000.000	3,0	6,0
2'000.001 - 7'000.000	3,5	6,1
Mayor a 7'000.000	4,0	6,2

Fuente: AASHTO, (1993)

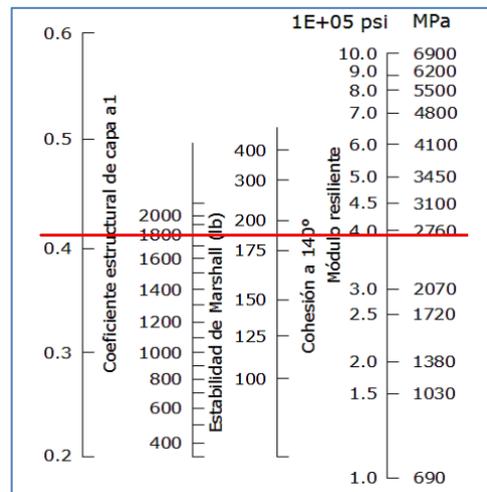
Para las capas granulares, es deseable que la capa superior tenga siempre mayor capacidad estructural que la inferior.

Para el presente proyecto según el  $W_{acumulada} = 42743$  el espesor mínimo de la carpeta asfáltica es de 2,0 plg y de la base y sub-base es de 4,0 plg.

### Coefficiente estructural de la carpeta asfáltica ( $a_1$ )

Para el presente proyecto no se dispuso del módulo de la elasticidad de la mezcla asfáltica, entonces se empleó la estabilidad de Marshall para obtener el coeficiente, la estabilidad de Marshall mínima escogida fue 1800 lb según lo establecido en el siguiente gráfico.

Gráfico N°37. Nomograma para estimar el coeficiente estructural ( $a_1$ )



Fuente: AASHTO, (1993)

En la gráfica anterior se obtuvo  $a_1 = 0,41$  y un módulo resiliente de la carpeta asfáltica de  $3,90E+05$  PSI. Sin embargo con la siguiente tabla se pudo obtener el valor de  $a_1$  a través de interpolación, solo para el caso de la carpeta asfáltica se consideró igual al módulo resiliente con el módulo elástico.

Tabla N°58. Módulos de la carpeta asfáltica ( $a_1$ )

Módulos elásticos		Valores de $a_1$
PSI	Mpa	
225000	1575	0,320
250000	1750	0,330
275000	1925	0,350
300000	2100	0,360
350000	2275	0,375
325000	2450	0,385
375000	2625	0,405
400000	2800	0,420
425000	2975	0,435
450000	3150	0,440

Fuente: AASHTO, (1993)

A continuación se muestra la interpolación de valores

Módulo elástico    Coeficiente estructural  $a_1$

$$400000 \Rightarrow 0,420$$

$$- \underline{375000 \Rightarrow 0,405}$$

$$25000 \Rightarrow 0,015$$

$$15000 \Rightarrow X$$

$$X = 0,009$$

Entonces:

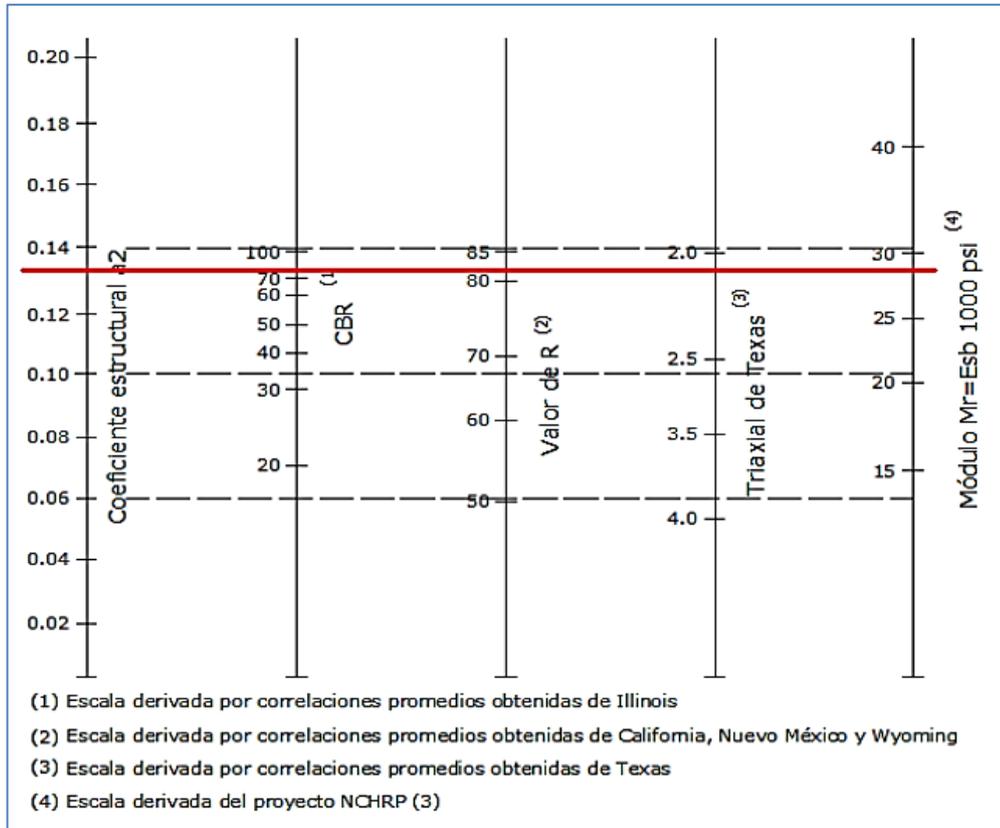
$$a_1 = 0,015 + 0,009 = 0,414$$

$$M_R = 3,90E+05 \text{ PSI} = 390 \text{ ksi}$$

### Coefficiente estructural de la capa Base ( $a_2$ )

Mediante el concepto de que las bases de agregados deberán tener un CBR  $\geq 80\%$ , se encontró el coeficiente estructural de la capa base en el siguiente nomograma.

Gráfico N°38. Nomograma para estimar el coeficiente estructural ( $a_2$ )



Fuente: AASHTO, (1993)

Tabla N°59. Coeficiente estructural de la capa Base ( $a_2$ )

C.B.R. (%)	$a_2$	C.B.R. (%)	$a_2$
20	0,070	55	0,120
30	0,095	60	0,125
35	0,100	70	0,130
40	0,105	80	0,133
45	0,112	90	0,137
50	0,115	100	0,140

Fuente: AASHTO, (1993)

Entonces:

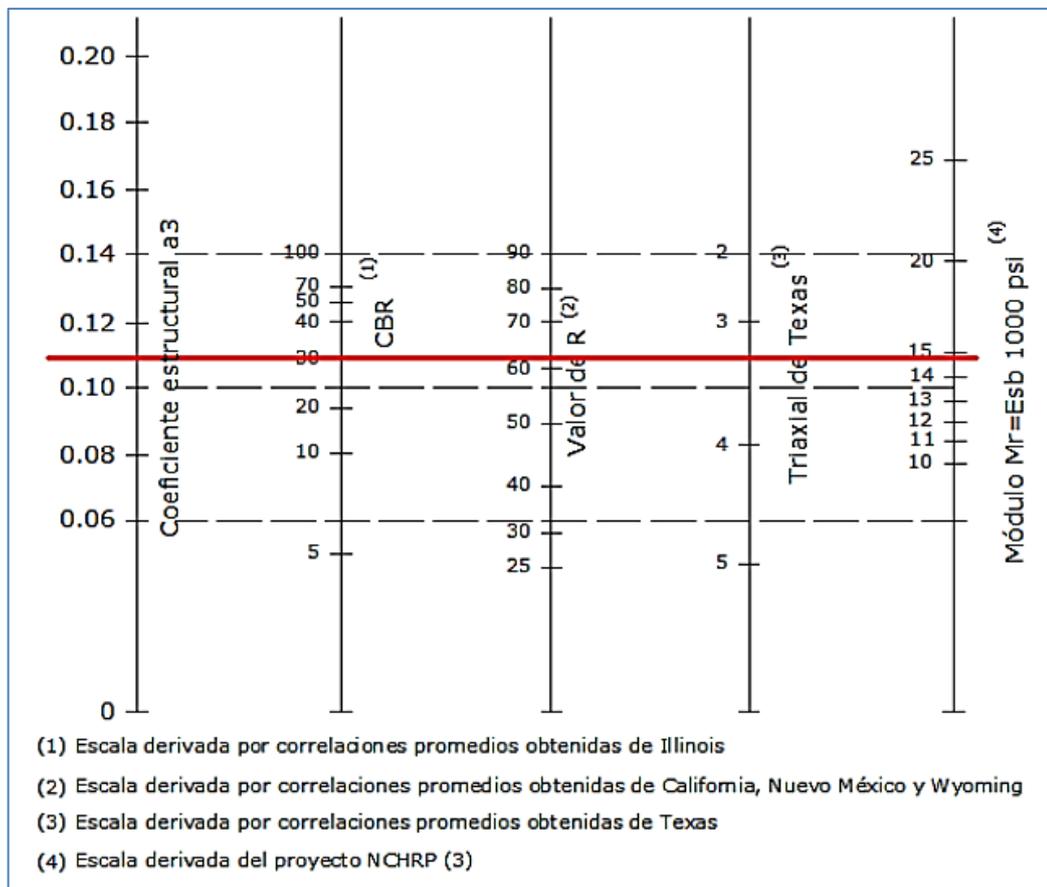
$$a_2 = 0,133$$

$$M_r = 28500 \text{ PSI} = 28.5 \text{ ksi}$$

### Coefficiente estructural de la capa Sub - Base ( $a_3$ )

Mediante el concepto de que las bases de agregados deberán tener un CBR  $\geq 30\%$ , se encontró el coeficiente estructural de la capa base en el siguiente nomograma.

Gráfico N°39. Nomograma para estimar el coeficiente estructural ( $a_3$ )



Fuente: AASHTO, (1993)

Tabla N°60. Coeficiente estructural de la capa Base ( $a_3$ )

C.B.R. (%)	$a_2$	C.B.R. (%)	$a_2$
10	0,080	50	0,120
20	0,023	60	0,128
25	0,102	70	0,130
30	0,108	80	0,135
35	0,115	90	0,138
40	0,120	100	0,140

Fuente: AASHTO, (1993)

Entonces:

$$a_2 = 0,108$$

$$M_r = 14800 \text{ PSI} = 14.8 \text{ ksi}$$

### Coeficientes de drenaje ( $m_2$ y $m_3$ )

Son determinados en base al tiempo que el agua demora en ser eliminada de las capas granulares que compone el pavimento (base y sub-base).

Tabla N°61. Calidad de drenaje

Calidad de drenaje	Agua eliminada en:
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua o drena

Fuente: AASHTO, (1993)

Tabla N°62. Coeficiente de drenaje ( $m_2$  y  $m_1$ )

Calidad de drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación.			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 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	2,00 - 0,80	0,80
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Deficiente	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

Fuente: AASHTO, (1993)

## Cálculo del número estructural requerido (SN)

Se utilizó el software Ecuación AAHTO 93y se ingresaron en él los valores de confiabilidad, desviación estándar, serviciabilidad inicial y final, el módulo resiliente de la sub-rasante y el número de ejes equivalentes acumulados al final del periodo de diseño.

Gráfico N°40. Cálculo del SN requerido.

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

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu shows '75 % Zr=-0.674' and a text box shows 'So = 0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (4.2) and 'PSI final' (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** Text box for 'Mr' (8700 psi).
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'.
- Resultados:** Text boxes showing 'W18 = 42743' and 'Número Estructural SN = 1.73'.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Autor: María Monserrath Ocaña Ramos

## Cálculo de espesores de la Estructura de Pavimento Flexible

Para el presente cálculo se utilizó una hoja de Excel, donde se ingresó las siguientes variables:

Tipo de pavimento = Flexible

Periodo de diseño = 20 años

Confiabilidad (R) = 75%

Desviación normal (Zr) = -0,674

Desviación estándar global (So) = 0,45

Módulo de resiliencia de la subrasante = 8700 psi

Índice de servicio inicial (PSIo) = 4,2

Índice de servicio final (PSIf) = 2,0

Perdida del índice de serviciabilidad ( $\Delta$ PSI) = 2,2

Wt18 acumulado para el tiempo de diseño = 4,27E+04

Coficiente estructural a1 = 0,414

Coficiente estructural a2 = 0,133

Coficiente estructural a3 = 0,108

Mr de carpeta asfáltica = 390 ksi

Mr de la capa base = 28,50 ksi

Mr de la capa sub-base = 14,80 ksi

Coficientes de drenaje m2,m3 = 1,070

Gráfico N°41. Diseño de la Estructura de Pavimento Flexible (AASHTO 93)

 Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ingeniería Civil Diseño de pavimento Flexible, Método AASHTO 1993 																													
<b>PROYECTO:</b>	Estudio Vial Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo																												
<b>LUGAR:</b>	Cantón Quero, provincia de Tungurahua																												
<b>DATOS DE ENTRADA</b>																													
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES</b>																													
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)	390																												
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)	28.5																												
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)	14.8																												
<b>2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUB-RASANTE</b>																													
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (Wt18)	4.27E+04																												
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	75%																												
DESVIACIÓN NORMAL (Zr)	-0.674																												
DESVIACIÓN ESTÁNDAR GLOBAL (So)	0.45																												
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-RASANTE (Mr, ksi)	8.70																												
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.20																												
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.00																												
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20.00																												
<b>3. DATOS PARA ESTRUCTURAS DEL REFUERZO</b>																													
A. COEFICIENTE ESTRUCTURALES DE CAPA																													
Concreto Asfáltico Convencional (a1)	0.410																												
Base Granular (a2)	0.133																												
Sub-base (a3)	0.108																												
B. COEFICIENTE DE DRENAJE DE CAPA																													
Base Granular (m2)	1.070																												
Sub-base (m3)	1.070																												
<b>DATOS DE SALIDA</b>																													
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SN <sub>REQ</sub> )	1.725																												
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN <sub>CA</sub> )	1.03																												
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN <sub>BG</sub> )	0.36																												
NUMERO ESTRUCTURAL SUB-BASE (SN <sub>SB</sub> )	0.34																												
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA</b>																													
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">PROPUESTA</th> </tr> <tr> <th>TEORICO</th> <th>ESPESOR</th> <th colspan="2">SN (cale)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)</td> <td>6.4 cm</td> <td>5.0 cm</td> <td>2.0</td> <td>0.81</td> </tr> <tr> <td>ESPESOR BASE GRANULAR (cm)</td> <td>6.4 cm</td> <td>10.0 cm</td> <td>3.9</td> <td>0.56</td> </tr> <tr> <td>ESPESOR SUB-BASE GRANULAR (cm)</td> <td>7.5 cm</td> <td>10.0 cm</td> <td>3.9</td> <td>0.45</td> </tr> <tr> <td>ESPESOR TOTAL (cm)</td> <td></td> <td>25.0 cm</td> <td>9.8</td> <td><b>1.82</b></td> </tr> </tbody> </table>			PROPUESTA		TEORICO	ESPESOR	SN (cale)		ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	6.4 cm	5.0 cm	2.0	0.81	ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	6.4 cm	10.0 cm	3.9	0.56	ESPESOR SUB-BASE GRANULAR (cm)	7.5 cm	10.0 cm	3.9	0.45	ESPESOR TOTAL (cm)		25.0 cm	9.8	<b>1.82</b>
		PROPUESTA																											
TEORICO	ESPESOR	SN (cale)																											
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	6.4 cm	5.0 cm	2.0	0.81																									
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	6.4 cm	10.0 cm	3.9	0.56																									
ESPESOR SUB-BASE GRANULAR (cm)	7.5 cm	10.0 cm	3.9	0.45																									
ESPESOR TOTAL (cm)		25.0 cm	9.8	<b>1.82</b>																									

Autor: María Monserrath Ocaña Ramos

## Procedimiento manual para determinar los espesores de cada capa de la estructura del pavimento

Para determinar los números estructurales requeridos para proteger cada capa del pavimento, se reemplazó el módulo resiliente de la sub-rasante por el módulo resiliente de cada capa, en el software Ecuación AASHTO 93.

Se calculó el espesor  $D_1$  de la capa de concreto asfáltico, suponiendo un MR igual al de la base y así se obtuvo el  $SN_1$  que debe ser absorbido por el concreto asfáltico.

Teóricamente:  $SN_1 = 1.03$

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} \quad D_1 = \frac{1.03}{0.414} \quad D_1 = 2.49 \text{ plg} = 6.32 \text{ cm}$$

Propuesta:  $D_1 = 5 \text{ cm}$

$$SN_1 = D_1 * a_1 \quad SN_1 = 5 * 0.414 \quad SN_1 = 2.07 \text{ cm} = 0.81 \text{ plg.}$$

El espesor  $D_2$  de la capa de concreto asfáltico se calculó, suponiendo un MR igual al de la sub-base y así se obtuvo el  $SN_2$  que debe ser absorbido por el concreto asfáltico y la capa base.

Teóricamente:  $SN_1 = 1.39$

$$D_1 = \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 * m_2} \quad D_1 = \frac{1.39 - 1.03}{0.133 * 1.20} \quad D_1 = 2.26 \text{ plg} = 5.73 \text{ cm}$$

Propuesta:  $D_2 = 10 \text{ cm}$

$$SN_2 = D_2 * a_2 * m_2 \quad SN_2 = 10 * 0.133 * 1.20 \quad SN_2 = 1.596 \text{ cm} = 0.63 \text{ plg}$$

Se calculó el espesor  $D_3$  de la capa de concreto asfáltico, suponiendo un MR igual al de la sub-rasante y así se obtuvo el  $SN_3$ , igual al requerido para toda la carpeta de la estructura de pavimento, ya calculada previamente.

Teóricamente:  $SN = 1.73$     $SN_1 = 0.81$     $SN_2 = 0.94$

$$D_3 = \frac{SN - (SN_1 + SN_2)}{a_3 * m_3} \quad D_3 = \frac{1.73 - (0.81 + 0.94)}{0.108 * 1.20} \quad D_3 = 2.31 \text{ plg} = 5.87 \text{ cm}$$

Propuesta:  $D_3 = 10\text{cm}$

$$SN_3 = D_3 * a_3 * m_3$$

$$SN_3 = (10 * 0.108 * 1.20) / 2.54$$

$$SN_3 = 0.51 \text{ plg}$$

Entonces:

$$SN_{\text{calc}} = SN_1 + SN_2 + SN_3$$

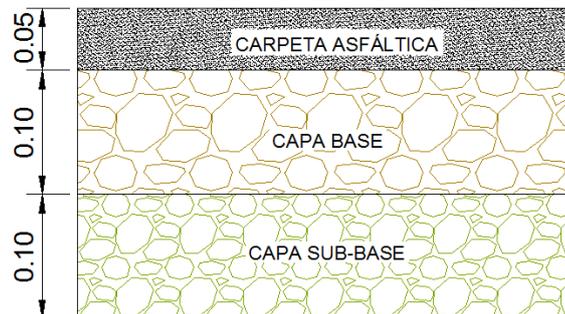
$$SN_{\text{calc}} = 0.81 + 0.63 + 0.51$$

$$SN_{\text{calc}} = 1.95$$

$$SN_{\text{calc}} > SN_{\text{requerido}}$$

$$1.95 > 1.73 \text{ (Ok)}$$

Gráfico N°42. Espesores de diseño de la estructura de Pavimento



Autor: María Monserrath Ocaña Ramos

### Descripción de los parámetros dentro de la Estructura de Pavimento.

Las características de la sub-base clase 3 y la base clase 4 utilizadas en la estructura del pavimento constan en las siguientes tablas:

Tabla N°63. Características de los agregados, Base y Sub-Base

Agregados		Límite Líquido	Índice plástico	% de desgaste por abrasión	C.B.R. (%)
Sub-Base	Clase 1	≤ 25	< 6	< 50	≥ 30
	Clase 2				
	Clase 3				
Base	Clase 1	< 25	< 6	< 40	≥ 80
	Clase 2				
	Clase 3				
	Clase 4				

Fuente: MTOP 2002

Tabla N°64. Límites granulométricos para Base

Tamiz	Peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada (%)				
	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
	Tipo a	Tipo b			
2" (50.4 mm)	100	-----	-----	-----	100
1 ½" (38.1 mm)	70-100	100	-----	-----	-----
1" (38.1 mm)	55-85	70-100	100	-----	60-90
¾" (19.0 mm)	50-80	60-90	70-100	100	-----
⅜" (9.5 mm)	35-60	45-75	50-80	-----	-----
N°4 (4.75 mm)	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
N°10 (2.00 mm)	20-40	20-50	25-50	30-60	-----
N°40 (0.425mm)	10-25	10-25	15-30	20-35	-----
N°200 (0.075mm)	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: MTOP 2002

Tabla N°65. Límites granulométricos para Sub-Base

Tamiz	Peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada (%)		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (76.2 mm)	-----	-----	100
2" (50.4 mm)	-----	100	-----
1 ½" (38.1 mm)	100	70-100	-----
N°4 (4.75 mm)	30-70	30-70	30-70
N°40 (0.425mm)	10-35	15-40	-----
N°200 (0.075mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: MTOP 2002

Se seleccionó una Sub-Base clase 3 debido a que es el tipo de sub-base que se encuentra en las minas cercanas al proyecto y que se adapta mejor a las necesidades de la estructura de pavimento, y además cumple con los requisitos de las especificaciones y normativas del MTOP.

De igual manera se seleccionó una Base clase 4, debido a que se adapta mejor a las necesidades de la estructura de pavimento del presente estudio y presenta una granulometría acorde.

Se utilizará una capa de hormigón asfáltico, formado por cemento asfáltico y agregados con granulometría específica, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N°66. Granulometrías de los agregados para mezcla asfáltica

Tamiz	Peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada (%)			
	¾"	½"	⅜"	N°4
1" (38.1 mm)	100	-----	-----	-----
¾" (19.0 mm)	90-100	100	-----	-----
½" (12.7 mm)	-----	90-100	100	-----
⅜" (9.5 mm)	56-80	-----	90-100	100
N°4 (4.75 mm)	35-65	44-74	55-85	80-100
N°8 (2.36 mm)	23-49	28-58	32-67	65-100
N°16 (1.18 mm)	-----	-----	-----	40-80
N°30 (0.60mm)	-----	-----	-----	25-65
N°50 (0.30mm)	5-19	5-21	7-23	7-40
N°100 (0.15mm)	-----	-----	-----	3-20
N°200 (0.075mm)	2-8	2-10	2-10	2-10

Fuente: MTOP 2002

Tabla N°67. Características de los agregados a utilizarse

Ensayos	Especificaciones
Resistencia al desgaste	≤ 40%
Resistencia a la acción de los sulfatos	<12%
Recubrimiento	Adherencia 95%
Peladura	Peladura 5%
Índice plástico (pasa tamiz #40)	<4
Hinchamiento	1.50%

Fuente: MTOP 2002

En nuestro país el cemento asfáltico que se emplea el AP-3 que es un cemento asfáltico medio, que poseen un grado de penetración de 80 a 120 (80-120) décimas de milímetros. A continuación se muestran los criterios de diseño de mezclas Marshall.

Tabla N°68. Criterios de diseño de mezclas Marshall

Criterios de Diseño	Traf. Ligero		Traf. Ligero		Traf. Ligero		Traf. Ligero	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Criterio de mezcla								
Número de golpes en cada cara de la probeta	35		50		75		75	
Estabilidad (libras)	750		1200		1800		2200	
Flujo de centésimas (plg)	8	18	8	16	8	14	8	14
Porcentaje de vacíos	3	5	3	5	3	5	3	5
Porcentaje de vacíos rellenos de asfalto	70	80	65	78	65	75	65	75
Relación de filler/betún					0.8	1.2	0.8	1.2

Fuente: MTOP 2002

#### 6.7.4 Sistema de Drenaje

##### 6.7.4.1 Diseño de Cunetas

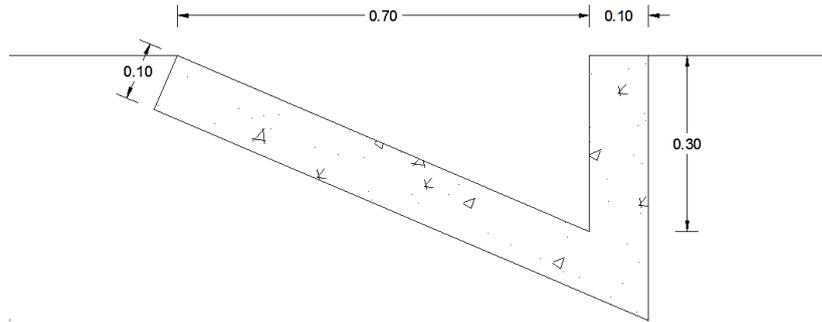
Se eligió la forma triangular para el diseño de las cunetas por la facilidad de construcción y mantenimiento de la misma, revestidas con hormigón simple de  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ , la descarga de estas cunetas se realiza por medio de pasos de agua. El cálculo del área hidráulica de la cuneta se realizó con base al caudal máximo de diseño, a la sección transversal, a la longitud, a la pendiente y a la velocidad según indican las especificaciones del MTOP, 2003.

Se determinó la longitud máxima permisible de la cuneta, para asegurar su funcionamiento eficiente y evitar, al mismo los siguientes inconvenientes:

- Que el nivel de agua rebase la sección de la cuneta.
- Que se produzcan depósitos (azolves) en los tramos en que ocurren cambios de pendiente longitudinal (MTOP, 2003).

Para el diseño la cuneta se realizó el estudio de precipitación, determinando la intensidad y frecuencia, cuya intensidad se establece en base a registros acumulados de las estaciones meteorológicas del sector. Las dimensiones son asumidas y se muestran en el siguiente gráfico.

Gráfico N°43. Sección Transversal de Cuneta.



Autor: María Monserrath Ocaña Ramos

En el diseño de la cuneta se basa en el principio de canales abiertos con una sección llena y con un flujo uniforme, se utilizó la fórmula de Manning y la ecuación de continuidad, con una sección típica.

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

$$Q = A * V \quad R = \frac{A}{P}$$

Donde:

V= Velocidad (m/s)

n= Coeficiente de rugosidad de Manning.

J= Pendiente hidráulica (%)

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

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

P= Perímetro mojado en (m)

R= Radio hidráulico en (m)

Tabla N°69. Coeficientes de rugosidad de Manning (canales abiertos)

Tipo de Recubrimiento	n
Tierra Lisa	0.02
Césped con más de 15cm de prof. de agua	0.04
Césped con menos de 15 cm de prof. de agua	0.06
Revestimiento rugoso de piedra	0.04
Cunetas revestidas de hormigón	0.016

Fuente: Coeficiente de Rugosidad, Manning

**Área Mojada:**

$$Am = \frac{b * h}{2} \qquad Am = \frac{0.30 * 0.70}{2} \qquad Am = 0.105 \text{ m}^2$$

**Perímetro Mojado:**

$$Pm = (0.632 + 0.30) \text{ m} \qquad Pm = 0.932 \text{ m}$$

**Radio Hidráulico:**

$$R = \frac{Am}{Pm} \qquad R = \frac{0.105 \text{ m}^2}{0.932 \text{ m}} \qquad R = 0.113 \text{ m}$$

**Velocidad:**

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * J^{1/2} \qquad V = \frac{1}{0.016} * 0.113^{2/3} * J^{1/2} \qquad V = 14.61 * J^{1/2}$$

Si reemplazamos en la ecuación de continuidad de Manning, se obtiene:

$$Q = A * V$$

$$Q = 0.075 * 14.61 * J^{1/2} \qquad Q = 1.095 * J^{1/2}$$

Para los siguientes cálculos son necesarios los valores de velocidades y caudales que se presentan a continuación.

Tabla N°70. Valores de Velocidades y Caudales con distintas pendientes

Valores de Velocidades y Caudales		
J (%)	V (m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
0.5	0.77	0.06
1	1.09	0.08
1.5	1.34	0.10
2	1.54	0.12
2.5	1.73	0.13
3	1.89	0.14
3.5	2.04	0.15
4	2.18	0.16
4.5	2.32	0.17
5	2.44	0.18
5.5	2.56	0.19
6	2.67	0.20
6.5	2.78	0.21
7	2.89	0.22
7.5	2.99	0.22
8	3.09	0.23
8.5	3.18	0.24
9	3.28	0.25
9.5	3.37	0.25
10	3.45	0.26
10.5	3.54	0.27
11	3.62	0.27
11.5	3.7	0.28
12	3.78	0.28
12.5	3.86	0.29
13	3.94	0.30
13.5	4.01	0.30
14	4.09	0.31

Autor: María Monserrath Ocaña Ramos

Tomando (J), como pendiente máxima del 8% el  $Q_{adm}=0.23m^3/sg$ .

Se utilizó la fórmula del método racional para el cálculo del caudal que circula por la cuneta:

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

Dónde:

Q = Caudal máximo esperado

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de precipitación pluvial (mm/h )

A = Número de hectáreas tributarias

**Coeficiente de Escurrimiento.**- Se calcula con la siguiente fórmula:

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

Dónde:

C'= Valores de escurrimiento debido a diferentes factores que influyen directamente en la escurrimiento, a continuación la tabla correspondiente a los valores, según la topografía, el tipo de suelo y la capa vegetal.

Tabla N°71. Valores de Escurrimiento (C)

<b>Por la Topografía</b>	<b>Valor ( C )</b>
Plana con pendientes de 0.2 - 0.6 m/km	0.3
Moderada con pendientes de 3.0 - 4.0 m/km	0.2
Colinas con pendientes 30 - 50 m/km	0.1
<b>Por el tipo de Suelo</b>	
Arcilla compactada impermeable	0.1
Combinación de limo y arcilla	0.2
Suelo limo arenoso no muy compactado	0.4
<b>Por la capa Vegetal</b>	
Terrenos cultivados	0.1
Bosques	0.2

Fuente: [http://valores\\_escurrecimiento\\_Manning](http://valores_escurrecimiento_Manning)

Con los valores de la tabla tenemos:

$$C = 1 - (0.2 + 0.4 + 0.1)$$

$$C = 0.30$$

## Intensidad de Lluvia

Como base a datos del INAMHI, donde la máxima precipitación pluvial registrada en la estación de Quero es de 40 mm.

$$I = (4.14 * T^{0.18} * P_{max})/tc^{0.58}$$

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

Donde:

T = Periodo de retorno en años (T=10 años)

tc = Tiempo de precipitación de intensidad (I) o tiempo de concentración.

P máx.= Precipitación máximo en 24 horas.

L = Longitud del área de drenaje.

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

En el diseño geométrico de la vía en estudio se puede distinguir el valor de la pendiente máxima y longitud de drenaje que son:

i = 8 % (Pendiente máxima)

L = 180 m

Para calcular el desnivel entre el inicio de la cuneta y el punto de descarga, el tiempo de precipitación de intensidad se utiliza la siguiente ecuación:

$$H = L * i$$

$$H = 180 \text{ m} * 0.08$$

$$H = 14.4 \text{ m}$$

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

$$tc = 0.0195 \left( \frac{180^3}{14.5} \right)^{0.385}$$

$$tc = 1.50 \text{ min.}$$

Con estos datos se puede calcular la Intensidad.

$$I = (4.14 * T^{0.18} * P_{max}) / tc^{0.58}$$

$$I = (4.14 * 10^{0.18} * 40) / 1.50^{0.58}$$

$$I = 130 \text{ mm/h}$$

Para el cálculo del área de drenaje para un carril se utiliza la siguiente ecuación:

$$A = (\text{ancho de calzada} + \text{espaldón} + \text{cuneta}) * L$$

$$A = (2.5 \text{ m} + 0.50 \text{ m} + 0.50 \text{ m}) * 180 \text{ m}$$

$$A = 630 \text{ m}^2 = 0.063 \text{ Ha}$$

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

$$Q = \frac{0.30 * 130 * 0.063}{360}$$

$$Q = 0.015 \text{ m}^3/\text{sg}$$

**Q adm > Q máx**

$$0.23 \text{ m}^3/\text{sg} > 0.015 \text{ m}^3/\text{sg} \quad (\text{OK})$$

#### 6.7.4.2 Diseño de alcantarillado

La alcantarilla es una estructura que tiene por objetivo principal sortear un obstáculo al paso del agua, cuando se realiza el diseño geométrico de un camino, el mismo, normalmente se interpone en el movimiento natural de escurrimiento de las aguas de la zona de emplazamiento.

Cuando atraviesan un arroyo, un río, o cualquier otro canal, y aún en los paisajes más llanos, la topografía del terreno obliga al movimiento del agua en alguna dirección. El camino, en la mayoría de los casos constituye un verdadero obstáculo al paso del agua. (Fuente: Ing. Facundo J. Alonso).

Para determinar el área de la alcantarilla, se utilizó la fórmula de Talbot, recomendada en las normativas del MTOP, que se adapta a las zonas donde los datos hidrológicos no son completos, como en el presente proyecto.

$$A = 0.183 * C * H^{\frac{3}{4}} * \frac{I}{100}$$

Donde:

A = Área hidráulica que deberá tener la alcantarilla (m<sup>2</sup>)

H = Área de la cuenca en hectáreas (según el levantamiento topográfico se tomó un área de 5.0 Ha)

C = Coeficiente de escorrentía (C).

I = Intensidad de precipitaciones (mm/h) (I = 40)

Tabla N°72. Valores (C), para la fórmula de Talbot

Característica Topográfica de la Cuenca	Valor ( C )
Montañoso y Escarpado	1
Con mucho lomerío	0.8
Con lomerío	0.6
Muy Ondulado	0.5
Poco Ondulado	0.4
Casi Plana	0.3
Plana	0.2

Fuente: Talbot (2002)

Con el valor de C, se procede a los siguientes cálculos:

$$A = 0.183 * C * H^{\frac{3}{4}} * \frac{I}{100}$$

$$A = 0.183 * 0.4 * 5^{\frac{3}{4}} * \frac{40}{100}$$

$$A = 0.098 \text{ m}^2$$

El diámetro de la tubería de alcantarillas se calculó con la siguiente ecuación:

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

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

$$D = \frac{\sqrt{4 * 0.098}}{\pi}$$

$$D = 0.2 \text{ m}$$

Se adopta un valor de  $D_{\text{adop}} = 0.30 \text{ m}$

$$A_{\text{real}} = \pi * \frac{D^4}{4}$$

$$A_{\text{real}} = \pi * \frac{0.3^4}{4}$$

$$A_{\text{real}} = 6.36 \text{ m}^2$$

## **6.7.5 Señalización**

Las señales de tránsito que se utilizan servirán de ayuda al movimiento seguro y del tránsito de peatones y vehículos, además dando un orden acorde a las señales de tránsito para evitar posibles inconvenientes.

### **6.7.5.1 Señalización horizontal**

Son señales o marcas efectuadas sobre la superficie de una vía, tal como líneas, símbolos, leyendas, palabras, números u otras indicaciones conocidas como señalización horizontal. (Fuente: <http://es.slideshare.net/modulo-de-sindicato-de-choferes>).

Las señalizaciones horizontales se clasifican en:

- **Líneas Longitudinales**

Se utilizan para determinar carriles y calzadas, para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar, para zonas con prohibición de estacionar y para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.

- **Líneas Transversales**

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

- **Símbolos y Leyendas**

Estas señales se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye el uso de flechas, triángulos ceda el paso y leyendas tales como pare, bus, carril exclusivo, solo trole, taxis, parada bus, etc.

- **Otras Señalizaciones**

Como son las de Empresas multinacionales o institucionales como Chevrons, etc., según las normas INEN 2011.

## **Ubicación de Señales Horizontales**

La ubicación de la señalización debe garantizar al usuario que viaja a la velocidad máxima permitida en la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, a manera de satisfacer los objetivos que se describen a continuación:

- Indicar el inicio, tramo o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la señalización debe ubicarse en el lugar específico donde se requiera.
- Advertir o informar sobre maniobras o acciones que se deben o pueden realizar más adelante (Fuente: INEN, 2011).

## **Materiales de Señalización Horizontal**

Concerniente a los materiales aplicados en capas delgadas como son pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxicos, cintas preformadas, y demás, las características mínimas de los materiales de aplicación debe ser pintura de tráfico acrílicas con micro-esferas, siendo opcional en zonas urbanas dependiendo de los niveles de iluminación en cada sector.

## **Retro-reflexión de Señalización Horizontal**

Estas 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 ser sometidos a procedimientos que aseguren su retro-reflexión.

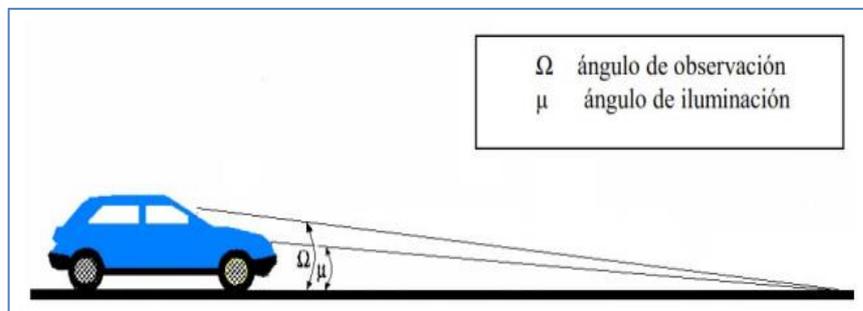
Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa. (Fuente: INEN, 2011).

Tabla N°73. Niveles mínimos de retro-reflexión para pinturas de pavimento

Visibilidad	Ángulo		Color	
	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
A 15.00 m	3.5 °	4.5 °	150	95
A 30.00 m	1.24 °	2.29 °	150	95

Fuente: INEN, (2011)

Gráfico N°44. Angulo de Observación y de iluminación vehicular.



Fuente: INEN, (2011)

### Dimensiones de Señalización Horizontal

Para las dimensiones de la señalización Horizontal se aplicarán las siguientes características:

- Las franjas serán de un ancho mínimo de 10 cm.
  - Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3 m con una separación de 9 m.
  - Las líneas punteadas tendrán una longitud de 60 cm con una separación de 60 cm.
  - Las franjas dobles estarán separadas con un espaciamiento de 14 cm.
- (Fuente: MTOP, 2002).

## Colores respectivos de Señalización Horizontal

### - Líneas Amarillas

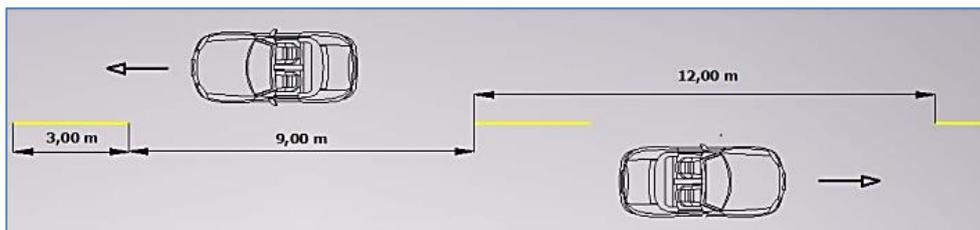
Definen la separación de tráfico viajando en direcciones opuestas. pueden ser traspasadas siempre y cuando haya seguridad, se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes. (Fuente: INEN, 2011).

Tabla N°74. Relación Señalización - Línea de separación de circulación opuesta segmentada

Velocidad máxima (km/h)	Ancho de línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
≤ 50	100	12.00	3 - 9
> 50	150	12.00	3 - 9

Fuente: INEN, (2011)

Gráfico N°45. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta



Fuente: INEN, (2011)

### - Líneas Blancas

Definen el borde derecho de la vía (Berma).

En el presente proyecto predomina la señalización longitudinal es predominante, líneas continuas blancas en los bordes y líneas segmentadas amarillas en el centro.

#### 6.7.5.2 Señalización Vertical

##### - Señalizaciones Reglamentarias (Código R).

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. (Fuente: INEN, 2011).

Gráfico N°46. Señales Reglamentarias

Leyenda y borde retroreflectivo blanco  
Fondo retroreflectivo rojo



R1 - 1

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R1 - 1A	600 x 600	200 Ca
R1 - 1B	750 x 750	240 Ca
R1 - 1C	900 x 900	280 Ca

Símbolo y orla negros  
Círculo rojo retroreflectivo  
Fondo blanco retroreflectivo



Código No.	Dimensiones (mm)
R4-1 A	600 x 600
R4-1 B	750 x 750
R4-1 C	900 x 900



R4-4

Código No.	Dimensiones (mm)
R4-4 A	750x600
R4-4 B	900x1200
R4-4 C	1500x1200

Fuente: INEN, (2011)

**- Señales Preventivas (Código P)**

Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma. (Fuente:INEN, 2011).

Gráfico N°47. Señales Preventivas

Símbolo y orla negros  
Fondo amarillo retroreflectivo



P1-1I



P1-1D

Código	Dimensiones (mm)
P1-1A (I ó D)	600 x 600
P1-1B (I ó D)	750 x 750
P1-1C (I ó D)	900 x 900



P1-1 I



P1-1 D

Código	Dimensiones (mm)
P1-2A (I ó D)	600 x 600
P1-2B (I ó D)	750 x 750
P1-2C (I ó D)	900 x 900



P1-5I



P1-5D

Código	Dimensiones (mm)
P1-5A (I ó D)	600 x 600
P1-5B (I ó D)	750 x 750
P1-5C (I ó D)	900 x 900



P6-2

Código No.	Dimensiones (mm)
P6-2A	600 x 600
P6-2B	750 x 750
P6-2C	900 x 900



P6-2

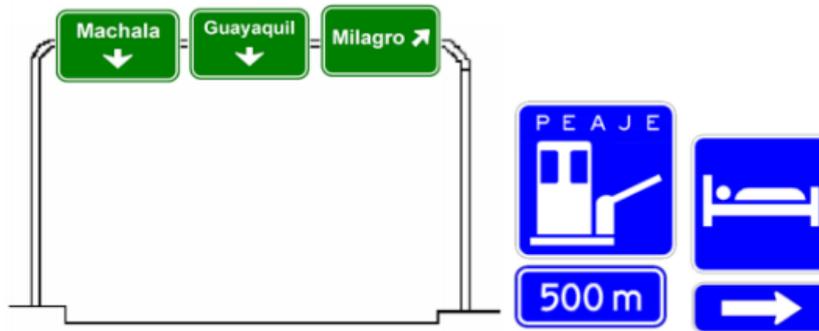
Código No.	Dimensiones (mm)
P6-2A	600 x 600
P6-2B	750 x 750
P6-2C	900 x 900

Fuente: INEN, (2011)

**- Señales de Información (Código I)**

Advierten a los beneficiarios de las vías sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma. (Fuente: INEN, 2011).

Gráfico N°48. Señales Información



Fuente: INEN, (2011)

**- Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales (Código T).**

Advierten, comunican y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad sitios de trabajos en las vías y aceras y para alertar sobre otras condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daños a los usuarios viales. (Fuente: INEN, 2011).

Gráfico N°49. Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales

*Hombres trabajando (T1-1)*



Código No.	Dimensiones (mm)
T1-1 A	600 x 600
T1-1 B	750 x 750
T1-1 C	900 x 900

*Adelante trabajos en la vía (T1-4)*



Código No.	Dimensiones (mm)
T1-4a A	600 x 600
T1-4a B	750 x 750

Fuente: INEN, (2011)

### 6.7.6 Cálculo de volúmenes de Obra

- Desbosque, Desbroce y Limpieza

En este rubro se utiliza como unidad de medida la hectárea (Ha), considerando una faja promedio de 10 m de ancho para toda la longitud del proyecto.

Área de Desbosque, Desbroce y Limpieza = Longitud del proyecto \* ancho de faja

$$\text{Área} = 4003 \text{ m} * 8.00 \text{ m} = 32024 \text{ m}^2 = 3.20 \text{ Ha}$$

- Replanteo y nivelación.-

El replanteo tiene una longitud de 4003 m o 4.03 km

- Excavación sin clasificar

Esta excavación y desalojo se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición, es decir inclusive excavaciones en fango, suelo, marginal y roca. (Fuente: MTOP, 2002).

$$\text{Volumen de Corte (del cálculo de movimiento de tierras)} = 31,206.4 \text{ m}^3$$

- Excavación para cunetas

Los cálculos indican la excavación con un área transversal de cuneta de  $0.105 \text{ m}^2$ .

$$\text{Volumen de excavación} = \text{área transversal} * \text{longitud} * \text{Número de cunetas}$$

$$\text{Volumen} = 0.105 \text{ m}^2 * 4003 \text{ m} * 2 = 840.63 \text{ m}^3$$

- Excavación y relleno de estructuras menores

Con una longitud asumida de 10 m para su encausamiento, para la excavación de cada paso de agua se asumió un área de corte de 0.70 m de base por 1.50 m de profundidad.

Volumen para pasos de agua= (Longitud de tubería de alcantarillas \* ancho \* profundidad \* # de pasos de agua.

$$\text{Volumen para pasos de agua} = 10 * 0.70 * 1.50 * 16 = 168 \text{ m}^3$$

- Tubería PVC para alcantarillado D = 300 mm

Total Pasos de agua = 16

Longitud total = 160 m

- Hormigón simple  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$  para cunetas

$$\text{Área Transversal de la cuneta} = 0,07 \text{ m}^2$$

Longitud del proyecto = 4003 m

Volumen = Área transversal \* (longitud de la vía) \* # de lados

$$\text{Volumen} = 0.07 * (4003) * 2 = 560.42 \text{ m}^3$$

- Hormigón simple  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$

Cajas de revisión = 4 cajas de revisión por km, total = 16 unidades

Volumen de hormigón = (Volumen exterior –volumen hueco +volumen de tapa) x

Número de cajas de revisión

$$\text{Volumen de hormigón} = [(1.00 \times 1.00 \times 1.50) - (0.60 \times 0.60 \times 1.50) + (1.00 \times 1.00 \times 0.10)] \times 16$$

$$\text{Volumen de hormigón} = 16.96 \text{ m}^3$$

- Sub-base clase I incluye transporte

Volumen =  $2401.8 \text{ m}^3$  \* factor sobre-ancho \* factor de esponjamiento

$$\text{Volumen} = 2401.8 * 1.10 * 1.20 = 3170.38 \text{ m}^3$$

- Base clase I incluye transporte

Volumen =  $2401.80 \text{ m}^3$  \* factor sobre-ancho \* factor de esponjamiento

Volumen =  $2401.80 * 1.10 * 1.20 = 3170.38 \text{ m}^3$

- Transporte material de desalojo

Se considera a todo material proveniente de las excavaciones autorizadas y que no sea requerido para relleno, la disposición de este material de desalojo que no se considere aprovechable se efectuará en sitios denominados como escombreras dispuestos por Fiscalización, considerando la excavación sin clasificar del diseño pasado el acarreo libre (500,00 m) hasta 5 km, se pagará únicamente el metro cúbico de desalojado.

Volumen de desalojo =  $15427.25 \text{ m}^3$

- Capa de rodadura de asfalto, mezclada en planta e=2'' (incluye imprimación)

Área de Asfalto =  $24018 \text{ m}^2$

Área = Área de asfalto \* factor de sobre-ancho

Área =  $24018 * 1.10 = 26419.80 \text{ m}^2$

- Señalización Horizontal

Se refiere a dos líneas continuas laterales de color blanco y una línea segmentada central de color amarillo.

Pintura para Pavimento = Longitud de la vía \* # de líneas

Pintura para Pavimento =  $4003 \text{ m} * 3 \text{ líneas} = 12009 \text{ m} = 12.01\text{km}$

- Señales informativas (2,40 x 1,20) m = 10 u
- Señales reglamentarias (0,60 x 0,60) m = 8 u

- Señales preventivas (0,60 x 0,60) m = 16 u

### 6.7.7 Presupuesto Referencial

Significa el valor de la obra que recibirá el contratista, el cual se calcula mediante un análisis de precios unitarios considerando cada uno de los rubros que se emplearán en la construcción de la obra.

Tabla N°75. Presupuesto Referencial



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



TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

N°	RUBRO/DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Desbroce, limpieza y desbosque del Terreno	HA	3.20	229.52	734.46
2	Replanteo y Nivelación	KM	4.03	735.68	2,964.78
3	Excavación sin Clasificar (Mov. De tierra)	M3	31,206.40	1.04	32,605.62
4	Excavación para Cunetas	M3	840.63	4.58	3,852.55
5	Excavación y Relleno de estructuras menores	M3	168.00	4.29	720.12
6	Tubería PVC para alcantarillado D=300 mm	ML	160.00	83.87	13,419.79
7	Hormigón f'c=180 kg/cm2 para cunetas	ML	4,003.00	15.21	60,882.48
8	Hormigón f'c=180 kg/cm2	M3	16.96	155.70	2,640.67
9	Material de Sub-base Clase I (Incluye Trans)	M3	3,170.38	13.29	42,146.20
10	Material de Base Clase I (Incluye Trans)	M3	3,170.38	15.82	50,171.23
11	Transporte de Material de Desalojo	M3	15,427.25	0.31	4,814.56
12	Capa Rodadura Hormigón Asfalto, mezclado en planta e=2" (Incluye Imprimación)	M2	26,419.80	10.24	270,424.82
13	Señalización Horizontal	KM	12.01	435.85	5,234.54
14	Señales Informativas (2.40x1.20)m	U	10.00	192.36	1,923.59
15	Señales Reglamentarias (0.60x0.60)m	U	8.00	93.02	744.20
16	Señales Preventivas (0.60x0.60)m	U	16.00	97.41	1,558.56

**TOTAL = 494,838.16**

SON: CUATRO NOVENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y OCHO DÓLARES CON DIECISEIS CENTAVOS DE DÓLAR

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN

### 6.7.8. Cronograma valorado de Trabajos



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



#### CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS

Periodos ( Meses / semanas)

N°	RUBRO/DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	PRECIO TOTAL	Periodos ( Meses / semanas)																							
						MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5							
						1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Desbroce, limpieza y desbosque del Terreno	HA	3.20	229.52	734.46	477.40				257.06																			
2	Replanteo y Nivelación	KM	4.03	735.68	2,964.78	1,037.67				1,334.15				592.96															
3	Excavación sin Clasificar (Mov. De tierra)	M3	31,206.40	1.04	32,605.62	13,042.25				14,672.53				4,890.84															
4	Excavación para Cunetas	M3	840.63	4.58	3,852.55	1,078.72				1,541.02				1,232.82															
5	Excavación y Relleno de estructuras menores	M3	168.00	4.29	720.12	144.02				216.04				216.29				143.77											
6	Tubería PVC para alcantarillado D=300 mm	ML	160.00	83.87	13,419.79	2,683.96				4,696.93				3,354.95				2,683.96											
7	Hormigón f'c=180 kg/cm2 para cunetas	ML	4,003.00	15.21	60,882.48									18,264.74				21,308.87				21,308.87							
8	Hormigón f'c=180 kg/cm2	M3	16.96	166.15	2,817.82									845.35				1,127.13				845.35							
9	Material de Sub-base Clase I (Incluye Trans)	M3	3,170.38	13.29	42,146.20					21,073.10				21,073.10															
10	Material de Base Clase I (Incluye Trans)	M3	3,170.38	15.82	50,171.23									25,085.61				25,085.61											
11	Transporte de Material de Desalojo	M3	15,427.25	0.31	4,814.56	1,444.37				1,925.82				1,444.37															
12	Capa Rodadura Hormigón Asfalto, mezclado en planta e=2" (Incluye Imprimación)	M2	26,419.80	10.24	270,424.82									108,169.93				162,254.89											
13	Señalización Horizontal	KM	12.01	435.85	5,234.54																	5,234.54							
14	Señales Informativas (2.40x1.20)m	U	8.00	192.36	1,538.87																	1,538.87							
15	Señales Reglamentarias (0.60x0.60)m	U	8.00	93.02	744.20																	744.20							
16	Señales Preventivas (0.60x0.60)m	U	16.00	97.41	1,558.56																	1,558.56							
INVERSION MENSUAL						19,908.38				45,716.65				185,170.95				212,604.23				31,230.38							
AVANCE PARCIAL EN %						<b>TOTAL: 494,630.59</b>				4.02%				9.24%				37.44%				42.98%				6.31%			
INVERSION ACUMULADA						19,908.38				65,625.03				250,795.98				463,400.21				494,630.59							
AVANCE ACUMULADO EN %						4.02%				13.27%				50.70%				93.69%				100.00%							

## MATERIALES DE REFERENCIA

### 1. BIBLIOGRAFÍA

Bustillos, J. (2011). *Estudio de tráfico vehicular. Cálculo del TPDA y tráfico futuro*. Extraído el 7 de Mayo del 2014 desde

[http://www.obraspublicas.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/07/06-09-2011\\_informe\\_tecnico\\_zamora\\_gualaquiza\\_parteII.pdf](http://www.obraspublicas.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/07/06-09-2011_informe_tecnico_zamora_gualaquiza_parteII.pdf)

Cárdenas, J. (2004). *Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá: Ecoe ediciones

Chocontá, P. (2002). *Diseño Geométrico de Vías*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería

Chávez, F. (2012). *Análisis del diseño geométrico y estructura del pavimento que une*

*a la parroquia Diez de Agosto con la comuna Juan de Velasco, perteneciente al cantón Pastaza, provincia Pastaza y su incidencia en la calidad de vida de los pobladores de la zona*. Tesis de Pre-grado no publicada, Carrera de Ingeniería Civil,

Universidad Técnica de Ambato.

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2011). *Alcantarillas metálicas galvanizadas corrugadas. Requisitos*. Extraído desde <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1674.2005.pdf>

Cal y Mayor, R. y Cárdenas, J. (1994). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones*. México DF: Alfaomega

Jácome, I. (2011). *La infraestructura vial y su incidencia en el buen vivir de los habitantes de las colonias Libertad y Allishungo, parroquia Fátima, cantón*

*Pastaza,*

*provincia de Pastaza.* Tesis de Pre-grado no publicada, Carrera de Ingeniería Civil,

Universidad Técnica de Ambato

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, MOP. (2002). *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.* Extraído desde [http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/01-07-2013\\_ConcursoPublico\\_StoDomingo-Esmeraldas-Especificaciones-Tecnicas.pdf](http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/01-07-2013_ConcursoPublico_StoDomingo-Esmeraldas-Especificaciones-Tecnicas.pdf)

Ministerio de Transportes y Obras Públicas, MTOP. (2013). *Normas Ecuatoriana Vial NEVI-12.* Extraído desde [http://www.obraspublicas.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013\\_Manual\\_NEVI-12\\_VOLUMEN\\_3.pdf](http://www.obraspublicas.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf)

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2011). *Señalización Vial. Parte II. Señalización Horizontal.* Extraído desde [http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/11/rte\\_4\\_2\\_1r.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/11/rte_4_2_1r.pdf)

Parra, C. (2013). *Análisis de la estructura y el diseño geométrico de la vía Las Américas- Santa Martha, del cantón Pastaza, provincia Pastaza para facilitar el tráfico vehicular y optimizar la producción agrícola.* Tesis de Pre-grado no publicada, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Ambato.

## **2. ANEXOS**

A. FORMATO DE ENCUESTA

B. FOTOGRAFÍAS

C. FORMULARIOS DEL CONTEO VEHICULAR

D. ESTUDIOS DE SUELOS

E. VALORES DE DISEÑO SEGÚN MTOP 2003

F. UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA

G. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

H. PLANOS

## A. FORMATO DE ENCUESTA



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



**ENCUESTA ANÓNIMA**

**DIRIGIDO A:** Moradores de las comunidades Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo del cantón Quero, provincia de Tungurahua.

**FECHA:** .....

**1.-** ¿Cuál es la condición de la vía en su comunidad actualmente?

Buena ( )                      Mala ( )                      Regular ( )

**2.-** ¿Cómo califica usted la calidad de vida de los habitantes de su comunidad?

Buena ( )                      Mala ( )                      Regular ( )

**3.-** ¿Con qué frecuencia utiliza la vía?

Diariamente ( )              Frecuentemente ( )              Ocasionalmente ( )

**4.-** ¿Tiene facilidad al transportar sus productos en esta vía?

Si ( )                      No ( )

**5.-** ¿Estaría usted dispuesto a ceder parte de su terreno para el mejoramiento de la vía?

Si ( )                      No ( )

**6.-** ¿Existen vías alternas a su comunidad?

Si ( )                      No ( )

**7.-** ¿En qué días existe una mayor afluencia de tráfico en su comunidad?

Lunes ( )    Martes ( )    Mier. ( )    Jueves ( )    Viernes ( )    Sábado ( )    Dom. ( )

**8.-** ¿Qué tiempo tarda usted en llegar a su comunidad desde el centro de la ciudad?

15 min ( )              30 min ( )              >30 min ( )

**9.-** ¿Qué medio de transporte utiliza con regularidad?

Vehículo ( )    Camioneta ( )    Moto ( )    Caballo/burro ( )    Ninguno ( )

**10.-** ¿Cree usted que el mejoramiento de la vía aumentará el desarrollo socio-económico de su comunidad?

Si ( )                      No ( )

## B. FOTOGRAFÍAS

## FOTOGRAFÍAS

<p>Inicio del poyecto, Comunidad de Llimpe Chico, Abscisa 0+000.00</p>	<p>Fin del poyecto, Comunidad de Pueblo Viejo, Abscisa 4+025.00</p>
	
<p>Ancho de vía aproximado 4.00 m</p>	<p>Vegetación del sector</p>
 	 
<p>Toma de muestras de suelo</p>	<p>Toma de muestra de suelo</p>
	

Ensayos de suelos



Ensayos de Suelos



Ensayos de suelos



Realización de la Topografía del sector



Realización de la Topografía del sector



Realización de la Topografía del sector



C. FORMULARIOS DEL CONTEO  
VEHICULAR

**FORMULARIOS DE CONTEO VEHICULAR**



Univesidad Técnica de Ambato  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica  
Ingeniería Civil



Proyecto: Estudio Vial Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo  
 Cantón: Quero Estación: Abscisa 4+000.00  
 Conteo: Durción de 12 horas Fecha: Lunes 13 de Abril 2015  
 Ubicación: Entre Llimpe Chico y Pueblo Viejo Realizado por: María M. Ocaña Ramos

Horas	Livianos		Pesados						Total	Total Acumulado
	Automovil	Camionetas	C-2P	C2-G	C-3	C-4	C-5	C-6		
6:00 - 6:15	1	1							2	
6:15 - 6:30	1			1					2	
6:30 - 6:45									0	
6:45 - 7:00	1			1					2	6
7:00 - 7:15									0	4
7:15 - 7:30	1	2							3	5
7:30 - 7:45									0	5
7:45 - 8:00									0	3
8:00 - 8:15									0	3
8:15 - 8:30	1	1		1					3	3
8:30 - 8:45									0	3
8:45 - 9:00		1							1	4
9:00 - 9:15									0	4
9:15 - 9:30									0	1
9:30 - 9:45		1							1	2
9:45 - 10:00									0	1
10:00 - 10:15									0	1
10:15 - 10:30	1								1	2
10:30 - 10:45									0	1
10:45 - 11:00		2							2	3
11:00 - 11:15		1							1	4
11:15 - 11:30									0	3
11:30 - 11:45				1					1	4
10:45 - 11:00	1								1	3
11:00 - 11:15									0	2
11:15 - 11:30	2	2							4	6
11:30 - 11:45									0	5
11:45 - 12:00	2								2	6
12:00 - 12:15									0	6
12:15 - 12:30				1					1	3
12:30 - 12:45									0	3
12:45 - 13:00									0	1
13:00 - 13:15	1	1							2	3
13:15 - 13:30									0	2
13:30 - 13:45									0	2
13:45 - 14:00	2	2							4	6
14:00 - 14:15									0	4
14:15 - 14:30		1		1					2	6
14:30 - 14:45									0	6
14:45 - 15:00									0	2
15:00 - 15:15		1							1	3
15:15 - 15:30									0	1
15:30 - 15:45		1							1	2
15:45 - 16:00									0	2
16:00 - 16:15									0	1
16:15 - 16:30		1							1	2
16:30 - 16:45									0	1
16:45 - 17:00		2		1					3	4
17:00 - 17:15									0	4
17:15 - 17:30	2	1							3	6
17:30 - 17:45		1		1					2	8
17:45 - 18:00	1			1					2	7
<b>Total:</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	

Máximo volúmen Vehicular (Hora Pico)  
 Hora: 16:45 a 17:45

Livianos	Automovil	2
	Camioneta	4
Pesados	C-2G	2
	<b>Total:</b>	<b>8</b>



## FORMULARIOS DE CONTEO VEHICULAR

Univesidad Técnica de Ambato  
Facultad de ingeniería Civil y Mecánica  
Ingeniería Civil



Proyecto: Estudio viál Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo

Cantón: Quero

Estación: Abscisa 4+000.00

Conteo: Durción de 12 horas

Fecha: Martes 14 de Abril 2015

Ubicación: Entre Llimpe Chico y Pueblo Viejo

Realizado María M. Ocaña Ramos

Horas	Livianos		Pesados						Total	Total Acumulado
	Automovil	Camionetas	C-2P	C2-G	C-3	C-4	C-5	C-6		
6:00 - 6:15		1							1	
6:15 - 6:30	1			1					2	
6:30 - 6:45									0	
6:45 - 7:00	1								1	4
7:00 - 7:15									0	3
7:15 - 7:30		2							2	3
7:30 - 7:45				1					1	4
7:45 - 8:00									0	3
8:00 - 8:15									0	3
8:15 - 8:30		1		1					2	3
8:30 - 8:45	1								1	3
8:45 - 9:00									0	3
9:00 - 9:15									0	3
9:15 - 9:30									0	1
9:30 - 9:45		1							1	1
9:45 - 10:00									0	1
10:00 - 10:15									0	1
10:15 - 10:30	1								1	2
10:30 - 10:45		1							1	2
10:45 - 11:00									0	2
11:00 - 11:15		2							2	4
11:15 - 11:30	1								1	4
11:30 - 11:45									0	3
10:45 - 11:00		1		1					2	5
11:00 - 11:15									0	3
11:15 - 11:30	2	1							3	5
11:30 - 11:45									0	5
11:45 - 12:00	2								2	5
12:00 - 12:15									0	5
12:15 - 12:30				1					1	3
12:30 - 12:45									0	3
12:45 - 13:00									0	1
13:00 - 13:15	1	1							2	3
13:15 - 13:30									0	2
13:30 - 13:45									0	2
13:45 - 14:00	1	2							3	5
14:00 - 14:15									0	3
14:15 - 14:30		1		1					2	5
14:30 - 14:45									0	5
14:45 - 15:00									0	2
15:00 - 15:15		1							1	3
15:15 - 15:30									0	1
15:30 - 15:45		1							1	2
15:45 - 16:00									0	2
16:00 - 16:15	1								1	2
16:15 - 16:30		1							1	3
16:30 - 16:45		1							1	3
16:45 - 17:00		2							2	5
17:00 - 17:15	2			1					3	7
17:15 - 17:30	1	1		1					3	9
17:30 - 17:45									0	8
17:45 - 18:00	1								1	7
Total:	16	21	0	8	0	0	0	0	45	

Máximo volúmen Vehicular (Hora Pico)

Hora: 16:30 a 17:30

Livianos	Automovil	3
	Camioneta	4
Pesados	C-2G	2
Total:		9

## FORMULARIOS DE CONTEO VEHICULAR



Univesidad Técnica de Ambato  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica  
Ingeniería Civil



Proyecto: Estudio viál Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo  
 Cantón: Quero Estación: Abscisa 4+000.00  
 Conteo: Durción de 12 horas Fecha: Miércoles 15 de Abril 2015  
 Ubicación: Entre Llimpe Chico y Pueblo Viejo Realizado María M. Ocaña Ramos

Horas	Livianos		Pesados						Total	Total Acumulado
	Automovil	Camionetas	C-2P	C2-G	C-3	C-4	C-5	C-6		
6:00 - 6:15									0	
6:15 - 6:30		1							1	
6:30 - 6:45		1		1					2	
6:45 - 7:00	1								1	4
7:00 - 7:15									0	4
7:15 - 7:30	1	2							3	6
7:30 - 7:45									0	4
7:45 - 8:00		1							1	4
8:00 - 8:15									0	4
8:15 - 8:30	1	2							3	4
8:30 - 8:45									0	4
8:45 - 9:00		1		1					2	5
9:00 - 9:15									0	5
9:15 - 9:30									0	2
9:30 - 9:45		2							2	4
9:45 - 10:00									0	2
10:00 - 10:15									0	2
10:15 - 10:30	1								1	3
10:30 - 10:45									0	1
10:45 - 11:00		1							1	2
11:00 - 11:15		1							1	3
11:15 - 11:30									0	2
11:30 - 11:45				1					1	3
10:45 - 11:00	1								1	3
11:00 - 11:15									0	2
11:15 - 11:30	1								1	3
11:30 - 11:45		1							1	3
11:45 - 12:00	2								2	4
12:00 - 12:15									0	4
12:15 - 12:30				1					1	4
12:30 - 12:45									0	3
12:45 - 13:00									0	1
13:00 - 13:15	1	1							2	3
13:15 - 13:30									0	2
13:30 - 13:45									0	2
13:45 - 14:00	2	2							4	6
14:00 - 14:15									0	4
14:15 - 14:30		1		1					2	6
14:30 - 14:45									0	6
14:45 - 15:00									0	2
15:00 - 15:15		1							1	3
15:15 - 15:30									0	1
15:30 - 15:45		1							1	2
15:45 - 16:00									0	2
16:00 - 16:15									0	1
16:15 - 16:30		1							1	2
16:30 - 16:45									0	1
16:45 - 17:00		2		1					3	4
17:00 - 17:15		1							1	5
17:15 - 17:30	1	1							2	6
17:30 - 17:45	1	1		1					3	9
17:45 - 18:00	1								1	7
<b>Total:</b>	<b>14</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>46</b>	

Máximo volúmen Vehicular (Hora Pico)

Hora: 16:45 a 17:45

Livianos	Automovil	2
	Camioneta	5
Pesados	C-2G	2
Total:		9



## FORMULARIOS DE CONTEO VEHICULAR

Univesidad Técnica de Ambato  
Facultad de ingeniería Civil y Mecánica  
Ingeniería Civil



Proyecto: Estudio viál Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo

Cantón: Quero

Estación: Abscisa 4+000.00

Conteo: Durción de 12 horas

Fecha: Jueves 16 de Abril 2015

Ubicación: Entre Llimpe Chico y Pueblo Viejo

Realizado | María M. Ocaña Ramos

Horas	Livianos		Pesados						Total	Total Acumulado
	Automovil	Camionetas	C-2P	C2-G	C-3	C-4	C-5	C-6		
6:00 - 6:15									0	
6:15 - 6:30	1								1	
6:30 - 6:45	2								2	
6:45 - 7:00				1					1	4
7:00 - 7:15									0	4
7:15 - 7:30	1	2							3	6
7:30 - 7:45									0	4
7:45 - 8:00									0	3
8:00 - 8:15		1							1	4
8:15 - 8:30	1			1					2	3
8:30 - 8:45		2							2	5
8:45 - 9:00		1							1	6
9:00 - 9:15									0	5
9:15 - 9:30	2	1							3	6
9:30 - 9:45									0	4
9:45 - 10:00		1							1	4
10:00 - 10:15									0	4
10:15 - 10:30	1								1	2
10:30 - 10:45									0	2
10:45 - 11:00		1							1	2
11:00 - 11:15		1							1	3
11:15 - 11:30		1							1	3
11:30 - 11:45				1					1	4
10:45 - 11:00	2								2	5
11:00 - 11:15									0	4
11:15 - 11:30	2	2							4	7
11:30 - 11:45									0	6
11:45 - 12:00									0	4
12:00 - 12:15									0	4
12:15 - 12:30				1					1	1
12:30 - 12:45									0	1
12:45 - 13:00									0	1
13:00 - 13:15	1								1	2
13:15 - 13:30		2							2	3
13:30 - 13:45									0	3
13:45 - 14:00	2	1							3	6
14:00 - 14:15									0	5
14:15 - 14:30		1		1					2	5
14:30 - 14:45									0	5
14:45 - 15:00									0	2
15:00 - 15:15		1							1	3
15:15 - 15:30		1							1	2
15:30 - 15:45		1							1	3
15:45 - 16:00									0	3
16:00 - 16:15	1								1	3
16:15 - 16:30		1							1	3
16:30 - 16:45		1							1	3
16:45 - 17:00	1			1					2	5
17:00 - 17:15	2	1							3	7
17:15 - 17:30									0	6
17:30 - 17:45		1		1					2	7
17:45 - 18:00	1	2							3	8
Total:	20	26	0	7	0	0	0	0	53	

Máximo volúmen Vehicular (Hora Pico)

Hora: 17:00 a 18:00

Livianos	Automovil	3
	Camioneta	4
Pesados	C-2G	1
Total:		8



## FORMULARIOS DE CONTEO VEHICULAR

Univesidad Técnica de Ambato  
Facultad de ingeniería Civil y Mecánica  
Ingeniería Civil



Proyecto: Estudio viál Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo

Cantón: Quero

Estación: Abscisa 4+000.00

Conteo: Durción de 12 horas

Fecha: Viernes 17 de Abril 2015

Ubicación: Entre Llimpe Chico y Pueblo Viejo

Realizado por María M. Ocaña Ramos

Horas	Livianos		Pesados						Total	Total Acumulado
	Automovil	Camionetas	C-2P	C2-G	C-3	C-4	C-5	C-6		
6:00 - 6:15	1								1	
6:15 - 6:30	1	1							2	
6:30 - 6:45									0	
6:45 - 7:00									0	3
7:00 - 7:15									0	2
7:15 - 7:30	1	1							2	2
7:30 - 7:45	1			1					2	4
7:45 - 8:00									0	4
8:00 - 8:15									0	4
8:15 - 8:30	2								2	4
8:30 - 8:45									0	2
8:45 - 9:00		1		1					2	4
9:00 - 9:15									0	4
9:15 - 9:30		1							1	3
9:30 - 9:45									0	3
9:45 - 10:00									0	1
10:00 - 10:15		1							1	2
10:15 - 10:30									0	1
10:30 - 10:45				1					1	2
10:45 - 11:00									0	2
11:00 - 11:15		1							1	2
11:15 - 11:30		2							2	4
11:30 - 11:45				1					1	4
10:45 - 11:00	1								1	5
11:00 - 11:15									0	4
11:15 - 11:30									0	2
11:30 - 11:45									0	1
11:45 - 12:00	1	1							2	2
12:00 - 12:15		2							2	4
12:15 - 12:30				1					1	5
12:30 - 12:45									0	5
12:45 - 13:00		1							1	4
13:00 - 13:15	1	1							2	4
13:15 - 13:30									0	3
13:30 - 13:45									0	3
13:45 - 14:00	1	1							2	4
14:00 - 14:15									0	2
14:15 - 14:30		2		1					3	5
14:30 - 14:45									0	5
14:45 - 15:00		1							1	4
15:00 - 15:15	1	2							3	7
15:15 - 15:30	1								1	5
15:30 - 15:45									0	5
15:45 - 16:00		1							1	5
16:00 - 16:15									0	2
16:15 - 16:30									0	1
16:30 - 16:45	1	1							2	3
16:45 - 17:00		2		1					3	5
17:00 - 17:15									0	5
17:15 - 17:30	2	1							3	8
17:30 - 17:45		1							1	7
17:45 - 18:00	1			1					2	6
Total:	16	25	0	8	0	0	0	0	49	

Máximo volúmen Vehicular (Hora Pico)

Hora: 16:30 a 17:30

Livianos	Automovil	3
	Camioneta	4
Pesados	C-2G	1
Total:		8

**FORMULARIOS DE CONTEO VEHICULAR**



Univesidad Técnica de Ambato  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica  
Ingeniería Civil



Proyecto: Estudio viál Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo  
Cantón: Quero  
Conteo: Durción de 12 horas  
Ubicación: Entre Llimpe Chico y Pueblo Viejo

Estación: Abcisa 4+000.00  
Fecha: Sábado 18 de Abril 2015  
Realizado por María M. Ocaña Ramos

Horas	Livianos		Pesados						Total	Total Acumulado
	Automovil	Camionetas	C-2P	C2-G	C-3	C-4	C-5	C-6		
6:00 - 6:15									0	
6:15 - 6:30	2								2	
6:30 - 6:45		1							1	4
6:45 - 7:00		1							1	4
7:00 - 7:15									0	4
7:15 - 7:30	1	1							2	4
7:30 - 7:45	1								1	4
7:45 - 8:00									0	3
8:00 - 8:15				1					1	4
8:15 - 8:30		1							1	3
8:30 - 8:45	1								1	3
8:45 - 9:00									0	3
9:00 - 9:15									0	2
9:15 - 9:30									0	1
9:30 - 9:45									0	0
9:45 - 10:00	1								1	1
10:00 - 10:15	1								1	2
10:15 - 10:30	1								1	3
10:30 - 10:45									0	3
10:45 - 11:00		2							2	4
11:00 - 11:15		1							1	4
11:15 - 11:30				1					1	4
11:30 - 11:45									0	4
10:45 - 11:00	1								1	3
11:00 - 11:15									0	2
11:15 - 11:30		1							1	2
11:30 - 11:45		1							1	3
11:45 - 12:00	1	1							2	4
12:00 - 12:15									0	4
12:15 - 12:30									0	3
12:30 - 12:45		1							1	3
12:45 - 13:00				1					1	2
13:00 - 13:15	1	1							2	4
13:15 - 13:30									0	4
13:30 - 13:45									0	3
13:45 - 14:00		1							1	3
14:00 - 14:15									0	1
14:15 - 14:30		2		1					3	4
14:30 - 14:45	1								1	5
14:45 - 15:00									0	4
15:00 - 15:15		1							1	5
15:15 - 15:30	1	1							2	4
15:30 - 15:45		1							1	4
15:45 - 16:00									0	4
16:00 - 16:15									0	3
16:15 - 16:30		1							1	2
16:30 - 16:45									0	1
16:45 - 17:00	1	1		1					3	4
17:00 - 17:15	1								1	5
17:15 - 17:30		2							2	6
17:30 - 17:45		1							1	7
17:45 - 18:00	1			1					2	6
<b>Total:</b>	<b>16</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	

Máximo volúmen Vehicular (Hora Pico)  
Hora: 16:45 a 17:45

Livianos	Automovil	2
	Camioneta	4
Pesados	C-2G	1
<b>Total:</b>		<b>7</b>



## FORMULARIOS DE CONTEO VEHICULAR

Univesidad Técnica de Ambato  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica  
Ingeniería Civil



Proyecto: Estudio Vial Llimpe Chico, Llimpe Grande y Pueblo Viejo

Cantón: Quero

Estación: Abscisa 4+000.00

Conteo: Durción de 12 horas

Fecha: Domingo 19 de Abril 2015

Ubicación: Entre Llimpe Chico y Pueblo Viejo

Realizado María M. Ocaña Ramos

Horas	Livianos		Pesados						Total	Total Acumulado
	Automovil	Camionetas	C-2P	C2-G	C-3	C-4	C-5	C-6		
6:00 - 6:15		1							1	
6:15 - 6:30									0	
6:30 - 6:45	1	1		1					3	
6:45 - 7:00		2							2	6
7:00 - 7:15	1	2		1					4	9
7:15 - 7:30	2	1							3	12
7:30 - 7:45				1					1	10
7:45 - 8:00	2								2	10
8:00 - 8:15		1							1	7
8:15 - 8:30	2	2		1					5	9
8:30 - 8:45	1	1							2	10
8:45 - 9:00		1							1	9
9:00 - 9:15	1	2							3	11
9:15 - 9:30									0	6
9:30 - 9:45	1	1							2	6
9:45 - 10:00				1					1	6
10:00 - 10:15									0	3
10:15 - 10:30	1								1	4
10:30 - 10:45									0	2
10:45 - 11:00		2							2	3
11:00 - 11:15		2							2	5
11:15 - 11:30									0	4
11:30 - 11:45				1					1	5
10:45 - 11:00	1	2							3	6
11:00 - 11:15	1								1	5
11:15 - 11:30	2	1							3	8
11:30 - 11:45		1							1	8
11:45 - 12:00	2	1							3	8
12:00 - 12:15	1								1	8
12:15 - 12:30	2			1					3	8
12:30 - 12:45		1		1					2	9
12:45 - 13:00									0	6
13:00 - 13:15	2	2							4	9
13:15 - 13:30	1	1							2	8
13:30 - 13:45									0	6
13:45 - 14:00	1	2							3	9
14:00 - 14:15	1								1	6
14:15 - 14:30		1		1					2	6
14:30 - 14:45	1	1							2	8
14:45 - 15:00	1	2							3	8
15:00 - 15:15		2							2	9
15:15 - 15:30	1								1	8
15:30 - 15:45	1	1							2	8
15:45 - 16:00		1							1	6
16:00 - 16:15	1	2							3	7
16:15 - 16:30		2							2	8
16:30 - 16:45	1								1	7
16:45 - 17:00	1	1		1					3	9
17:00 - 17:15									0	6
17:15 - 17:30	2	2							4	8
17:30 - 17:45	1	1		1					3	10
17:45 - 18:00	1			1					2	9
<b>Total:</b>	<b>37</b>	<b>46</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>95</b>	

Máximo volúmen Vehicular (Hora Pico)

Hora: 6:30 a 7:30

Livianos	Automovil	4
	Camioneta	6
Pesados	C-2G	2
Total:		12

## D. ESTUDIOS DE SUELOS



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



**Proyecto:** Estudio vial Llimpe Chico - Llimpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero.

**Abscisa:** km 0 +000.00

**Fecha:** 15/01/2015

**Ubicación:** Comunidad Llimpe Chico

**Realizado por:** María M. Ocaña Ramos

**1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO**

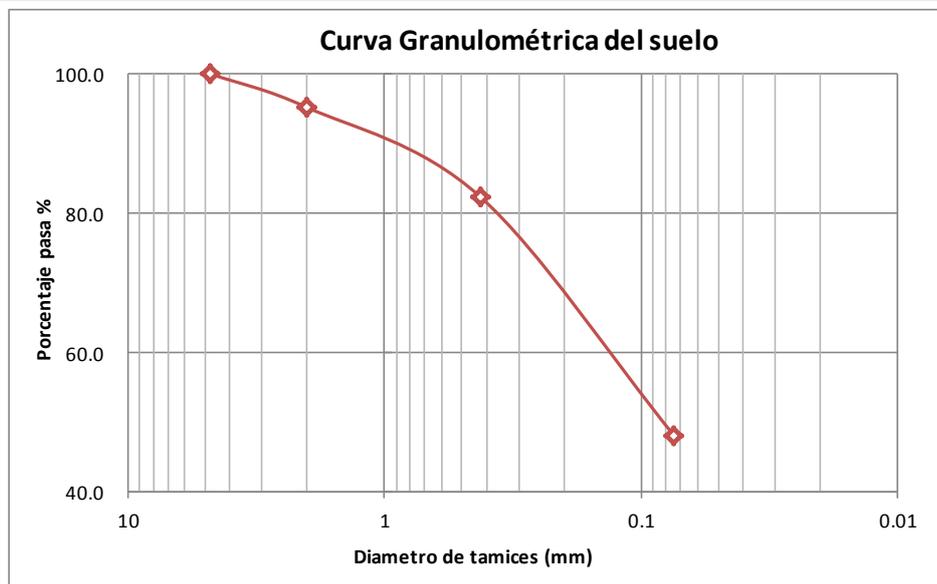
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	12.65	2.67	97.33
N 30	0.59			
N 40	0.425	88.38	18.64	81.36
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	295.09	62.24	37.76
PASA EL N 200		179.01	37.76	
TOTAL		474.10		

PESO ANTES DEL LAVADO 474.10 PESO CUARTEO ANTES/LAVADO (gr)

PESO DESPUÉS DE LAVADO 295.09 PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO (gr)

TOTAL - DIFERENCIA 179.01 TOTAL (gr)

**2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**



PT SS: 474.1

**3.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso s. húmedo+Peso del recipiente (Wm+W <sub>r</sub> )	Peso s. seco+peso del recipiente(W <sub>s</sub> +W <sub>r</sub> )	Peso del Recipiente (W <sub>r</sub> )	P Agua (W <sub>w</sub> )	Peso del suelo seco (W <sub>s</sub> )
196.31	188.58	47.11	7.73	141.47

W % = 5.5

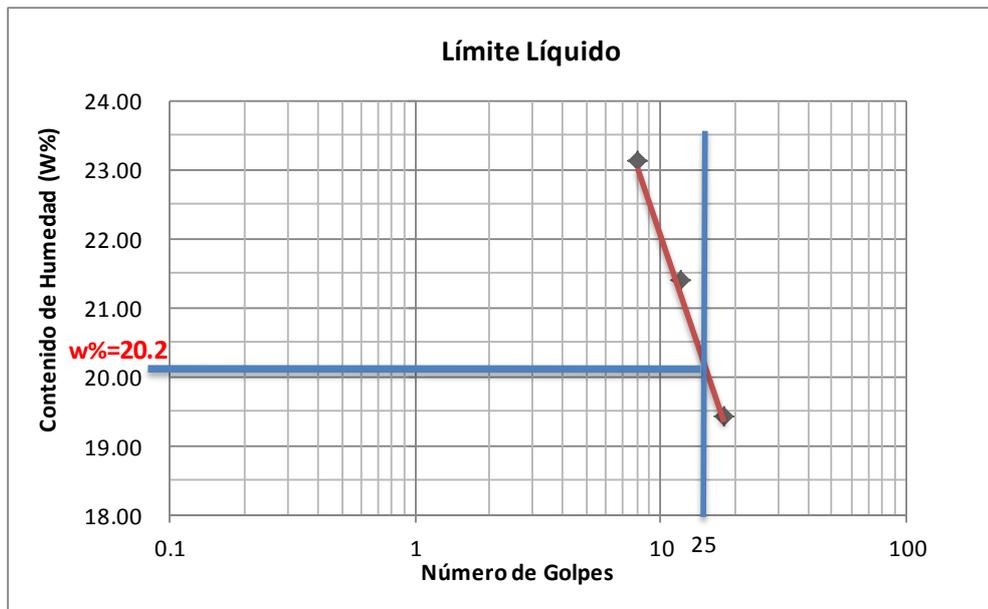
Clasificación SUCS= SM (Arena limosa).



**Proyecto:** Estudio vial Limpe Chico - Limpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero.      **Abscisa:** km 0 +000  
**Ubicación:** Comunidad Limpe Chico      **Fecha:** 15/01/2015  
**Realizado por:** María M. Ocana Ramos

**1.- DEIERMINACIÓN DEL ÍMITE LÍQUIDO**

	18		12		8	
Recipiente Número	3-F	3-T	9-F	14-E	TE	Z
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	26.64	20.15	21.11	26.28	23.85	25.85
Peso seco + recipiente Ws + rec	24.17	18.59	19.42	23.65	21.55	23.11
Peso recipiente rec	11.49	10.53	11.52	11.37	11.57	11.3
Peso del agua Ww	2.47	1.56	1.69	2.63	2.3	2.74
Peso de los sólidos WS	12.68	8.06	7.9	12.28	9.98	11.81
Contenido de humedad w%	19.48	19.35	21.39	21.42	23.05	23.20
Contenido de humedad prom. w%	19.42		21.40		23.12	



**2.- DEIERMINACIÓN DEL LÍMITE PLASTICO**

Recipiente Número						
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec						
Peso seco + recipiente Ws + rec						
Peso recipiente rec						
Peso del agua Ww						
Peso de los sólidos WS						
Contenido de humedad w%						
Contenido de humedad prom. w%						

Límite líquido = **20.20** %  
 Límite plástico = - %  
 Índice plástico = **np** %



# UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



## COMPACTACIÓN

**Proyecto:** Estudio vial Llimpe Chico - Llimpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero.

**Ubicación:** Comunidad Llimpe Chico

**Abscisa:** km 0 +000.00

**Norma:** AASHTO T - 180

**Fecha:** 15/01/2015

**Método:** AASHTO modificado

**Realizado por:** María M. Ocana Ramos

### ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

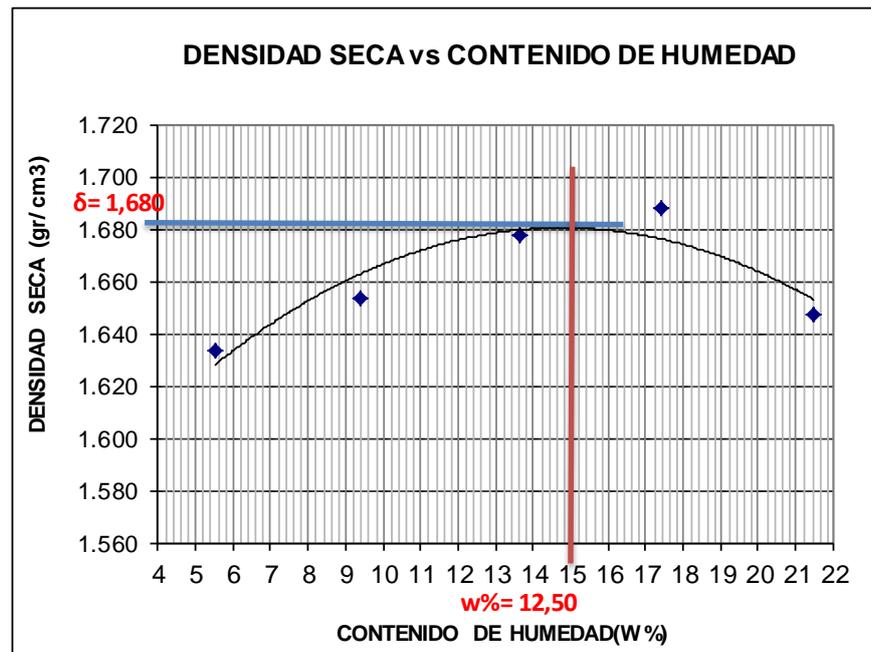
Número de golpes :	25	Número de capas :	5	Peso martillo :	10 Lb
Altura de caída:	18"	Peso molde gr :	3791	Volumen molde cc :	944

### 1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5418	5498.4	5591.2	5662.2	5680.6
Peso suelo húmedo	1627	1707.4	1800.2	1871.2	1889.6
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.724	1.809	1.907	1.982	2.002

### 2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	4-A	2-R	D-7	8-B	C-5	6-T	1-T	1-D	D-3	4-A
Peso húmedo + recipiente W <sub>m+rec</sub>	173.62	152.2	211.0	125.2	215.4	130.7	147.3	125.7	130.45	125.41
Peso seco + recipiente W <sub>s+rec</sub>	166.32	146.5	196.9	117.2	195.5	118.3	130	111.9	112.25	111.85
Peso del recipiente rec	33.07	45.05	47.12	32.23	48.94	28.14	30.4	33	27.41	48.87
Peso del agua W <sub>w</sub>	7.3	5.63	14.12	7.94	19.9	12.36	17.3	13.8	18.2	13.56
Peso suelo seco W <sub>s</sub>	133.25	101.5	149.8	84.98	146.6	90.17	99.57	78.85	84.84	62.98
Contenido humedad w%	5.5	5.5	9.4	9.3	13.6	13.7	17.4	17.5	21.5	21.5
Contenido humedad promedio w%	5.51		9.39		13.64		17.44		21.49	
Densidad Seca $\rho_d$	1.633		1.653		1.678		1.688		1.648	



$\rho_{\text{máximo}} = 1.680$

$W_{\text{óptimo}} \% = 15$



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

<b>Proyecto:</b>	Estudio vial Llimpe Chico - Llimpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero.	<b>Norma:</b>	AASHTO:T-180
<b>Tipo:</b>	Proctor Modificado	<b>Abscisa:</b>	km 0 +000.00
<b>Sector:</b>	Comunidad Llimpe Chico	<b>Suelo:</b>	SM
<b>Fecha:</b>	15 de enero 2015	<b>Realizado por:</b>	María M. Ocana Ramos

**ENSAYO CBR**

MOLDE #	15	18	44
# DE CAPAS	5	5	5
# DE GOLPES POR CAPA	56	27	11
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10384	10517.4	10295
PESO MOLDE (gr)	5864.5	5864.5	5965.5
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4519.5	4652.9	4329.5
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2340	2340	2340
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.931	1.988	1.850
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.682	1.670	1.611
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1.676	1.608	1.535

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

TARRO #	6-T	1-T	2-F	D-3	D-5	8-B
Wm +TARRO (gr)	171.16	136.25	199.28	108.84	205.4	133.55
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	155.1	119.27	179.89	94.77	187.5	114.42
PESO AGUA (gr)	16.06	16.98	19.39	14.07	17.9	19.13
PESO TARRO	46.87	30.38	49.52	27.43	65.86	32.25
PESO MUESTRA SECA (gr)	108.23	88.89	130.37	67.34	121.64	82.17
CONTENIDO DE HUMEDAD %	14.84	19.10	14.87	20.89	14.72	23.28
AGUA ABSORBIDA %	4.26	6.02	8.57			



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

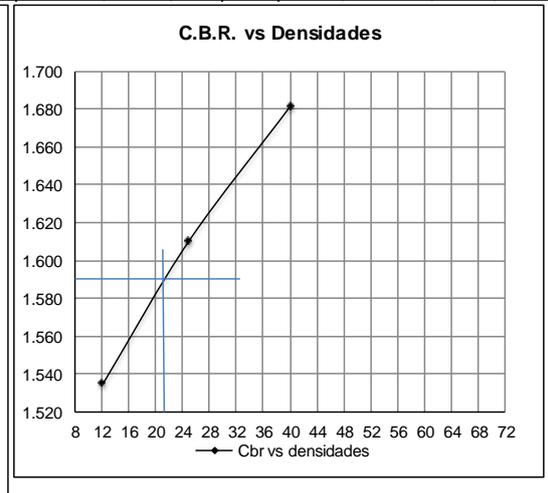
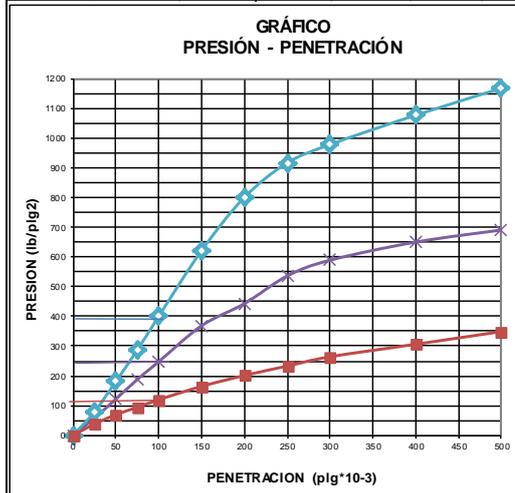
LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ		
	HORA	DIAS		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%
DIA Y MES			Plgs.	Plgs.	*10-2	%	Plgs.	Plgs.	*10-2	%	Plgs.	Plgs.	*10-2	%
14-ene-15	15:10	0	0.07	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00	0.05	5.00	0.00	0.00
15-ene-15	14:08	1	0.08		0.28	0.06	0.04		0.16	0.03	0.05		0.12	0.02
16-ene-15	14:45	2	0.08		0.67	0.13	0.04		0.24	0.05	0.05		0.20	0.04

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
			lb/plg2		%		lb/plg2		%		lb/plg2		%	
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	108.2	79.5			79.1	58.1			51.7	38.0		
1	0	50	247.2	181.6			166.1	122.0			94.8	69.6		
1	30	75	391.1	287.3			256.1	188.1			128.1	94.1		
2	0	100	545.3	400.6	400.6	40	337.2	247.7	247.7	24.8	163.1	119.8	119.8	
3	0	150	846.2	621.7			502.0	368.8			224.2	164.7		
4	0	200	1090.2	800.9			603.2	443.2			273.9	201.2		
5	0	250	1248.0	916.9			730.1	536.4			317.2	233.0		
6	0	300	1332.0	978.6			802.1	589.3			359.8	264.3		
8	0	400	1466.5	1077.4			885.2	650.3			417.1	306.4		
10	0	500	1590.0	1168.1			940.6	691.0			475.2	349.1		
CBR corregido						40				24.8				12



Densidades vs. resistencias			Densidad Máx=	1.680	gr/cm³
gr/cm³	1.682	40.00 %	95% de DM=	1.596	gr/cm³
gr/cm⁴	1.611	24.80 %			
gr/cm⁵	1.535	12.00 %	CBR PUNTUAL=		<b>21 %</b>



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



**Proyecto:** Estudio vial Limpe Chico - Limpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero.

**Abscisa:** km 1 +000.00

**Fecha:** 15/01/2015

**Ubicación:** Comunidad Limpe Chico

**Realizado por:** María M. Ocaña Ramos

**1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO**

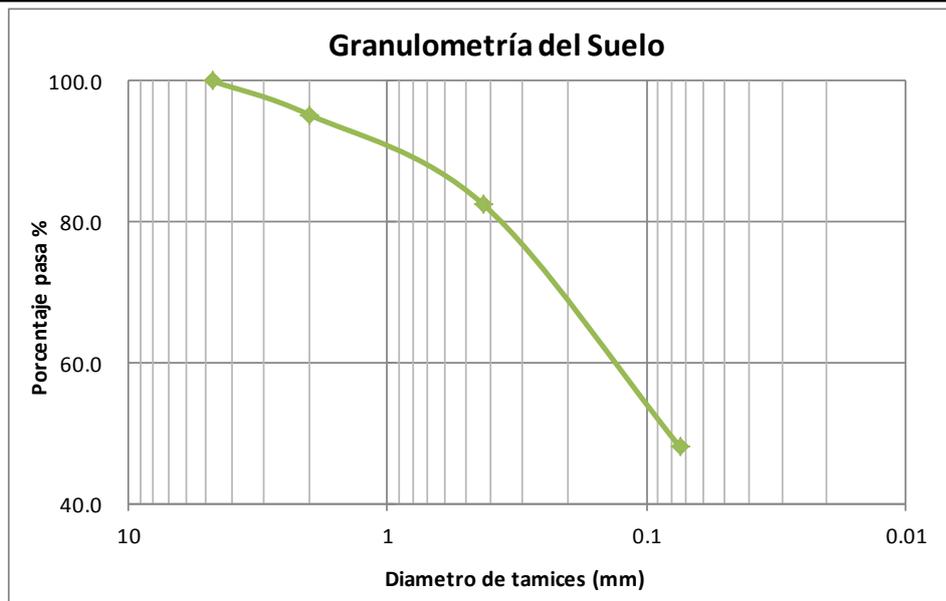
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	24.06	5.32	94.68
N 30	0.59			
N 40	0.425	63.71	14.10	85.90
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	342.48	75.77	24.23
PASA EL N 200		109.52	24.23	
TOTAL		452.00		

PESO ANTES DEL LAVADO 452.00 PESO CUARTEO ANTES/LAVADO (gr)

PESO DESPUÉS DE LAVADO 342.48 PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO (gr)

TOTAL - DIFERENCIA 109.52 TOTAL (gr)

**2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**



PT SS 452.0

**3.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso s. húmedo+Peso del recipiente (Wm+Wr)	Peso s. seco+peso del recipiente(Ws+Wr)	Peso del Recipiente (Wr)	P Agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)
198.86	184.1	45.12	14.76	138.98

W % = 10.6

Clasificación SUCS= SM (Arena limosa).



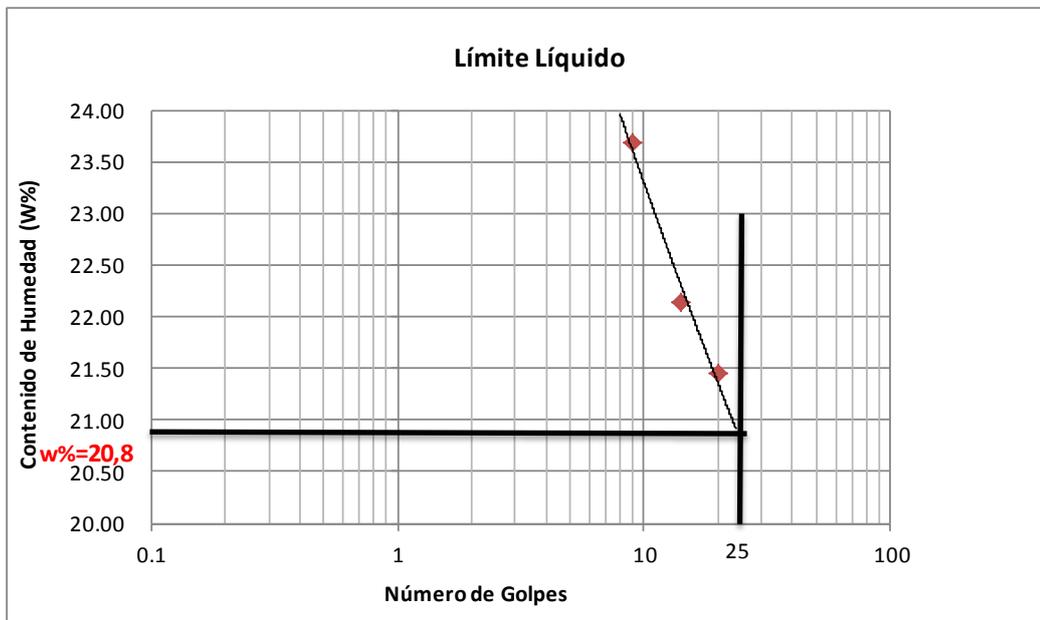
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



**Proyecto:** Estudio vial Limpe Chico - Limpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero. **Abscisa:** km 1 +000  
**Fecha:** 15/01/2015  
**Ubicación:** Comunidad Limpe Chico **Realizado por:** María M. Ocaña Ramos

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO						
	20		14		9	
Recipiente Número	12F	1C	13-F	11-F	9F	8E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	20.81	19.89	20.88	24.56	23.65	19.88
Peso seco + recipiente Ws + rec	19.18	18.38	19.2	22.13	21.32	18.32
Peso recipiente rec	11.58	11.34	11.57	11.22	11.52	11.71
Peso del agua Ww	1.63	1.51	1.68	2.43	2.33	1.56
Peso de los sólidos WS	7.6	7.04	7.63	10.91	9.8	6.61
Contenido de humedad w%	21.45	21.45	22.02	22.27	23.78	23.60
Contenido de humedad prom. w%	21.45		22.15		23.69	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente Número						
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec						
Peso seco + recipiente Ws + rec						
Peso recipiente rec						
Peso del agua Ww						
Peso de los sólidos WS						
Contenido de humedad w%						
Contenido de humedad prom. w%						
Límite líquido = <b>20.80</b> % Límite plástico = - % Índice plástico = <b>np</b> %						



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



COMPACTACIÓN

**Proyecto:** Estudio vial Llimpe Chico - Llimpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero.

**Ubicación:** Comunidad Llimpe Chico

**Abscisa:** km 1 +000.00

**Norma:** AASHTO T - 180

**Fecha:** 15/01/2015

**Método:** AASHTO modificado

**Realizado por:** María M. Ocaña Ramos

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

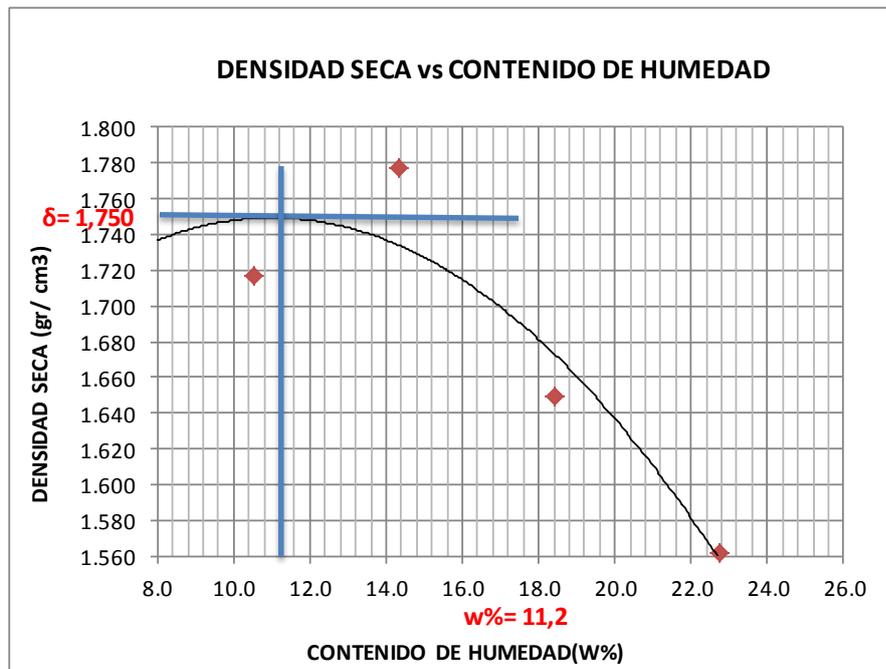
Número de golpes :	25	Número de capas :	5	Peso martillo :	10 Lb
Altura de caída:	18"	Peso molde gr :	3791	Volumen molde cc :	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DEL LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5508.6	5582.4	5709.4	5635.2	5600.5
Peso suelo húmedo	1717.6	1791.4	1918.4	1844.2	1809.5
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.819	1.898	2.032	1.954	1.917

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	D-3	4-B	3-T	2-R	8-B	1-D	11-B	D-7	6-T	1-T
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	142.31	134.2	129.3	128.6	130.8	132.2	141.7	130.7	160.57	140.27
Peso seco + recipiente Ws+ rec	135.96	128.6	119.7	120.7	118.5	119.8	123.8	117.7	139.51	119.85
Peso del recipiente rec	27.44	31.63	28.1	45.12	32.38	33.05	26.9	47.12	46.87	30.32
Peso del agua Ww	6.35	5.6	9.67	7.94	12.36	12.4	17.84	13.03	21.06	20.42
Peso suelo seco Ws	108.52	96.98	91.56	75.55	86.09	86.76	96.93	70.53	92.64	89.53
Contenido humedad w%	5.9	5.8	10.6	10.5	14.4	14.3	18.4	18.5	22.7	22.8
Contenido humedad promedio w%	5.81		10.54		14.32		18.44		22.77	
Densidad Seca gd	1.720		1.717		1.778		1.649		1.561	



$\gamma$  máximo = 1.750

W óptimo % = 11.5



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

<b>Proyecto:</b>	Estudio vial Llimpe Chico - Llimpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero.	<b>Norma:</b>	AASHTO:T-180
<b>Tipo:</b>	Proctor Modificado	<b>Abscisa:</b>	km 1 +000.00
<b>Sector:</b>	Comunidad Llimpe Chico	<b>Suelo:</b>	SM
<b>Fecha:</b>	15 de enero 2015	<b>Realizado por:</b>	María M. Ocaña Ramos

**ENSAYO CBR**

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	12678.4	12739.4	12557.8	12672	12801.8	13016.4
PESO MOLDE (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4687.4	4748.4	4477.8	4592	4235.8	4450.4
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2.037	2.064	1.946	1.996	1.841	1.934
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.794	1.796	1.714	1.705	1.619	1.622
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)						

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

TARRO #	D-7	4-A	4-A	D-5	2-R	2-F
Wm +TARRO (gr)	213.5	181.71	204.99	233.32	243.19	174.07
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	193.67	164.27	186.21	208.91	219.27	153.98
PESO AGUA (gr)	19.83	17.44	18.78	24.41	23.92	20.09
PESO TARRO	47.15	47.2	47.2	65.87	45.09	49.51
PESO MUESTRA SECA (gr)	146.52	117.07	139.01	143.04	174.18	104.47
CONTENIDO DE HUMEDAD %	13.53	14.90	13.51	17.07	13.73	19.23
AGUA ABSORBIDA %		1.36		3.56		5.50



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

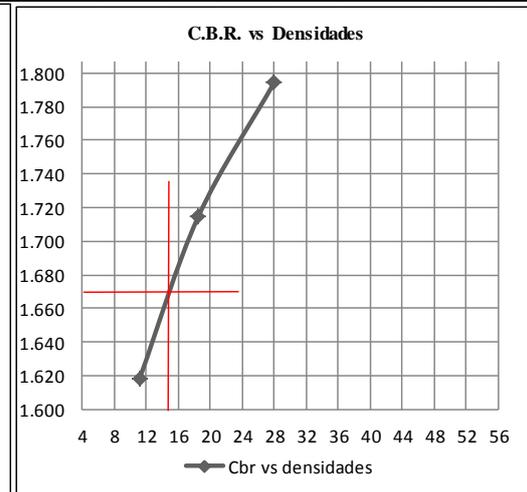
LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
FECHA DIA Y MES	TIEMPO HORA DIAS		LECT	ESPONJ			LECT	ESPONJ			LECT	ESPONJ		
	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	Plgs.		
14-ene-15	17:30	0	0.05	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00	0.05	5.00	0.00	0.00
15-ene-15	14:08	1	0.05		0.04	0.01	0.04		0.08	0.02	0.05		0.04	0.01
16-ene-15	14:45	2	0.05		0.08	0.02	0.04		0.20	0.04	0.05		0.08	0.02

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q	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	62.1	45.6			52.8	38.8			49.6	36.4		
1	0	50	144.2	105.9			108.2	79.5			85.6	62.9		
1	30	75	257.2	189.0			178.3	131.0			120.3	88.4		
2	0	100	381.2	280.1	280.1	28	251.3	184.6	184.6	18.5	152.3	111.9	111.9	11.2
3	0	150	680.2	499.7			413.6	303.9			213.2	156.6		
4	0	200	972.2	714.2			569.2	418.2			262.3	192.7		
5	0	250	1225.2	900.1			697.2	512.2			314.1	230.8		
6	0	300	1463.2	1075.0			808.2	593.8			356.2	261.7		
8	0	400	1805.0	1326.1			1027.2	754.6			448.2	329.3		
10	0	500	2150.2	1579.7			1230.6	904.1			530.2	389.5		
CBR corregido						28				18.5				11.2



Densidades vs. resistencias		
gr/cm <sup>3</sup>	1.794	28.00 %
gr/cm <sup>4</sup>	1.714	18.50 %
gr/cm <sup>5</sup>	1.619	11.20 %

Densidad Máx	1.750	gr/cm <sup>3</sup>
95% de DM	1.663	gr/cm <sup>3</sup>
CBR PUNTUAL	<b>15 %</b>	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**Proyecto:** Estudio vial Limpe Chico - Limpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero.

**Abscisa:** km 2 +000.00

**Fecha:** 15/01/2015

**Ubicación:** Comunidad Limpe Grande

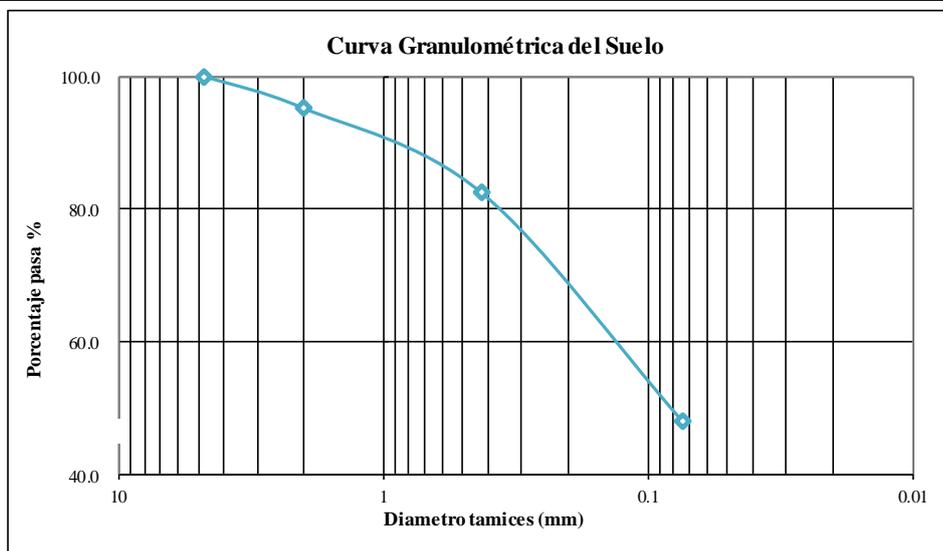
**Realizado por:** María M. Ocaña Ramos

**1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO**

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% REIENIDO	% 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	12.96	2.79	97.21
N 30	0.59			
N 40	0.425	68.15	14.65	85.35
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	282.65	60.75	39.25
PASA EL N 200		182.61	39.25	
TOTAL		465.26		

PESO ANTES DEL LAVADO	465.26	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO	
PESO DESPUÉS DE LAVADO	282.65	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA	182.61	TOTAL	

**2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**



PT SS 465.3

**3.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso s. húmedo+Peso del recipiente (Wm+W <sub>r</sub> )	Peso s. seco+peso del recipiente(W <sub>s</sub> +W <sub>r</sub> )	Peso del Recipiente (W <sub>r</sub> )	P Agua (W <sub>w</sub> )	Peso del suelo seco (W <sub>s</sub> )
144.22	136.31	30.38	7.91	105.93

W % = 7.5  
Clasificación SUCS= SM (Arena limosa).



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



**Proyecto:** Estudio vial Limpe Chico - Limpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero. **Abscisa:** km 2 +000.00

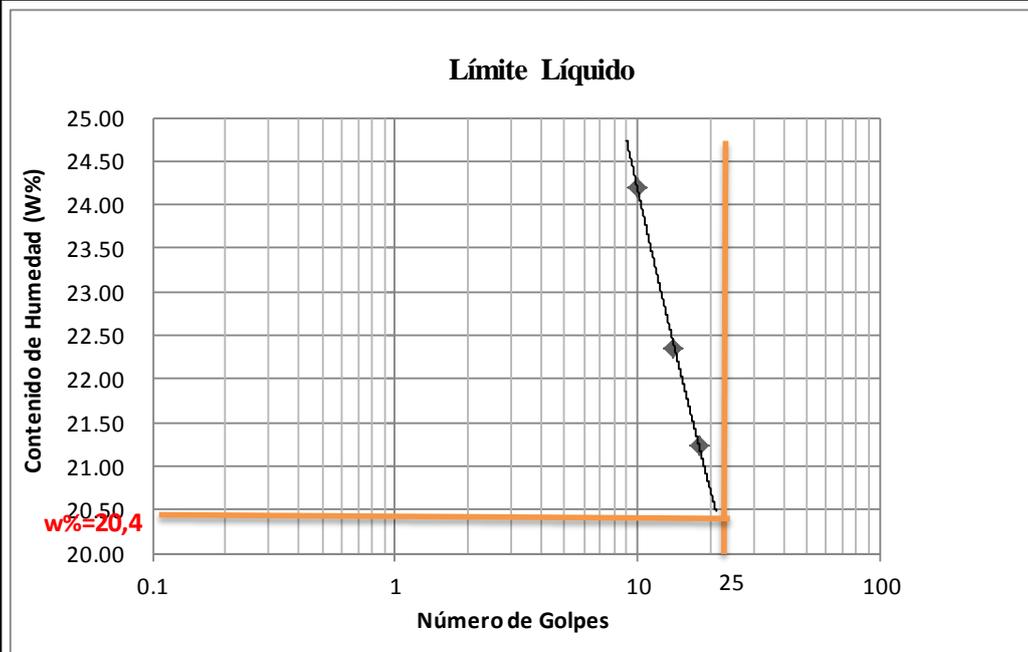
**Fecha:** 15/01/2015

**Ubicación:** Comunidad Limpe Grande

**Realizado por:** María M. Ocaña Ramos

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	18		14		10	
Recipiente Número	9-F	3-T	11-F	14-E	6-T	Z
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+ rec</b>	23.71	20.15	29.32	26.28	23.04	25.85
Peso seco + recipiente <b>Ws + rec</b>	21.58	18.46	26.02	23.55	20.78	23.01
Peso recipiente <b>rec</b>	11.52	10.53	11.22	11.37	11.42	11.3
Peso del agua <b>Ww</b>	2.13	1.69	3.3	2.73	2.26	2.84
Peso de los sólidos <b>WS</b>	10.06	7.93	14.8	12.18	9.36	11.71
Contenido de humedad <b>w%</b>	21.17	21.31	22.30	22.41	24.15	24.25
Contenido de humedad prom. <b>w%</b>	21.24		22.36		24.20	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número						
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+ rec</b>						
Peso seco + recipiente <b>Ws + rec</b>						
Peso recipiente <b>rec</b>						
Peso del agua <b>Ww</b>						
Peso de los sólidos <b>WS</b>						
Contenido de humedad <b>w%</b>						
Contenido de humedad prom. <b>w%</b>						

Límite líquido = **20.40** %

Límite plástico = **-** %

Índice plástico = **np** %



# UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



## COMPACTACIÓN

**Proyecto:** Estudio vial Llimpe Chico - Llimpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero.

**Ubicación:** Comunidad Llimpe Grande

**Abscisa:** km 2 +000.00

**Norma:** AASHTO T - 180

**Fecha:** 15/01/2015

**Método:** AASHTO modificado

**Realizado por:** María M. Ocaña Ramos

### ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

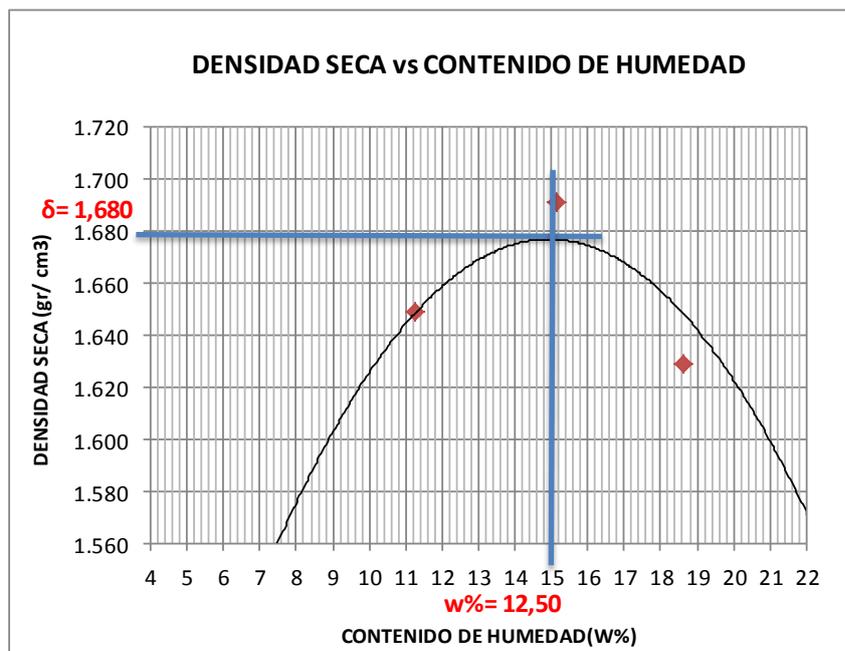
Número de golpes :	25	Número de capas :	5	Peso martillo :	10 Lb
Altura de caída:	18"	Peso molde gr :	3791	Volumen molde cc :	944

### 1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DEL LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5356.4	5522.6	5628.4	5615.2	5600
Peso suelo húmedo	1565.4	1731.6	1837.4	1824.2	1809
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.658	1.834	1.946	1.932	1.916

### 2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	1-D	2-R	3-T	8-B	4-B	6-T	11-B	2-F	D-3	4-A
Peso húmedo + recipiente W <sub>m+rec</sub>	142.52	150.6	131.5	120.6	124.1	128.4	118.0	128.4	128.67	123.55
Peso seco + recipiente W <sub>s+rec</sub>	135.22	143.5	121.0	111.6	111.9	115.3	103.7	113.5	110.17	109.81
Peso del recipiente rec	33.05	45.05	28.08	32.23	31.65	28.14	26.94	33.0	27.41	48.87
Peso del agua W <sub>w</sub>	7.3	7.06	10.45	8.94	12.14	13.19	14.35	14.92	18.5	13.74
Peso suelo seco W <sub>s</sub>	102.17	98.46	92.94	79.38	80.28	87.11	76.75	80.52	82.76	60.94
Contenido humedad w%	7.1	7.2	11.2	11.3	15.1	15.1	18.7	18.5	22.4	22.5
Contenido humedad promedio w%	7.16		11.25		15.13		18.61		22.45	
Densidad Seca g <sub>d</sub>	1.547		1.649		1.691		1.629		1.565	



$\gamma$  máximo = 1.680

W óptimo % = 15



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**



<b>Proyecto:</b>	Estudio vial Llimpe Chico - Llimpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero.	<b>Norma:</b>	AASHTO:T-180
<b>Tipo:</b>	Proctor Modificado	<b>Abscisa:</b>	km 2 +000.00
<b>Sector:</b>	Comunidad Llimpe Grande	<b>Suelo:</b>	SM
<b>Fecha:</b>	15 de enero 2015	<b>Realizado por:</b>	María M. Ocaña Ramos

**ENSAYO CBR**

	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10411.6	10498.2	10248.6	10427	9716.8	10069.8
PESO MOLDE (gr)	5864.5	5864.5	5965.5	5965.5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4547.1	4633.7	4283.1	4461.5	3941.8	4294.8
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2340	2340	2340	2340	2340	2340
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.943	1.980	1.830	1.907	1.685	1.835
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.684	1.648	1.588	1.575	1.461	1.520
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)						

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

TARRO #	2-F	3-T	4-A	11-B	6-T	8-B
Wm +TARRO (gr)	192.21	109.1	174.88	109.06	164.91	109.91
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	173.16	95.51	158.27	94.77	149.25	96.55
PESO AGUA (gr)	19.05	13.59	16.61	14.29	15.66	13.36
PESO TARRO	49.52	28.08	49.52	26.9	46.84	32.23
PESO MUESTRA SECA (gr)	123.64	67.43	108.75	67.87	102.41	64.32
CONTENIDO DE HUMEDAD %	15.41	20.15	15.27	21.05	15.29	20.77
AGUA ABSORBIDA %		4.75		5.78		5.48



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

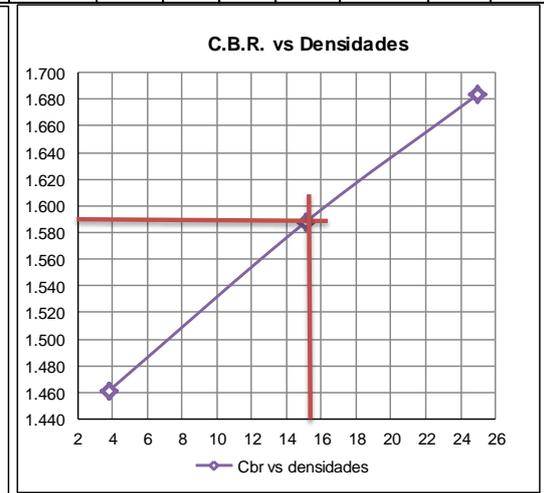
LECTURA DIAL en Pigs\*10-2

MOLDE NUMERO			15				18				44								
TIEMPO			LECT	h		ESPONJ		LECT	h		ESPONJ		LECT	h		ESPONJ			
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Pigs.	%	DIAL	Mues	Pigs.	%	DIAL	Mues	Pigs.	%	DIAL	Mues	Pigs.	%	
			Pigs.	Pigs.	*10-2		Pigs.	Pigs.	*10-2		Pigs.	Pigs.	*10-2		Pigs.	Pigs.	*10-2		
15-ene-15	15:10	0	0.06		0.00	0.00	0.08	5.00	0.00	0.00	0.06	5.00	0.00	0.00			0.00	0.00	
16-ene-15	14:08	1	0.06		0.20	0.04	0.08		0.08	0.02	0.06			0.08	0.02			0.08	0.02
17-ene-15	14:45	2	0.06		0.47	0.09	0.08		0.28	0.06	0.07			0.16	0.03			0.16	0.03

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3p12

MOLDE NUMERO			15				18				44			
TIEMPO			Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	PENET. " 10-3	LECT DIAL	LEIDA lb/plg2	CORG %		LECT DIAL	LEIDA lb/plg2	CORG %		LECT DIAL	LEIDA lb/plg2	CORG %	
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	63.5	46.7			49.3	36.2			21.9	16.1		
1	0	50	140.5	103.2			102.3	75.2			35.2	25.9		
1	30	75	229.8	168.8			153.2	112.6			44.1	32.4		
2	0	100	346.3	254.4	254.4	25	205.2	150.8	150.8	15.1	51.6	37.9	37.9	3.8
3	0	150	569.6	418.5			288.3	211.8			62.7	46.1		
4	0	200	779.4	572.6			376.8	276.8			71.4	52.5		
5	0	250	947.4	696.0			445.2	327.1			80.0	58.8		
6	0	300	1129.5	829.8			505.7	371.5			90.6	66.6		
8	0	400	1452.9	1067.4			615.2	452.0			113.6	83.5		
10	0	500	1778.5	1306.6			720.6	529.4			134.2	98.6		
CBR corregido						25				15.1				3.8



Densidades vs. resistencias			Densidad Máx	1.680	gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>3</sup>	1.684	25.00 %	95% de DM	1.596	gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>4</sup>	1.588	15.10 %	C.B.R. PUNTUAL		15.2 %
gr/cm <sup>5</sup>	1.461	3.80 %			



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**Proyecto:** Estudio vial Limpe Chico - Limpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero.

**Abscisa:** km 3 +000.00

**Fecha:** 15/01/2015

**Ubicación:** Comunidad Limpe Grande

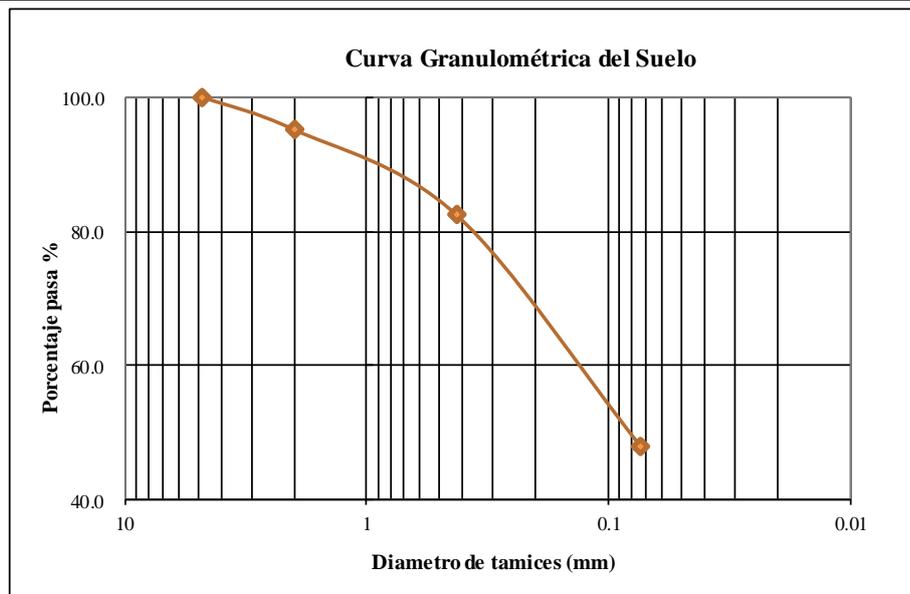
**Realizado por:** María M. Ocaña Ramos

**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	15.85	3.47	96.53
N 30	0.59			
N 40	0.425	66.52	14.55	85.45
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	277.13	60.63	39.37
PASA EL N 200		179.96	39.37	
TOTAL		457.09		

PESO ANTES DEL LAVADO	457.09	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO	
PESO DESPUÉS DE LAVADO	277.13	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA	179.96	TOTAL	

**2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULO MÉTRICA**



PT SS 457.1

**3.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso s. húmedo+Peso del recipiente (Wm+Wr)	Peso s. seco+peso del recipiente (Ws+Wr)	Peso del Recipiente (Wr)	P Agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)
187.86	175.61	45.12	12.25	130.49

W % = 9.4

Clasificación SUCS= SM (Arena limosa).



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO



FAULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**Proyecto:** Estudio vial Limpe Chico - Limpe Grande -  
Pueblo Viejo del cantón Quero.

**Abscisa:** km 3 +000.00

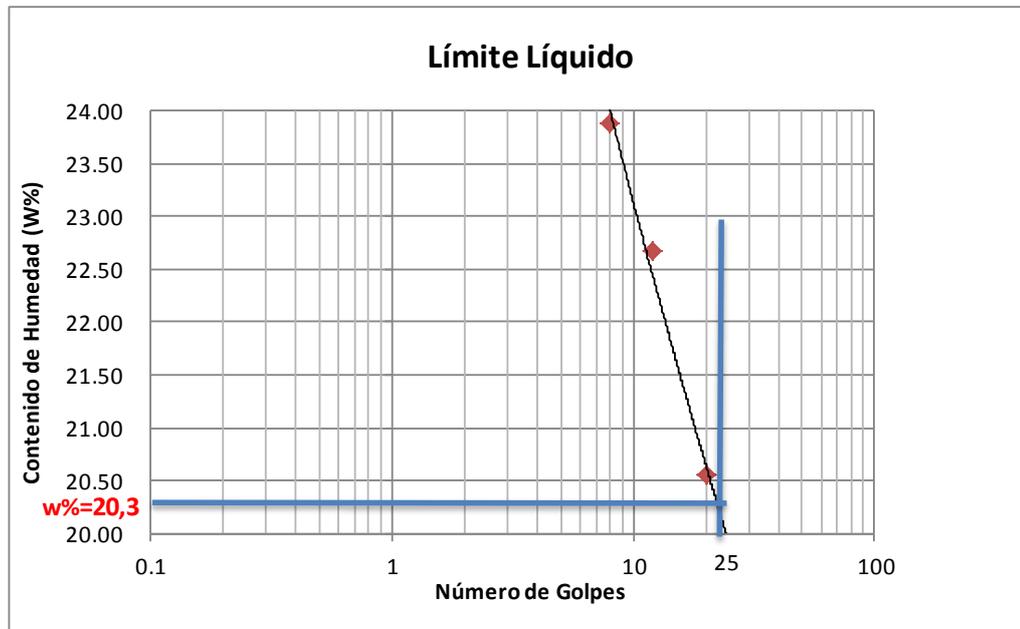
**Fecha:** 15/01/2015

**Ubicación:** Comunidad Limpe Grande

**Realizado por:** María M. Ocaña Ramos

**1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO**

	20		12		8	
Recipiente Número	6-T	1C	12-F	11-F	9F	8E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	20.55	18.99	21.11	23.85	20.67	20.15
Peso seco + recipiente Ws + rec	19.0	17.68	19.35	21.52	18.91	18.52
Peso recipiente rec	11.42	11.34	11.6	11.22	11.52	11.71
Peso del agua Ww	1.55	1.31	1.76	2.33	1.76	1.63
Peso de los sólidos WS	7.58	6.34	7.75	10.3	7.39	6.81
Contenido de humedad w%	20.45	20.66	22.71	22.62	23.82	23.94
Contenido de humedad prom. w%	20.56		22.67		23.88	



**2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**

Recipiente Número					
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec					
Peso seco + recipiente Ws + rec					
Peso recipiente rec					
Peso del agua Ww					
Peso de los sólidos WS					
Contenido de humedad w%					
Contenido de humedad prom. w%					

Límite líquido = **20.30** %

Límite plástico = **-** %

Índice plástico = **np** %



# UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



## COMPACTACIÓN

**Proyecto:** Estudio vial Limpe Chico - Limpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero.

**Ubicación:** Comunidad Limpe Grande

**Abscisa:** km 3 +000.00

**Norma:** AASHTO T - 180

**Fecha:** 15/01/2015

**Método:** AASHTO modificado

**Realizado por:** María M. Ocaña Ramos

### ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

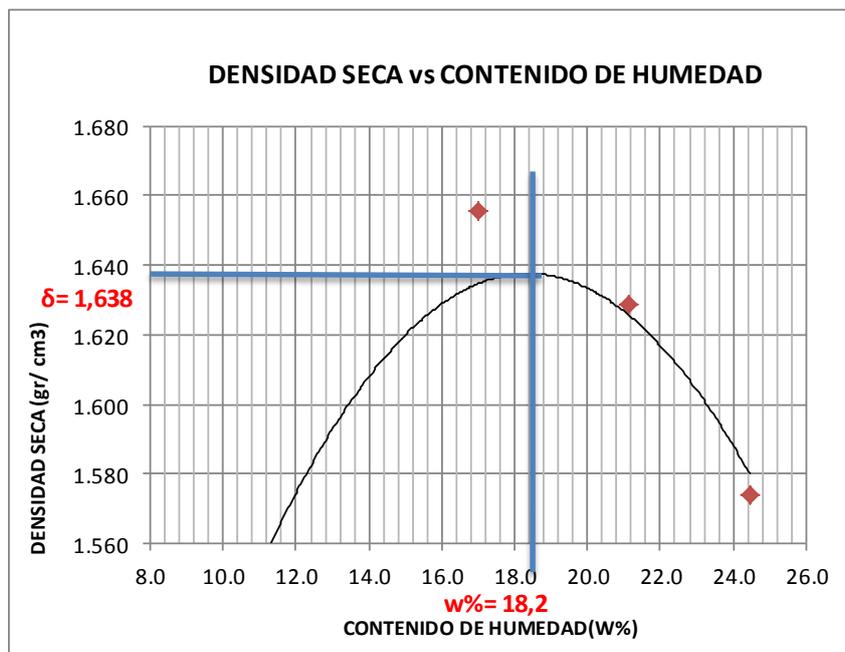
Número de golpes :	25	Número de capas :	5	Peso martillo :	10 Lb
Altura de caída:	18"	Peso molde gr :	3791	Volumen molde cc :	944

### 1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5318	5443.2	5619.8	5653.2	5640.2
Peso suelo húmedo	1527	1652.2	1828.8	1862.2	1849.2
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.618	1.750	1.937	1.973	1.959

### 2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	D-7	4-B	11-B	2-F	8-B	1-D	2-R	M-2	6-T	1-T
Peso humedo + recipiente W <sub>m</sub> + rec	201.87	130.7	120.7	125.6	135.0	130.7	208.1	130.7	150.61	138.51
Peso seco + recipiente W <sub>s</sub> + rec	189.84	123.1	110.2	117.2	120.2	116.5	179.6	125.0	130.27	117.21
Peso del recipiente rec	47.1	31.63	26.91	49.52	33.03	33.05	45.06	98.09	46.87	30.32
Peso del agua W <sub>w</sub>	12.03	7.56	10.47	8.46	14.79	14.22	28.44	5.68	20.34	21.3
Peso suelo seco W <sub>s</sub>	142.74	91.48	83.32	67.63	87.19	83.4	134.6	26.91	83.4	86.89
Contenido humedad w%	8.4	8.3	12.6	12.5	17.0	17.1	21.1	21.1	24.4	24.5
Contenido humedad promedio w%	8.35		12.54		17.01		21.12		24.45	
Densidad Seca g <sub>d</sub>	1.493		1.555		1.656		1.629		1.574	



$\gamma$  máximo = 1.638

W óptimo % = 18.2



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**



<b>Proyecto:</b>	Estudio vial Llimpe Chico - Llimpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero.	<b>Norma:</b>	AASHTO:T-180
<b>Tipo:</b>	Proctor Modificado	<b>Abscisa:</b>	km 3 +000.00
<b>Sector:</b>	Comunidad Llimpe Grande	<b>Suelo:</b>	SM
<b>Fecha:</b>	15 de enero 2015	<b>Realizado por:</b>	María M. Ocaña Ramos

**ENSAYO CBR**

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	12423.4	12500.8	12105.6	12362	12351.2	12697
PESO MOLDE (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4432.4	4509.8	4025.6	4282	3785.2	4131
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.926	1.960	1.750	1.861	1.645	1.795
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.634	1.613	1.480	1.482	1.395	1.401
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)						

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

TARRO #	4-A	M-2	2-F	D-5	6-T	D-7
Wm +TARRO (gr)	156.14	214.07	170.85	224.57	176.6	144.02
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	139.61	193.52	152.19	192.26	156.72	122.72
PESO AGUA (gr)	16.53	20.55	18.66	32.31	19.88	21.3
PESO TARRO	47.19	98.09	49.52	65.89	46	47.09
PESO MUESTRA SECA (gr)	92.42	95.43	102.67	126.37	110.72	75.63
CONTENIDO DE HUMEDAD %	17.89	21.53	18.17	25.57	17.96	28.16
AGUA ABSORBIDA %		3.65		7.39		10.21



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

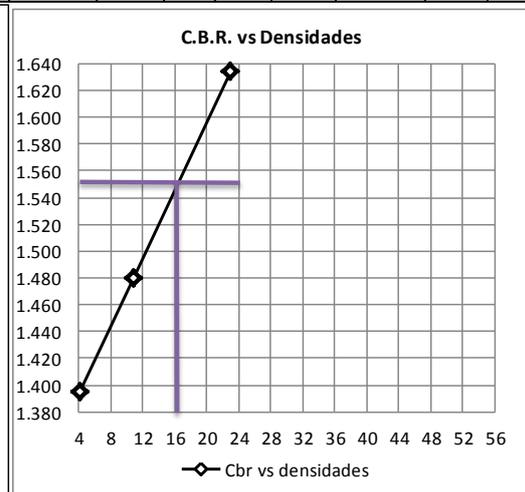
LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
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	
16-ene-15	17:30	0	0.04	5.00	0.00	0.00	0.05	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00
17-ene-15	14:08	1	0.04		0.08	0.02	0.05		0.00	0.00	0.04		0.08	0.02
18-ene-15	14:45	2	0.05		0.20	0.04	0.06		0.40	0.08	0.04		0.20	0.04

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO		PENET.	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			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	48.6	35.7			45.8	33.6			23.6	17.3		
1	0	50	112.3	82.5			86.0	63.2			37.9	27.8		
1	30	75	205.3	150.8			119.4	87.7			46.9	34.5		
2	0	100	308.2	226.4		23	148.3	109.0		10.9	55.5	40.8		4.1
3	0	150	475.3	349.2			191.9	141.0			69.4	51.0		
4	0	200	611.9	449.5			229.3	168.5			81.6	59.9		
5	0	250	730.4	536.6			263.4	193.5			93.1	68.4		
6	0	300	830.7	610.3			289.7	212.8			104.5	76.8		
8	0	400	1039.7	763.8			350.1	257.2			123.8	91.0		
10	0	500	1250.2	918.5			410.2	301.4			145.2	106.7		
CBR corregido						23				10.9				4.1



Densidades vs. resistencias			C.B.R. vs Densidades		
gr/cm <sup>3</sup>	1.634	23.00 %	Densidad Máx	1.638	gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>4</sup>	1.480	10.90 %	95% de DM	1.556	gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>5</sup>	1.395	4.10 %	C.B.R. PUNTUAL		<b>16 %</b>



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



**Proyecto:** Estudio vial Llimpe Chico - Llimpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero. **Abscisa:** km 4 +000.00  
**Ubicación:** Comunidad Pueblo Viejo **Fecha:** 15/01/2015  
**Realizado por:** María M. Ocaña Ramos

**1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO**

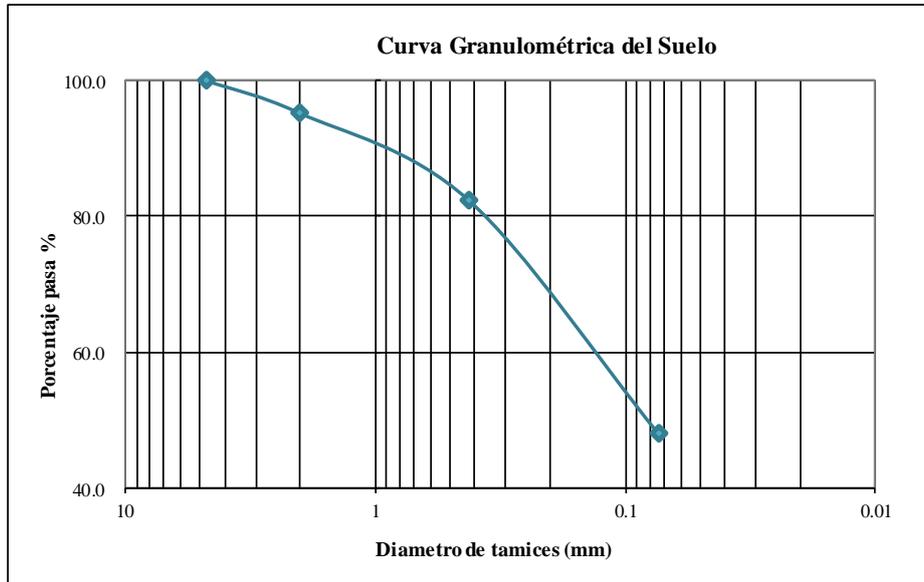
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	75.9	0	0	100
1 1/2"	38.7	0	0	100
1"	26.1	0	0	100
3/4"	18.7	0	0	100
1/2"	12.9	0	0	100
3/8"	9.83	0	0	100
N 4"	4.55	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	1.97	15.85	3.47	96.53
N 30	0.60			
N 40	0.431	66.52	14.55	85.45
N 50	0.27			
N 100	0.152			
N 200	0.075	277.13	60.63	39.37
PASA EL N 200		179.96	39.37	
TOTAL		457.09		

PESO ANTES DEL LAVADO 457.09 PESO CUARTEO ANTES/LAVADO (gr)

PESO DESPUÉS DE LAVADO 277.13 PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO (gr)

TOTAL - DIFERENCIA 179.96 TOTAL (gr)

**2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**



PT SS 457.1

**3.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso s. húmedo+Peso del recipiente (Wm+W <sub>r</sub> )	Peso s. seco+peso del recipiente(W <sub>s</sub> +W <sub>r</sub> )	Peso del Recipiente (W <sub>r</sub> )	P Agua (W <sub>w</sub> )	Peso del suelo seco (W <sub>s</sub> )
187.86	175.61	45.12	12.25	130.49

W % = 9.4

Clasificación SUCS= SM (Arena limosa).



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**Proyecto:** Estudio vial Limpe Chico - Limpe Grande -  
Pueblo Viejo del cantón Quero.

**Abscisa** km 4 +000.00

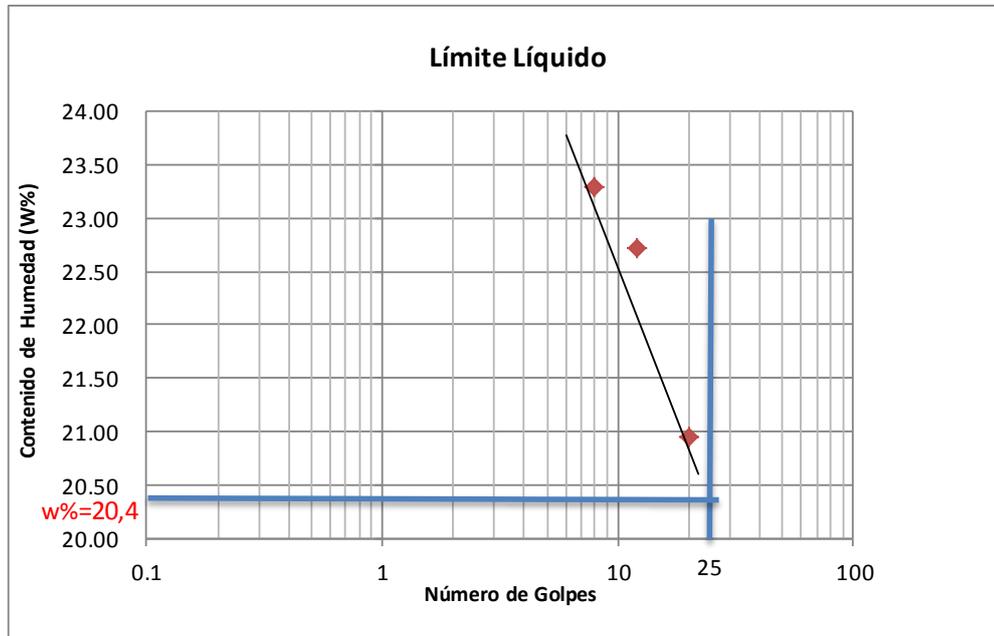
**Fecha:** 15/01/2015

**Ubicación:** Comunidad Pueblo Viejo

**Realizado por:** María M. Ocaña Ramos

**1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO**

	20		12		8	
Recipiente Número	6-T	1C	12-F	11-F	9F	8E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	20.59	18.91	21.08	23.76	20.55	20.18
Peso seco + recipiente Ws + rec	19.0	17.6	19.28	21.5	18.88	18.54
Peso recipiente rec	11.41	11.35	11.6	11.23	11.5	11.69
Peso del agua Ww	1.59	1.31	1.8	2.26	1.67	1.64
Peso de los sólidos WS	7.59	6.25	7.68	10.27	7.38	6.85
Contenido de humedad w%	20.95	20.96	23.44	22.01	22.63	23.94
Contenido de humedad prom. w%	20.95		22.72		23.29	



**2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**

Recipiente Número						
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec						
Peso seco + recipiente Ws + rec						
Peso recipiente rec						
Peso del agua Ww						
Peso de los sólidos WS						
Contenido de humedad w%						
Contenido de humedad prom. w%						

Límite líquido = **20.40** %

Límite plástico = - %

Índice plástico = **np** %



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



COMPACTACIÓN

**Proyecto:** Estudio vial Llimpe Chico - Llimpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero.

**Ubicación:** Comunidad Pueblo Viejo

**Abscisa:** km 4 +000.00

**Norma:** AASHTO T - 180

**Fecha:** 15/01/2015

**Método:** AASHTO modificado

**Realizado por:** María M. Ocaña Ramos

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

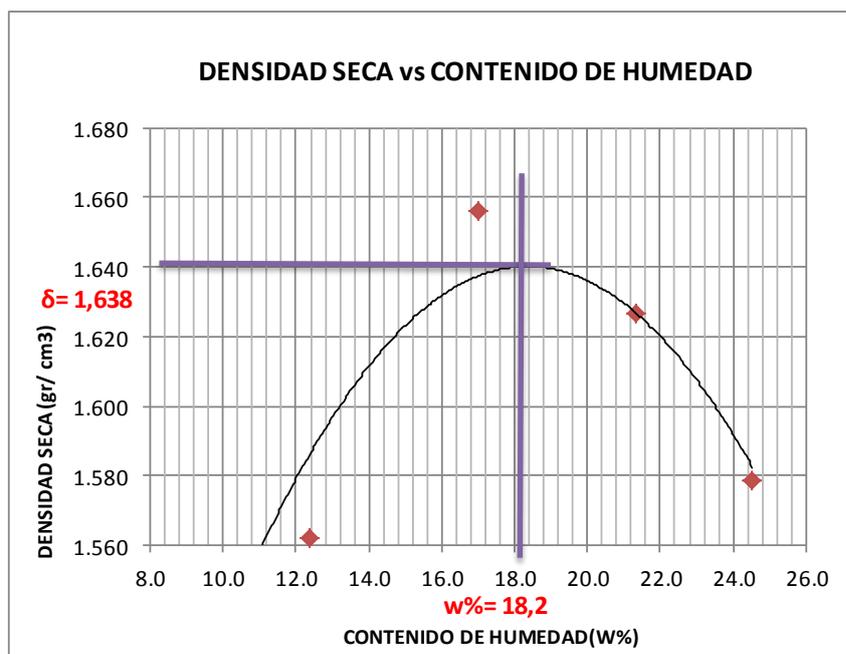
Número de golpes :	25	Número de capas :	5	Peso martillo :	10 Lb
Altura de caída:	18"	Peso molde gr :	3791	Volumen molde cc :	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5322.1	5448.4	5619.6	5654	5647
Peso suelo húmedo	1531.1	1657.4	1828.6	1863	1856
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.622	1.756	1.937	1.974	1.966

2.- DEIERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	D-7	4-B	11-B	2-F	8-B	1-D	2-R	M-2	6-T	1-T
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	201.93	130.7	120.5	125.7	135.1	130.7	208.1	130.7	150.67	138.61
Peso seco + recipiente Ws+ rec	189.87	123.2	110.3	117.2	120.3	116.5	179.7	125.0	130.22	117.3
Peso del recipiente rec	46.9	31.63	26.95	49.6	33.06	33.06	45.09	98.11	46.94	30.35
Peso del agua Ww	12.06	7.51	10.23	8.46	14.8	14.18	28.41	5.79	20.45	21.31
Peso suelo seco Ws	142.97	91.57	83.32	67.6	87.21	83.47	134.6	26.84	83.28	86.95
Contenido humedad w%	8.4	8.2	12.3	12.5	17.0	17.0	21.1	21.6	24.6	24.5
Contenido humedad promedio w%	8.32		12.40		16.98		21.34		24.53	
Densidad Seca gd	1.497		1.562		1.656		1.626		1.579	



γ máximo = 1.641

W óptimo % = 18.1



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



<b>Proyecto:</b>	Estudio vial Llimpe Chico - Llimpe Grande - Pueblo Viejo del cantón Quero.	<b>Norma:</b>	AASHTO:T-180
<b>Tipo:</b>	Proctor Modificado	<b>Abscisa:</b>	km 4 +000.00
<b>Sector:</b>	Comunidad Pueblo Viejo	<b>Suelo:</b>	SM
<b>Fecha:</b>	15 de enero 2015	<b>Realizado por:</b>	María M. Ocaña Ramos

**ENSAYO CBR**

	1		2		3	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
Wm+MOLDE (gr)	12423.4	12500.8	12105.6	12362	12351.2	12697
PESO MOLDE (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4432.4	4509.8	4025.6	4282	3785.2	4131
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.926	1.960	1.750	1.861	1.645	1.795
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.634	1.613	1.480	1.482	1.395	1.401
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1.623		1.481		1.398	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

TARRO #	4-A	M-2	2-F	D-5	6-T	D-7
Wm +TARRO (gr)	156.14	214.07	170.85	224.57	176.6	144.02
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	139.61	193.52	152.19	192.26	156.72	122.72
PESO AGUA (gr)	16.53	20.55	18.66	32.31	19.88	21.3
PESO TARRO	47.19	98.09	49.52	65.89	46	47.09
PESO MUESTRA SECA (gr)	92.42	95.43	102.67	126.37	110.72	75.63
CONTENIDO DE HUMEDAD %	17.89	21.53	18.17	25.57	17.96	28.16
AGUA ABSORBIDA %		3.65		7.39		10.21



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

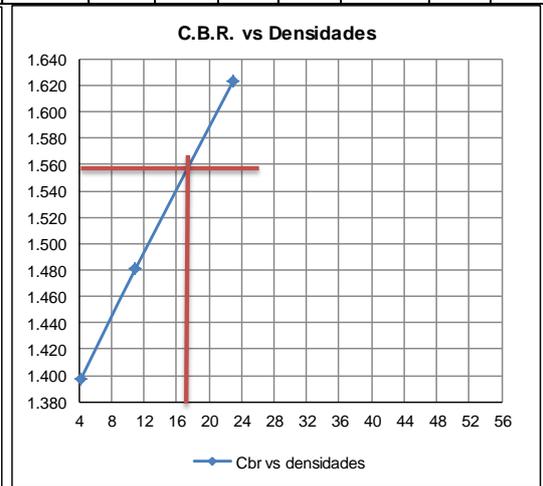
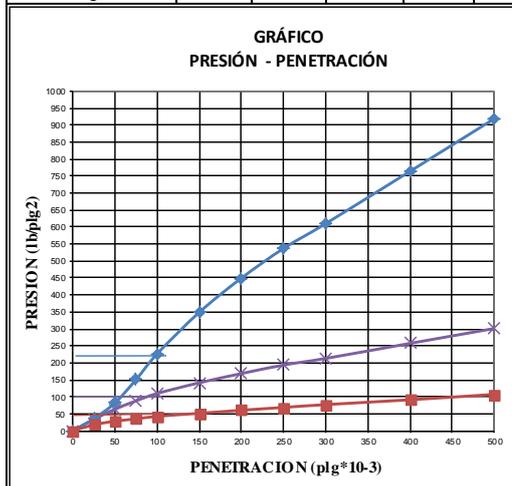
LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
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	
16-ene-15	17:30	0	0.04	5.00	0.00	0.00	0.05	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00
17-ene-15	14:08	1	0.04		0.06	0.01	0.05		0.44	0.09	0.04		0.19	0.04
18-ene-15	14:45	2	0.04		0.08	0.02	0.06		1.15	0.23	0.05		0.60	0.12

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2.204 lb AREA DEL PISTON: 3p12

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO		PENET.	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	" 10-3	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%
			DIAL	lb/plg2			DIAL	lb/plg2			DIAL	lb/plg2		
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	48.8	35.9			46.1	33.9			24.1	17.7		
1	0	50	112.1	82.4			86.5	63.5			38.5	28.3		
1	30	75	205.5	151.0			120.0	88.2			47.5	34.9		
2	0	100	308.6	226.7	226.7	23	149.5	109.8	109.8	11.0	57.9	42.5	42.5	4.3
3	0	150	475.1	349.0			192.4	141.3			69.9	51.4		
4	0	200	612.2	449.8			229.3	168.5			82.3	60.5		
5	0	250	731.0	537.0			263.5	193.6			93.6	68.8		
6	0	300	830.5	610.1			290.0	213.1			104.9	77.1		
8	0	400	1040.2	764.2			350.3	257.4			124.2	91.2		
10	0	500	1251.0	919.1			410.0	301.2			146.0	107.3		
CBR corregido						23				11				4.3



Densidades vs. resistencias			Densidad Máx	1.641	gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>3</sup>	1.623	23.00 %	95% de DM	1.559	gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>4</sup>	1.481	11.00 %	CBR PUNTUAL		17.5 %
gr/cm <sup>5</sup>	1.398	4.30 %			

## E. VALORES DE DISEÑO SEGÚN MTOP

2003



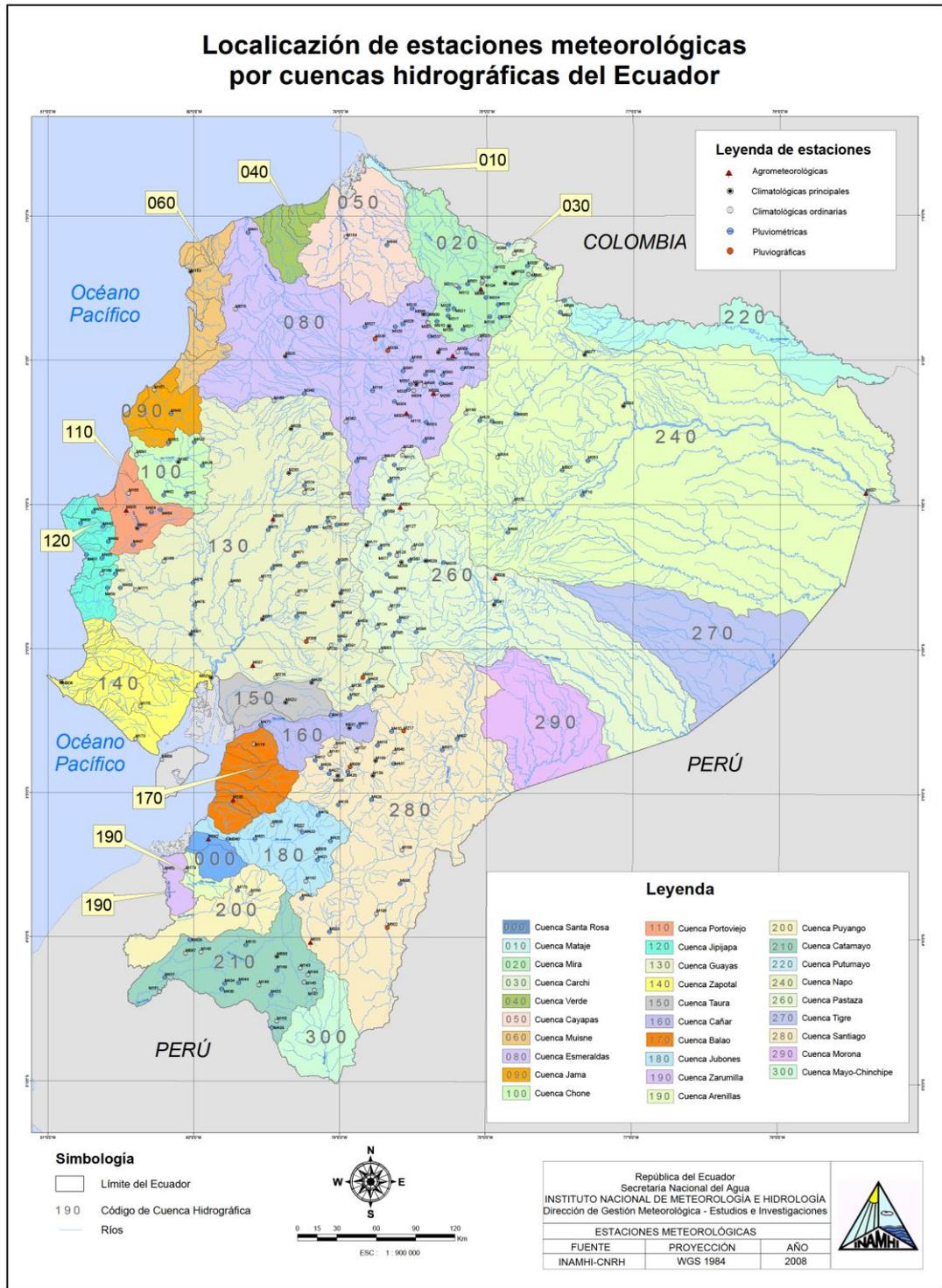
NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE II 1 000 – 3 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE III 300 – 1 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE IV 100 – 300 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE V MENOS DE 100 TPDA <sup>(1)</sup>														
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA		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

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

**NOTA:** Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al 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.

F. UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN  
METEOROLÓGICA

## Localización de estaciones meteorológicas por cuencas hidrográficas del Ecuador



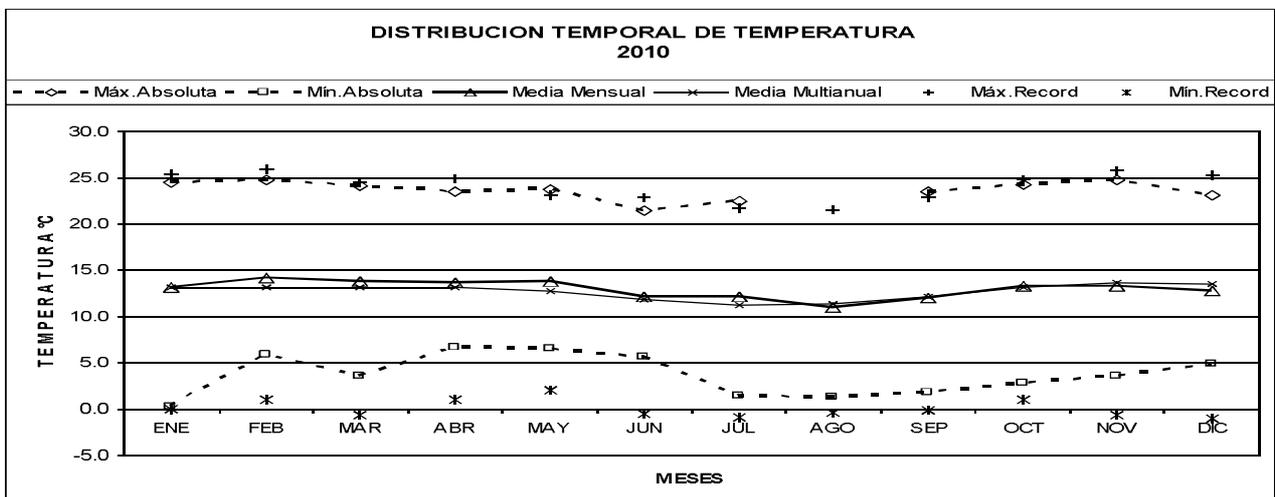
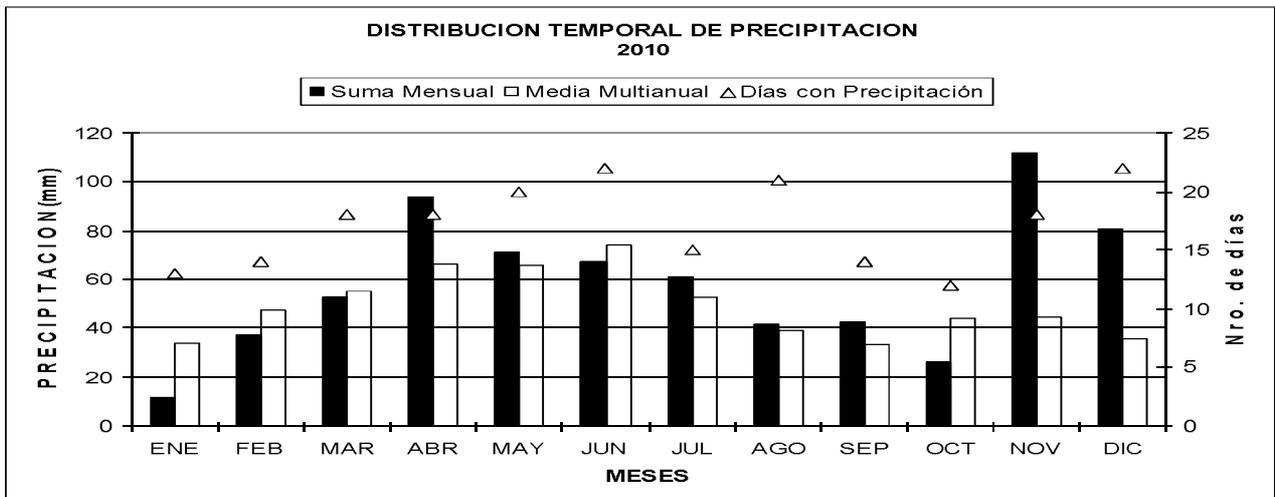
**INDICE DE ESTACIONES METEOROLOGICAS CON INFORMACION PUBLICADA**

CODIGO	NOMBRE DE LA ESTACION	TIPO	ZONA HIDRO	LATITUD			LONGITUD			ALTITUD (m)	PROVIN- CIA	INSTIT. PROPIET	Página de Climatología	Página de Pluviometría
				GG	MM	SS	GG	MM	SS					
M228	PUNA	CO	140	2°	44'	3" S	79°	54'	5" W	45	9	INOCAR		121
M008	PUYO	AP	260	1°	30'	27" S	77°	56'	38" W	960	16	INAMHI	28	121
M258	QUEROCHACA(UTA)	CP	260	1°	22'	2" S	78°	36'	20" W	2865	18	INAMHI	90	121
M145	QUINARA INAMHI	CO	210	4°	18'	50" S	79°	14'	36" W	1559	11	INAMHI	62	121
M024	QUITO INAMHI-INAQUITO	CP	80	0°	10'	0" S	78°	29'	0" W	2789	17	INAMHI	30	121
M370	RAMON CAMPAÑA	PV	130	1°	6'	59" S	79°	5'	10" W	1462	5	INAMHI		122
M203	REVENTADOR	PV	240	0°	25'	18" S	77°	58'	0" W	1145	15	INAMHI		121
M426	RICAUARTE-CUENCA	PV	280	2°	51'	3" S	78°	56'	55" W	2545	1	INAMHI		122
M464	RIO CHAMOTETE-JESUS MARIA	PV	110	1°	2'	12" S	80°	13'	58" W	128	13	INAMHI		123
M454	RIO CHICO EN ALAJUELA	PV	110	1°	3'	16" S	80°	17'	33" W	118	13	INAMHI		122
MA34	RIO GRANDE INAMHI	PV	100	0°	43'	52" S	79°	56'	44" W	124	13	INAMHI		123
M410	RIO MAZAR-RIVERA	PV	280	2°	34'	25" S	78°	39'	0" W	2450	3	INAMHI		122
M388	RIO SAN ANTONIO-MONJAS	PG	130	1°	57'	0" S	79°	14'	0" W	2200	2	INAMHI		122
MA33	RIO SANTO	PV	100	0°	34'	7" S	80°	0'	2" W	75	13	INAMHI		123
M378	RIO VERDE	PV	260	1°	24'	4" S	78°	17'	43" W	1529	18	INAMHI		122
MA10	RIOBAMBA POLITECNICA	CO	260	1°	39'	0" S	78°	39'	0" W	2740	6		96	123
M165	ROCAFUERTE	CO	110	0°	55'	21" S	80°	26'	55" W	20	13	INAMHI	73	121
M353	RUMIPAMBA-PICHINCHA	PV	80	0°	25'	39" S	78°	24'	57" W	2940	17	INAMHI		122
M004	RUMIPAMBA-SALCEDO	AP	260	1°	1'	12" S	78°	35'	41" W	2685	5	INAMHI	24	121
M439	SABIANGO INAMHI	PV	210	4°	21'	40" S	79°	48'	37" W	700	11	INAMHI		122
M441	SAGUE(SAN MATEO)	PV	80	0°	53'	13" N	79°	37'	54" W	15	8	INAMHI		122
M385	SALINAS-BOLIVAR	PV	130	1°	24'	13" S	79°	1'	6" W	3600	2	INAMHI		122
M374	SAN ANTONIO DEL DELTA(PATE)	PV	130	0°	52'	3" S	79°	14'	50" W	260	5	INAMHI		122
M221	SAN CRISTOBAL-GALAPAGOS	RS	320	0°	54'	0" S	89°	36'	0" W	6	20	INAMHI	89	121
M324	SAN FRANCISCO DE SIGSIPAMBA	PV	20	0°	17'	53" N	77°	54'	42" W	2230	10	INAMHI		122
M503	SAN FRANCISCO-SAN RAMON	PV	280	3°	57'	50" S	79°	4'	19" W	1620	19	INAMHI		123
M103	SAN GABRIEL	CP	20	0°	36'	15" N	77°	49'	10" W	2860	4	INAMHI	43	121
M337	SAN JOSE DE MINAS	PV	80	0°	10'	8" N	78°	23'	35" W	2440	17	INAMHI		122
MB95	SAN JOSE DE PAYAMINO	CP	240	0°	30'	14" S	77°	19'	3" W	345	22	INAMHI	120	123
M124	SAN JUAN LA MANA	CO	130	0°	54'	59" S	79°	14'	44" W	215	5	INAMHI	51	121
M393	SAN JUAN-CHIMBORAZO	PV	260	1°	37'	35" S	78°	47'	0" W	3220	6	INAMHI		122
M354	SAN JUAN-PICHINCHA(CHILLOG.)	PV	80	0°	17'	5" S	78°	37'	57" W	3440	17	INAMHI		122
M224	SAN LORENZO	CP	10	1°	16'	6" N	78°	50'	30" W	5	8	INOCAR		121
M432	SAN LUCAS INAMHI	PV	280	3°	43'	55" S	79°	15'	41" W	2525	11	INAMHI		122
M459	SAN PABLO-MANABI	PV	120	1°	34'	44" S	80°	35'	30" W	465	13	INAMHI		122
M086	SAN VICENTE DE PUSIR	AP	20	0°	29'	39" N	78°	2'	29" W	1891	10	INAMHI	41	121
M449	SANCAN-INAMHI	PV	110	1°	15'	29" S	80°	35'	12" W	255	13	INAMHI		122
M041	SANGAY(P.SANTA ANA)	CP	260	1°	41'	18" S	77°	57'	31" W	880	14	INAMHI	38	122
M348	SANTA ANITA-KM.10 VIA CHONE	PV	80	0°	13'	50" S	79°	14'	54" W	560	23	INAMHI		121
MB06	SANTA ELENA-UNIVERSIDAD	CP	140	2°	14'	0" S	80°	54'	30" W	13	24	INAMHI	109	123
M032	SANTA ISABEL INAMHI	CO	180	3°	14'	51" S	79°	16'	36" W	1450	1	INAMHI	35	121
M375	SAQUISILI	PV	260	0°	50'	5" S	78°	39'	48" W	2892	5	INAMHI		122
M142	SARAGURO	CO	180	3°	36'	43" S	79°	14'	2" W	2525	11	INAMHI	60	121
M490	SARDINAS	PV	240	0°	22'	16" S	77°	48'	6" W	1615	15	INAMHI		122
M437	SAUCILLO(ALAMOR EN)	PV	210	4°	16'	51" S	80°	11'	55" W	328	11	INAMHI		123
M427	SAYAUSI(MATADERO DJ.)	PV	280	2°	51'	57" S	79°	4'	34" W	2780	1	INAMHI		122
M326	SELVA ALEGRE-IMBABURA	PV	80	0°	14'	47" N	78°	34'	37" W	1800	10	INAMHI		122
M431	SEVILLA DE ORO	PV	280	2°	47'	51" S	78°	39'	11" W	2360	1	INAMHI		122
MA54	SIERRAZUL	CO	240	0°	40'	26" S	77°	55'	36" W	2240	15	INAMHI	107	123
M363	SIGCHOS	PV	80	0°	41'	58" S	78°	53'	25" W	2880	5	INAMHI		122
M424	SIGSIG INAMHI	PV	280	3°	2'	54" S	78°	47'	10" W	2600	1	INAMHI		122
M434	SOZORANGA INAMHI	PV	210	4°	19'	29" S	79°	47'	20" W	1427	11	INAMHI		122
M429	SURUCUCHO(LLULLUCHIS)	PV	280	2°	49'	34" S	79°	7'	54" W	2800	1	INAMHI		122
M444	TEAONE-TABIAZO	PV	80	0°	47'	54" N	79°	40'	59" W	100	8	INAMHI		122
MB93	TENA HDA. CHAUPI SHUNGO	CO	240	0°	55'	1" S	77°	49'	9" W	665	15	INAMHI	119	123
M377	TISALEO	PV	260	1°	20'	54" S	78°	40'	13" W	3266	18	INAMHI		122
MA2T	TOMALON-TABACUNDO	AP	80	0°	2'	0" N	78°	14'	0" W	2790	17	INAMHI	100	123
M321	TOPO-IMBABURA(ANGLA)	PV	20	0°	12'	41" N	78°	9'	58" W	2860	10	INAMHI		122
M308	TUFIÑO	PV	30	0°	48'	3" N	77°	51'	18" W	3418	4	INAMHI		121
M481	USHCURRUMI	PV	180	3°	19'	16" S	79°	35'	0" W	290	7	INAMHI		123
M113	UYUMBICHO	PV	80	0°	23'	18" S	78°	31'	31" W	2740	17	INAMHI		121
M465	VENTANAS INAMHI	PV	130	1°	26'	39" S	79°	27'	56" W	52	12	INAMHI		123
M466	VINCES INAMHI	CO	130	1°	32'	57" S	79°	45'	0" W	14	12	INAMHI	94	123
M147	YANGANA	CO	210	4°	22'	5" S	79°	10'	29" W	1835	11	INAMHI	64	121
M190	YANZATZA	CO	280	3°	50'	15" S	78°	45'	1" W	830	19	INAMHI	85	121
M346	YARUQUI INAMHI	PV	80	0°	9'	35" S	78°	18'	55" W	2600	17	INAMHI		122
M471	ZAPOTAL-LOS RIOS	PV	130	1°	21'	10" S	79°	19'	3" W	12	12	INAMHI		123
M452	ZAPOTE	PV	100	0°	56'	18" S	80°	3'	20" W	79	13	INAMHI		122
M151	ZAPOTILLO	CO	210	4°	22'	57" S	80°	14'	11" W	223	11	INAMHI	68	121
M180	ZARUMA	CO	200	3°	41'	56" S	79°	36'	41" W	1100	7	INAMHI	81	121
M485	ZATZAYACU(ROSEMENA TOLA)	PV	240	1°	11'	29" S	77°	51'	25" W	628	15	INAMHI		123

M258 QUEROCHACA(UTA) INAMHI

MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCÍO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación		
		ABSOLUTAS		M E D I A S				Máxima día	Mínima día	Media	Suma			Máxima en 24hrs	dia				
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Mensual													
ENERO	116.1	24.5	1	0.3	3	19.9	6.9	13.1	98	9	29	2	73	7.8	10.7	11.8	2.5	7	13
FEBRERO	127.1	24.7	15	5.9	11	20.3	8.8	14.1	98	6	42	27	74	9.1	11.6	37.4	15.7	6	14
MARZO	139.3	24.1	13	3.5	25	20.6	8.0	13.8	99	17	42	4	75	8.9	11.5	52.7	9.6	9	18
ABRIL	133.4	23.5	18	6.6	21	20.6	8.8	13.7	100	12	49	3	79	9.8	12.2	93.9	18.5	5	18
MAYO	154.0	23.8	29	6.5	26	20.2	8.9	13.8	98	1	39	25	79	9.7	12.1	71.0	18.3	20	20
JUNIO	96.4	21.5	1	5.6	23	17.8	7.8	12.1	100	13	47	21	82	8.9	11.4	67.5	10.3	27	22
JULIO	149.0	22.4	5	1.4	21	18.8	6.1	12.1	100	24	43	21	78	7.9	10.7	61.1	22.5	15	15
AGOSTO	118.5	21.8	1	1.2	18	16.8	5.8	11.0	98	2	39	27	73	7.0	10.1	41.8	6.0	4	21
SEPTIEMBRE	164.5	23.5	28	1.8	10	19.2	5.1	12.0	99	17	37	3	72	7.9	10.7	26.3	7.5	26	12
OCTUBRE	155.1	24.3	3	2.8	2	20.9	6.4	13.3	99	19	32	8	76	8.6	11.2	111.7	20.5	25	18
NOVIEMBRE	133.3	23.1	13	4.8	8	19.7	7.4	12.8	100	15	46	10	79	8.9	11.5	81.0	14.0	19	22
VALOR ANUAL	1601.7			0.3		19.7	7.2	12.9					76	8.5	11.1	698.7	22.5		

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Vel.Mayor Observada (m/s) DIR	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)					
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs día		N		NE		E		SE		S		SW		W		NW				CALMA	Nro OBS			
	(m/s)	%		(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%			%				
ENERO	99.1	6.9	2	7	0.0	0	0.0	0	6.7	20	3.3	19	2.5	26	2.6	23	2.5	7	4.0	1	4	93	12.0	E	2.3	
FEBRERO	94.4	6.6	14	7	1.5	2	0.0	0	5.5	24	3.2	32	2.6	19	2.5	17	0.0	0	0.0	0	6	84	14.0	E	2.3	
MARZO	104.4	6.5	23	7	0.0	0	3.0	2	5.7	24	3.3	16	2.5	23	2.7	20	1.9	9	4.0	1	5	93	10.0	E	1.9	
ABRIL	94.5	5.0	3	7	2.0	2	0.0	0	4.8	19	3.4	11	2.3	30	2.8	14	3.0	9	0.0	0	14	90	12.0	E	1.5	
MAYO	94.7	5.7	16	7	1.7	8	0.0	0	5.0	15	2.5	14	2.3	26	2.1	13	2.8	13	2.0	2	10	93	12.0	E	1.6	
JUNIO	70.9	3.4	9	7	2.0	2	2.0	2	4.9	27	2.6	14	2.7	31	2.3	3	1.8	4	2.0	1	14	90	8.0	E	1.5	
JULIO	100.7	6.1	2	6	3.0	2	0.0	0	6.0	17	2.6	18	2.4	32	2.3	9	1.8	7	3.3	8	8	93	10.0	E	2.0	
AGOSTO	72.7			7																						1.7
SEPTIEMBRE	90.4	5.6	27	6	2.5	4	0.0	0	5.8	31	2.8	18	3.3	23	3.0	16	3.3	3	0.0	0	4	90	14.0	E	2.3	
OCTUBRE	99.9	4.8	7	7	4.5	4	2.8	4	4.1	29	2.8	15	3.5	20	3.2	14	2.5	9	1.0	2	2	93	14.0	E	2.0	
NOVIEMBRE	90.1	5.4	26	7	2.7	10	3.0	4	2.6	24	2.1	8	2.7	20	2.8	12	2.6	8	1.7	3	10	90	6.0	E	1.5	
DICIEMBRE	89.5	4.6	31	7	2.6	13	3.2	5	2.4	26	3.0	9	3.1	18	3.1	9	1.4	5	1.0	1	14	93	6.0	S	1.2	
VALOR ANUAL	1101.3			7																						2.0



## G. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 1 DE 16

RUBRO : 1  
DETALLE: Desbroce, limpieza y desbroque del Terreno

UNIDAD: HA

<i>EQUIPO</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						2.20
Retroexcavadora		1.00	35.00	35.00	3.80	133.00
Motosierra 7 HP		1.00	1.15	1.15	3.80	4.37
<b>SUBTOTAL M</b>						139.57
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Operador 1	EO C1	1.00	3.38	3.38	3.800	12.84
Ayudante de Maquinaria	EO E2	1.00	3.09	3.09	3.800	11.74
Peón	EO E2	2.00	2.56	5.12	3.800	19.46
<b>SUBTOTAL N</b>						44.04
<i>MATERIALES</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>		<i>COSTO</i>
<b>SUBTOTAL O</b>						0.00
<i>TRANSPORTE</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>		<i>COSTO</i>
<b>SUBTOTAL P</b>						0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>						183.61
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)</b>						25.00% 45.90
<b>OTROS INDIRECTOS (%)</b>						0.00% 0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						229.52
<b>VALOR OFERTADO</b>						229.52

SON: DOCIENTOS VEINTE Y NUEVE MIL DÓLARES CON CINCUENTA Y DOS CENTAVOS DE DÓLAR

AMBATO, JULIO 2015

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 2 DE 16

RUBRO : 2  
DETALLE: Replanteo y Nivelación

UNIDAD: KM

<i>EQUIPO</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						10.69
Equipo Topográfico		1.00	25.00	25.00	13.00	325.00
<b>SUBTOTAL M</b>						335.69
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Topógrafo 2	EO C1	1.00	3.57	3.57	13.000	46.41
Cadenero	EO D2	4.00	3.22	12.88	13.000	167.44
<b>SUBTOTAL N</b>						213.85
<i>MATERIALES</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Estacas de Madera			U	150.00	0.25	37.50
Pintura Esmalte			LT	0.50	3.00	1.50
<b>SUBTOTAL O</b>						39.00
<i>TRANSPORTE</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
<b>SUBTOTAL P</b>						0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>						588.54
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)</b>						25.00% 147.14
<b>OTROS INDIRECTOS (%)</b>						0.00% 0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						735.68
<b>VALOR OFERTADO</b>						<b>735.68</b>

SON: SETECIENTOS TREINTA Y CINCO DÓLARES CON SESENTA Y OCHO CENTAVOS DE DÓLAR

AMBATO, JULIO 2015

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 3 DE 16

RUBRO : 3  
DETALLE: Excavación sin Clasificar (Mov. De tierra)

UNIDAD: M3

<i>EQUIPO</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.01
Excavadora Oruga		1.00	35.00	35.00	0.020	0.70
<b>SUBTOTAL M</b>						0.71
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Operador 1	EO C1	1.00	3.38	3.38	0.020	0.07
Ayudante de Maquinaria	EO E2	1.00	3.09	3.09	0.020	0.06
<b>SUBTOTAL N</b>						0.13
<i>MATERIALES</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>	
<b>SUBTOTAL O</b>						0.00
<i>TRANSPORTE</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>						0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>						0.84
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b>						25.00% 0.21
<b>OTROS INDIRECTOS (%)</b>						0.00% 0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						1.04
<b>VALOR OFERTADO</b>						1.04

SON: UN DÓLAR CON CUATRO CENTAVOS DE DÓLAR

AMBATO, JULIO 2015

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 4 DE 16

RUBRO : 4  
DETALLE: Excavación para Cunetas

UNIDAD: M3

<i>EQUIPO</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.08
Excavadora		1.00	20.00	20.00	0.10	2.00
<b>SUBTOTAL M</b>						2.08
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Operador I	EO C1	1.00	3.38	3.38	0.100	0.34
Ayudante de Maquinaria	EO E2	1.00	3.09	3.09	0.100	0.31
Maestro de Obra	EO-C1	2.00	3.01	6.02	0.100	0.60
Peón	EO-E2	1.00	3.38	3.38	0.100	0.34
<b>SUBTOTAL N</b>						1.59
<i>MATERIALES</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>		<i>COSTO</i>
<b>SUBTOTAL O</b>						0.00
<i>TRANSPORTE</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>		<i>COSTO</i>
<b>SUBTOTAL P</b>						0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>						3.67
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)</b>						25.00% 0.92
<b>OTROS INDIRECTOS (%)</b>						0.00% 0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						4.58
<b>VALOR OFERTADO</b>						<b>4.58</b>

SON: CUATRO DÓLARES CON CINCUENTA Y OCHO CENTAVOS DE DÓLAR

AMBATO, JULIO 2015

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 5 DE 16

RUBRO : 5  
DETALLE: Excavación y Relleno de estructuras menores

UNIDAD: M3

<i>EQUIPO</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.04
Excavadora		1.00	35.00	35.00	0.03	1.05
<b>SUBTOTAL M</b>						1.09
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Operador I	EO C1	1.00	3.38	3.38	0.030	0.10
Ayudante de Maquinaria	EO E2	1.00	3.09	3.09	0.030	0.09
Maestro de Obra	EO-C1	6.00	3.01	18.06	0.030	0.54
Peón	EO-E2	1.00	3.38	3.38	0.030	0.10
<b>SUBTOTAL N</b>						0.84
<i>MATERIALES</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Material de Relleno			M3	1.00	1.50	1.50
<b>SUBTOTAL O</b>						1.50
<i>TRANSPORTE</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
<b>SUBTOTAL P</b>						0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>						3.43
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)</b>						25.00% 0.86
<b>OTROS INDIRECTOS (%)</b>						0.00% 0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						4.29
<b>VALOR OFERTADO</b>						4.29

SON: CUATRO DÓLARES CON VEINTE Y NUEVE CENTAVOS DE DÓLAR

AMBATO, JULIO 2015

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 6 DE 16

RUBRO : 6  
DETALLE: Tubería PVC para alcantarillado D=300 mm

UNIDAD: ML

<i>EQUIPO</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.26
Retroexcavadora		1.00	20.00	20.00	0.33	6.60
<b>SUBTOTAL M</b>						6.86
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Operador I	EO C1	1.00	3.38	3.38	0.330	1.12
Ayudante de Maquinaria	EO E2	1.00	3.09	3.09	0.330	1.02
Maestro de Obra	EO-C1	2.00	3.01	6.02	0.330	1.99
Peón	EO-E2	1.00	3.38	3.38	0.330	1.12
<b>SUBTOTAL N</b>						5.24
<i>MATERIALES</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Tubería de PVC para alcantarillado			ML	1.00	55.00	55.00
<b>SUBTOTAL O</b>						55.00
<i>TRANSPORTE</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
<b>SUBTOTAL P</b>						0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>						67.10
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)</b>						25.00% 16.77
<b>OTROS INDIRECTOS (%)</b>						0.00% 0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						83.87
<b>VALOR OFERTADO</b>						83.87

SON: OCHENTA Y TRES DÓLARES CON OCHENTA Y SIETE CENTAVOS DE DÓLAR

AMBATO, JULIO 2015

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 7 DE 16

RUBRO : 8  
DETALLE: Hormigón f<sub>c</sub>=180 kg/cm<sup>2</sup> para cunetas

UNIDAD: ML

<i>EQUIPO</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.21
Concretera		1.00	5.00	5.00	0.15	0.75
<b>SUBTOTAL M</b>						0.96
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro de Obra	EO-C1	1.00	3.38	3.38	0.150	0.51
Albañil	EO D2	3.00	3.05	9.15	0.150	1.37
Peón	EO-E2	5.00	3.01	15.05	0.150	2.26
<b>SUBTOTAL N</b>						4.14
<i>MATERIALES</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>	
CEMENTO PORTLAND		SACO	0.48	7.30	3.50	
PÉTREOS, ARENA NEGRA		M3	0.06	8.50	0.51	
PÉTREOS, RIPIO TRITURADO		M3	0.08	9.50	0.80	
MADERA, TABLA ENOFRADO/20CM		U	0.88	1.50	1.32	
ALFAGÍA		U	0.24	2.80	0.67	
PINGO		M3	0.59	0.20	0.12	
CLA VOS DE 2" A 4"		KG	0.08	1.50	0.11	
ACEITE QUEMADO		GLN	0.07	0.36	0.03	
AGUA		M3	0.01	1.00	0.01	
<b>SUBTOTAL O</b>						7.07
<i>TRANSPORTE</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>						0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>						12.17
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b>						25.00% 3.04
<b>OTROS INDIRECTOS (%)</b>						0.00% 0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						15.21
<b>VALOR OFERTADO</b>						15.21

SON: QUINCE DÓLARES CON VEINTE CON UN CENTAVOS DE DÓLAR

AMBATO, JULIO 2015

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 8 DE 16

RUBRO : 8  
DETALLE: Hormigón f<sub>c</sub>=180 kg/cm<sup>2</sup>

UNIDAD: M3

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.60
Excavadora	1.00	5.00	5.00	1.00	5.00

**SUBTOTAL M** 6.60

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro de Obra	EO-C1	1.00	3.38	3.38	1.000	3.38
Albañil	EO D2	3.00	3.05	9.15	1.000	9.15
Peón	EO-E2	8.00	3.01	24.08	1.000	24.08

**SUBTOTAL N** 36.61

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
CEMENTO PORTLAND	SACO	6.00	7.30	43.80
PÉTREOS, ARENA NEGRA	M3	0.75	9.20	6.90
PÉTREOS, RIPIO TRITURADO	M3	0.75	14.20	10.65
MADERA, TABLA ENFRADO/20CM	U	11.00	1.50	16.50
ALFAGÍA	U	3.00	2.80	8.40
PINGO	M3	8.00	0.20	1.60
CLAVOS DE 2" A 4"	KG	0.90	1.70	1.53
ACEITE QUEMADO	GLN	0.90	0.36	0.32
AGUA	M3	0.20	0.01	0.00

**SUBTOTAL O** 89.71

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
-------------------	---------------	-----------------	---------------------	--------------

**SUBTOTAL P** 0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		132.92
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b>	25.00%	33.23
<b>OTROS INDIRECTOS (%)</b>	0.00%	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		166.15
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>166.15</b>

SON: CIENTO SESENTA Y SEIS DÓLARES CON QUINCE CENTAVOS DE DÓLAR

AMBATO, JULIO 2015

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 9 DE 16

RUBRO : 9  
DETALLE: Material de Sub-base Clase I (Incluye Trans)

UNIDAD: M3

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Motoniveladora	1.00	35.00	35.00	0.014	0.49
Rodillo Vibratorio Liso	1.00	25.00	25.00	0.014	0.35
Camión Cisterna	1.00	25.00	25.00	0.014	0.35
Volqueta	1.00	20.00	20.00	0.014	0.28
<b>SUBTOTAL M</b>					1.49

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Operador 1	EO C1	1.00	3.38	3.38	0.014	0.05
Operador 2	EO C2	1.00	3.21	3.21	0.014	0.04
Ayudante de Maquinaria	EO E2	2.00	3.09	6.18	0.014	0.09
Chofer	EO C1	1.00	4.36	4.36	0.014	0.06
Maestro de Obra	EO-C1	1.00	3.38	3.38	0.014	0.05
Peón	EO-E2	2.00	3.01	6.02	0.014	0.08
<b>SUBTOTAL N</b>					0.37	

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Material Sub-Base Clase I	M3	0.60	14.00	8.40
Agua	M3	0.15	2.50	0.38
<b>SUBTOTAL O</b>				8.78

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		10.63
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b>	25.00%	2.66
<b>OTROS INDIRECTOS (%)</b>	0.00%	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		13.29
<b>VALOR OFERTADO</b>		13.29

SON: TRECE DÓLARES CON VEINTE Y NUEVE CENTAVOS DE DÓLAR

AMBATO, JULIO 2015

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 10 DE 16

RUBRO : 10  
DETALLE: Material de Base Clase I (Incluye Trans)

UNIDAD: M3

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Motoniveladora	1.00	35.00	35.00	0.014	0.49
Rodillo Vibratorio Liso	1.00	25.00	25.00	0.014	0.35
Camión Cisterna	1.00	25.00	25.00	0.014	0.35
Volqueta	1.00	20.00	20.00	0.014	0.28
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.49</b>

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Operador 1	EO C1	1.00	3.38	3.38	0.014	0.05
Operador 2	EO C2	1.00	3.21	3.21	0.014	0.04
Ayudante de Maquinaria	EO E2	2.00	3.09	6.18	0.014	0.09
Chofer	EO C1	1.00	4.36	4.36	0.014	0.06
Maestro de Obra	EO-C1	1.00	3.38	3.38	0.014	0.05
Peón	EO-E2	2.00	3.01	6.02	0.014	0.08
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>0.37</b>

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Material Sub-Base Clase I	M3	0.60	18.00	10.80
Agua	M3	0.15	2.50	0.38
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>10.80</b>

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>12.66</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b>	25.00%			<b>3.16</b>
<b>OTROS INDIRECTOS (%)</b>	0.00%			<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>15.82</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>15.82</b>

SON: QUINCE DÓLARES CON OCHENTA Y DOS CENTAVOS DE DÓLAR

AMBATO, JULIO 2015

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 11 DE 16

RUBRO : 11  
DETALLE: Transporte de Material de Desalojo

UNIDAD: M3

<i>EQUIPO</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.00
Volqueta		1.00	20.00	20.00	0.010	0.20
<b>SUBTOTAL M</b>						0.20
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Chofer	EO C1	1.00	4.73	4.73	0.010	0.05
<b>SUBTOTAL N</b>						0.05
<i>MATERIALES</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>		<i>COSTO</i>
<b>SUBTOTAL O</b>						0.00
<i>TRANSPORTE</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>		<i>COSTO</i>
<b>SUBTOTAL P</b>						0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>						0.25
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b>					25.00%	0.06
<b>OTROS INDIRECTOS (%)</b>					0.00%	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						0.31
<b>VALOR OFERTADO</b>						<b>0.31</b>

SON: CERO DÓLARES CON TREINTA Y UN CENTAVOS DE DÓLAR

AMBATO, JULIO 2015

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 12 DE 16

RUBRO : 12  
DETALLE: Capa Rodadura Hormigón Asfalto, mezclado en planta e=2" (Incluye Imprimación)

UNIDAD: M2

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
Planta de Asfalto completa	1.00	160.00	160.00	0.005	0.80
Cargadora Frontal	1.00	35.00	35.00	0.005	0.18
Terminadora de Aasfalto	1.00	65.00	65.00	0.005	0.33
Rodillo vibratorio liso	1.00	25.00	25.00	0.005	0.13
Distribuidor de Asfalto	1.00	25.00	25.00	0.005	0.13
Escoba mecánica	1.00	25.00	25.00	0.005	0.13

**SUBTOTAL M** 1.71

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Operador 1	EO C1	2.00	3.38	6.76	0.005	0.03
Operador 2	EO C2	4.00	3.21	12.84	0.005	0.06
Ayudante de maquinaria	EO E2	5.00	3.09	15.45	0.005	0.08
Peon	EO E2	10.00	3.01	30.10	0.005	0.15
Chofer	EO C1	1.00	4.36	4.36	0.005	0.02

**SUBTOTAL N** 0.35

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Asfalto Ap-3	KG	8.25	0.340	2.81
Agregados Triturados	M3	0.05	11.000	0.55
Diesel generador de planta	GL	0.57	1.040	0.59
Arena	M3	0.04	9.500	0.38
Transporte de mezcla asfáltica	M3/KM	5.42	0.250	1.36
Asfalto diluido RC-250	KG	1.10	0.340	0.37
Diesel	LT	0.33	0.240	0.08

**SUBTOTAL O** 6.14

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
-------------------	---------------	-----------------	---------------------	--------------

**SUBTOTAL P** 0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	8.19	
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)</b>	25.00%	2.05
<b>OTROS INDIRECTOS (%)</b>	0.00%	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	10.24	
<b>VALOR OFERTADO</b>	10.24	

SON: DIEZ DÓLARES CON VEINTE Y CUATRO CENTAVOS DE DÓLAR

AMBATO, JULIO 2015

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 13 DE 16

RUBRO : 13  
DETALLE: Señalización Horizontal

UNIDAD: KM

<i>EQUIPO</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						1.37
Mecanismo Rociador		1.00	1.88	1.88	3.500	6.58
<b>SUBTOTAL M</b>						7.95
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Peon	EO E2	1.00	3.18	3.18	3.500	11.13
Chofer	EO C1	1.00	4.67	4.67	3.500	16.35
<b>SUBTOTAL N</b>						27.48
<i>MATERIALES</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Pintura Señalamiento de tránsito			lt	10.00	20.000	200.00
Microesferas de vidrio			kg	20.00	5.500	110.00
Diluyente o Tiñer			gl	0.50	6.500	3.25
<b>SUBTOTAL O</b>						313.25
<i>TRANSPORTE</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
<b>SUBTOTAL P</b>						0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>						348.68
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b>						25.00% 87.17
<b>OTROS INDIRECTOS (%)</b>						0.00% 0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						435.85
<b>VALOR OFERTADO</b>						435.85

SON: CUATROCIENTOS TREINTA Y CINCO DÓLARES CON OCHENTA Y CINCO CENTAVOS DE DÓLAR

AMBATO, JULIO 2015

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 14 DE 16

RUBRO : 14  
DETALLE: Señales Informativas (2.40x1.20)m

UNIDAD: U

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.36
Soldadora Eléctrica	1.00	2.15	2.15	0.570	1.23
Cortadora-dobladora manual	1.00	1.25	1.25	0.570	0.71

**SUBTOTAL M** 2.29

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Albañil	EO D2	1.00	3.05	3.05	0.570	1.74
Peón	EO E2	1.00	3.01	3.01	0.570	1.72
Maestro de Obra	EO C1	1.00	3.38	3.38	0.570	1.93
Pintor	EO D2	1.00	3.05	3.05	0.570	1.74

**SUBTOTAL N** 7.12

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Lam. Tool galv. (2.44x1.20)	U	1.00	43.50	43.50
Tubo cuadr. Galvan. 2x2x2mm	ML	6.00	4.13	24.78
Pernos Iboxidables	U	4.00	0.50	2.00
Hormigón Clase B f'c=180kg/cm2	M3	0.14	160.00	22.40
Tubo cuadrado negro 1x1x1.5m	ML	9.76	1.42	13.86
Pintura Anticorrosiva	GL	0.20	16.00	3.20
Pintura Reflectiva	GL	1.00	25.00	25.00
Electrodos	KG	2.88	3.38	9.73

**SUBTOTAL O** 144.47

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
-------------------	---------------	-----------------	---------------------	--------------

**SUBTOTAL P** 0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		153.89
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b>	25.00%	38.47
<b>OTROS INDIRECTOS (%)</b>	0.00%	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		192.36
<b>VALOR OFERTADO</b>		192.36

SON: CIENTO NOVENTA Y DOS DÓLARES CON TREINTA Y SEIS CENTAVOS DE DÓLAR

AMBATO, JULIO 2015

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 15 DE 16

RUBRO : 15  
DETALLE: Señales Reglamentarias (0.60x0.60)m

UNIDAD: U

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.36
Soldadora Eléctrica	1.00	2.15	2.15	0.570	1.23
Cortadora-dobladora manual	1.00	1.25	1.25	0.570	0.71

**SUBTOTAL M**

2.29

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Albañil	EO D2	1.00	3.05	3.05	0.570	1.74
Peón	EO E2	1.00	3.01	3.01	0.570	1.72
Maestro de Obra	EO C1	1.00	3.38	3.38	0.570	1.93
Pintor	EO D2	1.00	3.05	3.05	0.570	1.74

**SUBTOTAL N**

7.12

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Lam. Tool galv. (2.44x1.20)	m2	0.56	14.64	8.20
Tubo cuadr. Galvan. 2x2x2mm	ml	3.00	4.13	12.39
Pernos Iboxidables	u	2.00	0.50	1.00
Hormigón Clase B f'c=180kg/cm2	m3	0.07	160.00	11.20
Angulo 30x3mm	m	3.20	1.75	5.60
Pintura Anticorrosiva	gl	0.08	16.00	1.28
Pintura Reflectiva	gl	1.00	25.00	25.00
Electrodos	kg	0.10	3.38	0.34

**SUBTOTAL O**

65.01

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
-------------------	---------------	-----------------	---------------------	--------------

**SUBTOTAL P**

0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		74.42
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b>	25.00%	18.60
<b>OTROS INDIRECTOS (%)</b>	0.00%	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		93.02
<b>VALOR OFERTADO</b>		93.02

SON: NOVENTA Y TRES DÓLARES CON DOS CENTAVOS DE DÓLAR

AMBATO, JULIO 2015

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 16 DE 16

RUBRO : 16  
DETALLE: Señales Preventivas (0.60x0.60)m

UNIDAD: U

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.55
Soldadora Eléctrica	1.00	3.20	3.20	0.570	1.82
Cortadora-dobladora manual	1.00	1.25	1.25	0.570	0.71
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>4.09</b>

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Albañil	EO D2	1.00	3.05	3.05	0.570	1.74
Peón	EO E2	2.00	3.01	6.02	0.570	3.43
Maestro de Obra	EO C1	1.00	3.38	3.38	0.570	1.93
Pintor	EO D2	1.00	3.05	3.05	0.570	1.74
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>8.84</b>	

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Lam. Tool galv. (2.44x1.20)	M2	0.56	14.64	8.20
Tubo cuadr. Galvan. 2x2x2mm	ML	3.00	4.13	12.39
Pernos Iboxidables	U	2.00	0.50	1.00
Hormigón Clase B f'c=180kg/cm2	M3	0.07	160.00	11.20
Angulo 30x3mm	M	3.20	1.75	5.60
Pintura Anticorrosiva	GL	0.08	16.00	1.28
Pintura Reflectiva	GL	1.00	25.00	25.00
Electrodos	KG	0.10	3.38	0.34
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>65.01</b>

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>77.93</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b>	25.00%	<b>19.48</b>
<b>OTROS INDIRECTOS (%)</b>	0.00%	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>97.41</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>97.41</b>

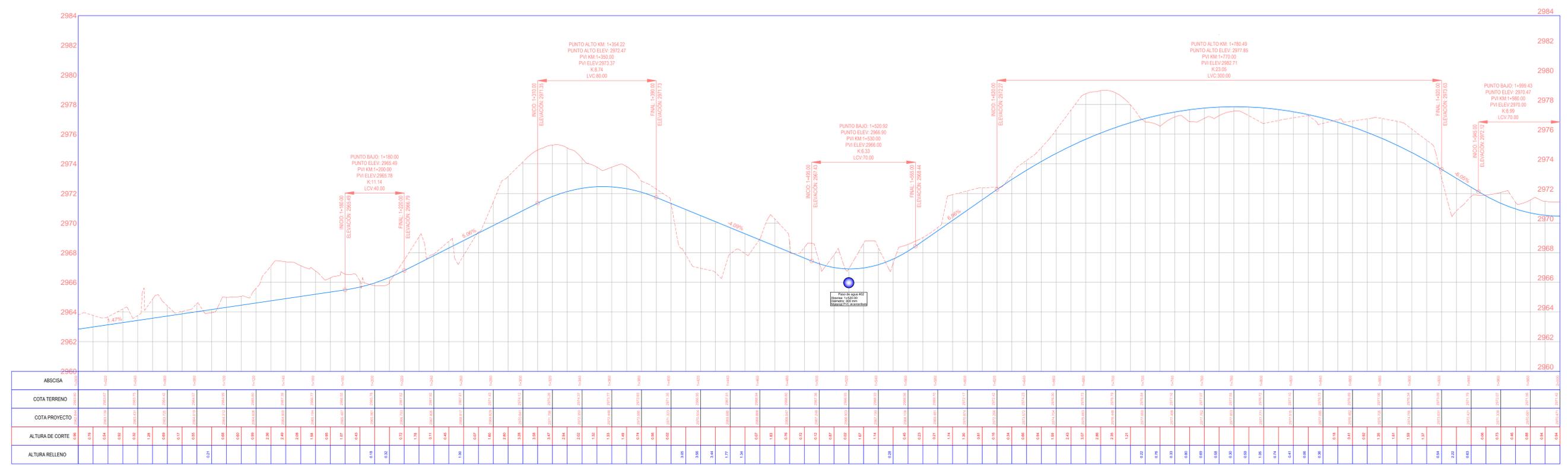
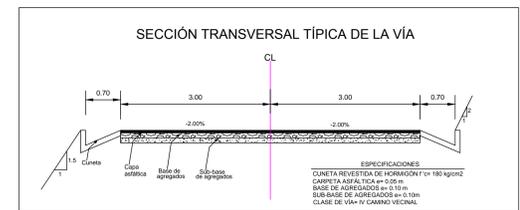
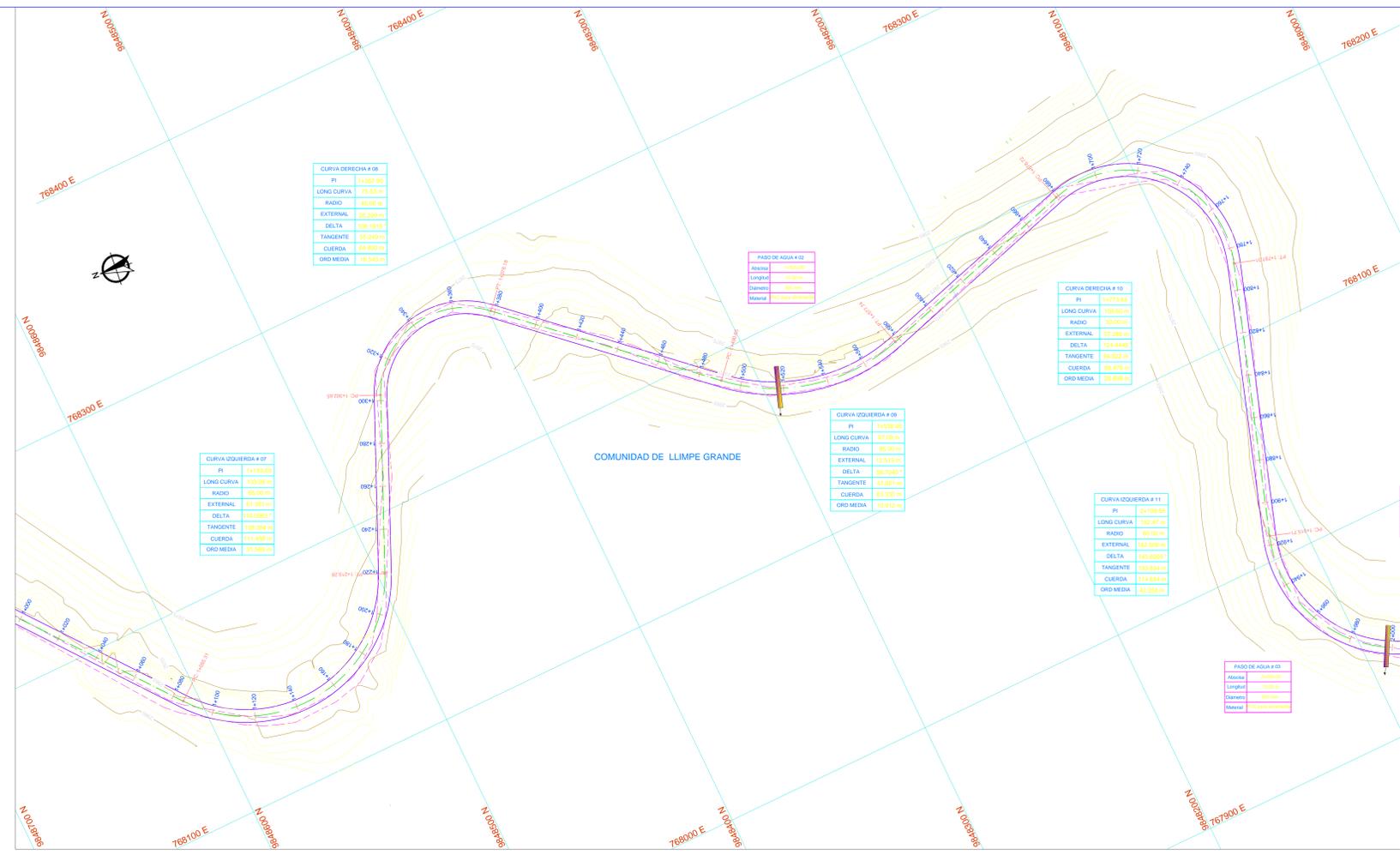
SON: NOVENTA Y SIETE DÓLARES CON CUARENTA Y UN CENTAVOS DE DÓLAR

AMBATO, JULIO 2015

Egda. Monserrath Ocaña  
ELABORACIÓN

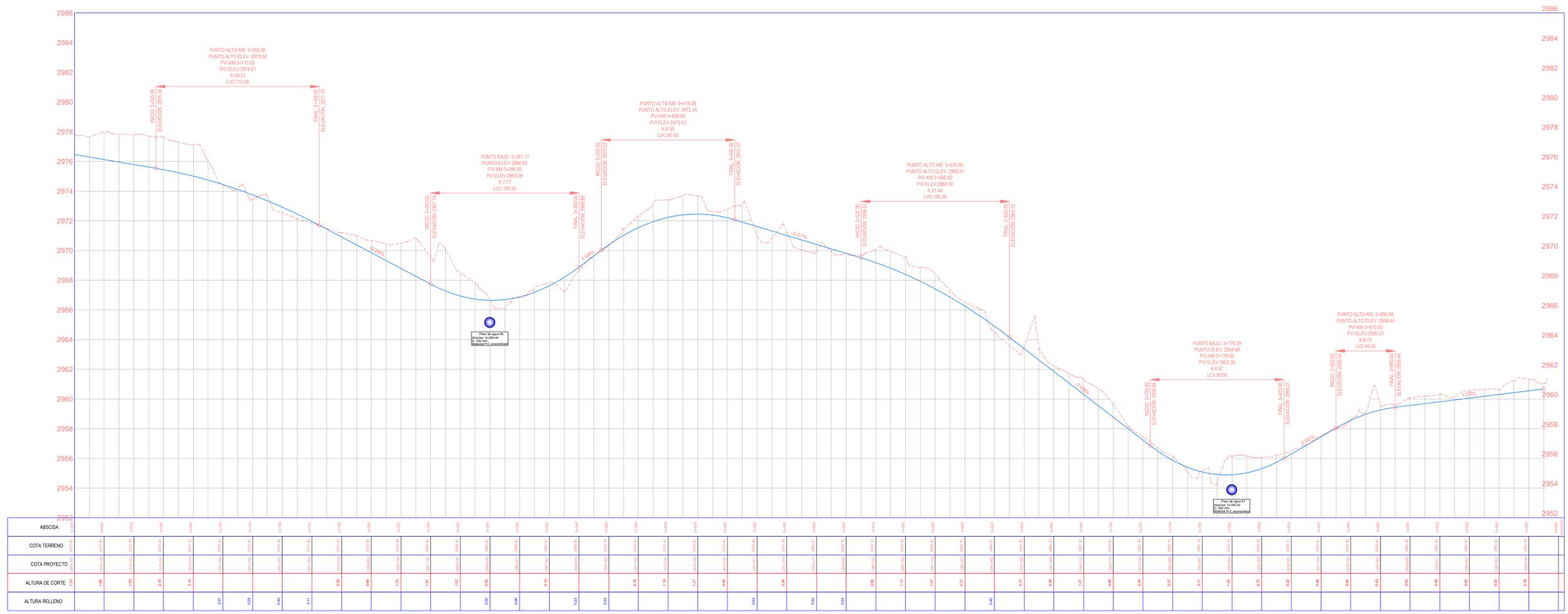
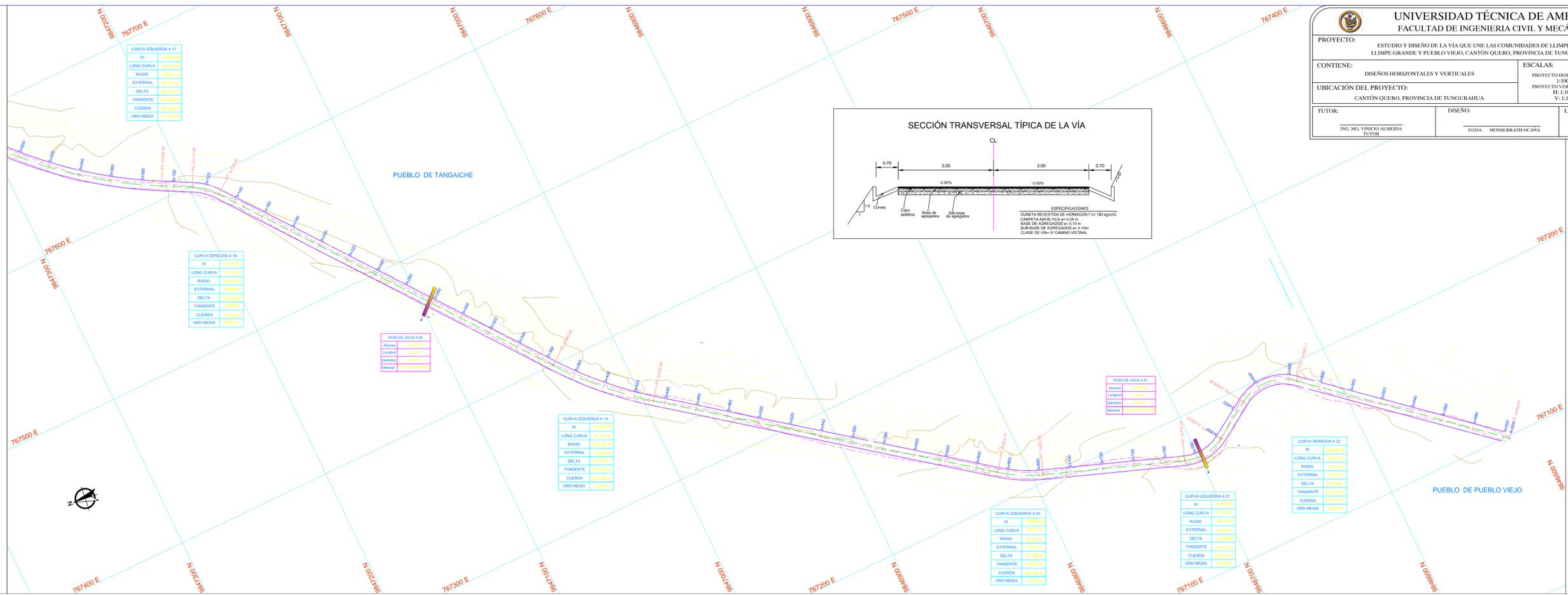
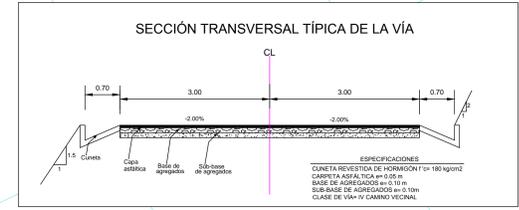
## H. PLANOS





PERFIL VÍA LLIMPE CHICO - LLIMPE GRANDE Y PUEBLO VIEJO





PERFIL VÍA LLIMPE CHICO - LLIMPE GRANDE Y PUEBLO VIEJO



