



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**Proyecto de investigación, previo a la
Obtención del Título de Ingeniero Civil**

TEMA:

LAS CONDICIONES DE LA VÍA QUISAPINCHA - CUSUBAMBA, DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES

AUTOR: Sotomayor Mera David Fernando

TUTOR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

AMBATO – ECUADOR

2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing, M. Sc. Vinicio Almeida en calidad de tutor, certifico que la presente tesis de grado realizado por el Sr. David Fernando Sotomayor Mera egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil se desarrolló bajo mi tutoría, es un trabajo personal e inédito y ha sido bajo el tema **“LAS CONDICIONES DE LA VÍA QUISAPINCHA - CUSUBAMBA, DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES”**, el cual se ha concluido de manera satisfactoria.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Agosto del 2015

.....

Ing. M. Sc. Vinicio Almeida

TUTOR

AUTORÍA

El presente proyecto bajo el tema **“LAS CONDICIONES DE LA VÍA QUISAPINCHA – CUSUBAMBA, DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES”**, fue realizado de una manera responsable, de tal manera que los estudios realizados en situ, los estudios de oficina así como los criterios en ideas plasmados en la investigación son de exclusiva responsabilidad de la autor, exceptuando las citas bibliográficas.

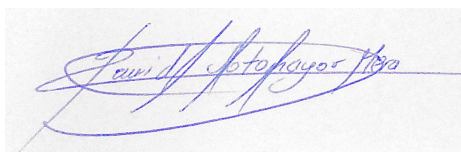
Sr. DAVID FERNANDO SOTOMAYOR MERA

CI. 180402077-2

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de esta tesis o arte de ella un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi tesis, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de ésta tesis, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se respetando mis derechos de autor.



Sr. DAVID FERNANDO SOTOMAYOR MERA

CI. 180402077-2

DEDICATORIA

No hay mejor padre que tu Dios ya que con tu sabiduría me guías en el camino de la vida, desde pequeño me pusiste a dos personas muy valiosas que con su amor, paciencia y fe no permitieron que me alejara de ti, como no agradecerte por haberme regalado unas hermanas que siempre estuvieron presentes en mis alegrías y tristezas son tantos momentos y oportunidades que día a día me has obsequiado y hoy puedo regresar todos esos regalos con la realización de este presente proyecto y demostrándote que todo lo que obraste en mí se está realizando por ti.

Mi madre la mayor persona que me ha demostrado los mejores valores que debe tener una persona y fomentar en mí en que se debe estar agradecido de cada día de vida a Dios.

Mis hermanas Rebeca y María llegaron hacer mis amigas, que con su cariño y consejos me demostraron a ser generoso con la gente y saber que con amor todo es posible.

Mi abuelita Teresa he caminado con usted desde la infancia y me ha brindado su tiempo, esfuerzo y amor para que yo pueda llegar hacer un hombre de bien no hay persona en este mundo que me ha enseñado a ver, que la mano de dios se encuentra en todas las actividades que realicemos.

Mi amiga Nancy entender que en esta vida son pocas las oportunidades en llegar a conocer a personas humildes, honestas y sencillas es una bendición, y fueron tus actitudes las permitieron que yo te estime como una hermana para mí.

Mis tíos Víctor y Susana llegaron hacer mis segundos padres, al estar siempre pendientes en mí y darme ese sentimiento que solo se da a un hijo de ser atentos, amorosos y consejeros y entender que mis primos son como mis hermanos.

Madre y abuelita en el camino hacia el futuro, yo les veo con migo siempre a mi lado, dándome su apoyo y alegrándome cada día con su hermosa sonrisa y entender que hay muchas metas más por cumplir.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de superarme cada día y entender que “ Las bendiciones son bendiciones, cuando vienen con Dios, si el no está con ellas, entonces llegan hacer las más grandes maldiciones”

A la facultad de Ingeniería Civil y mecánica y a sus docentes, quienes me hicieron sentir que estaba en mi segunda casa en sus aulas y fueron partícipes de mi formación profesional con sus conocimientos y ayuda impartida.

Me gustaría agradecer sinceramente a mi tutor de tesis, Ing. Mg. Vinicio Almeida, su esfuerzo, dedicación, su manera de trabajar su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para el desarrollo del presente proyecto.

Inculcó en mí un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor los cuales ayudaron a tener una formación completa como investigador.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

PRELIMINARES	Pág.
TÍTULO O PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORÍA.....	III
DERECHO DE AUTOR.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VII
ÍNDICE DE CUADROS.....	XII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XV
RESUMEN EJECUTIVO.....	XVII
SUMMARY.....	XVIII
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA	
1.1 TEMA	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1 Contextualización	1
1.2.2 Análisis Crítico	2
1.2.3 Prognosis.....	2
1.2.4 Formulación del problema.....	2
1.2.5 Interrogantes	3
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación.....	3
1.2.6.1. Delimitación espacial.....	3
1.2.6.2. Delimitación temporal	3
1.2.6.3. Delimitación de contenido.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos específicos	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	5
2.2 FUNDACIÓN FILOSÓFICA	6
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	6
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	7
2.4.1 Supra ordenación de Variables.....	7
2.4.2 Definiciones	7
2.4.2.1. Vía o carretera.....	7
2.4.2.2. El tráfico	10
2.4.2.3 Velocidad	16
2.4.2.4 Diseño geométrico	20
2.4.2.5 Secciones Transversales	45
2.4.2.5 Obras de drenaje	47
2.4.2.6 Mecánica de Suelos	52
2.4.2.7 Pavimento	62
2.5 HIPÓTESIS.....	64
2.6 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES	64
2.6.1 Variable independiente	64
2.6.2 Variable dependiente	64

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	65
3.1.1 Investigación de campo	65
3.1.2 Investigación bibliográfica – documental.....	65
3.1.3 Investigación de laboratorio.....	65
3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	65
3.2.1. Nivel exploratorio	65
3.2.2. Nivel descriptivo.....	66
3.2.3. Nivel explicativo.....	66

3.2.4. Asociación de variables	66
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	66
3.3.1 Población o universo.....	66
3.3.2 Muestra	66
3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	67
3.4.1 Variable independiente	67
3.4.2 Variable dependiente	68
3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	68
3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	69
3.6.1 Procesamiento de la información.....	69
3.6.2 Análisis e interpretación de resultados	69
CAPÍTULO IV	
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	
4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	70
4.1.1 Análisis de los resultados de las encuestas	70
4.1.2 Análisis de resultados del estudio topográfico	79
4.1.3 Análisis de resultados de estudio de tráfico.....	80
4.1.4 Análisis de resultados del estudio de suelos	87
4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS	91
4.2.1 Interpretación de datos de las encuestas	91
4.2.2 Interpretación de datos del estudio topográfico.....	93
4.2.3 Interpretación de datos del estudio de tráfico	93
4.2.4 Interpretación de datos del estudio de suelos.....	93
4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	94
4.3.1 Formulación de hipótesis	94
4.3.2 Calculo del Chi – cuadrado x^2 prueba	95
4.3.3 Decisión	98
CAPÍTULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 CONCLUSIONES	99
5.2 RECOMENDACIONES	100

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1	DATOS INFORMATIVOS	102
6.1.1	Ubicación	102
6.1.2	Población	104
6.1.3	Condiciones climáticas	104
6.1.4	Análisis socioeconómico	105
6.2	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	106
6.3	JUSTIFICACIÓN	106
6.4	OBJETIVOS	107
6.4.1	General.....	107
6.4.2	Específicos	107
6.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	107
6.6	FUNDAMENTACIÓN	108
6.6.1	Diseño geométrico	108
6.6.2	Diseño de la estructura del pavimento.....	109
6.6.3	Sistema de drenaje	110
6.7	METODOLOGÍA	111
6.7.1	Diseño geométrico	111
6.7.1.1	Diseño horizontal	111
6.7.1.2	Diseño vertical	116
6.7.2	Diseño del Pavimento	118
6.7.3	Sistema de drenaje	144
6.7.3.1	Diseño de cunetas.....	144
6.7.4	Señalización	154
6.7.4.1	Señalización horizontal	154
6.7.4.2	Señalización vertical	158
6.7.5	Cálculo de volúmenes	161
6.7.6	Presupuesto referencial	165
6.7.7	Cronograma valorado	166
6.8	ADMINISTRACIÓN	168

6.8.1	Recursos económicos.....	168
6.8.2	Recursos Técnicos	168
6.8.3	Recursos Administrativos	168
6.9	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	168
6.9.1	Plan de protección, manejo ambiental y seguridad.....	168
6.10	BIBLIOGRAFÍA	172

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1. Tipos de terreno.....	9
Cuadro No. 2. Periodo de análisis.....	12
Cuadro No. 3. Valores tasas de crecimiento de Tráfico.....	15
Cuadro No. 4. Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado.....	16
Cuadro No. 5. Valores de la velocidad de diseño	17
Cuadro No. 6. Valores de velocidad de circulación.....	18
Cuadro No. 7. Clasificación de vehículos.....	19
Cuadro No. 8. Radios mínimos en función del peralte y el coeficiente $f_{lateral}$	25
Cuadro No. 9. Pendiente de borde (i) para el desarrollo del peralte	28
Cuadro No. 10. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas en (%)	34
Cuadro No. 11. La gradiente y longitud máxima.....	34
Cuadro No. 12. Coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales – cóncavas	36
Cuadro No. 13. Coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales – convexas ...	37
Cuadro No. 14. Distancia de visibilidad mínima para la parada de un vehículo	42
Cuadro No. 15. Distancia de visibilidad mínima para el rebasamiento de un vehículo...	45
Cuadro No. 16. Valores recomendados anchos de espaldones	46
Cuadro No. 17. Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales	49
Cuadro No. 18. Tamices estándar	54
Cuadro No. 19. Especificaciones del método proctor modificado.....	60
Cuadro No. 20. Relación Esfuerzo – Deformación para la muestra patrón	61
Cuadro No. 21. Clasificación de subrasante según el valor de CBR	62
Cuadro No. 22. Operacionalización de variable independiente	67
Cuadro No. 23. Operacionalización de variable dependiente	68
Cuadro No. 24. Plan de recolección de la información.....	68
Cuadro No. 25. Estación de conteo.....	80
Cuadro No. 26. Tráfico en hora pico	83
Cuadro No. 27. Tasa de crecimiento de tráfico.....	83
Cuadro No. 28. Tráfico atraído	84
Cuadro No. 29. Tráfico actual.....	84
Cuadro No. 30. Cálculo del tráfico vehicular $n = 20$ años.....	86
Cuadro No. 31. Cálculo del tráfico proyectado	87
Cuadro No. 32. Ensayo de compactación y contenido de humedad	88
Cuadro No. 33. Ensayo de límites de Atterberg.....	89
Cuadro No. 34. Valor de resistencia de diseño	89

Cuadro No. 35. Interpretación de datos de las encuestas	91
Cuadro No. 36. Clasificación del suelo de acuerdo al C.B.R	94
Cuadro No. 37. Frecuencias observadas	95
Cuadro No. 38. Frecuencias esperadas	96
Cuadro No. 39. Chi - cuadrado	96
Cuadro No. 40. Tabla de distribución de Chi-Cuadrado.....	97
Cuadro No. 41. Ubicación geográfica del proyecto (Datum WGS 84).....	102
Cuadro No. 42. Distribución de la población por zona de empadronamiento	104
Cuadro No. 43. Densidad poblacional de la parroquia Quisapincha	104
Cuadro No. 44. Tasa de crecimiento intercensal del 2010-2001-1990 por sexos	104
Cuadro No. 45. Periodos de diseño en función del tipo de carretera.....	118
Cuadro No. 46. Niveles recomendados de confiabilidad.....	119
Cuadro No. 47. Factor de desviación normal.....	119
Cuadro No. 48. Factor de corrección de la desviación estándar	120
Cuadro No. 49. Índice de servicio final	121
Cuadro No. 50. Factores de daño según el tipo de vehículo FD	123
Cuadro No. 51. Factor de distribución direccional DD	124
Cuadro No. 52. Factor de distribución por carril DC.....	124
Cuadro No. 53. Número de ejes equivalentes a 8.2 Ton.....	126
Cuadro No. 54. Espesores mínimos en función de los ejes equivalentes	128
Cuadro No. 55. Estabilidad Marshall.....	128
Cuadro No. 56. Clasificación del tráfico.....	129
Cuadro No. 57. Módulos de la carpeta asfáltica a_1	130
Cuadro No. 58. Coeficientes estructurales de la capa base a_2	131
Cuadro No. 59. Coeficiente estructural de la capa sub-base a_3	133
Cuadro No. 60. Capacidad del drenaje para remover la humedad.....	133
Cuadro No. 61. Coeficientes de drenaje m_2 , m_3	133
Cuadro No. 62. Especificaciones de calidad para cementos asfálticos.....	141
Cuadro No. 63. Especificaciones de calidad de los agregados para ensayo Marshall ...	141
Cuadro No. 64. Porcentajes de materiales para ensayo Marshall	142
Cuadro No. 65. Granulometría de los agregados para ensayo Marshall	142
Cuadro No. 66. Especificaciones para ensayo Marshall según tipo de tráfico	142
Cuadro No. 67. Graduación para capas de base porcentaje en peso que pasa los tamices de mallas cuadrada según el método AASTHO. T-11 y T-27.	143

Cuadro No. 68. Granulometría de Sub-base clase 3, en porcentaje que pasa a través de tamices de malla cuadrada	144
Cuadro No. 69. Coeficientes de rugosidad de Manning	145
Cuadro No. 70. Coeficientes de rugosidad de Manning	147
Cuadro No. 71. Valores de coeficiente de escorrentía (C')	148
Cuadro No. 72. Intensidades de la zona 14.....	151
Cuadro No. 73. Niveles mínimos de retroreflexión para pinturas de pavimento.....	155
Cuadro No. 74. Relación señalización de circulación opuesta segmentada.....	157
Cuadro No. 75. De presupuesto	165

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1. Relación entre los volúmenes horarios más altos del año y el TPDA.....	13
Gráfico No. 2. Relaciones entre las velocidades de diseño y de circulación	18
Gráfico No. 3. Elementos de curvas circulares simples	21
Gráfico No. 4. Elementos de curvatura.....	23
Gráfico No. 5. Coeficientes de fricción lateral	24
Gráfico No. 6. Fuerzas que actúan sobre un vehículo a lo largo de una curva circular	25
Gráfico No. 7. Transición del peralte.....	28
Gráfico No. 8. Representación de la transición del peralte.....	29
Gráfico No. 9. Perfil parcial de la transición del peralte.....	29
Gráfico No. 10. Transición de sobre-ancho	33
Gráfico No. 11. Curva vertical cóncava.....	36
Gráfico No. 12. Curva vertical cóncava.....	37
Gráfico No. 13. Tipos de curvas verticales	38
Gráfico No. 14. Coeficiente angular de la curva vertical.....	38
Gráfico No. 15. Coeficiente de fricción para patinaje longitudinal	41
Gráfico No. 16. Distancia de visibilidad de parada	42
Gráfico No. 17. Distancia de visibilidad de rebasamiento Dr.....	44
Gráfico No. 18. Sección transversal típica pavimentada en recta.....	47
Gráfico No. 19. Área de drenaje de una cuneta	49
Gráfico No. 20. Secciones típicas de cunetas	50
Gráfico No. 21. Cuneta de coronación.....	51
Gráfico No. 22. Elementos de una alcantarilla	52
Gráfico No. 23. Pozo a cielo abiertoFuente: Autor.....	53
Gráfico No. 24. Clasificación de suelos sistemas SUCS	55
Gráfico No. 25. Estados de consistencia.....	56
Gráfico No. 26. Determinación del límite líquido en la Curva de escurrimiento	57
Gráfico No. 27. Curva típica del ensayo de compactación	59
Gráfico No. 28. Pavimento Flexible	63
Gráfico No. 29. Ubicación de la estación de conteo	81
Gráfico No. 30. Distribución de tráfico vehicular.....	82
Gráfico No. 31. Composición del tránsito actual.....	85
Gráfico No. 32. Tráfico futuro para 20 años.....	86
Gráfico No. 33. Distribución gráfica de la prueba Chi-Cuadrado	98
Gráfico No. 34. Ubicación del proyecto	103

Gráfico No. 35. Ubicación del proyecto	105
Gráfico No. 36. Espesores de las capas de pavimento.....	127
Gráfico No. 37 Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_1	129
Gráfico No. 38. Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_2	131
Gráfico No. 39. Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_3	132
Gráfico No. 40. Cálculo del SN requerido en el software Ecuación AASHTO 93	134
Gráfico No. 41. Espesores de diseño de la estructura del pavimento	140
Gráfico No. 42. Sección transversal de la vía en proyecto	140
Gráfico No. 43. Dimensiones de la cuneta.....	144
Gráfico No. 44. Mapa de zonificación de intensidades	152
Gráfico No. 45. Detalle de descarga de zanja de drenaje a caja colectora.....	154
Gráfico No. 46. Ángulos de iluminación y observación.....	156
Gráfico No. 47. Línea continua de separación de circulación opuesta	156
Gráfico No. 48. Línea segmentada de reparación de circulación opuesta	157
Gráfico No. 49. Línea de borde.....	157
Gráfico No. 50. Ángulos de iluminación y observación.....	158
Gráfico No. 51. Señales preventivas	159
Gráfico No. 52. Ubicación y detalles de los delineadores de curva horizontal.....	160
Gráfico No. 53. Señales de trabajo	160

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: LAS CONDICIONES DE LA VÍA QUISAPINCHA-CUSUBAMBA, DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES.

AUTOR: Egdo. David Fernando Sotomayor Mera

FECHA: Agosto, 2015

El proyecto está encaminado al rediseño de la vía entre las parroquias Quisapincha-Cusubamba realizando el estudio de suelos se identificó el tipo de suelo y sus propiedades mecánicas, se determinó el número de vehículos con el conteo de tráfico (T.P.D.A), estudio topográfico, diseños geométricos viales con sus respectivas secciones transversales de la calzada con el diseño de cunetas, lo que permitirá el mejoramiento de la vía, aprovechando al máximo la infraestructura existente tratando de afectar el trazado actual de forma mínima proponiendo la utilización de recursos propios de la vía el valor de CBR.

Se realizó un presupuesto referencial, con los diseños definitivos propuestos y el cálculo de volúmenes de obra. También se presenta el análisis de precios unitarios y un cronograma valorado de trabajo con sus respectivas actividades para su ejecución en forma secuencial, lo que permitirá la realización del proyecto.

Finalizado el proyecto investigativo será entregado al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Ambato, como aporte de la Universidad Técnica de Ambato hacia la comunidad, el cual podrá hacer uso del mismo.

SUMMARY

TOPIC: THE CONDITIONS OF THE ROUTE QUISAPINCHA-CUSUBAMBA, PARISH QUISAPINCHA CANTON AMBATO, TUNGURAHUA PROVINCE AND ITS IMPACT ON THE QUALITY OF LIFE OF ITS PEOPLE.

AUTHOR: Egdo. David Fernando Sotomayor Mera

DATE: August, 2015

The project aims to redesign the road between parishes Quisapincha-Cusubamba soil studies done by the soil type and its mechanical properties are identified, the number of vehicles in traffic count (AADT), topographic survey, designs found vials with their respective cross sections of the road with ditches geometric design, allowing the improvement of the road, maximizing existing infrastructure trying to affect the current route minimally proposing the use of own resources via CBR value.

A referential budget was made, with the proposed final design and calculation of volumes of work. The analysis of unit prices and valued work schedule with their respective activities for execution in sequence is also presented, enabling the project.

After the research project will be delivered to Decentralized Autonomous Government of the Canton Ambato, as a contribution of the Technical University of Ambato to the community, which may make use of it.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

Las condiciones de la vía Quisapincha – Cusubamba, de la parroquia Quisapincha del cantón Ambato, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

Las vías terciarias conectan cabeceras de parroquias y zonas de producción con los caminos de la red vial nacional y caminos vecinales, de un reducido tráfico; durante los últimos años el Ecuador ha emprendido diversos proyectos para mejorar e incrementar la red vial con el fin de realizar un desarrollo social y económico, mediante la construcción, ampliación y así mismo el mantenimiento de carreteras principales, secundarias y caminos vecinales los cuales ocupan un lugar importante en las obras de ingeniería civil que permiten el desarrollo social y económico.

La parroquia de Quisapincha tiene una importante red vial que comunica entre las diferentes comunidades y con las parroquias vecinas, el cantón Ambato e inclusive con la provincia de Cotopaxi que es la vía Quisapincha – Cusubamba.

Al existir una vía que cumpla con todas las condiciones necesarias de calidad, seguridad y comodidad las personas podrán llevar sus productos a otros sectores con seguridad y prontitud.

1.2.2 Análisis Crítico

El presente proyecto está encaminado a mejorar la vía en estudio ya que los moradores encaminan el agua que les queda de remanentes de riego sobre estas, generando baches, pequeñas zanjas a lo largo de las vía, ocasionando que el vehículo no pueda transitar y sufran daños mecánicos y desgaste de los neumáticos.

La deficiencia en la infraestructura que presenta la vía, conlleva a que los habitantes de la parroquia de Quisapincha – Cusubamba no puedan transitar por la vía, tomando vías alternas que les ayude a llegar a su destino que en consecuencia aumenta el tiempo de viaje.

El inadecuado diseño geométrico de la vía presente a que los vehículos transiten con problemas dando menor seguridad al conductor y a sus habitantes que utilizan la vía para llegar a terrenos de cultivos.

1.2.3 Prognosis

Al no llevarse a cabo el mejoramiento vial y continuar con una vía en mal estado e insuficiencias en su diseño se tendrá como consecuencia que los moradores sigan movilizándose de manera tardía e insegura, provocando un problema de comunicación y un retraso en el desarrollo social, agropecuario, ganadero no solo de la zona de influencia, sino de la parroquia y la provincia.

Los servicios básicos que por ley les corresponde, si tomamos en cuenta otro aspecto que es el transporte, que está en riesgo la integridad de los habitantes y la de sus niños al tener que transportarse en vehículos sin la seguridad necesaria a sus hogares y a otros sitios.

1.2.4 Formulación del problema

¿Qué estudios técnicos se requieren para mejorar las condiciones de la vía Quisapincha – Cusubamba?

1.2.5 Interrogantes

- ¿Cuál es el estado actual de la vía Quisapincha - Cusubamba, perteneciente a la parroquia Quisapincha, cantón Ambato, provincia de Tungurahua?
- ¿Cómo afecta la inexistencia de drenajes y cunetas en el deterioro de la vía?
- ¿Cómo afecta a los agricultores del sector las condiciones de la vía?
- ¿Cuál es la topografía de la zona?
- ¿Qué tipo de características presenta el suelo de la vía?
- ¿Qué tipo de vehículos circulan por la vía?

1.2.6 Delimitación del objeto de investigación

1.2.6.1. Delimitación espacial

El proyecto se localiza en la parroquia Quisapincha, cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua, la vía a considerarse constituye una arteria importante para transporte de los habitantes y de sus productos agrícolas con una longitud de 7.830 km, los respectivos trabajos de oficina se realizaron en las instalaciones de la biblioteca de la Facultad de Ingeniería civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

1.2.6.2. Delimitación temporal

El presente estudio se lo realizó entre en los meses comprendido entre Enero 2015 – Agosto 2015.

1.2.6.3. Delimitación de contenido

El problema en estudio está dentro del campo de la Ingeniería Civil, orientado en el área de Vías, utilizando los conocimientos de las asignaturas de Topografía, Geología, Diseño Geométrico de Vías y Mecánica de suelos.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Debido que en la actualidad la parroquia de Quisapincha está en vías de desarrollo y continuo crecimiento, la vía en estudio se encuentran actualmente deteriorada, en unos tramos de tierra y en otros empedrados, con cunetas revestidas en algunos tramos la humedad presente es debido a la insuficiencia de drenajes y por la falta de mantenimiento.

El sistema vial ha tenido una importancia enorme en el tema de la vialidad ya que está dentro de las necesidades básicas de desarrollo del sector, implementar el presente proyecto de investigación para el mejoramiento de la vía, ayudara a que los habitantes de la parroquia de Quisapincha – Cusubamba puedan transitar por la vía sin mayor problema.

Los habitantes de la zona por su productividad característica necesitan de manera urgente contar con una vía de acceso que se encuentren en perfecto estado, para facilitar el transporte de sus productos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Estudio de las condiciones de la vía Quisapincha – Cusubamba, de la parroquia Quisapincha del cantón Ambato, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

1.4.2 Objetivos específicos

- Conocer los aspectos socio-económicos de la población dentro del área de influencia del proyecto.
- Evaluar las condiciones actuales de la vía.
- Realizar el levantamiento topográfico.
- Determinar el volumen del tránsito actual y futuro.
- Definir las características mecánicas del suelo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En la biblioteca de la Universidad Técnica de Ambato se han encontrado las siguientes investigaciones de tesis de grado que sustentan los trabajos similares a la presente, las que servirán de base para el trabajo de investigación:

Investigaciones realizada por el Sr. Sánchez Miranda Carlos, (1986), en la Tesis de grado de título “Estudio para Caminos del Orden IV según el ministerio de obras Publicas ”. Ha señalado que para diseñar la estructura de caminos, es necesario conocer el tipo de suelo existente y sus propiedades, ya que todo esto tiene relación directa en la construcción y conservación del mismo. Al efectuar el trazado a más de las especificaciones técnicas que da el Ministerio de Obras Públicas, se consideran algunos criterios en base a la topografía misma del terreno en estudio.

El trabajo de grado estructurado por el Sr. Hernán Marcelo Tapia Villalba, (2011), con el tema “La vía Chilla Grande – Manchancazo – intersección vía Yanahurco centro y su incidencia en el bienestar de los pobladores de las comunidades del cantón Saquisilí provincia de Cotopaxi”, arroja como conclusiones que con el fin de dar un mejoramiento de la vía con un bajo costo, la técnica de colocar una capa de pavimento asfáltico sobre el empedrado D.T.S.B, es la solución más eficaz, previo al ensanchamiento según las normas del MTOP ya que la vía es de clase IV, además que es necesario una modificación geométrica en la vía que involucre radios de curvatura, pendientes mínimas, drenajes, puentes o pasos de agua, taludes y posibles ensanchamientos.

La investigación de la Sra. Janeth Alexandra Reyes, (2013), con el tema “Las condiciones de la vía Manduro – “Y ” de alto Shicama - Batancocha y su incidencia

en la circulación vehicular” tiene como principal objetivo elaborar el estudio técnico para el mejoramiento de la capa de rodadura y obras complementarias en la vía Batancocha – Alto Shicama – Manduro, en el cantón Archidona, provincia de Napo; obteniendo como conclusión del estudio de tráfico proyectado a 20 años un T.P.D.A de 187 vehículos y con este dato se considera que la carretera tendrá un volumen bajo de circulación de vehículos entre pesados y livianos además pudiendo clasificar a las carretas en el rango IV (100 – 300 T.P.D.A).

2.2 FUNDACIÓN FILOSÓFICA

El siguiente trabajo de investigación se fundamenta en el paradigma Crítico – Propositivo basándose en los siguientes aspectos:

La finalidad de la investigación fue detectar, describir y analizar la situación actual de la vía que une la parroquia de Quisapincha con la parroquia de Cusubamba así como también los aspectos negativos, referir el aporte de las autoridades para su mejoramiento, las causas que generan el malestar en los habitantes e impide el desarrollo del sector tanto económico productivo.

En la metodología de estudio se puede considerar varias alternativas de solución para el mejoramiento de la vía, en ellas está el diseño de la capa de rodadura, que tiene una gran importancia en relación directa con el objeto a investigarse ya que se fundamenta en explicaciones reales, sistemáticas y organizadas.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

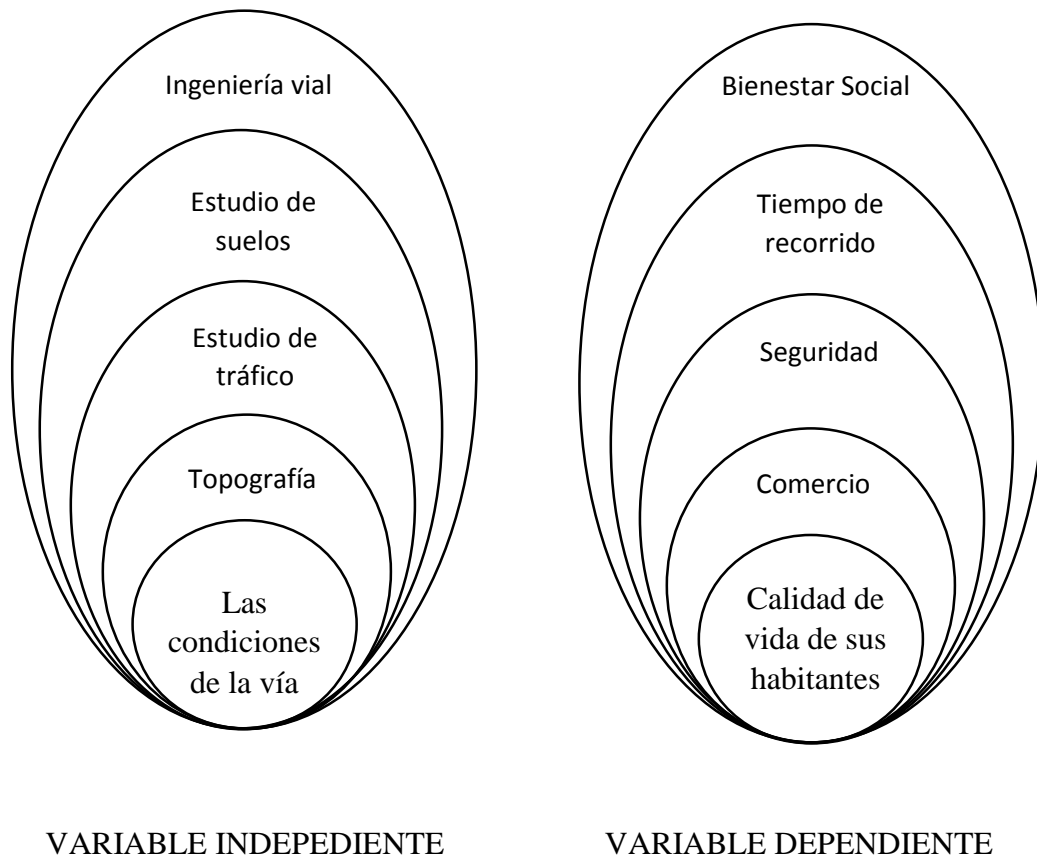
El diseño y construcción de las obras viales de ingeniería en el país, se rige por Normas de Diseño y Especificaciones de Construcción del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, las que se emplean en el Diseño, Construcción y Mantenimiento de carreteras en el Ecuador, se instituyen manuales de diseño como:

- Normas AASHTO-93
- Normas ASTM
- Especificaciones MOP

- Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP-2002.
- Ley de caminos de la República del Ecuador
- Normas de diseño geométrico de carreteras MOP-2003

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1 Supra ordinación de Variables



2.4.2 Definiciones

2.4.2.1. Vía o carretera

La infraestructura de una vía está constituida por el conjunto de componentes físicos que relacionados con el cumplimiento de ciertas especificaciones técnicas de diseño y construcción, que brinden condiciones de comodidad y seguridad para la circulación de los usuarios que hacen uso de ella.

“Una carretera es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de una faja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad” (Cárdenas, J. 2013. pág. 1)

Los estudios para el trazado y localización de una vía comprenden los siguientes literales:

1. El análisis de tránsito, capacidad y niveles de servicios
2. Proyectar el trazado y diseño geométrico de la vía
3. Desarrollar los estudios de suelos, para la obtención de la capacidad portante del suelo
4. Estudio hidrológico y diseño de elementos de drenaje

Clasificación de las carreteras en nuestro país

La carretera son vías con anchos que permiten la fluidez en la circulación de los vehículos y se clasifican mediante un esquema en el cual se puede diferenciar el tipo de vía a considerarse basándose en varias condiciones.

Según el tipo de terreno

La mayoría de las normativas, consideran cuatro tipos de terrenos: plano, ondulado, montañoso y escarpado.

- Plano (LL).- Es terreno de topografía plana cuando en el trazado horizontal y vertical del camino no gobierna inclinaciones transversales a la vía de 0° a 6° , lo que permite a los vehículos pesados mantener la misma velocidad que en los vehículos livianos, lo cual también exige mínimo movimiento de tierras en la construcción de carreteras, por lo que las pendientes longitudinales de las vías normalmente van entre el 0 % y el 5 %.
- Ondulado (O).- Es de topografía ondulada cuando la pendiente del terreno se identifica, sin exceder con las pendientes longitudinales típicamente del 5 % al 25 % que se puedan dar al trazado, y sus inclinación transversales a la vía del

6 ° a 13 ° con lo que requerirá moderado movimiento de tierras. Obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de la de los vehículos livianos.

- Montañoso (M).- Un terreno es de topografía montañosa cuando las pendientes del proyecto gobierna el 25 % al 75 % del trazado, siendo las inclinaciones transversales de 13 ° a 40 ° y de carácter escarpado cuando dicha inclinación transversal es mayor al 40 °, para la construcción de carreteras en este terreno supone grandes movimientos de tierras.
- Escarpado (E).- La topografía montañosa tiene inclinaciones transversales a la vía que pasen de 40 °, lo que dificulta para la construcción de carreteras ya que necesita máximo movimiento de tierras tomando en cuenta inconvenientes para el trazado y la explanación, pues los alineamientos están prácticamente delimitados por divisorias de aguas, en el recorrido de la vía. Por tanto, abundan las pendientes longitudinales mayores del 75 %, que para evitarlos, el diseñador deberá considerar la construcción de puentes, túneles y/o estructuras para salvar lo escarpado del terreno. (Cárdenas, J. 2013)

Cuadro No. 1. Tipos de terreno

Tipo de terreno	Pendiente máxima media de las líneas de máxima pendiente del terreno (%)	Inclinación transversal al eje de la vía, del terreno (°)
Plano (P)	0 – 5	0 – 6
Ondulado (O)	5 – 25	6 – 13
Montañoso (M)	25 – 75	13 – 40
Escarpado (E)	> 75	> 40

Fuente: Cárdenas, J. (2013)

Según su jurisdicción

- Red vial estatal.- Está constituida por todas las vías administradas por el ministerio de obras públicas y comunicación, como una entidad responsable del manejo y control.
- Red vial provincial.- Es el conjunto de vías administradas por cada uno de los concejos provinciales.

- Red vial cantonal.- Es el conjunto de vías urbanas e interparroquiales administradas por cada uno de los concejos municipales.

Según su función jerárquica

- Corredores arteriales.- Estos corredores pueden ser carreteras de calzadas separadas (autopistas) y de calzada única (clase I, II). Dentro de la calzada única estará acondicionada de dos carriles destinados a la circulación de vehículos en ambos sentidos, espaldones a cada lado y carriles adicionales.
- Vías colectores.- Son las carreteras de clase I, II, III, IV de acuerdo a su importancia que esta destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional. (Normas de diseño geométrico MOP. 2003)
- Caminos vecinales.- Estas son carreteras de clase IV, V que incluye a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores. (Cárdenas, J. 2013)

2.4.2.2. El tráfico

En los proyectos viales cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes puntos a tomar en cuenta que son rectificación del trazado, ensanchamiento de la vía, diseño de pavimentos, o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, los vehículos livianos no contribuyen significativamente al daño estructural de las capas del pavimento, se consideran solo los vehículos pesados para estimar la cantidad de sollicitaciones que afectaran al camino durante su vida de servicio.

Conteo de tráfico

El criterio para la determinación de los volúmenes de tráfico se basa fundamentalmente en la realización en la capacidad de vehículos en el camino en estudio, para esta capacidad de vehículos el diseñador ubicará estaciones de conteo de tráfico, en zonas cercanas al inicio del camino y al final del mismo.

- **Manuales:** La forma de registro de los vehículos es realizada mediante estaciones de conteo que se ubican en lugares correspondientes a la hora y al tipo de vehículos donde, el observador anota el paso de cada vehículo llenando un formulario impreso donde tendrá la descripción de cada vehículo.

A veces se realizará conteos en intervalos muy cortos de 15 minutos, donde el observador pueda recoger información durante la misma hora, de varios movimientos de flujo de vehículos.

- **Automáticos:** Son llamadas tecnologías intrusivas, son aquellos cuya instalación se realiza en el pavimento, es decir, en huecos, brechas o túneles por debajo de la superficie.

Los contadores automáticos es un sistema de conteo y monitoreo para tráfico vehicular, ya que estos no interfieren con la circulación normal del tráfico a la hora de evaluar datos de conteo que influirán en el mantenimiento y reparación de las vías.

La información necesaria para cuantificar el tránsito existente de una vía se debe recolectar con base en los procedimientos de la ingeniería de tránsito. La información que se requiere es la siguiente:

Flujo vehicular (q): El tránsito vehicular es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Antes del planteamiento del diseño geométrico de una vía se debe comprender las características del tránsito que va a ocupar esa carretera o calle.

Volumen de la hora pico: Las observaciones de la circulación indican constantemente que los volúmenes encontrados en el periodo de 15 minutos del pico dentro de una hora no se encuentran sostenidos a través de la hora completa.

Factor de hora pico de demanda (FMHD): Es el vínculo entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD) y el flujo máximo (q_{max}), que se presenta en un periodo dado dentro de dicha hora como se aprecia en la ecuación.

$$FMHD = \frac{VHMD}{N * q_{max}}$$

Un factor de hora pico menor de 0,80 bajo es característico de condiciones rurales y factores altos son carácter típico de entornos urbanos y sub urbanos.

Volumen horario de diseño: Examinar las demandas críticas tomando en cuenta las variaciones estacionales y diarias que normalmente presenta una carretera. Por otra parte el VHD debe ser proyectado al término del periodo de diseño a fin de considerar un porcentaje entre el 12 % y 18 % vías rurales del índice medio diario anual estimado para el año de diseño del proyecto.

Tránsito promedio diario anual (T.P.D.A): La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual. Para el cálculo se debe tener en cuenta lo siguiente:

- En vías de un sentido de circulación el tráfico será contado en ese sentido
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tránsito en los dos sentidos.

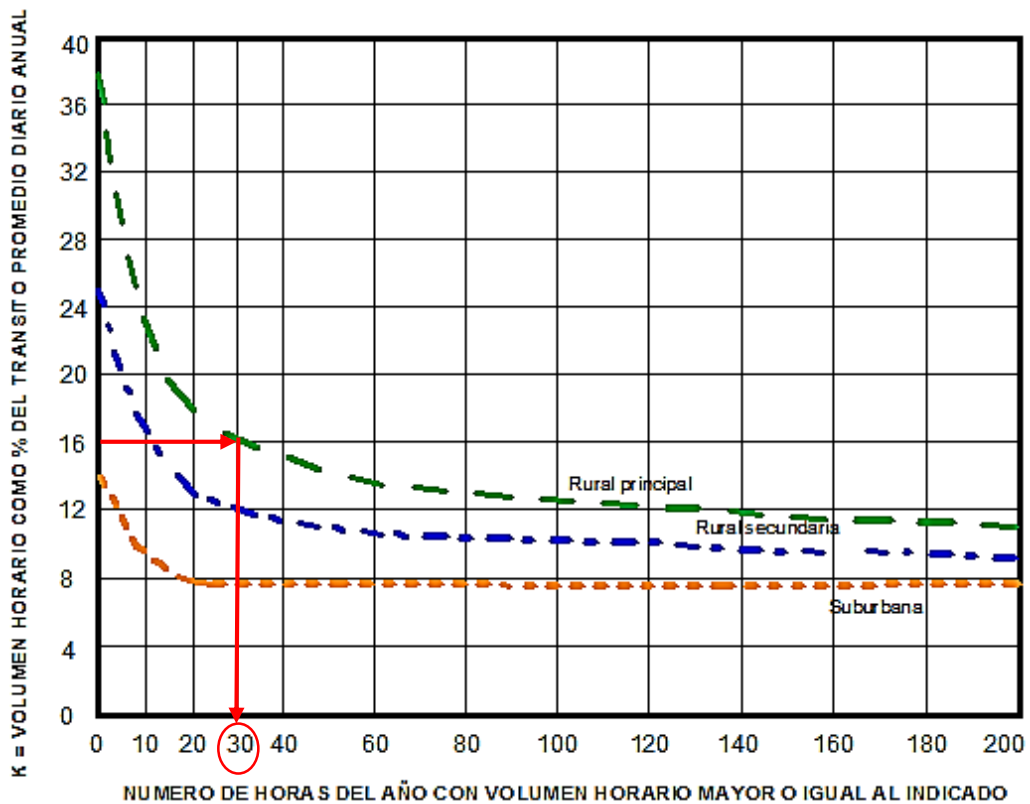
Tránsito futuro: Es el pronóstico del volumen y composición del tráfico, se basa en el tráfico actual. Las proyecciones del tráfico se usan para clasificar las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño.

Cuadro No. 2. Periodo de análisis

Tipo de carretera	Periodo de análisis (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: AASHTO, (1993)

Gráfico No. 1. Relación entre los volúmenes horarios más altos del año y el TPDA



Fuente: Cal y Mayor y Cárdenas, (1994)

La figura muestra en el eje de la ordenadas aquellos volúmenes registrados de mayor a menor. Como porcentajes del TPDA, en tanto que 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.

El volumen de tránsito de la hora pico o 30va HD se sitúa normalmente entre 12 y 18 por ciento del TPDA en el caso de las carreteras rurales, con un término medio bastante representativo 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 válida la práctica de utilizar un 10 por ciento del TPDA como valor de

diseño, a falta de factores propios obtenidos de las investigaciones de tránsito. (Leclair, 2001. Pag.8)

Tránsito actual: Es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es el volumen que circularía al presente en una vía nueva si estuviera en funcionamiento. Para una carretera que va hacer mejorada el tráfico actual está compuesto por:

Tránsito existente: Es aquel que se usa en la carretera y se obtiene de los estudios de tráfico.

Tránsito desviado: Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte una vez que entra en servicio la vía mejorada. (Normas de diseño geométrico MOP. 2003)

El crecimiento normal del tránsito: Es el desarrollo en el volumen del tránsito debido al incremento general en el número y uso de los vehículos, normalmente hay un crecimiento hasta que se llegue a un punto de saturación y cese ese crecimiento.

Factor de proyección del tránsito: El valor utilizado deberá especificarse para cada año del tránsito futuro para nuevas vialidades, el periodo de proyección de 20 años, está en I intervalo de 1.5 - 2.5, es el factor de proyección, el tránsito futuro es TF, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$FP = \frac{TF}{TA}$$

Donde:

TF: Tránsito futuro

TA: Tránsito actual

Crecimiento normal del tráfico actual

En el Ecuador los indicadores más convenientes para determinar las tendencias a largo plazo sobre el crecimiento de tráfico, están dadas por las tasas de crecimiento observadas en el pasado, respecto al consumo de gasolina y diésel, así con respecto a la formación del parque automotor.

En base a estas tendencias históricas, especialmente del consumo total de combustibles, de la aplicación del concepto de la elasticidad de la demanda de transporte y del crecimiento del producto interno bruto (PIB) y de la población, se establece la tasa de crecimiento para el periodo de estudio

Cuadro No. 3. Valores tasas de crecimiento de Tráfico.

TASAS DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO				
TIPOS DE VEHÍCULOS	PERIODO			
	2010 – 2015	2015 – 2020	2020 – 2025	2025 – 2030
LIVIANO	4,47	3,97	3,57	3,25
BUSES	2,22	1,97	1,78	1,62
PESADOS	2,18	1,94	1,74	1,58

Fuente: MTOP

En caso de no contar con la información estadística, las proyecciones se harán en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo de combustible de los vehículos, que existan en la zona de estudio.

La fórmula para la obtención del tráfico futuro a partir de un tráfico actual es:

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

Donde:

T_p = Tráfico proyectado

T_a = Tráfico actual

i = Tasa de crecimiento del tráfico

n = Número de años de proyección

Por su tráfico proyectado, las carreteras se clasifican en:

Cuadro No. 4. Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado

Clase de carretera	Tráfico proyectado TPDA
R-I o R-II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Fuente: MOP, (2003)

2.4.2.3 Velocidad

La velocidad es uno de los factores esenciales en cualquier forma de transporte, puesto que de ella depende el tiempo que se gasta en la operación de traslado de personas o cosas de un sitio a otro. La velocidad que un conductor adopta en una carretera depende, en primer lugar, de la capacidad del mismo conductor y de la del vehículo y, además, de las siguientes condiciones:

- Las características de la carretera y de la zona aledaña
- Las condiciones del tiempo
- La presencia de otros vehículos en la vía
- Las limitaciones legales y de control

Velocidad de diseño

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre una vía cuando las condiciones atmosféricas y de tránsito son favorables. Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, importancia del camino, volumen de tránsito y uso de la tierra. La velocidad de diseño sirve para calcular los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

Cuadro No. 5. Valores de la velocidad de diseño

CLASE DE CARRETERA	VALORES					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
R.I o R.II > 8000 TPDA	120	110	90	110	90	80
I 3000 – 8000 TPDA	110	100	80	100	80	60
II 1000 – 3000 TPDA	100	90	70	90	80	50
III 300 – 1000 TPDA	90	80	60	80	60	40
IV 100 – 300 TPDA	80	60	50	60	35	25
V < 100 TPDA	60	50	40	50	35	25

Fuente: MTOP, (2003)

- Los valores recomendables se emplearán cuando el TPDA es inmediato al límite superior de la respectiva clase de la vía.
- Los valores absolutos se emplearán cuando TPDA es inmediato al límite inferior de la respectiva clase de la vía y/o el relieve es difícil escarpado.
- Para la categoría de IV y V orden en caso de relieve escarpado se podrá reducir V_d mínimo a 20 km/h.

Velocidad de circulación

Es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera siendo esto igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, además es una medida de la calidad del servicio que esta proporciona a los usuarios.

$$V_c = 0,8 V_d + 6,5 \text{ cuando TPDA} < 1000$$

Dónde:

V_c = Velocidad de circulación (Km/h)

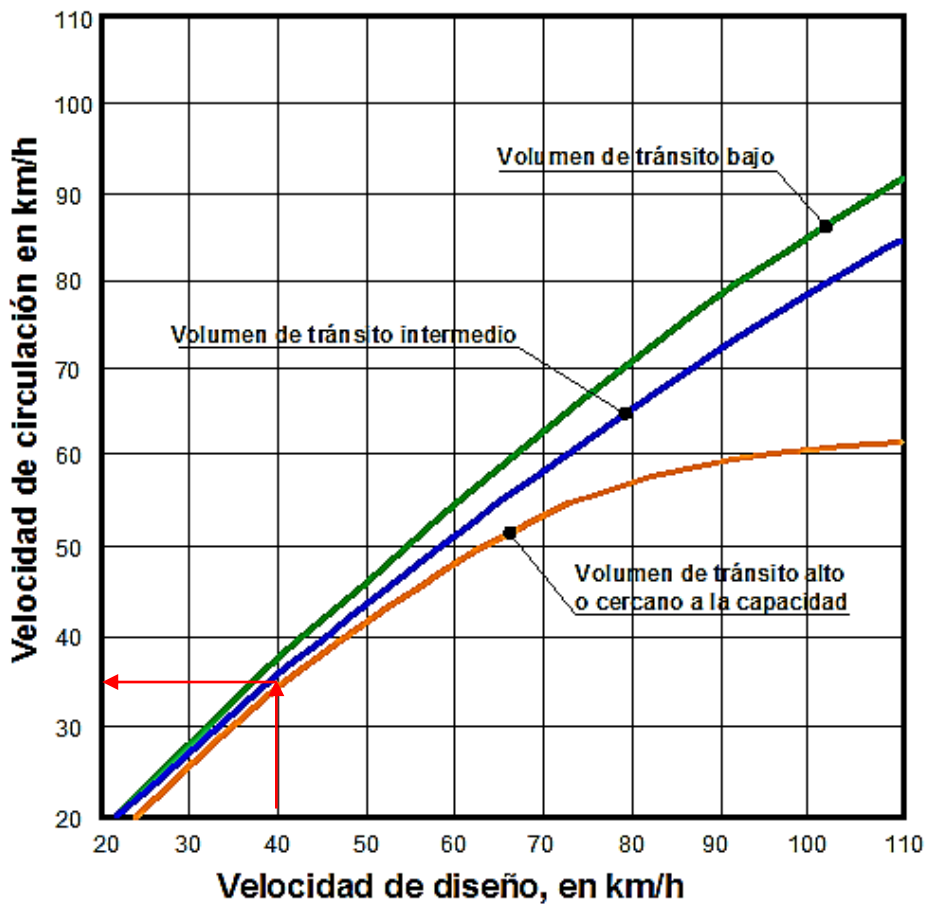
V_d = Velocidad de diseño (Km/h)

Cuadro No. 6. Valores de velocidad de circulación

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

Fuente: MOP, (2003)

Gráfico No. 2. Relaciones entre las velocidades de diseño y de circulación



Fuente: MOP, (2003)

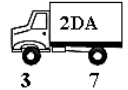
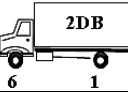
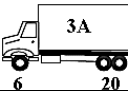
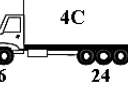
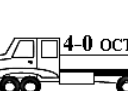
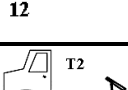
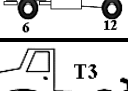
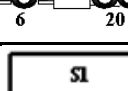
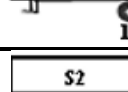
Una vez elegido la velocidad, todos los componentes de la carretera se deben vincular con ella para obtener un diseño equilibrado.

- **Velocidad de proyecto de un tramo (Vp)**

Velocidad que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado, en condiciones de comodidad y seguridad.

Tipos de Vehículos.- Es la característica que posee cada vehículo dependiendo de su uso, forma, tamaño.

Cuadro No. 7. Clasificación de vehículos

Tipo	Distribución máxima de carga por eje	Descripción	Peso bruto vehicular PBV (Toneladas)	Peso vehículo vacío (Promedio)	Longitudes máximas permitidas (metros)		
					Largo	Ancho	Alto
2DA		Camión de 2 ejes medianos	10,00	4,00	7,50	2,60	3,50
2DB		Camión de 2 ejes grandes	18,00	7,00	12,00	2,60	4,10
3-A		Camión de 3 (Tándem posterior)	26,00	11,00	12,20	2,60	4,10
4-C		Camión de 4 ejes (Tridem posterior)	30,00	12,00	12,20	2,60	4,10
4-O		Camión con tándem direccional y tándem posterior	30,00	12,00	12,00	2,60	4,10
T2		Tracto camión de dos ejes	18,00	9,00	8,50	2,60	4,10
T3		Tracto camión de tres ejes	26,00	11,00	8,50	2,60	4,10
S1		Semirremolque de un eje	12,00	5,00	9,00	2,60	4,10
S2		Semirremolque de dos ejes	20,00	6,00	12,50	2,60	4,10

Fuente: MOP, (2003)

2.4.2.4 Diseño geométrico

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente.

El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible.

- Alineamiento horizontal

Es una proyección sobre un plano horizontal en el cual la vía está representada por su eje y por los bordes izquierdo y derecho. Está constituido por una serie de líneas rectas, definidas por la línea preliminar, enlazados por curvas circulares o curvas de grado de curvatura variable de modo que permitan una transición suave y segura al pasar de tramos rectos o tramos curvos o viceversa.¹

Los tramos rectos que permanecen luego de emplear las curvas de enlace se denominan también tramos en tangente y pueden llegar a ser nulos, es decir, que una curva de enlace quede completamente unida a la siguiente. Al cambiar la dirección de un alineamiento horizontal se hace necesario, colocar curvas, con lo cual se modifica el rumbo de la vía y se acerca o se aleja este del rumbo general que se requiere para unir el punto inicial con el final. Este cambio de dirección es necesario realizar por seis factores diferentes.

- Tangentes

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que se unen con las curvas desde el punto de intersección de las tangentes (PI) y al ángulo de deflexión, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se le denomina alfa.

¹ <http://es.slideshare.net/luis9734141/alineamientos-horizontales-trabajo>

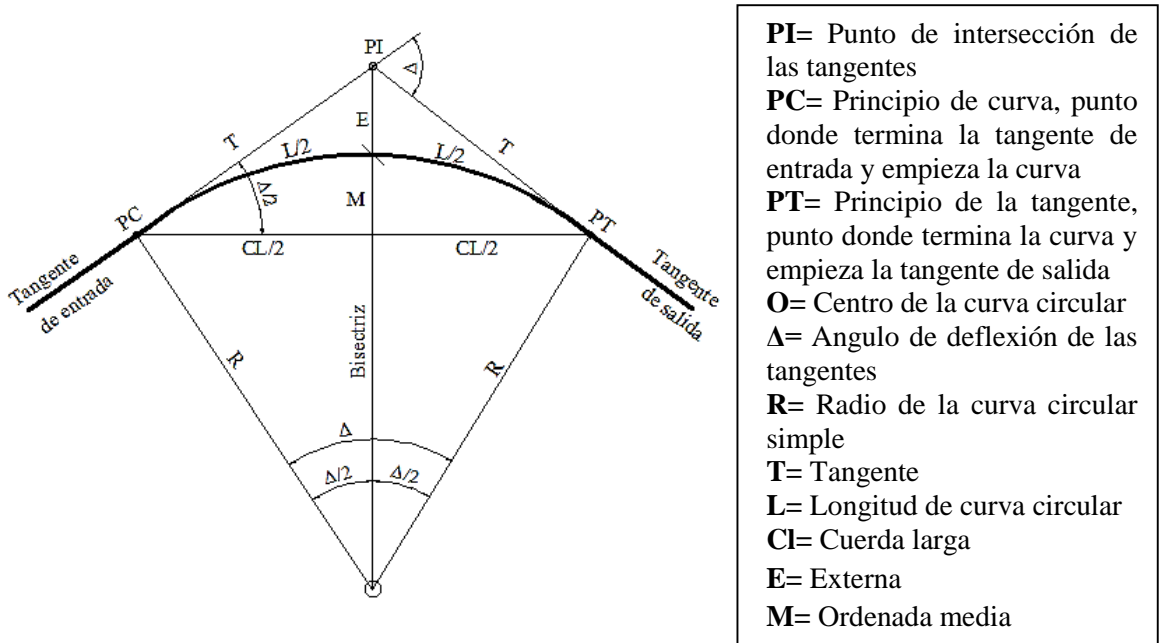
Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia, la máxima longitud está condicionada por la seguridad.

Las tangentes intermedias largas son causa de accidentes dado por el cansancio del conductor, mantener concentrada su atención en puntos fijos de la vía durante mucho tiempo, ayuda al encandilamiento durante la noche de la vista, conviene limitar la longitud de las tangentes intermedias, con alineaciones onduladas con curvas de mayor radio. (Normas de diseño geométrico de carreteras. 2003)

- **Curva circular simple**

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales. Por lo tanto las curvas reales del espacio no necesariamente son circulares. (Cárdenas, J. 2013. p.38)

Gráfico No. 3. Elementos de curvas circulares simples



Fuente: Cárdenas, J. (2013)

Ángulo central: El que se forma con la prolongación de uno de los alineamientos rectos y el siguiente con un ángulo de deflexión de las tangentes “ Δ ” (alfa).

Longitud de la curva: Distancia desde el PC hasta el PT recorriendo el arco de la curva y se representa con la siguiente fórmula:

$$L_s = \frac{\pi R \Delta}{180^\circ}$$

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

Tangente de curva o subtangente: Distancia desde el punto de intersección de las tangentes (PI) los alineamientos rectos también se conocen con el nombre de tangentes, si se trata del tramo recto que queda entre dos curvas se le llama entretangencia hasta cualquiera de los puntos de tangencia de la curva (PC o PT).

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

External: Distancia desde el PI al punto medio de la curva sobre el arco.

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

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

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

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

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

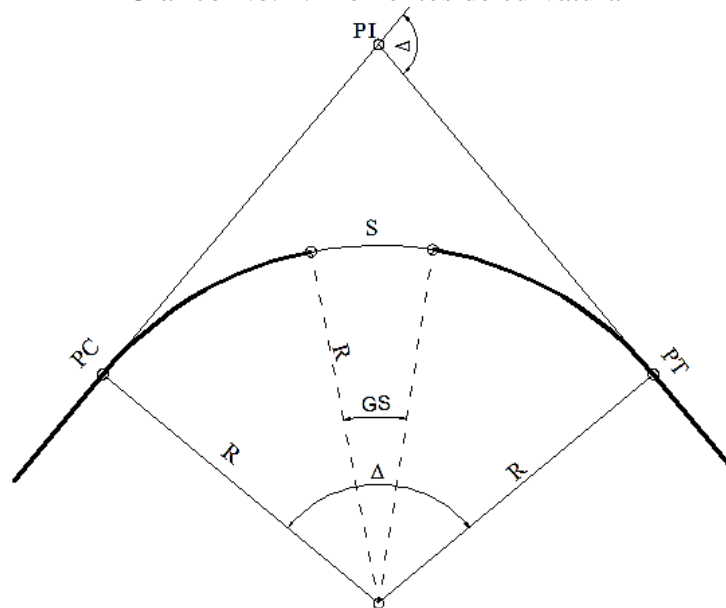
Grado de curvatura: La curvatura de un arco circular se fija por su radio R o por su grado G. Se llama grado de curvatura G al valor del ángulo central subtendido por un arco o cuerda de determinada longitud, escogidos como arco unidad s o cuerda unidad c. En nuestro medio, el arco unidad o la cuerda unidad usualmente es de 5, 10 y 20 metros. (Cárdenas, J. 2013. p.42)

De manera general, para cualquier arco (s), relacionando ángulos centrales con arcos, se tiene que:

$$G_s = \frac{180^\circ s}{\pi R}$$

Para este tipo de sistema, la longitud de la curva L_s , es la del arco circular entre sus puntos extremos PC y PT.

Gráfico No. 4. Elementos de curvatura



Fuente: Cárdenas, J. (2013)

Radio mínimo de curvatura horizontal: Cuando un vehículo circula por una curva circular horizontal de radio R, se le debe permitir recorrerla con seguridad y comodidad a la velocidad de operación o específica V_{CH} por la que opte al afrontarla. La seguridad se introduce en el diseño garantizando la estabilidad del vehículo ante la fuerza centrífuga F que tiene a desequilibrarlo hacia el exterior de

la curva, oponiéndose a ella el peralte o inclinación transversal de la calzada y la fuerza de fricción transversal F_T movilizada entre las llantas y el pavimento.

En otras palabras, el radio mínimo R_{\min} , es el límite para una velocidad específica V_{CH} dada del vehículo, calculado a partir del peralte máximo e_{\max} y del coeficiente de fricción transversal máximo $f_{T\max}$, según la ecuación:

$$R_{\min} = \frac{V_{CH}^2}{127 (e_{\max} + f_{T\max})}$$

Donde:

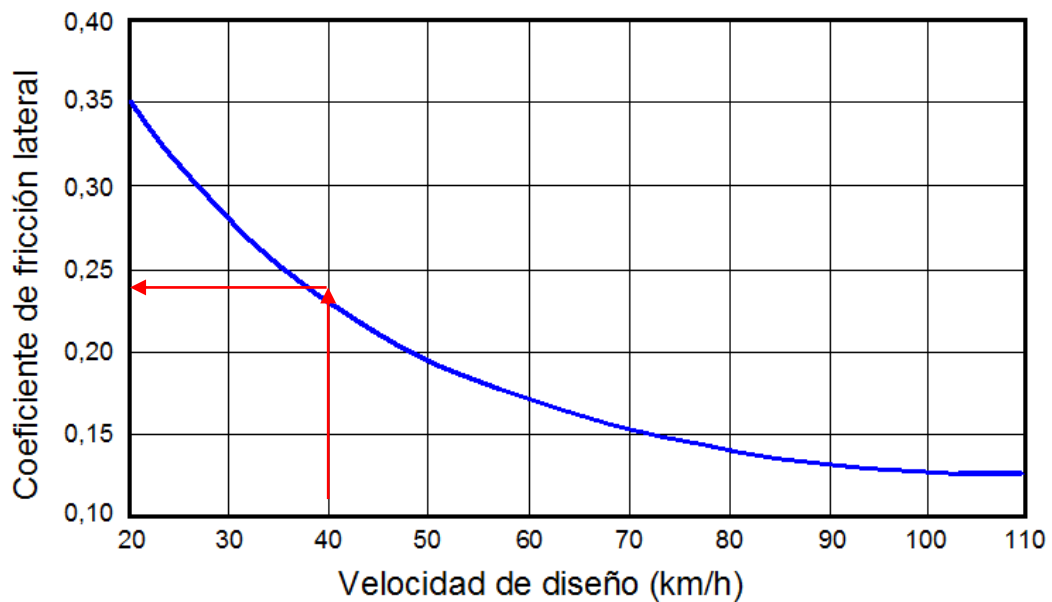
R = Radio de diseño (m)

f = Coeficiente máximo de fricción lateral

e_{\max} = Peralte de la curva (%)

V_{CH} = Velocidad de diseño (km/h)

Gráfico No. 5. Coeficientes de fricción lateral



Fuente: MOP, (2003)

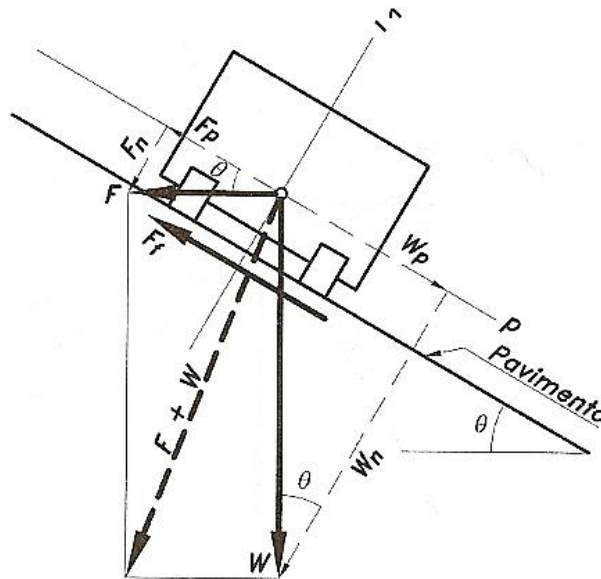
Cuadro No. 8. Radios mínimos en función del peralte y el coeficiente $f_{lateral}$

V_{CH} km/h	$f_{lateral}$	Radios mínimos calculados				Radios mínimos recomendados			
		$e=0,10$	0,08	0,06	0,04	$e=0,10$	0,08	0,06	0,04
20	0,350		7,32	7,68	8,08	15,0	18,0	20,0	20,0
25	0,315		12,46	13,12	13,86	15,0	20,0	25,0	25,0
30	0,284		19,47	20,60	21,87	20,0	25,0	30,0	30,0
35	0,255		28,79	30,62	32,70	30,0	30,0	35,0	35,0
40	0,221		41,86	44,83	48,27	40,0	42,0	45,0	50,0
45	0,206		55,75	59,44	64,82	55,0	58,0	60,0	66,0
50	0,190		72,91	78,74	85,59	70,0	75,0	80,0	90,0
60	0,165	106,97	115,70	125,98	138,28	110,0	120,0	130,0	140,0
70	0,150	154,33	167,75	183,73	203,07	160,0	170,0	185,0	205,0
80	0,140	209,97	229,06	251,97	279,97	210,0	230,0	255,0	280,0
90	0,134	272,56	298,04	328,76	366,55	275,0	300,0	330,0	370,0
100	0,130	342,35	374,95	414,42	463,18	350,0	275,0	415,0	465,0
110	0,124	425,34	467,04	517,80	580,95	430,0	470,0	520,0	585,0
120	0,120	515,39	566,39	629,92	708,66	520,0	570,0	630,0	710,0

Fuente: MOP, (2003)

Peralte

Gráfico No. 6. Fuerzas que actúan sobre un vehículo a lo largo de una curva circular



Fuente: Cárdenas, J. (2013)

La sobre elevación o peralte se necesita cuando un vehículo viaja en una curva cerrada a una velocidad determinada existen dos fuerzas, la componente (Wp) del peso y la fuerza de fricción transversal desarrollada entre las llantas y el pavimento. Esta inclinación denominada peralte, se simboliza con la letra (e).

El peralte se calcula de la siguiente manera:

$$e = \frac{Vd^2}{127 * R} - f$$

Donde:

e = Peralte de la curva (%)

Vd= Velocidad de diseño (km/h)

R= Radio de la curva circular (m)

f= Coeficiente de fricción lateral

La tasa de sobre elevación para el diseño de carretera no debe exceder entre el 4 y 12 por ciento, dado que las condiciones meteorológicas, de mantenimiento y topográficas imponen condiciones particulares en los diseños. (Cárdenas, J. 2013)

Magnitud del peralte

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

Desarrollo del peralte

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 complementemente peraltada o viceversa, en una longitud necesaria para efectuar el desarrollo del peralte.

El valor del radio de la curva que se peralta y la comodidad del recorrido vehicular para realizar el peraltado de las curvas y la transición del peralte existe tres métodos:

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

Longitud de transición

Cuando pasa de un tramo recto a un tramo curvo se debe garantizar una cierta comodidad y seguridad en un tramo recto, la inclinación transversal de la calzada corresponde al bombeo cuyo valor es del orden del 2,0 % mientras que en un tramo curvo la inclinación transversal corresponde al peralte requerido de acuerdo al radio de curvatura y la velocidad de diseño con valores que pueden alcanzar el 10,0%.

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 de pendientes de borde (i) para el desarrollo del peralte.

La longitud de transición según primer criterio debe ser mayor a la distancia necesaria de un vehículo que transita a una velocidad de diseño determinada durante 2 segundos es de decir

$$L_T = \frac{a * e_c}{i}$$

Donde:

a= Ancho del carril (m)

e_c= Peralte de la curva (%)

i= Pendiente o gradiente longitudinal de la vía (%)

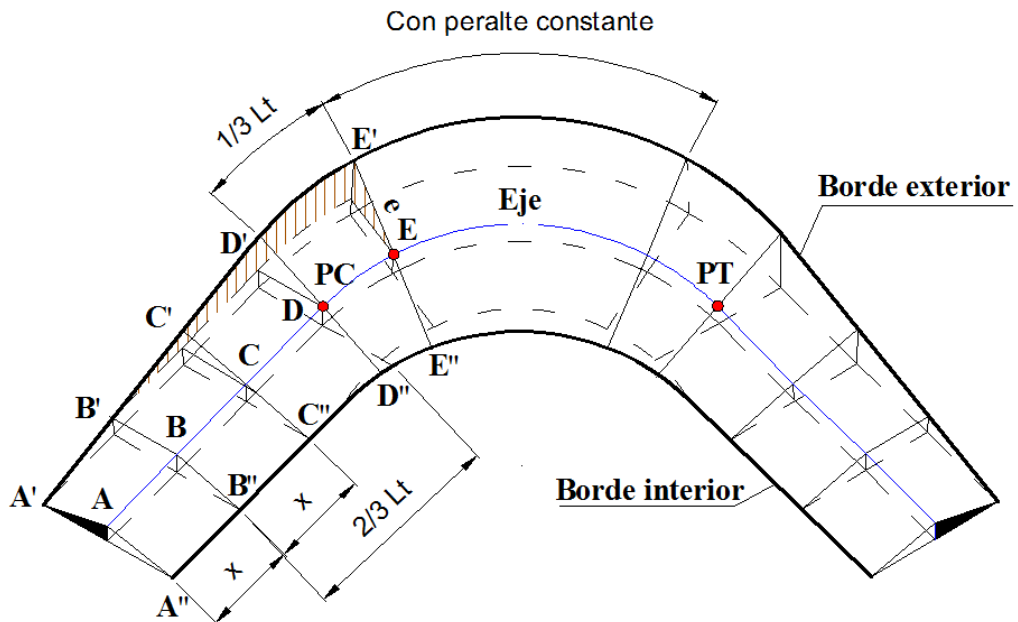
$$L_{\min} = 0,56 V_d \text{ (km/h)}$$

Cuadro No. 9. Pendiente de borde (i) para el desarrollo del peralte

V_d (km/h)	Valor de i (%)	Máxima pendiente equivalente
20	0,800	1:125
25	0,775	1:129
30	0,750	1:133
35	0,725	1:138
40	0,700	1:143
50	0,650	1:154
60	0,600	1:167
70	0,550	1:182
80	0,500	1:200
90	0,470	1:213
100	0,430	1:233
110	0,400	1:250
120	0,370	1:270

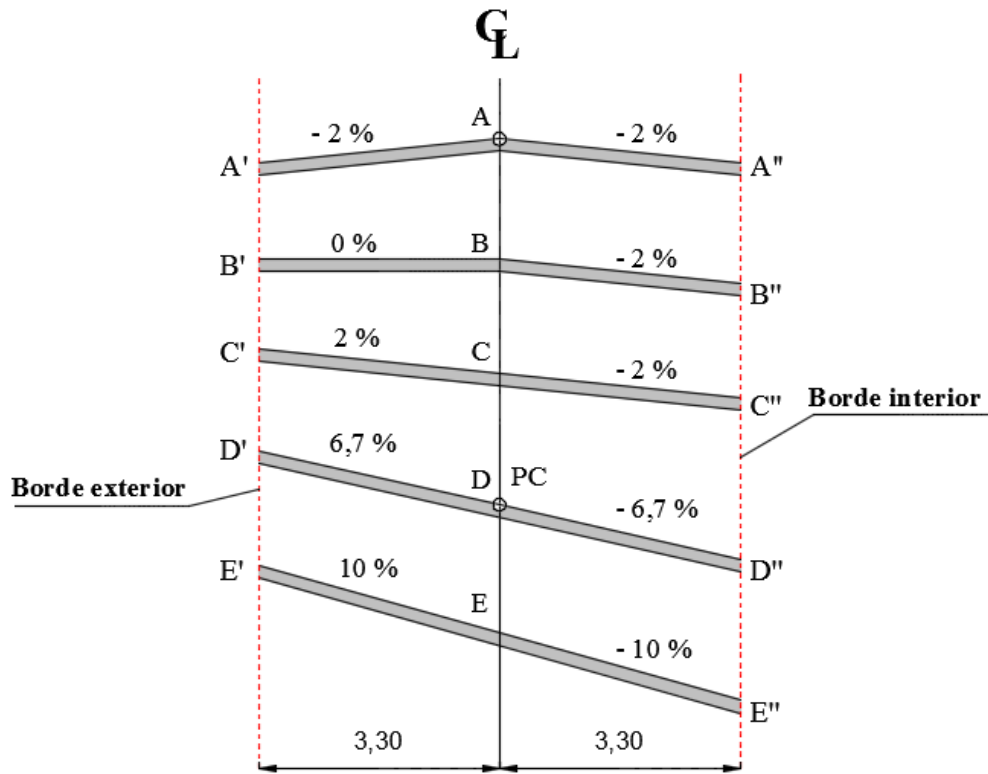
Fuente: MOP, (2003)

Gráfico No. 7. Transición del peralte



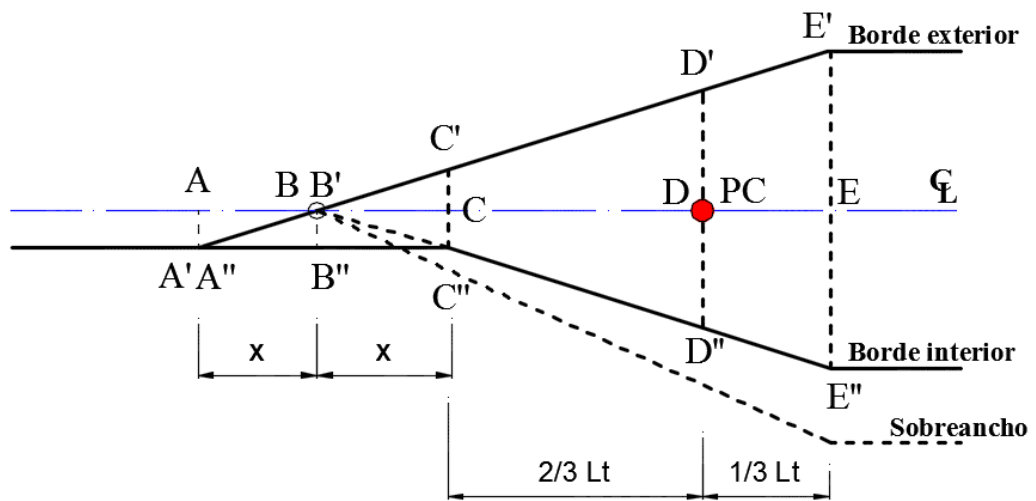
Fuente: Cárdenas J, (2003)

Gráfico No. 8. Representación de la transición del peralte



Fuente: Cárdenas, J. (2013)

Gráfico No. 9. Perfil parcial de la transición del peralte



Fuente: Cárdenas, J. (2013)

Aparecen las mitades de las secciones transversales en bombeo y en peralte, lo mismo que el perfil de la transición donde se observa.

Longitud de aplanamiento

en el caso de la curva circular de un punto anterior al inicio de la transición de tal manera que la faja exterior de la calzada pase de su posición inclinada por el bombeo a la posición horizontal en el punto de inicio de la transición.

La longitud tangencial, también llamada de aplanamiento se obtiene según la siguiente fórmula (en función de la longitud de transición)

$$N = \frac{a * e'}{i}$$

Donde:

e' = Pendiente lateral de bombeo %

a = Ancho del carril

i = Pendiente de borde

Tangente intermedia mínima (TIM)

Es la distancia entre el fin de la curva anterior y el inicio de la siguiente.

En el caso de dos curvas circulares consecutivas, es la distancia entre el PT de la curva inicial y el PC de la curva siguiente.

Las longitudes de transición se dividen en $2/3 L$, en tangente (antes del PC y después del PT), y $1/3 L$ en la curva, (después del PC y antes del PT), se aplica la siguiente fórmula:

$$T_{IM} = \frac{2L_1}{3} + \frac{2L_2}{3} + X_1 + X_2$$

Donde:

T_{IM} = Tangente intermedia mínima (m)

L_1 y L_2 = Longitud de transición (m)

X_1 y X_2 = Longitud tangencial (m)

La longitud mínima del arco circular (o transición de bombeo) = $1/3 (L_1 + L_2)$

Cuando existen condiciones críticas, en el diseño geométrico, que no permite aplicar los valores de T_{IM} obtenidos, se puede optar por una solución, que sin ser la óptima, permite adaptar mejor el proyecto a las condiciones topográficas existentes.

Esta solución consiste en distribuir la longitud de transición, 50% en tangente y 50% en la curva circular.

En este caso se aplicará la siguiente fórmula:

$$T_{IM} = \frac{L_1}{2} + \frac{L_2}{2} + X_1 + X_2$$

Donde:

T_{IM} = Tangente intermedia mínima (m)

L_1 y L_2 = Longitud de transición (m)

X_1 y X_2 = Longitud tangencial (m)

La longitud mínima del arco circular (o transición de bombeo) = $1/2 (L_1 + L_2)$

Para situaciones extremadamente críticas y en caminos clase IV o V, con bajas velocidades de diseño, y únicamente en casos puntuales se podrá optar por la solución de distribuir la longitud de transición 100% dentro del arco de curva circular, en cuyo caso la longitud de la curva circular deberá ser igual o mayor al doble de la longitud de transición.

$$T_{IM} = X_1 + X_2$$

Sobre-ancho en las curvas

Cuando un vehículo circula por una curva horizontal, ocupa un ancho de calzada mayor que en recta. Esto es debido a que por la rigidez y dimensiones del vehículo, sus ruedas traseras siguen una trayectoria distinta a la de las ruedas delanteras.

La calzada en las curvas debe ensancharse, con el objeto de asegurar espacios libres adecuados entre los vehículos que se encuentran en calzadas bidireccionales o que se adelanten en calzadas unidireccionales.

Se puede calcular el sobre-ancho mediante la siguiente fórmula empírica y recomendada por la AASHTO:

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

Donde:

S= Valor de sobre-ancho, metros

n= Número de carriles de la calzada

R= Radio de la curva circular, metros

L= Longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo de diseño, metros.
(Asume una distancia de 6,10 m para un camión sencillo SU según la AASHTO que se asemeja a los camiones de 2 ejes)

V= Velocidad de diseño, km/hora

Smín= 0,30 m para Vd ≤ 50 km/h

Smín= 0,40 m para Vd > 50 km/h

Distribución del sobre-ancho, en la longitud de transición y en curva espiral

En el caso de curvas circulares simples el sobre-ancho, debe desarrollarse linealmente a lo largo del lado interno de la calzada en la misma longitud (L) utilizada para la transición del peraltado, con el fin de disponer de un alineamiento continuo en los bordes de la calzada gradualmente a la entrada y salida de las curvas.

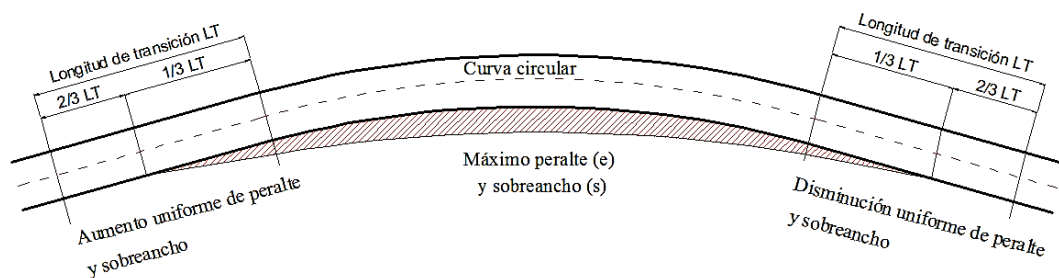
El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente sobre la longitud de desarrollo del peralte, aunque a veces pueden utilizarse longitudes menores.

En los alineamientos sin espirales, el ensanchamiento debe realizarse progresivamente a lo largo de la longitud de desarrollo del peralte, esto es, 2/3 en la tangente y 1/3 dentro de la curva, y en casos difíciles, 50 por ciento dentro de la curva.

El sobre-ancho S_p en punto P, situado a una distancia L_p desde el inicio es:

$$S_p = \left(\frac{L_p}{L_T} \right) * S$$

Gráfico No. 10. Transición de sobre-ancho



Fuente: MOP, (2003)

Alineamiento vertical

El diseño geométrico vertical de una carretera, o alineamiento en perfil, depende de la configuración del terreno para la proyección del eje real o espacial de la vía su proyección está dada en líneas rectas y de líneas curvas, tal cual se vería el eje longitudinal del camino en el plano vertical, identificándose en este las pendientes ascendentes con signo positivo (+), y las pendientes descendentes (-).

a) Gradientes

Las gradientes 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.

Gradiente máxima.- Las velocidades de diseño que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, en el cuadro No. 9 se indican de manera general las gradientes medias máximas que pueden adoptarse.

Cuadro No. 10. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas en (%)

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

Fuente: MOP, (2003)

Cuadro No. 11. La gradiente y longitud máxima

Gradiente	Longitud máxima
8 – 10 %	1000 m
10 – 12 %	500 m
12 – 14 %	250 m

Fuente: MOP, (2003)

Longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1 %, en carreteras ondulados y montañosos, a fin de reducir los costos de construcción (Para las vías de 1º, 2º y 3º clase).

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

Curvas Verticales

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida. Deben dar por resultado una vía de operación segura y confortable, apariencia agradable y de características de drenaje adecuadas.

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

Curvas verticales cóncavas

En las curvas cóncavas, el análisis de visibilidad considera las restricciones que se presentan en la noche y estima la longitud del sector de carretera iluminado hacia adelante, como la distancia de visibilidad.

Dicha distancia depende de la altura de las luces delanteras del vehículo, para la cual se asume un valor de 0,60 m y un ángulo de divergencia del rayo de luz hacia arriba α respecto al eje longitudinal del vehículo de un grado.

$$L = \frac{A * S^2}{122 + 3,5 S}$$

De igual forma como en las curvas cóncavas se puede determinar la longitud con un parámetro K.

$$L = K * A$$

Donde:

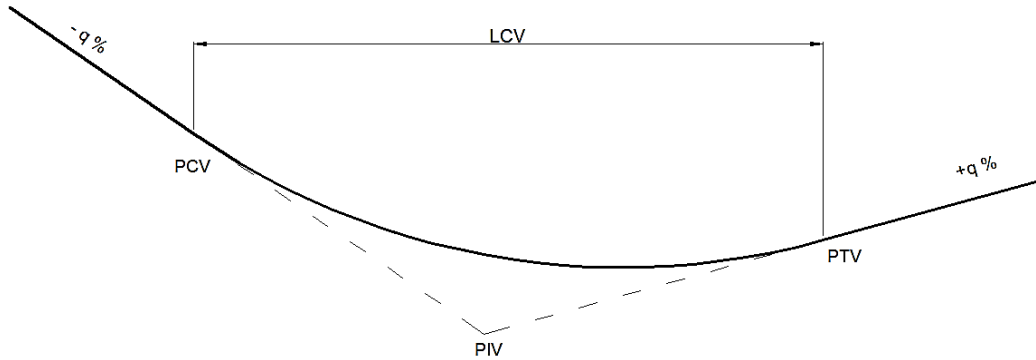
L = Longitud de la curva vertical cóncava, expresada en metros.

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

L/A = Longitud de la curva cada tanto por ciento de la diferencia de gradientes, se la conoce como K y sirve para determinar la longitud de las curvas en base a las diferentes velocidades del proyecto.

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

Gráfico No. 11. Curva vertical cóncava



Fuente: Cárdenas, J. (2013)

En el siguiente cuadro se indica el valor del coeficiente K para diferentes tipos de carreteras.

Cuadro No. 12. Coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales – cóncavas

Clase de carretera	Valor recomendable			Valor absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I 3000 a 8000 TPDA	80	60	28	60	28	12
II 1000 a 3000 TPDA	60	43	19	43	28	7
III 300 a 1000 TPDA	43	28	12	28	12	4
IV 100 a 300 TPDA	28	12	7	12	3	2
V Menos de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: MOP, (2003)

Curvas verticales convexas

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

Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula:

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

Donde:

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

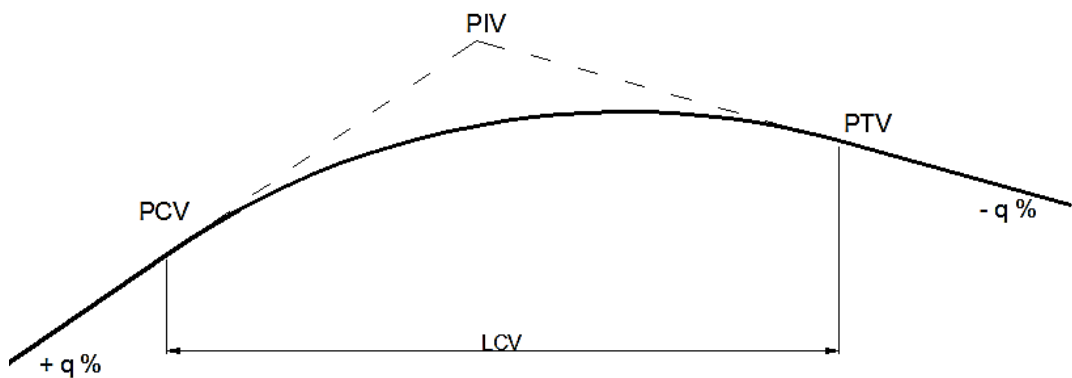
A = Diferencia algebraica de las gradientes, expresada en porcentaje.

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:

$$L = K * A$$

Gráfico No. 12. Curva vertical cóncava



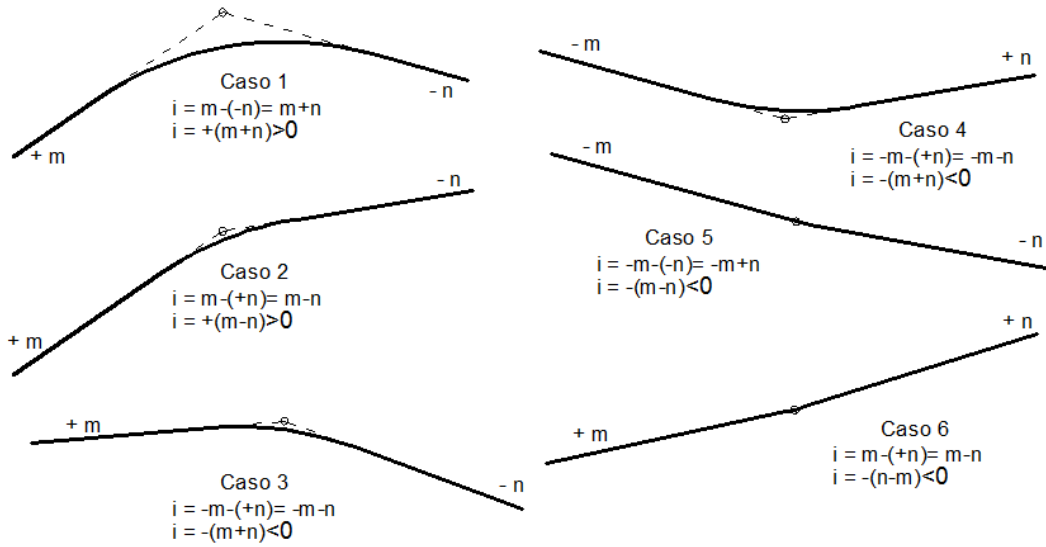
Fuente: Cárdenas, J. (2013)

Cuadro No. 13. Coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales – convexas

Clase de carretera	Valor recomendable			Valor absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I 3000 a 8000 TPDA	80	60	28	60	28	12
II 1000 a 3000 TPDA	60	43	19	43	28	7
III 300 a 1000 TPDA	43	28	12	28	12	4
IV 100 a 300 TPDA	28	12	7	12	3	2
V Menos de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: MOP, (2003)

Gráfico No. 13. Tipos de curvas verticales

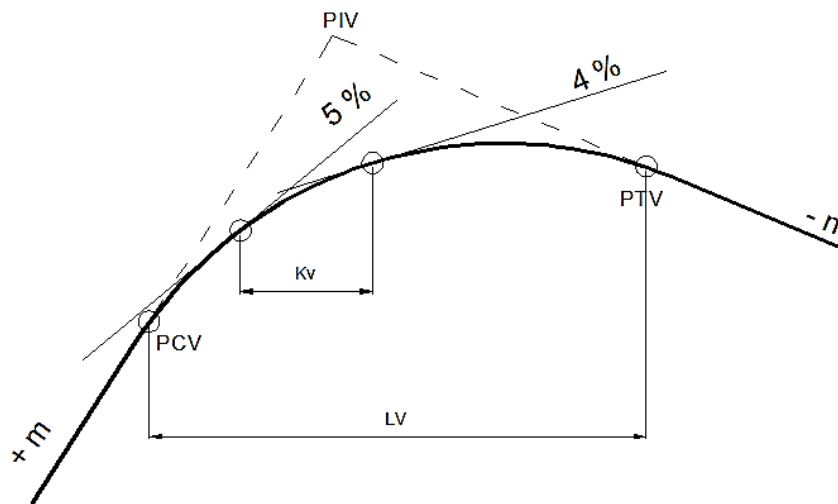


Fuente: Cárdenas, J. (2013)

Coeficiente angular de una curva vertical (K)

Este coeficiente angular (K_v), define la curvatura de la parábola, y esta variación por unidad de pendiente así:

Gráfico No. 14. Coeficiente angular de la curva vertical



Fuente: Cárdenas, J. (2013)

$$K_V = \frac{L_V}{i} = \left[\frac{m}{\%} \right] \text{ Si } i = 1\% \rightarrow K_V = \frac{L}{1\%}$$

Entonces K_V es la distancia horizontal expresada en metros necesaria para que se efectuó un cambio de 1 % en la pendiente a lo largo de la curva (Cárdenas, J. 2003. pag. 282).

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales tanto convexas como cóncavas se indican a continuación:

$$L_{\min} (m) = 0,60 * V_d$$

Donde:

L_{\min} = Longitud mínima de la curva vertical (m)

V_d = Velocidad de diseño (Km/h)

- Distancias de visibilidad

Es la distancia requerida por un conductor para detener su vehículo en marcha, cuando surge una situación de peligro o percibe un objeto imprevisto delante de su recorrido. Esta distancia se calcula para que un conductor y su vehículo por debajo del promedio, alcance a detenerse ante el peligro u obstáculo. Es a distancia de visibilidad mínima con que debe diseñarse la geometría de una carretera, cualquiera que sea su tipo.

En cualquier punto de la carretera el usuario tiene una visibilidad que depende, a efectos de la forma, dimensiones y disposición de los elementos del trazado.

Para que las distintas maniobras puedan efectuarse de forma segura, se precisa una visibilidad mínima que depende de la velocidad de los vehículos y del tipo de maniobra.

1. La visibilidad de parada de un vehículo D_p
2. La visibilidad de adelantamiento de un vehículo D_a

A continuación se desarrolla cada una de ellas.

1. Distancia de visibilidad de parada D_p

Se considera como visibilidad de parada la distancia a lo largo de un carril que existe entre un obstáculo situado sobre la calzada y la posición de un vehículo que circula hacia dicho obstáculo.

- D_1 .- Relacionada con el tiempo de percepción y reacción cuando el conductor divisa un objeto u obstáculo como regla general de 15 cm de alto sobre la calzada, lo primero que necesita es darse cuenta de que está fijo, el tiempo necesario para ello depende de varias circunstancias relacionadas con el objeto, tales como su tipo y color, condiciones atmosféricas, sensibilidad del conductor, la velocidad del vehículo, etc.

La AASHTO después de muchos ensayos de laboratorio y en el terreno ha recomendado como tiempo de percepción en 1,5 segundos; el tiempo de reacción para que el conductor aplique los frenos, se considera de 1 segundo.

El tiempo total de percepción más reacción será de 2,5 segundos, a pesar que las otras normas recomiendan como tiempo de percepción más reacción 3 segundos, un poco más conservadoras el MOP recomienda un tiempo de 2,5

$$d_1 = \frac{V_c}{3,6} * t$$

$$d_1 = \frac{V_c}{3,6} * 2,5$$

$$d_1 = 0,70 * V_c$$

Donde:

d_1 = Distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (m)

t = Tiempo de percepción y reacción (2,5 seg)

V_c = Velocidad de circulación del vehículo (km/h)

- d2.- Relacionada con el frenado del vehículo, que se mide desde la aplicación de los frenos hasta el momento en que el vehículo se detiene totalmente o continúa su movimiento con una velocidad final V_f , depende de muchos factores: la fricción entre llantas y pavimento, el peso del vehículo, el número de ejes, el tipo de pavimento.

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

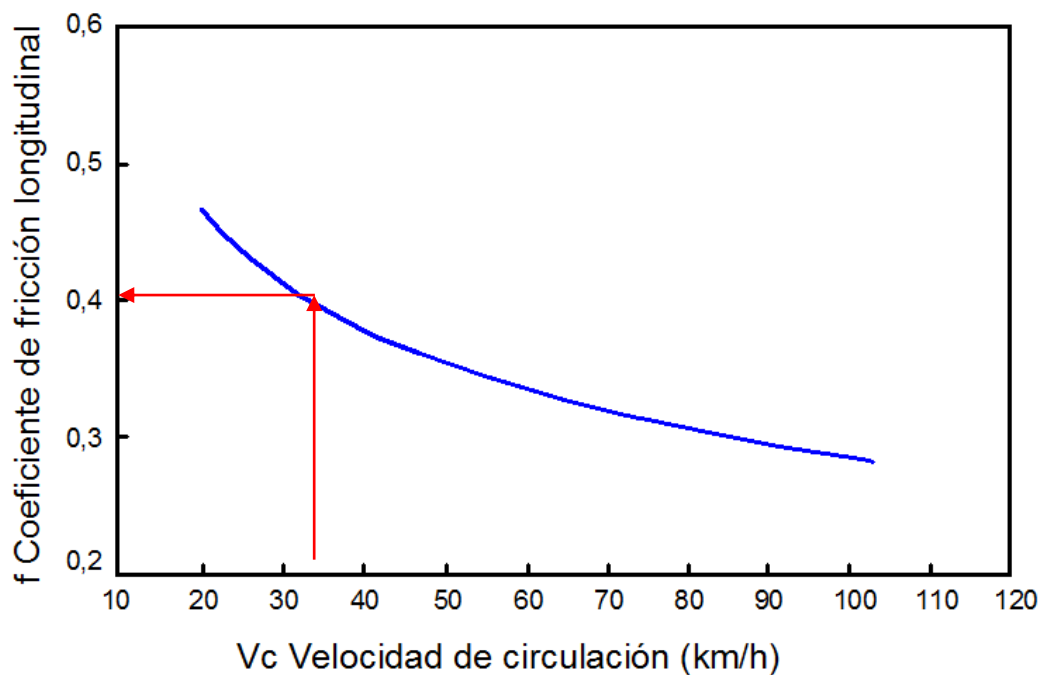
$$d_2 = \frac{1,15}{V_c^{0,3}}$$

Donde:

f = Coeficiente de fricción longitudinal

V_c = Velocidad de circulación del vehículo, expresado en (km/h)

Gráfico No. 15. Coeficiente de fricción para patinaje longitudinal



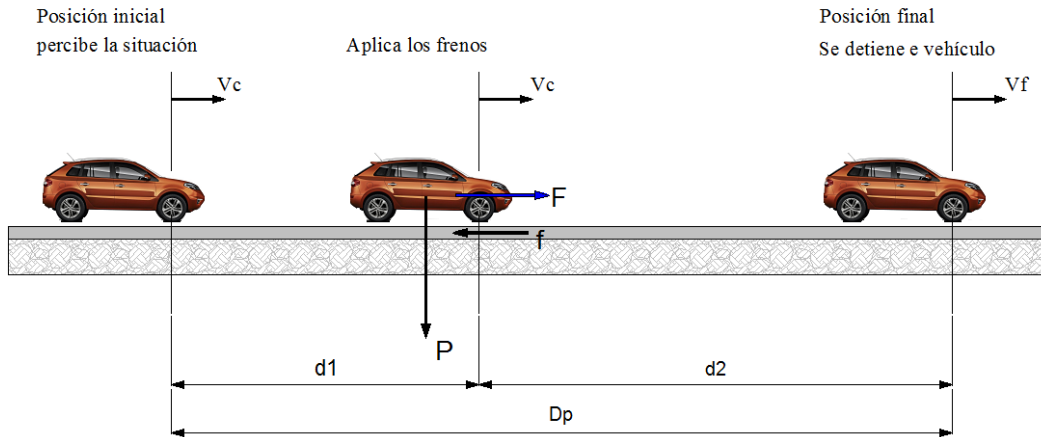
Fuente: MOP, (2003)

La velocidad de visibilidad de parada D_p es:

$$D_p = d_1 + d_2$$

$$D_p = 0,70 V_C + \frac{V_C^2}{254 f}$$

Gráfico No. 16. Distancia de visibilidad de parada



Fuente: MOP, (2003)

Cuadro No. 14. Distancia de visibilidad mínima para la parada de un vehículo

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

Fuente: MOP, (2003)

Distancia de visibilidad de rebasamiento D_r

Un tramo de carretera de dos carriles y de circulación en dos sentidos, tiene distancia de visibilidad de rebasamiento D_r , cuando la distancia de visibilidad en ese tramo es suficiente para que, en condiciones de seguridad, el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro, que circula por el mismo carril, a una velocidad

menor, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario.

Usualmente los valores de diseño para el rebasamiento son suficientes para facilitar ocasionalmente rebasamientos múltiples. Para el cálculo de la distancia mínima de rebasamiento en carreteras de dos carriles, se asumen lo siguiente:

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

Esta distancia de visibilidad para rebasamiento está constituida por la suma de cuatro distancias parciales que son:

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

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

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

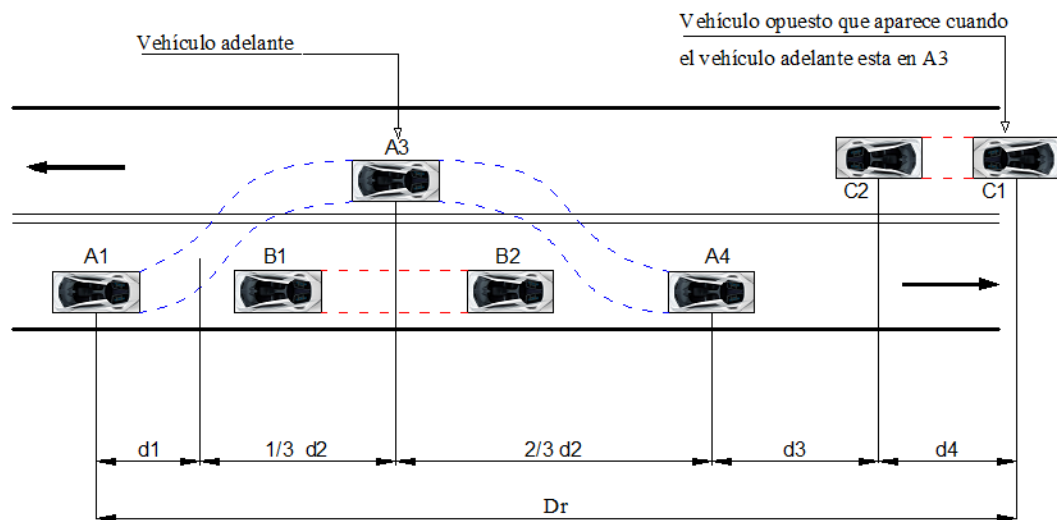
d_4 = Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril

izquierdo; es decir $2/3$ de d_2 . Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante (MOP, 2003).

La distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo es igual a:

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

Gráfico No. 17. Distancia de visibilidad de rebasamiento D_r



Fuente: MOP, (2003)

Se indica la variación de la distancia de visibilidad para rebasamiento en función de la velocidad, estando esta variación representada por la siguiente ecuación equivalente:

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

Donde:

D_r = Distancia de visibilidad de rebasamiento (m)

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

Para el Ecuador, se recomienda los valores de diseño que se indican en el siguiente cuadro. Debe notarse que para gradientes cuesta arriba es necesario proveer distancias de visibilidad para rebasamiento mayores que las mínimas calculadas.

Cuadro No. 15. Distancia de visibilidad mínima para el rebasamiento de un vehículo

Clase de carretera	Valor recomendable			Valor absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	830	830	640	830	640	565
I 3000 a 8000 TPDA	830	690	565	690	565	415
II 1000 a 3000 TPDA	690	640	490	640	565	345
III 300 a 1000 TPDA	640	565	415	565	425	270
IV 100 a 300 TPDA	480	290	210	290	150	110
V Menos de 100 TPDA	290	210	150	210	150	110

Fuente: MOP, (2003)

2.4.2.5 Secciones Transversales

Es necesario fijar el ancho de la faja que ocupará la futura carretera y estimar los volúmenes de tierra a mover geoméricamente, la sección transversal de una carretera está compuesta por la calzada, las bermas, las cunetas y los taludes laterales.

La calzada o superficie de rodamiento es aquella parte de la sección transversal destinada a la circulación de los vehículos. Contiguo a la calzada se encuentran las bermas, las cuales sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodamiento y eventualmente se pueden utilizar para estacionamiento provisional.

Las cunetas son zanjas, generalmente de sección triangular, construidas paralelamente a las bermas, destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinalmente de la carretera. Los taludes son las superficies laterales inclinadas, comprendidos entre las cunetas y el terreno natural.

Elementos de la sección transversal

La **calzada**.- Es una faja de terreno que se ha acondicionado especialmente para el tránsito de vehículos, esta superficie puede ser conformada con terreno natural, o tratada con materiales según la clasificación de la carretera.

La superficie de rodamiento debe ser palana y sin irregularidades resistentes al deslizamiento y habilitada para la circulación vehicular bajo todas las condiciones climáticas. El ancho de la calzada se proyecta generalmente de 3,00 m a 3,50 m, las calzadas serán de 6,00 m a 7,00 m.

La **corona**.- Es la superficie terminada de una vía y los espaldones.

Las **cunetas**.- Son zanjas abiertas en el terreno, revestidas o no a fin de proteger la estructura del pavimento, que recogen y canalizan longitudinalmente las aguas pluviales.

Para el caso de flujo permanente se deberá construir una estructura hidráulica convenientemente protegida y señalizada, sus dimensiones se deducen de cálculos hidráulicos, teniendo en cuenta la intensidad de lluvia prevista, naturaleza del terreno, pendiente de la cuneta.

Los **espaldones**.- Sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodamiento y eventualmente sirven de espacio para las emergencias del tránsito y el estacionamiento eventual de vehículos.

Cuadro No. 16. Valores recomendados anchos de espaldones

CLASE DE CARRETERA	VALORES					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
R.I o R.II > 8000 TPDA	3,0	3,0	2,5	5,0	3,0	2,0
I 3000 – 8000 TPDA	2,5	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5
II 1000 – 3000 TPDA	2,5	2,5	1,5	2,5	2,0	1,5
III 300 – 1000 TPDA	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5
IV 100 – 300 TPDA	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V < 100 TPDA	No se considera espaldón					

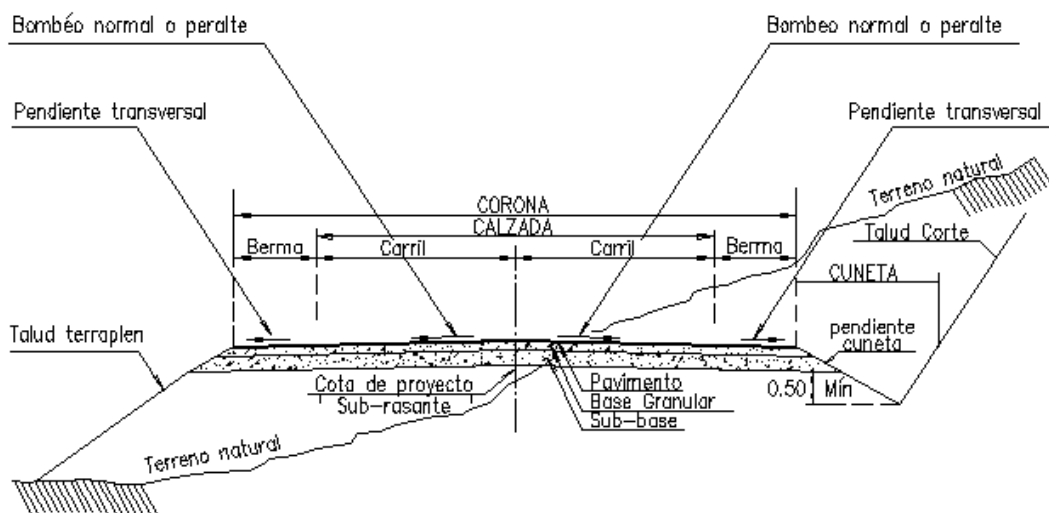
Fuente: MOP, (2003)

La **explanación**.- Son grandes modificaciones de la topografía lo cual conlleva al movimiento de grandes volúmenes de tierras (excavaciones y rellenos). Se ejecutan usando el suelo como principal material de construcción, empleando las denominadas máquinas de movimiento de tierras.

El **talud**.- En corte y en relleno son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además de influir en su costo de manteniendo.

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

Gráfico No. 18. Sección transversal típica pavimentada en recta



Fuente: Cárdenas J, (2003)

2.4.2.5 Obras de drenaje

El objeto fundamental del drenaje es la eliminación del agua o humedad que en cualquier forma pueda perjudicar al camino; esto se logra evitando que el agua llegue a él o bien dando salida a la que inevitablemente le llega.

Drenaje Superficial

Se construye sobre la superficie del camino o terreno, con funciones de captación, salida, defensa y cruce, algunas obras cumplen con varias funciones al mismo tiempo.

Las principales obras para la protección del camino son las siguientes:

Bombeo de la superficie

Es la inclinación que se da a ambos lados del camino, para drenar la superficie del mismo, evitando que el agua se encharque provocando reblandecimientos o que corra por el centro del camino causando daños debido a la erosión.

El bombeo depende del camino y tipo de superficie, se mide su inclinación en porcentajes y es usual un 2 % a 4 % en caminos revestidos.

Drenaje Longitudinal

Las obras de captación dentro de una vía son cunetas, cunetas de coronación cuya ubicación será necesarios establecer, calculando el área hidráulica requerida, sección, longitud, pendiente y nivelación del fondo.

Cunetas

Son zanjas que se hacen en uno o ambos lados del camino, con el propósito de conducir las aguas provenientes de la corona y lugares adyacentes hacía en lugar determinando, donde no provoque daños, su diseño se basa en los principios de los abiertos.

La longitud más larga de aporte hacia una alcantarilla con la pendiente más baja, o la pendiente más baja o la longitud más larga de aporte, el mayor caudal de ellos será el caudal de diseño, con el cual se diseñará la cuneta que se construirá.

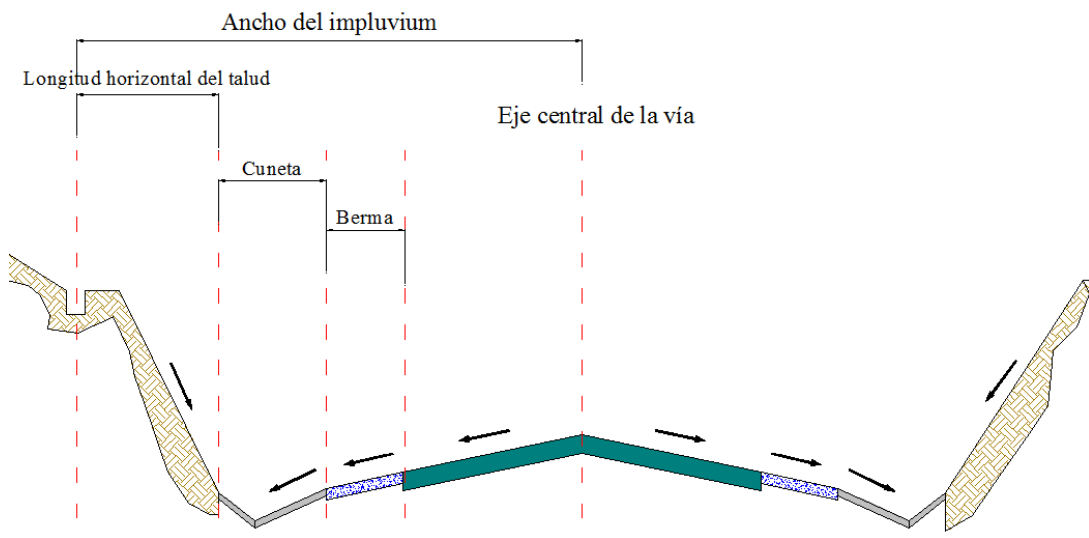
Cuadro No. 17. Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales

Material	Velocidad (m/s)	Material	Velocidad (m/s)
Arena fina	0,45	Pizarra suave	2,00
Arcilla arenosa	0,50	Grava gruesa	3,50
Arcilla ordinaria	0,85	Zampeado	3,40 – 4,50
Arcilla firme	1,25	Roca sana	4,50 – 7,50
Grava fina	2,00	Hormigón	4,50 – 7,50

Fuente: MTOP, (2003)

El área de tributaria de la cuneta, para vías son necesarios los planos de planta y perfil de la carretera. Mediante estos se establecerá el ancho del impluvium característicos del sector.

Gráfico No. 19. Área de drenaje de una cuneta



Fuente: Autor

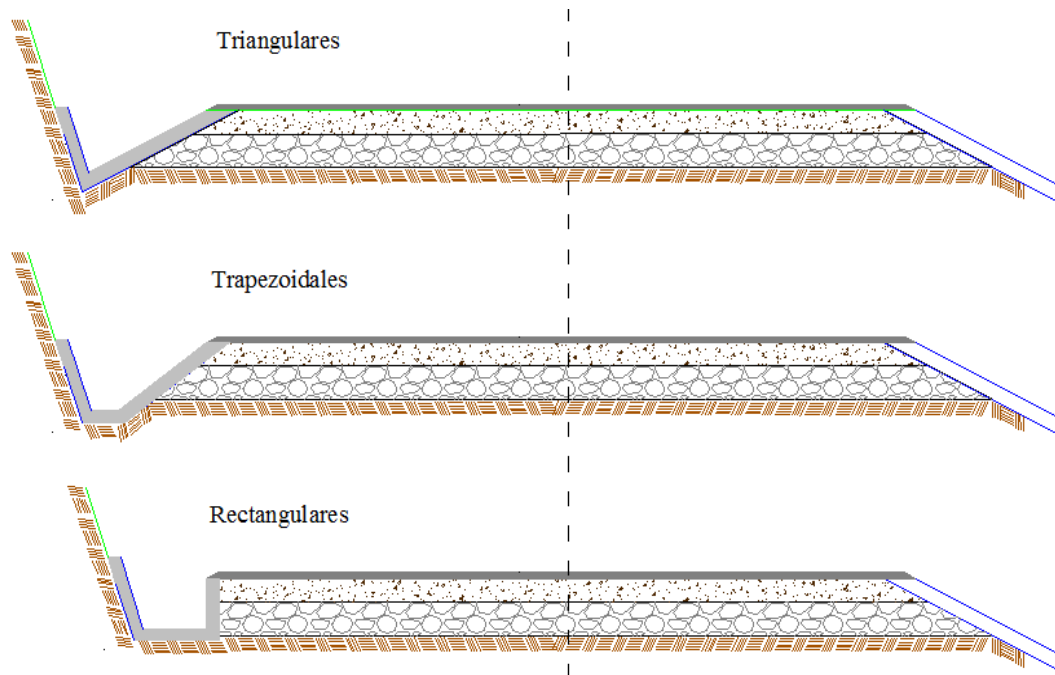
Forma de la sección

Las cunetas según la forma de su sección transversal, puede ser: triangulares, rectangulares y trapezoidales. El uso de cunetas triangulares es generalizado, por su facilidad de construcción y mantenimiento.

Las cunetas se secciones triangulares son más fáciles de construir y tiene menor tendencia a la sedimentación; sin embargo, su conservación es más costosa debido a la dificultad de limpieza de la zona baja y si no están revestidas, sus taludes se erosionan con facilidad para caudales altos.

Las rectangulares ya no suelen construirse por razones de ingeniería de tránsito, debido al peligro que ocasionan al circular cerca de ella. Por esta misma razón, la sección trapezoidal se utiliza cada vez menos, salvo que tenga el talud cercano a la carretera.

Gráfico No. 20. Secciones típicas de cunetas

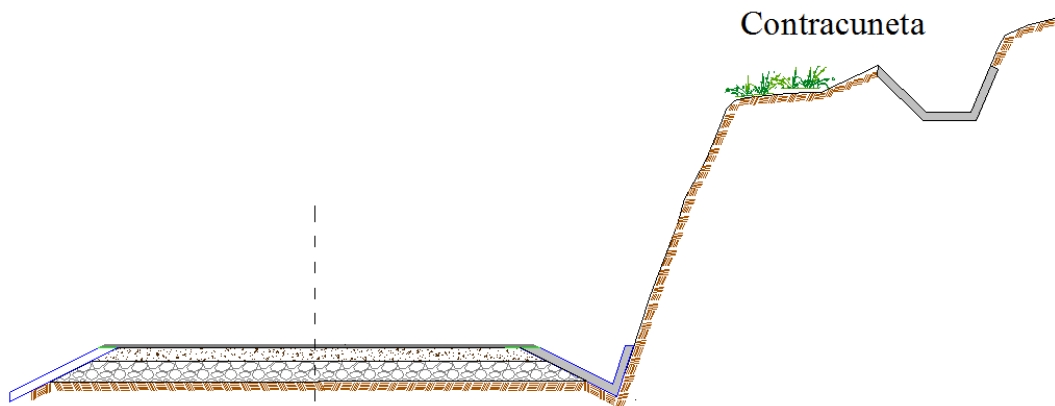


Fuente: Instituto tecnológico de cerro azul

Contracunetas (cunetas de coronación)

Son canales excavados en el terreno natural, que se localizan aguas arriba cerca de la corona de los taludes de los cortes, con la finalidad de recolectar el agua superficial que escurre ladera abajo desde mayores alturas, para evitar la erosión del talud y el incremento del caudal y su material de arrastre en la cuneta.

Gráfico No. 21. Cuneta de coronación



Fuente: Instituto tecnológico de cerro azul

Drenaje transversal

Alcantarillas

Son conductos cerrados relativamente cortos, con cualquier sección geométrica, que se instala o construye transversales y por debajo del nivel subrasante de una carretera, con el objeto de conducir el agua de un lado al otro de la vía, hacia cauces naturales.

La selección debe realizar de acuerdo a varios factores como:

- Se debe seleccionar la forma y tamaño de acuerdo al caudal de diseño.
- De acuerdo a las condiciones topográficas del corredor de la vía, las alcantarillas estarán destinadas a drenar: planicies de inundación, zonas

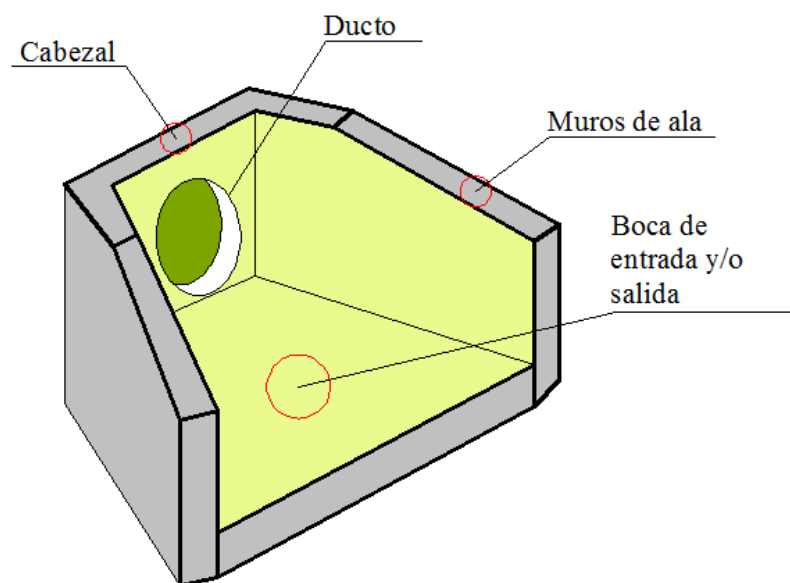
inundables, cuencas pequeñas inundables o para coleccionar aguas provenientes de las cunetas.

Ubicación de las alcantarillas

- Donde existan corrientes de agua que cruzan la carretera
- En el fondo de depresiones u hondonadas donde no existan cursos naturales de agua.
- Para descargar una cuneta de un lado a otro de la vía.
- En las curvas verticales cóncavas.

Los elementos constituidos 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.

Gráfico No. 22. Elementos de una alcantarilla



Fuente: MOP, (2003)

2.4.2.6 Mecánica de Suelos

Todas las ramas de la Ingeniería Civil están íntimamente ligadas entre sí y con los conceptos básicos de los suelos, esto se debe a que todo tipo de construcción se

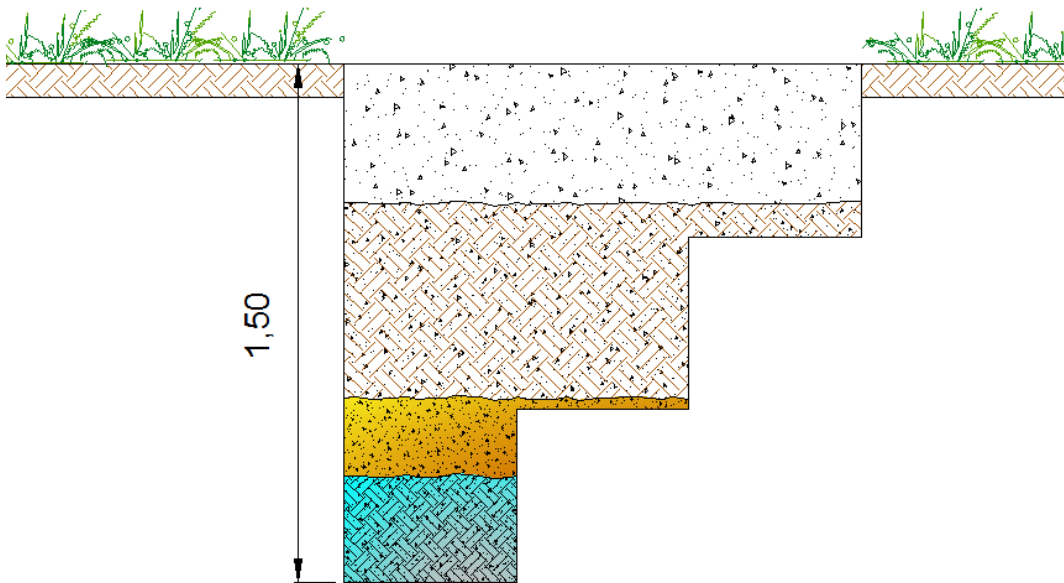
haga sobre el o se lo utilice como material de construcción. La importancia del estudio de suelos radica adicionalmente de las razones técnicas en el factor económico, ya que el suelo es un material de construcción disponible en cualquier lugar.

Número y profundidad del Pozo a Cielo Abierto (PCA)

El número y la profundidad de los PCA dependen del tipo del suelo y de la importancia de la obra. Sería aconsejable partir de la experiencia local, estudios anteriores hechos cerca del lugar, con ello se podría fijar el programa de exploración con mayor eficacia. Si no se dispone de esa experiencia local sería conveniente hacer un sondeo preliminar.

Para proyectos viales el espaciamiento entre PCA debe ser de 500 metros, la profundidad de los pozos a cielo abierto está en función de la presión vertical que causan los vehículos al suelo, por lo tanto no supera 1.50 metros.

Gráfico No. 23. Pozo a cielo abierto



Fuente: Autor

Para el caso de la investigación de las propiedades índice y mecánicas en el campo vial se recomienda hacer un PCA de forma rectangular graduado cada 0.50 metros, hasta 1.50 metros de profundidad, de tal manera que se tomen las muestras en los tres niveles.

Análisis granulométrico

El análisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaños y porcentajes los granos que lo componen, el análisis de las partículas se hace por dos vías:

1. **Por vía seca:** con el método de la Granulometría, usando una serie de tamices para grandes y medianos.
2. **Por vía humedad:** mediante los métodos del Hidrómetro y Sifonado, utilizados generalmente para suelos de partículas finas como las arenas finas pobremente graduados, los limos y arcillas.

Análisis granulométrico por vía seca por tamices

Cuadro No. 18. Tamices estándar

TYLER STANDARD		US. BUREAU STANDARS	
Malla	Abertura	Malla	Abertura
Numero	mm	Numero	mm
3"	76,200	4"	101,600
2"	50,800	2"	50,800
-	26,670	1"	25,400
-	18,850	3/4"	19,100
-	13,320	1/2"	12,700
-	9,423	3/8"	9,520
N 3	6,680	1/4"	6,350
N 4	4,699	N 4	4,760
N 6	3,327	N 6	3,360
N 8	2,362	N 8	2,380
N 10	1,655	N 10	2,000
N 20	0,833	N 20	0,500
N 35	0,417	N 35	0,420
N 60	0,246	N 60	0,298
N 100	0,147	N 100	0,149
N 200	0,074	N 200	0,074

Fuente: Mecánica de suelos

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

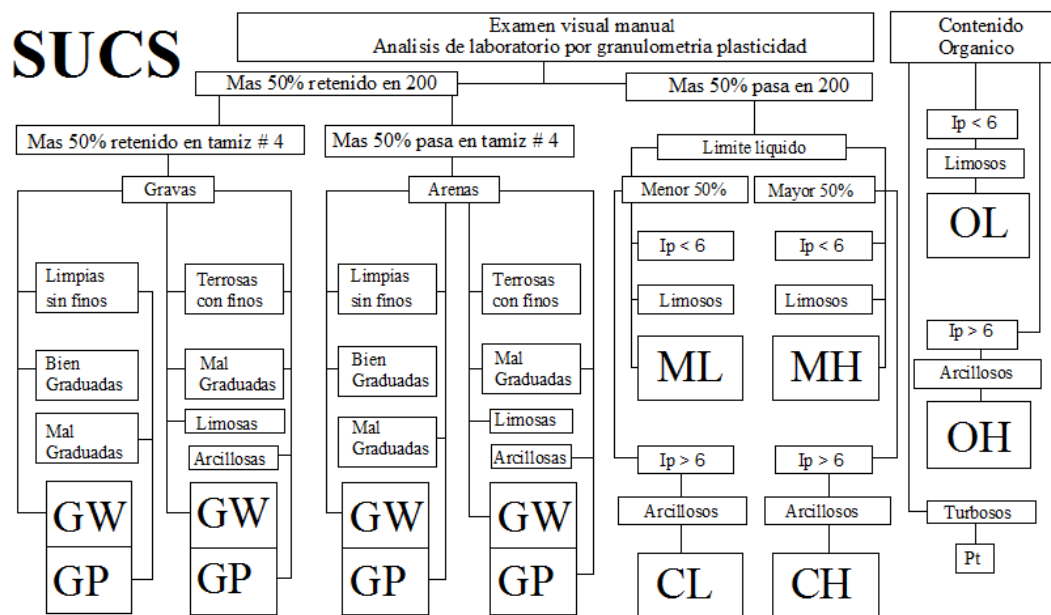
- Suelos arcillosos y limosos.....200 a 500 gr
- Suelos arenosos500 a 1000 gr
- Suelos gravosos.....5000 a 10000 gr

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

Identificación y clasificación de los suelos por sistemas granulométricos

Los suelos se presentan con una variedad infinita y se requiere de una norma general para clasificar a los suelos, los primeros sistemas de clasificación se basaron en características como el color, olor, textura. Se utiliza la siguiente tabla:

Gráfico No. 24. Clasificación de suelos sistemas SUCS



Fuente: Mecánica suelos

Contenido de humedad

Es la cantidad de agua que puede encontrarse en la masa del suelo, la que hace aparecer desde un suelo saturado, hasta un suelo relativamente seco, por lo que se hace necesario conocer en qué condiciones puede estar el agua en el suelo.

La relación del peso del agua contenido y el peso de su fase sólida, es conocida como contenido de humedad y se lo expresa como un porcentaje.

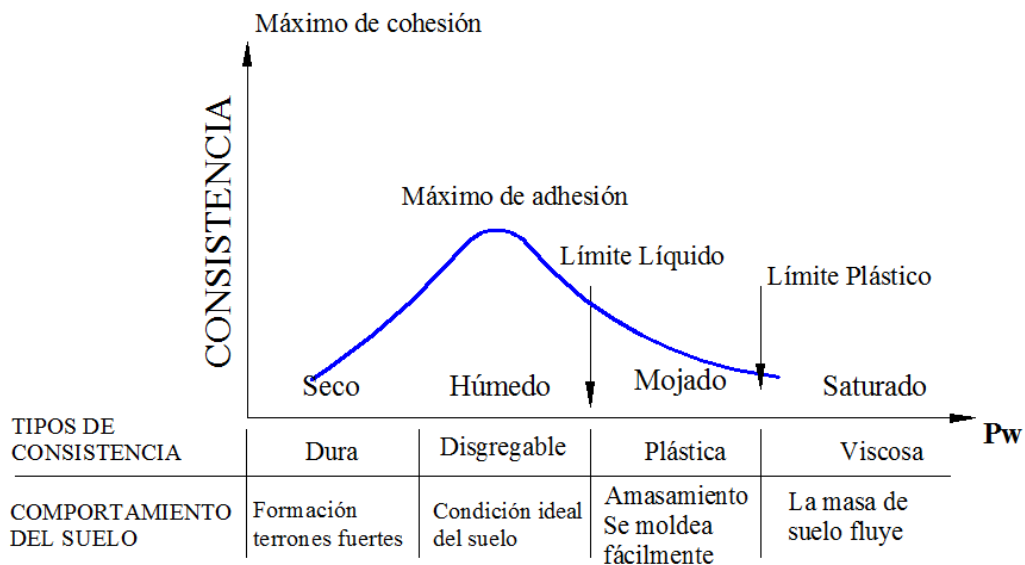
$$w\% = (W_w/W_s) \times 100$$

Estados de consistencia

Tienen como objetivo fundamental la determinación de los límites de plasticidad, específicamente la determinación del límite líquido y límite plástico que facilitan la clasificación correcta de los suelos analizados, los valores de los límites son indicativos de alta o baja compresibilidad.

La fase líquida, según el contenido de agua en un suelo se pueden determinar los estados de consistencia: líquido, semilíquido, plástico, semisólido y sólido.

Gráfico No. 25. Estados de consistencia



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos15/suelos-consistencia/suelos-consistencia.shtml>

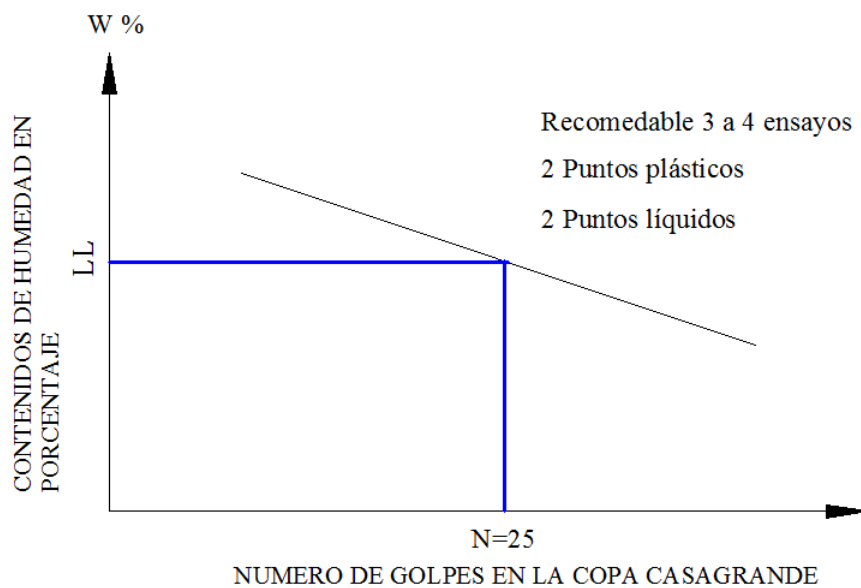
- a. **Límite Líquido (LL).**- Es el contenido de humedad del suelo en la frontera entre el estado semilíquido y plástico. Su determinación es un procedimiento de laboratorio por el cual las coordenadas entre número de golpes de la copa de casa grande versus el contenido de humedad permiten graficar en un papel semilogaritmico la curva de escurrimiento.

El contenido de humedad que corresponda a la intersección de la curva de escurrimiento con la ordenada de 25 golpes, debe como límite liquido del suelo, y que teóricamente significa que el suelo alcanza una resistencia al corte:

$$0 < S \geq 0,25 \text{ gr/cm}^2$$

La pendiente de la curva de escurrimiento define la resistencia al corte, pendiente pronunciada significa que el suelo tiene alta resistencia; por el contrario una pendiente mínima significa que la resistencia al corte será baja.

Gráfico No. 26. Determinación del límite líquido en la Curva de escurrimiento



Fuente: [hppt//es.slideshare.net](http://es.slideshare.net)

- b. **Límite Plástico (LP).**- Es el contenido de humedad en la frontera entre el estado plástico y Semisólido. El w_p o LP se calcula igual que un contenido de humedad promedio, se determina enrollando pequeñas muestras de 3mm de diámetro y cuando estas tienen tal cantidad de agua que empiezan a resquebrajarse.

c. **Índice plástico.**- De un suelo cohesivo como la diferencia numérica entre su límite líquido y su límite plástico de la siguiente manera:

$$I_p = wI \% - w_p \% o$$

$$I_p = LL - LP$$

Importancia de los límites de plasticidad

El límite líquido nos da una idea del tipo de suelo, sea este orgánico o inorgánico, para cual es conveniente hacer el ensayo con dos muestras

- Primera muestra deberá ser secada previamente
- Segunda muestra en estado natural

Los resultados de las muestras demostraran si son totalmente inorgánicos, en caso de que la muestra desecada tenga un límite líquido menor hasta un 30 %, entonces el suelo será orgánico.

El valor del límite líquido y del índice plástico es fundamental, ya que permiten diferenciar a los suelos limosos de los arcillosos.

Compactación

El hombre ha tenido que buscar alternativas técnicas para desarrollar la compactación, y esto se ha logrado por el incremento del Peso Volumétrico, que reduce al máximo la relación de vacíos de aire, haciendo que el suelo se vuelva impermeable pese a tener cierto contenido de humedad.

De lo anterior se establecen dos parámetros fundamentales en la compactación de los suelos y son: peso volumétrico máximo o máxima densidad y contenido óptimo de humedad.

La masa del suelo generalmente tiene un comportamiento favorable para la ingeniería civil, cuando de un estado seco empieza a absorber agua. La absorción no es infinita, sino que tiene un límite hasta donde las características del suelo son excelentes.

Al sobrepasar dicho límite el suelo empieza a ablandarse y las propiedades técnicas decrecen aceleradamente, a los rangos de absorción de agua y de exceso de agua se conocen como: Fase de absorción y Fase de Saturación.

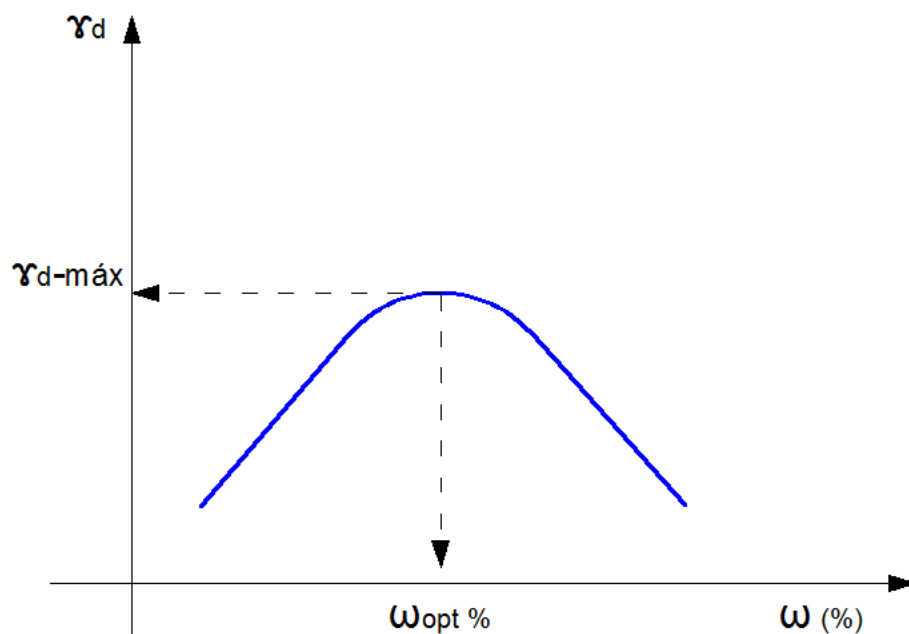
Energía de compactación/ensayos

La compactación de los suelos depende de la energía usada, así tenemos dos métodos de compactación: El ensayo Proctor Estándar cuando se requiere menor trabajo o energía de compactación. (AASHTO T-99).

Con el transcurso del tiempo y con el aparecimiento de maquinaria más pesada y eficaz para compactar suelos en el campo, aparece el ensayo Proctor Modificado (AASHTO T-180) es el más utilizado.

Los dos Métodos Proctor Estándar y Modificado consisten en compactar al suelo en tres a cinco capas dentro de un molde especificado por medio de golpes de un pisón que se deja caer desde una altura dada.

Gráfico No. 27. Curva típica del ensayo de compactación



Fuente: Mantilla, F. (2010)

- Pesos volumétricos Altos, significaran que el suelo está muy compactado o ha sido pre – consolidado.
- Pesos volumétricos Bajos, significaran que el suelo tiene gran cantidad de agua, por lo tanto será muy compresible, de poca resistencia, deformable e inestable.

Como existe relación directa entre el peso volumétrico y la densidad, entonces se puede establecer que: si el peso volumétrico es alto, la densidad seca (γ_d) también o será, si el peso volumétrico es bajo, la densidad seca será también baja.

Los suelos con la más alta densidad serán los más resistentes, por lo contrario, los suelos con baja densidad serán suelos inestables que tendrán a densificarse y asentarse en magnitudes considerables.

Cuadro No. 19. Especificaciones del método proctor modificado

METODOS	A	B	C	D
Material que pasa	Tamiz #4	Tamiz #4	Tamiz #3/4	
Diámetro molde	4"	6"	4"	6"
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	56	25	56
Volumen estándar	1/30 pies 3	1/13,33 pies ³	1/30 pies ³	1/13,33 pies ³
Energía de compactación	56250 lb pie/pie ³	126000 lb pie/pie ³	56250 lb pie/pie ³	126000 lb pie/pie ³

Fuente: Mecánica de Suelos

Capacidad de soporte del suelo CBR

El C.B.R (California Bearing Ratio), es una medida relativa de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de humedad y densidad, cuidadosamente controlados que tiene aplicación para el diseño de diferentes obras civiles, especialmente las vías terrestres.

Se define como la relación entre el esfuerzo requerido para introducir un pistón normalizado dentro del suelo que se ensaya, el esfuerzo requerido para introducir el mismo pistón hasta la misma profundidad en una muestra patrón de piedra triturada.

La resistencia de un suelo varía de acuerdo a su densidad, contenido de agua cuando se compacta y el que tiene al momento de ser ensayado. Por lo tanto para producir las condiciones de la obra en el laboratorio, estos factores deben controlarse cuidadosamente al preparar y penetrar las muestras.

El ensayo C.B.R. de una muestra se determina generalmente para penetraciones del pistón entre 0.1 y 0.2 pulgadas. Los valores de esfuerzo para las diferentes profundidades de penetración son:

$$\text{CBR (\%)} = \frac{\text{Esfuerzo en el suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo en el suelo}}$$

Cuadro No. 20. Relación Esfuerzo – Deformación para la muestra patrón

Penetración (plg)	Esfuerzo (libras/plg ²)
0,1	1000
0,2	1500
0,3	1900
0,4	2300
0,5	2600

Fuente: Mecánica de suelos

Se puede considerar como una estructura, constituida por varias capas de materiales seleccionados, diseñada y construida técnicamente con el objeto de brindar el tránsito de los vehículos de una manera rápida, cómoda, eficiente y económica.

La calidad de la subrasante depende de la capacidad portante que tenga el suelo, el siguiente cuadro clasifica las subrasante según el CBR que poseen

Cuadro No. 21. Clasificación de subrasante según el valor de CBR

Clasificación	CBR Diseño (%)
Subrasante muy pobre	< 3
Subrasante pobre	3 - 5
Subrasante regular	6 – 10
Subrasante buena	11 – 19
Subrasante muy buena	> 20

Fuente: MTC, (2008)

2.4.2.7 Pavimento

Está constituida por un conjunto de capas superpuestas, que se diseñan y construyen con materiales apropiados y adecuadamente compactados.

Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.

Características de los pavimentos

- Resistencia al desplazamiento, dependerá de la textura superficial de la capa de rodadura.
- Regularidad superficie, tanto en sentido transversal como longitudinal, dependiendo de la magnitud de las longitudes de onda afecta la comodidad de los usuarios.
- Nivel de ruido que se ocasionan los vehículos al transitar, el cual afecta a los pasajeros y al medio exterior a ellos.
- Propiedades de reflexión luminosa, muy importantes durante la conducción en las horas de la noche, también para el correcto diseño de los elementos de iluminación.
- Facilidad de drenaje superficial, con el fin de disminuir la posibilidad de salpicaduras que disminuyen la seguridad en la operación.

Funciones de una estructura de pavimentos

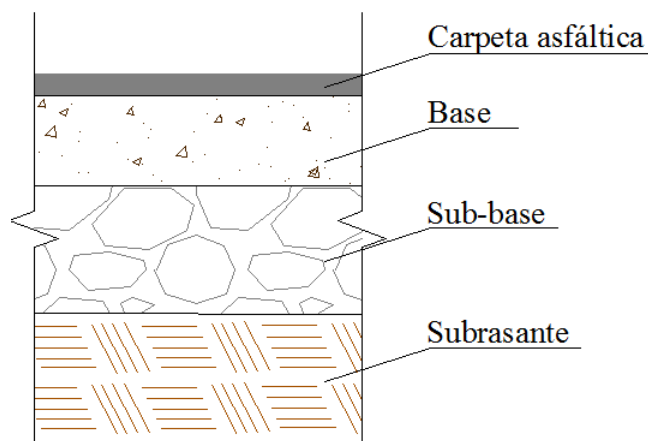
La estructura debe proporcionar al usuario una superficie de rodadura que sea segura, cómoda y cuyas características permanezcan durante el periodo de servicio. Los pavimentos deben tener una textura apropiada para el rodamiento con una fricción tal de su superficie de rodadura, que evite el deslizamiento y un color adecuado para evitar los reflejos y deslumbramientos.

El pavimento debe ser resistente a la fatiga producida por las cargas del tránsito previsto durante un periodo suficiente largo de tiempo, y la fatiga producida o generada por los agentes de intemperismo.

Pavimentos Flexibles

Es una estructura construida con productos bituminosos y materiales granulares. Se caracterizan por ser elementos continuos con la particularidad de que al aplicar una carga se deforman de manera apreciable en una área relativamente pequeña. La carpeta asfáltica está constituida sobre dos capas no rígidas: la base y la sub-base.

Gráfico No. 28. Pavimento Flexible



Fuente: <https://www.ingenieriareal.com>

2.5 HIPÓTESIS

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Quisapincha – Cusubamba, de la Parroquia Quisapincha del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua mejorará la calidad de vida de sus habitantes.

2.6 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES

2.6.1 Variable independiente

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Quisapincha – Cusubamba, de la parroquia Quisapincha del cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

2.6.2 Variable dependiente

La calidad de vida de sus habitantes

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Investigación de campo

Se desarrolla en las condiciones de la vía Quisapincha – Cusubamba observando la situación actual del sitio, realizando la determinación de vehículos que transitan por la vía. Fue necesario tomar muestras de la capa natural para realizar el estudio de suelos y realizar el levantamiento topográfico para el diseño de la vía.

3.1.2 Investigación bibliográfica – documental

Las respectivas consultas se realizó en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, y a través de esta investigación se plasmó el diseño de la estructura de pavimento y el diseño geométrico de la vía por medio de especificaciones, normas para construcción de carreteras.

3.1.3 Investigación de laboratorio

Mediante esta modalidad investigación se realizó los respectivos ensayos a las muestras de suelos obtenidas, para determinar ciertas propiedades físicas y mecánicas, con lo cual se obtuvo la información necesaria para tener una idea técnica de las condiciones del suelo.

3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. Nivel exploratorio

La presente investigación recopiló información a través de un alcance exploratorio para identificar el problema con mayor amplitud, se generó hipótesis como el diseño

geométrico y diseño de la estructura del pavimento, para dar una solución al problema vial.

3.2.2. Nivel descriptivo

En este nivel de investigación se describió los fenómenos que se dieron a los problemas por un inadecuado diseño vial, y la cantidad de habitantes que se beneficiarán por el presente proyecto.

3.2.3. Nivel explicativo

Este nivel es tipo explicativo con la información recolectada con encuestas y ensayos se reconocerá las causas del problema, para el mejoramiento de las condiciones de la vía.

3.2.4. Asociación de variables

En este nivel de investigación se determinó que en la zona de estudio el desarrollo económico – productivo tendrá una directa relación con el mejoramiento de la vía y ayudará en gran parte a la calidad de vida, como también brindando una mayor seguridad en el transporte de sus habitantes.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población o universo

La población objeto de investigación es la correspondiente a las personas que habitan en el sector de estudio, Provincia de Tungurahua y que de acuerdo a las estadísticas de la comunidad

3.3.2 Muestra

El tamaño de la población es igual a 500 habitantes, datos proporcionados por la junta parroquia de Quisapincha, se lo determina con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{m}{e^2 (m - 1) + 1} = \frac{500}{0,10^2 * (500 - 1) + 1} = 84 \text{ hab}$$

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4.1 Variable independiente

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento

Cuadro No. 22. Operacionalización de variable independiente

Contextualización	Categorías Dimensión	Indicadores	Ítems	Técnicas, Instrumentos
<p>El diseño geométrico de una vía es un proceso que consiste en situar el trazado de una carretera en el terreno correlacionando las secciones transversales, alineación vertical y horizontal.</p>	Alineamiento horizontal	Velocidad de diseño Curvas circulares Radios mínimos Peralte Longitud de transición Sobre ancho Distancia de visibilidad	¿Cuál es la velocidad de diseño? ¿Cuáles son los elementos de las curvas circulares? ¿Cuál es el radio mínimo? ¿Cuál es el peralte máximo? ¿Cuál es la longitud de transición? ¿Cuál son las distancias de visibilidad?	Levantamiento Topográfico Estación total Software CivilCad3D Normas MOP 2003
	Alineamiento Vertical	Gradientes Curvas verticales Cóncavas Convexas	¿Cuál es la gradiente máxima? ¿Qué tipos de curvas existen?	
<p>El pavimento es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno y destinados a distribuir y transmitir las cargas aplicadas por el tránsito al cuerpo de terraplén.</p>	Sub-base	Granulometría Índice plasticidad Limite liquido CBR	¿Cuál es la granulometría? ¿Cuál es el IP? ¿Cuál es el LL? ¿Cuál es el CBR de la sub-base?	Ensayos de suelos Análisis de laboratorios
	Base	Granulometría Índice plasticidad Limite liquido CBR	¿Cuál es la granulometría? ¿Cuál es el IP? ¿Cuál es el LL? ¿Cuál es el CBR de la base?	
	Capa de rodadura	TPDA Número de ejes equivalentes	¿Cuál es el TPDA? ¿Cuál es el número de ejes equivalentes?	
<p>Sistema de drenaje de una vía está diseñado para la recepción, canalización y evacuación de las aguas pluviales que puedan afectar a la vía.</p>	Cunetas	Caudal Dimensiones	¿Cuál es el caudal de las cunetas? ¿Qué dimensiones poseen las cunetas?	Fórmulas de Maning
	Alcantarillas	Caudal Dimensiones	¿Cuál es el caudal de las alcantarillas? ¿Qué diámetro tiene las alcantarillas?	

Fuente: Autor

3.4.2 Variable dependiente

La calidad de vida de sus habitantes

Cuadro No. 23. Operacionalización de variable dependiente

Contextualización	Categorías Dimensión	Indicadores	Ítems	Técnicas, Instrumentos
Para la calidad de vida de sus habitantes es posible que se pueda alcanzar proporcionando soluciones a las necesidades donde se encuentre viviendo.	Economía	Comercio Tiempo de viaje	¿Cómo se beneficiarán con el mejoramiento de la vía? ¿El transporte es suficiente para su comercialización?	Observación Encuesta
	Producción Ganadera	Facilidad de traslado de productos	¿Cómo afecta a la gente y sus animales la condición de la vía? ¿El transporte es suficiente para su comercialización?	Observación Encuesta

Fuente: Autor

3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Cuadro No. 24. Plan de recolección de la información

Interrogantes	Respuestas
¿Qué?	Las condiciones de la vía Quisapincha – Cusubamba, de la parroquia Quisapincha del cantón Ambato, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.
¿De qué persona u objeto?	La población que se beneficiara con la vía Quisapincha - Cusubamba
¿Quién?	Sotomayor Mera David Fernando
¿Cuándo?	Diciembre 2014 – Noviembre 2015
¿Dónde?	En la vía que enlaza Quisapincha – Cusubamba
¿Qué técnicas?	Ensayos de suelos, topografía y encuestas
¿Qué instrumentos?	Normas, especificaciones de análisis de laboratorio
¿Cómo?	Mediante encuestas

Fuente: Autor

3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.6.1 Procesamiento de la información

La recopilación de la información obtenida mediante:

- Observación
- Encuestas
- Estudio del tráfico
- Levantamiento topográfico
- Estudio de suelos

La siguiente información requerida para realizar un análisis más profundo de cada resultado obtenido y correlacionando con los objetivos y la hipótesis de la investigación.

3.6.2 Análisis e interpretación de resultados

La interpretación de los resultados más relevantes que ayuden a dar la posible solución al problema en estudio es la verificación de la hipótesis del proyecto, la representación de la información se la tabulará en forma gráfica según el caso lo amerite en tablas en porcentajes para conseguir una visión más clara y fácil.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1.1 Análisis de los resultados de las encuestas

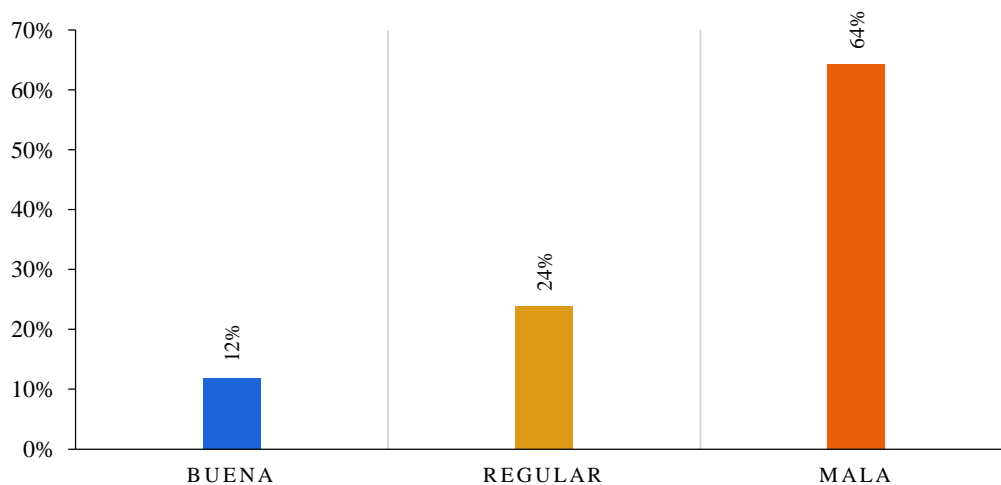
La encuesta fue aplicada a una muestra de 84 habitantes con la que se obtuvo y se clasificó los datos para posteriormente interpretar los resultados obtenidos en gráficos estadísticos.

PREGUNTA 1

¿Cómo calificaría usted el sistema vial en su sector?

Alternativa	N. Personas	Porcentaje
Buena	10	12 %
Regular	20	24 %
Mala	54	64 %
TOTAL	84	100%

PREGUNTA 1



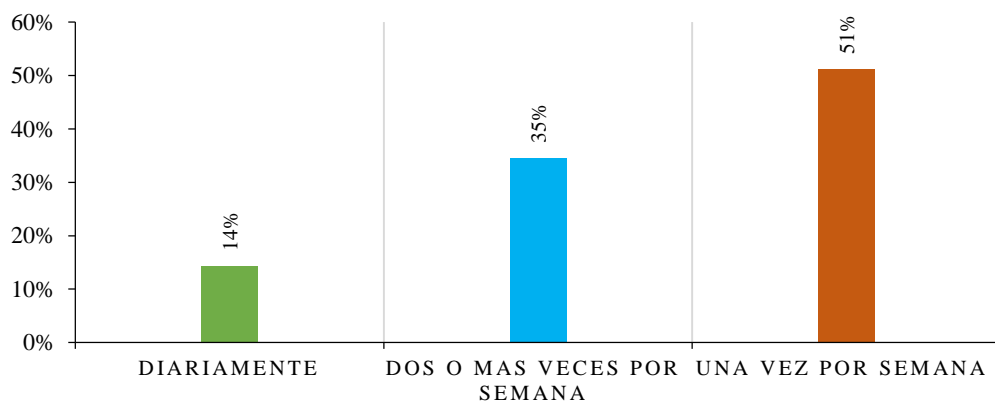
Conclusión: Como se puede observar en la gráfica de los resultados el 24 % concuerdan que la vía se encuentran en estado regular, y el otro 69 % considera que la vía está en mal estado y un 6 % considera buena, en esta pregunta se da la importancia del mejoramiento de la vía que les permita moverse con tranquilidad.

PREGUNTA 2

¿Cuál es la frecuencia con la que Usted circula por la vía?

Alternativa	N. Personas	Porcentaje
Diariamente	12	14 %
Dos o más veces por semana	29	35 %
Una vez por semana	43	51 %
TOTAL	84	100%

PREGUNTA 2



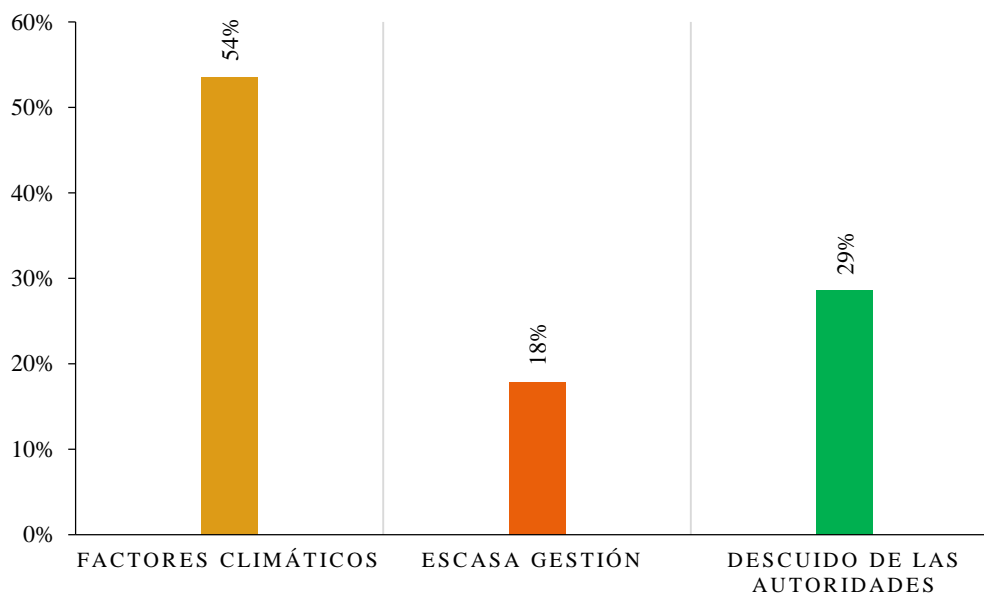
Conclusión: Al analizar los resultados en esta pregunta, se comprueba que más de la mitad, el 51 % coincide que el una vez por semana transita por esta vía por las condiciones actuales que se encuentra, el 11 % responde dos o más veces por semana, mientras que el 9 % de encuestados opinan que diariamente transitan por esta vía.

PREGUNTA 3

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

Alternativa	N. Personas	Porcentaje
Factores climáticos	45	54 %
Escasa gestión de los habitantes	15	18 %
Descuido de las autoridades	24	29 %
TOTAL	84	100 %

PREGUNTA 3



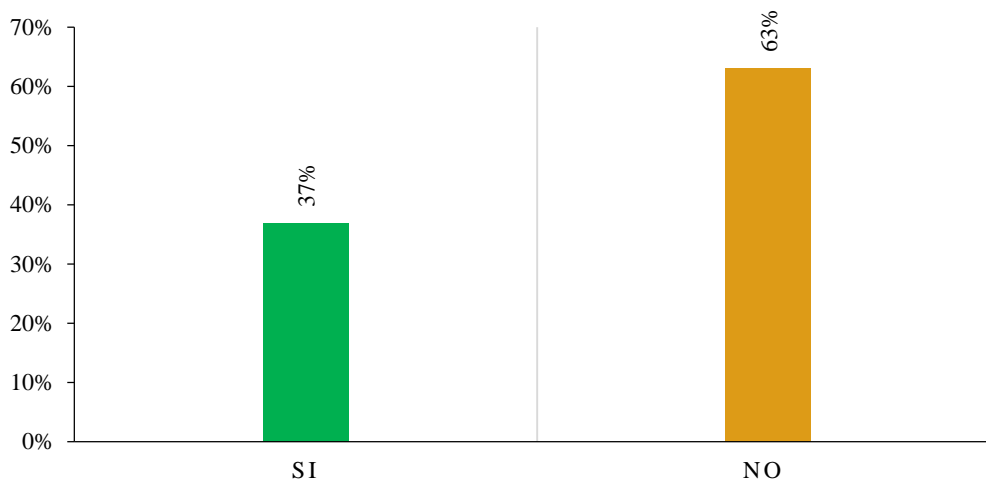
Conclusión: Al analizar los resultados en esta pregunta, se comprueba que más de la mitad de los encuestados el 54 % coincide que es por factores climáticos que se encuentre en mal estado la vía, el 29 % responde que es descuido de las autoridades, mientras que el 18 % de encuestados opinan que por escasa gestión de los habitantes.

PREGUNTA 4

¿Considera que existe un adecuado sistema de drenaje en su sector?

Alternativa	N. Personas	Porcentaje
Si	31	37 %
No	53	63 %
TOTAL	84	100 %

PREGUNTA 4



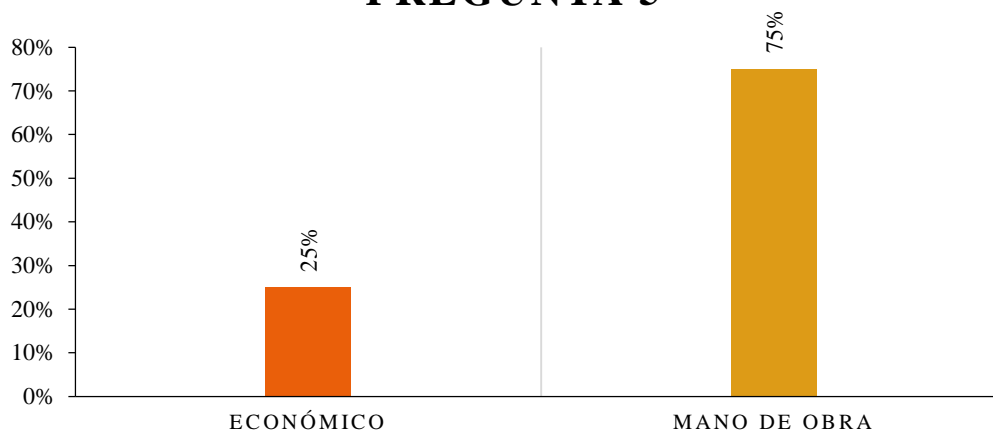
Conclusión: Con la muestra obtenida se determinó que el 37 % piensa que tiene un adecuado sistema de drenaje, mientras que el 63 % está en acuerdo que no tiene un adecuado sistema de drenaje.

PREGUNTA 5

¿Cuál sería su aporte para que el proyecto se ejecute?

Alternativa	N. Personas	Porcentaje
Económico	21	25 %
Mano de obra	63	75 %
TOTAL	179	100 %

PREGUNTA 5



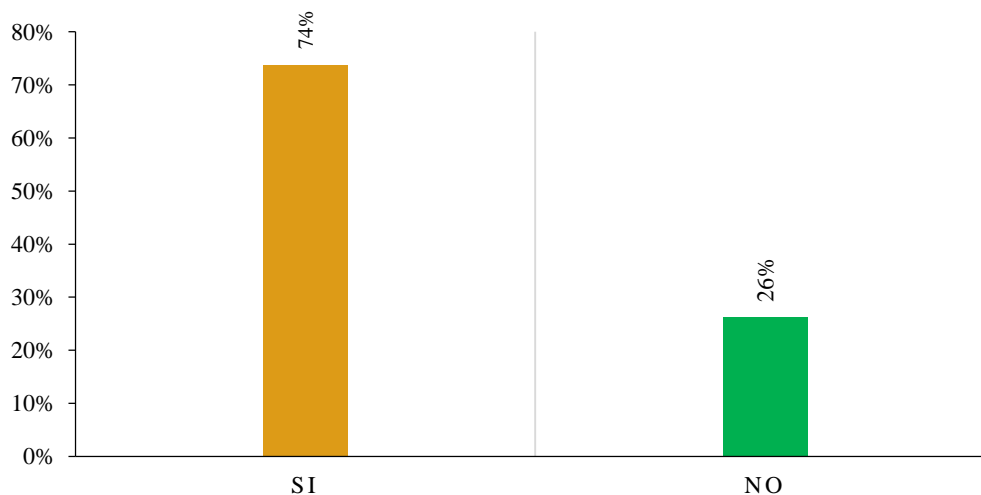
Conclusión: El 25 % de las respuestas fue que económica, el 75 % está dispuesto a prestar mano de obra para el proyecto se ejecute.

PREGUNTA 6

¿Cree usted que con el mejoramiento tendrá mayor seguridad para transportarse a su destino?

Alternativa	N. Personas	Porcentaje
Si	62	74 %
No	22	26 %
Total	84	100 %

PREGUNTA 6



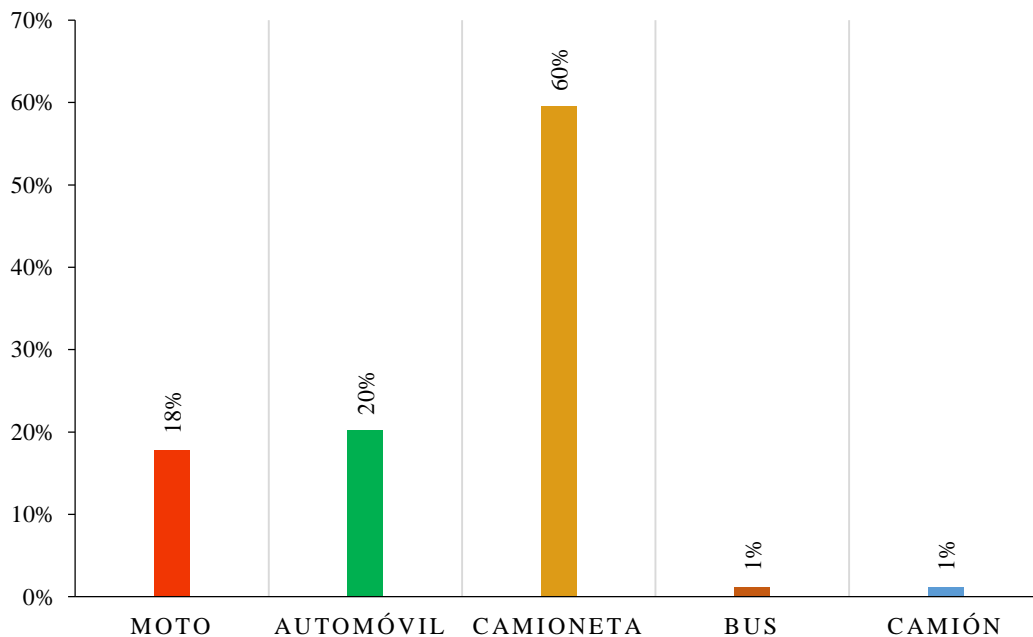
Conclusión: Con la muestra obtenida se determinó que los 84 habitantes encuestados, 62 habitantes que corresponde al 74 % piensan que mejorara la seguridad para transportarse, seguido el 26 % que corresponde 22 habitantes no piensan que mejorara la seguridad.

PREGUNTA 7

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

Alternativa	N. Personas	Porcentaje
Moto	15	18 %
Automóvil	17	20 %
Camioneta	50	60 %
Bus	1	1 %
Camión	1	1 %
Total	84	100%

PREGUNTA 7



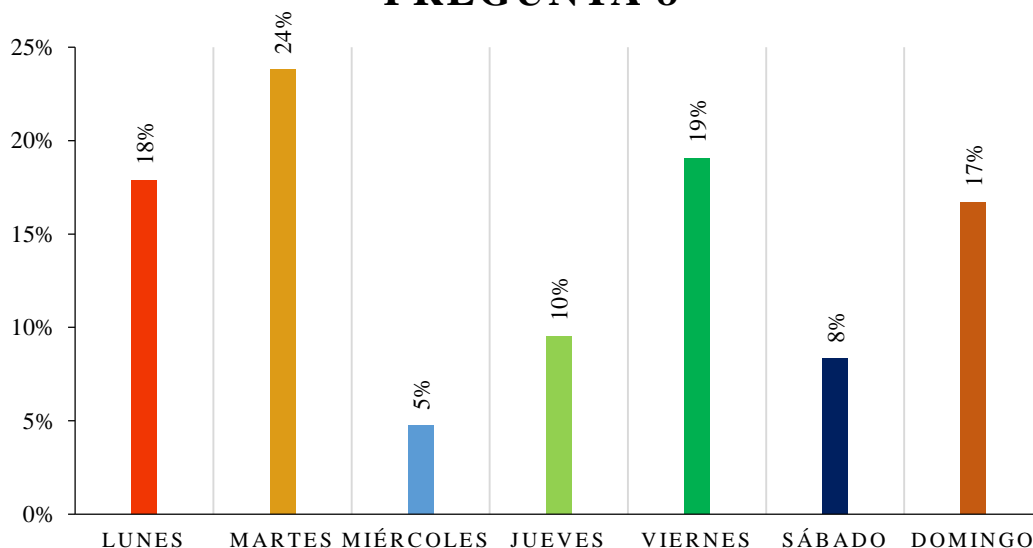
Conclusión: Los habitantes utilizan con mayor frecuencia la camioneta para llevar sus productos a su destino que equivale al 64 % de los encuestados mientras que el 18 % y 20 % utilizan la motocicleta y el automóvil para movilizarse en su sector y para las diferentes actividades que realizan diariamente, el 1 % indico que diariamente ocupan el bus.

PREGUNTA 8

¿Qué día considera usted que es el más transitado?

Alternativa	N. Personas	Porcentaje
Lunes	15	18 %
Martes	20	24 %
Miércoles	4	5 %
Jueves	8	10 %
Viernes	16	19 %
Sábado	7	8 %
Domingo	14	17 %
TOTAL	84	100%

PREGUNTA 8



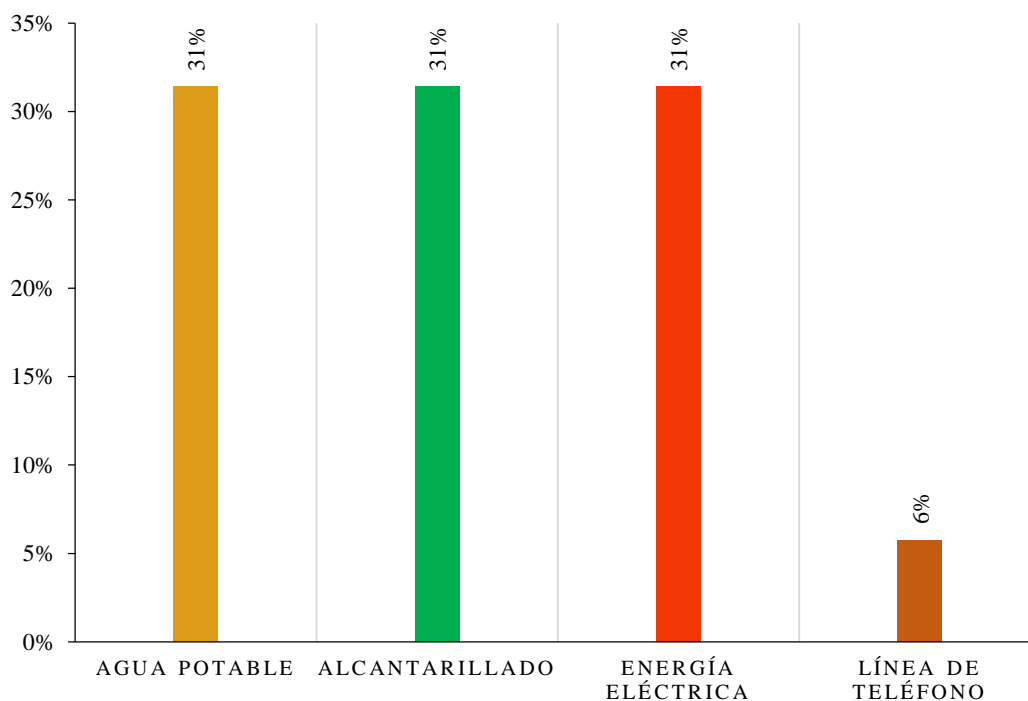
Conclusión: Con la muestra obtenida de los 84 habitantes encuestados afirman que 20 habitantes que corresponde al 24 % que se transita con mayor frecuencia por la vía el día martes, seguido de 15 habitantes que corresponden al 18 % los mismos que indican que es el día lunes, 16 habitantes que corresponde al 19 % que es el día viernes, 14 habitantes que corresponde al 17 % que es el día domingo, 8 habitantes que corresponde al 10 % indican que la vía es más transitada los días jueves, 7 habitantes que corresponde al 8 % se utiliza la vía con más frecuencia los días sábados.

PREGUNTA 9

¿Cuenta con servicios básicos como?

Alternativa	N. Personas	Porcentaje
Agua potable	71	31 %
Alcantarillado	71	31 %
Energía eléctrica	71	31 %
Línea de teléfono	13	15 %
TOTAL	84	100%

PREGUNTA 9

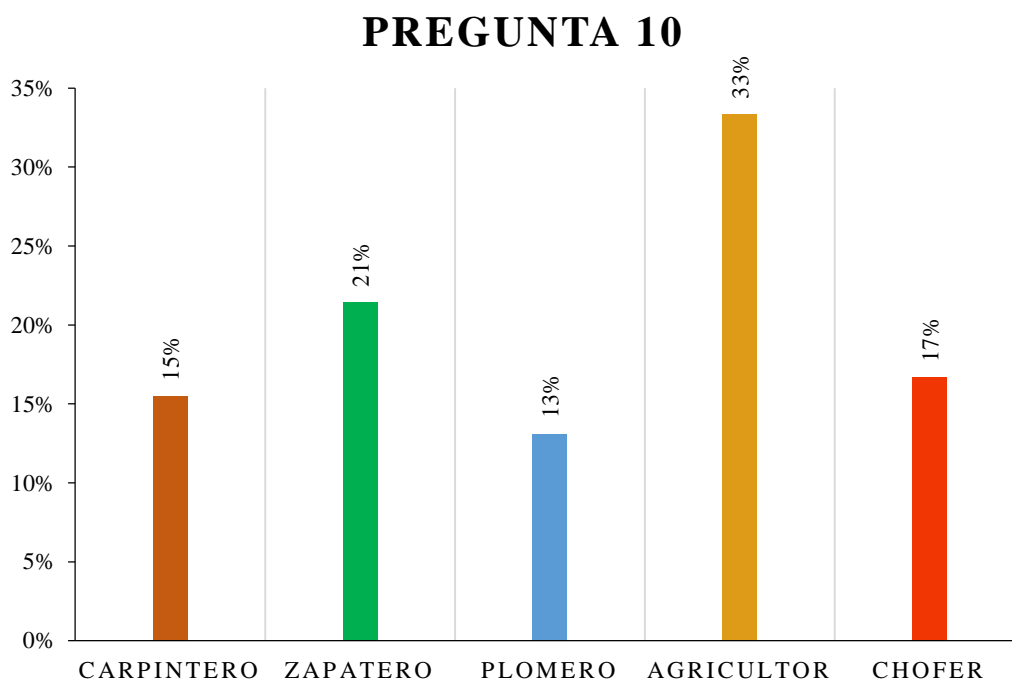


Conclusión: El 31 % que equivale a 71 encuestados cuentan con el agua potable, alcantarillado y energía eléctrica en sus viviendas necesaria para realizar sus actividades diarias, 13 % cuentan con línea telefónica en sus hogares.

PREGUNTA 10

¿A qué se dedica?

Alternativa	N. Personas	Porcentaje
Carpintero	13	15 %
Zapatero	18	21 %
Plomero	11	13 %
Agricultor	28	33 %
Chofer	14	17 %
TOTAL	84	100%



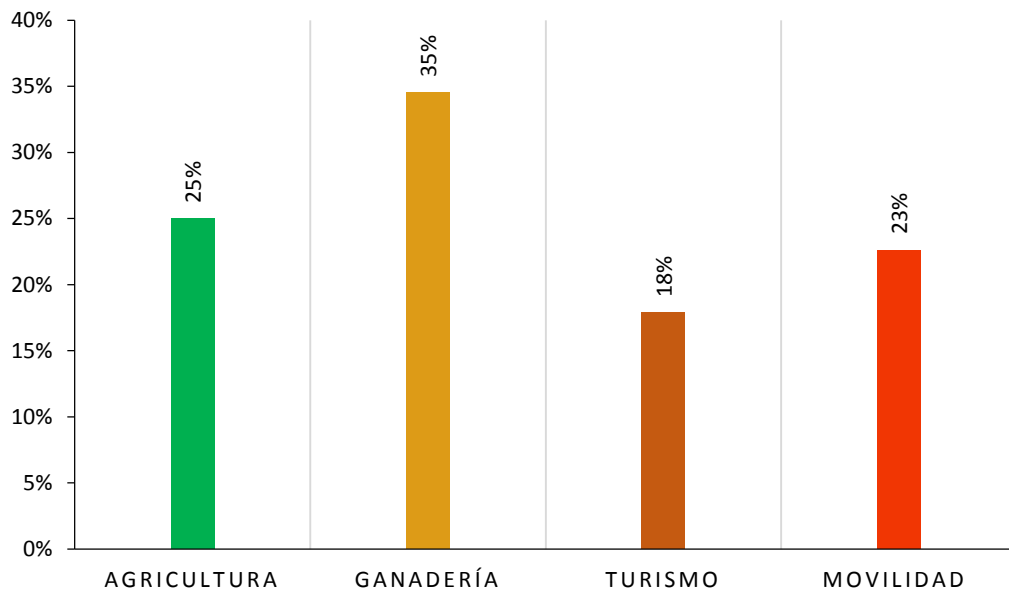
Conclusión: De los datos recopilados de los 84 habitantes, se afirmó que el 33 % que equivale a 28 habitantes se dedica a la agricultura, 21 % que equivale a 18 habitantes se dedica al trabajo de calzado, la gente que se dedica a plomero equivale 13 % que pertenece al 28 habitantes y el 17 % de los encuestados se dedican a el manejo de vehículos.

PREGUNTA 11

¿La vía una vez mejorada servirá para?

Alternativa	N. Personas	Porcentaje
Agricultura	21	25 %
Ganadería	29	35 %
Turismo	15	18 %
Movilidad	19	23 %
TOTAL	84	100%

PREGUNTA 11



Conclusión: De los datos recopilados de los 84 habitantes, 21 habitantes se dedica a la agricultura que equivale 25 %, 29 habitantes tiene ganadería en sus terrenos cercano a la vía que equivale al 35 %, 19 habitantes se encuentra entusiasmados por la facilidad que tendrá de movilizarse por la vía ya que se será un beneficio.

4.1.2 Análisis de resultados del estudio topográfico

Para el estudio topográfico se realizó el recorrido en la abscisa K 0+000 donde comienza el suelo natural del terreno. La topografía que presenta a lo largo es de tipo ondulado ya que la pendiente del terreno no excede con las pendientes

longitudinales que se podrá dar en el trazado de la vía, cerca de la abscisa K4+000 la vía se identificó que tiene un tipo de terreno montañoso ya que sus pendientes del terreno esta presentes en el trazado, siendo de carácter suave en las pendientes transversales del terreno que es menor al 50 %.

En el diseño geométrico de la vía que se proyectó con los datos topográficos, permitió distinguir las características físicas del proyecto con el criterio de hacer coincidir el proyecto definitivo con la plataforma existente, considerando los pasos de agua que existen a lo largo de la vía, acequias y además detalles de diseño horizontal y vertical.

4.1.3 Análisis de resultados de estudio de tráfico

Este proyecto en la actualidad es un camino de tierra que fue realizado por los propios moradores del sector ya por la necesidad de llegar a sus terrenos, con un estudio de tráfico atraído se puede clasificar los vehículos que transiten por la vía en: livianos, buses y pesados, para determinar una proyección de la demanda en un numero **n** de años.

Los datos reales de circulación se realizó durante 12 horas por 7 días continuos, como se detalla en los anexos, la estación de conteo estuvo ubicada en Plazoleta de Pucará, mediante el cual se aprecia que existe un gran número de vehículos livianos y un volumen mínimo de vehículos pesados que serán considerados durante el diseño.

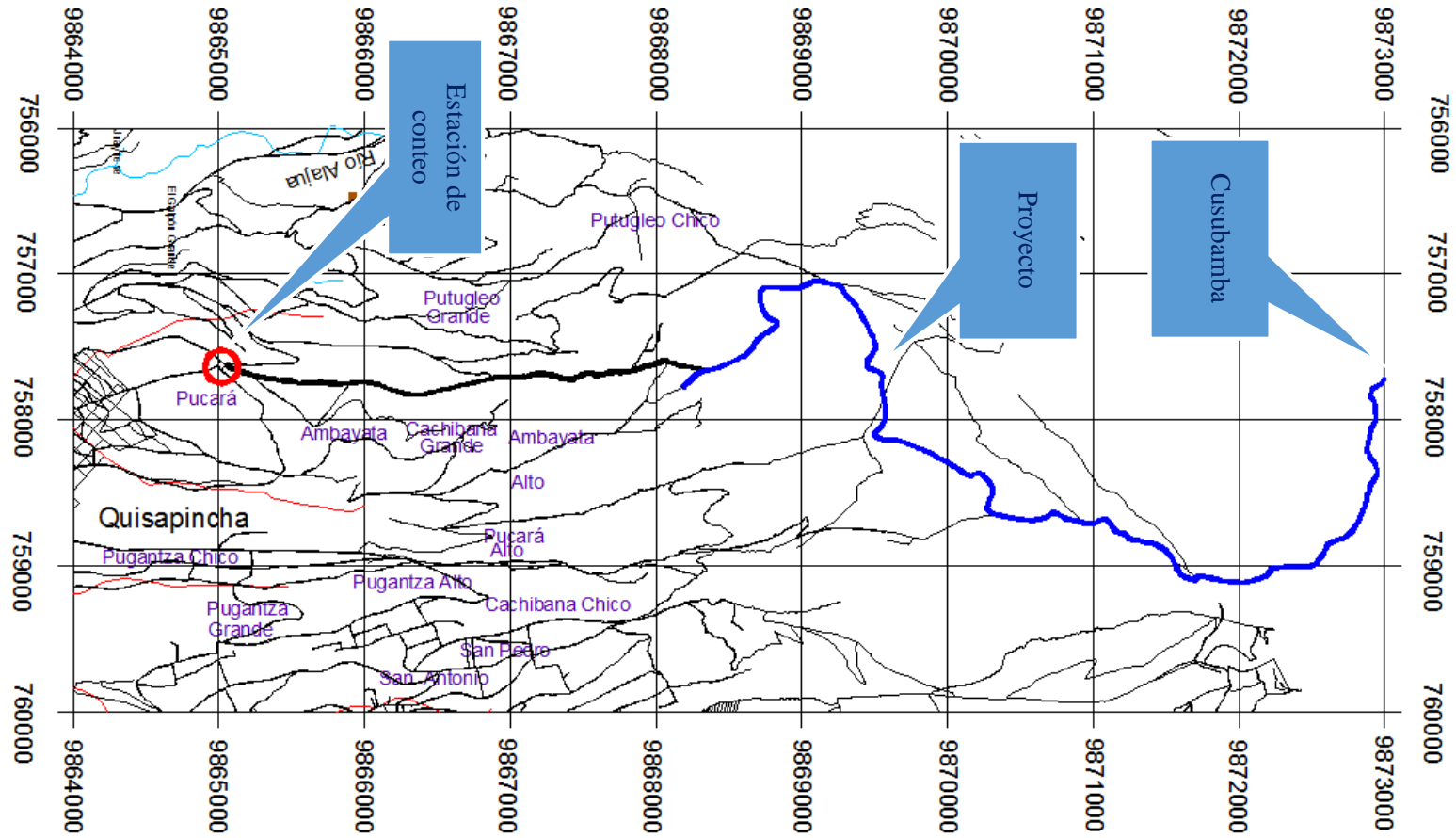
Los intervalos de tiempo que se tomó fueron de 15 minutos para determinar la hora pico con lo cual se estableció los siguientes volúmenes vehiculares.

A continuación se presenta un resumen del conteo vehicular actual, proyección del tráfico futuro.

Cuadro No. 25. Estación de conteo

ESTACIÓN	UBICACIÓN	SENTIDO
1	Plazoleta de Pucará	Conteo en los dos sentidos

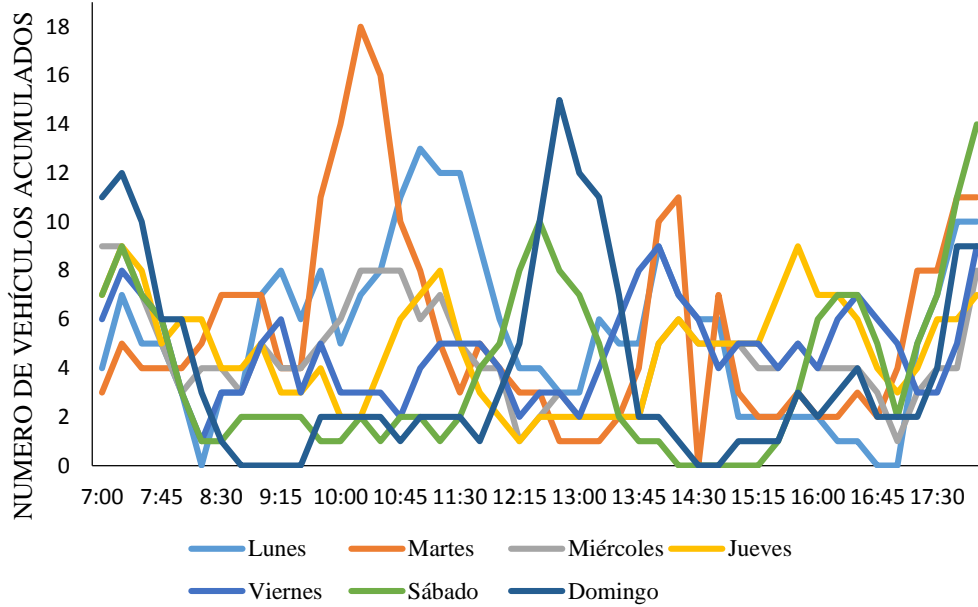
Gráfico No. 29. Ubicación de la estación de conteo



Fuente: Autor

Gráfico No. 30. Distribución de tráfico vehicular

Distribución del tráfico vehicular

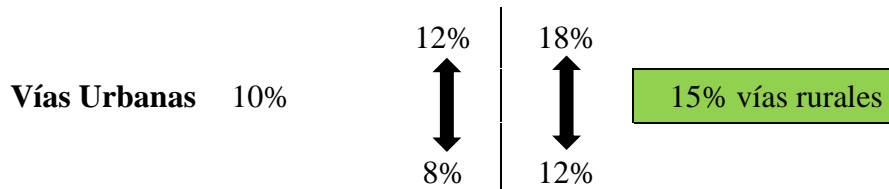


Fuente: Autor

Cálculo del Tránsito Actual

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

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



En la hora de mayor congestión del proyecto transitaron la siguiente cantidad vehículos:

Livianos: 18 Livianos

Buses: 0

Camiones: 1

$$\therefore \text{TPDA} = \text{VHP}/15 \%$$

Donde:

VHP= Volumen en hora pico

TPDA= Tráfico promedio diario anual

- Para vehículos livianos

$$\text{TPDA} = 18/0,15 = 120 \text{ veh}$$

Cuadro No. 26. Tráfico en hora pico

Tipo de vehículos	Vehículos en hora pico	Factor para vías urbanas	TPDA
Livianos	18	15 %	120
Buses	0	15 %	0
Camiones	1	15 %	7
TPDA=			127 veh

Fuente: Autor

Tráfico atraído (Ta)

Para el cálculo del tráfico generado se proyecta el TPDA actual a 1 año utilizando la fórmula general para el cálculo de tráfico futuro y considerando los respectivos índices de crecimiento.

Cuadro No. 27. Tasa de crecimiento de tráfico

TASAS DE CRECIMIENTO DEL TRAFICO i (%)				
Tipos de vehículo	PERIODOS			
	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030
Livianos	4.47%	3.97%	3.57%	3.25%
Buses	2.22%	1.97%	1.78%	1.62%
Pesados	2.18%	1.94%	1.74%	1.58%

Fuente: MOP, (2012)

Entonces:

Tráfico atraído (Ta)

$$Ta_{\text{Livianos}} = TPDA_{\text{actual}} * 10 \%$$

$$Ta_{\text{Livianos}} = 120 \text{ veh} * 10 \%$$

$$Ta_{\text{Livianos}} = 13 \text{ veh}$$

Cuadro No. 28. Tráfico atraído

Tipo de vehículos	TPDA actual	% Tráfico atraído	Tráfico atraído
Livianos	120	10,00 %	12
Buses	0	10,00 %	0
Camiones	7	10,00 %	1
Tráfico atraído (Ta)=			13 veh

Fuente: Autor

Cálculo tráfico actual (TA)

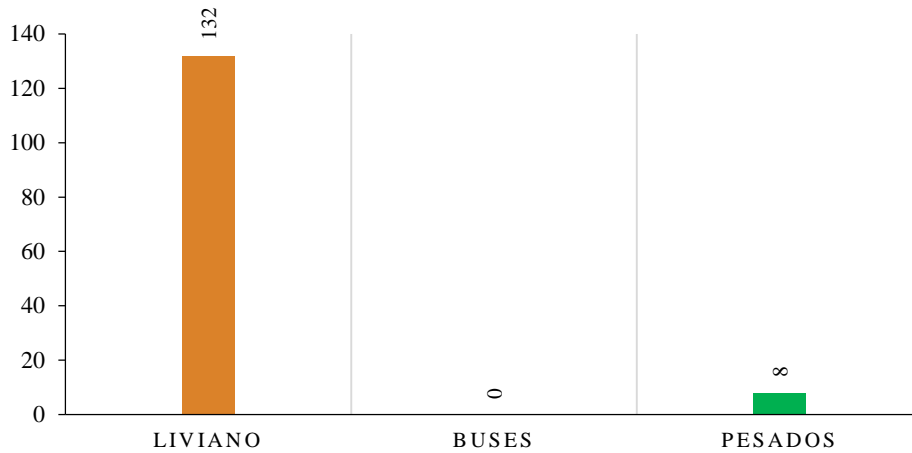
$$T_{\text{actual Livianos}} = TPDA_{1 \text{ año}} + T_a$$

Cuadro No. 29. Tráfico actual

Tipo de vehículo	TPDA actual	Tráfico atraído	Tráfico actual
Liviano	120	12	132
Buses	0	0	0
Pesados	7	1	8
Total tráfico actual =			140

Fuente: Autor

Gráfico No. 31. Composición del tránsito actual
**COMPOSICIÓN DEL TRÁNSITO
 ACTUAL**



Cálculo del tráfico futuro (Tf)

Es el cálculo que se estima alcanzar dentro del periodo de diseño y se obtiene de la sumatoria de las variantes de tráfico y su proyección en el periodo de diseño, que para este caso $n = 20$ años.

Determinación del tráfico futuro aplicando la fórmula general:

$$T_f = T_A * (1 + i)^n$$

Donde:

Tf = Tráfico futuro

TA = Tráfico actual

i = Tasa de crecimiento

n = Número de años de proyección

Cálculo para 20 años:

$$T_{f_{Livianos}} = T_{A_{Livianos}} * (1 + i)^n$$

$$T_{f_{Livianos}} = 132 * (1 + 0,0325)^{20}$$

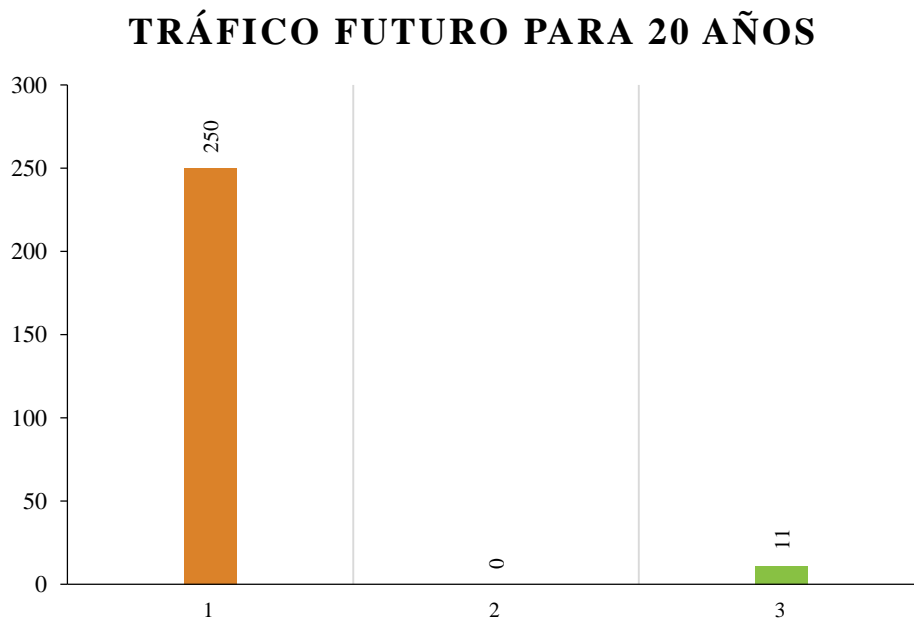
$$T_{f_{Livianos}} = 250 \text{ vehículos}$$

Cuadro No. 30. Cálculo del tráfico vehicular n = 20 años

Tipo de vehículo	Tráfico actual	Índice de crecimiento (i) 10 años	Periodo (n)	Tráfico futuro (20 años)
Liviano	138	3,25 %	20	250
Buses	0	1,62 %	20	0
Pesados	8	1,58 %	20	11
Total tráfico actual =				261

Fuente: Autor

Gráfico No. 32. Tráfico futuro para 20 años



Fuente: Autor

Tráfico proyectado

Se calcula el tráfico proyectado para determinar el tráfico que habrá en el futuro en un lapso máximo de 20 años debido a que es el periodo de análisis máximo para proyectos viales de bajo tráfico.

Cuadro No. 31. Cálculo del tráfico proyectado

Año	% Crecimiento			Transito Promedio Diario				W ₁₈ Acumulado
	Autos	Buses	Camiones	TPDA Total	Autos	Buses	Camiones	
2015	4,47%	2,22%	2,18%	140	132	0	8	3767
2016	3,97%	1,97%	1,94%	145	137	0	8	7534
2017	3,97%	1,97%	1,94%	151	143	0	8	11301
2018	3,97%	1,97%	1,94%	156	148	0	8	15068
2019	3,97%	1,97%	1,94%	163	154	0	9	19306
2020	3,97%	1,97%	1,94%	169	160	0	9	23544
2021	3,57%	1,78%	1,74%	172	163	0	9	27782
2022	3,57%	1,78%	1,74%	178	169	0	9	32020
2023	3,57%	1,78%	1,74%	184	175	0	9	36258
2024	3,57%	1,78%	1,74%	190	181	0	9	40496
2025	3,57%	1,78%	1,74%	197	187	0	10	45205
2026	3,25%	1,62%	1,58%	198	188	0	10	49914
2027	3,25%	1,62%	1,58%	204	194	0	10	54623
2028	3,25%	1,62%	1,58%	210	200	0	10	59332
2029	3,25%	1,62%	1,58%	217	207	0	10	64041
2030	3,25%	1,62%	1,58%	223	213	0	10	68750
2031	3,25%	1,62%	1,58%	230	220	0	10	73459
2032	3,25%	1,62%	1,58%	237	227	0	10	78168
2033	3,25%	1,62%	1,58%	246	235	0	11	83347
2034	3,25%	1,62%	1,58%	253	242	0	11	88526
2035	3,25%	1,62%	1,58%	261	250	0	11	93705

Fuente: Autor

4.1.4 Análisis de resultados del estudio de suelos

El estudio de suelos indica las características del terreno para el desarrollo del proyecto, con el reconocimiento preliminar de la vía se determinan las condiciones

generales del suelo e identificar el lugar donde se realizara las calicatas, con el fin de tomar muestras para realizar los ensayos.

Se tomó nueve muestras en los: Km 1+000, Km 2+000, Km 3+000, Km 4+000, Km 5+000, Km 6+000, Km 7+000 y Km 7+830, las mismas se llevaron al laboratorio especializado para realizar los ensayos. Los resultados de los estudios de suelos se presentan en los anexos.

Al haberse realizado el pertinente estudio de suelos, tomando muestras en 9 puntos de la vía, se han obtenido los siguientes resultados:

➤ **Compactación**

Cuadro No. 32. Ensayo de compactación y contenido de humedad

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			
Norma AASHTO T-180			
N DE POZO	ABSCISA	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (w%)	DENSIDAD SECA MÁXIMA(γ -gr/cm ²)
P1	1+000	32,50	1,280
P2	2+000	32,00	1,170
P3	3+000	29,00	1,250
P4	4+000	50,00	1,049
P5	5+000	48,00	1,062
P6	6+000	48,00	1,062
P8	7+000	57,00	0,93
P9	7+830	48,00	1,005

Fuente: Autor

Obteniendo de estos resultados un contenido de humedad promedio de 50.75% y una densidad seca promedio de 1.012 gr/cm³.

➤ **Límites de Atterberg**

Cuadro No. 33. Ensayo de límites de Atterberg

Ensayo Muestras	Límite liquido	Límite plástico	Índice plástico
Km 1+000	50,20	39,25	11,75
Km 2+000	50,90	38,10	11,50
Km 3+000	51,10	39,39	11,71
Km 4+000	54,20	47,10	7,10
Km 5+000	53,20	47,19	6,01
Km 6+000	53,20	47,19	6,01
Km 7+000	52,00	45,97	6,03
Km 7+830	50,00	41,92	8,08

Fuente: Autor

➤ **CBR de diseño**

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

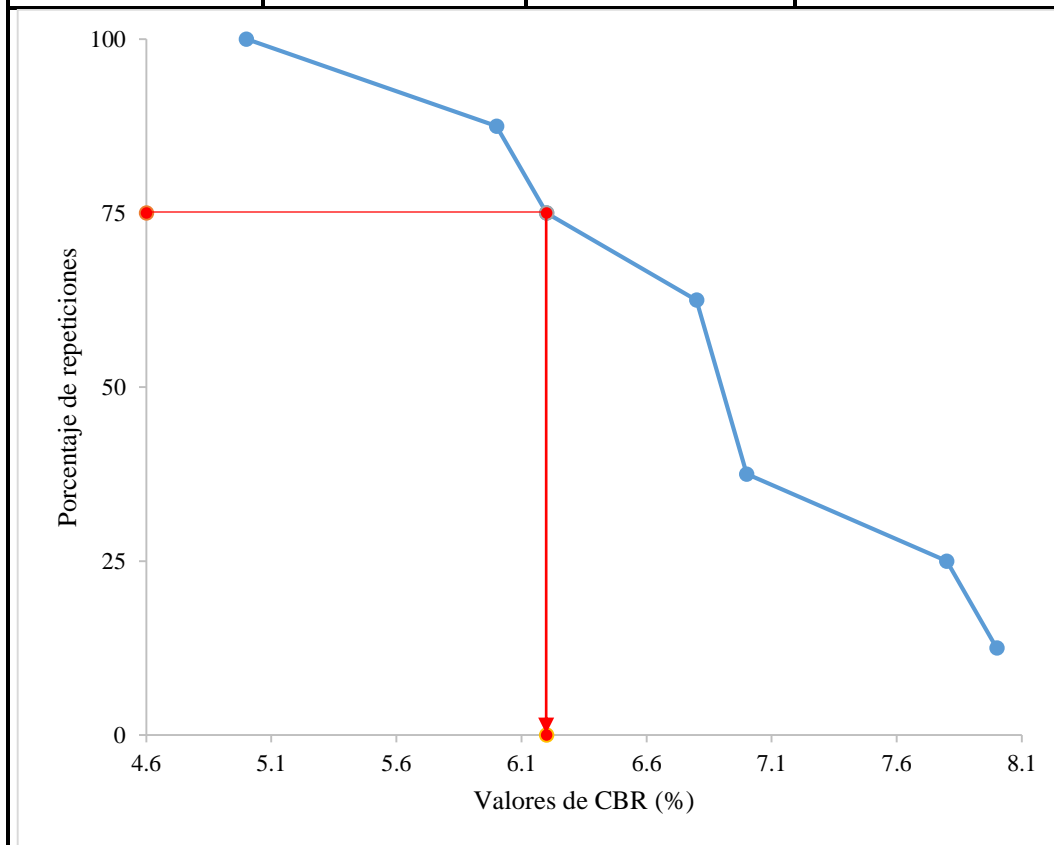
Cuadro No. 34. Valor de resistencia de diseño

Numero de ejes de 8,2 toneladas en el carril de diseño	Porcentaje a seleccionar para hallar la resistencia
$< 10^4$	60
$10^4 - 10^6$	75
$> 10^6$	87,5

Fuente: AASHTO, (1993)

El número de ejes equivalentes para el proyecto fue 2,09 E+4, por lo tanto según la tabla anterior el porcentaje que se utilizó para hallar la resistencia fue 75 %.

DISTRIBUCIÓN DE CBR			
Abscisa	Valor de CBR	# de CBR	% del CBR
K4	5,00	8	100
K1	6,00	7	87,5
K2	6,20	6	75,0
K5 – K6	6,80	4 - 5	62,5
K3	7,00	3	37,5
K8	7,80	2	25,0
K7	8,00	1	12,5



Conclusión: El CBR de diseño del proyecto es 6,20 %

Fuente: Autor

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.2.1 Interpretación de datos de las encuestas

Cuadro No. 35. Interpretación de datos de las encuestas

Pregunta No.	Descripción	Interpretación
1	¿Cómo calificaría usted el sistema vial en su sector?	El 24 % concuerdan que la vía se encuentran en regular estado, y el otro 69 % considera que la vía está en mal estado y un 6 % considera buena, en esta pregunta se da la importancia del mejoramiento de la vía que les permita movilizarse con tranquilidad.
2	¿Cuál es la frecuencia con la que Usted circula por la vía?	El 51 % coincide que el una vez por semana transita por esta vía por las condiciones actuales que se encuentra, el 11 % responde dos o más veces por semana, mientras que el 9 % de encuestados opinan que diariamente transitan por esta vía.
3	¿Cuál cree usted que es la causa para el mal estado vía?	El 54 % coincide que es por factores climáticos que se encuentre en mal estado la vía, el 29 % responde que es descuido de las autoridades, mientras que el 18 % de encuestados opinan que por escasa gestión de los habitantes.
4	¿Considera que existe un adecuado sistema de drenaje en su sector?	El 37 % piensa que tiene un adecuado sistema de drenaje, mientras que el 63 % está en acuerdo que no tiene un adecuado sistema de drenaje.
5	¿Cuál sería su aporte para que el proyecto se ejecute?	El 25 % de las respuestas fue que económica, el 75 % está dispuesto a prestar mano de obra para el proyecto se ejecute.
6	¿Cree usted que con el mejoramiento tendrá mayor seguridad para transportarse a su destino?	Al 74 % piensan que mejorara las seguridad para transportarse, seguido el 26 % que corresponde 22 habitantes no piensan que mejorara la seguridad.

7	¿Qué tipo de vehículo circula con mayor frecuencia por la vía?	Al 64 % de los encuestados mientras que el 18 % y 20 % utilizan la motocicleta y el automóvil para movilizarse en su sector y para las diferentes actividades que realizan diariamente, el 1 % indico que diariamente ocupan el bus.
8	¿Qué día considera usted que es el más transitado?	Al 24 % que se transita con mayor frecuencia por la vía el día martes, seguido de 15 habitantes que corresponden al 18 % los mismos que indican que es el día lunes, 16 habitantes que corresponde al 10 % que es el día viernes, 14 habitantes que corresponde al 17 % que es el día domingo, 8 habitantes que corresponde al 10 % indican que la vía es más transitada los días jueves, 7 habitantes que corresponde al 8 % se utiliza la vía con más frecuencia los días sábados.
9	¿Cuenta con servicios básicos como?	El 31 % que equivale a 71 encuestados cuentan con el agua potable, alcantarillado y energía eléctrica en sus viviendas necesaria para realizar sus actividades diarias, 13 % cuentan con línea telefónica en sus hogares.
10	¿A qué se dedica?	El 33 % que equivale a 28 habitantes se dedica a la agricultura, 21 % que equivale a 18 habitantes se dedica al trabajo de calzado, la gente que se dedica a plomero equivale 13 % que pertenece a los 28 habitantes y el 17 % de los encuestados se dedican al manejo de vehículos.
11	¿La vía una vez mejorada servirá para?	Los 21 habitantes se dedica a la agricultura que equivale 25 %, 29 habitantes tiene ganadería en sus terrenos cercano a la vía que equivale al 35 %, 19 habitantes se encuentra entusiasmados por la facilidad que tendrá de movilizarse por la vía ya que se será un beneficio.

Fuente: Autor

4.2.2 Interpretación de datos del estudio topográfico

Una vez realizado el estudio topográfico y con los datos obtenidos da como resultado que la topografía a lo largo del proyecto vial es ondulada ya que la mayor pendiente en el sentido longitudinal es de 11,48 % por lo cual supone moderado movimientos de tierra, en el proyecto se presentan ciertos tramos montañosos ya que su inclinación transversal está en el rango de 13° - 40°, la vía no tiene una correcta capacidad de drenaje tanto como en el sentido longitudinal y transversal.

4.2.3 Interpretación de datos del estudio de tráfico

Con los datos recopilados en campo se determinó el tráfico estimado de diseño clasificando los vehículos livianos y pesados que podrán circular por el proyecto.

El tránsito normal de la vía con mayor frecuencia fue de vehículos livianos, ya que por las condiciones actuales de la vía no permite que transiten vehículos pesados por la dificultad de camino de tierra y el pésimo estado que lleva manejar y por el inadecuado diseño geométrico de la vía.

Los vehículos pesados tienen su grado de importancia ya que por sus dimensiones y las cargas que transmiten de los ejes al pavimento influyen significativamente en el diseño estructural del pavimento.

En la clasificación del tipo de carretera del proyecto se empleó los datos del TPDA proyectado en 20 años de diseño que fue de 261 vehículos, según la tabla de clasificación de carreteras del MOP es de IV orden o camino vecinal ya que se encuentra dentro del rango de 100 a 300 vehículos.

4.2.4 Interpretación de datos del estudio de suelos

Por la longitud del proyecto se realizó 9 pozos a cielo abierto los cuales se obtuvieron las muestras necesarias para llevar al laboratorio, con lo que se determinó la clasificación, compactación y el CBR de diseño del 6,20 % considerando el valor de 75,00 % como percentil para el cálculo de la resistencia.

Según el siguiente cuadro se clasificó a la subrasante como mala.

Cuadro No. 36. Clasificación del suelo de acuerdo al C.B.R

C.B.R	Clasificación	
0 – 5	Muy mala	Subrasante
5 – 10	Mala	
11 – 20	Regular – Buena	
21 – 30	Muy buena	
31 – 50	Sub – base	Buena
51 – 80	Base	Buena
81 – 100	Base	Buena

Fuente: MOP, (2003)

Según este CBR de la subrasante, el suelo de fundación se categorizó como un suelo malo, analizando su granulometría según la SUCS el suelo se identificó como un limo de alta plasticidad arenoso (MH), propio de los suelos presentes en la zona del proyecto, características que fueron consideradas para el diseño de la estructura del pavimento.

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

4.3.1 Formulación de hipótesis

Hipótesis nula (H₀).- Es aquella en la que se asegura que los dos parámetros analizados son independientes uno del otro.

H₀: El diseño geométrico y el diseño estructural del pavimento de la vía Quisapincha – Cusubamba, de la parroquia Quisapincha del cantón Ambato, provincia de Tungurahua, no mejorará la calidad de vida de sus habitantes.

Hipótesis alternativa (H_a) ó hipótesis de investigación.- Es aquella en la que se asegura que los dos parámetros analizados si son dependientes.

H_a: El diseño geométrico y el diseño estructural del pavimento de la vía Quisapincha – Cusubamba, de la parroquia Quisapincha del cantón Ambato, provincia de Tungurahua, mejorará la calidad de vida de sus habitantes.

4.3.2 Cálculo del Chi – cuadrado χ^2 prueba

La fórmula de la prueba es:

$$\chi^2_{\text{calc}} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Donde:

f_o = Frecuencia del valor observado

f_e = Frecuencia del valor esperado

- **Elaboración de las tablas de contingencia**

Se elabora la tabla de contingencia con las frecuencias observadas, estas frecuencias son el resultado de la tabulación de dos preguntas significativas de la encuesta realizada a la muestra de la población.

Las preguntas escogidas fueron:

Pregunta N. 1: ¿Cómo calificaría usted el sistema vial en su sector?

Pregunta N. 2: ¿Cuál es la frecuencia con la que usted circula por la vía?

Cuadro No. 37. Frecuencias observadas

Pregunta 1 Pregunta 2	Mala	Regular	Buena	Total
Diariamente	5	6	1	12
Dos o más veces por semana	21	7	1	29
Una vez por semana	28	7	8	43
Total	54	20	10	84

Fuente: Autor

Las frecuencias teóricas o esperadas se obtienen de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Total de la columna para dicha celda} * \text{Total de fila para dicha celda}}{\text{Suma total de frecuencias observadas}} = \frac{12 * 54}{84}$$

Cuadro No. 38. Frecuencias esperadas

Pregunta 1 Pregunta 2	Mala	Regular	Buena	Total
Diariamente	7,71	2,86	1,43	16
Dos o más veces por semana	18,64	6,90	3,45	29
Una vez por semana	27,64	10,24	5,12	39
Total	52	22	10	84

Fuente: Autor

Aplicando la fórmula de Chi – cuadrado se obtiene:

Cuadro No. 39. Chi - cuadrado

Fo	fe	(fo – fe)²	$\frac{(fo - fe)^2}{fe}$
5,00	7,71	7,37	0,96
6,00	2,86	9,88	3,46
1,00	1,43	0,18	0,13
21,00	18,64	5,56	0,30
7,00	6,90	0,01	0,0013
1,00	3,45	6,01	1,74
28,00	27,64	0,13	0,0046
7,00	10,24	10,49	1,02
8,00	5,12	8,30	1,62
		x²	9,23

Fuente: Autor

- **Cálculo de grados de libertad (gl)**

Se refiere al número de valores que pueden ser asignados de forma arbitraria

Se calcula de la siguiente manera: $(r-1) * (k-1)$, donde r es el número de fila y k el número de columnas.

$$gl = (3 - 1) * (3 - 1) = 4$$

Nivel e significación (α)

Este parámetro es el complemento del nivel de confianza, es decir si queremos que la prueba posea un nivel de confianza del 90 %, por lo tanto el nivel de significación (α) será de 10 %.

Obtener el valor crítico o chi tabulado

Con los grados de libertad y el nivel de significancia se obtiene el valor X_{α} en la tabla de distribución Chi cuadrado.

Cuadro No. 40. Tabla de distribución de Chi-Cuadrado

Grados de libertad	Probabilidad de un valor superior					
	0,90	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,02	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	0,21	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60
3	0,58	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	1,06	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	1,61	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	2,20	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	2,83	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	3,49	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95
9	4,17	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59

Fuente:

Comparación entre el chi-cuadrado calculado y el valor crítico

La prueba del chi-cuadrado requiere la comparación entre los valores del x^2 (chi-cuadrado calculado) y el x_{α}^2 (chi-cuadrado tabulado), ya que si el valor estadístico de prueba x^2 es mayor que el valor tabular ($x^2 > x_{\alpha}^2$) la hipótesis nula (H_0) es rechazado, caso contrario, H_a es rechazada.

Del proyecto se obtuvo los siguientes valores:

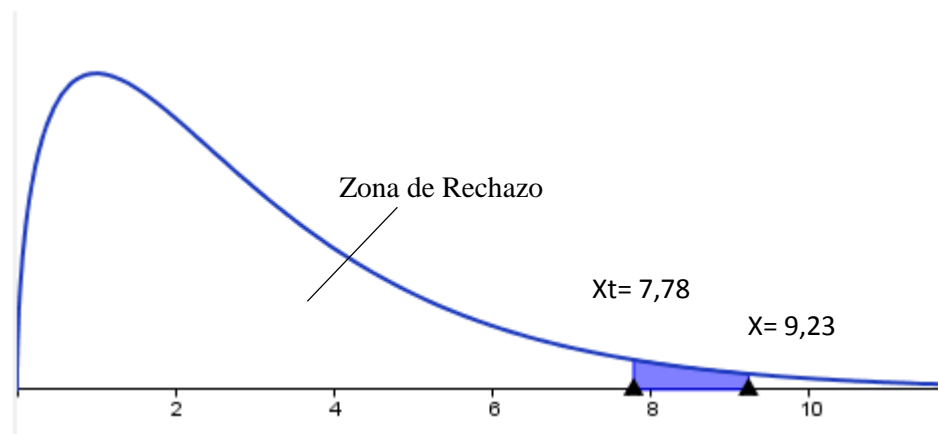
$$x^2 = 9,23 \quad x_t^2 = 7,78 \quad \therefore x^2 > x_t^2$$

El valor estadístico de prueba x^2 es mayor que el valor tabular x_t^2 , es así que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa o de investigación.

Ha: El diseño geométrico y el diseño estructural del pavimento de la vía Quisapincha – Cusubamba, de la parroquia Quisapincha del cantón Ambato, provincia de Tungurahua, mejorará la calidad de vida de sus habitantes.

En el siguiente gráfico se muestra la distribución de la prueba estadística del proyecto, usando un software para graficar la curva.

Gráfico No. 33. Distribución gráfica de la prueba Chi-Cuadrado



Fuente: Autor

4.3.3 Decisión

Como el valor del estadístico es mayor que el valor crítico, rechazamos **H₀** por lo cual se acepta la hipótesis alternativa **H₁**: “El diseño geométrico y el diseño estructural del pavimento de la vía Quisapincha – Cusubamba, de la parroquia Quisapincha del cantón Ambato, provincia de Tungurahua, mejorará la calidad de vida de sus habitantes”; y se brindará una solución al transporte a los habitantes de la zona con el correcto diseño geométrico de la carretera y un diseño estructural del pavimento.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La alternativa del diseño vial responde al análisis integral de los aspectos topográficos, ensayos de los suelos y normas para un correcto diseño geométrico horizontal y vertical.
- El trazado horizontal actual de la vía ha sido formado sin ningún criterio de diseño y carecen de ancho de calzada constante, esto conlleva al vehículo a tener dificultad al transitar y dando inseguridad al conductor.
- El ancho promedio de la calzada está entre 6,90 – 8,80 metros, no tiene el bombeo normal que exige las normas del MOP 2003 para el escurrimiento de las aguas superficiales hacia las cunetas.
- La falta de alcantarillas en la vía contribuye a que las aguas remanentes de las lluvias y regadíos se acumulen sobre la superficie causando que sea peligroso transitar con vehículos por la inestabilidad de la superficie.
- Con el levamiento topográfico de la carretera se tiene pendientes transversales que van desde el 4 % hasta del 46,1 %, el terreno se clasificó como ondulado montañoso.
- Las pendientes longitudinales de la vía varía desde el 2,80 % hasta el mayor que es del 11,40 %, en la mayoría de los tramos presenta pendientes del 5 – 25 %, característica propia de una carretera de IV orden.
- El tráfico obtenido en campo fue determinante para el cálculo del TPDA de diseño con lo cual se clasificó la carretera como de IV orden y facilitó la identificación de los datos necesarios para el diseño.

- La velocidad máxima con la cual se calculó los elementos geométricos de la vía es de 40 km/h, esta velocidad está en función de las condiciones topográficas y el tipo de carretera que presentó el proyecto.
- Para el proyecto, la velocidad de circulación que es de 34 km/h que es menor a la velocidad de diseño debido a la interferencia que se producirá entre los vehículos al momento de circular por la carretera.
- El radio mínimo donde el vehículo transite con seguridad será de 42 metros con un peralte máximo del 8 %.
- Se determinó que es un suelo limoso de alta plasticidad según la clasificación de la SUCS, con un Índice Plástico de 6,00 que significa que el suelo es de alta compresibilidad.
- Para el diseño del pavimento se ha tomado los valores de CBR obtenidos mediante ensayos de laboratorio, y con una confiabilidad del 75 % con la cual se diseñó la estructura del pavimento, el CBR de 6,20 % de la subrasante.
- El proyecto dará un mejor servicio de transporte a las comunidades aledañas por lo que el mejoramiento de la vía permitirá un desarrollo comercial entre las comunidades beneficiarias, directa e indirectamente.

5.2 RECOMENDACIONES

- Antes de realizar cualquier actividad del proyecto se debe socializar con los habitantes de las comunidades beneficiarias para que brinden toda la facilidad en las diferentes etapas del proyecto.
- Para el diseño de la vía se tomará en cuenta los siguientes factores externos: topografía, conformación geológica, volúmenes de tránsito actual y futuro, climatología e hidrología.
- Es fundamental que en el proceso constructivo se verifique la calidad de los materiales a emplearse, es decir que cumplan con las normativas de

construcción; controlar límites líquidos, índices plásticos, granulometrías y densidades máximas, para evitar contratiempos con la obra.

- En la colocación de la carpeta asfáltica se debe controlar el espesor, la temperatura de tendido y compactado para evitar la presencia de fisuras.
- Se deberá señalar de manera clara y visible los trabajos que se realizan en la vía; se debe procurar no dejar zanjas abiertas que sean un peligro para vehículos y peatones.
- Ubicar los letreros de señalización preventiva, reglamentaría e informativa en el trayecto del proyecto.
- Se recomienda implementar planes de mantenimiento vial, esto evitará que el deterioro de la vía y la acumulación de materiales en las obras de drenaje que se producirá problemas en la temporada de lluvias.
- Cumplir con las normas ambientales vigentes en la ley de Gestión Ambiental, Septiembre 2009.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Tema: El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Quisapincha – Cusubamba, de la parroquia Quisapincha del cantón Ambato, provincia de Tungurahua, y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

6.1 DATOS INFORMATIVOS

6.1.1 Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en la parroquia Quisapincha, en el cantón Ambato perteneciente a la provincia de Tungurahua. El inicio del proyecto se encuentra localizado a 3.4 Km de la comunidad de Pucara Grande y finaliza con el límite provincial con Cotopaxi, con una longitud total del proyecto de 8,02 kilómetros.

Cuadro No. 41. Ubicación geográfica del proyecto (Datum WGS 84)

Punto	Este	Norte	Cota (m.s.n.m)	Abscisa
Inicio	757967,47	9868609,43	3577,37	0+000
Final	757802,02	9873506,82	4067,95	8+020

Fuente: Autor

Límites de la parroquia Quisapincha

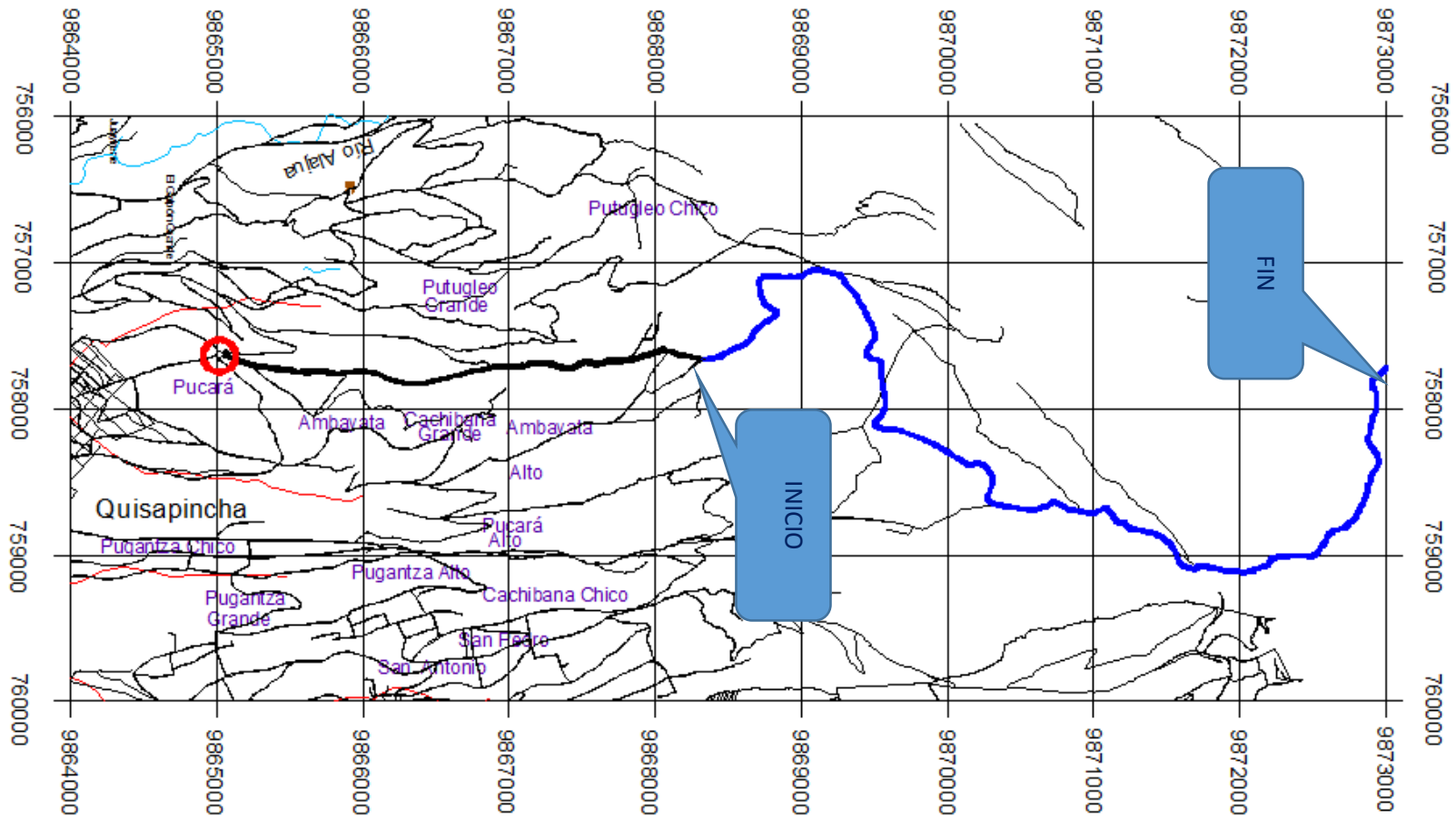
Norte: Con la provincia de Cotopaxi.

Sur: Con la parroquias de Pasa y Santa Rosa.

Este: Con las parroquias de San Bartolomé de Pinllo y Ambatillo.

Oeste: Con las parroquias de San Fernando y Pasa.

Gráfico No. 34. Ubicación del proyecto



Fuente: Autor

6.1.2 Población

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), la población obtenida en el último censo realizado en el año 2010, está distribuida de la siguiente manera:

Para la parroquia Quisapincha

Cuadro No. 42. Distribución de la población por zona de empadronamiento

Zona Urbana	Zona Rural	Total
-----	13.001	13.001

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, (2010)

Cuadro No. 43. Densidad poblacional de la parroquia Quisapincha

Población (hab)	Superficie (km ²)	Densidad (hab/ km ²)
13.001	119,9	108,43

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, (2010)

Cuadro No. 44. Tasa de crecimiento intercensal del 2010-2001-1990 por sexos

2010			2001			Tasa de crecimiento Anual 2001-2010		
H	M	Total	H	M	Total	H	M	Total
6.235	6.766	13.001	5.528	6.053	11.581	1,34 %	1,24%	1,29%

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, (2010)

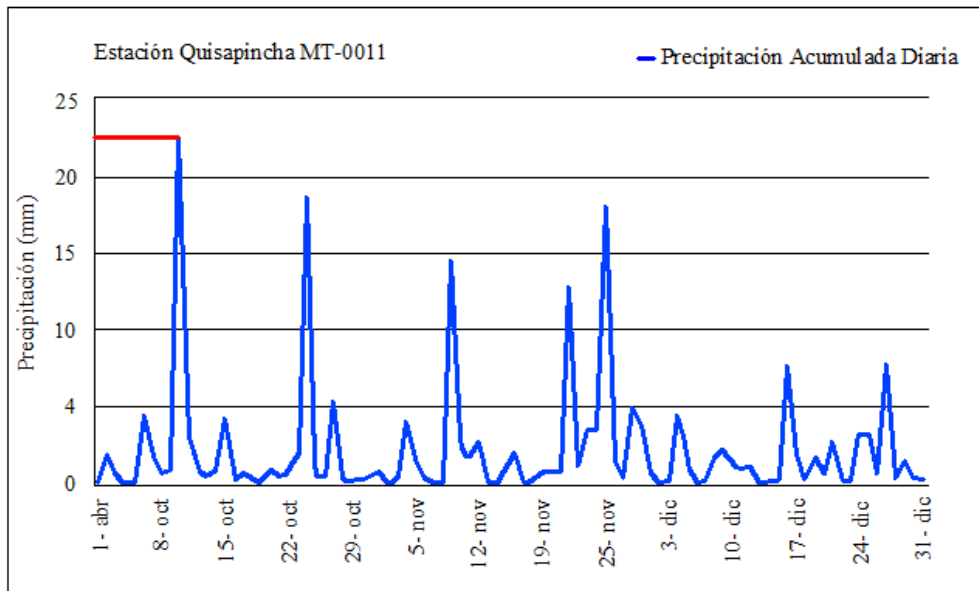
6.1.3 Condiciones climáticas

De la estación MT-0011 se destaca el siguiente comportamiento:

El día 10 de Octubre se presenta una lluvia de 23,10 mm en 24 horas, y en fecha 16 de Diciembre una intensidad máxima de 44,40 mm/hora. La precipitación promedio diaria del trimestre es 2,18 mm.

La dirección de viento predominante es del Sur con una velocidad promedio de 1,79 m/s. La velocidad máxima se presentó el día 14 de Noviembre con 3,53 m/s del Oeste.

Gráfico No. 35. Ubicación del proyecto



Fuente: Boletín Meteorológico Trimestral de Tungurahua

6.1.4 Análisis socioeconómico

En el sector rural en los últimos tiempos han logrado muchos cambios con respecto a los servicios básicos en el sector donde se encuentra el proyecto la gente cuenta con los siguientes servicios:

Educación.- En la zona de Quisapincha existen 17 escuelas hispanas y bilingües de la parroquia.

Salud.- En la zona de Quisapincha existe un sub centro con servicios médicos como un médico general, odontólogo y una enfermera que presta atención primaria de salud.

Vivienda.- La mayoría de gente tiene sus propios terrenos lo cual ha facilitado la construcción de viviendas y en algunas de ellas prestan los servicios de arriendo de locales lo que ayuda a tener ingresos económicos para sus dueños.

Servicios Básicos.- La gente cuenta con instalación eléctrica en sus viviendas como también lo que es agua potable y alcantarillado, la recolección de basura en el sector es adecuada ya que cuenta con contenedores.

Recolección de aguas pluviales.- En el proyecto a la falta de un adecuado sistema de recolección de aguas lluvias produce problemas en los moradores por la acumulación de aguas lluvia en la vía lo cual produce que se intransitable.

Producción.- La mayoría de las familias del sector trabaja en la agricultura y lo que es al calzado y confección de prendas de vestir con material de cuero ya que representa un alto ingreso económico.

Transporte.- La gente se transporta en vehículos a sus diferentes actividades diarias en el sector, siendo más utilizado las camionetas por la facilidad que les da en trasportar sus productos tanto como agrícolas y textiles.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La mayoría de los habitantes se dedican a la agricultura, las condiciones actuales en la que se encuentra la carretera dificultad el ingreso de los vehículos a los diferentes terrenos, lo que impide que sus productos lleguen en menor tiempo y mejores condiciones a los diferentes mercados.

La vía presenta irregularidades en su sección transversal como longitudinal, la falta de obras de drenaje adecuadas contribuye a que la carretera se deteriore aún más dando como consecuencia a que sea imposible transitar.

Con el diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la carretera permitirá mejorar las condiciones de transporte de sus habitantes y dar como resultado un fortalecimiento al desarrollo económico – productivo del sector.

6.3 JUSTIFICACIÓN

En el estado actual que presenta la carretera impide que sus habitantes se transporte con seguridad y comodidad con sus vehículos esto hace que transportar sus

productos agrícolas a los mercados tengan mayor dificultad y como consecuencia menor ingreso económico a sus familias.

Un adecuado diseño geométrico de la carretera que cumpla con las normas MOP 2003 permitirá que los habitantes transiten por mayor frecuencia y tengan la facilidad de transportar sus productos en menor tiempo a los diferentes destinos de la provincia y también la oportunidad de comercializar con la provincia de Cotopaxi ya que esta carretera se conecta con el límite provincial con la parroquia de Cusubamba.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 General

Realizar el diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Quisapincha – Cusubamba, de la parroquia Quisapincha del cantón Ambato, provincia de Tungurahua, para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

6.4.2 Específicos

- Realizar el diseño geométrico
- Diseñar la estructura del pavimento
- Diseñar el sistema de drenaje de la vía
- Elaborar el presupuesto referencial
- Elaborar el respectivo cronograma de trabajo

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Factibilidad técnica: El diseño está basado en el cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas por el MOP, al realizar el mejoramiento geométrico tanto horizontal como vertical permitirá brindar a los habitantes seguridad y comodidad al momento de transitar por la vía.

Factibilidad económica: Culminado los estudios de la carretera permitirá que los habitantes del sector presente los documentos respectivos a la entidad del GAD

cantonal de Ambato, para revisión y destinación de fondos para la ejecución del proyecto.

Factibilidad social: Con el diseño geométrico y con el diseño de la estructura del pavimento mejoran las condiciones de los habitantes del sector para transportar sus productos no solo a los mercados de Ambato sino también al sector de Cusubamba ya que la vía comunica estos dos sectores y facilitaría a que otras personas puedan viajar con mayor facilidad.

Factibilidad legal: Se aprovechara el trazado actual de la vía tomando en cuenta los diseños del proyecto por lo cual no habrá el problema de expropiación de terrenos a los habitantes con lo cual no habrá ningún problema legal en el futuro al momento de la ejecución del proyecto.

Factibilidad ambiental: Para alcanzar una mejor calidad de vida de los habitantes se debe minimizar los impactos que se producen por los procesos construcción de la carretera, estos no serán muy elevados ya que se utilizará el trazado de la carretera actual mejorándola con diseños adecuados tanto horizontal y vertical y con un adecuado diseño estructural del pavimento.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 Diseño geométrico

El diseño geométrico de carreteras es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido, la carretera queda geoméricamente definida por el trazado de su eje en planta y en perfil y por el trazado de su sección transversal. (Cárdenas, J. 2013. p.37)

Al definir la geometría de la vía el objetivo es diseñar una carretera que reúna las características apropiadas, con dimensiones y alineamientos tales que su capacidad resultante satisfaga la demanda del proyecto.

En la realización del diseño geométrico se empleó el software CIVIL 3D 2015 en la parte técnica, programa que permitió visualizar dinámicamente el diseño horizontal, vertical y transversal de la carretera lo que permitió optimizar tiempo y arrojar resultados de manera rápida.

6.6.2 Diseño de la estructura del pavimento

Es aquella estructura diseñada y construida para resistir el efecto de las cargas estáticas y dinámicas impuestas por el tránsito vehicular y los efectos del ambiente durante un período de tiempo determinado, puede estar compuesta por una o más capas de materiales de calidades diferentes ubicados entre el nivel de subrasante y rasante.²

Es determinar los espesores de la estructura del pavimento está basado en el nivel del tránsito como en las propiedades de los materiales, el período de desempeño de un pavimento está en función del nivel de serviciabilidad.

Para el tránsito una manera de convertir el efecto destructivo de las diferentes cargas de un tránsito mixto a un número equivalente de aplicaciones de ejes simples con una carga estándar de 18 kips (80 KN), para cada tipo de vehículo las cargas se obtiene de los factores de equivalencia de carga.

Confiabilidad es la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real igual o mejor que el previsto durante la vida de diseñado adoptado.

Niveles de serviciabilidad de una estructura de pavimento es la capacidad que tiene este de servir al tipo y volumen de tránsito para el cual fue diseñado.

La subrasante es la capa en la que se apoya la estructura del pavimento y la característica especial que define la propiedad de los materiales que componen la subrasante, se conoce como Módulo de resiliencia (Mr).

²

http://www.academia.edu/7812204/Dise%C3%B1o_de_Pavimentos_apuntes_de_l_curso

Drenaje, se utilizó la normativa AASHTO el cual delimita los coeficientes para el diseño y los factores que deben observarse con respecto al sistema de drenaje en la estructura del pavimento.

6.6.3 Sistema de drenaje

El drenaje consiste en la evacuación de las aguas de escorrentía o de flujo superficial y en ocasiones de las aguas freáticas lejos del área de influencia de la carretera, de forma rápida y controlada hasta su disposición final. De esta manera, se convierten en un soporte para el control de la erosión de taludes, además la protección en forma conveniente, segura y económica de la inversión realizada en la construcción, la vida de las personas y las propiedades.

En una carretera, el sistema de drenaje es el conjunto de obras que permite un manejo adecuado de los fluidos, para lo cual es indispensable considerar los procesos de captación, conducción y evacuación de los mismos.

Las estructuras de las carreteras que controlan el drenaje comprenden el pavimento, el ancho de la franja vial, los taludes, cunetas y contracunetas longitudinales y las alcantarillas.

El exceso de agua u otros fluidos en los suelos o en la estructura de una carretera, afecta sus propiedades geo mecánicas, los mecanismos de transferencia de carga, presiones de poros, subpresiones de flujo, presiones hidrostáticas, e incrementa la susceptibilidad a los cambios volumétricos. Por tal motivo, para la conservación de una carretera, se requiere una adecuada evacuación del agua, ya que esta es la principal causa del deterioro prematuro de la infraestructura vial (INVIAS, 2006)

6.7 METODOLOGÍA

6.7.1 Diseño geométrico

Estudio topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico con estación total, el ancho de la faja es de 80 m tomando en cuenta desde el eje de la carretera en ambos lados, y considerando puntos de desnivel del terreno.

Las curvas de nivel se procesó tomando en cuenta los intervalos del nivel del terreno, una vez editado la interpolación o triangulación se obtienen las curvas de nivel cuyos intervalos en las curvas menores son de 1,00 metro y las curvas mayores cada 5,00 metros.

Una carretera de IV orden o camino vecinal	
Características	Valores
Velocidad de diseño	40 Km/h
Radio mínimo de curvas horizontales	42 m
Distancia de visibilidad para parada	40 m
Distancia de visibilidad para rebasamiento	150 m
Peralte para $V_d \leq 50$ Km/h	8 %
Coefficiente K para curva vertical convexa	4
Coefficiente K para curva vertical cóncava	6
Gradiente longitudinal mínima	0,5 %
Ancho de pavimento	6,00 m

6.7.1.1 Diseño horizontal

Velocidad de diseño (Vd)

Para una carretera de IV la velocidad de diseño máxima es de 60 km/h, puesto que la topografía prevaleciente en el sector fue ondulada con ciertos tramos montañosos.

$V_d = 40$ Km/h (Asumida)

Velocidad de circulación (V_c)

$$V_c = 0,8 V_d + 6,5 \text{ cuando TPDA} < 1000$$

$$V_c = (0,8 * 40 \text{ Km/h}) + 6,5$$

$$V_c = 38,5 \text{ Km/h} \approx 40 \text{ Km/h}$$

Distancia de visibilidad de parada (D_p)

$$D_p = d_1 + d_2$$

$$d_1 = 0,70 * V_c$$

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

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

$$D_p = 0,7 * V_c + \frac{V_c^2}{254 * f}$$

Donde:

D_p = Distancia de visibilidad de parada (m)

d_1 = Distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (m)

d_2 = Distancia de frenado (m)

V_c = Velocidad de circulación (Km/h)

f = Coeficiente de fricción longitudinal

$$f = \frac{1,15}{34^{0,3}} = 0,399 \approx 0,40$$

$$D_p = 0,7 * 40 \text{ km/h} + \frac{(40 \text{ km/h})^2}{254 * 0,40}$$

$$D_p = 43,748 \text{ m} \approx \mathbf{45 \text{ m}}$$

Distancia de visibilidad de rebasamiento D_r

$$D_r = 9,54 V - 218 \text{ (Cuando } 30 < V < 100)$$

Donde:

D_r = Distancia de visibilidad de rebasamiento (m)

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

$$D_r = 9,54 * 40 \text{ km/h} - 218$$

$D_r = 163,60 \text{ km/h}$, el valor establecido según el MOP (ver cuadro No. 7) la distancia de visibilidad de rebasamiento escogida fue:

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

Radio mínimo de curvas horizontales

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

Donde:

R = Radio de diseño (m)

f = Coeficiente máximo de fricción lateral

e = peralte de la curva (%)

$$R = \frac{40^2}{127 (0,08 + 0,225)}$$

$R = 41,306 \text{ m} \approx 42 \text{ m}$ (ver cuadro No. 8 radios mínimos en función según MOP)

Peralte máximo

La carretera es de IV o camino vecinal con una velocidad de diseño de 40 Km/h según establecido en las normas de diseño geométrico de carreteras del MOP el valor del peralte máximo es de 8 %.

Elemento de curvas circulares

Para el cálculo típico se ha escogido la curva circular No. 34 que se diseñó con radio de curvatura de 260 m.

Grado de curvatura (Gc)

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

$$\frac{Gc}{20} = \frac{360}{2 * \pi * 260}$$

$$Gc = 4^{\circ} 24' 26,56''$$

Ángulo central (Δ)

Para esta curva el ángulo central $\Delta = \alpha = 19^{\circ} 10' 37''$

Longitud de curva (Lc)

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

$$Lc = \frac{\pi * 260 * 19^{\circ} 10' 37''}{180}$$

$$Lc = 86.62 \text{ m}$$

Tangente o subtangente (ST)

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

$$ST = 260 * \tan\left(\frac{19^{\circ} 10' 37''}{2}\right)$$

$$ST = 43,92 \text{ m}$$

External (E)

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

$$E = 260 * \left[\frac{1}{\cos\left(\frac{19^{\circ} 10' 37''}{2}\right)} - 1 \right]$$

$$E = 3,68 \text{ m}$$

Flecha (F) u ordenada media

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

$$F = 260 * \left[1 - \cos\left(\frac{19^{\circ} 10' 37''}{2}\right) \right]$$

$$F = 3,63 \text{ m}$$

Cuerda larga (CL)

$$CL = 2 * R * \left[\text{sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right) \right]$$

$$CL = 2 * 260 * \left[\text{sen}\left(\frac{19^{\circ} 10' 37''}{2}\right) \right]$$

$$CL = 87.02 \text{ m}$$

Calcular el abscisado de los puntos principales de la curva circular:

$$PC = PI - ST \therefore PI = PC + ST$$

$$PC = 5 + 574,55$$

$$+ ST = 43,92$$

$$PI = 5 + 618,47$$

$$PT = PC + LC$$

$$\begin{aligned}
 PC &= 5 + 574,55 \\
 + LC &= \quad 87,02 \\
 \hline
 PT &= 5 + \mathbf{661,57}
 \end{aligned}$$

6.7.1.2 Diseño vertical

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

Calculo de Lcv

$$PCV = 2 + 631,86$$

$$PTV = 2 + 741,86$$

$$Lcv = PTV - PCV$$

Donde

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

$$PTV = 2 + 741,86$$

$$- PCV = 2 + 631,86$$

$$Lcv = \mathbf{0 + 110,00}$$

Abscisa del PIV

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

$$PCV = 2 + 631,86$$

$$+ \frac{Lcv}{2} = \quad 55,00$$

$$PIV = \mathbf{2 + 686,86}$$

Gradientes de entrada y salida g1 y g2 respectivamente

$$\text{Cotas PCV} = 3760,89 \text{ m}$$

$$\text{Abcisas PCV} = 2 + 631,86$$

$$\text{PIV} = 3752,15 \text{ m}$$

$$\text{PIV} = 2 + 686,86$$

$$\text{PTV} = 3755,78 \text{ m}$$

$$\text{PTV} = 3 + 741,86$$

$$g_1 = \frac{\text{Cotas (PIV - PCV)}}{\text{Abscisa (PIV - PCV)}} * 100$$

$$g_1 = \frac{3752,15 - 3750,89}{2 + 686,86 - 2 + 631,86} * 100 = 2,29 \%$$

$$g_2 = \frac{\text{Cotas (PTV - PCV)}}{\text{Abscisa (PTV - PCV)}} * 100$$

$$g_2 = \frac{3755,78 - 3752,15}{2 + 741,86 - 2 + 686,86} * 100 = 6,60 \%$$

Diferencia algebraica de gradientes (A)

$$A = g_2 - g_1$$

$$A = 6,60 - 2,29 = 4,31$$

Longitud de curva

Para una curva convexa la longitud de curva es $L = K * A$, el coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales – convexas según el cuadro No. 13 es $K = 12$.

$$K_{\text{calc}} = \frac{L_{\text{cv}}}{A} = \frac{110}{4,31} = 25,52$$

Y la longitud mínima para curvas convexas es $L_{\text{mín}} = 0,60 * V_d$, siendo V_d la velocidad de diseño.

$$L_{\text{mín}} = 0,60 * 40 \text{ km/h} = 24 \text{ m}$$

$$L_{\text{CV}} = 110 \text{ m} \therefore L_{\text{CV}} > L_{\text{mín}} \text{ O.k}$$

6.7.2 Diseño del Pavimento

Método AASHTO 93

El procedimiento de diseño para un pavimento flexible según el método AASHTO, se basa en el número estructural SN que representa la resistencia estructural de un pavimento, se proyecta para que resista un determinado número de cargas durante su vida útil.

La ecuación AASHTO – 93 toma la siguiente forma:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_0 + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.10}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

Descripción de las variables que intervienen en el método de la AASHTO:

Periodo de diseño

Se define como el tiempo de vida útil que se mide entre la construcción o rehabilitación del pavimento, para el cual se determinan las características funcionales de los pavimentos flexibles, que permitan la circulación de los vehículos en unas condiciones buenas de operación, durante el tiempo de diseño del proyecto.

En función de la importancia de la vía el periodo de diseño será mayor al de la vida útil del pavimento, porque incluye en el análisis al menos una rehabilitación o reconstrucciones por recrecimiento esperado del tráfico, por lo tanto esta será superior a 20 años. Los periodos de diseño recomendados por la AASHTO se muestran en la tabla siguiente:

Cuadro No. 45. 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) es la probabilidad de que el sistema estructural que forma el pavimento cumpla su función prevista dentro de su vida bajo las condiciones medio ambiente y a la estimación de un número de repeticiones de cargas (W_t) que tiene lugar en ese lapso. La incertidumbre siempre ha sido tenida en cuenta a través del uso de coeficientes de seguridad (Z_R), cuando mayor es la incertidumbre, mayor es los coeficientes de seguridad.

La aplicación de estos coeficientes de seguridad puede hacer que el pavimento resulte sobre o subdimensionado, dependiendo de las magnitudes de los coeficientes de seguridad y de la sensibilidad de los procedimientos de diseño.

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

Cuadro No. 46. Niveles recomendados de confiabilidad

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

Fuente: AASHTO, (1993)

Seleccionado el valor de R que el diseñador considere adecuado, se busca el coeficiente de seguridad Z_r del cuadro siguiente:

Cuadro No. 47. Factor de desviación normal

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

Fuente: AASHTO, (1993)

Desviación estándar global S_o

Una vez elegido un nivel de confianza, estos 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 curvan real de comportamiento del pavimento. El rango de desviación estándar sugerido por AASHTO se encuentra entre los siguientes valores:

Cuadro No. 48. Factor de corrección de la desviación estándar

Condición de diseño	Desviación Estándar
Para pavimentos flexibles	0.40-0.50
En construcción nueva	0.35-0.40
En sobre – capas	0.50

Fuente: AASHTO, (1993)

Se recomienda usar **0.45**.

Módulo de Resiliencia M_r (característico de la Subrasante)

La subrasante es la capa en la que se apoya la estructura del pavimento y la característica especial que define la propiedad de los materiales que componen la subrasante, se conoce como Modulo de Resiliencia (M_r). La guía AASHTO, reconoce que muchas agencias no poseen los equipos para determinar el módulo resiliente de la subrasante y propone el uso de la conocida correlación con el CBR.

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

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

$$M_r \text{ (psi)} = 4326 * \ln CBR + 241 \text{ (para suelos granulares utilizada por la AASHTO)}$$

El CBR de la subrasante del proyecto es 6.2%, por lo tanto el módulo de resiliencia se lo calculó con la expresión $CBR < 10\%$:

$$M_r \text{ (psi)} = 1500 * CBR$$

$$M_r \text{ (psi)} = 1500 * 6.2$$

$$M_r \text{ (psi)} = 9300 \text{ psi}$$

Índice de serviciabilidad (PSI)

La serviciabilidad de una estructura de pavimento, es la capacidad que tiene este de servir al tipo y volumen de tránsito para el cual fue diseñado.

El índice de servicio inicial PSI_o está en función directa del diseño del pavimento y de la calidad que se construye la carretera en los pavimentos flexibles estudiados por la AASHTO, el pavimento nuevo alcanzó un valor medio de $PSI_o = 4.2$.

El índice de servicio final PSI_f va en función de la categoría de la carretera y se basa en el índice más bajo que pueda ser tolerada antes de que sea necesario efectuar una rehabilitación o una reconstrucción y al criterio del diseñador.

Normalmente son los siguientes:

Cuadro No. 49. Índice de servicio final

Tipo de vía	(PSI_o)
Vías con características de autopistas y troncales de mucho tráfico	2.5-3.0
Vías con características de autopistas urbanas y troncales de intensidad de tráfico normal, así como para autopistas interurbanas	2.0-2.5
Vías locales, ramales, secundarias y agrícolas	1.8-2.0

Fuente: AASHTO, (1993)

Para el cálculo se usan dos índices PSI_o inicial y el índice final PSI_f , mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta PSI = PSI_o - PSI_f$$

Donde:

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final o terminal deseado

PSI_o = Índice de servicio inicial

PSI_o = Índice de servicio final

Para el proyecto:

$$\Delta PSI = PSI_o - PSI_f$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0 = 2.2$$

Análisis de tráfico

El tráfico de los vehículos es transmitido al pavimento mediante dispositivos de apoyo multiruedas, para determinar el número de repeticiones de cada tipo de eje durante el periodo de diseño, se realizará de un tráfico inicial que es recopilado en el campo a través de un conteo manual, para transformar el conteo en Cargas de Ejes Equivalentes Simples la carga equivalente según la AASHTO es de 8.2 Ton (80Kn o 18 kips), esta carga se tomará en cuenta sobre una superficie mayor, con el fin de reducir las tensiones y deformaciones que se producen al interior de la superestructura.

Volúmenes de camiones

En los estudios de volúmenes de tránsito para el diseño de una vía es muy útil conocer la composición y variación de los distintos tipos de vehículos, los porcentajes de automóviles, de autobuses y de camiones que circulen dependerá el tipo de carga actuante para el análisis, en lo cual se realizara un ajuste para la combinación de cargas.

Peso de camiones

La información más importante en cuanto al tráfico se refiere es la manera como se aplicara la carga sobre el pavimento, es decir cuántos ejes, y de qué tipo son esos ejes (número de ruedas por eje, separación entre ejes, etc.)

Factor de daño FD

Los factores de daño fueron recopilados del cuadro demostrativo de cargas útiles permisibles del Departamento de Pesos, Medidas y Peaje de la Dirección de Mantenimiento Vial del MTOP en el Ecuador

La vía en estudio tiene dos carriles, se consideró 50% del tránsito de camiones para el carril de diseño (FD), la cantidad de automóviles (livianos) no se considera para los cálculos.

$$\text{Eje simple} \rightarrow \left(\frac{P}{6,6}\right)^4 = \left(\frac{8}{6,6}\right)^4 = 0,135$$

$$\text{Eje simple doble} \rightarrow \left(\frac{P}{6,6}\right)^4 = \left(\frac{8}{6,6}\right)^4 = 0,906$$

$$\text{Factor de daño} = 0,135 + 0,906 = 1,041$$

Cuadro No. 50. Factores de daño según el tipo de vehículo FD

Tipo	Simple		Simple doble		Tándem		Tridem		FD
	Ton	$\left(\frac{P}{6,6}\right)^4$	Ton	$\left(\frac{P}{8,2}\right)^4$	Ton	$\left(\frac{P}{15}\right)^4$	Ton	$\left(\frac{P}{23}\right)^4$	
Bus	4	0,135	8	0,906					1,041
C-2P	2,5	0,021							1,29
	7	1,265							
C - 2G	6	0,680	11	3,24					3,92
C-3	6	0,680			18	2,08			2,75
C-4	6	0,680					25	1,40	2,08
C - 5	6	0,680			18	2,08			2,76
C - 6	6	0,680			18	2,08	25	1,40	4,16

Fuente: MTOP, 2012

Factor de distribución por dirección DD

El carril de diseño es aquel que recibe el mayor número de (ESAL. Equivalente Simple Axial Load). Para caminos con varios números de carriles de diseño será el más externo, dado que los camiones y por lo tanto la mayor parte de los ESAL, usan ese carril.

Cuadro No. 51. 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)

A menos que existan consideraciones especiales, se considera una distribución del 50% del tránsito para cada dirección.

Factor de distribución por carril DC

Se define por el carril de diseño aquel que recibe el mayor número de (ESAL. Equivalente Simple Axial Load). Para un camino de dos carriles, cualquiera de los dos puede ser carril de diseño, ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza por ese carril.

Cuadro No. 52. Factor de distribución por carril DC

Factor de distribución direccional DC	
N. de carriles en una direcciones	% de ejes simples equivalentes de 8.2 Ton en el carril de diseño DC
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4 o mas	50 – 75

Fuente: AASHTO, (1993)

El número acumulado de ejes equivalentes simples de 8.2 Ton ó 18 kips acumulados al final del periodo de diseño, calculado por carril, se obtendrá por medio de la siguiente ecuación:

$$W_{t18} = \sum TPDA_{vehiculos\ pesados} * FD * DD * DC * 365$$

Donde:

W_{t18} = Numero de ejes equivalentes de 8.2 Ton en el primer año

$TPDA_{\text{Vehículos pesados}}$ = # de vehículos pesados que conforman el 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

➤ **Calculo del número de ejes equivalentes acumulados**

$$W_{t18} = \sum TPDA_{\text{Vehículos pesados}} * FD * 365$$

Periodo de diseño n = 20 años

$$W_{18 \text{ Parcial}} = (TPDA_{\text{Buses}} * FD * 365) + (TPDA_{\text{Pesados}} * FD * 365)$$

$$W_{18 \text{ Parcial}} = (0 * 1,041 * 365) + (11 * 1,29 * 365)$$

$$W_{18 \text{ Parcial}} = 5179$$

$$W_{18 \text{ Acumulado}} = \sum W_{18} \text{ hasta el periodo de diseño}$$

$$W_{18 \text{ Acumulado}} = 5179 + 88526$$

$$W_{18 \text{ Acumulado}} = 93705$$

Por carril de diseño:

$$W_{18 \text{ Carril}} = W_{18} * DC$$

$$W_{18 \text{ Carril}} = 93705 * 0,50$$

$$W_{18 \text{ Carril}} = 46853$$

Cuadro No. 53. Número de ejes equivalentes a 8.2 Ton

Año	% Crecimiento			Tránsito Promedio Diario				Camiones					W ₁₈ Parcial	W ₁₈ Acumulado	W ₁₈ Carril de diseño
	Autos	Buses	Camiones	TPDA Total	Autos	Buses	Camiones	C-2P	C-2G	C-3	C-4	C-5			
2015	4,47%	2,22%	2,18%	140	132	0	8	8	0	0	0	0	3767	3767	1884
2016	3,97%	1,97%	1,94%	145	137	0	8	8	0	0	0	0	3767	7534	3767
2017	3,97%	1,97%	1,94%	151	143	0	8	8	0	0	0	0	3767	11301	5651
2018	3,97%	1,97%	1,94%	156	148	0	8	8	0	0	0	0	3767	15068	7534
2019	3,97%	1,97%	1,94%	163	154	0	9	9	0	0	0	0	4238	19306	9653
2020	3,97%	1,97%	1,94%	169	160	0	9	9	0	0	0	0	4238	23544	11772
2021	3,57%	1,78%	1,74%	172	163	0	9	9	0	0	0	0	4238	27782	13891
2022	3,57%	1,78%	1,74%	178	169	0	9	9	0	0	0	0	4238	32020	16010
2023	3,57%	1,78%	1,74%	184	175	0	9	9	0	0	0	0	4238	36258	18129
2024	3,57%	1,78%	1,74%	190	181	0	9	9	0	0	0	0	4238	40496	20248
2025	3,57%	1,78%	1,74%	197	187	0	10	10	0	0	0	0	4709	45205	22603
2026	3,25%	1,62%	1,58%	198	188	0	10	10	0	0	0	0	4709	49914	24957
2027	3,25%	1,62%	1,58%	204	194	0	10	10	0	0	0	0	4709	54623	27312
2028	3,25%	1,62%	1,58%	210	200	0	10	10	0	0	0	0	4709	59332	29666
2029	3,25%	1,62%	1,58%	217	207	0	10	10	0	0	0	0	4709	64041	32021
2030	3,25%	1,62%	1,58%	223	213	0	10	10	0	0	0	0	4709	68750	34375
2031	3,25%	1,62%	1,58%	230	220	0	10	10	0	0	0	0	4709	73459	36730
2032	3,25%	1,62%	1,58%	237	227	0	10	10	0	0	0	0	4709	78168	39084
2033	3,25%	1,62%	1,58%	246	235	0	11	11	0	0	0	0	5179	83347	41674
2034	3,25%	1,62%	1,58%	253	242	0	11	11	0	0	0	0	5179	88526	44263
2035	3,25%	1,62%	1,58%	261	250	0	11	11	0	0	0	0	5179	93705	46853

Fuente: Autor

Determinación de los espesores de la sección multicapa

El procedimiento de diseño según el método AASHTO, se basa en un número estructural que representa la resistencia estructural de un pavimento con relación a los otros factores como son: valor soporte del suelo (CBR), carga total equivalente a ejes simples.

La siguiente ecuación se utilizó para obtener los espesores de cada 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:

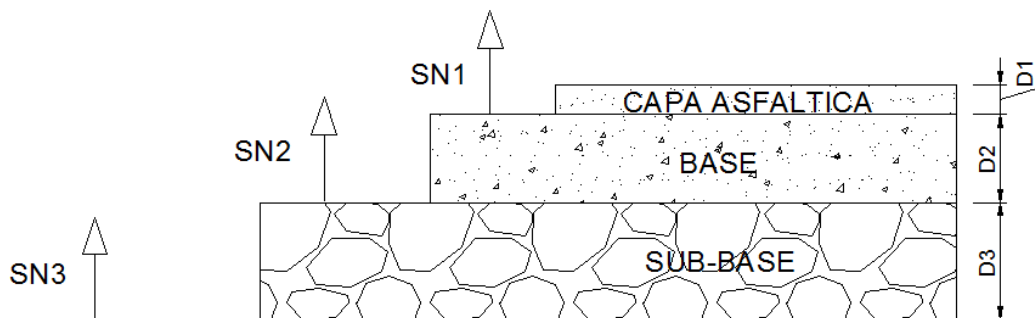
SN= Número estructural

a_1 , a_2 y a_3 = Coeficientes estructurales de la capa, 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.

Gráfico No. 36. Espesores de las capas de pavimento



Fuente: Guía técnica de pavimentos, (Ing.Fricson Moreira)

En el siguiente cuadro se muestra los espesores mínimos para cada capa:

Cuadro No. 54. Espesores mínimos en función de los ejes equivalentes

Ejes Equivalentes	Carpeta asfáltica (plg)	Bases granulares y/o sub-base granular (plg)
Menos de 50.000	1,0 ó 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	6,0
Mayor a 7`000.000	4,0	6,0

Fuente: AASHTO, (1993)

En el caso del proyecto según el $W_{t18 \text{ acumulado}} = 46853$ el espesor mínimo de la carpeta asfáltica es de 2,0 plg y de la base y sub-base es de 4,0 plg

➤ **Cálculo de los coeficientes estructurales**

Coefficientes estructurales de la carpeta asfáltica a_1

En el caso del proyecto no se dispuso del módulo de la elasticidad de la mezcla asfáltica razón por la cual se empleó la estabilidad de Marshall para obtener el coeficiente, la estabilidad de Marshall mínima escogida fue 1800 lb.

Cuadro No. 55. Estabilidad Marshall

Tipo de trafico	Muy pesado		Pesado		Medio		Liviano	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Crterios Marshall	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
No. De golpes/cara	75		75		50		50	
Estabilidad (libras)	2200	----	1800	----	1200	----	1000	2400
Flujo (pulgadas/100)	8	14	8	14	8	16	8	16
% de vacíos en mezcla								
Capa de rodadura	3	5	3	5	3	5	3	5
Capa intermedia	3	8	3	8	3	8	3	8
Capa de base	3	9	3	9	3	9	3	9
% Vacíos agregados	VER TABLA 405-5.5							
Relación filler/betún	0.8	1.2	0.8	1.2				
% Estabilidad retenida luego 7 días en agua temperatura ambiente.								
Capa de rodadura	70	----	70	----				
Intermedia	60	----	60	----				

Fuente: Especificaciones Generales para Caminos y Puentes del MOP

Clasificación del tráfico

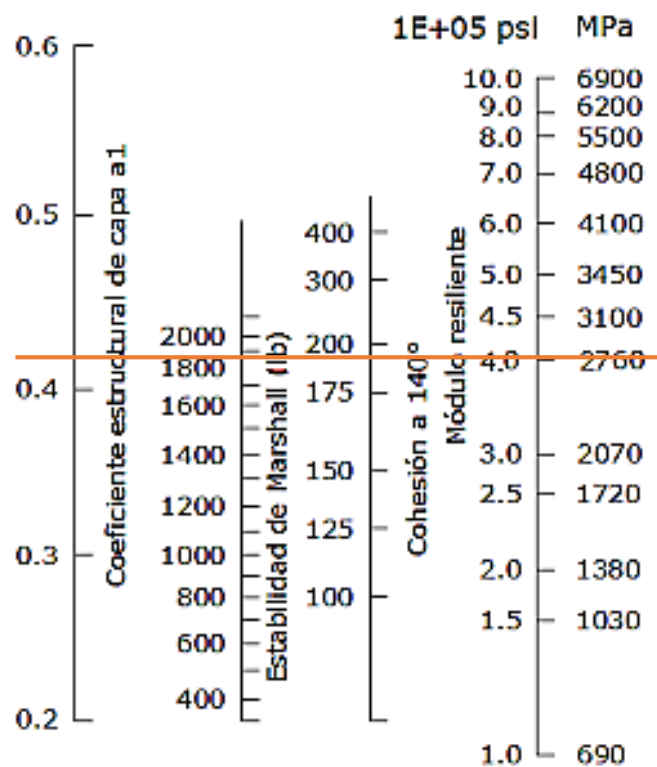
Es función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDP) esperada por el carril de diseño en el momento de poner en funcionamiento la vía, luego de su construcción o de su rehabilitación. Los vehículos pesados no comprenden autos, camionetas ni tractores sin remolque.

Cuadro No. 56. Clasificación del tráfico

TRAFICO	IMDP
Liviano	Menos de 50
Medio	50 a 200
Pesado	200 a 1000
Muy pesado	Más de 1000

Fuente: Especificaciones Generales para Caminos y Puentes del MOP

Gráfico No. 37 Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_1



Fuente: AASHTO, (1993)

Por medio de la gráfica se obtuvo $a_1 = 0.41$ y un módulo resiliente de la carpeta asfáltica de $3,88 \text{ E}+05$ psi. Sin embargo con la siguiente tabla se pudo obtener el valor de a_1 por medio de interpolación, solo para el caso de la carpeta asfáltica se consideró igual módulo resiliente con el modulo elástico.

Cuadro No. 57. Módulos de la carpeta asfáltica a_1

Módulos elástico		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

388000 {

Fuente: AASHTO, (1993)

Interpolación

Modulo elástico

Coefficiente estructural a_1

400000	→	0,420
- 375000	→	0,405
<hr/>		
25000	→	0,015
13000	→	X

$$X = 0,0078 \quad a_1 = 0,405 + 0,0078$$

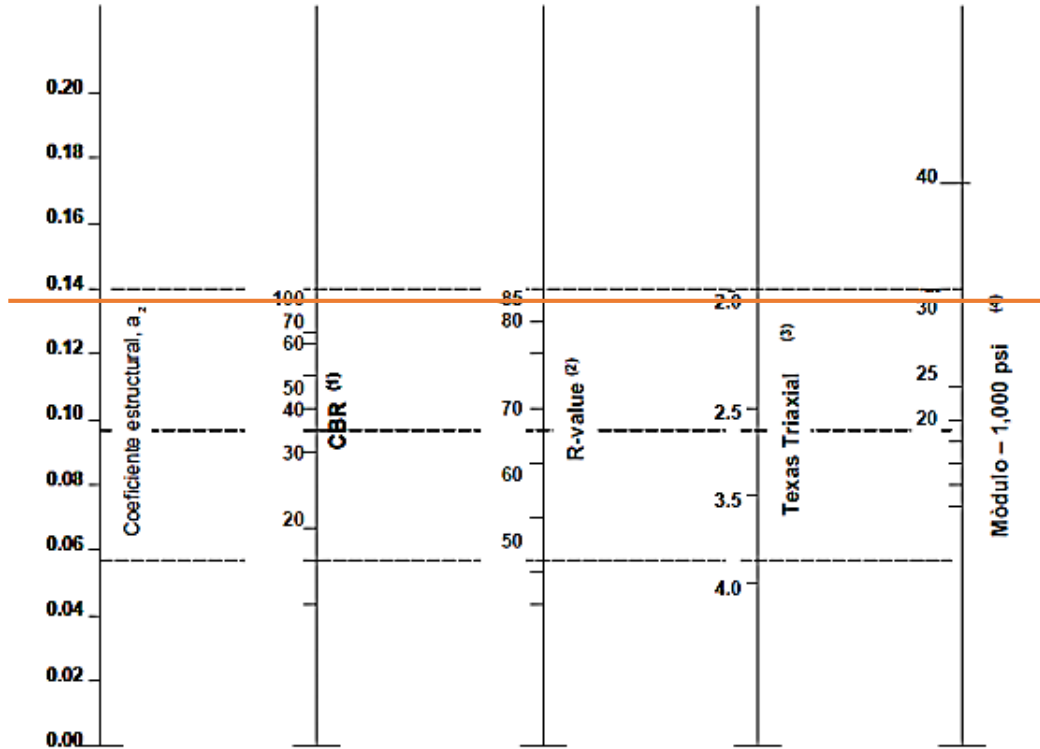
$$a_1 = 0,4128$$

M_R de la carpeta asfáltica = $3,88\text{E}+05$ psi ó 388 Ksi

Coeficiente estructural de la capa base a₂

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

Gráfico No. 38. Nomograma para estimar el coeficiente estructural a₂



- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo México y Wyoming
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: AASHTO, (1993)

Cuadro No. 58. Coeficientes estructurales de la capa base a₂

CBR (%)	a ₂	CBR (%)	a ₂	CBR (%)	a ₂
20	0,070	45	0,112	70	0,130
30	0,095	50	0,115	80	0,133
35	0,100	55	0,120	90	0,137
40	0,105	60	0,125	100	0,140

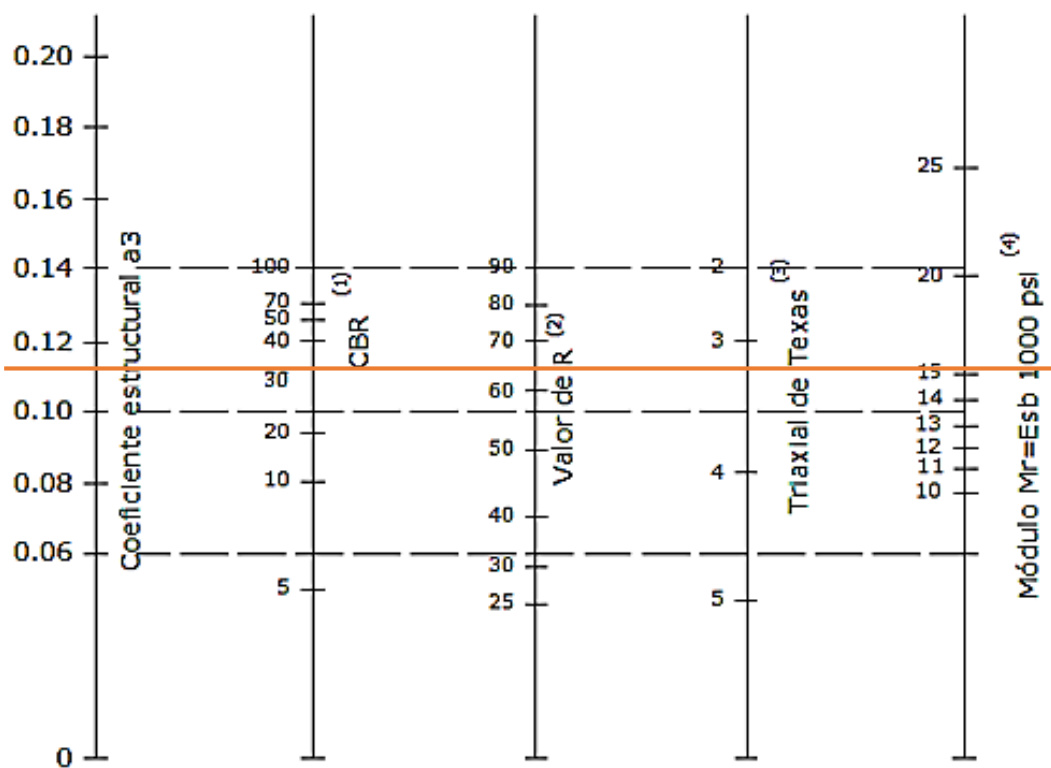
Fuente: AASHTO, (1993)

Para la capa base $a_2 = 0,133$ y $M_R = 28500$ psi ó $28,5$ Ksi

Coefficiente estructural de la capa sub-base a_3

Las especificaciones del MOTP para la sub-base indican que el límite líquido deberá ser menor de 25, índice de plasticidad menor de 6 y el valor de soporte CBR $\geq 30\%$, en base a este dato mediante el siguiente nomograma se encontró el coeficiente estructural de la capa sub-base.

Gráfico No. 39. Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_3



- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo México y Wyoming
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: AASHTO, (1993)

Cuadro No. 59. Coeficiente estructural de la capa sub-base a_3

CBR (%)	a_3	CBR (%)	a_3	CBR (%)	a_3
10	0,080	35	0,115	70	0,130
20	0,023	40	0,120	80	0,135
25	0,102	50	0,120	90	0,138
30	0,108	60	0,128	100	0,140

Fuente: AASHTO, (1993)

Para la capa base $a_3 = 0,108$ y $M_R = 14800$ psi ó **14,8 Ksi**

➤ **Determinación de los coeficientes de drenaje (m_2 , m_3)**

Los coeficientes de drenaje m_2 , m_3 correspondientes a las capas de base y sub-base respectivamente, el método AASHTO se basa en la capacidad de drenaje para remover la humedad interna de las capas granulares de la estructura del pavimento.

Cuadro No. 60. Capacidad del drenaje para remover la humedad

Calidad de drenaje	Agua removida en
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Malo	Agua no drenada

Fuente: AASHTO, (1993)

Cuadro No. 61. Coeficientes de drenaje m_2 , m_3

Calidad de drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 – 5%	5 – 25%	Más del 25%
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Buena	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	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)

➤ **Calculo del número estructural requerido SN**

Para calcular el número estructural se utilizó el software Ecuación AASHTO 93 y se ingresaron en él los valores de confiabilidad, desviación estándar, serviciabilidad inicial y final, el módulo resiliente de la subrasante y el número de ejes equivalentes acumulados al final del periodo de diseño.

Gráfico No. 40. Cálculo del SN requerido en el software Ecuación AASHTO 93

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

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu set to '70 % Zr=-0.524' and a text box for 'So' with the value '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (4.2) and 'PSI final' (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for 'Mr' with the value '9300 psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. A text box shows 'W18 = 46853'.
- Número Estructural:** A text box shows 'SN = 1.67'.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Fuente: Autor

➤ Cálculo de los espesores de la estructura del pavimento flexible

Para la determinación de los espesores por capa se utilizó una hoja de Excel en donde se ingresó las siguientes variables de entrada:

Tipo de pavimento: flexible

Periodo de diseño: 20 años

Confiabilidad (R): 70%

Desviación normal (Zr): -0,524

Desviación estándar global (S_o): 0,45

Módulo de resiliencia de la subrasante: 9300 psi

Índice de servicio inicial (PSI_o): 4,2

Índice de servicio final (PSI_f): 2,0

Perdida del índice de serviciabilidad (ΔPSI): 2,2

Wt18 acumulado para el tiempo de diseño: 4.69E+04

Coefficiente estructural a_1 : 0,410

Coefficiente estructural a_2 : 0,133

Coefficiente estructural a_3 : 0,108

Mr de carpeta asfáltica: 388 ksi

Mr de la capa base: 28,50 ksi

Mr de la capa sub-base: 14,80 ksi

Coefficientes de drenaje m_2, m_3 : 0,60



Diseño de pavimentos flexibles

Método AASHTO - 1993



PROYECTO: Las condiciones de la vía Quisapincha - Cusubamba, de la parroquia Quisapincha del cantón Ambato, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

REALIZADO POR: David Fernando Sotomayor

REVISADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

DATOS DE ENTRADA

1. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)	388
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)	28.5
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)	14.8

2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUB-RASANTE

A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (Wt18)	4.69E+04
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	70%
DESVIACIÓN NORMAL (Zr)	-0.524
DESVIACIÓN ESTÁNDAR GLOBAL (So)	0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-RASANTE (Mr, ksi)	9.30
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.20
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.00
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20.00

3. DATOS PARA ESTRUCTURAS DEL REFUERZO

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)	0.600
Sub-base (m3)	0.600

DATOS DE SALIDA

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SN _{REQ})	1.68
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1.02
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0.36
NUMERO ESTRUCTURAL SUB-BASE (SN _{SB})	0.31

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA

PROPUESTA

	TEORICO	ESPESOR		SN (calc)
ESPESOR CARPETA SFALTICA (cm)	6.3 cm	5.0 cm	2.0	0.81
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	8.5 cm	10.0 cm	5.9	0.47
ESPESOR SUB-BASE GRANULAR (cm)	9.1 cm	20.0 cm	9.8	0.51
ESPESOR TOTAL (cm)		35.0 cm	17.7	1.79

➤ **Desarrollo del procedimiento manual para determinar los espesores de cada capa de la estructura del pavimento**

Se utilizó el método de la AASHTO para pavimentos flexibles se pueden encontrar los números estructurales requeridos para proteger cada capa, reemplazando el módulo de resiliencia de la capa superior por el módulo de resiliencia de la capa inferior, por lo que para determinar el espesor D_1 de la carpeta asfáltica se supone un M_r igual al de la base y así se obtiene el SN_1 , que debe ser absorbido por dicha capa. Se utilizó el software Ecuación AASHTO 93 para determinar el SN_1 .

$SN_1 = 1,02$ espesor de la carpeta asfáltica D_1 :

Teórico

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

$$D_1 = \frac{1,02}{0,410}$$

$$D_1 = 2,49 \text{ plg} = 6,32 \text{ cm}$$

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

$$SN_1' = D_1' * a_1$$

$$SN_1' = (5 \text{ cm} * 0,410) / 2,54$$

$$SN_1' = 0,81 \text{ plg}$$

El valor requerido para el espesor de la capa base se determina con el Modulo de resiliencia de la sub-base y entonces se obtiene SN_2 , que será absorbido por el concreto asfaltico y la base. Se utilizó el software Ecuación AASHTO 93 para determinar el SN_2 .

$SN_1 = 1,38$ el espesor de la base D_2 :

Teórico

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

$$D_2 = \frac{1,38 - 1,02}{0,133 * 0,60}$$

$$D_2 = 4,51 \text{ plg} = 11,45 \text{ cm}$$

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

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

$$SN_2' = (15 \text{ cm} * 0,133 * 0,60) / 2,54$$

$$SN_2' = 0,47 \text{ plg}$$

Por ultimo para la sub-base se emplea el Modulo de resiliencia de la subrasante para determinar el $SN_2 = SN$ requerido para la estructura del pavimento.

$SN_2 = SN = 2,06$ el espesor de la sub-base D_3 :

Teórico

$$D_3 = \frac{SN - (SN'_1 + SN'_2)}{a_3 * m_3}$$

$$D_3 = \frac{1,68 - (0,81 + 0,47)}{0,108 * 0,60}$$

$$D_3 = 6,17 \text{ plg} = 15,67 \text{ cm}$$

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

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

$$SN_3' = (20 \text{ cm} * 0,108 * 0,60) / 2,54$$

$$SN_3' = 0,51 \text{ plg}$$

Por lo tanto $SN_{\text{calc}} = SN'_1 + SN'_2 + SN'_3$

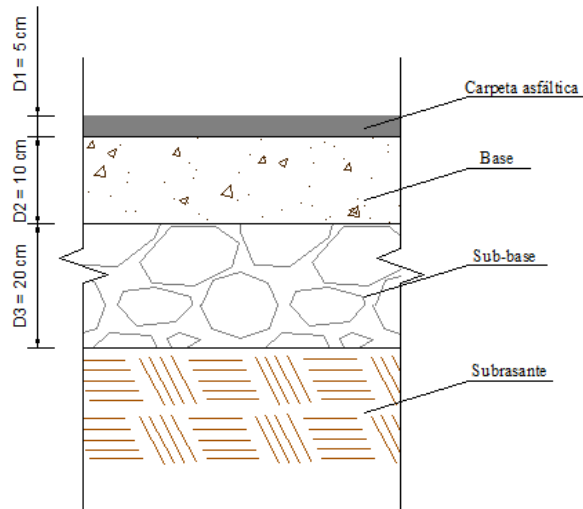
$$SN_{\text{calc}} = 0,81 + 0,47 + 0,51$$

$$SN_{\text{calc}} = 1,79$$

$$SN_{\text{calc}} > SN_{\text{requerido}}$$

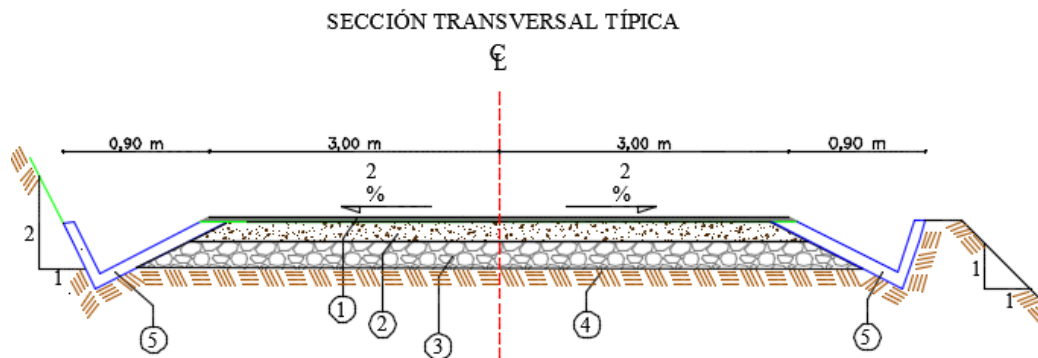
$$1,79 > 1,68 \text{ OK}$$

Gráfico No. 41. Espesores de diseño de la estructura del pavimento



Fuente: Autor

Gráfico No. 42. Sección transversal de la vía en proyecto



Fuente: Autor

1. Carpeta asfáltica $e = 5$ cm
2. Base granular de agregados $e = 10$ cm
3. Sub-base granular clase III $e = 20$ cm
4. Subrasante
5. Cuneta revestida de hormigón simple $f'c = 180$ kg/cm²

Carpeta asfáltica

La mezcla asfáltica se constituye generalmente de 95% de materiales granulares y de un 5% de asfalto.

Material bituminoso

Debe ser procesado en planta, aplicando en caliente con cemento asfáltico, formando capas o carpetas de espesores que fluctúan entre 1" y 5", el material bituminoso a emplearse se denomina cemento asfáltico, tipo AP3, que se produce en el país. (Guía técnica de pavimentos, Ing.Fricson Moreira)

Cuadro No. 62. Especificaciones de calidad para cementos asfálticos

ENSAYO	AP3 80 – 120	
	Mínimo	Máximo
Penetración a 25°	80	120
Punto de inflamación	27°	---
Ductilidad a 25°	100 cm	---
Viscosidad a 140°	100	200
Gravedad específica	0,96	---

Fuente: Guía AASHTO “ Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”

El método Marshall para el diseño de mezclas bituminosas asfálticas este normado bajo la AASHTO (T 245 – 78), se emplea para dosificar mezclas en caliente, de agregados pétreos y productos asfálticos, con o sin la adición de llenante mineral.

Los agregados para el diseño de la mezcla asfáltica deben cumplir con las siguientes especificaciones indicadas en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 63. Especificaciones de calidad de los agregados para ensayo Marshall

Ensayo	Especificaciones
Resistencia al desgaste por abrasión	40% INEN 860
Resistencia a la acción de los sulfatos	12% INEN 863
Recubrimiento y peladura	Adherencia 95%, Peladura 5%, AASHTO T-182
Hinchamiento	1,50% < mucha arcilla

Fuente: Guía técnica de pavimentos, Ing. Fricson Moreira

Definidas las características se deberá diseñar en planta para lo que se utilizará un tamaño nominal máximo del material de 1”, los porcentajes que se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 64. Porcentajes de materiales para ensayo Marshall

Material	Agregados		Porcentaje utilizado
	Pasa	Queda	
Grueso	1"	3/4"	10 %
Medio	3/4"	3/8"	25 %
Fino	3/8"	200	65 %

Fuente: Guía técnica de pavimentos, Ing. Fricson Moreira

Cuadro No. 65. Granulometría de los agregados para ensayo Marshall

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4
1" (25,4 mm)	100	--	--	--
3/4" (19,0 mm)	90 – 100	100	--	--
1/2" (12,7 mm)	--	90 – 100	100	--
3/8" (9,5 mm)	56 – 80		90 – 100	100
Nº 4 (4,75 mm)	35 – 65	44 – 74	55 – 85	80 – 100
Nº 8 (2,36 mm)	23 – 49	28 – 58	32 – 67	65 -100
Nº 16 (1,18 mm)	--	--	--	40 – 80
Nº 30 (0,60 mm)	--	--	--	25 – 65
Nº 50 (0,30 mm)	5 – 19	5 – 21	7 – 23	7 – 40
Nº 100 (0,15 mm)	--	--	--	3 – 20
Nº 200 (0,075 mm)	2 – 8	2 – 10	2 – 10	2 -10

Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos”

Las especificaciones que deben cumplir las mezclas asfálticas en función del tráfico para el ensayo Marshall son:

Cuadro No. 66. Especificaciones para ensayo Marshall según tipo de tráfico

Ensayos de acuerdo al método Marshall	Tráfico					
	Pesado		Medio		Liviano	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
Nº de golpes	75		50		35	
Estabilidad (libras)	1800	--	1200	--	750	--
Flujo (pulgadas/100)	8	16	8	18	8	20
% vacíos con aire						
Carpeta	3	5	3	5	3	5
Base	3	8	3	8	3	8

Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos”

El porcentaje de vacíos llenos con asfalto debe ser del 65 al 80 %.

Base

Para este proyecto se propone utilizar **Base clase 2**, constituida por lo menos con el 40% de agregados gruesos triturados, debe cumplir con las siguientes especificaciones:

El límite líquido debe ser menor del 25 %, el índice plástico menos al 6 % y el desgaste a la abrasión de los Ángeles menos del 40 %; además la granulometría debe cumplir con lo normado en la siguiente tala:

(Guía Técnica de pavimentos, Ing. Fricson Moreira)

Cuadro No. 67. Graduación para capas de base porcentaje en peso que pasa los tamices de mallas cuadrada según el método AASTHO. T-11 y T-27.

Tamiz	Base clase 1		Base clase 2	Base clase 3	Base clase 4
	2" Max	1 1/2 " Max			
2"	100				100
1 1/2 "	70 – 100	100			
1"	55 – 85	70 – 100	100		60 – 90
1/2 "	50 – 80	60 – 90	70 – 100	100	
3/8 "	35 – 60	45 – 75	50 – 80		
Nº 4	25 – 50	30 – 60	35 – 65	45 – 80	20 – 50
Nº 10	20 – 40	20 – 50	25 – 50	30 – 60	
Nº 40	10 – 25	10 – 25	15 – 30	20 – 35	
Nº 200	2 – 12	2 – 12	3 – 15	3 – 15	0 – 15

Fuente: MTOP. 2002

Sub-base

Para el presente proyecto se propone Sub-base clase 3, con material obtenido en la excavación para plataformas que debe cumplir con las siguientes especificaciones:

El límite líquido debe ser menor del 25 %, el índice plástico menos al 6 % y el desgaste a la abrasión de los Ángeles menos del 50 %; además la granulometría debe cumplir con lo normado en la siguiente tabla:

Cuadro No. 68. Granulometría de Sub-base clase 3, en porcentaje que pasa a través de tamices de malla cuadrada

Tamiz	% que pasa por los tamices
Sub-base clase 3	
3" (76,2 mm)	100
2" (50,4 mm)	--
1 1/2 " (38,1 mm)	--
Nº 4 (4,75 mm)	30 – 70
Nº 40 (0,425 mm)	--
Nº 200 (0,075mm)	0 – 20

Fuente: MTOP, 2002

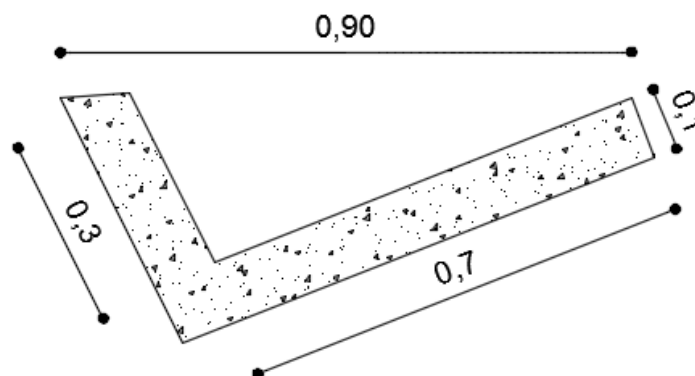
6.7.3 Sistema de drenaje

6.7.3.1 Diseño de cunetas

Cuando la vía discurre en corte, las aguas que sobre ella caen, o las que llegan a ella superficial o subterráneamente, no pueden ser eliminadas sino mediante su conducción hacia zonas donde ello es posible.

Esta conducción debe hacerse con la mayor rapidez, para evitar que las aguas fluyan sobre la plataforma o que se infiltren dañando la estructura. Para ello se recurre a las cunetas, a los sub-drenes y a los colectores de aguas lluvia.

Gráfico No. 43. Dimensiones de la cuneta



Fuente: Autor

Fórmula de Manning

Para el estudio del caudal que es capaz de transportar la cuneta o zanja, con base en la estimación de las aguas de escorrentía para una lluvia máxima y una frecuencia o periodo de retorno adoptados previamente.

$$Q = V * A$$

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

Dónde:

A = Caudal de diseño (m³/s)

V= Velocidad (m/s)

N = Coeficiente de rugosidad de Manning

J = Pendiente hidráulica (%)

El radio hidráulico se expresa de la siguiente forma:

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

R= Radio hidráulico (m)

N = Área mojada de la sección (m²)

P = Perímetro mojado (m)

Los coeficientes de rugosidad de Manning se presentan a continuación:

Cuadro No. 69. Coeficientes de rugosidad de Manning

Tipos de recubrimientos	Coeficiente (n)
Tierra lisa	0,02
Césped con más de 15 cm de profundidad de agua	0,04
Césped con menos de 15 cm de profundidad de agua	0,06
Revestimiento rugoso de piedra	0,04
Cunetas revestidas de hormigón	0,013

Fuente: Apuntes de hidrología

El área mojada se considera que la cuneta trabaja a sección llena, por lo tanto el área mojada será igual al área de la sección de la cuneta:

$$A_{\text{mojada}} = \frac{b * h}{2}$$

$$A_{\text{mojada}} = \frac{0,80 * 0,30}{2}$$

$$A_{\text{mojada}} = 0,120 \text{ m}^2$$

Perímetro mojado

$$P_m = 0,70 \text{ m} + 0,30 \text{ m}$$

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

Radio hidráulico

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

$$R = \frac{0,120 \text{ m}^2}{1,00 \text{ m}}$$

$$R = 0,120 \text{ m}$$

Velocidad

Reemplazando en la ecuación de Manning se obtuvo:

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

$$V = \frac{1}{0,013} * (0,120)^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = 18,71 * J^{1/2}$$

Reemplazando en la ecuación de continuidad se obtuvo:

$$Q = V * A$$

$$Q = 18,71 * J^{1/2} * 0,120$$

$$Q = 2,246 * J^{1/2}$$

A continuación las velocidades y caudales admisibles para diferentes pendientes:

Cuadro No. 70. Coeficientes de rugosidad de Manning

J %	J	V (m/s)	Q (m ³ /s)
0,50	0,005	1.323	0.159
1,00	0,01	1.871	0.225
1,50	0,015	2.291	0.275
2,00	0,02	2.646	0.318
2,50	0,025	2.958	0.355
3,00	0,03	3.241	0.389
3,50	0,035	3.500	0.420
4,00	0,04	3.742	0.449
4,50	0,045	3.969	0.476
5,00	0,05	4.184	0.502
5,50	0,055	4.388	0.527
6,00	0,06	4.583	0.550
6,50	0,065	4.770	0.573
7,00	0,07	4.950	0.594
7,50	0,075	5.124	0.615
8,00	0,08	5.292	0.635
8,50	0,085	5.455	0.655
9,00	0,09	5.613	0.674
9,50	0,095	5.767	0.692
10,00	0,10	5.917	0.710
10,50	0,105	6.063	0.728
11,00	0,110	6.205	0.745
11,50	0,115	6.345	0.762
12,00	0,112	6.481	0.778

Fuente: Autor

La fórmula del método racional para hallar el caudal que circula por la cuneta:

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

Donde:

Q = Caudal en m³/seg

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad máxima en mm/h

A = Área de drenaje (Ha).

Coefficiente de escurrimiento:

El valor de C se calcula con la siguiente ecuación:

$$C = 1 - \sum_{i=1}^n C'$$

Donde:

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

Cuadro No. 71. Valores de coeficiente de escorrentía (C')

Topografía	C'
Plano pendiente de 0,2 – 0,6 m/km	0,30
Moderada pendiente de 3 – 4 m/km	0,20
Colinas pendiente de 30 – 50m/km	0,10
Suelo	C'
Arcilla compacta impermeable	0,10
Combinación de limo y arcilla	0,20
Suelo limo – arenosos no muy compacto	0,40
Cubierta vegetal	C'
Terrenos cultivados	0,10
Bosques	0,20

Fuente: Apuntes de diseño hidráulico – Ing. Dilon Moya

Cálculo del valor de C:

C' por topografía es 0,20

C' por el tipo de suelo es 0,20

C' por la cubierta vegetal es 0,10

$$C = 1 - (0,20 + 0,20 + 0,10)$$

$$C = 0,50$$

Cálculo del caudal máximo probable

Análisis hidrológico

Se enfoca en los criterios y parámetros de diseño, dentro de la simulación del proceso precipitación – escurrimiento, en lo que tiene que ver a los fenómenos asociados al flujo del agua a través de manera directa o indirecta que afectan a las obras viales y sus complementos proyectados.

Para el análisis de los aspectos climáticos que inciden en el dimensionamiento hidráulico e implantación de las estructuras de drenaje vial, se cuenta con los registros estadísticos de la estación meteorológica Quisapincha estación T-0011

Intensidad de lluvia I (mm/h)

Para los datos pluviógrafos para la determinación de las curvas IDF, por lo que se optó en utilizar el estudio de las lluvias intensas del INAMHI en lo correspondiente a la zonificación de intensidades.

La ecuación pluviométrica de la localización se expresa de la siguiente forma:

$$I_{TR} = \frac{K * Id_{TR}}{t^n}$$

Donde:

I_{TR} = Intensidad de precipitación para cualquier periodo de retorno (mm/h)

Id_{TR} = Intensidad diaria para un periodo de retorno dado (mm/h)

TR = Periodo de retorno

t = Tiempo de duración de la lluvia

K y n = Constante de ajuste para cada localidad

Intensidad diaria para un periodo de retorno dado Id_{TR}

Para calcular la $I_{d_{TR}}$ se empleó los niveles de precipitación máxima en 24 horas ($P_{m\acute{a}x\ 24\ horas}$), los cuales fueron obtenidos de la estación Quero Chaca (UTA) (código M011) por ser la más cercana al lugar del proyecto.

La precipitación máxima en 24 horas de la estación fue $P_{m\acute{a}x\ 24\ horas} = 23,10\ mm$ (ver gráfico No. 35)

Por lo tanto la intensidad diaria se calculó con la siguiente expresión:

$$P_{m\acute{a}x}(mm) = I_{d_{TR}} (mm/h) * 24h$$

$$I_{d_{TR}} = \frac{P_{m\acute{a}x}}{24}$$

$$I_{d_{TR}} = \frac{23,10}{24}$$

$$I_{d_{TR}} = 0,96\ mm/h$$

Periodo de retorno (años)

El sistema de desagüe se proyectara de modo que sea capaz de evacuar el caudal máximo correspondiente a un determinado período de retorno así: 5 años para cunetas y sumideros, 25 años para alcantarillas y 50 a 100 años para puentes.

Tiempo de duración de la lluvia ó tiempo de concentración t_c (min)

Se estima midiendo el tiempo comprendido entre el final de la lluvia eficaz y el final de la esorrentía superficial.

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

Donde:

t_c = Tiempo de concentración (min)

L = Longitud de la cuneta en (metros)

H = Desnivel entre el extremo de la cuneta y el punto de descarga en (metros)

La longitud escogida para el cálculo fue entre el inicio de la cuneta y el punto de descarga de la misma L = 350 m y el desnivel fue 25,28 m

$$t_c = 0,0195 * \left(\frac{(500)^3}{25,28} \right)^{0,385}$$

$$t_c = 7,37 \text{ min}$$

Ecuación pluviométrica

Con la georreferenciación del proyecto, se ubicó la zona de intensidades a la que corresponde la imagen establece, que el proyecto se implanta en la zona 14.

Las ecuaciones representativas de la zona 14 son las que se identifican a continuación:

Cuadro No. 72. Intensidades de la zona 14

Duración	Ecuación
5 min < 40 min	$I_{TR} = 133,83 * t^{-0,4283} * Id_{TR}$
40 min < 1440 min	$I_{TR} = 539,00 * t^{-0,8634} * Id_{TR}$

Fuente: INAMHI, (2011)

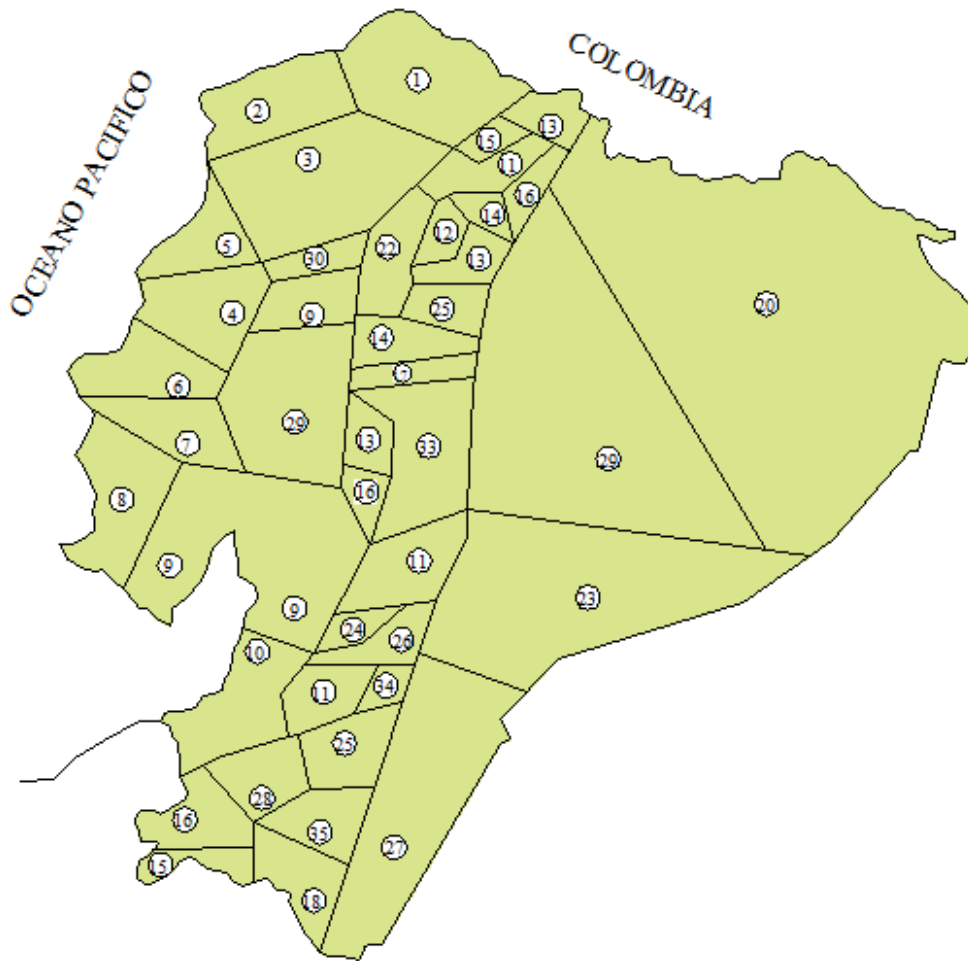
Como el tiempo de concentración $t_c < 40$ min; por lo tanto se empleó la ecuación # 1

$$I_{TR} = 133,83 * \frac{1}{t^{0,4283}} * Id_{TR}$$

$$I_{TR} = 133,83 * \frac{1}{(7,37)^{0,4283}} * 0,96$$

$$\text{Intensidad de lluvia, } I_{TR} = 54,61 \text{ mm/h}$$

Gráfico No. 44. Mapa de zonificación de intensidades



Fuente: INAMHI, 1999

Área de drenaje de la cuneta, A

Longitud máxima de drenaje = 500 m

Ancho máximo = 3 m (ancho de carril) + 1 m (cuneta)

Ancho máximo= 4,00 m

$A = (\text{Longitud} * \text{ancho})$

$A = (500 \text{ m}) * (4,0 \text{ m})$

$A = 2000 \text{ m}^2 / 10000$

$A = 0,20 \text{ Ha}$

Caudal máximo

Se empleó el método empírico Racional debido a que la cuenca es pequeña, se considera que una cuenca es pequeña cuando su tiempo de concentración es menor a 6 horas y son áreas menores a 400 Ha.

$$Q_{\text{máx}} = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q = Caudal máximo probable (m^3/s)

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de precipitación pluvial (mm/h)

A = Área de drenaje (Ha)

$$Q_{\text{máx}} = \frac{0,50 * 54,61 * 0,20}{360}$$

$$Q_{\text{máx}} = 0,0152 \text{ m}^3/s$$

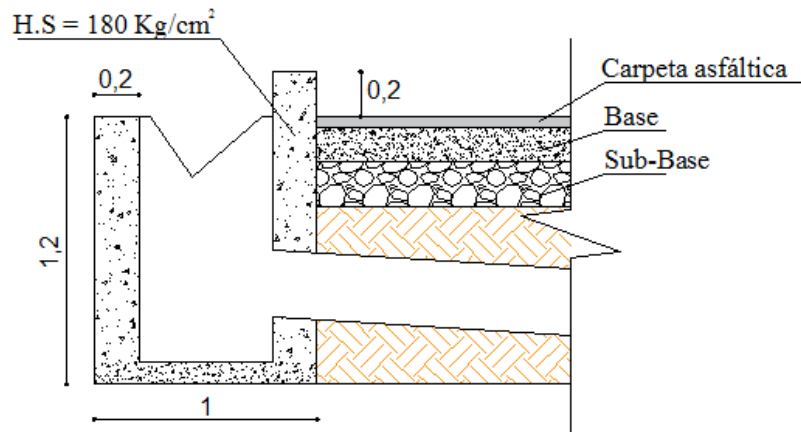
El caudal admisible es mayor que el caudal máximo, quiere decir que el diseño de la cuneta es correcto.

$$Q_{\text{admisible}} > Q_{\text{máx}}$$

$$0,778 \text{ m}^3/s > 0,0152 \text{ m}^3/s$$

El caudal máximo a producirse con las condiciones climáticas de la zona, se comprueba que la sección propuesta de la cuneta es capaz de canalizar el caudal máximo.

Gráfico No. 45. Detalle de descarga de zanja de drenaje a caja colectora



Fuente: Autor

6.7.4 Señalización

6.7.4.1 Señalización horizontal

Corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos y estructuras de las vías de circulación adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

- Líneas longitudinales.**- Se emplea para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar, y para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.
- Líneas transversales.**- Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.
- Símbolos y leyendas.**- Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, flechas, triángulos ceda el paso y leyendas tales como (PARE, BUS, CARRIL EXCLUSIVO, SOLO TROLE, TAXIS, PARADA BUS), entre otros.

d) **Otras señalizaciones.**- Como chevrones, etc (INEN, 2011).

Ubicación.- La ubicación de la señalización debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima que permite la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente uno de los siguientes objetivos:

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 (INEN, 2011).

Los materiales para señalización horizontal.- Corresponde a los que son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxidos, cintas preformadas, entre otros, las características mínimas del material de aplicación debe ser pintura de tráfico acrílicas con micro-esferas, siendo opcional en zonas urbanas dependiendo de los niveles de iluminación.

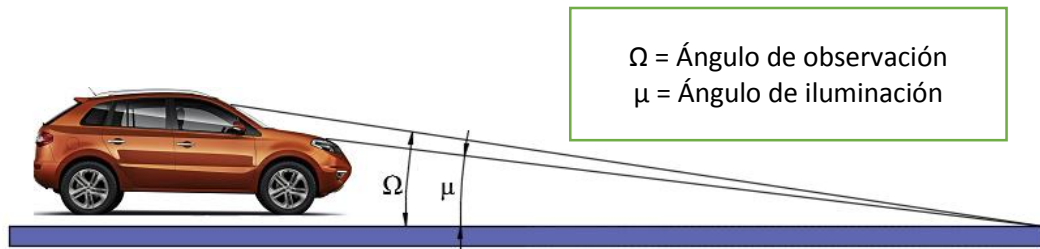
Retroreflexión.- Las señalizaciones deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se construirán con materiales apropiados como micro-esferas de vidrio, y deben someterse a procedimientos que aseguren su retroreflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles 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 (INEN, 2011).

Cuadro No. 73. Niveles mínimos de retroreflexión 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	75

Fuente: INEN, (2011)

Gráfico No. 46. Ángulos de iluminación y observación



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

Color: La señalización en general es de color blanco y amarillo. Estos colores deben ser uniformes a lo largo de la señalización.

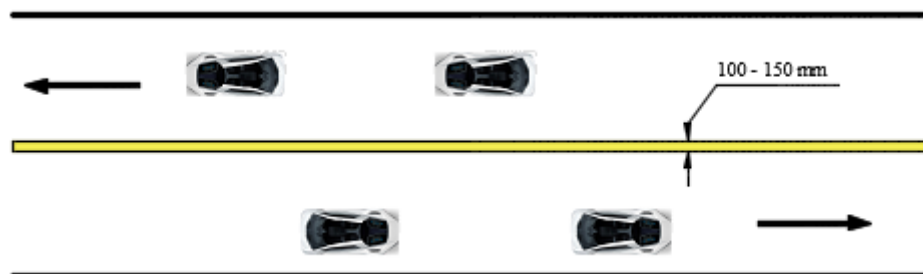
Líneas de separación de flujos opuesto

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

Línea continua de circulación opuesta

Tiene un ancho de 100 – 150 mm, esta línea es de color amarillo y prohíbe el rebasamiento o giro a lo largo de la vía. Para el proyecto se utilizara esta señalización. (RTE INEN 004-2-2011)

Gráfico No. 47. Línea continua de separación de circulación opuesta



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

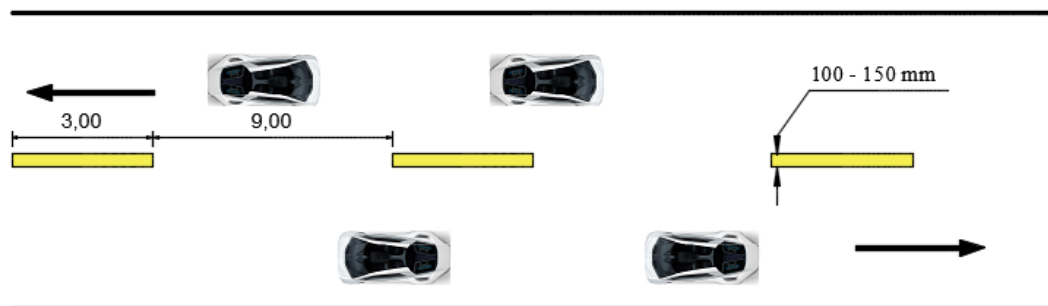
Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta: Estas líneas deben ser de color amarillo, y pueden ser traspasadas siempre y cuando haya seguridad, se emplea donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento.

Cuadro No. 74. Relación señalización de circulación opuesta segmentada.

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

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

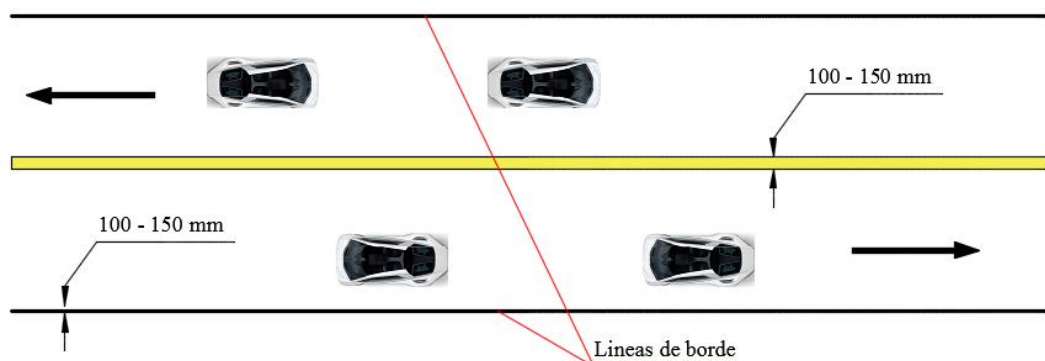
Gráfico No. 48. Línea segmentada de reparación de circulación opuesta



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

Líneas de borde: Generalmente estas líneas se emplean para demarcar el ancho de calzada disponible hasta la berma o espaldón, tiene un ancho de 100 mm y pueden ser de color blanco. (RTE INIEN 004-2-2011)

Gráfico No. 49. Línea de borde



Fuente: RTE INEN 004-2-2011



6.7.4.2 Señalización vertical

Se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos. Contiene instrucciones las cuales deben ser obedecidas por los usuarios de las vías, previenen de peligros que pueden no ser muy evidentes o, información acerca de rutas, direcciones, destinos y puntos de interés. (RTE INIEN 004-2-2011)

Clasificación de señales y sus funciones:

Señales regulatorias (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. (RTE INIEN 004-2-2011)







Gráfico No. 50. Ángulos de iluminación y observación

<p>Leyenda y borde retroreflectivo blanco fondo retroreflectivo rojo</p>  <p>R1 - 1</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> <th>Dimensiones (mm) y serie de letras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R1 - 1A</td> <td>600 * 600</td> <td>200 Ca</td> </tr> <tr> <td>R1 - 1B</td> <td>750 * 750</td> <td>240 Ca</td> </tr> <tr> <td>R1 - 1C</td> <td>900 * 900</td> <td>280 Ca</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras	R1 - 1A	600 * 600	200 Ca	R1 - 1B	750 * 750	240 Ca	R1 - 1C	900 * 900	280 Ca
Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras											
R1 - 1A	600 * 600	200 Ca											
R1 - 1B	750 * 750	240 Ca											
R1 - 1C	900 * 900	280 Ca											
<p>Símbolo y orla negros, círculo rojo retroreflectivo, fondo blanco retroreflectivo</p>  <p>R2 - 13</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R2 - 13 A</td> <td>600 * 600</td> </tr> <tr> <td>R2 - 13 B</td> <td>900 * 900</td> </tr> <tr> <td>R2 - 13 C</td> <td>1200 * 1200</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	R2 - 13 A	600 * 600	R2 - 13 B	900 * 900	R2 - 13 C	1200 * 1200				
Código No.	Dimensiones (mm)												
R2 - 13 A	600 * 600												
R2 - 13 B	900 * 900												
R2 - 13 C	1200 * 1200												

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

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, se instala a una distancia mínima de 150 m en vías rurales. (RTE INIEN 004-2-2011)

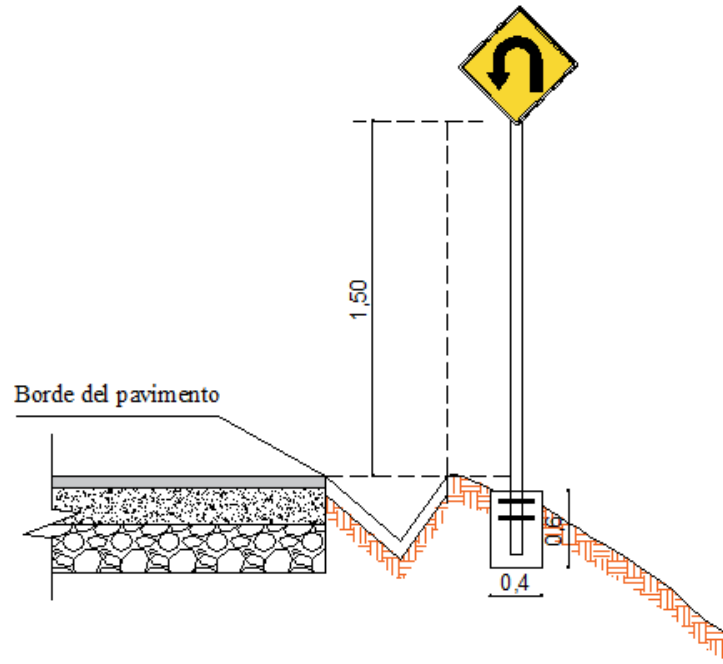
Gráfico No. 51. Señales preventivas

<p>Símbolo y orla negros, fondo amarillo retroreflectivo</p>  <p>P1 – 1 I</p>	<p>Símbolo y orla negros, fondo amarillo retroreflectivo</p>  <p>P1 – 1 D</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1 – 2A (I ó D)</td> <td>600 * 600</td> </tr> <tr> <td>P1 – 2B (I ó D)</td> <td>750 * 750</td> </tr> <tr> <td>P1 – 2C (I ó D)</td> <td>900 * 900</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	P1 – 2A (I ó D)	600 * 600	P1 – 2B (I ó D)	750 * 750	P1 – 2C (I ó D)	900 * 900
Código No.	Dimensiones (mm)									
P1 – 2A (I ó D)	600 * 600									
P1 – 2B (I ó D)	750 * 750									
P1 – 2C (I ó D)	900 * 900									
<p>Símbolo y orla negros, fondo amarillo retroreflectivo</p>  <p>P1 – 4 I</p>	<p>Símbolo y orla negros, fondo amarillo retroreflectivo</p>  <p>P1 – 4 D</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1 – 4A (I ó D)</td> <td>600 * 600</td> </tr> <tr> <td>P1 – 4B (I ó D)</td> <td>750 * 750</td> </tr> <tr> <td>P1 – 4C (I ó D)</td> <td>900 * 900</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	P1 – 4A (I ó D)	600 * 600	P1 – 4B (I ó D)	750 * 750	P1 – 4C (I ó D)	900 * 900
Código No.	Dimensiones (mm)									
P1 – 4A (I ó D)	600 * 600									
P1 – 4B (I ó D)	750 * 750									
P1 – 4C (I ó D)	900 * 900									
<p>Símbolo y orla negros, fondo amarillo retroreflectivo</p>  <p>P1 – 4 I</p>	<p>Símbolo y orla negros, fondo amarillo retroreflectivo</p>  <p>P1 – 5 D</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1 – 5A (I ó D)</td> <td>600 * 600</td> </tr> <tr> <td>P1 – 5B (I ó D)</td> <td>750 * 750</td> </tr> <tr> <td>P1 – 5C (I ó D)</td> <td>900 * 900</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	P1 – 5A (I ó D)	600 * 600	P1 – 5B (I ó D)	750 * 750	P1 – 5C (I ó D)	900 * 900
Código No.	Dimensiones (mm)									
P1 – 5A (I ó D)	600 * 600									
P1 – 5B (I ó D)	750 * 750									
P1 – 5C (I ó D)	900 * 900									

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

Señales especiales delineadores (Código D): Delinean el tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción en la misma. (RTE INEN 004-2-2011)



Gráfico No. 52. Ubicación y detalles de los delineadores de curva horizontal



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales (Código T): Advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad los sitios de trabajos en las vías y aceras. (RTE INEN 004-2-2011)

Gráfico No. 53. Señales de trabajo

 T1 - 4a	 T1 - 2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1 - 2 A</td> <td>600 * 600</td> </tr> <tr> <td>T1 - 2 B</td> <td>750 * 750</td> </tr> <tr> <td>T1 - 2 C</td> <td>900 * 900</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	T1 - 2 A	600 * 600	T1 - 2 B	750 * 750	T1 - 2 C	900 * 900
Código No.	Dimensiones (mm)									
T1 - 2 A	600 * 600									
T1 - 2 B	750 * 750									
T1 - 2 C	900 * 900									

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

6.7.5 Cálculo de volúmenes

Desbroce, desbosque y limpieza.- Para este rubro se utiliza como unidad de medida la hectárea (Ha), considerando una faja promedio de 20 de ancho para toda la longitud del proyecto.

Longitud total del proyecto = 7.934,01

Ancho de faja = 20 m

Área de desbroce, desbosque y limpieza = Longitud total del proyecto * ancho de faja.

Área de desbroce, desbosque y limpieza = 7.934,01 * 20,00 m

Área de desbroce, desbosque y limpieza = 158.680,20 m²

Área de desbroce, desbosque y limpieza = 15,868 Ha

Replanteo y nivelación.- El replanteo a realizar tiene una longitud de:

Longitud total del proyecto = 7.934,01 m = 7,93 km

Excavación sin clasificar.- Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, es decir inclusive excavaciones en fango, suelo marginal y roca (MOP, 2002).

Del cálculo de movimiento de tierras se ha determinado un volumen de:

Volumen total de corte en el diseño = 80.534,55 m³

Relleno natural compactado incluye desalojo.- Constituye el relleno y el desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, el valor también se obtiene del cálculo de movimiento de tierras que se determina en el diseño vial mediante el programa utilizado. La unidad de medida es el m³.

Volumen total de relleno en el diseño = 80534,55 m³

Excavación para cunetas y encausamiento.- Se ha calculado con la sección transversal de las cunetas laterales de la vía de $0,2137 \text{ m}^2$

Volumen total de excavación = área de excavación * longitud * # de lados

Volumen total de excavación = $0,2137 \text{ m}^2 * 7.934,01 \text{ m} * 2$

Volumen total de excavación = $3.390,99 \text{ m}^3$

Excavación y relleno para estructuras menores.- Se asume una longitud de 9,00 m desde la caja colectora hasta la salida de la tubería de PVC , para la excavación de la zanja de cada alcantarilla se asumió un área aproximada de corte de 0,70 m de base y 1,5 m de profundidad:

Volumen de excavación para tubería de PVC = $[(\sum \text{Long. de tubería nuevas, 2 pasos por cada 1 km}) * \text{ancho} * \text{profundidad}]$

Volumen de excavación para tubería de PVC = $[9 \text{ m} * 2 * 8 \text{ km}] * 0,70 \text{ m} * 1,50 \text{ m}$

Volumen de excavación para tubería de PVC = $[144 \text{ m}] * 0,70 \text{ m} * 2,00 \text{ m}$

Volumen total = $151,20 \text{ m}^3$

Tubería de PVC corrugado $\varnothing = 300$

Número de cajas de paso de agua = 16

Longitud de tubería por alcantarilla = 9 m

Longitud total = 144 m

Hormigón simple $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ para cunetas.- El volumen a utilizarse en la construcción de cunetas laterales es igual al área de la sección transversal de la cuneta por la longitud del proyecto más las descargas y por los dos lados de la vía.

Longitud total del proyecto = 7.934,01 m

H'S para cunetas = área transversal de la cuneta * longitud * # lados

$$H'S \text{ para cunetas} = 0,1099 \text{ m}^2 * 7.934,01 \text{ m} * 2$$

$$H'S \text{ para cunetas} = 1.743,90 \text{ m}^3$$

Hormigón simple $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ para cajas de paso de agua

$$\text{Volumen} = (1,20 * 1 * 0,20 * 4) + (0,10 * 1 * 1) - (\pi * r^2)$$

$$\text{Volumen} = 0,989 \text{ m}^3$$

$$\text{Número de cajas de paso de agua} = 16$$

$$H'S \text{ para para cajas de paso de agua} = 15,83 \text{ m}^3$$

Material de sub-base clase 2 incluido transporte.- La sub-base clase 2 está formada por agregados gruesos, obtenidos mediante cribado de gravas o roca mezclados con arena natural o material finamente triturado para alcanzar la granulometría especificada en la Tabla 403-1.1 de las Especificaciones generales para la construcción de puentes y caminos (MOP, 2002).

$$\text{Volumen de sub-base clase 2} = \text{Espesor de la capa} * \text{Long. de la vía} * \text{Ancho de vía}$$

$$\text{Volumen de sub-base clase 2} = 0,20 \text{ m} * 7.934,01 \text{ m} * 6,00 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de sub-base clase 2} = 9.520,81 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen subtotal} = 9.520,81 \text{ m}^3 * 1,10 \text{ (factor de sobreancho)}$$

$$\text{Volumen subtotal} = 10.427,89 \text{ m}^3$$

Material de base clase 2 incluido transporte.- Cuando se haya especificado el empleo de este tipo de agregados, los materiales se obtendrán por trituración o cribado de grava natural, para obtener fragmentos limpios, resistentes y durables, que no presenten partículas alargadas o planas en excesos. Estarán de material vegetal, grumos de arcilla u otro material objetable. Los agregados empleados en la construcción de capas de base clase 2 deberán graduarse uniforme de grueso a fino, cumplirán las exigencias de granulometría que se indican en la tabla 404-1-4 de las de las Especificaciones generales para la construcción de puentes y caminos (MOP, 2002).

Volumen de base clase 2 = Espesor de la capa * Long. de la vía* Ancho de vía

Volumen de base clase 2 = 0,15 m * 7.934,01 m*6,00 m

Volumen de base clase 2 = 7.140,61 m³

Volumen subtotal = 7.140,61 m³ * 1,10 (factor de sobreancho)

Volumen subtotal = 7.854,67 m³

Capa de rodadura asfáltico mezclado en planta e = 2" (incluido imprimación).-

Área total de asfalto = Long. de la vía* Ancho de vía

Área total de asfalto = 7.934,01 m * 6,00 m

Área total de asfalto = 4.7604, 06 m³ * 1,10 (factor de sobreancho)

Área total de asfalto = 52.364,47 m²

Marcas en pavimento.- Este rubro se refiere a las marcas de pintura que se realizara como señalización horizontal en toda la longitud del proyecto, serán dos líneas continuas laterales de color blanco y una línea segmentada central de color amarillo.

Marcas de pavimento = Longitud * # de líneas

Marcas de pavimento = 7.934,01 m * 3.0

Marcas de pavimento = 23.802,03 m

Señalización vertical reglamentaria.-

Realizado el análisis adecuado para la colocación de señalización vertical es de 48

6.7.6 Presupuesto referencial

Al obtener los volúmenes y cantidades de obra de cada uno de los rubros se realizó el análisis de precios unitarios que se ajustan con los precios de la Cámara de la construcción de Ambato del año 2015.

Cuadro No. 75. De presupuesto



Universidad Técnica de Ambato

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
<u>No</u>	<u>Rubro/Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio Unitario</u>	<u>Precio global</u>
1	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	15.87	808.71	12,832.61
2	Replanteo y nivelación a nivel de asfalto	Km	7.93	913.34	7,245.72
3	Excavación sin clasificar (Movimientos de tierra)	M3	80,534.55	1.67	134,492.70
4	Excavación para cunetas y encauzamiento	M3	3,390.99	4.70	15,937.65
5	Excavación y relleno de estructuras menores	M3	151.20	9.10	1,375.92
6	Tubería de PVC corrugado Ø = 300 mm	M	96	50	800.00
7	Hormigón para cunetas $f'c=180\text{kg/cm}^2$	M3	2,269.85	150	345,652.76
8	Material de sub-base clase 3 (Incluido transporte)	M3	10,427.89	17	171,225.95
9	Material de base clase 2 (Incluido transporte)	M3	7,854.67	18.50	145,232.85
10	Hormigón asfáltico mezclado en planta $e = 2''$ (Incluido imprimación)	M2	52,364.47	10.20	535,688.53
11	Señalización Horizontal $a = 12 \text{ cm}$	U	23.80	490.32	11,669.62
12	Señalización Vertical	U	48.00	143.68	6,896.64
TOTAL:					1,389,050.95

SON: UN MILLON TRESCIENTOS OCHENTA Y NUEVA MIL CINCUENTA US DOLARES 95/100.

Dólares de Estados Unidos de América

Fuente: Autor

En los anexos consta el Análisis de Precios Unitarios

6.7.7 Cronograma valorado

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS						1 MES				2 MES				3 MES				4 MES				
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	15.87	808.71	12,832.61	6,416.31				6,416.31												
2	Replanteo y nivelación a nivel de asfalto	Km	7.93	913.34	7,245.72					2,391.42				2,463.90				2,390.40				
3	Excavación sin clasificar (Movimientos de tierra)	M3	80,534.55	1.67	134,492.70									67,246.35				67,246.35				
4	Excavación para cunetas y encauzamiento	M3	3,390.99	4.70	15,937.65													7,968.00				
5	Excavación y relleno de estructuras menores	M3	151.20	9.10	1,375.92													687.96				
6	Tubería de PVC corrugado Ø = 300 mm	M	96	50	800.00													400.00				
7	Hormigón para cunetas f'c=180kg/cm2	M3	2,269.85	150	345,652.76																	
8	Material de sub-base clase 3 (Incluido transporte)	M3	10,427.89	17	171,225.95													85,612.95				
9	Material de base clase 2 (Incluido transporte)	M3	7,854.67	18.50	145,232.85																	
10	Hormigón asfáltico mezclado en planta e = 2" (Incluido imprimación)	M2	52,364.47	10.20	535,688.53																	
11	Señalización Horizontal a = 12 cm	U	23.80	490.32	11,669.62																	
12	Señalización Vertical	U	48.00	143.68	6,896.64																	
Inversión mensual					1,389,050.95	6,416.31				8,807.72				69,709.75				164,305.66				
Avance mensual (%)						0.46 %				0.63 %				5.02 %				11.83 %				
Inversión acumulada						6,416.31				84,933.78				84,933.78				249,239.44				
Avance acumulado en (%)						0.46 %				1.10 %				6.11 %				17.94 %				

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS						5 MES				6 MES				7 MES				8 MES				
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	15.87	808.71	12,832.61																	
2	Replanteo y nivelación a nivel de asfalto	Km	7.93	913.34	7,245.72																	
3	Excavación sin clasificar (Movimientos de tierra)	M3	80,534.55	1.67	134,492.70																	
4	Excavación para cunetas y encauzamiento	M3	3,390.99	4.70	15,937.65				7,969.65													
5	Excavación y relleno de estructuras menores	M3	151.20	9.10	1,375.92				687.96													
6	Tubería de PVC corrugado Ø = 300 mm	M	96	50	800.00				400.00													
7	Hormigón para cunetas f'c=180kg/cm2	M3	2,269.85	150	345,652.76				172,826.38				172,826.38									
8	Material de sub-base clase 3 (Incluido transporte)	M3	10,427.89	17	171,225.95				85,613.00													
9	Material de base clase 2 (Incluido transporte)	M3	7,854.67	18.50	145,232.85				72,616.45				72,616.40									
10	Hormigón asfáltico mezclado en planta e = 2" (Incluido imprimación)	M2	52,364.47	10.20	535,688.53								267,844.20				267,844.33					
11	Señalización Horizontal a = 12 cm	U	23.80	490.32	11,669.62																	11,669.92
12	Señalización Vertical	U	48.00	143.68	6,896.64																	6,896.64
Inversión mensual						340,113.64				513,286.98				267,844.33				18,566.56				
Avance mensual (%)						24.49 %				36.95 %				19.28 %				1.34 %				
Inversión acumulada						589,353.08				1,102,640.06				1,370,484.39				1,389,050.95				
Avance acumulado en (%)						42.43 %				79.38 %				98.66 %				100.00 %				

6.8 ADMINISTRACIÓN

6.8.1 Recursos económicos

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Ambato será el ejecutor de esta obra, el mismo que puede realizar un convenio con el Gobierno Provincial de Tungurahua con el fin de reunir un presupuesto más amplio para la ejecución de este proyecto.

6.8.2 Recursos Técnicos

Es indispensable la presencia de técnicos especializados en el diseño de vías, conocedores de los nuevos adelantos en materiales, equipos y fundamentos científicos para cumplir con los proyectos planificados que agilicen el proceso de diseño y den resultados confiables para la construcción de carreteras.

6.8.3 Recursos Administrativos

Para administrar el proyecto, se debe contar con un personal suficientemente calificado con amplios conocimientos en obras viales que conjuntamente con el manejo de equipos digitales, maquinaria pesada que permitan llevar a cabo la ejecución de la obra y así optimizar recursos, tiempo y dinero de una manera responsable.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Se establece un plan de monitoreo y evaluación simultáneamente con el cronograma de trabajos establecido siguiendo el proceso constructivo y el plan de manejo ambiental de acuerdo a las actividades con secuencia lógica.

6.9.1 Plan de protección, manejo ambiental y seguridad

Previo al inicio de la obra, se preparará un Plan de Protección Ambiental, en el que se indicaran los aspectos y recomendaciones, a fin de que los trabajos produzcan los menores efectos negativos al ambiente.

El personal recibirá capacitación sobre normas ambientales aplicables a la obra, en correspondencia a los planes de manejo ambiental, relacionados con:

- Demarcación y señalización del área de trabajo
- Transporte de materiales
- Protección de la propiedad
- Campamentos y bodegas
- Control de la contaminación en lo que se refiere: al agua, ruido, aire, emanaciones, olores, humo y polvo

Manejo de desechos sólidos, líquidos y emisiones

Emisiones

Una emisión es la descarga de sustancias en la atmósfera, proveniente de actividades humanas y que afecta adversamente al hombre o al ambiente. El proceso constructivo contempla el uso de maquinaria pesada y trabajo manual de la cuadrilla que sumado a la dinámica del viento, acrecientan la presencia de humo, polvo o emisiones de gases tóxicos producidos por la imprimación del asfalto.

Desechos líquidos

El control de efluentes líquidos se ejercerá durante la etapa de construcción, los aceites remanentes serán dispuestos en canecas de plásticos y entregadas al centro de reciclaje local; se pueden usar estos residuos como lubricante de los moldes durante las actividades de encofrado de elementos de concreto. Con lo que respecta a cambios de aceites en el mantenimiento de equipos volquetes o maquinaria esto se lo realizará fuera del perímetro de la obra por lo cual no se generarían problemas de este tipo.

Emisiones a la atmosfera de material particulado

Se deberá controlar la dinámica del material particulado (polvo), durante las etapas del proceso constructivo, mediante el humedecimiento frecuente del terreno.

Procedimiento de trabajo

Desechos sólidos

Los escombros producidos durante las etapas de construcción de la obra, serán recogidos y trasladados a la escombra municipal. En el sitio, el material depositado será nivelado con maquinaria pesada de tal manera que se consolide una plataforma.

Por lo general, no se recomienda la construcción de instalaciones permanentes sobre los rellenos por las características de débil capacidad portante del suelo. Por ningún motivo los residuos sólidos serán arrojados a los cauces naturales, los trabajos de conformación de escombreras o terraplenes se realizarán teniendo en cuenta condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad e integración con el entorno.

Plan de seguridad

Es primordial establecer las funciones y responsabilidades claras y precisas para el personal, que permitan realizar prácticas eficaces frente a la probable ocurrencia de un siniestro.

Los riesgos están definidos como la posibilidad de daño, pérdida o perjuicio al sistema a consecuencia de la ocurrencia de situaciones anormales que podrían causar incidentes que afecten a potenciales receptores, los principales son:

- Incendios
- Explosiones
- Fenómenos Antrópicos que afecten el medio

Durante la etapa de construcción, los eventos que pueden producir riesgos son:

- Accidentes de tránsito
- Accidentes por manipulación de herramientas manuales
- Caída de objetos
- Caída de altura

- Accidentes por manipulación de maquinaria pesada
- Derrumbos

Medidas generales de prevención

Todas las acciones de respuesta a emergencias deberán estar dirigidas a salvar la vida de los trabajadores, proteger el medio ambiente y minimizar el daño a la propiedad.

- Identificación y reconocimiento de los riesgos significativos a la salud, seguridad y medio ambiente.
- Planificación e implementación de acciones para eliminar o disminuir los riesgos
- Revisión y verificación de la preparación y efectividad del programa de contingencia.
- Entrenamiento del personal en acciones de respuesta a contingencias.

Plan de rotulación y señalización

La realización del proyecto por su naturaleza y localización exige planificar la obra en la vía pública, situación que implica condiciones y por tanto disponer de:

- Elementos de señalización (carteles, vallas, cintas delimitadoras, pasos peatonales provisionales, mallas plásticas, etc.)
- Equipos de protección personal
- Instrucciones al personal sobre los trabajos a realizar
- Conocimiento de la orientación del flujo vehicular

MATERIALES DE REFERENCIA

6.10 BIBLIOGRAFÍA

- F. OLIVERA, Estructuras de Vías Terrestres, Segunda ed., Continental, 2002.
- A. MONTEJO Fonseca, Ingeniería Pavimentos, Tercera ed., Publicaciones de la Universidad Católica de Colombia, 2010.
- J. GRISALES Cárdenas, Diseño Geométrico de Carreteras, Primera ed., Eco Ediciones, 2002.
- C. CRESPO Villalaz, Vías de Comunicación, Cuarta ed., Limusa, 2012.
- J. MCCORMAC, Topografía, Primera ed., Limusa, 2010.
- C. CRESPO, Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Sexta ed., Limusa, 2010.
- P. MORALES, Construcción y conservación de Vías, Segunda ed., Escuela Colombia de Ingeniería, 2010.
- R. COQUAND, Caminos, Segunda ed., Reverte, S.A, 1965.
- C. GONZALES, Localización de Carreteras, Primera ed., Editorial Universitarias de Colombia, 2011.
- P. CHOCONTA, Diseño Geométrico de Vías, Primera ed., Escuela Colombia de Ingeniería, 2002.
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, 2002.

ANEXO 1

- **ENCUESTA**
- **TOPOGRAFÍA**
- **ESTUDIOS DE SUELOS**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



TEMA: “Las condiciones de la vía Quisapincha – Cusubamba, de la parroquia Quisapincha del cantón Ambato, provincia de Tungurahua y su incidencia en la ciudad de vida de sus habitantes”

INSTRUCCIONES:

- Marque en el paréntesis de acuerdo a su elección.
- La encuesta es anónima.

CUESTIONARIO

1. ¿Cómo calificaría usted el sistema vial en su sector? Buena () Regular () Mala ()
2. ¿Cuál es la frecuencia con la que Usted circula por la vía? Diariamente () Dos o más veces por semana () Una vez por semana ()
3. ¿Cuál cree usted que es la causa para el mal estado de la vía? Factores climáticos() Escasa gestión de los habitantes() Descuido de las autoridades()
4. ¿Considera que existe un adecuado sistema de drenaje en su sector? Si () No ()
5. ¿Cuál sería su aporte para que el proyecto se ejecute? Económica () Mano de Obra ()
6. ¿Cree usted que con el mejoramiento tendrá mayor seguridad para transportarse a su destino? Si () No ()
7. ¿Qué tipo de vehículo circula con mayor frecuencia por la vía? Moto () Automóvil () Camioneta () Bus () Camión ()
8. ¿Qué día considera Usted que es el más transitado? Lunes () Martes () Miércoles () Jueves () Viernes () Sábado () Domingo ()
9. ¿Cuenta con servicios básicos como? Agua potable () Alcantarillado () Energía eléctrica () Línea de teléfono ()
10. ¿A qué se dedica? Carpintero () Zapatero () Plomero () Agricultor () Chofer ()
11. ¿La vía una vez mejorada servirá para? Agricultura () Ganadería () Turismo () Movilidad ()

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

FOTOGRAFÍAS

Inventario Vial



Inicio de la carretera



Condiciones actuales de la carretera



Equipo utilización para la medición

Estudios de suelo



Determinación del CBR



Compactación





Levantamiento Topográfico



ANEXO 2

CONTEO DE TRÁFICO

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

CONTEO VEHICULAR DIARIO EN LA VIA QUISAPINCHA - CUSUBAMBA DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA

UBICACIÓN: Estación 1 Km 7+830

FECHA: Lunes, 2 de Marzo del 2015

REALIZADO: David Sotomayor

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL /15min	TOTAL ACUMULADO
			C-2-P	C-2-G	C-3		
6:00 - 6:15						0	
6:15 - 6:30	2					2	
6:30 - 6:45						0	
6:45 - 7:00	2					2	4
7:00 - 7:15	3					3	7
7:15 - 7:30						0	5
7:30 - 7:45						0	5
7:45 - 8:00						0	3
8:00 - 8:15						0	0
8:15 - 8:30	3					3	3
8:30 - 8:45						0	3
8:45 - 9:00	3		1			4	7
9:00 - 9:15			1			1	8
9:15 - 9:30			1			1	6
9:30 - 9:45	2					2	8
9:45 - 10:00	1					1	5
10:00 - 10:15	3					3	7
10:15 - 10:30	2					2	8
10:30 - 10:45	3		2			5	11
10:45 - 11:00	3					3	13
11:00 - 11:15	2					2	12
11:15 - 11:30	2					2	12
11:30 - 11:45	1		1			2	9
11:45 - 12:00						0	6
12:00 - 12:15						0	4
12:15 - 12:30	2					2	4
12:30 - 12:45	1					1	3
12:45 - 13:00						0	3
13:00 - 13:15	3					3	6
13:15 - 13:30	1					1	5
13:30 - 13:45	1					1	5
13:45 - 14:00	4					4	9
14:00 - 14:15	1					1	7
14:15 - 14:30						0	6
14:30 - 14:45	1					1	6
14:45 - 15:00						0	2
15:00 - 15:15	1					1	2
15:15 - 15:30						0	2
15:30 - 15:45	1					1	2
15:45 - 16:00						0	2
16:00 - 16:15						0	1
16:15 - 16:30						0	1
16:30 - 16:45						0	0
16:45 - 17:00						0	0
17:00 - 17:15	5					5	5
17:15 - 17:30	2					2	7
17:30 - 17:45	3					3	10
17:45 - 18:00						0	10
TOTAL	58	0					244

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

CONTEO VEHICULAR DIARIO EN LA VIA QUISAPINCHA - CUSUBAMBA DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA

UBICACIÓN: Estación 1 Km 7+830

FECHA: Martes, 3 de Marzo del 2015

REALIZADO: David Sotomayor

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL /15min	TOTAL ACUMULADO
			C-2-P	C-2-G	C-3		
6:00 - 6:15						0	
6:15 - 6:30	3					3	
6:30 - 6:45						0	
6:45 - 7:00						0	3
7:00 - 7:15	2					2	5
7:15 - 7:30	2					2	4
7:30 - 7:45						0	4
7:45 - 8:00						0	4
8:00 - 8:15	3					3	5
8:15 - 8:30	4					4	7
8:30 - 8:45						0	7
8:45 - 9:00						0	7
9:00 - 9:15						0	4
9:15 - 9:30	4					4	4
9:30 - 9:45	7					7	11
9:45 - 10:00	3					3	14
10:00 - 10:15	4					4	18
10:15 - 10:30	2					2	16
10:30 - 10:45	1					1	10
10:45 - 11:00	1					1	8
11:00 - 11:15	1					1	5
11:15 - 11:30						0	3
11:30 - 11:45	2		1			3	5
11:45 - 12:00						0	4
12:00 - 12:15						0	3
12:15 - 12:30						0	3
12:30 - 12:45	1					1	1
12:45 - 13:00						0	1
13:00 - 13:15						0	1
13:15 - 13:30	1					1	2
13:30 - 13:45	3					3	4
13:45 - 14:00	6					6	10
14:00 - 14:15	1					1	11
14:15 - 14:30						0	10
14:30 - 14:45						0	7
14:45 - 15:00	2					2	3
15:00 - 15:15						0	2
15:15 - 15:30						0	2
15:30 - 15:45	1					1	3
15:45 - 16:00	1					1	2
16:00 - 16:15						0	2
16:15 - 16:30	1					1	3
16:30 - 16:45						0	2
16:45 - 17:00	3					3	4
17:00 - 17:15	4					4	8
17:15 - 17:30	1					1	8
17:30 - 17:45	3					3	11
17:45 - 18:00	3					3	11
TOTAL	70	0					262

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

CONTEO VEHICULAR DIARIO EN LA VIA QUISAPINCHA - CUSUBAMBA DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA

UBICACIÓN: Estación 1 Km 7+830

FECHA: Miércoles, 4 de Marzo del 2015

REALIZADO: David Sotomayor

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL /15min	TOTAL ACUMULADO
			C-2-P	C-2-G	C-3		
6:00 - 6:15						0	
6:15 - 6:30	4					4	
6:30 - 6:45	3					3	
6:45 - 7:00	2					2	9
7:00 - 7:15						0	9
7:15 - 7:30	2					2	7
7:30 - 7:45	1					1	5
7:45 - 8:00						0	3
8:00 - 8:15	1					1	4
8:15 - 8:30	2					2	4
8:30 - 8:45						0	3
8:45 - 9:00	1		1			2	5
9:00 - 9:15						0	4
9:15 - 9:30	2					2	4
9:30 - 9:45	1					1	5
9:45 - 10:00	3					3	6
10:00 - 10:15	2					2	8
10:15 - 10:30	2					2	8
10:30 - 10:45	1					1	8
10:45 - 11:00	1					1	6
11:00 - 11:15	3					3	7
11:15 - 11:30						0	5
11:30 - 11:45						0	4
11:45 - 12:00	1					1	4
12:00 - 12:15						0	1
12:15 - 12:30	1					1	2
12:30 - 12:45	1					1	3
12:45 - 13:00						0	2
13:00 - 13:15						0	2
13:15 - 13:30	1					1	2
13:30 - 13:45	1					1	2
13:45 - 14:00	3					3	5
14:00 - 14:15	1					1	6
14:15 - 14:30						0	5
14:30 - 14:45	1					1	5
14:45 - 15:00	3					3	5
15:00 - 15:15						0	4
15:15 - 15:30						0	4
15:30 - 15:45	2					2	5
15:45 - 16:00	2					2	4
16:00 - 16:15						0	4
16:15 - 16:30						0	4
16:30 - 16:45	1					1	3
16:45 - 17:00						0	1
17:00 - 17:15	2					2	3
17:15 - 17:30	1					1	4
17:30 - 17:45	1					1	4
17:45 - 18:00	4					4	8
TOTAL	57	0					206

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

CONTEO VEHICULAR DIARIO EN LA VIA QUISAPINCHA - CUSUBAMBA DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA

UBICACIÓN: Estación 1 Km 7+830

FECHA: Jueves, 5 de Marzo del 2015

REALIZADO: David Sotomayor

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL /15min	TOTAL ACUMULADO
			C-2-P	C-2-G	C-3		
6:00 - 6:15						0	
6:15 - 6:30	4					4	
6:30 - 6:45	3					3	
6:45 - 7:00						0	7
7:00 - 7:15	2					2	9
7:15 - 7:30	3					3	8
7:30 - 7:45						0	5
7:45 - 8:00	1					1	6
8:00 - 8:15	2					2	6
8:15 - 8:30	1					1	4
8:30 - 8:45						0	4
8:45 - 9:00	2					2	5
9:00 - 9:15						0	3
9:15 - 9:30	1					1	3
9:30 - 9:45	1					1	4
9:45 - 10:00						0	2
10:00 - 10:15						0	2
10:15 - 10:30	3					3	4
10:30 - 10:45	3					3	6
10:45 - 11:00	1					1	7
11:00 - 11:15	1					1	8
11:15 - 11:30						0	5
11:30 - 11:45	1					1	3
11:45 - 12:00						0	2
12:00 - 12:15						0	1
12:15 - 12:30	1					1	2
12:30 - 12:45	1					1	2
12:45 - 13:00						0	2
13:00 - 13:15						0	2
13:15 - 13:30	1					1	2
13:30 - 13:45	1					1	2
13:45 - 14:00	3					3	5
14:00 - 14:15	1					1	6
14:15 - 14:30						0	5
14:30 - 14:45	1					1	5
14:45 - 15:00	3					3	5
15:00 - 15:15	1					1	5
15:15 - 15:30	2					2	7
15:30 - 15:45	3					3	9
15:45 - 16:00	1					1	7
16:00 - 16:15	1					1	7
16:15 - 16:30	1					1	6
16:30 - 16:45	1					1	4
16:45 - 17:00						0	3
17:00 - 17:15	2					2	4
17:15 - 17:30	3					3	6
17:30 - 17:45	1					1	6
17:45 - 18:00	1					1	7
TOTAL	58	0					213

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

CONTEO VEHICULAR DIARIO EN LA VIA QUISAPINCHA - CUSUBAMBA DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA

UBICACIÓN: Estación 1 Km 7+830

FECHA: Viernes, 6 de Marzo del 2015

REALIZADO: David Sotomayor

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL /15min	TOTAL ACUMULADO
			C-2-P	C-2-G	C-3		
6:00 - 6:15						0	
6:15 - 6:30	2					2	
6:30 - 6:45	1					1	
6:45 - 7:00	3					3	6
7:00 - 7:15	2					2	8
7:15 - 7:30	1					1	7
7:30 - 7:45						0	6
7:45 - 8:00						0	3
8:00 - 8:15						0	1
8:15 - 8:30	3					3	3
8:30 - 8:45						0	3
8:45 - 9:00	2					2	5
9:00 - 9:15	1					1	6
9:15 - 9:30						0	3
9:30 - 9:45	2					2	5
9:45 - 10:00						0	3
10:00 - 10:15	1					1	3
10:15 - 10:30						0	3
10:30 - 10:45	1					1	2
10:45 - 11:00	2					2	4
11:00 - 11:15	2					2	5
11:15 - 11:30						0	5
11:30 - 11:45	1					1	5
11:45 - 12:00	1					1	4
12:00 - 12:15						0	2
12:15 - 12:30	1					1	3
12:30 - 12:45	1					1	3
12:45 - 13:00						0	2
13:00 - 13:15	2					2	4
13:15 - 13:30	3					3	6
13:30 - 13:45	3					3	8
13:45 - 14:00	1					1	9
14:00 - 14:15						0	7
14:15 - 14:30	2					2	6
14:30 - 14:45	1					1	4
14:45 - 15:00	2					2	5
15:00 - 15:15						0	5
15:15 - 15:30	1					1	4
15:30 - 15:45	2					2	5
15:45 - 16:00	1					1	4
16:00 - 16:15	2					2	6
16:15 - 16:30	2					2	7
16:30 - 16:45	1					1	6
16:45 - 17:00						0	5
17:00 - 17:15						0	3
17:15 - 17:30	2					2	3
17:30 - 17:45	3					3	5
17:45 - 18:00	4					4	9
TOTAL	59	0					211

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

CONTEO VEHICULAR DIARIO EN LA VIA QUISAPINCHA - CUSUBAMBA DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA

UBICACIÓN: Estación 1 Km 7+830

FECHA: Sábado, 7 de Marzo del 2015

REALIZADO: David Sotomayor

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL /15min	TOTAL ACUMULADO
			C-2-P	C-2-G	C-3		
6:00 - 6:15						0	
6:15 - 6:30	3					3	
6:30 - 6:45	1					1	
6:45 - 7:00	3					3	7
7:00 - 7:15	2					2	9
7:15 - 7:30	1					1	7
7:30 - 7:45						0	6
7:45 - 8:00						0	3
8:00 - 8:15						0	1
8:15 - 8:30	1					1	1
8:30 - 8:45	1					1	2
8:45 - 9:00						0	2
9:00 - 9:15						0	2
9:15 - 9:30	1					1	2
9:30 - 9:45						0	1
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						0	1
11:15 - 11:30	1					1	2
11:30 - 11:45	3					3	4
11:45 - 12:00	1					1	5
12:00 - 12:15	3					3	8
12:15 - 12:30	3					3	10
12:30 - 12:45	1					1	8
12:45 - 13:00						0	7
13:00 - 13:15	1					1	5
13:15 - 13:30						0	2
13:30 - 13:45						0	1
13:45 - 14:00						0	1
14:00 - 14:15						0	0
14:15 - 14:30						0	0
14:30 - 14:45						0	0
14:45 - 15:00						0	0
15:00 - 15:15						0	0
15:15 - 15:30	1					1	1
15:30 - 15:45	2					2	3
15:45 - 16:00	3					3	6
16:00 - 16:15	1					1	7
16:15 - 16:30	1					1	7
16:30 - 16:45						0	5
16:45 - 17:00						0	2
17:00 - 17:15	4					4	5
17:15 - 17:30	3					3	7
17:30 - 17:45	4					4	11
17:45 - 18:00	3					3	14
TOTAL	50	0					173

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

CONTEO VEHICULAR DIARIO EN LA VIA QUISAPINCHA - CUSUBAMBA DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA

UBICACIÓN: Estación 1 Km 7+830

FECHA: Domingo, 7 de Marzo del 2015



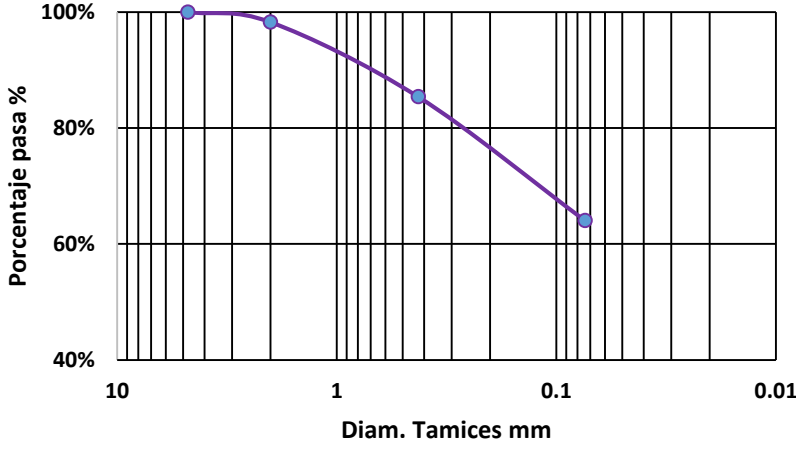
REALIZADO: David Sotomayor

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL /15min	TOTAL ACUMULADO
			C-2-P	C-2-G	C-3		
6:00 - 6:15	2					2	
6:15 - 6:30	4					4	
6:30 - 6:45	5					5	
6:45 - 7:00						0	11
7:00 - 7:15	3					3	12
7:15 - 7:30	2					2	10
7:30 - 7:45	1					1	6
7:45 - 8:00						0	6
8:00 - 8:15						0	3
8:15 - 8:30						0	1
8:30 - 8:45						0	0
8:45 - 9:00						0	0
9:00 - 9:15						0	0
9:15 - 9:30						0	0
9:30 - 9:45	2					2	2
9:45 - 10:00						0	2
10:00 - 10:15						0	2
10:15 - 10:30						0	2
10:30 - 10:45	1					1	1
10:45 - 11:00	1					1	2
11:00 - 11:15						0	2
11:15 - 11:30						0	2
11:30 - 11:45						0	1
11:45 - 12:00	3					3	3
12:00 - 12:15	2					2	5
12:15 - 12:30	5					5	10
12:30 - 12:45	5					5	15
12:45 - 13:00						0	12
13:00 - 13:15	1					1	11
13:15 - 13:30	1					1	7
13:30 - 13:45						0	2
13:45 - 14:00						0	2
14:00 - 14:15						0	1
14:15 - 14:30						0	0
14:30 - 14:45						0	0
14:45 - 15:00	1					1	1
15:00 - 15:15						0	1
15:15 - 15:30						0	1
15:30 - 15:45	2					2	3
15:45 - 16:00						0	2
16:00 - 16:15	1					1	3
16:15 - 16:30	1					1	4
16:30 - 16:45						0	2
16:45 - 17:00						0	2
17:00 - 17:15	1					1	2
17:15 - 17:30	3					3	4
17:30 - 17:45	5					5	9
17:45 - 18:00						0	9
TOTAL	52	0					176

ANEXO 3

ESTUDIOS DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO 				
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA				
PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba				
SECTOR: Quisapincha	ABSCISA: 7+830			
UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba	FECHA: Ambato, 05/03/2015			
TAMICES ESTÁNDAR				
MALLA	Abertura (mm)	Peso RECT/ACUM	RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
3"	76.3	0	0.00	100%
1 1/2"	38.1	0	0.00	100%
1"	25.4	0	0.00	100%
3/4"	19.1	0	0.00	100%
1/2"	12.7	0	0.00	100%
3/8"	9.52	0	0.00	100%
N 4"	4.76	0	0.00	100%
PASA N4		0	0.00	100%
N10	2.00	4.35	1.75	98.25%
N 30	0.59			
N 40	0.425	36.4	14.62	85.38%
N 50	0.30		0.00	
N 100	0.149		0.00	
N 200	0.074	89.52	35.96	64.04%
PASA EL N 200		159.39	64.04	
TOTAL		248.91		
Peso antes del lavado	248.91	Peso cuarteo Antes/Lavado		
Peso después del lavado	89.52	Peso cuarteo Después/Lavado		
Total – diferencia	159.39			
2.- Representación gráfica de las distribución granulométrica				
				
Contenido de humedad				
PT+SH = 178.60		W % = 89.63		
PT+SS = 116.45				
PT= 47.11		Clasificación SUCS		
P Agua= 62.15		MH (Limo alta plasticidad)		
PSS = 69.34				



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha

ABSCISA: 7+830

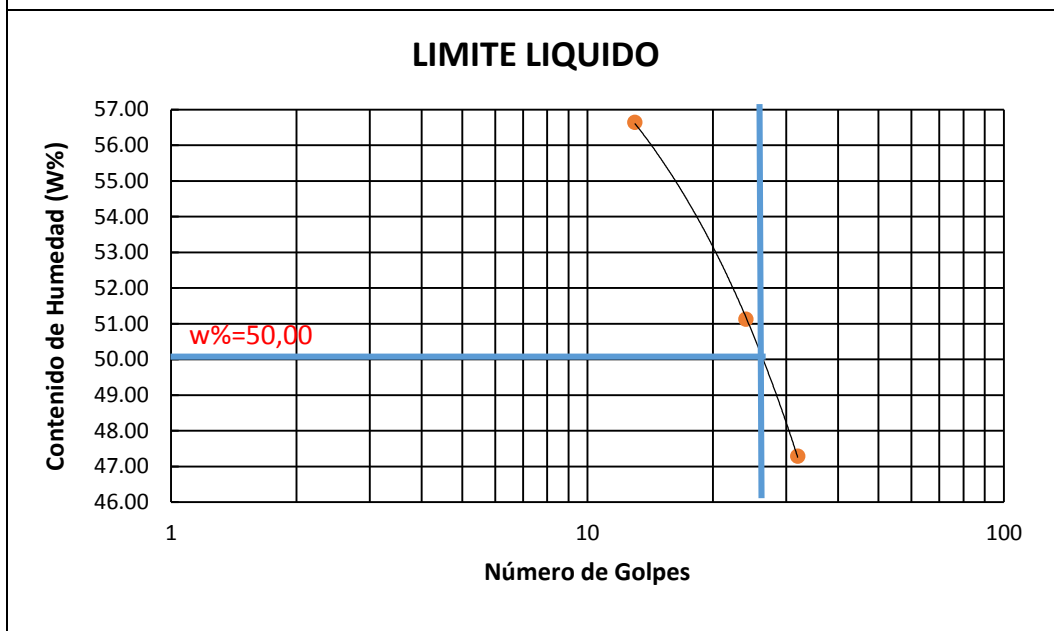
UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba

FECHA: Ambato, 05/03/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	32		24		13	
Recipiente Numero	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6
Peso humedo + recipiente (Wm+rec)	19.32	18.32	21.36	22.51	21.76	17.65
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	16.98	15.87	17.79	18.87	18.16	15.45
Peso recipiente (rec)	11.2	11.34	11.26	11.22	11.45	11.76
Peso del agua (Ww)	2.34	2.45	3.57	3.64	3.6	2.2
Peso de los sólidos (Ws)	5.78	4.53	6.53	7.65	6.71	3.69
Contenido de humedad (w%)	40.48	54.08	54.67	47.58	53.65	59.62
Contenido de humedad prom (w%)	47.28		51.13		56.64	

Representación gráfica de Límite Líquido



Recipiente Numero	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6
Peso humedo + recipiente (Wm+rec)	5.32	5.17	5.59	5.79	5.14	5.45
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	5	4.89	5.15	5.41	4.86	5.13
Peso recipiente (rec)	4.24	4.28	4.34	4.32	4.25	4.36
Peso del agua (Ww)	0.32	0.28	0.44	0.38	0.28	0.32
Peso de los sólidos (Ws)	0.76	0.61	0.81	1.09	0.61	0.77
Contenido de humedad (w%)	42.11	45.90	54.32	34.86	45.90	41.56
Contenido de humedad prom (w%)	44.00		44.59		43.73	
Límite Líquido =	50.00%					
Límite Plástico =	44.11%					
Índice Plástico =	5.89%					



Universidad técnica de Ambato
Facultad de ingeniería civil



Proyecto: Estudio de la carretera Quisapincha – Cusubamba	
Sector: Quisapincha	Abscisa: 7+830
Ubicación: Quisapincha-Cusubamba	Fecha: Ambato, 05/03/2015
Norma: AASHTO T-180	
Especificaciones del ensayo	
NUMERO DE GOLPES: 25 NÚMERO DE CAPAS: 5 PESO MARTILLO: 10 Lb	
ALTURA DE CAÍDA: 18" PESO MOLDE: 3791 gr VOLUMEN DEL MOLDE: 944	

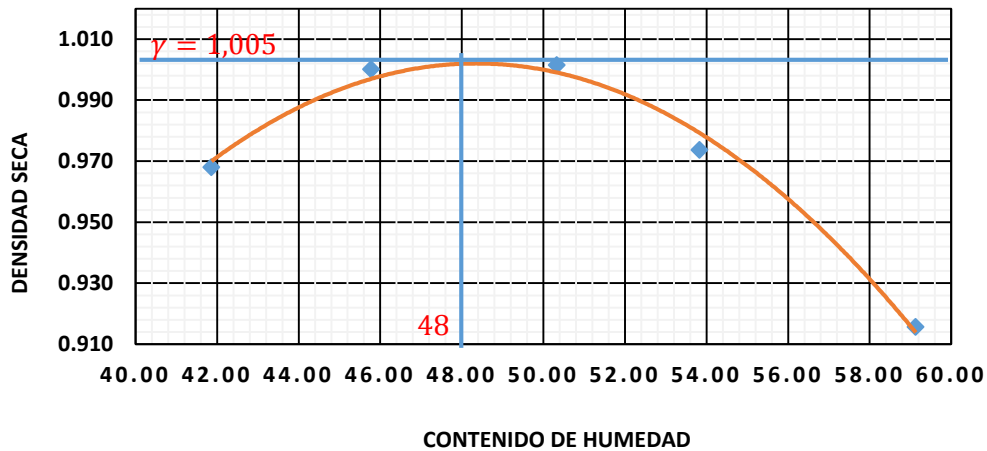
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

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)	5087.3	5167.3	5212.3	5205	5166.54
Peso suelo húmedo	1296.3	1376.3	1421.3	1414	1375.54
Densidad Húmeda en (gr/cm ³)	1.373	1.458	1.506	1.498	1.457

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9	F-10
Peso húmedo + recipiente (W _m +rep)	146.36	132.73	151.09	139.72	161.32	142.71	177.02	142	167.28	143.56
Peso seco + recipiente (W _s +rep)	117.07	102.93	118.42	104.51	123.51	106	132.1	108.3	117.16	101.42
Peso del recipiente (rec)	47.21	31.63	47.21	27.43	48.4	33.05	49.54	45.02	32.2	30.32
Peso del agua (W _w)	29.29	29.8	32.67	35.21	37.81	36.71	44.92	33.7	50.12	42.14
Peso suelo seco (W _s)	69.86	71.3	71.21	77.08	75.11	72.95	82.56	63.28	84.96	71.1
Contenido humedad (w%)	41.93	41.80	45.88	45.68	50.34	50.32	54.41	53.26	58.99	59.27
Contenido humedad promedio (w%)	41.86		45.78		50.33		53.83		59.13	
Densidad seca (γ _d)	0.968		1.000		1.002		0.974		0.916	

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DENSIDAD SECA VS CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo:	1.005								
W óptimo %:	48.00								



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha **ABSCISA:** 7+830

UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba **FECHA:** Ambato, 05/03/2015

TIPO: Proctor modificado

ENSAYO CBR

Molde #	1	2	3
# de capas	5	5	5
# de golpes por capa	56	27	11

ANTES DE SUMERGIRLO EN AGUA

Wm + molde	11256	11302	11097	11325	11260	11656.7
Peso molde (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
Peso muestra húmeda (gr)	3265	3311	3017	3245	2694	3090.7
Volumen de la muestra (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.419	1.439	1.311	1.410	1.171	1.343
Densidad seca (gr/cm ³)	0.942	0.886	0.876	0.853	0.781	0.781
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	0.914		0.864		0.781	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Molde #	G-1	G-2	G-3	G-4	G-5	G-6
Wm + molde (gr)	175.6	111.13	165.38	200.66	160.71	117.23
Peso muestra seca + molde (gr)	131.75	78.96	126.25	146.28	122.2	81.44
Peso agua (gr)	43.85	32.17	39.13	54.38	38.51	35.79
Peso molde (gr)	45.19	27.35	47.46	63.12	44.9	31.78
Peso muestra seca (gr)	86.56	51.61	78.79	83.16	77.3	49.66
Contenido de humedad (%)	50.66	62.33	49.66	65.39	49.82	72.07
Agua absorbida (%)	11.67		15.73		22.25	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la Via Quisapincha - Cusubamba
SECTOR: Quisapincha
UBICACIÓN: Quisapincha - Cusubamba

ABSCISA: Km 7+830
FECHA: Ambato, 05/03/2015

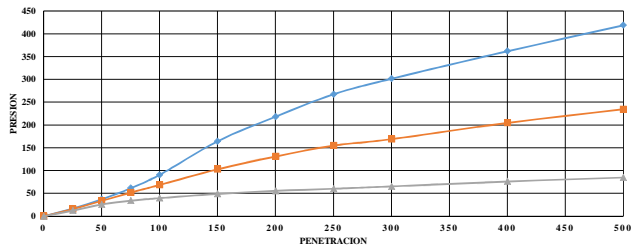
ENSAYO C.B.R
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL EN (pls * 10-2)

MOLDE NUMERO			15				18				15			
FECHA	TIEMPO		LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%	LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%	LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%
DIA Y MES	HORA	DIAS	pls.	plgs.	plgs*10-2		pls.	plgs.	plgs*10-2		pls.	plgs.	plgs*10-2	
03-mar-15	15:10	0	0.02	5	0.00	0.00	0.01	5	0.00	0.00	0.02	5	0.00	0.00
04-mar-15	14:08	1	0.04		2.36	0.47	0.04		2.92	0.58	0.03		1.52	0.30
05-mar-15	14:45	2	0.06		4.84	0.97	0.06		4.72	0.94	0.05		3.52	0.70

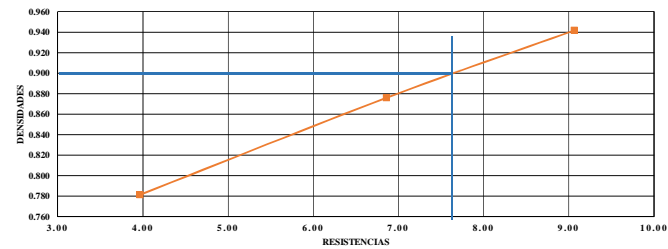
ENSAYO DE CARGA PENETRACION
CONSTANTE DE CELDA: 2,204 lb **AREA DEL PISTON: 3plg2**

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO	SEG	PENETRA	Q LECTURA	PRESIONES	CBR	Q LECTURA	PRESIONES	CBR	Q LECTURA	PRESIONES	CBR	Q LECTURA	PRESIONES	CBR
MIN		10-3 "	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%
0	30	0	0	0			0	0			0	0		
1	0	25	22.5	16.53			21.1	15.50			16.9	12.42		
1	30	75	83.7	61.49			70.4	51.72			46.5	34.16		
2	0	100	123.4	90.66	90.7	9.07	93.39	68.61	68.61	6.86	54	39.67	39.67	3.97
3	0	150	223.7	164.34			140.1	102.93			66.7	49.00		
4	0	200	297.1	218.27			178.2	130.92			75.8	55.69		
5	0	250	363.9	267.35			210.7	154.79			82.1	60.32		
6	0	300	410.1	301.29			230.1	169.05			89.2	65.53		
8	0	400	492.3	361.68			278.5	204.60			103.7	76.18		
10	0	500	569.7	418.54			319.2	234.51			115.4	84.78		
CBR CORREGIDO						9.07							6.86	3.97

GRÁFICO PRESION - PENETRACION



DENSIDADES VS RESISTENCIAS



Densidades		vs	Resistencias	
0.942	gr/cm3		9.07	%
0.876	gr/cm4		6.86	%
0.781	gr/cm5		3.97	%

Densidad max	1.005	gr/cm3
90% de DM	0.9045	gr/cm3
CBR PUNTUAL	7.80	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha

ABSCISA: 7+000

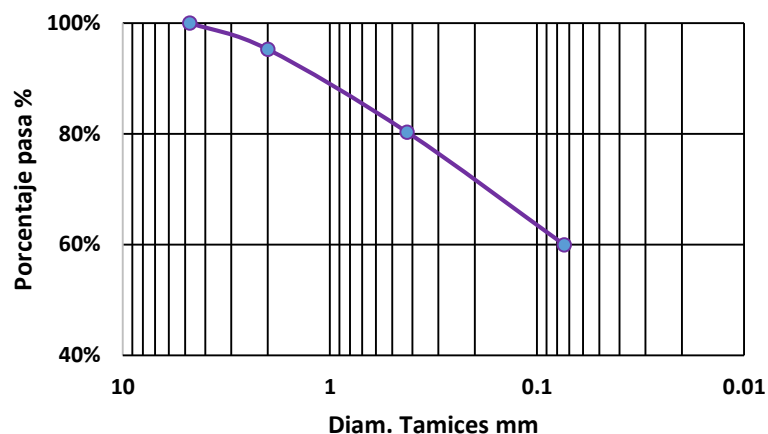
UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba

FECHA: Ambato, 05/03/2015

TAMICES ESTÁNDAR

MALLA	Abertura (mm)	Peso RECT/ACUM	RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
3"	76.3	0	0.00	100%
1 1/2"	38.1	0	0.00	100%
1"	25.4	0	0.00	100%
3/4"	19.1	0	0.00	100%
1/2"	12.7	0	0.00	100%
3/8"	9.52	0	0.00	100%
N 4"	4.76	0	0.00	100%
PASA N4		0	0.00	100%
N10	2.00	12.3	4.77	95.23%
N 30	0.59			
N 40	0.425	50.9	19.72	80.28%
N 50	0.30		0.00	
N 100	0.149		0.00	
N 200	0.074	103.4	40.06	59.94%
PASA EL N 200		154.7	59.94	
TOTAL		258.1		
Peso antes del lavado	258.1	Peso cuarteo Antes/Lavado		
Peso después del lavado	103.4	Peso cuarteo Después/Lavado		
Total – diferencia	154.7			

2.- Representación gráfica de las distribución granulométrica



Contenido de humedad				
PT+SH = 178.60		W % = 89.63		
PT+SS = 116.45				
PT= 47.11		Clasificación SUCS		
P Agua= 62.15		MH (Limo alta plasticidad)		
PSS = 69.34				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha

ABSCISA: 7+000

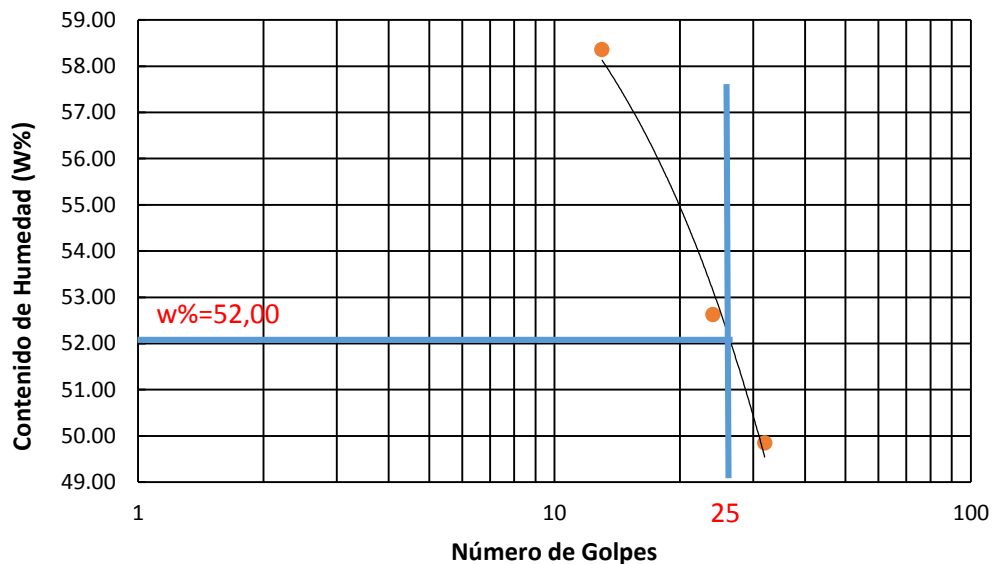
UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba

FECHA: Ambato, 05/03/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	32		24		13	
Recipiente Numero	A-7	A-8	A-9	A-10	A-11	A-12
Peso humedo + recipiente (Wm+rec)	20.59	18.75	22.63	26.7	23.03	21.84
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	17.75	16.08	18.53	21.62	18.9	18.01
Peso recipiente (rec)	11.2	11.34	11.26	11.22	11.45	11.76
Peso del agua (Ww)	2.84	2.67	4.1	5.08	4.13	3.83
Peso de los sólidos (Ws)	6.55	4.74	7.27	10.4	7.45	6.25
Contenido de humedad (w%)	43.36	56.33	56.40	48.85	55.44	61.28
Contenido de humedad prom (w%)	49.84		52.62		58.36	

Representación gráfica de Límite Líquido



Recipiente Numero	A-1	A-3	A-5	A-8	E-1	E-2
Peso humedo + recipiente (Wm+rec)	6.17	5.98	6.82	7.06	6.27	6.65
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	5.62	5.43	5.94	6.32	5.62	5.9
Peso recipiente (rec)	4.24	4.28	4.34	4.32	4.25	4.36
Peso del agua (Ww)	0.55	0.55	0.88	0.74	0.65	0.75
Peso de los sólidos (Ws)	1.38	1.15	1.6	2	1.37	1.54
Contenido de humedad (w%)	39.86	47.83	55.00	37.00	47.45	48.70
Contenido de humedad prom (w%)	43.84		46.00		48.07	
Límite Líquido =	52.00%					
Límite Plástico =	45.97%					
Índice Plástico =	6.03%					



Universidad técnica de Ambato
Facultad de ingeniería civil

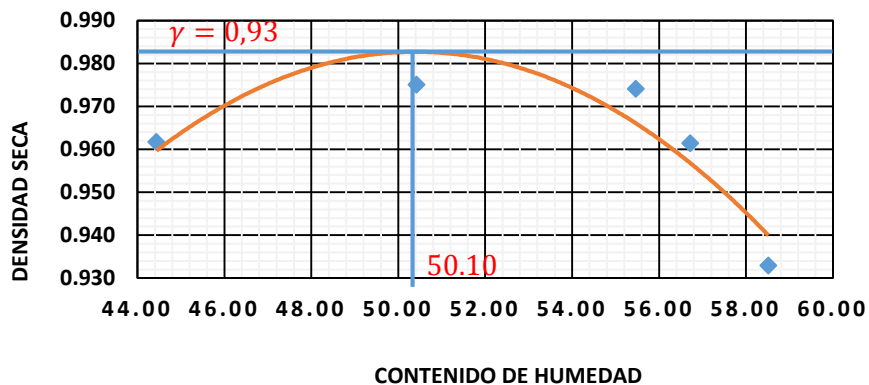


Proyecto: Estudio de la carretera Quisapincha – Cusubamba	
Sector: Quisapincha	Abscisa: 7+000
Ubicación: Quisapincha-Cusubamba	Fecha: Ambato, 05/03/2015
Norma: AASHTO T-180	
Especificaciones del ensayo	
NUMERO DE GOLPES: 25 NÚMERO DE CAPAS: 5 PESO MARTILLO: 10 Lb	
ALTURA DE CAÍDA: 18" PESO MOLDE: 3791 gr VOLUMEN DEL MOLDE: 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)	5102.3	5175.5	5220.6	5213.3	5187
Peso suelo húmedo	1311.3	1384.5	1429.6	1422.3	1396
Densidad Húmeda en (gr/cm ³)	1.389	1.467	1.514	1.507	1.479

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	F-11	F-12	F-13	F-14	F-15	F-16	F-17	F-18	F-19	F-20
Peso húmedo + recipiente (Wm+rep)	141.5	134.2	147.5	136.5	152.3	143.3	187.8	132.4	164.7	148.3
Peso seco + recipiente (Ws+rep)	114.8	100.3	113.2	100.7	119.2	100.2	129.5	107.2	117.6	103.2
Peso del recipiente (rec)	47.21	31.63	47.21	27.43	48.4	33.05	49.54	45.02	32.2	30.32
Peso del agua (Ww)	26.7	33.9	34.3	35.8	33.1	43.1	58.3	25.2	47.1	45.1
Peso suelo seco (Ws)	67.59	68.67	65.99	73.27	70.8	67.15	79.96	62.18	85.4	72.88
Contenido humedad (w%)	39.50	49.37	51.98	48.86	46.75	64.18	72.91	40.53	55.15	61.88
Contenido humedad promedio (w%)	44.43		50.42		55.47		56.72		58.52	
Densidad seca (γd)	0.962		0.975		0.974		0.961		0.933	

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DENSIDAD SECA VS CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo:	1.005								
W óptimo %:	48.00								



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha **ABSCISA:** 7+000

UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba **FECHA:** Ambato, 05/03/2015

TIPO: Proctor modificado

ENSAYO CBR

Molde #	1	2	3
# de capas	5	5	5
# de golpes por capa	56	27	11

ANTES DE SUMERGIRLO EN AGUA

Wm + molde	11045	11160	10879	11125	11012	11403
Peso molde (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
Peso muestra húmeda (gr)	3054	3169	2799	3045	2446	2837
Volumen de la muestra (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.327	1.377	1.216	1.323	1.063	1.233
Densidad seca (gr/cm ³)	0.865	0.739	0.778	0.741	0.666	0.627
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	0.802		0.759		0.646	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Molde #	G-7	G-8	G-9	G-10	G-11	G-12
Wm + molde (gr)	178.95	121.3	172.45	215.32	168.32	125.32
Peso muestra seca + molde (gr)	132.36	77.79	127.35	148.36	122.2	79.32
Peso agua (gr)	46.59	43.51	45.1	66.96	46.12	46
Peso molde (gr)	45.19	27.35	47.46	63.12	44.9	31.78
Peso muestra seca (gr)	87.17	50.44	79.89	85.24	77.3	47.54
Contenido de humedad (%)	53.45	86.26	56.45	78.55	59.66	96.76
Agua absorbida (%)	32.81		22.10		37.10	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la Vía Quisapincha - Cusubamba
SECTOR: Quisapincha
UBICACIÓN: Quisapincha - Cusubamba

ABSCISA: Km 7+000
FECHA: Ambato, 05/03/2015

ENSAYO C.B.R
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL EN (pls * 10-2)

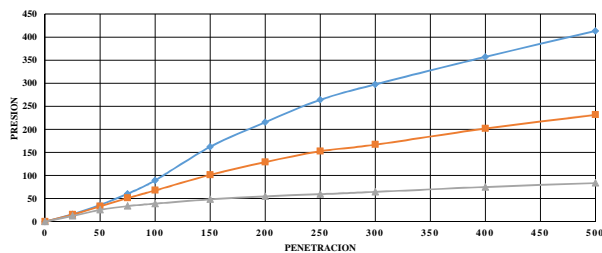
MOLDE NUMERO			15				18				15			
FECHA	TIEMPO		LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%	LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%	LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%
DIA Y MES	HORA	DIAS	pls.	plgs.	plgs*10-2		pls.	plgs.	plgs*10-2		pls.	plgs.	plgs*10-2	
03-mar-15	15:10	0	0.02	5	0.00	0.00	0.01	5	0.00	0.00	0.02	5	0.00	0.00
04-mar-15	14:08	1	0.04		2.36	0.47	0.04		2.92	0.58	0.03		1.52	0.30
05-mar-15	14:45	2	0.06		4.84	0.97	0.06		4.72	0.94	0.05		3.52	0.70

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

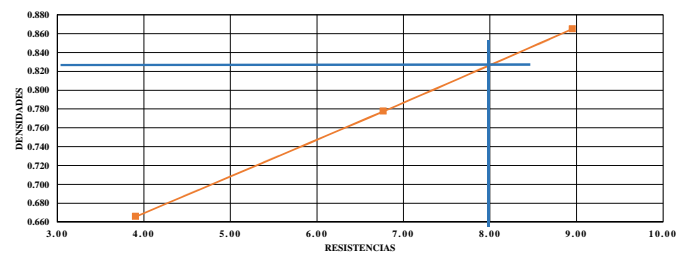
CONSTANTE DE CELDA: 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3plg2

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C				
TIEMPO		PENETRA	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	
MIN	SEG	10-3''	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	
		0	0	0			0	0			0	0			
0	30	25	22.2	16.31			20.8	15.28			16.7	12.27			
1	0	50	49.6	36.44			45.2	33.21			34.9	25.64			
1	30	75	82.6	60.68			69.5	51.06			45.9	33.72			
2	0	100	121.9	89.56	89.6	8.96	92.13	67.68	67.68	6.77	53.2	39.08	39.08	3.91	
3	0	150	220.9	162.29			138.2	101.53			65.8	48.34			
4	0	200	293.4	215.55			175.8	129.15			74.8	54.95			
5	0	250	359.4	264.04			207.8	152.66			81	59.51			
6	0	300	405	297.54			227.1	166.84			88	64.65			
8	0	400	486.2	357.19			274.8	201.89			102.3	75.16			
10	0	500	562.6	413.32			314.9	231.35			113.8	83.61			
CBR CORREGIDO						8.96							6.77	3.91	

GRAFICO PRESION - PENETRACION



DENSIDADES VS RESISTENCIAS



Densidades		vs	Resistencias	
0.865	gr/cm3		8.96	%
0.778	gr/cm4		6.77	%
0.666	gr/cm5	3.91	%	

Densidad max	0.98	gr/cm3
90% de DM	0.83	gr/cm3
CBR PUNTUAL	8.00	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha

ABSCISA: 6+000

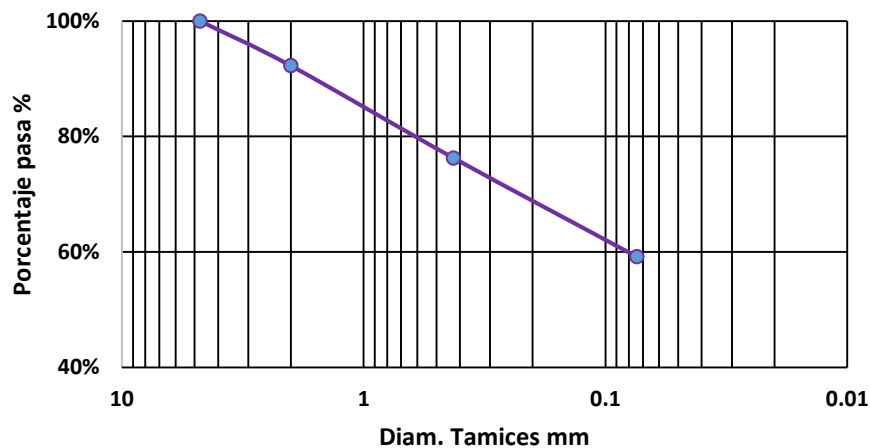
UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba

FECHA: Ambato, 05/03/2015

TAMICES ESTÁNDAR

MALLA	Abertura (mm)	Peso RECT/ACUM	RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
3"	76.3	0	0.00	100%
1 1/2"	38.1	0	0.00	100%
1"	25.4	0	0.00	100%
3/4"	19.1	0	0.00	100%
1/2"	12.7	0	0.00	100%
3/8"	9.52	0	0.00	100%
N 4"	4.76	0	0.00	100%
PASA N4		0	0.00	100%
N10	2.00	20.91	7.76	92.24%
N 30	0.59			
N 40	0.425	63.95	23.73	76.27%
N 50	0.30		0.00	
N 100	0.149		0.00	
N 200	0.074	110.08	40.85	59.15%
PASA EL N 200		159.39	59.15	
TOTAL		269.47		
Peso antes del lavado	269.47	Peso cuarteo Antes/Lavado		
Peso después del lavado	110.08	Peso cuarteo Después/Lavado		
Total – diferencia	159.39			

2.- Representación gráfica de las distribución granulométrica



Contenido de humedad

PT+SH = 188.98

W % = 85.55

PT+SS = 123.57

PT= 47.11

Clasificación SUCS

P Agua= 65.41

MH (Limo alta plasticidad)

PSS = 76.46



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha

ABSCISA: 6+000

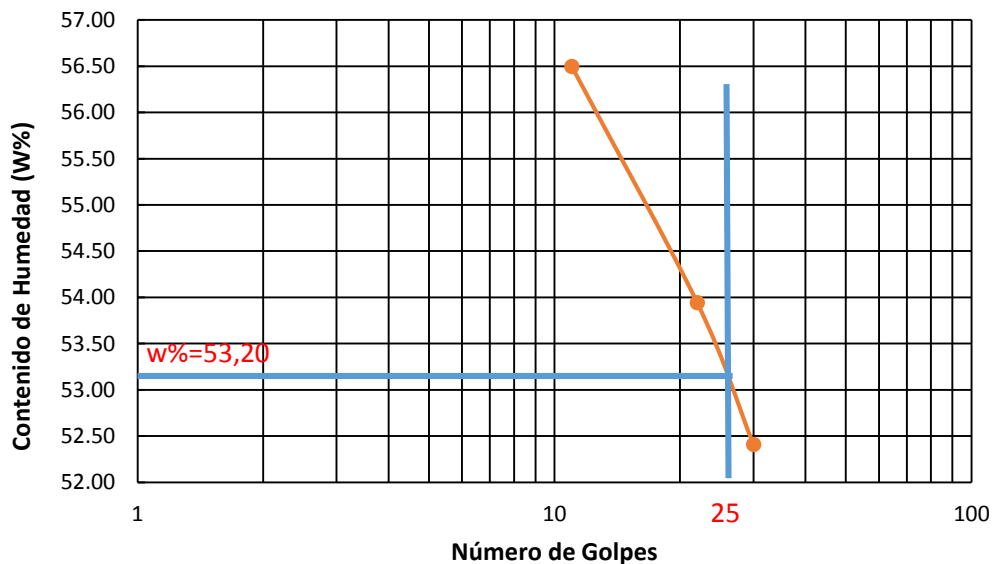
UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba

FECHA: Ambato, 05/03/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	32		24		13	
Recipiente Numero	A-13	A-14	A-15	A-16	A-17	A-18
Peso humedo + recipiente (Wm+rec)	19.48	20.67	19.98	24.51	20.81	21.41
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	16.77	17.45	17.02	19.88	17.48	17.91
Peso recipiente (rec)	11.57	11.34	11.53	11.3	11.59	11.71
Peso del agua (Ww)	2.71	3.22	2.96	4.63	3.33	3.5
Peso de los sólidos (Ws)	5.2	6.11	5.49	8.58	5.89	6.2
Contenido de humedad (w%)	52.12	52.70	53.92	53.96	56.54	56.45
Contenido de humedad prom (w%)	52.41		53.94		56.49	

Representación gráfica de Límite Líquido



Recipiente Numero	B-13	B-14	B-15	B-16	B-17	B-18
Peso humedo + recipiente (Wm+rec)	5.44	6.31	5.71	6.68	5.22	6.85
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	5.09	5.67	5.27	6.29	4.91	6.44
Peso recipiente (rec)	4.35	4.32	4.34	5.47	4.25	5.56
Peso del agua (Ww)	0.35	0.64	0.44	0.39	0.31	0.41
Peso de los sólidos (Ws)	0.74	1.35	0.93	0.82	0.66	0.88
Contenido de humedad (w%)	47.30	47.41	47.31	47.56	46.97	46.59
Contenido de humedad prom (w%)	47.35		47.44		46.78	
Límite Líquido =	53.20%					
Límite Plástico =	47.19%					
Índice Plástico =	6.01%					



Universidad técnica de Ambato
Facultad de ingeniería civil

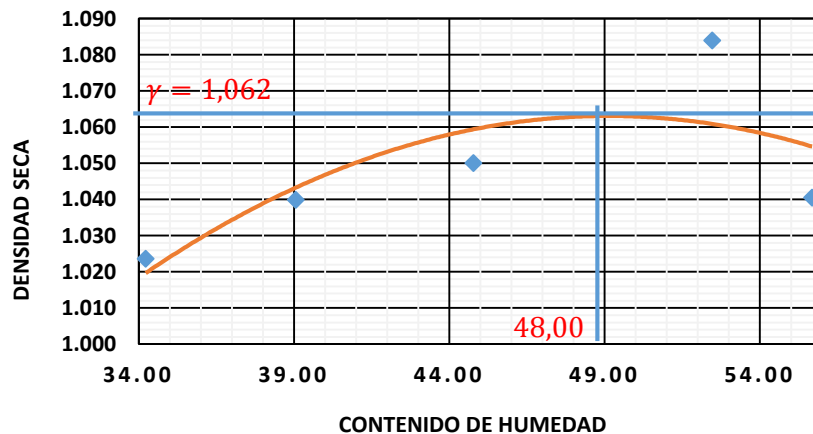


Proyecto: Estudio de la carretera Quisapincha – Cusubamba	
Sector: Quisapincha	Abscisa: 6+000
Ubicación: Quisapincha-Cusubamba	Fecha: Ambato, 05/03/2015
Norma: AASHTO T-180	
Especificaciones del ensayo	
NUMERO DE GOLPES: 25 NÚMERO DE CAPAS: 5 PESO MARTILLO: 10 Lb	
ALTURA DE CAÍDA: 18" PESO MOLDE: 3791 gr VOLUMEN DEL MOLDE: 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)	5088	5156	5226.1	5351	5320
Peso suelo húmedo	1297	1365	1435.1	1560	1529
Densidad Húmeda en (gr/cm ³)	1.374	1.446	1.520	1.653	1.620

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	F-21	F-22	F-23	F-24	F-25	F-26	F-27	F-28	F-29	F-30
Peso humedo + recipiente (Wm+rep)	115.85	120.7	115.6	138.3	108.1	145.6	117.5	139.2	190.67	135.67
Peso seco + recipiente (Ws+rep)	94.5	101.9	91.61	113.1	83	115.2	89.2	100	140.27	103.21
Peso del recipiente (rec)	32.23	46.87	30.36	48.4	26.99	47.25	33.06	28.09	49.54	45.04
Peso del agua (Ww)	21.35	18.8	23.99	25.2	25.1	30.4	28.3	39.2	50.4	32.46
Peso suelo seco (Ws)	62.27	55.03	61.25	64.7	56.01	67.95	56.14	71.91	90.73	58.17
Contenido humedad (w%)	34.29	34.16	39.17	38.95	44.81	44.74	50.41	54.51	55.55	55.80
Contenido humedad promedio (w%)	34.22		39.06		44.78		52.46		55.68	
Densidad seca (γ _d)	1.024		1.040		1.050		1.084		1.040	

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DENSIDAD SECA VS CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo:	1.062								
W óptimo %:	48.00								



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha **ABSCISA:** 6+000

UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba **FECHA:** Ambato, 05/03/2015

TIPO: Proctor modificado

ENSAYO CBR

Molde #	1	2	3
# de capas	5	5	5
# de golpes por capa	56	27	11

ANTES DE SUMERGIRLO EN AGUA

Wm + molde	9566.2	9719.8	9298.4	9584.6	8841.6	9263.2
Peso molde (gr)	5864.5	5864.5	5965.5	5965.5	5775	5775
Peso muestra húmeda (gr)	3701.7	3855.3	3332.9	3619.1	3066.6	3488.2
Volumen de la muestra (cm ³)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.628	1.695	1.466	1.592	1.349	1.534
Densidad seca (gr/cm ³)	1.082	1.045	0.983	0.965	0.899	0.994
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1.063		0.974		0.947	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Molde #	G-13	G-14	G-15	G-16	G-17	G-18
Wm + molde (gr)	168.7	137.83	143.01	137.4	153.6	118.3
Peso muestra seca + molde (gr)	139.61	103.05	106.51	95.76	117.45	86.55
Peso agua (gr)	46.84	34.78	36.5	41.64	36.15	31.75
Peso molde (gr)	46.88	47.18	32.23	31.62	45.04	28.15
Peso muestra seca (gr)	92.73	55.87	74.28	64.14	72.41	58.4
Contenido de humedad (%)	50.51	62.25	49.14	64.92	49.92	54.37
Agua absorbida (%)	11.74		15.78		4.44	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la Via Quisapincha - Cusubamba
SECTOR: Quisapincha
UBICACIÓN: Quisapincha - Cusubamba

ABSCISA: Km 6+000
FECHA: Ambato, 05/03/2015

ENSAYO C.B.R
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL EN (pls * 10-2)

MOLDE NUMERO			15				18				15			
FECHA	TIEMPO		LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%	LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%	LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%
DIA Y MES	HORA	DIAS	pls.	plgs.	plgs*10-2		pls.	plgs.	plgs*10-2		pls.	plgs.	plgs*10-2	
03-mar-15	15:10	0	0.02	5	0.00	0.00	0.07	5	0.00	0.00	0.02	5	0.00	0.00
04-mar-15	14:08	1	0.05		3.15	0.63	0.10		2.24	0.45	0.05		2.36	0.47
05-mar-15	14:45	2	0.06		4.65	0.93	0.12		4.32	0.86	0.07		4.28	0.86

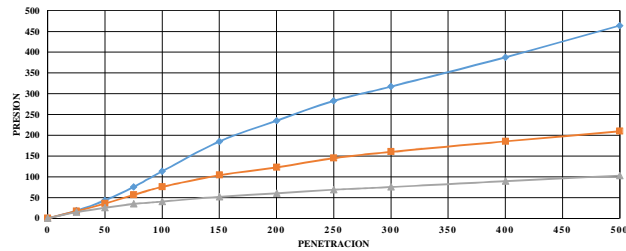
ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA: 2,204 lb

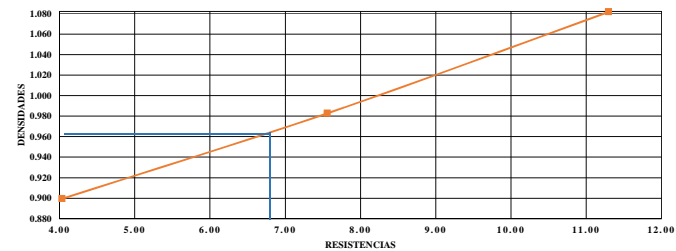
AREA DEL PISTON: 3plg2

MOLDE NUMERO			15				18				44						
TIEMPO		PENETRA	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	Q LECTURA	PRESIONES		CBR			
MIN	SEG	10-3 "	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%			
		0	0	0			0	0			0	0					
0	30	25	24.8	18.22			22.9	16.82			19.8	14.55					
1	0	50	58.6	43.05			48.3	35.48			34.4	25.27					
1	30	75	102.9	75.60			76.5	56.20			46.9	34.46					
2	0	100	153.8	112.99	113.0	11.30	102.9	75.60	75.60	7.56	54.9	40.33	40.33	4.03			
3	0	150	251.9	185.06			141.2	103.73			70.6	51.87					
4	0	200	320	235.09			166.9	122.62			82.3	60.46					
5	0	250	385.1	282.92			197.1	144.80			93.9	68.99					
6	0	300	431.8	317.23			217.8	160.01			102.5	75.30					
8	0	400	528	387.90			252.3	185.36			121.7	89.41					
10	0	500	632	464.31			285.2	209.53			140	102.85					
CBR CORREGIDO						11.30							7.56	4.03			

GRAFICO PRESION - PENETRACION



DENSIDADES VS RESISTENCIAS



Densidades		vs	Resistencias
1.082	gr/cm3		11.30%
0.983	gr/cm4		7.56%
0.899	gr/cm5		4.03%

Densidad max	1.062 gr/cm3
90% de DM	0.9558 gr/cm3
CBR PUNTUAL	6.8%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha

ABSCISA: 5+000

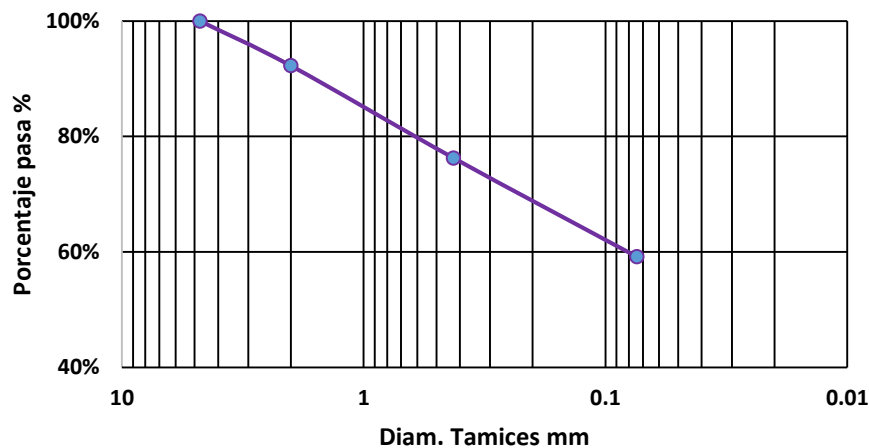
UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba

FECHA: Ambato, 05/03/2015

TAMICES ESTÁNDAR

MALLA	Abertura (mm)	Peso RECT/ACUM	RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
3"	76.3	0	0.00	100%
1 1/2"	38.1	0	0.00	100%
1"	25.4	0	0.00	100%
3/4"	19.1	0	0.00	100%
1/2"	12.7	0	0.00	100%
3/8"	9.52	0	0.00	100%
N 4"	4.76	0	0.00	100%
PASA N4		0	0.00	100%
N10	2.00	20.91	7.76	92.24%
N 30	0.59			
N 40	0.425	63.95	23.73	76.27%
N 50	0.30		0.00	
N 100	0.149		0.00	
N 200	0.074	110.08	40.85	59.15%
PASA EL N 200		159.39	59.15	
TOTAL		269.47		
Peso antes del lavado	269.47	Peso cuarteo Antes/Lavado		
Peso después del lavado	110.08	Peso cuarteo Después/Lavado		
Total – diferencia	159.39			

2.- Representación gráfica de las distribución granulométrica



Contenido de humedad

PT+SH = 188.98

W % = 85.55

PT+SS = 123.57

PT= 47.11

Clasificación SUCS

P Agua= 65.41

MH (Limo alta plasticidad)

PSS = 76.46



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha

ABSCISA: 5+000

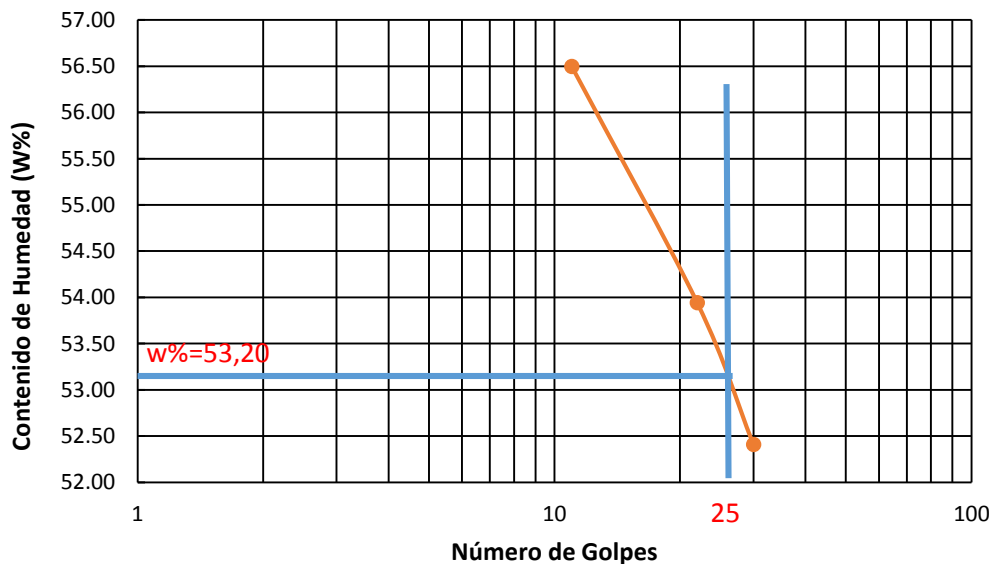
UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba

FECHA: Ambato, 05/03/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	32		24		13	
Recipiente Numero	A-19	A-20	A-21	A-22	A-23	A-24
Peso humedo + recipiente (Wm+rec)	19.48	20.67	19.98	24.51	20.81	21.41
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	16.77	17.45	17.02	19.88	17.48	17.91
Peso recipiente (rec)	11.57	11.34	11.53	11.3	11.59	11.71
Peso del agua (Ww)	2.71	3.22	2.96	4.63	3.33	3.5
Peso de los sólidos (Ws)	5.2	6.11	5.49	8.58	5.89	6.2
Contenido de humedad (w%)	52.12	52.70	53.92	53.96	56.54	56.45
Contenido de humedad prom (w%)	52.41		53.94		56.49	

Representación gráfica de Límite Líquido



Recipiente Numero	B-13	B-14	B-15	B-16	B-17	B-18
Peso humedo + recipiente (Wm+rec)	5.44	6.31	5.71	6.68	5.22	6.85
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	5.09	5.67	5.27	6.29	4.91	6.44
Peso recipiente (rec)	4.35	4.32	4.34	5.47	4.25	5.56
Peso del agua (Ww)	0.35	0.64	0.44	0.39	0.31	0.41
Peso de los sólidos (Ws)	0.74	1.35	0.93	0.82	0.66	0.88
Contenido de humedad (w%)	47.30	47.41	47.31	47.56	46.97	46.59
Contenido de humedad prom (w%)	47.35		47.44		46.78	
Límite Líquido =	53.20%					
Límite Plástico =	47.19%					
Índice Plástico =	6.01%					



Universidad técnica de Ambato
Facultad de ingeniería civil

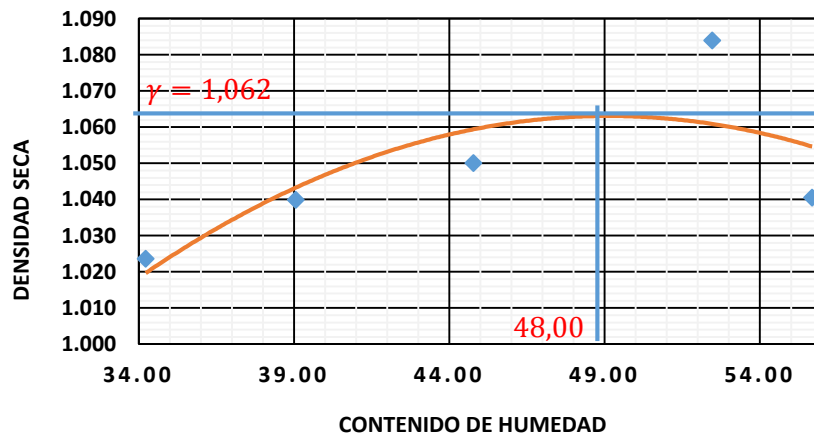


Proyecto: Estudio de la carretera Quisapincha – Cusubamba	
Sector: Quisapincha	Abscisa: 5+000
Ubicación: Quisapincha-Cusubamba	Fecha: Ambato, 05/03/2015
Norma: AASHTO T-180	
Especificaciones del ensayo	
NUMERO DE GOLPES: 25 NÚMERO DE CAPAS: 5 PESO MARTILLO: 10 Lb	
ALTURA DE CAÍDA: 18" PESO MOLDE: 3791 gr VOLUMEN DEL MOLDE: 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)	5088	5156	5226.1	5351	5320
Peso suelo húmedo	1297	1365	1435.1	1560	1529
Densidad Húmeda en (gr/cm ³)	1.374	1.446	1.520	1.653	1.620

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	F-21	F-22	F-23	F-24	F-25	F-26	F-27	F-28	F-29	F-30
Peso húmedo + recipiente (Wm+rep)	115.85	120.7	115.6	138.3	108.1	145.6	117.5	139.2	190.67	135.67
Peso seco + recipiente (Ws+rep)	94.5	101.9	91.61	113.1	83	115.2	89.2	100	140.27	103.21
Peso del recipiente (rec)	32.23	46.87	30.36	48.4	26.99	47.25	33.06	28.09	49.54	45.04
Peso del agua (Ww)	21.35	18.8	23.99	25.2	25.1	30.4	28.3	39.2	50.4	32.46
Peso suelo seco (Ws)	62.27	55.03	61.25	64.7	56.01	67.95	56.14	71.91	90.73	58.17
Contenido humedad (w%)	34.29	34.16	39.17	38.95	44.81	44.74	50.41	54.51	55.55	55.80
Contenido humedad promedio (w%)	34.22		39.06		44.78		52.46		55.68	
Densidad seca (γ _d)	1.024		1.040		1.050		1.084		1.040	

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DENSIDAD SECA VS CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo:	1.062								
W óptimo %:	48.00								



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha **ABSCISA:** 5+000

UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba **FECHA:** Ambato, 05/03/2015

TIPO: Proctor modificado

ENSAYO CBR

Molde #	1	2	3
# de capas	5	5	5
# de golpes por capa	56	27	11

ANTES DE SUMERGIRLO EN AGUA

Wm + molde	9566.2	9719.8	9298.4	9584.6	8841.6	9263.2
Peso molde (gr)	5864.5	5864.5	5965.5	5965.5	5775	5775
Peso muestra húmeda (gr)	3701.7	3855.3	3332.9	3619.1	3066.6	3488.2
Volumen de la muestra (cm ³)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.628	1.695	1.466	1.592	1.349	1.534
Densidad seca (gr/cm ³)	1.082	1.045	0.983	0.965	0.899	0.994
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1.063		0.974		0.947	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Molde #	G-13	G-14	G-15	G-16	G-17	G-18
Wm + molde (gr)	168.7	137.83	143.01	137.4	153.6	118.3
Peso muestra seca + molde (gr)	139.61	103.05	106.51	95.76	117.45	86.55
Peso agua (gr)	46.84	34.78	36.5	41.64	36.15	31.75
Peso molde (gr)	46.88	47.18	32.23	31.62	45.04	28.15
Peso muestra seca (gr)	92.73	55.87	74.28	64.14	72.41	58.4
Contenido de humedad (%)	50.51	62.25	49.14	64.92	49.92	54.37
Agua absorbida (%)	11.74		15.78		4.44	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la Vía Quisapincha - Cusubamba
SECTOR: Quisapincha
UBICACIÓN: Quisapincha - Cusubamba

ABSCISA: Km 5+000
FECHA: Ambato, 05/03/2015

ENSAYO C.B.R

DATOS DE ESPONJAMIENTO

LECTURA DIAL EN (pls * 10-2)

MOLDE NUMERO			15				18				15			
FECHA	TIEMPO		LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%	LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%	LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%
DIA Y MES	HORA	DIAS	pls.	plgs.	plgs*10-2		pls.	plgs.	plgs*10-2		pls.	plgs.	plgs*10-2	
03-mar-15	15:10	0	0.02	5	0.00	0.00	0.07	5	0.00	0.00	0.02	5	0.00	0.00
04-mar-15	14:08	1	0.05		3.15	0.63	0.10		2.24	0.45	0.05		2.36	0.47
05-mar-15	14:45	2	0.06		4.65	0.93	0.12		4.32	0.86	0.07		4.28	0.86

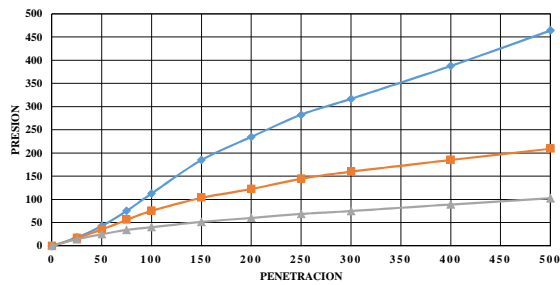
ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA: 2,204 lb

AREA DEL PISTON: 3plg2

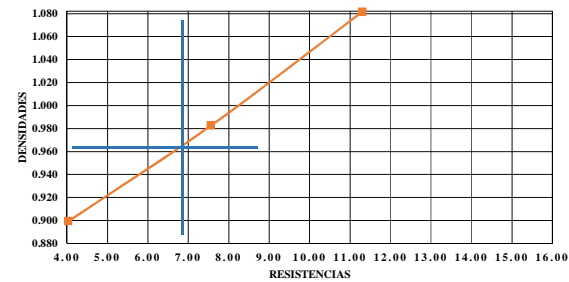
MOLDE NUMERO			15				18				44				
TIEMPO			Q LECTURA	PRESIONES		CBR	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	
MIN	SEG	10-3 "	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	
		0	0	0			0	0			0	0			
0	30	25	24.8	18.22			22.9	16.82			19.8	14.55			
1	0	50	58.6	43.05			48.3	35.48			34.4	25.27			
1	30	75	102.9	75.60			76.5	56.20			46.9	34.46			
2	0	100	153.8	112.99	113.0	11.30	102.9	75.60	75.60	7.56	54.9	40.33	40.33	4.03	
3	0	150	251.9	185.06			141.2	103.73			70.6	51.87			
4	0	200	320	235.09			166.9	122.62			82.3	60.46			
5	0	250	385.1	282.92			197.1	144.80			93.9	68.99			
6	0	300	431.8	317.23			217.8	160.01			102.5	75.30			
8	0	400	528	387.90			252.3	185.36			121.7	89.41			
10	0	500	632	464.31			285.2	209.53			140	102.85			
CBR CORREGIDO						11.30					7.56	4.03			

GRAFICO PRESION - PENETRACION



Densidades		vs	Resistencias
1.082	gr/cm3		11.30 %
0.983	gr/cm4		7.56 %
0.899	gr/cm5		4.03 %

DENSIDADES VS RESISTENCIAS



Densidad max	1.062	gr/cm3
90% de DM	0.9558	gr/cm3
CBR PUNTUAL	6.8	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha

ABSCISA: 4+000

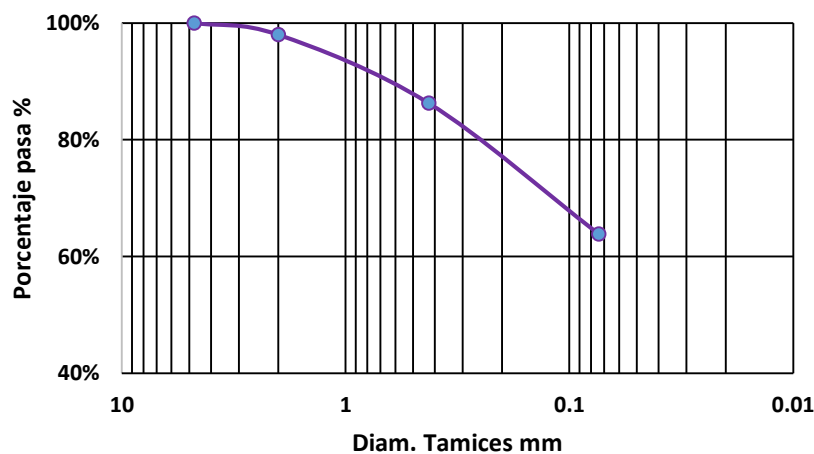
UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba

FECHA: Ambato, 05/03/2015

TAMICES ESTÁNDAR

MALLA	Abertura (mm)	Peso RECT/ACUM	RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
3"	76.3	0	0.00	100%
1 1/2"	38.1	0	0.00	100%
1"	25.4	0	0.00	100%
3/4"	19.1	0	0.00	100%
1/2"	12.7	0	0.00	100%
3/8"	9.52	0	0.00	100%
N 4"	4.76	0	0.00	100%
PASA N4		0	0.00	100%
N10	2.00	5.03	2.02	97.98%
N 30	0.59			
N 40	0.425	34.28	13.74	86.26%
N 50	0.30		0.00	
N 100	0.149		0.00	
N 200	0.074	90.14	36.12	63.88%
PASA EL N 200		159.39	63.88	
TOTAL		249.53		
Peso antes del lavado	249.53	Peso cuarteo Antes/Lavado		
Peso después del lavado	90.14	Peso cuarteo Después/Lavado		
Total – diferencia	159.39			

2.- Representación gráfica de las distribución granulométrica



Contenido de humedad

PT+SH = 175.40

W % = 87.83

PT+SS = 115.41

PT= 47.11

Clasificación SUCS

P Agua= 59.99

MH (Limo alta plasticidad)

PSS = 68.3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha

ABSCISA: 4+000

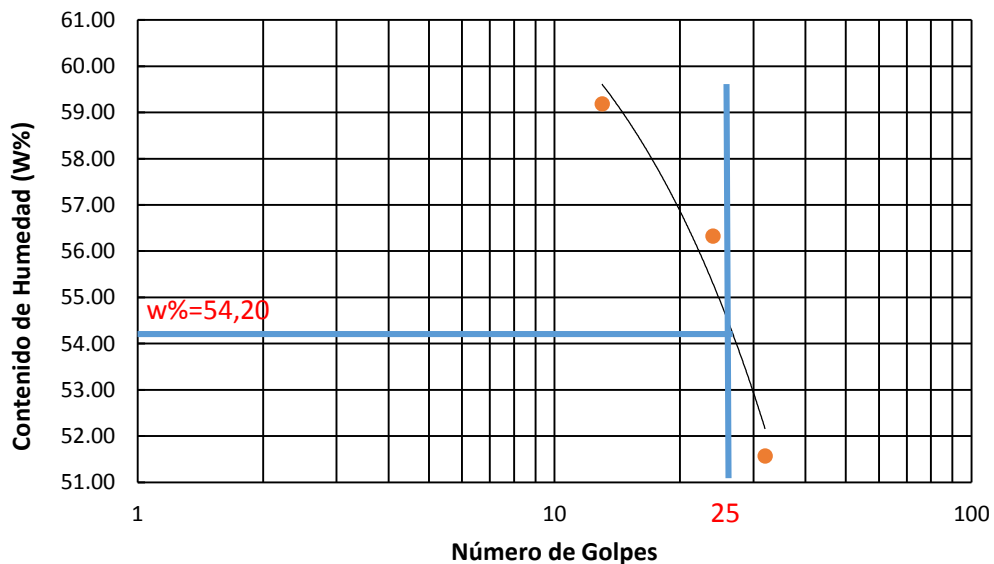
UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba

FECHA: Ambato, 05/03/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	32		24		13	
Recipiente Numero	11-F	1C	X-1	11-F	6-T	8E
Peso humedo + recipiente (Wm+rec)	20.58	19.89	21.76	24.56	21.99	19.88
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	17.39	16.98	17.98	19.75	18.08	16.83
Peso recipiente (rec)	11.2	11.34	11.26	11.22	11.43	11.71
Peso del agua (Ww)	3.19	2.91	3.78	4.81	3.91	3.05
Peso de los sólidos (Ws)	6.19	5.64	6.72	8.53	6.65	5.12
Contenido de humedad (w%)	51.53	51.60	56.25	56.39	58.80	59.57
Contenido de humedad prom (w%)	51.57		56.32		59.18	

Representación gráfica de Límite Líquido



Recipiente Numero	A-1	A-3	A-5	A-8	E-1	E-2
Peso humedo + recipiente (Wm+rec)	5.45	5.33	5.72	6.12	5.23	5.61
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	5.08	4.99	5.27	5.55	4.91	5.21
Peso recipiente (rec)	4.35	4.29	4.34	4.34	4.25	4.37
Peso del agua (Ww)	0.37	0.34	0.45	0.57	0.32	0.4
Peso de los sólidos (Ws)	0.73	0.7	0.93	1.21	0.66	0.84
Contenido de humedad (w%)	50.68	48.57	48.39	47.11	48.48	47.62
Contenido de humedad prom (w%)	49.63		47.75		48.05	
Límite Líquido =	53.20%					
Límite Plástico =	48.48%					
Índice Plástico =	5.72%					



Universidad técnica de Ambato
Facultad de ingeniería civil

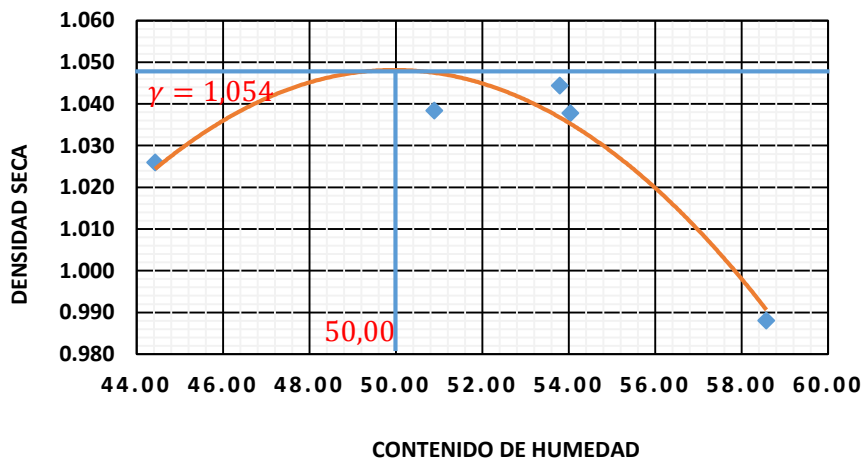


Proyecto: Estudio de la carretera Quisapincha – Cusubamba	
Sector: Quisapincha	Abscisa: 4+000
Ubicación: Quisapincha-Cusubamba	Fecha: Ambato, 05/03/2015
Norma: AASHTO T-180	
Especificaciones del ensayo	
NUMERO DE GOLPES: 25 NÚMERO DE CAPAS: 5 PESO MARTILLO: 10 Lb	
ALTURA DE CAÍDA: 18" PESO MOLDE: 3791 gr VOLUMEN DEL MOLDE: 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)	5189.8	5270.06	5307.2	5300	5270
Peso suelo húmedo	1398.8	1479.06	1516.2	1509	1479
Densidad Húmeda en (gr/cm ³)	1.482	1.567	1.606	1.599	1.567

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	F-21	F-22	F-23	F-24	F-25	F-26	F-27	F-28	F-29	F-30
Peso húmedo + recipiente (W _{m+rep})	152.3	136.8	156.8	143.5	166.4	147.3	180.4	145.7	170.67	146.52
Peso seco + recipiente (W _{s+rep})	119.43	105	119.8	104.4	125.8	106.7	134.6	110.3	119.51	103.61
Peso del recipiente (rec)	47.21	31.63	47.21	27.43	48.4	33.05	49.54	45.02	32.2	30.32
Peso del agua (W _w)	32.87	31.8	37	39.1	40.6	40.6	45.8	35.4	51.16	42.91
Peso suelo seco (W _s)	72.22	73.37	72.59	76.97	77.4	73.65	85.06	65.28	87.31	73.29
Contenido humedad (w%)	45.51	43.34	50.97	50.80	52.45	55.13	53.84	54.23	58.60	58.55
Contenido humedad promedio (w%)	44.43		50.89		53.79		54.04		58.57	
Densidad seca (γ _d)	1.026		1.038		1.044		1.038		0.988	

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DENSIDAD SECA VS CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo:	1.049								
W óptimo %:	50.00								



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha **ABSCISA:** 4+000

UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba **FECHA:** Ambato, 05/03/2015

TIPO: Proctor modificado

ENSAYO CBR

Molde #	1	2	3
# de capas	5	5	5
# de golpes por capa	56	27	11

ANTES DE SUMERGIRLO EN AGUA

Wm + molde	11743	11795	11578	11820	11749	12166.2
Peso molde (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
Peso muestra húmeda (gr)	3752	3804	3498	3740	3183	3600.2
Volumen de la muestra (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.631	1.653	1.520	1.625	1.383	1.565
Densidad seca (gr/cm ³)	1.083	1.022	1.011	0.983	0.917	0.909
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1.052		0.997		0.913	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Molde #	G-13	G-14	G-15	G-16	G-17	G-18
Wm + molde (gr)	183.19	115.97	173.1	209.43	167.69	122.45
Peso muestra seca + molde (gr)	137.47	82.41	131.72	152.67	127.51	85
Peso agua (gr)	45.72	33.56	41.38	56.76	40.18	37.45
Peso molde (gr)	47.15	28.11	49.52	65.85	48.39	33.03
Peso muestra seca (gr)	90.32	54.3	82.2	86.82	79.12	51.97
Contenido de humedad (%)	50.62	61.80	50.34	65.38	50.78	72.06
Agua absorbida (%)	11.18		15.04		21.28	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la Vía Quisapincha - Cusubamba
SECTOR: Quisapincha
UBICACIÓN: Quisapincha - Cusubamba

ABSCISA: Km 4+000
FECHA: Ambato, 05/03/2015

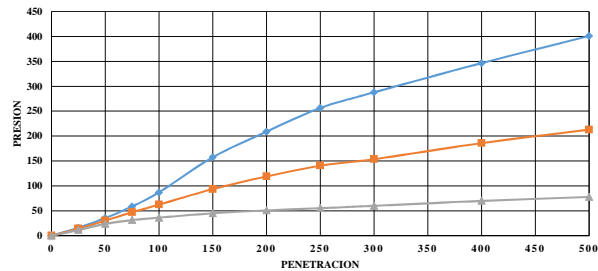
ENSAYO C.B.R
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL EN (pls * 10-2)

MOLDE NUMERO			15				18				15			
FECHA	TIEMPO		LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%	LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%	LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%
DIA Y MES	HORA	DIAS	pls.	plgs.	plgs*10-2		pls.	plgs.	plgs*10-2		pls.	plgs.	plgs*10-2	
03-mar-15	15:10	0	0.02	5	0.00	0.00	0.01	5	0.00	0.00	0.02	5	0.00	0.00
04-mar-15	14:08	1	0.04		2.36	0.47	0.04		2.92	0.58	0.03		1.52	0.30
05-mar-15	14:45	2	0.06		4.84	0.97	0.06		4.72	0.94	0.05		3.52	0.70

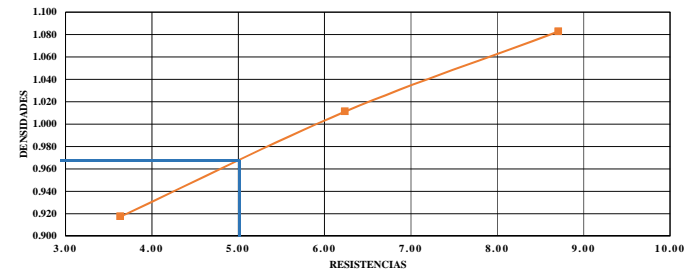
ENSAYO DE CARGA PENETRACION
CONSTANTE DE CELDA: 2,204 lb **AREA DEL PISTON: 3plg2**

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C				
TIEMPO		PENETRA	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	
MIN	SEG	10-3 "	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	
		0	0	0			0	0			0	0			
0	30	25	21.6	15.87			19.2	14.11			15.5	11.39			
1	0	50	48.2	35.41			41.6	30.56			32.5	23.88			
1	30	75	80.2	58.92			64	47.02			42.7	31.37			
2	0	100	118.5	87.06	87.1	8.71	84.9	62.37	62.37	6.24	49.5	36.37	36.37	3.64	
3	0	150	214.4	157.51			127.4	93.60			61.2	44.96			
4	0	200	284.7	209.16			162	119.02			69.5	51.06			
5	0	250	348.9	256.33			191.5	140.69			75.3	55.32			
6	0	300	392.1	288.06			209.2	153.69			81.8	60.10			
8	0	400	471.9	346.69			253.2	186.02			95.1	69.87			
10	0	500	546.1	401.20			290.2	213.20			105.9	77.80			
CBR CORREGIDO						8.71					6.24	3.64			

GRAFICO PRESION - PENETRACION



DENSIDADES VS RESISTENCIAS



Densidades		vs	Resistencias	
1.083	gr/cm3		8.71	%
1.011	gr/cm4		6.24	%
0.917	gr/cm5	3.64	%	

Densidad max	1.049	gr/cm3
90% de DM	0.97	gr/cm3
CBR PUNTUAL	5.00	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha

ABSCISA: 3+000

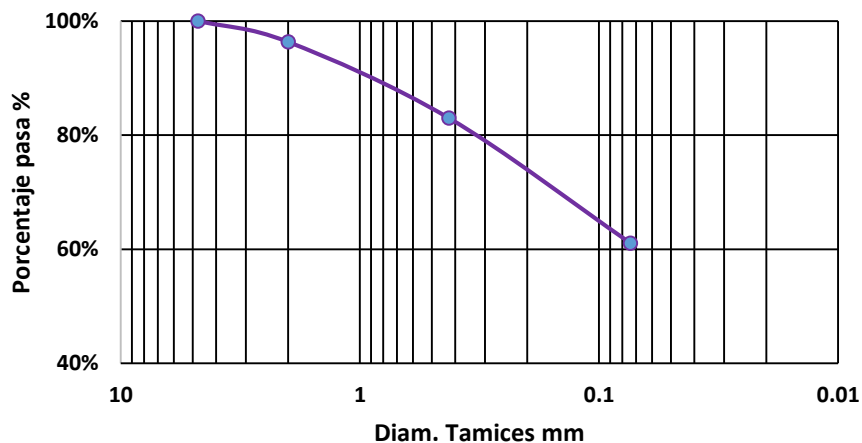
UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba

FECHA: Ambato, 05/03/2015

TAMICES ESTÁNDAR

MALLA	Abertura (mm)	Peso RECT/ACUM	RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
3"	76.3	0	0.00	100%
1 1/2"	38.1	0	0.00	100%
1"	25.4	0	0.00	100%
3/4"	19.1	0	0.00	100%
1/2"	12.7	0	0.00	100%
3/8"	9.52	0	0.00	100%
N 4"	4.76	0	0.00	100%
PASA N4		0	0.00	100%
N10	2.00	7.85	3.67	96.33%
N 30	0.59			
N 40	0.425	36.4	17.03	82.97%
N 50	0.30		0.00	
N 100	0.149		0.00	
N 200	0.074	83.25	38.94	61.06%
PASA EL N 200		130.54	61.06	
TOTAL		213.79		
Peso antes del lavado	213.79	Peso cuarteo Antes/Lavado		
Peso después del lavado	83.25	Peso cuarteo Después/Lavado		
Total – diferencia	130.54			

2.- Representación gráfica de las distribución granulométrica



Contenido de humedad			
PT+SH = 173.40		W % = 99.21	
PT+SS = 110.40			
PT= 46.90		Clasificación SUCS	
P Agua= 63.00		MH (Limo alta plasticidad)	
PSS = 63.50			



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha

ABSCISA: 3+000

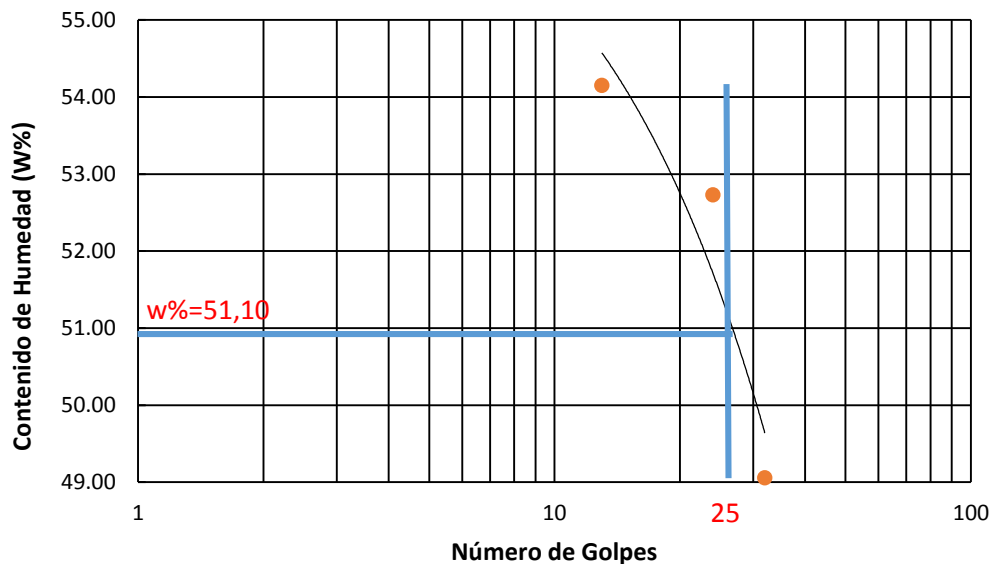
UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba

FECHA: Ambato, 05/03/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	32		24		13	
Recipiente Numero	11-F	1C	X-1	11-F	6-T	8E
Peso humedo + recipiente (Wm+rec)	21.02	18.46	23.01	23.34	20.87	19.83
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	17.83	16.12	18.93	19.18	17.92	16.72
Peso recipiente (rec)	11.34	11.34	11.26	11.22	11.45	11.76
Peso del agua (Ww)	3.19	2.34	4.08	4.16	2.95	3.11
Peso de los sólidos (Ws)	6.49	4.78	7.67	7.96	6.47	4.96
Contenido de humedad (w%)	49.15	48.95	53.19	52.26	45.60	62.70
Contenido de humedad prom (w%)	49.05		52.73		54.15	

Representación gráfica de Límite Líquido



Recipiente Numero	A-1	A-3	A-5	A-8	E-1	E-2
Peso humedo + recipiente (Wm+rec)	5.55	5.37	5.23	5.92	5.19	6.12
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	5.12	5.02	4.95	5.43	4.97	5.49
Peso recipiente (rec)	4.26	4.25	4.34	4.32	4.25	4.36
Peso del agua (Ww)	0.43	0.35	0.28	0.49	0.22	0.63
Peso de los sólidos (Ws)	0.86	0.77	0.61	1.11	0.72	1.13
Contenido de humedad (w%)	50.00	45.45	45.90	44.14	30.56	55.75
Contenido de humedad prom (w%)	47.73		45.02		43.15	
Límite Líquido =	51.10%					
Límite Plástico =	45.30%					
Índice Plástico =	5.80%					



Universidad técnica de Ambato
Facultad de ingeniería civil

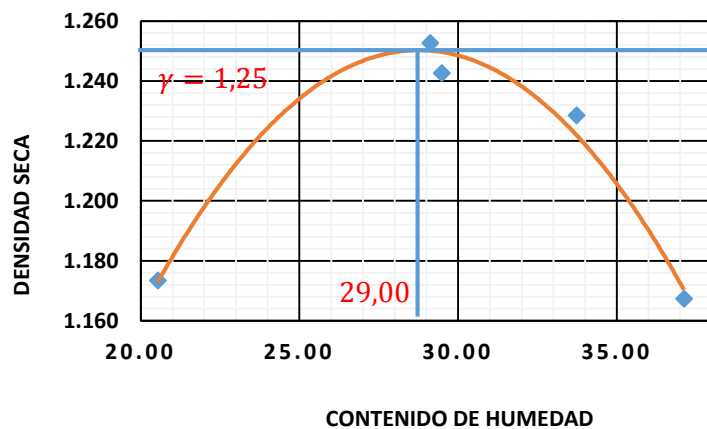


Proyecto: Estudio de la carretera Quisapincha – Cusubamba	
Sector: Quisapincha	Abscisa: 3+000
Ubicación: Quisapincha-Cusubamba	Fecha: Ambato, 05/03/2015
Norma: AASHTO T-180	
Especificaciones del ensayo	
NUMERO DE GOLPES: 25 NÚMERO DE CAPAS: 5 PESO MARTILLO: 10 Lb	
ALTURA DE CAÍDA: 18" PESO MOLDE: 3791 gr VOLUMEN DEL MOLDE: 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)	5126.3	5318	5342	5310	5302
Peso suelo húmedo	1335.3	1527	1551	1519	1511
Densidad Húmeda en (gr/cm ³)	1.415	1.618	1.643	1.609	1.601

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	F-21	F-22	F-23	F-24	F-25	F-26	F-27	F-28	F-29	F-30
Peso humedo + recipiente (Wm+rep)	148.2	134.18	154.28	128.78	156.93	132.32	159.41	125.45	155.42	134.23
Peso seco + recipiente (Ws+rep)	131.33	116.23	133.15	104.51	132.15	103.25	133.25	103.25	128.79	104.23
Peso del recipiente (rec)	46.89	31.15	47.21	32.41	47.01	27.45	49.54	23.15	49.63	30.32
Peso del agua (Ww)	16.87	17.95	21.13	24.27	24.78	29.07	26.16	22.2	26.63	30
Peso suelo seco (Ws)	84.44	85.08	85.94	72.1	85.14	75.8	83.71	80.1	79.16	73.91
Contenido humedad (w%)	19.98	21.10	24.59	33.66	29.11	38.35	31.25	27.72	33.64	40.59
Contenido humedad promedio (w%)	20.54		29.12		33.73		29.48		37.12	
Densidad seca (γ _d)	1.173		1.253		1.229		1.243		1.167	

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DENSIDAD SECA VS CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo:	1.25								
W óptimo %:	29.00								



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha **ABSCISA:** 3+000

UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba **FECHA:** Ambato, 05/03/2015

TIPO: Proctor modificado

ENSAYO CBR

Molde #	1	2	3
# de capas	5	5	5
# de golpes por capa	56	27	11

ANTES DE SUMERGIRLO EN AGUA

Wm + molde	11800	12013	11600	11800	11900	12355
Peso molde (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
Peso muestra húmeda (gr)	3809	4022	3520	3720	3334	3789
Volumen de la muestra (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.655	1.748	1.530	1.617	1.449	1.647
Densidad seca (gr/cm ³)	1.219	1.213	1.131	1.128	0.961	1.033
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1.216		1.129		0.997	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Molde #	G-13	G-14	G-15	G-16	G-17	G-18
Wm + molde (gr)	175.6	135.26	172.5	168.42	161.28	158.36
Peso muestra seca + molde (gr)	141.23	102.23	139.87	136.57	122.1	111.17
Peso agua (gr)	34.37	33.03	32.63	31.85	39.18	47.19
Peso molde (gr)	45.19	27.35	47.46	63.12	44.9	31.78
Peso muestra seca (gr)	96.04	74.88	92.41	73.45	77.2	79.39
Contenido de humedad (%)	35.79	44.11	35.31	43.36	50.75	59.44
Agua absorbida (%)	8.32		8.05		8.69	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la Via Quisapincha - Cusubamba
SECTOR: Quisapincha
UBICACIÓN: Quisapincha - Cusubamba

ABSCISA: Km 3+000
FECHA: Ambato, 05/03/2015
ENSAYO C.B.R

DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL EN (pls * 10-2)

MOLDE NUMERO			15				18				15			
FECHA	TIEMPO		LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%	LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%	LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%
DIA Y MES	HORA	DIAS	pls.	plgs.	plgs*10-2		pls.	plgs.	plgs*10-2		pls.	plgs.	plgs*10-2	
03-mar-15	15:10	0	0.02	5	0.00	0.00	0.01	5	0.00	0.00	0.02	5	0.00	0.00
04-mar-15	14:08	1	0.04		2.36	0.47	0.04		2.92	0.58	0.03		1.52	0.30
05-mar-15	14:45	2	0.06		4.84	0.97	0.06		4.72	0.94	0.05		3.52	0.70

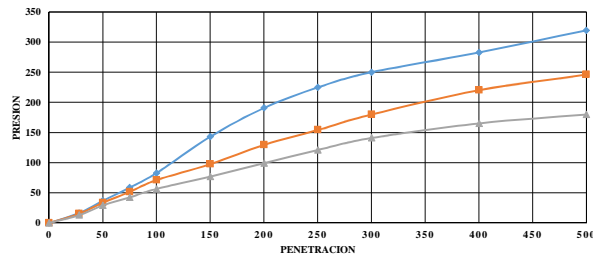
ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA: 2,204 lb

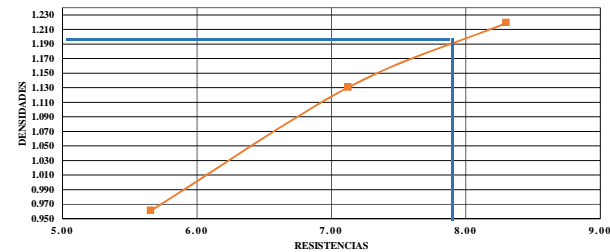
AREA DEL PISTON: 3plg2

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C				
TIEMPO		PENETRA	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	
MIN	SEG	10-3 "	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	
0	0	0	0	0			0	0			0	0			
0	30	28	22.5	16.53			21.1	15.50			17.8	13.08			
1	0	50	50.3	36.95			45.8	33.65			39.8	29.24			
1	30	75	80	58.77			70.4	51.72			58	42.61			
2	0	100	113	83.02	83.0	8.30	97	71.26	71.26	7.13	77	56.57	56.57	5.66	
3	0	150	195	143.26			133	97.71			105	77.14			
4	0	200	259.8	190.87			176.5	129.67			135	99.18			
5	0	250	306.2	224.95			210	154.28			165	121.22			
6	0	300	340.5	250.15			245	179.99			192	141.06			
8	0	400	385	282.85			300	220.40			225	165.30			
10	0	500	435	319.58			335	246.11			245	179.99			
CBR CORREGIDO						8.30							7.13	5.66	

GRAFICO PRESION - PENETRACION



DENSIDADES VS RESISTENCIAS



Densidades		vs	Resistencias	
1.219	gr/cm3		8.30	%
1.131	gr/cm4		7.13	%
0.961	gr/cm5		5.66	%

Densidad max	1.325	gr/cm3
90% de DM	1.1925	gr/cm3
CBR PUNTUAL	7.80	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha

ABSCISA: 2+000

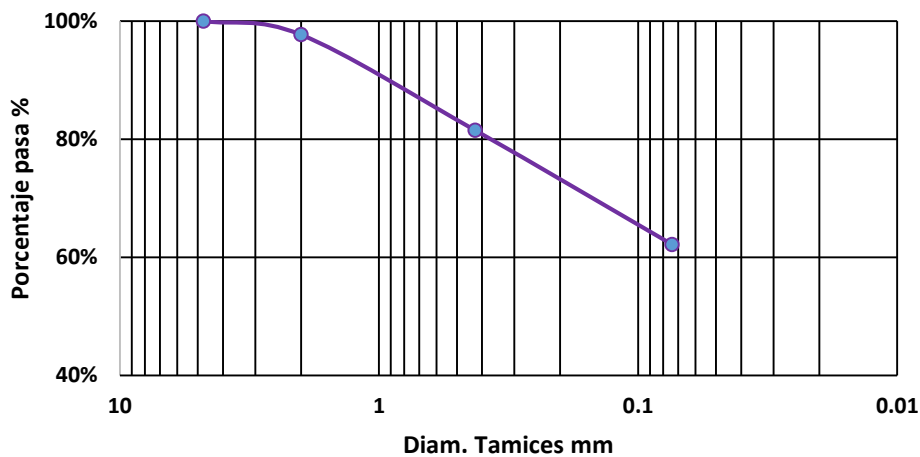
UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba

FECHA: Ambato, 05/03/2015

TAMICES ESTÁNDAR

MALLA	Abertura (mm)	Peso RECT/ACUM	RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
3"	76.3	0	0.00	100%
1 1/2"	38.1	0	0.00	100%
1"	25.4	0	0.00	100%
3/4"	19.1	0	0.00	100%
1/2"	12.7	0	0.00	100%
3/8"	9.52	0	0.00	100%
N 4"	4.76	0	0.00	100%
PASA N4		0	0.00	100%
N10	2.00	5.10	2.32	97.68%
N 30	0.59			
N 40	0.425	36.4	18.53	81.47%
N 50	0.30		0.00	
N 100	0.149		0.00	
N 200	0.074	83.25	37.85	61.06%
PASA EL N 200		136.70	62.15	
TOTAL		219.95		
Peso antes del lavado	219.95	Peso cuarteo Antes/Lavado		
Peso después del lavado	83.25	Peso cuarteo Después/Lavado		
Total – diferencia	136.70			

2.- Representación gráfica de las distribución granulométrica



Contenido de humedad			
PT+SH = 273.40		W % = 30.92	
PT+SS = 219.90			
PT= 46.90		Clasificación SUCS	
P Agua= 53.50		MH (Limo alta plasticidad)	
PSS = 173.00			



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha

ABSCISA: 2+000

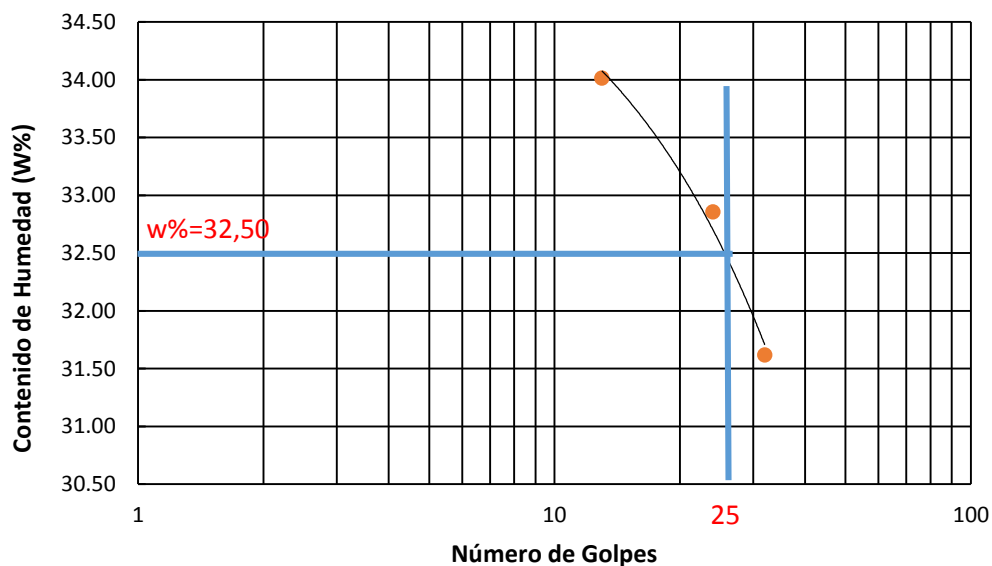
UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba

FECHA: Ambato, 05/03/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	32		24		13	
Recipiente Numero	11-F	1C	X-1	11-F	6-T	8E
Peso humedo + recipiente (Wm+rec)	19.1	18.3	20.8	22.6	19.9	18.7
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	17.87	16.16	18.9	19.3	17.92	16.81
Peso recipiente (rec)	11.34	11.34	11.26	11.22	11.45	11.76
Peso del agua (Ww)	1.23	2.14	1.9	3.3	1.98	1.89
Peso de los sólidos (Ws)	6.53	4.82	7.64	8.08	6.47	5.05
Contenido de humedad (w%)	18.84	44.40	24.87	40.84	30.60	37.43
Contenido de humedad prom (w%)	31.62		32.86		34.01	

Representación gráfica de Límite Líquido



Recipiente Numero	A-1	A-3	A-5	A-8	E-1	E-2
Peso humedo + recipiente (Wm+rec)	5.35	5.37	5.35	5.84	5.4	5.71
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	5.18	5.12	5.22	5.48	5.03	5.49
Peso recipiente (rec)	4.26	4.25	4.34	4.32	4.25	4.36
Peso del agua (Ww)	0.17	0.25	0.13	0.36	0.37	0.22
Peso de los sólidos (Ws)	0.92	0.87	0.88	1.16	0.78	1.13
Contenido de humedad (w%)	18.48	28.74	14.77	31.03	47.44	19.47
Contenido de humedad prom (w%)	23.61		22.90		33.45	
Límite Líquido =	32.50%					
Límite Plástico =	26.65%					
Índice Plástico =	5.85%					



Universidad técnica de Ambato
Facultad de ingeniería civil

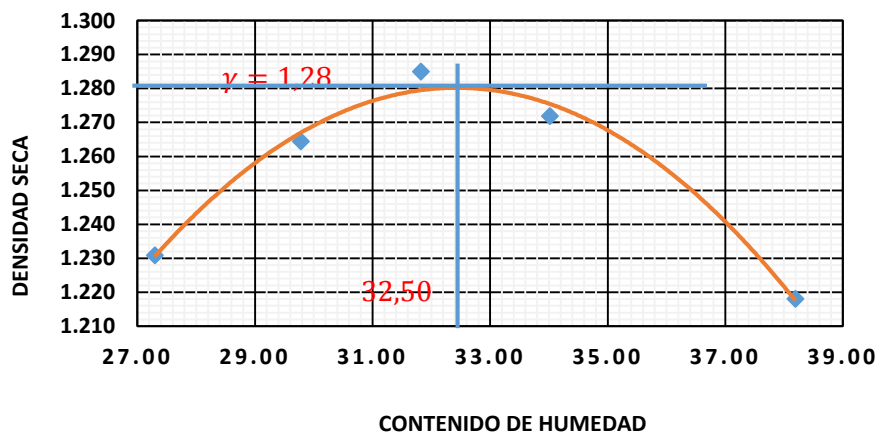


Proyecto: Estudio de la carretera Quisapincha – Cusubamba	
Sector: Quisapincha	Abscisa: 2+000
Ubicación: Quisapincha-Cusubamba	Fecha: Ambato, 05/03/2015
Norma: AASHTO T-180	
Especificaciones del ensayo	
NUMERO DE GOLPES: 25 NÚMERO DE CAPAS: 5 PESO MARTILLO: 10 Lb	
ALTURA DE CAÍDA: 18" PESO MOLDE: 3791 gr VOLUMEN DEL MOLDE: 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)	5270	5340	5390	5400	5380
Peso suelo húmedo	1479	1549	1599	1609	1589
Densidad Húmeda en (gr/cm ³)	1.567	1.641	1.694	1.704	1.683

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	F-21	F-22	F-23	F-24	F-25	F-26	F-27	F-28	F-29	F-30
Peso húmedo + recipiente (Wm+rep)	156.3	144.5	157.9	134.5	161.2	132.8	170.2	154.3	160	146.3
Peso seco + recipiente (Ws+rep)	134.3	119	132.15	111.4	135.4	105.8	133.6	128.5	128.79	115
Peso del recipiente (rec)	48.3	31.1	47.21	32.41	47.01	27.45	49.54	23.15	49.63	30.32
Peso del agua (Ww)	22	25.5	25.75	23.1	25.8	27	36.6	25.8	31.21	31.3
Peso suelo seco (Ws)	86	87.9	84.94	78.99	88.39	78.35	84.06	105.35	79.16	84.68
Contenido humedad (w%)	25.58	29.01	30.32	29.24	29.19	34.46	43.54	24.49	39.43	36.96
Contenido humedad promedio (w%)	27.30		29.78		31.82		34.02		38.19	
Densidad seca (γ _d)	1.231		1.264		1.285		1.272		1.218	

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DENSIDAD SECA VS CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo:	1.28								
W óptimo %:	32.50								



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha **ABSCISA:** 2+000

UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba **FECHA:** Ambato, 05/03/2015

TIPO: Proctor modificado

ENSAYO CBR

Molde #	1	2	3
# de capas	5	5	5
# de golpes por capa	56	27	11

ANTES DE SUMERGIRLO EN AGUA

Wm + molde	12160	11800	11900	11900	12500	12100
Peso molde (gr)	7900	7900	8050	8050	8320	8320
Peso muestra húmeda (gr)	4260	3900	3850	3850	4180	3780
Volumen de la muestra (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.851	1.695	1.673	1.673	1.817	1.643
Densidad seca (gr/cm ³)	1.390	1.182	1.295	1.187	1.207	1.011
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1.286		1.241		1.109	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Molde #	G-13	G-14	G-15	G-16	G-17	G-18
Wm + molde (gr)	172.4	136.5	168.7	169.4	159.7	161.2
Peso muestra seca + molde (gr)	140.7	103.5	141.3	138.5	121.2	111.4
Peso agua (gr)	31.7	33	27.4	30.9	38.5	49.8
Peso molde (gr)	45.19	27.35	47.46	63.12	44.9	31.78
Peso muestra seca (gr)	95.51	76.15	93.84	75.38	76.3	79.62
Contenido de humedad (%)	33.19	43.34	29.20	40.99	50.46	62.55
Agua absorbida (%)	10.15		11.79		12.09	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la Vía Quisapincha - Cusubamba
SECTOR: Quisapincha
UBICACIÓN: Quisapincha - Cusubamba

ABSCISA: Km 2+000
FECHA: Ambato, 05/03/2015
ENSAYO C.B.R

DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL EN (pls * 10-2)

MOLDE NUMERO			15				18				15			
FECHA	TIEMPO		LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%	LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%	LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%
DIA Y MES	HORA	DIAS	pls.	plgs.	plgs*10-2		pls.	plgs.	plgs*10-2		pls.	plgs.	plgs*10-2	
03-mar-15	15:10	0	0.02	5	0.00	0.00	0.01	5	0.00	0.00	0.02	5	0.00	0.00
04-mar-15	14:08	1	0.04		2.36	0.47	0.04		2.92	0.58	0.03		1.52	0.30
05-mar-15	14:45	2	0.06		4.84	0.97	0.06		4.72	0.94	0.05		3.52	0.70

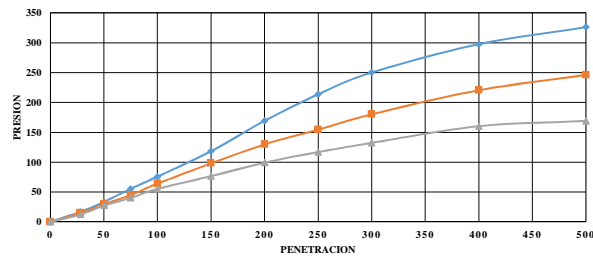
ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA: 2,204 lb

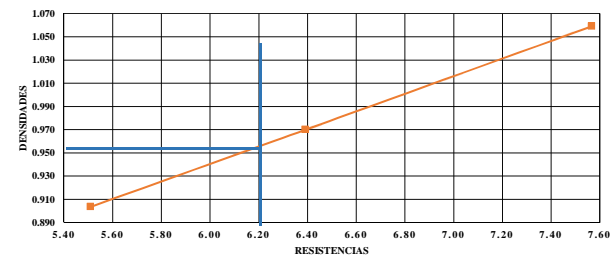
AREA DEL PISTON: 3plg2

MOLDE NUMERO		1-C					2-C				3-C			
TIEMPO		PENETRA	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	Q LECTURA	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	10-3 "	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%
0	30	28	22.5	16.53			20.4	14.99			16.4	12.05		
1	0	50	45.3	33.28			39.7	29.17			37.1	27.26		
1	30	75	75	55.10			60.9	44.74			54.3	39.89		
2	0	100	103	75.67	75.7	7.57	87	63.92	63.92	6.39	75	55.10	55.10	5.51
3	0	150	161	118.28			133	97.71			104	76.41		
4	0	200	230.2	169.12			176.5	129.67			135	99.18		
5	0	250	290.7	213.57			210	154.28			159	116.81		
6	0	300	340.5	250.15			245	179.99			180	132.24		
8	0	400	405	297.54			300	220.40			218	160.16		
10	0	500	444	326.19			335	246.11			230	168.97		
CBR CORREGIDO						7.57	6.39				5.51			

GRAFICO PRESION - PENETRACION



DENSIDADES VS RESISTENCIAS



Densidades		vs	Resistencias	
1.059	gr/cm3		7.57	%
0.970	gr/cm4		6.39	%
0.903	gr/cm5		5.51	%

Densidad max	1.059	gr/cm3
90% de DM	0.9531	gr/cm3
CBR PUNTUAL	7.80	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha

ABSCISA: 1+000

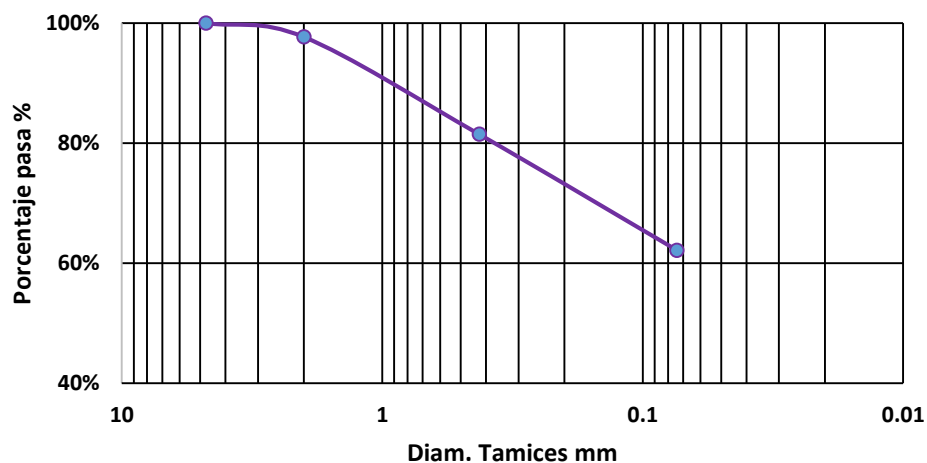
UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba

FECHA: Ambato, 05/03/2015

TAMICES ESTÁNDAR

MALLA	Abertura (mm)	Peso RECT/ACUM	RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
3"	76.3	0	0.00	100%
1 1/2"	38.1	0	0.00	100%
1"	25.4	0	0.00	100%
3/4"	19.1	0	0.00	100%
1/2"	12.7	0	0.00	100%
3/8"	9.52	0	0.00	100%
N 4"	4.76	0	0.00	100%
PASA N4		0	0.00	100%
N10	2.00	5.1	2.32	97.68%
N 30	0.59			
N 40	0.425	40.75	18.53	81.47%
N 50	0.30		0.00	
N 100	0.149		0.00	
N 200	0.074	83.25	37.85	62.15%
PASA EL N 200		136.7	62.15	
TOTAL		219.95		
Peso antes del lavado	219.95	Peso cuarteo Antes/Lavado		
Peso después del lavado	83.25	Peso cuarteo Después/Lavado		
Total – diferencia	136.7			

2.- Representación gráfica de las distribución granulométrica



Contenido de humedad			
PT+SH = 273.40		W % = 30.92	
PT+SS = 219.90			
PT= 46.90		Clasificación SUCS	
P Agua= 53.50		MH (Limo alta plasticidad)	
PSS = 173.00			



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha

ABSCISA: 1+000

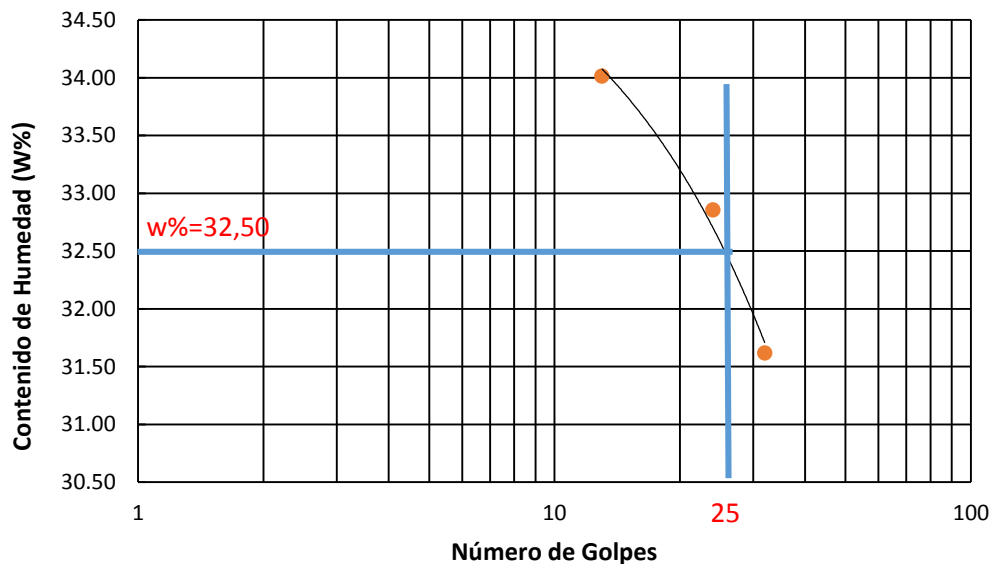
UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba

FECHA: Ambato, 05/03/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	32		24		13	
Recipiente Numero	11-F	1C	X-1	11-F	6-T	8E
Peso humedo + recipiente (Wm+rec)	19.1	18.3	20.8	22.6	19.9	18.7
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	17.87	16.16	18.9	19.3	17.92	16.81
Peso recipiente (rec)	11.34	11.34	11.26	11.22	11.45	11.76
Peso del agua (Ww)	1.23	2.14	1.9	3.3	1.98	1.89
Peso de los sólidos (Ws)	6.53	4.82	7.64	8.08	6.47	5.05
Contenido de humedad (w%)	18.84	44.40	24.87	40.84	30.60	37.43
Contenido de humedad prom (w%)	31.62		32.86		34.01	

Representación gráfica de Límite Líquido



Recipiente Numero	A-1	A-3	A-5	A-8	E-1	E-2
Peso humedo + recipiente (Wm+rec)	5.35	5.37	5.35	5.84	5.4	5.71
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	5.18	5.12	5.22	5.48	5.03	5.49
Peso recipiente (rec)	4.26	4.25	4.34	4.32	4.25	4.36
Peso del agua (Ww)	0.17	0.25	0.13	0.36	0.37	0.22
Peso de los sólidos (Ws)	0.92	0.87	0.88	1.16	0.78	1.13
Contenido de humedad (w%)	18.48	28.74	14.77	31.03	47.44	19.47
Contenido de humedad prom (w%)	23.61		22.90		33.45	
Límite Líquido =	32.50%					
Límite Plástico =	26.65%					
Índice Plástico =	5.85%					



Universidad técnica de Ambato
Facultad de ingeniería civil

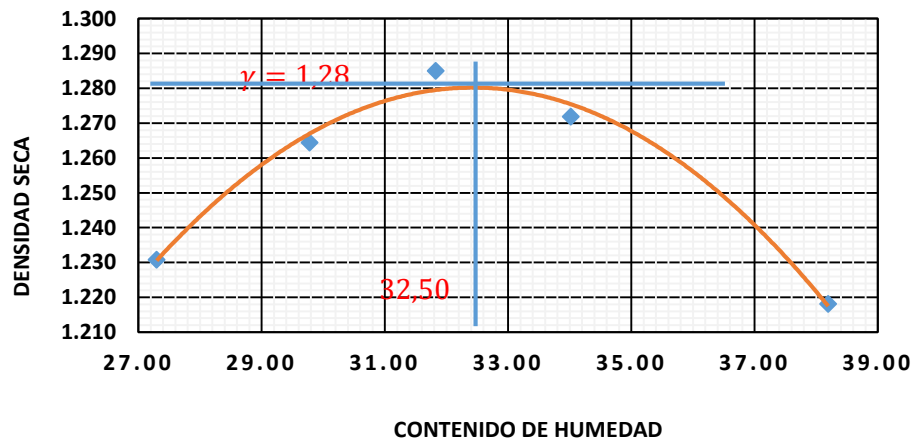


Proyecto: Estudio de la carretera Quisapincha – Cusubamba	
Sector: Quisapincha	Abscisa: 1+000
Ubicación: Quisapincha-Cusubamba	Fecha: Ambato, 05/03/2015
Norma: AASHTO T-180	
Especificaciones del ensayo	
NUMERO DE GOLPES: 25 NÚMERO DE CAPAS: 5 PESO MARTILLO: 10 Lb	
ALTURA DE CAÍDA: 18" PESO MOLDE: 3791 gr VOLUMEN DEL MOLDE: 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)	5270	5340	5390	5400	5380
Peso suelo húmedo	1479	1549	1599	1609	1589
Densidad Húmeda en (gr/cm ³)	1.567	1.641	1.694	1.704	1.683

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	F-21	F-22	F-23	F-24	F-25	F-26	F-27	F-28	F-29	F-30
Peso húmedo + recipiente (Wm+rep)	156.3	144.5	157.9	134.5	161.2	132.8	170.2	154.3	160	146.3
Peso seco + recipiente (Ws+rep)	134.3	119	132.15	111.4	135.4	105.8	133.6	128.5	128.79	115
Peso del recipiente (rec)	48.3	31.1	47.21	32.41	47.01	27.45	49.54	23.15	49.63	30.32
Peso del agua (Ww)	22	25.5	25.75	23.1	25.8	27	36.6	25.8	31.21	31.3
Peso suelo seco (Ws)	86	87.9	84.94	78.99	88.39	78.35	84.06	105.35	79.16	84.68
Contenido humedad (w%)	25.58	29.01	30.32	29.24	29.19	34.46	43.54	24.49	39.43	36.96
Contenido humedad promedio (w%)	27.30		29.78		31.82		34.02		38.19	
Densidad seca (γd)	1.231		1.264		1.285		1.272		1.218	

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DENSIDAD SECA VS CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo:	1.28								
W optimo %:	32.50								



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio de la carretera Quisapincha-Cusubamba

SECTOR: Quisapincha **ABSCISA:** 1+000

UBICACIÓN: Quisapincha-Cusubamba **FECHA:** Ambato, 05/03/2015

TIPO: Proctor modificado

ENSAYO CBR

Molde #	1	2	3
# de capas	5	5	5
# de golpes por capa	56	27	11

ANTES DE SUMERGIRLO EN AGUA

Wm + molde	12160	11800	11900	11900	12500	12100
Peso molde (gr)	7900	7900	8050	8050	8320	8320
Peso muestra húmeda (gr)	4260	3900	3850	3850	4180	3780
Volumen de la muestra (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.851	1.695	1.673	1.673	1.817	1.643
Densidad seca (gr/cm ³)	1.390	1.182	1.295	1.187	1.207	1.011
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1.286		1.241		1.109	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Molde #	G-13	G-14	G-15	G-16	G-17	G-18
Wm + molde (gr)	172.4	136.5	168.7	169.4	159.7	161.2
Peso muestra seca + molde (gr)	140.7	103.5	141.3	138.5	121.2	111.4
Peso agua (gr)	31.7	33	27.4	30.9	38.5	49.8
Peso molde (gr)	45.19	27.35	47.46	63.12	44.9	31.78
Peso muestra seca (gr)	95.51	76.15	93.84	75.38	76.3	79.62
Contenido de humedad (%)	33.19	43.34	29.20	40.99	50.46	62.55
Agua absorbida (%)	10.15		11.79		12.09	



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



PROYECTO: Estudio de la Via Quisapincha - Cusubamba
SECTOR: Quisapincha
UBICACION: Quisapincha - Cusubamba

ABSCISA: Km 1+000
FECHA: Ambato, 05/03/2015

ENSAYO C.B.R

DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL EN (pls * 10-2)

MOLDE NUMERO			15				18				15			
FECHA	TIEMPO		LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%	LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%	LECTURA DIAL	H	ESPONJ	%
DIA Y MES	HORA	DIAS	pls.	plgs.	plgs*10-2		pls.	plgs.	plgs*10-2		pls.	plgs.	plgs*10-2	
03-mar-15	15:10	0	0.02	5	0.00	0.00	0.01	5	0.00	0.00	0.02	5	0.00	0.00
04-mar-15	14:08	1	0.04		2.36	0.47	0.04		2.92	0.58	0.03		1.52	0.30
05-mar-15	14:45	2	0.06		4.84	0.97	0.06		4.72	0.94	0.05		3.52	0.70

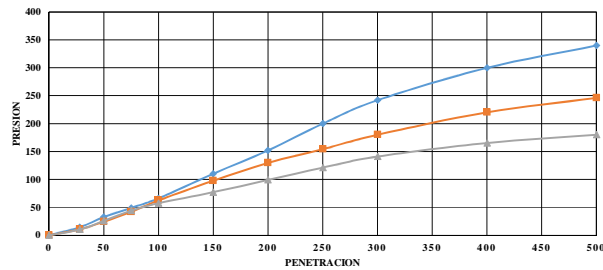
ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA: 2,204 lb

AREA DEL PISTON: 3plg2

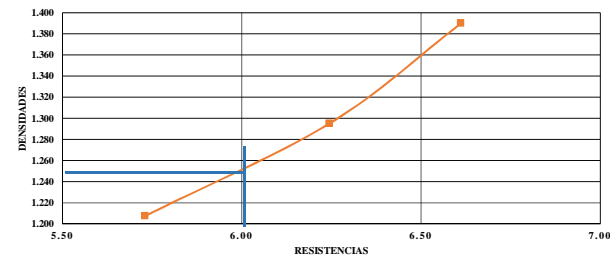
MOLDE NUMERO		1-C					2-C					3-C					
TIEMPO		PENETRA	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	Q LECTURA	PRESIONES		CBR	Q LECTURA	PRESIONES		CBR			
MIN	SEG	10-3 "	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%	DIAL	LEIDA (lb/plg2)	CORG (lb/plg2)	%			
0	30	28	22.5	14.30			14.2	10.43			13.8	10.14					
1	0	50	50.3	32.50			33	24.24			35	25.71					
1	30	75	65	49.00			57	41.88			60	44.08					
2	0	100	90	66.12	66.1	6.61	85	62.45	62.45	6.24	78	57.30	57.30	5.73			
3	0	150	150	110.20			133	97.71			105	77.14					
4	0	200	221	152.00			176.5	129.67			135	99.18					
5	0	250	287	200.00			210	154.28			165	121.22					
6	0	300	340	242.00			245	179.99			192	141.06					
8	0	400	385	300.00			300	220.40			225	165.30					
10	0	500	435	340.00			335	246.11			245	179.99					
CBR CORREGIDO						6.61							6.24	5.73			

GRAFICO PRESION - PENETRACION



Densidades		vs	Resistencias	
1.390	gr/cm3		6.61 %	
1.295	gr/cm4		6.24 %	
1.207	gr/cm5		5.73 %	

DENSIDADES VS RESISTENCIA



Densidad max	1.39 gr/cm3
90% de DM	1.25 gr/cm3
CBR PUNTUAL	6.00 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



Proyecto: Las condiciones de la vía Quisapincha-Cusubamba, de la parroquia Quisapincha del cantón Ambato, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

Ubicación: Parroquia Quisapincha

Longitud: K 7+934.01

Fecha: 08/Feb/2015

Realizado por: Egrdo. David Fernando Sotomayor Mera

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	9869922.79	758081.45	3745.51	T
2	9869864.77	758355.26	3752.66	T
3	9869692.85	757404.78	3724.47	T
4	9869654.42	757329.76	3718.68	T
5	9869831.33	757641.32	3729.08	T
7	9868653.69	757963.49	3588.69	T
8	9868652.88	757937.52	3585.42	AC
9	9868642.99	757945.08	3584.57	AC
10	9868631.75	757955.93	3582.36	AC
11	9868620.78	757966.14	3580.21	AC
12	9868609.56	757977.74	3577.64	AC
13	9868600.51	757986.92	3575.98	AC
14	9868614.38	758017.85	3582.15	T
15	9868608.1	758010.92	3582.39	T
16	9868600.44	758003.04	3578.87	T
17	9868579.06	757982.24	3571.37	T
18	9868596.13	757998.9	3577.13	T
19	9868571.25	757973.07	3571.06	T
20	9868609.13	757983.9	3578.27	T
21	9868560.87	757961	3569.28	T
22	9868615.35	757991.41	3581.52	T
23	9868570.85	757946.26	3572.3	T
24	9868622.13	757998.73	3584.84	T
25	9868582.34	757957.12	3573.3	T
26	9868627.67	758001.88	3581.69	T
27	9868591.72	757966.69	3574.63	T
28	9868600.59	757974.79	3575.7	T
29	9868640.07	757989.61	3586.37	T
30	9868614.07	757960.48	3578.62	T
31	9868635.86	757983.24	3586.25	T
32	9868605.65	757949.1	3577.04	T
33	9868629.08	757976.19	3583.05	T



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 2
DE 12

RUBRO: 2

UNIDAD: KM

DETALLE: REPLANTEO Y NIVELACIÓN A NIVEL DE ASFALTO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		5 % * M.Obra			10.16
ESTACIÓN TOTAL	1.00	12.50	12.50	10.000	125.00
NIVEL	1.00	0.75	0.75	10.000	7.50
JALON Y PRISMA	1.00	1.50	1.50	10.000	15.00
ODOMETRO	1.00	0.13	0.13	10.000	1.30
GPS	1.00	0.50	0.50	10.000	5.00
GNSS ±0.50 metros	1.00	31.25	31.25	10.000	312.50
DISTANCIOMETRO	1.00	0.50	0.50	10.000	5.00

SUBTOTAL M 481.46

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Topógrafo 1: experiencia de hasta 5 años	1.000	3.620	3.62	10.000	36.20
Cadenero	3.000	3.270	9.81	10.000	98.10
Peón	1.000	3.270	3.27	10.000	32.70
Dibujante 2: con exper. Mayor de 4 años	1.000	3.620	3.62	10.000	36.20

SUBTOTAL N 203.20

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTL.	PRECIO UNIT.	COSTO
ESTACAS DE MADERA	u	60.000	0.50	30.00
CLAVOS DE 2" A 4"	cja 6 kg	0.040	17.20	0.69
PINTURA ESMALTE	gln	0.200	25.00	5.00
MOJONES	u	7.000	3.00	21.00
PIOLA	rollo 200m	1.000	1.50	1.50

SUBTOTAL O 58.19

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	742.85
INDIRECTOS %	22.00 %
UTILIDAD %	1.00 %
COSTO TOTAL DEL RUBRO	913.71
VALOR OFERTADO	913.71



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 3
DE 12

RUBRO: 3

UNIDAD: M3

DETALLE: EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR (MOVIMIENTO DE TIERRA)

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		5 % * M.Obra			0.02
EXCAVADORA	0.25	30.00	7.50	0.032	0.24
VOLQUETA 8 M3	0.75	30.00	22.50	0.032	0.72

SUBTOTAL M 0.98

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer : volquetas	1.000	4.740	4.74	0.032	0.15
Oper.Retroexcavadora	1.000	3.620	3.62	0.032	0.12
Peón	1.000	3.270	3.27	0.032	0.10
Inspector de obra	0.100	3.620	0.36	0.032	0.01

SUBTOTAL M 0.38

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTI.	PRECIO UNIT.	COSTO

SUBTOTAL O

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.36
INDIRECTOS %	22.00 %
UTILIDAD %	1.00 %
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.67
VALOR OFERTADO	1.67



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 4
DE 12

RUBRO: 4

UNIDAD: M3

DETALLE: EXCAVACIÓN PARA CUNETAS Y ENCAUZAMIENTO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		5 % * M.Obra			0.02
BODCAT	1.00	25.00	25.00	0.107	2.68

SUBTOTAL M 2.73

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
OPERADOR DE MAQUINA SANJADORA	1.00	3.620	3.62	0.107	0.39
AYUDANTE DE OPERADOR DE EQUIPO	1.00	3.270	3.27	0.107	0.35
PEÓN	1.00	3.270	3.27	0.107	0.35
OPERADOR DE MAQUINA SANJADORA	1.00	3.620	3.62	0.107	0.39

SUBTOTAL M 1.09

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTL.	PRECIO UNIT.	COSTO

SUBTOTAL O

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.82
INDIRECTOS %	22.00 %
UTILIDAD %	1.00 %
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.70
VALOR OFERTADO	4.70



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 5
DE 12

RUBRO: 5

UNIDAD: M3

DETALLE: EXCAVACIÓN Y RELLENO DE ESTRUCTURAS MENORES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		5 % * M.Obra			0.08
EXCAVADORA	1.00	30.00	30.00	0.133	3.99
SUBTOTAL M					4.07

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
OPER.EXCAVADORA	1.00	3.620	3.62	0.133	0.48
AYUDANTE DE OPERADOR DE EQUIPO	1.00	3.270	3.27	0.133	0.43
PEÓN	1.00	3.270	3.27	0.133	0.43
MAESTRO DE OBRA	0.40	3.620	1.45	0.133	0.19
SUBTOTAL M					1.53

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTL.	PRECIO UNIT.	COSTO
MATERIAL DE RELLENO	M3	1.200	1.50	1.80
SUBTOTAL O				1.80

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	7.40
INDIRECTOS %	22.00 %
UTILIDAD %	1.00 %
COSTO TOTAL DEL RUBRO	9.10
VALOR OFERTADO	9.10



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 6
DE 12

RUBRO: 6

UNIDAD: M3

DETALLE: EXCAVACIÓN Y RELLENO DE ESTRUCTURAS MENORES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		5 % * M.Obra			0.23
EXCAVADORA	1.00	30.00	30.00	0.333	9.99

SUBTOTAL M 10.22

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de obra	1.00	3.620	3.62	0.333	1.21
Peón	2.00	3.270	6.54	0.333	2.18
Oper.Excavadora	1.00	3.620	3.62	0.333	1.21

SUBTOTAL M 4.60

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTI.	PRECIO UNIT.	COSTO
TUBERÍA DE PVC CORRUGADO D = 315 mm	ML	1.500	17.22	25.83

SUBTOTAL O 25.83

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	40.65
INDIRECTOS %	22.00 %
UTILIDAD %	1.00 %
COSTO TOTAL DEL RUBRO	50.00
VALOR OFERTADO	50.00



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 7
DE 12

RUBRO: 7

UNIDAD: M3

DETALLE: HORMIGÓN PARA CUNETAS F´C = 180 KG/CM2

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		5 % * M.Obra			0.12
CONCRETERA INC. PARIBUELAS	1.00	5.00	5.00	0.080	0.40
VIBRADOR	1.00	4.38	4.38	0.080	0.35
SUBTOTAL M					0.87

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	6.00	3.270	19.62	0.080	1.57
ALBAÑIL	2.00	3.270	6.54	0.080	0.52
MAESTRO DE OBRA	1.00	3.620	3.62	0.080	0.29
SUBTOTAL M					2.38

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTI.	PRECIO UNIT.	COSTO
CEMENTO PORTLAND	SACO	6.000	7.50	45.00
PETREOS, ARENA NEGRA	M3	0.600	9.75	5.85
PÉTREOS, RIPIO TRITURADO	M3	0.900	14.50	13.05
MADERA TABLA ENCOFRADO/ 20 CM	U	12.000	2.20	26.40
ALFAGÍA	U	3.000	2.80	8.40
PINGOS	M	8.000	0.30	2.40
CLAVOS DE 2" A 4"	cja 6 kg	1.000	17.20	17.20
ACEITE QUEMADO	GL	0.900	0.50	0.45
AGUA	M3	0.600	3.00	1.80
SUBTOTAL O				120.55

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	123.80
INDIRECTOS %	22.00 %
UTILIDAD %	1.00 %
COSTO TOTAL DEL RUBRO	152.28
VALOR OFERTADO	152.28



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 8
DE 12

RUBRO: 8

UNIDAD: M3

DETALLE: MATERIAL DE SUB-BASE CLASE 3 (INCLUIDO TRANSPORTE)

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		5 % * M.Obra			0.02
MOTONIVELADORA	1.00	35.00	35.00	0.015	0.53
RODILLO VIBRATORIO LISO	1.00	25.00	25.00	0.015	0.38
CAMION CISTERNA-TANQUERO	1.00	25.00	25.00	0.015	0.38
VOLQUETA 8 M3	1.00	30.00	30.00	0.015	0.45
SUBTOTAL M					1.76

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	2.00	3.270	6.54	0.015	0.10
CHOFER PROFESIONAL LICENCIA TIPO E.	2.00	4.740	9.48	0.015	0.14
OPER. MOTONIVELADORA	1.00	3.620	3.62	0.015	0.05
AYUDANTE DE OPERADOR DE EQUIPO	1.00	3.270	3.27	0.015	0.05
OPER. RODILLO AUTOPROPULSADO	1.00	3.450	3.45	0.015	0.05
RESIDENTE DE OBRA	1.00	3.630	3.63	0.015	0.05
SUBTOTAL M					0.44

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTL.	PRECIO UNIT.	COSTO
MATERIAL SUB-BASE CLASE 2	M3	1.100	10.00	11.00
AGUA	M3	0.050	3.00	0.15
SUBTOTAL O				11.15

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		13.35
INDIRECTOS %	22.00 %	2.94
UTILIDAD %	1.00 %	0.13
COSTO TOTAL DEL RUBRO		16.42
VALOR OFERTADO		16.42



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 9
DE 12

RUBRO: 9

UNIDAD: M3

DETALLE: MATERIAL DE BASE 2 (INCLUIDO TRANSPORTE)

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		5 % * M.Obra			0.02
MOTONIVELADORA	1.00	35.00	35.00	0.013	0.46
RODILLO VIBRATORIO LISO	1.00	25.00	25.00	0.013	0.33
CAMION CISTERNA-TANQUERO	1.00	25.00	25.00	0.013	0.33
VOLQUETA 8 M3	1.00	30.00	30.00	0.013	0.39

SUBTOTAL M 1.53

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2.00	3.270	6.54	0.013	0.09
Chofer profesional licencia tipo E	2.00	4.740	9.48	0.013	0.12
Oper. Motoniveladora	1.00	3.620	3.62	0.013	0.05
Ayudante de operador de equipo	1.00	3.270	3.27	0.013	0.04
Oper. Rodillo autopropulsado	1.00	3.450	3.45	0.013	0.04
Residente de obra	1.00	3.630	3.63	0.013	0.05

SUBTOTAL M 0.39

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTL.	PRECIO UNIT.	COSTO
BASE GRANULAR	M3	1.200	10.80	12.96
AGUA	M3	0.050	3.00	0.15

SUBTOTAL O 13.11

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	15.03
INDIRECTOS %	22.00 %
UTILIDAD %	1.00 %
COSTO TOTAL DEL RUBRO	18.49
VALOR OFERTADO	18.49



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 10
DE 12

RUBRO: 10 **UNIDAD: M2**

DETALLE: HORMIGÓN ASFALTO MEZCLADO EN PLANTA E=2" (INCLUIDO IMPRIMACIÓN)

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		5 % * M.Obra			0.03
PLT. DE ASFALTO COMPLETA	1.00	28.00	28.00	0.010	0.28
CARGADORA FRONTAL	1.00	35.00	35.00	0.010	0.35
TERMINADOR DE ASFALTO	1.00	65.00	65.00	0.010	0.65
RODILLO VIBRATORIO LISO	1.00	25.00	25.00	0.010	0.25
RODILLO VIBRATORIO NEUMATICO	1.00	25.00	25.00	0.010	0.25
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	1.00	55.00	55.00	0.010	0.55
ESCOBA MECANICA	1.00	25.00	25.00	0.010	0.25

SUBTOTAL M 2.61

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	6.00	3.270	19.62	0.010	0.20
Chofer profesional licencia tipo E.	6.00	4.740	28.44	0.010	0.28
Oper.Cargadora frontal	1.00	3.620	3.62	0.010	0.04
Ayudante de operador de equipo	1.00	3.270	3.27	0.010	0.03
Residente de obra	1.00	3.630	3.63	0.010	0.04

SUBTOTAL M 0.59

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTI.	PRECIO UNIT.	COSTO
ASFALTO AP-3	M3	0.050	0.37	0.02
AGREGADOS TRITURADOS	M3	0.060	9.50	0.57
DIESEL GENERADOR PLANTA	GL	0.394	1.00	0.39
ARENA - SELLANTE	M3	0.050	15.00	0.75
TRANSPORTE MEZCLA ASFALTICA	M3*KM	16.650	0.20	3.33
DIESEL	LT	0.062	1.00	0.06

SUBTOTAL O 5.12

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	8.32
INDIRECTOS %	22.00 %
UTILIDAD %	1.00 %
COSTO TOTAL DEL RUBRO	10.23
VALOR OFERTADO	10.23



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 11
DE 12

RUBRO: 11

UNIDAD: KM

DETALLE: SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL A=12 CM

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		5 % * M.Obra			2.26
MECANISMO ROCIADOR	1.00	3.50	3.50	4.000	14.00
CAMIONETA	1.00	6.00	6.00	4.000	24.00
SUBTOTAL M					40.26

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
CHOFER PROFESIONAL LICENCIA TIPO E.	1.00	4.740	4.74	4.000	18.96
PEÓN	2.00	3.270	6.54	4.000	26.16
SUBTOTAL M					45.12

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTI.	PRECIO UNIT.	COSTO
PINTURA SEÑALAMIENTO DE TRÁNSITO	GL	10.000	20.00	200.00
MICROESFERAS DE VIDRIO	KG	20.000	5.50	110.00
DILUYENTE O TIÑER	GL	0.500	6.50	3.25
SUBTOTAL O				313.25

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	398.63
INDIRECTOS %	22.00 %
UTILIDAD %	1.00 %
COSTO TOTAL DEL RUBRO	490.32
VALOR OFERTADO	490.32



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 12
DE 12

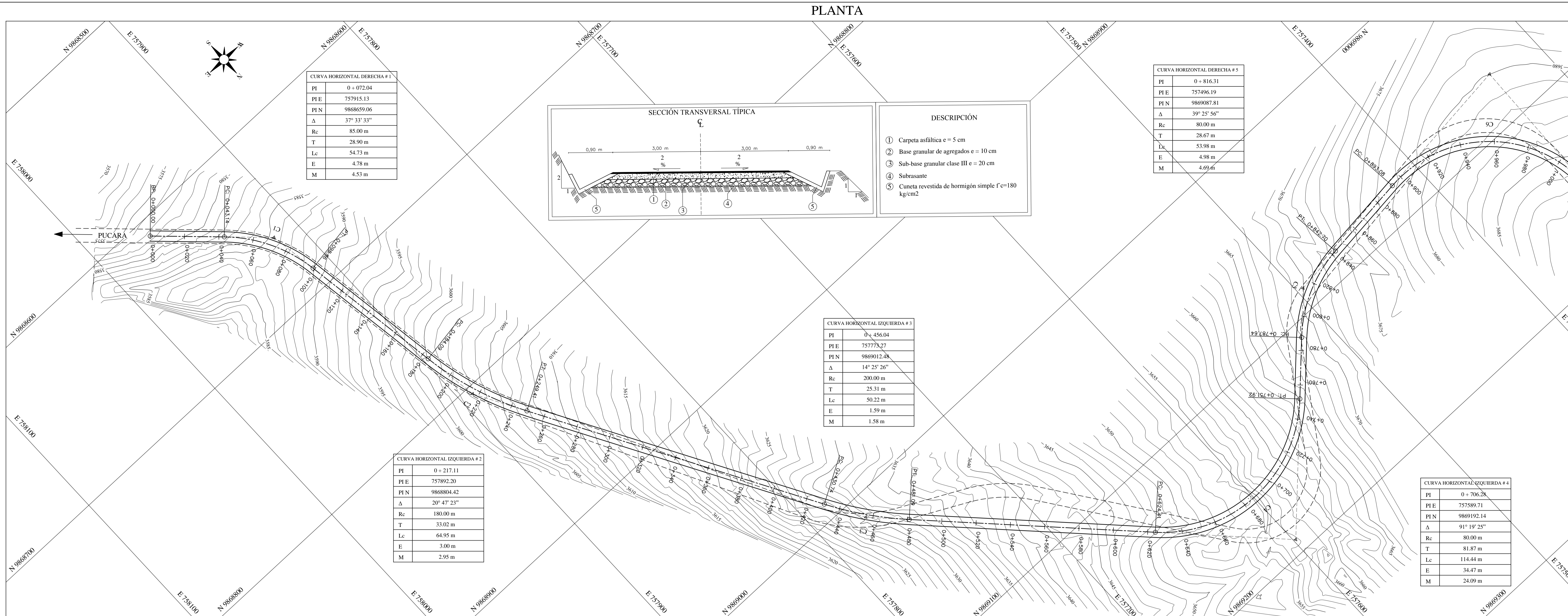
RUBRO: 12

UNIDAD: KM

DETALLE: SEÑALIZACIÓN VERTICAL A=12 CM

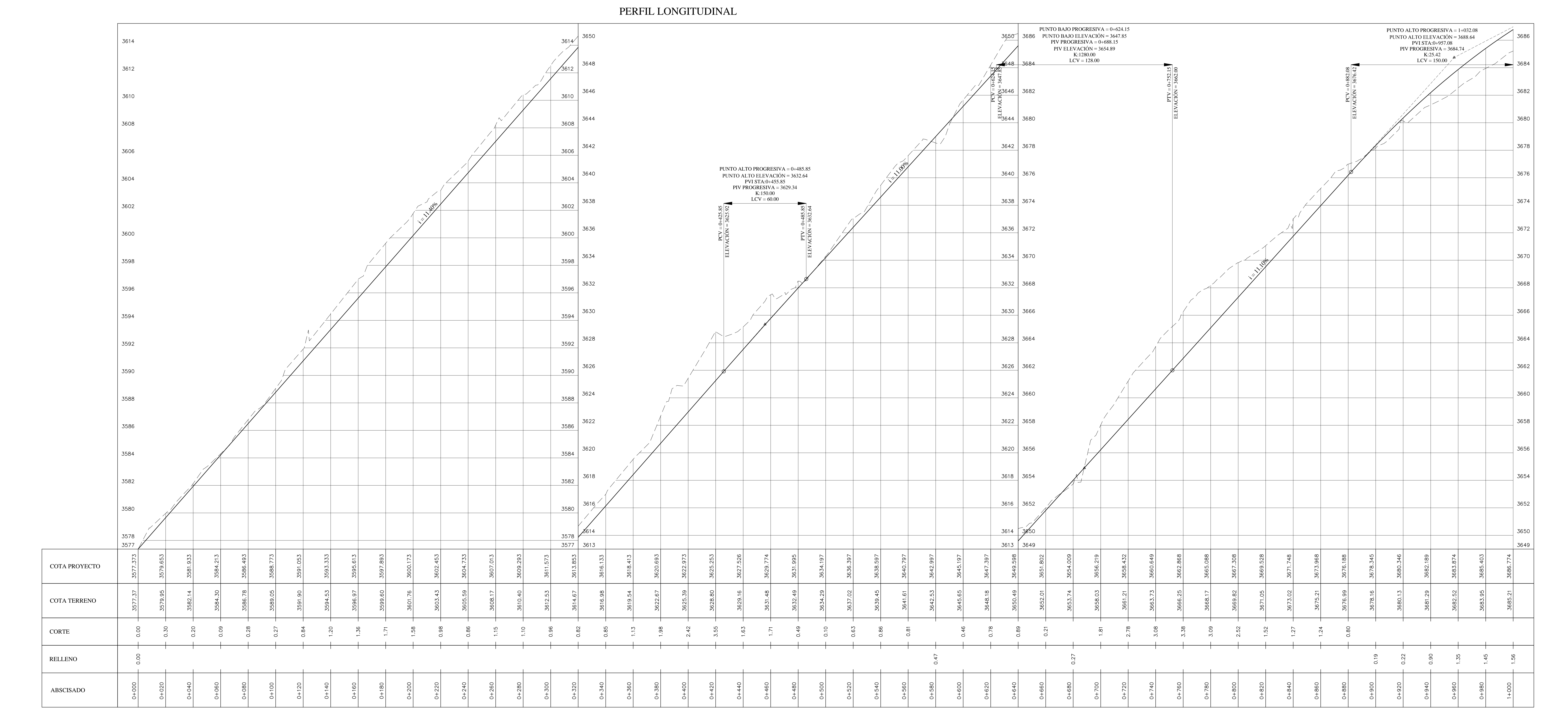
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		5 % * M.Obra			0.28
SOLDADORA ELECTRICA	1.00	3.00	3.00	0.400	1.20
SUBTOTAL M					1.48
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de obra	1.00	3.620	3.62	0.400	1.45
Albañil	1.00	3.270	3.27	0.400	1.31
Peón	1.00	3.270	3.27	0.400	1.31
Maestro soldador especializado	1.00	3.620	3.62	0.400	1.45
SUBTOTAL M					5.52
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTI.	PRECIO UNIT.	COSTO	
LAM. TOOL GALV. (2,44*1,22)	U	1.000	41.50	41.50	
TUBO CUAD. GALVAN. 2"*2"*2MM	M	5.000	4.15	20.75	
PERNOS INOXIDABLES	U	4.000	0.50	2.00	
HORMIGON CLASE B f'c=180 KG/CM2	M3	0.150	110.00	16.50	
TUBO CUADRADO NEGRO 1"*1"*1.5MM	M	9.760	1.45	14.15	
PINTURA ANTICORROSIVA	GL	0.200	16.00	3.20	
PINTURA REFLECTIVA	GL	0.100	18.00	1.80	
ELECTRODOS	GL	2.880	3.38	9.73	
VARILLA DE 8 MM	M	0.350	0.50	0.18	
SUBTOTAL O					109.81
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					116.81
INDIRECTOS %					22.00 %
UTILIDAD %					1.00 %
COSTO TOTAL DEL RUBRO					143.68
VALOR OFERTADO					143.68

ANEXOS. PLANOS

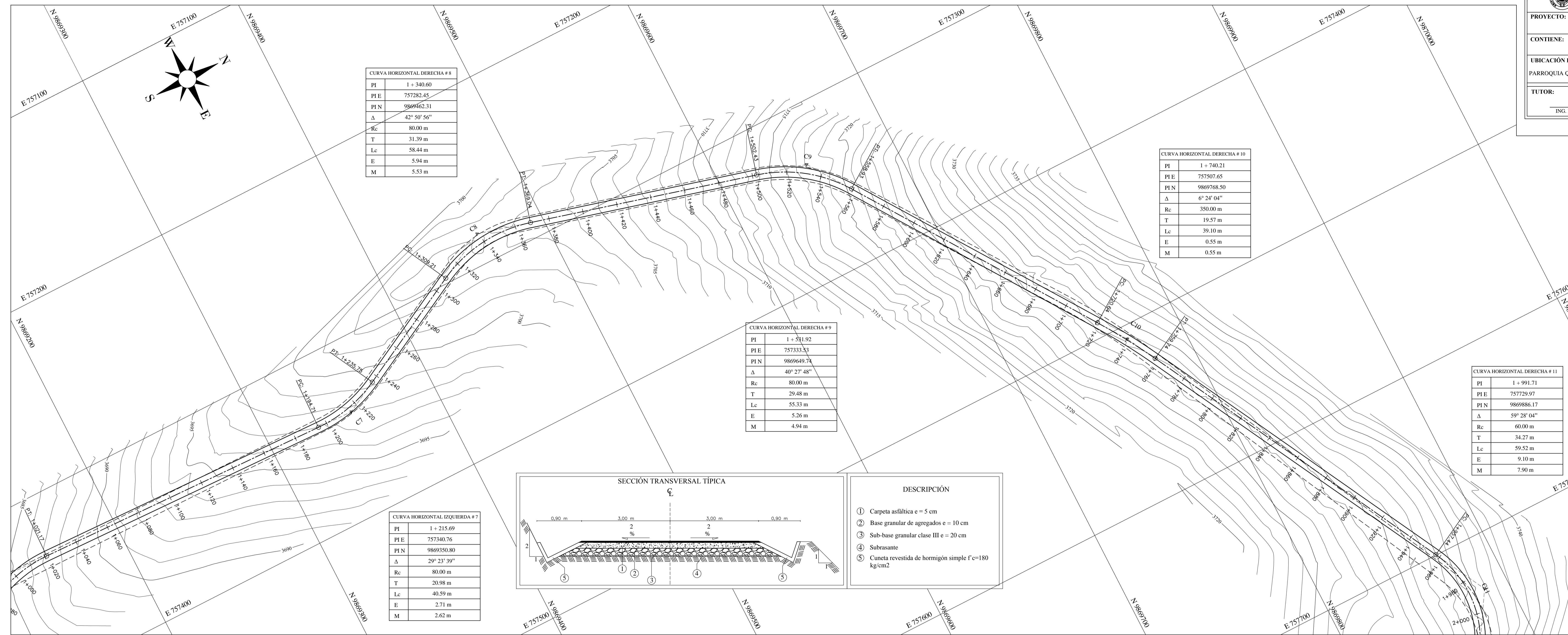


UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUISAPINCHA - CUSIBAMBA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA	CLASE: TIPO IV
CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES Y VERTICALES	ESCALAS: PROYECTO HORIZONTAL: 1:1000 PROYECTO VERTICAL: 1:1000 V: 1:100
UBICACIÓN DEL PROYECTO: PARROQUIA QUISAPINCHA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA	TRAMO: DESDE: 0+000.00 HASTA: 1+000.00
TUTOR: ING. MG. VINICIO ALMEIDA	DISEÑO: EGO. DAVID SOTOMAYOR
LÁMINA: 1/8	FECHA: AGOSTO DEL 2015



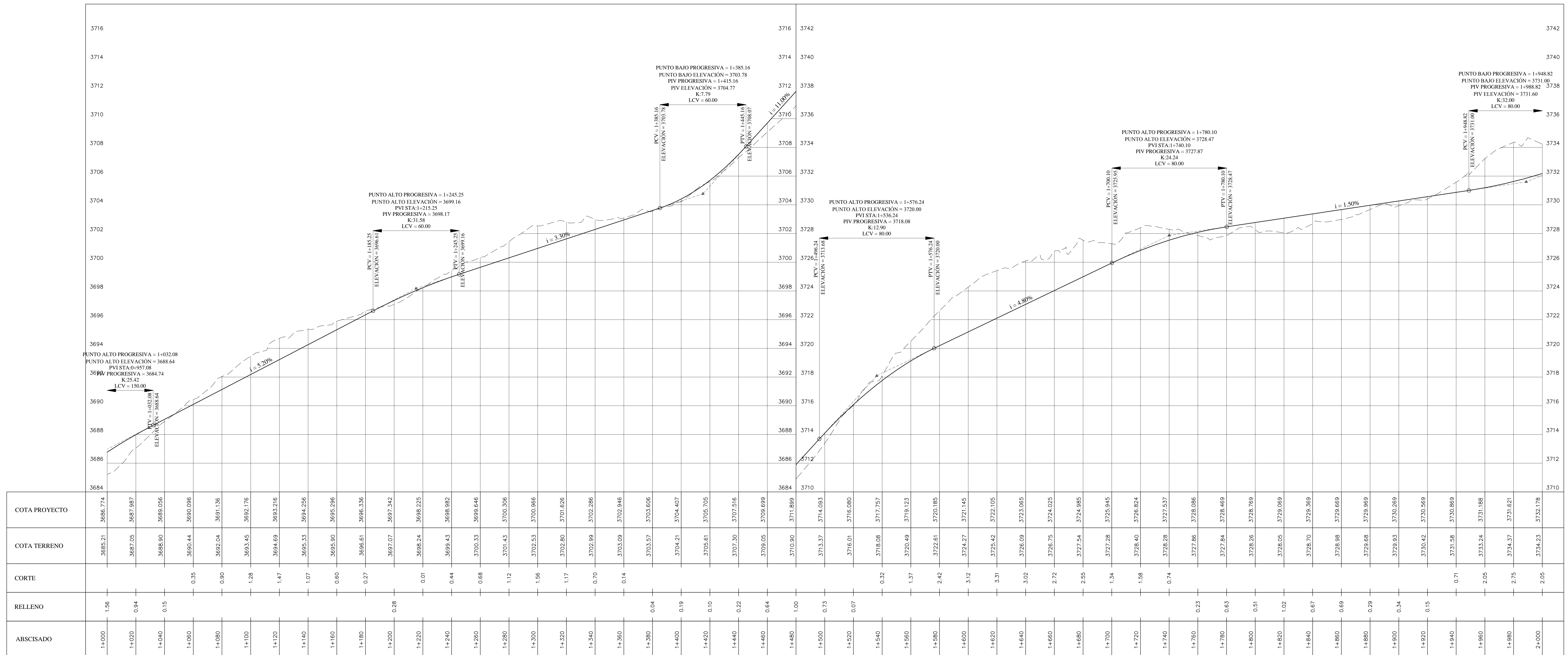
PLANTA



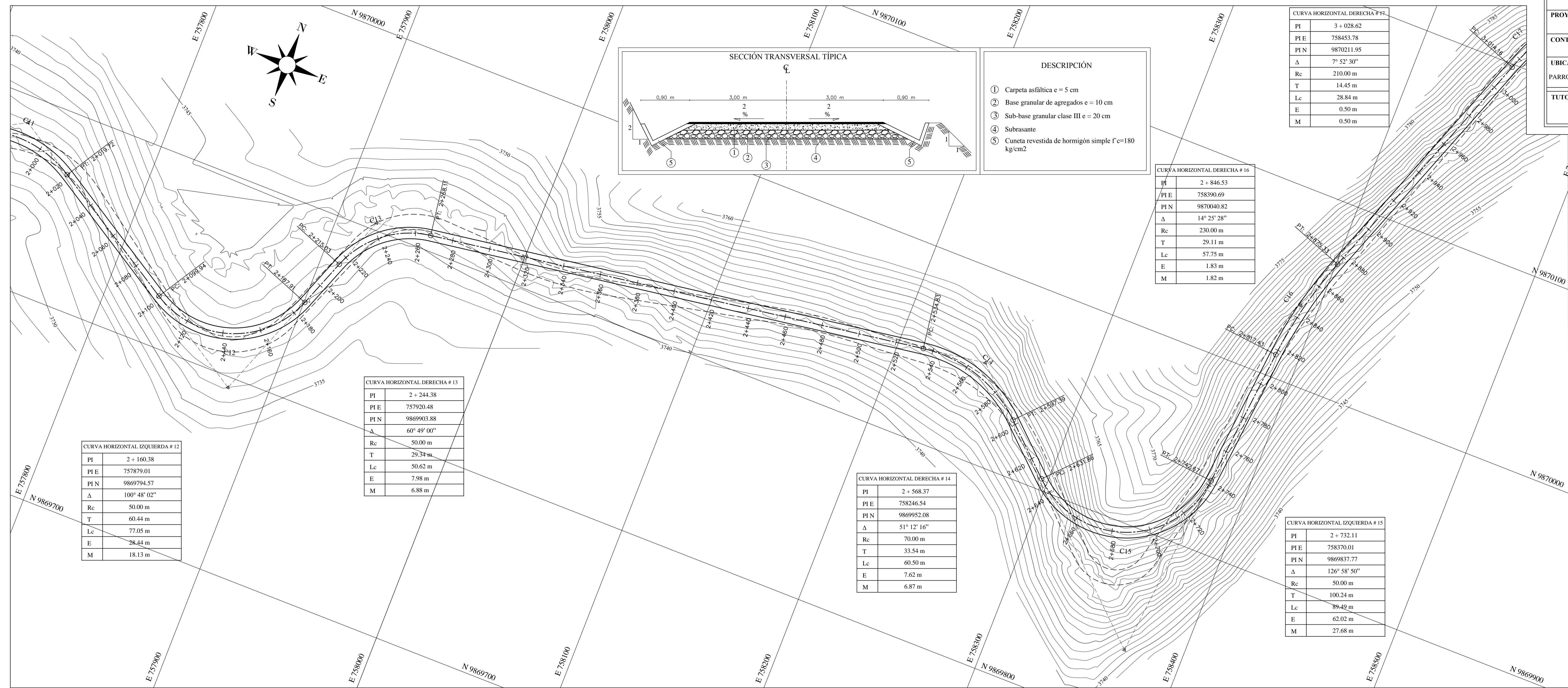
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUISPINCHA - CUSIBAMBA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA	CLASE: TIPO IV
CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES Y VERTICALES	ESCALAS: PROYECTO HORIZONTAL 1:1000 PROYECTO VERTICAL H 1:1000 V 1:100
UBICACIÓN DEL PROYECTO: PARROQUIA QUISPINCHA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA	TRAMO: DESDE: 1+000.00 HASTA: 2+000.00
TUTOR: ING. MG. VINICIO ALMEIDA	DISEÑO: EGO. DAVID SOTOMAYOR
LÁMINA: 2/8	FECHA: AGOSTO DEL 2015

PERFIL LONGITUDINAL



PLANTA



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

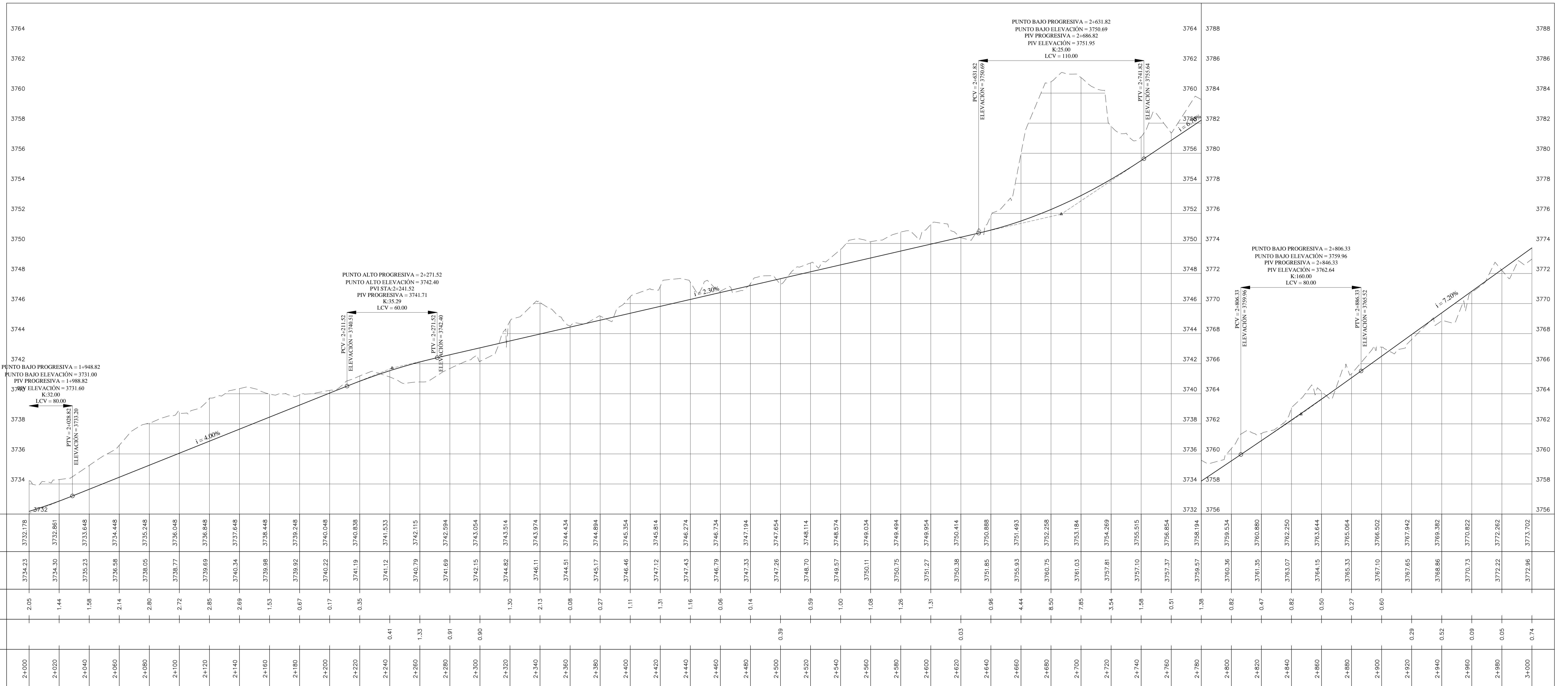
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUISAPINCHA - CUSIBAMBA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA
CLASE: TIPO IV

CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES Y VERTICALES
ESCALAS: PROYECTO HORIZONTAL: 1:1000
 PROYECTO VERTICAL: H: 1:1000 V: 1:100
TRAMO: DESDE: 2+000.00
 HASTA: 3+000.00

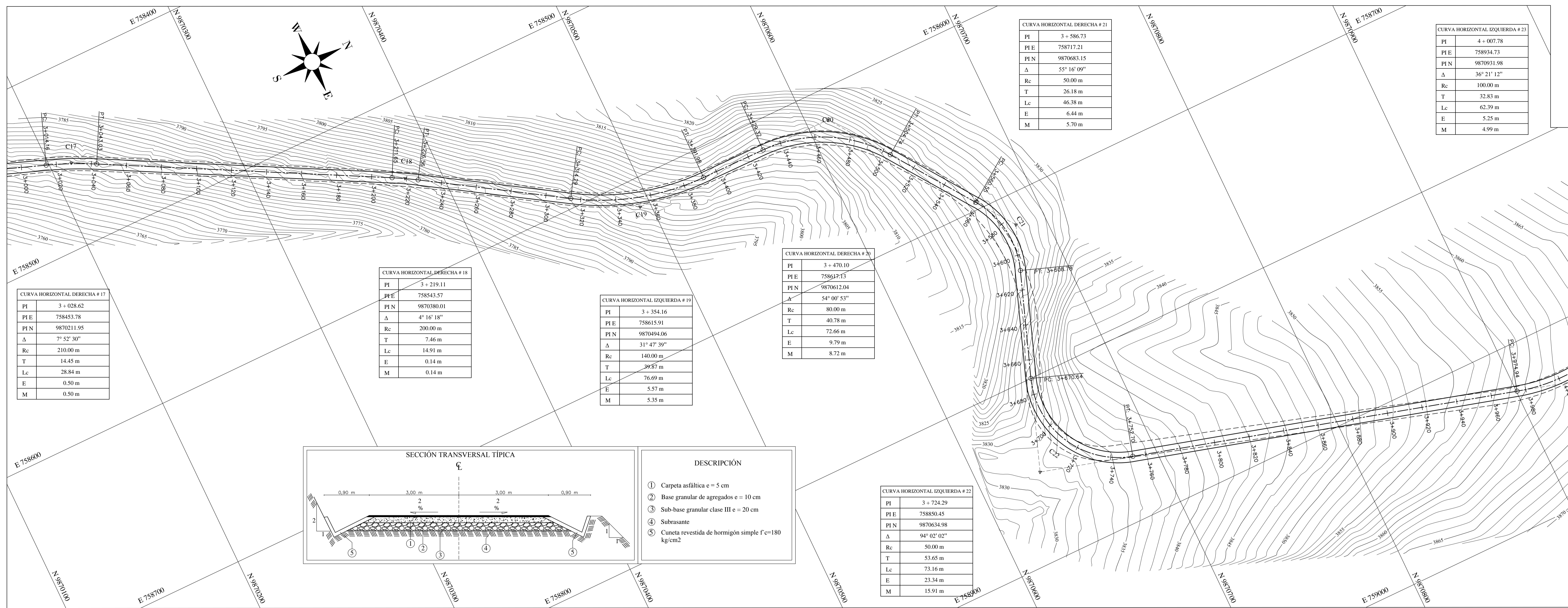
UBICACION DEL PROYECTO: PARROQUIA QUISAPINCHA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA

TUTOR: ING. MG. VINICIO ALMEIDA
DISEÑO: EGOO DAVID SOTOMAYOR
LÁMINA: 3/8
FECHA: AGOSTO DEL 2015

PERFIL LONGITUDINAL



PLANTA



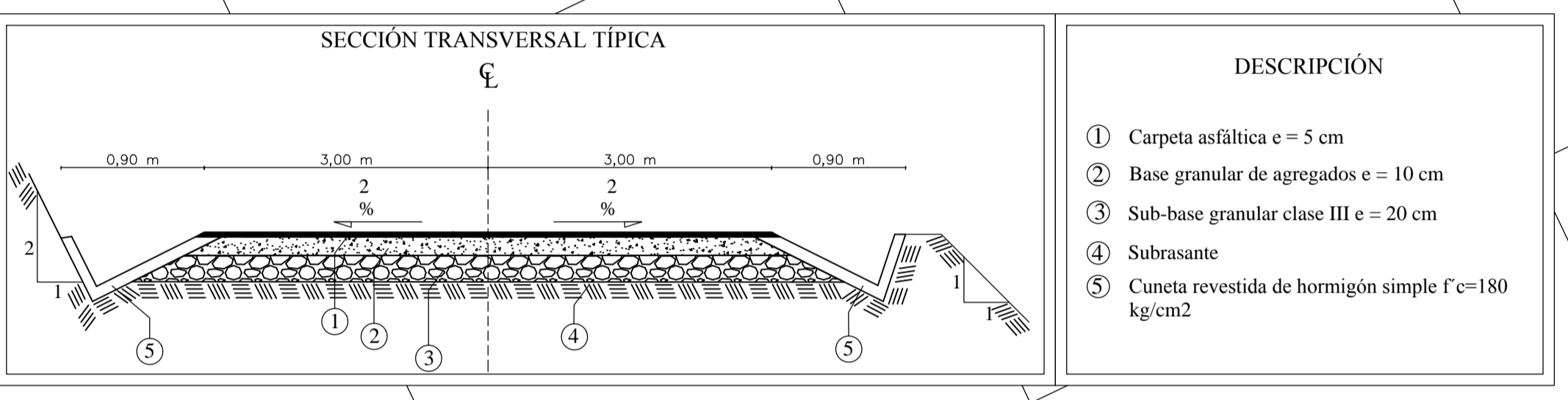
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUISAPINCHA - CUSUBAMBA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA. CLASE: TIPO IV

CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES Y VERTICALES. ESCALAS: PROYECTO HORIZONTAL 1:1000, PROYECTO VERTICAL 1:1000. TRAMO: DESDE: 3+000.00, HASTA: 4+000.00

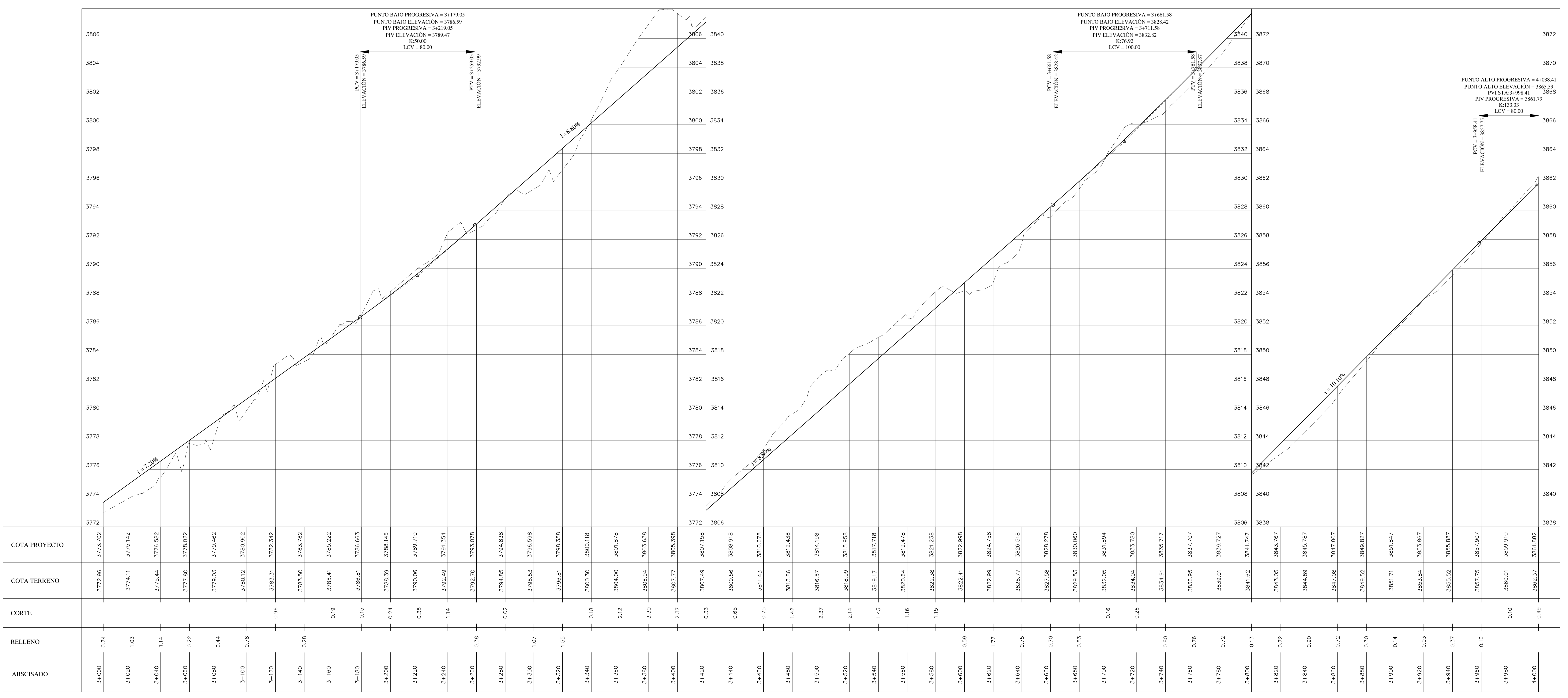
UBICACIÓN DEL PROYECTO: PARROQUIA QUISAPINCHA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA.

TUTOR: ING. MG. VINICIO ALMEIDA. DISEÑO: EGOO DAVID SOTOMAYOR. LÁMINA: 4/8. FECHA: AGOSTO DEL 2015.

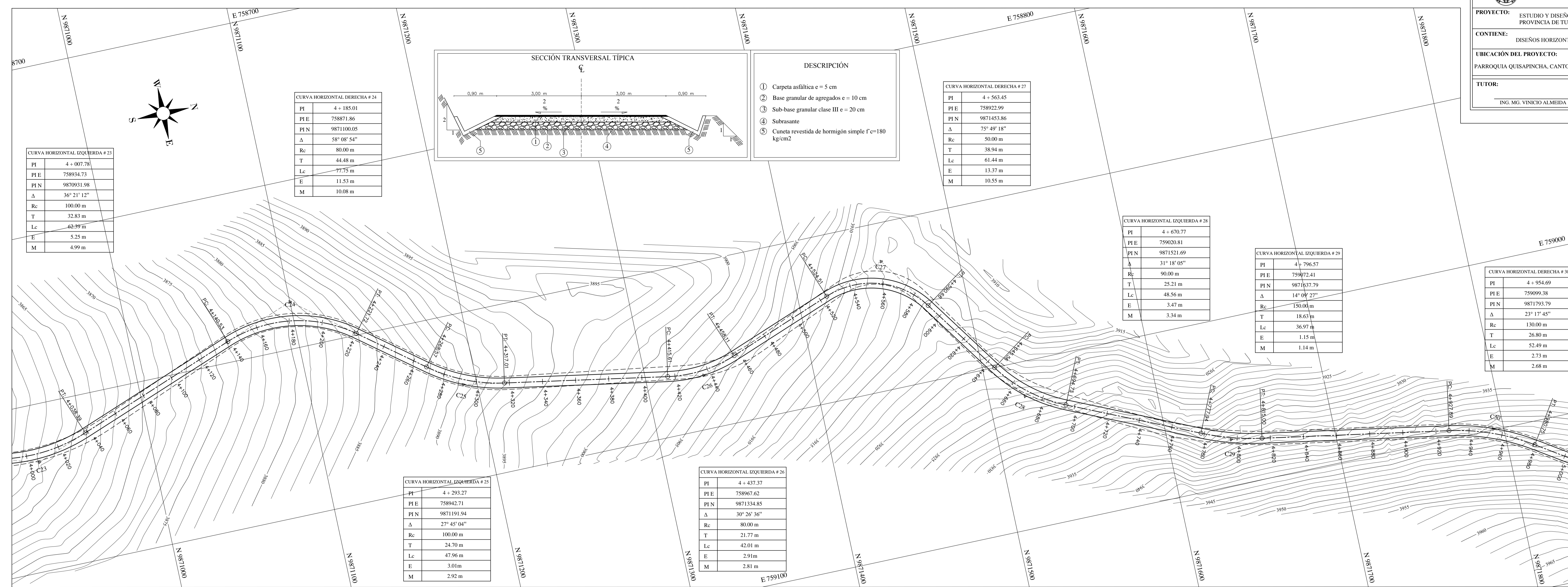


- DESCRIPCIÓN**
- Carpeta asfáltica e = 5 cm
 - Base granular de agregados e = 10 cm
 - Sub-base granular clase III e = 20 cm
 - Subrasante
 - Cuneta revestida de hormigón simple C=180 kg/cm²

PERFIL LONGITUDINAL



PLANTA



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUISAPINCHA - CUSUBAMBA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA

CLASE: TIPO IV

CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES Y VERTICALES

ESCALAS: PROYECTO HORIZONTAL 1:1000, PROYECTO VERTICAL H 1:1000, V 1:100

TRAMO: DESDE: 4+000.00, HASTA: 5+000.00

LUBRICACIÓN DEL PROYECTO: PARRQUITA QUISAPINCHA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA

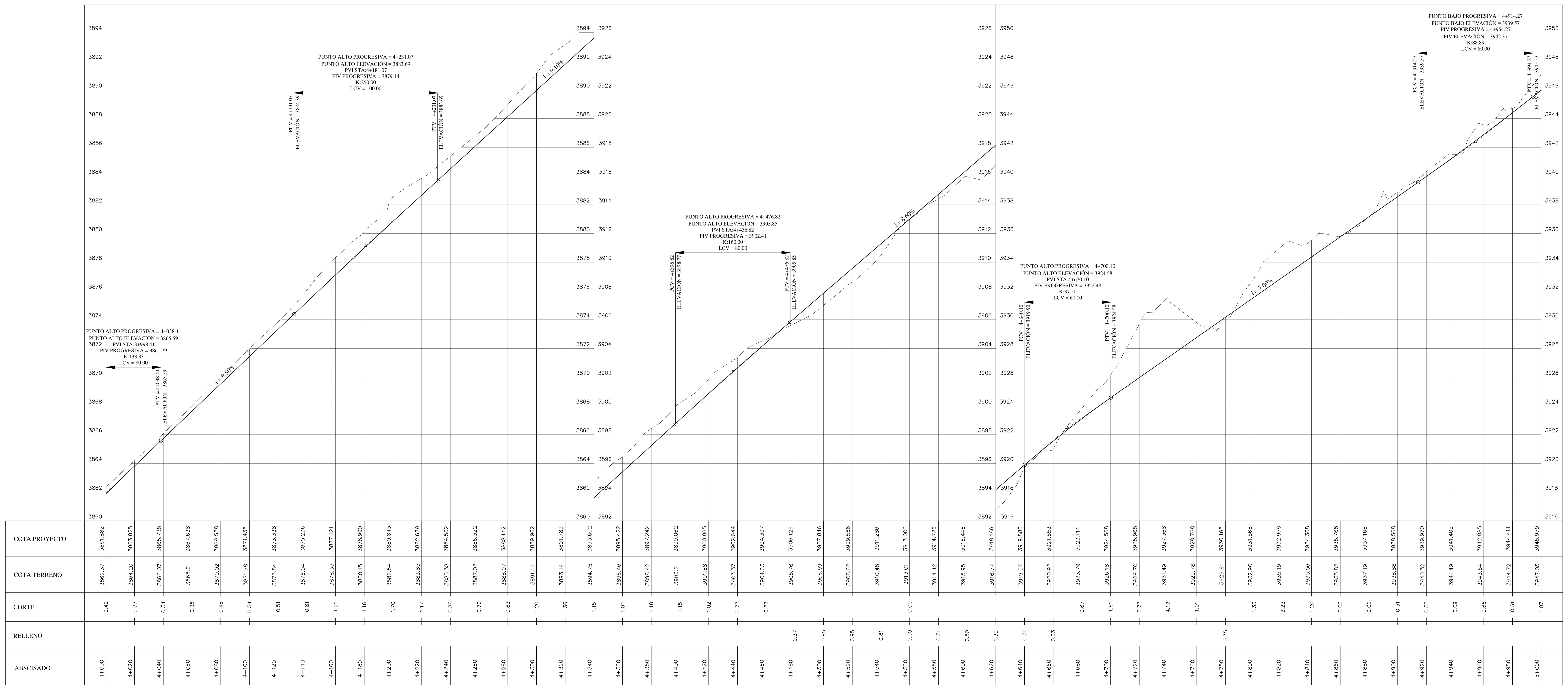
TUTOR: ING. MG. VINICIO ALMEIDA

DISEÑO: EGO. DAVID SOTOMAYOR

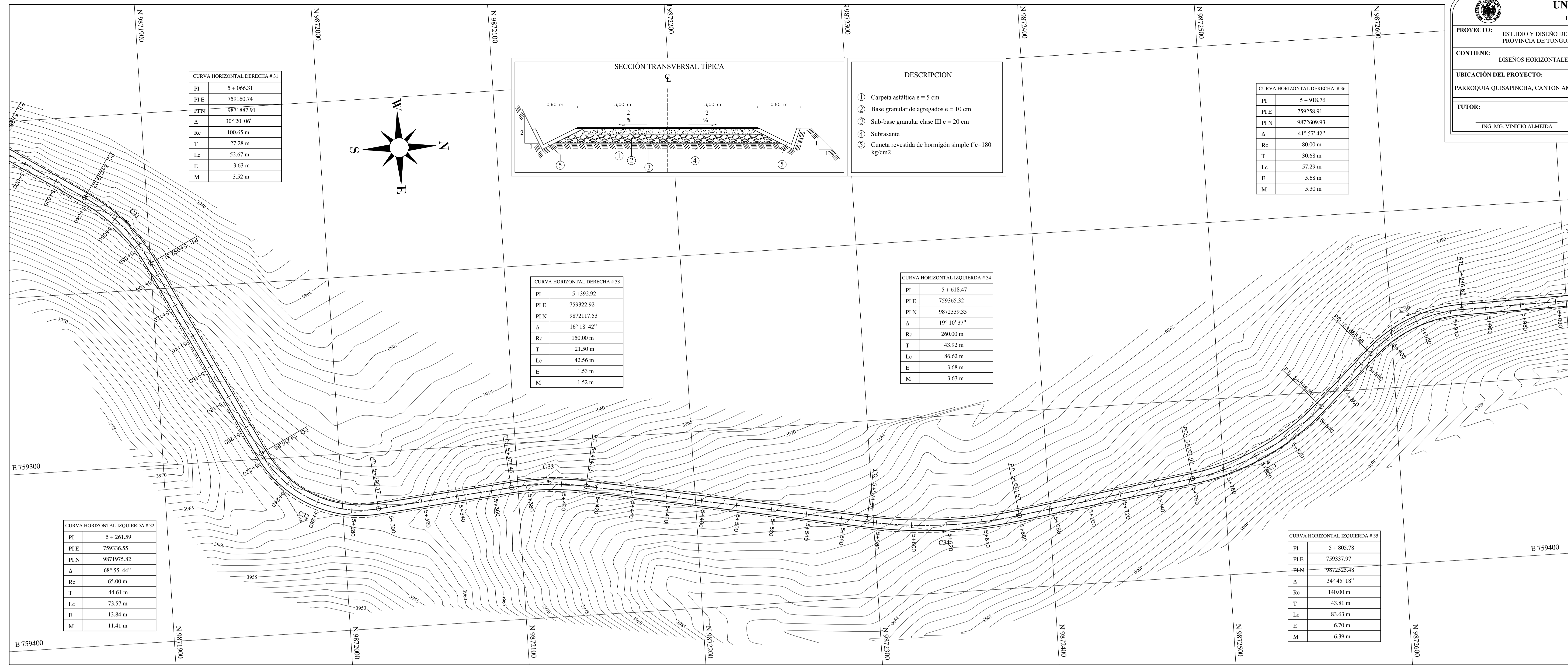
LÁMINA: 5/8

FECHA: AGOSTO DEL 2015

PERFIL LONGITUDINAL



PLANTA



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUISAPINCHA - CUSIBAMBA, CANTON AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA

CLASE: TIPO IV

CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES Y VERTICALES

ESCALAS: PROYECTO HORIZONTAL: 1:1000, PROYECTO VERTICAL: H 1:1000, V 1:100

TRAMO: DESDE: 5+000.00, HASTA: 6+000.00

UBICACION DEL PROYECTO: PARROQUIA QUISAPINCHA, CANTON AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA

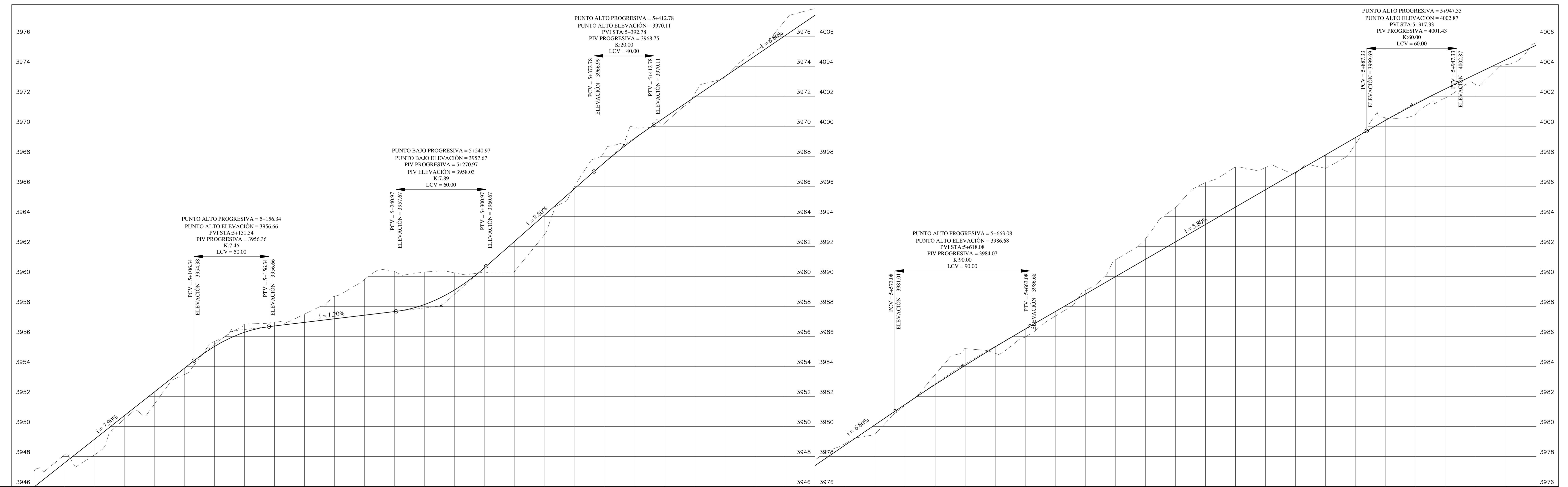
TUTOR: ING. MG. VINICIO ALMEIDA

DISEÑO: EGOO. DAVID SOTOMAYOR

LAMINA: 6/8

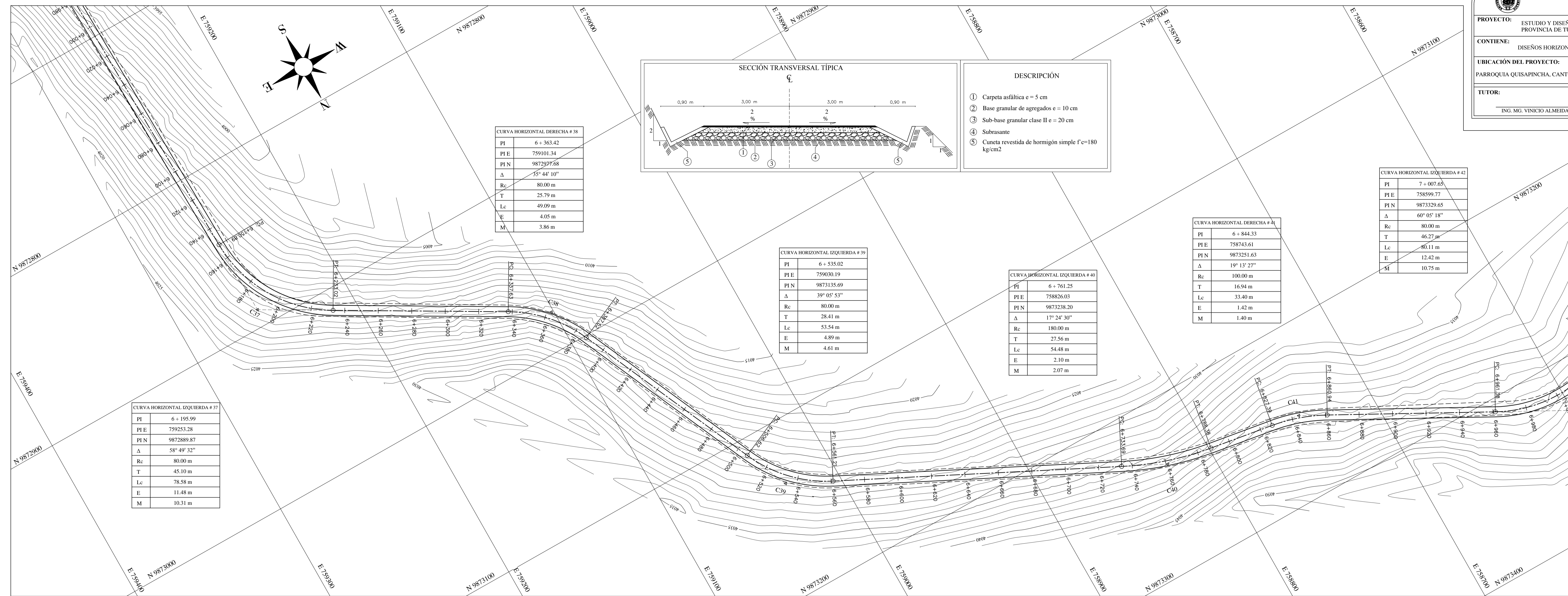
FECHA: AGOSTO DEL 2015

PERFIL LONGITUDINAL



ABSCISADO	COTA PROYECTO	COTA TERRENO	CORTE	RELLENO
5+000	3945.979	3947.05	1.07	
5+020	3946.559	3946.09	0.53	
5+040	3948.139	3946.07	1.07	
5+060	3950.719	3950.50	0.21	
5+080	3952.299	3951.44	0.86	
5+100	3953.879	3953.45	0.43	
5+120	3955.459	3955.64	0.31	
5+140	3956.280	3956.82	0.54	
5+160	3956.699	3956.93	0.23	
5+180	3956.539	3957.46	0.52	
5+200	3957.179	3956.67	1.49	
5+220	3957.419	3958.82	2.40	
5+240	3957.659	3960.33	2.67	
5+260	3958.128	3960.30	2.17	
5+280	3959.104	3960.24	1.14	
5+300	3960.586	3960.30	0.28	
5+320	3962.545	3960.33	2.01	
5+340	3964.105	3962.82	1.28	
5+360	3965.865	3966.00	0.14	
5+380	3967.612	3966.36	0.76	
5+400	3969.200	3966.92	0.72	
5+420	3970.601	3970.19	0.41	
5+440	3971.961	3972.16	0.20	
5+460	3973.321	3973.33	0.01	
5+480	3974.681	3974.97	0.29	
5+500	3976.041	3977.04	1.00	
5+520	3977.401	3977.83	0.43	
5+540	3978.761	3978.86	0.10	
5+560	3980.121	3979.53	0.59	
5+580	3981.479	3981.42	0.06	
5+600	3982.801	3983.52	0.72	
5+620	3984.079	3985.20	1.13	
5+640	3985.312	3984.68	0.63	
5+660	3986.501	3985.98	0.52	
5+680	3987.682	3987.34	0.32	
5+700	3988.822	3988.05	0.23	
5+720	3989.982	3991.15	1.17	
5+740	3991.142	3992.46	1.32	
5+760	3992.302	3994.58	2.28	
5+780	3993.462	3996.23	2.77	
5+800	3994.622	3997.29	2.67	
5+820	3995.782	3997.24	1.46	
5+840	3996.942	3996.91	0.03	
5+860	3998.102	3997.21	0.89	
5+880	3999.262	3998.72	0.54	
5+900	4000.408	4000.54	0.13	
5+920	4001.493	4000.85	0.64	
5+940	4002.511	4001.89	0.62	
5+960	4003.475	4002.81	0.67	
5+980	4004.435	4004.09	0.35	
6+000	4005.395	4005.56	0.16	

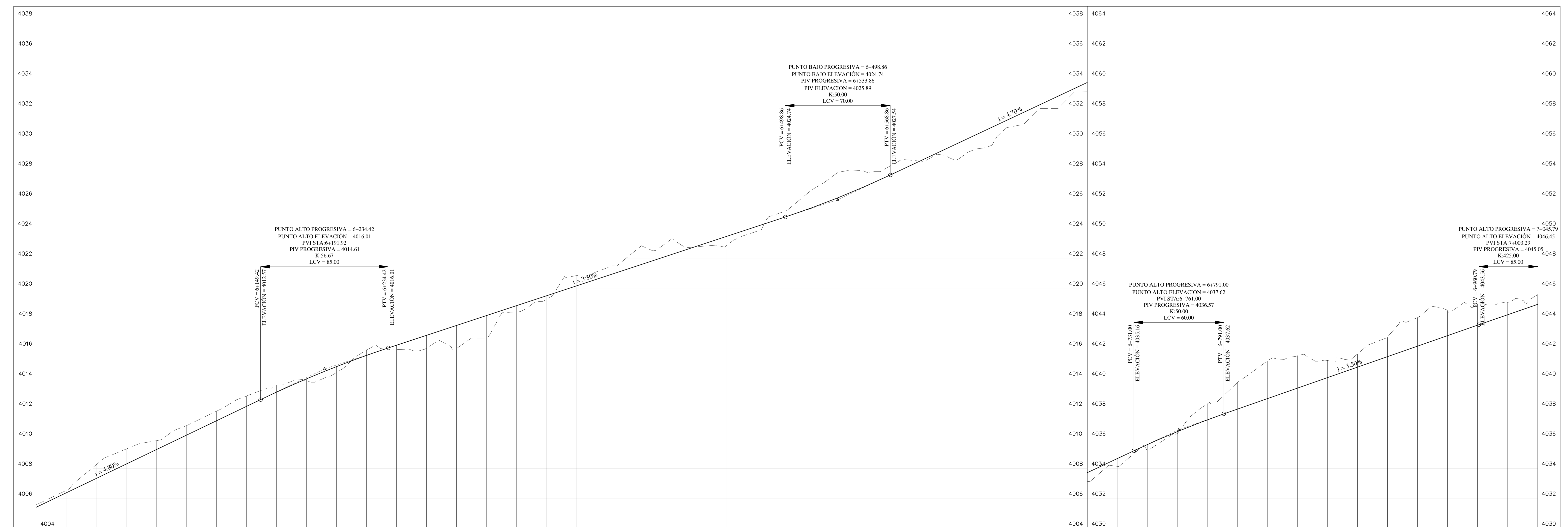
PLANTA



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

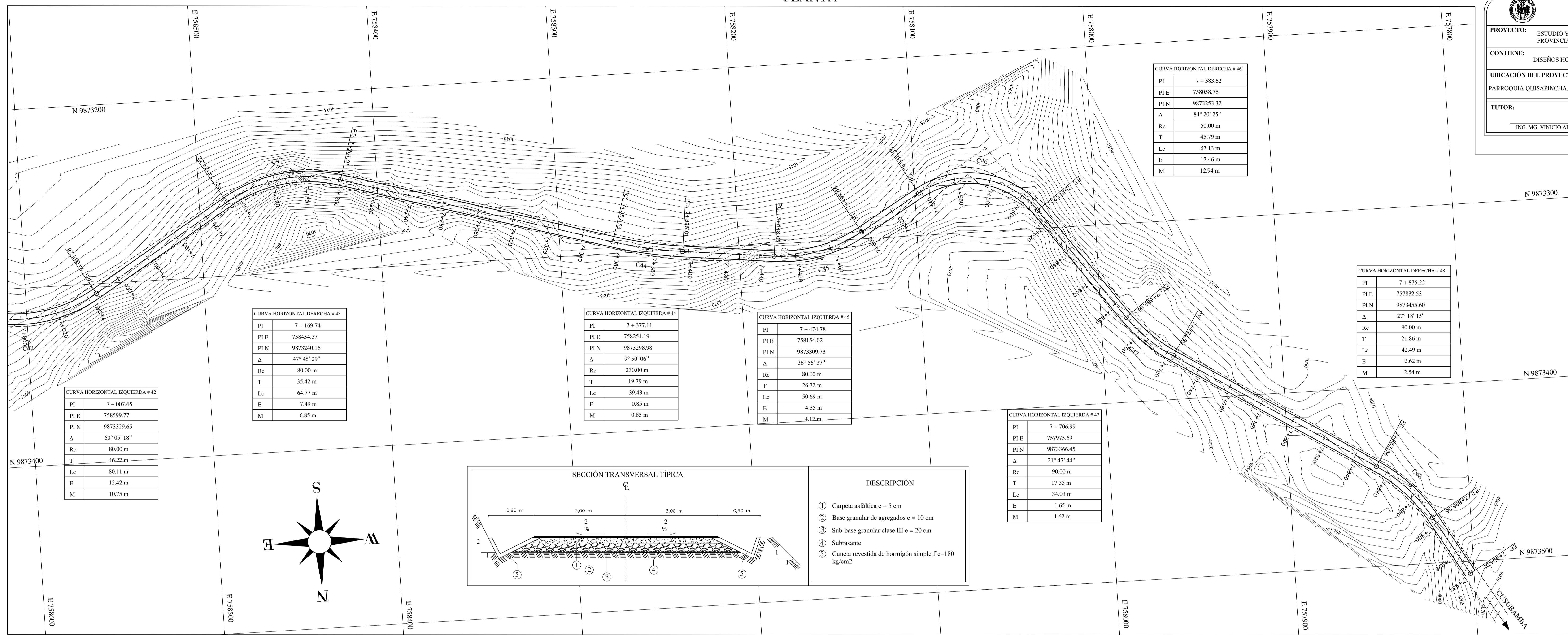
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUISAPINCHA - CUSUBAMBA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA	CLASE: TIPO IV	
CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES Y VERTICALES	ESCALAS: PROYECTO HORIZONTAL: 1:1000 PROYECTO VERTICAL: 1:1000 V: 1:100	TRAMO: DESDE: 6+000.00 HASTA: 7+000.00
UBICACIÓN DEL PROYECTO: PARROQUIA QUISAPINCHA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA		
TUTOR: ING. MG. VINICIO ALMEIDA	DISEÑO: EGO. DAVID SOTOMAYOR	FECHA: AGOSTO DEL 2015

PERFIL LONGITUDINAL



COTA PROYECTO	COTA TERRENO	CORTE	RELLENO	ABSCISADO
4005.395	4005.56	0.16		6+000
4006.355	4006.53	0.18		6+020
4007.315	4008.19	0.88		6+040
4008.275	4009.27	0.99		6+060
4009.235	4009.81	0.58		6+080
4010.195	4010.82	0.62		6+100
4011.155	4011.82	0.66		6+120
4012.115	4012.80	0.69		6+140
4013.065	4013.52	0.45		6+160
4013.953	4013.82	0.13	0.13	6+180
4014.769	4014.39	0.37	0.38	6+200
4015.516	4015.89	0.37	0.28	6+220
4016.194	4015.91	0.28	0.28	6+240
4016.854	4016.00	0.85	0.85	6+260
4017.514	4015.99	1.52	1.52	6+280
4018.174	4016.70	1.48	1.48	6+300
4018.834	4018.43	0.40	0.40	6+320
4019.494	4019.27	0.22	0.22	6+340
4020.154	4020.83	0.67	0.67	6+360
4020.814	4021.29	0.47	0.47	6+380
4021.474	4022.80	1.13	1.13	6+400
4022.134	4023.06	0.93	0.93	6+420
4022.794	4022.77	0.03	0.03	6+440
4023.454	4022.87	0.59	0.59	6+460
4024.114	4023.75	0.36	0.36	6+480
4024.774	4025.21	0.43	0.43	6+500
4025.434	4026.77	1.29	1.29	6+520
4026.094	4027.84	1.57	1.57	6+540
4026.754	4027.76	0.63	0.63	6+560
4027.414	4028.52	0.46	0.46	6+580
4028.074	4028.98	0.02	0.02	6+600
4028.734	4029.95	0.89	0.89	6+620
4029.394	4030.11	0.77	0.77	6+640
4030.054	4031.18	0.64	0.64	6+660
4030.714	4031.87	0.79	0.79	6+680
4031.374	4033.10	0.60	0.60	6+700
4032.034	4034.10	0.54	0.54	6+720
4032.694	4035.11	0.46	0.46	6+740
4033.354	4036.29	0.15	0.15	6+760
4034.014	4036.30	1.08	1.08	6+780
4034.674	4039.66	1.73	1.73	6+800
4035.334	4041.15	2.52	2.52	6+820
4035.994	4041.50	2.16	2.16	6+840
4036.654	4041.19	1.15	1.15	6+860
4037.314	4041.60	0.87	0.87	6+880
4037.974	4042.71	1.28	1.28	6+900
4038.634	4044.02	1.89	1.89	6+920
4039.294	4044.47	1.63	1.63	6+940
4039.954	4044.95	1.42	1.42	6+960
4040.614	4045.04	0.82	0.82	6+980
4041.274	4045.56	0.65	0.65	7+000

PLANTA



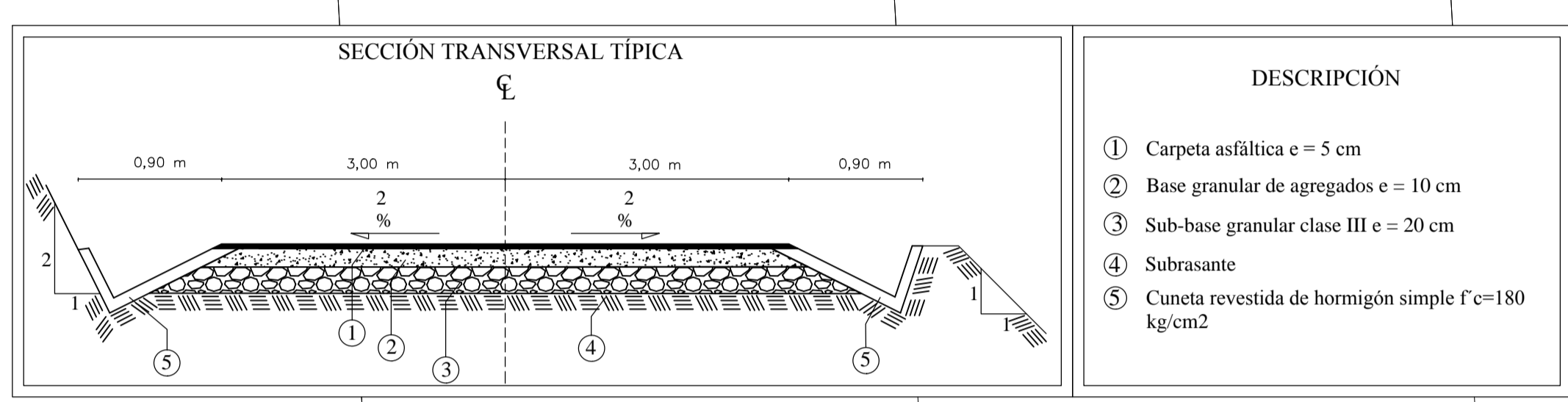
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUISAPINCHA - CUSUBAMBA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA CLASE: TIPO IV

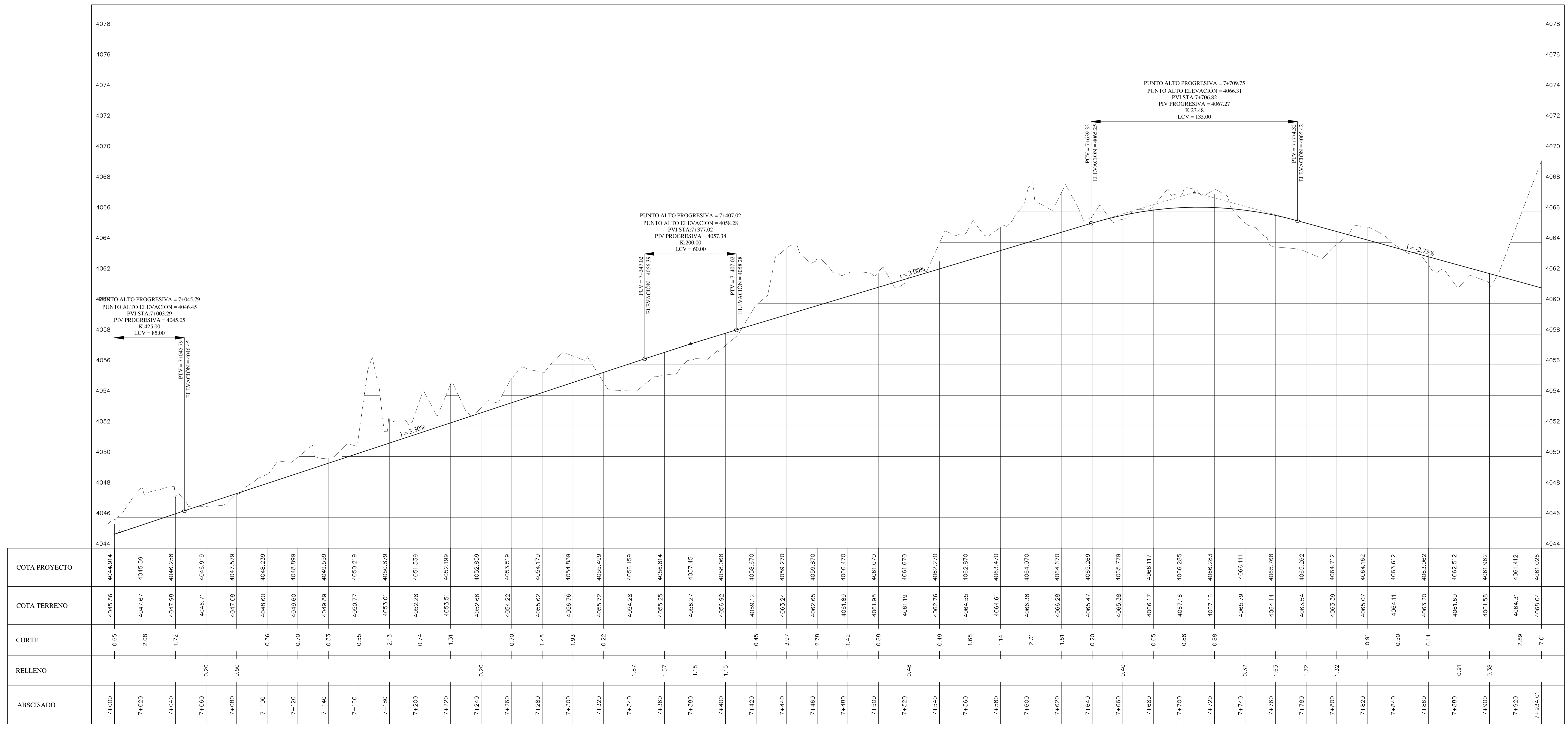
CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES Y VERTICALES ESCALAS: PROYECTO HORIZONTAL 1:1000 PROYECTO VERTICAL H 1:1000 V 1:1000 TRAMO: DESDE: 7+000.00 HASTA: 7+934.01

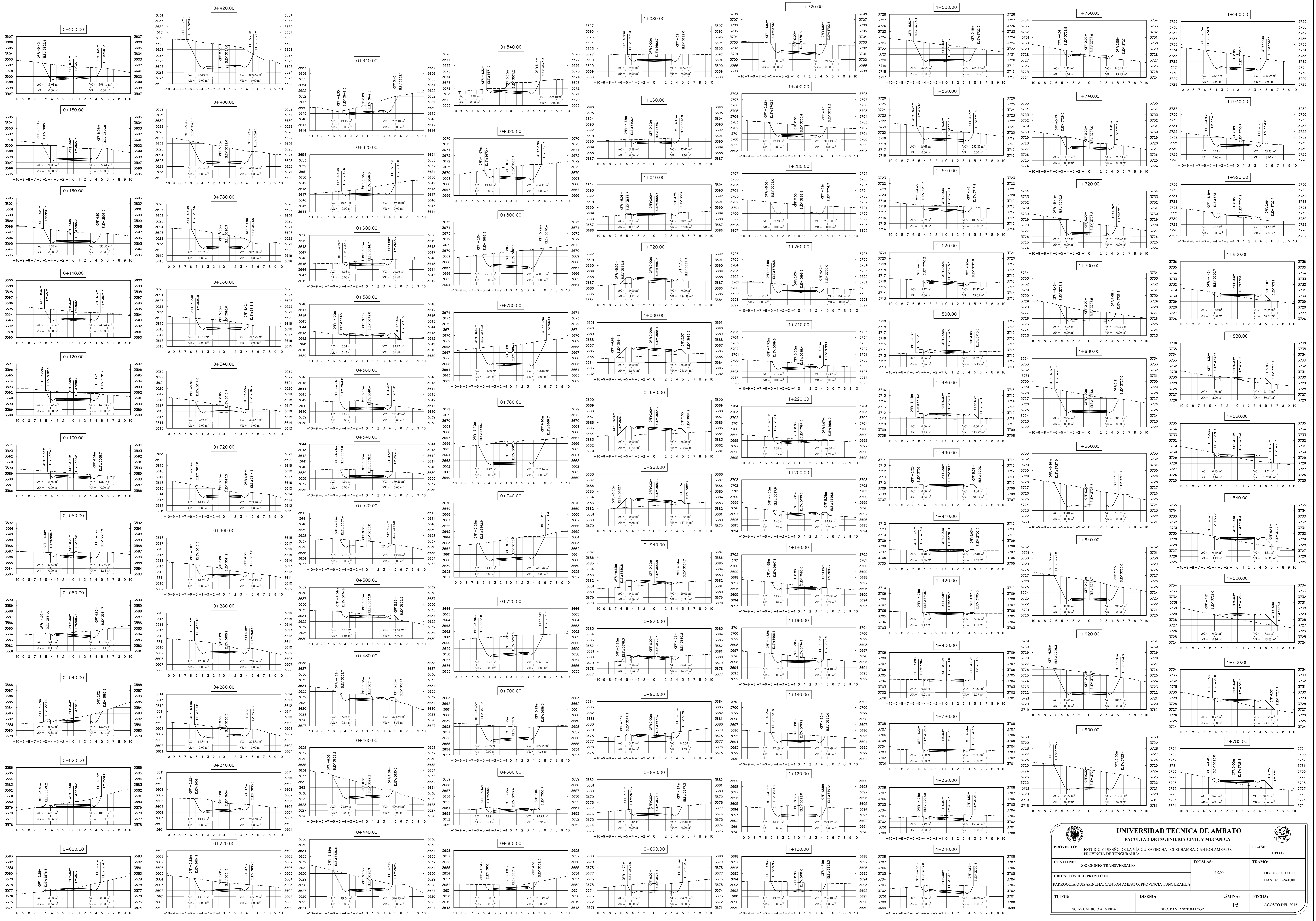
UBICACION DEL PROYECTO: PARRQUIA QUISAPINCHA, CANTON AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA

TUTOR: ING. MG. VINICIO ALMEIDA DISEÑO: EGO. DAVID SOTOMAYOR LÁMINA: 8/8 FECHA: AGOSTO DEL 2015

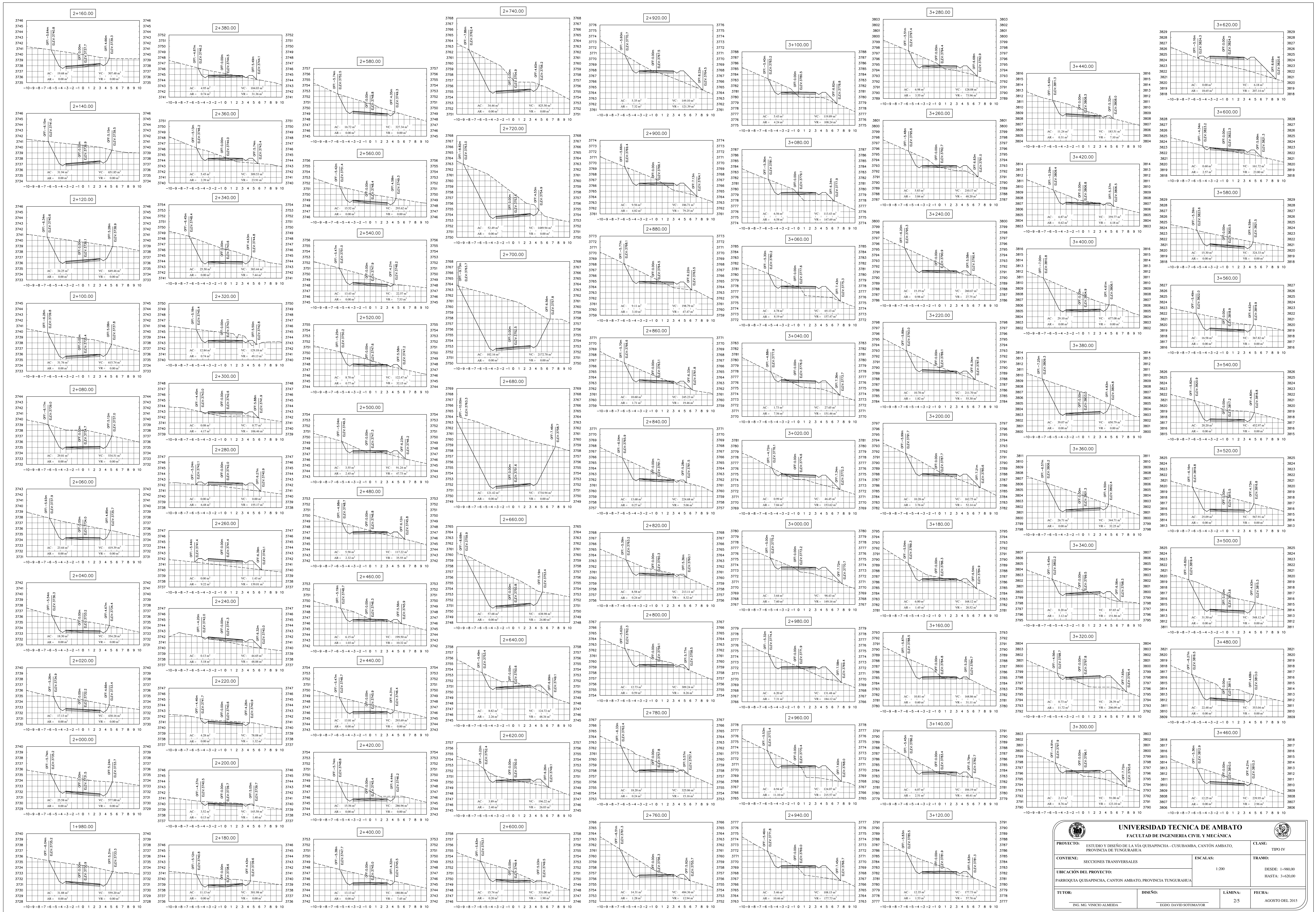


PERFIL LONGITUDINAL

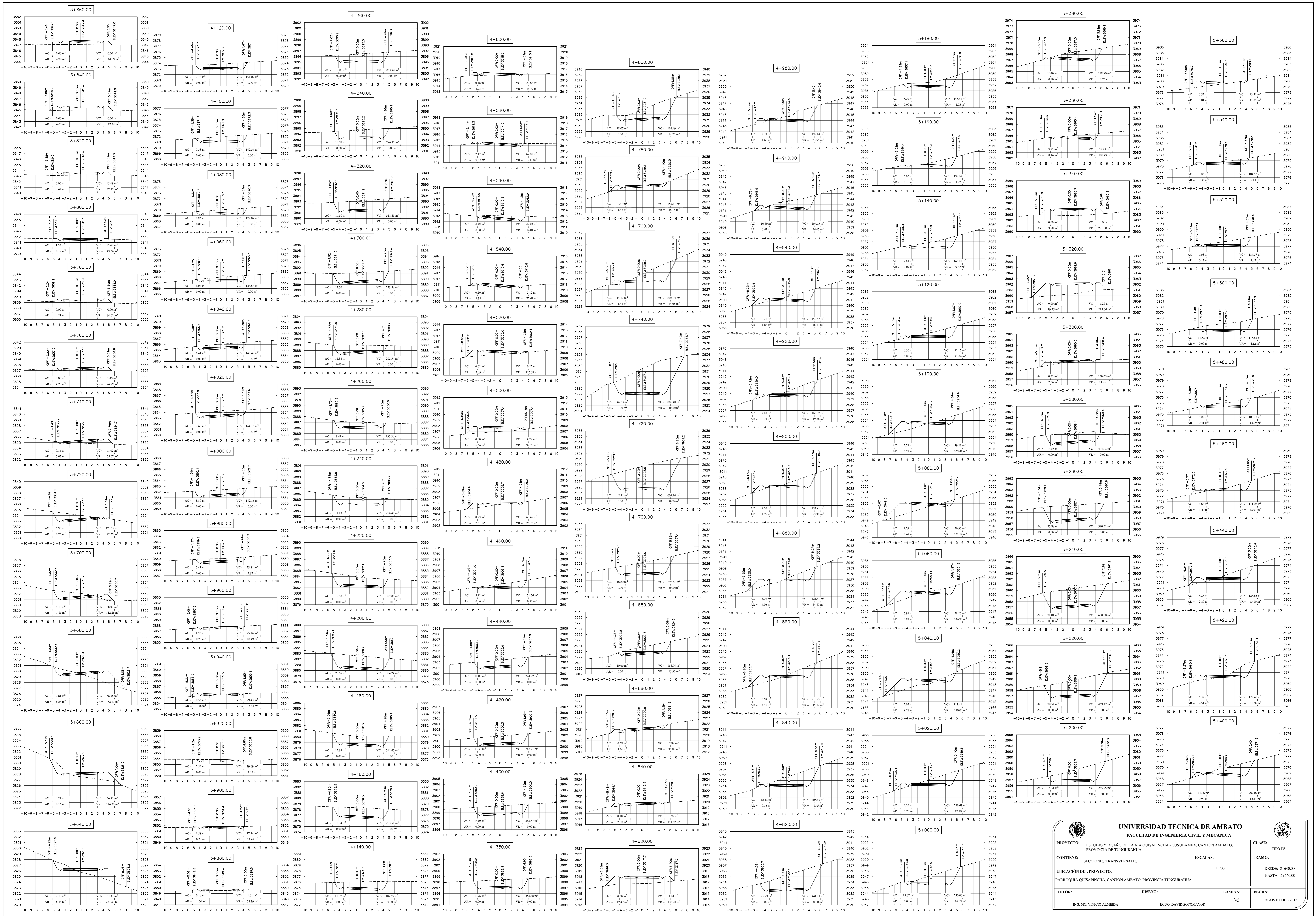




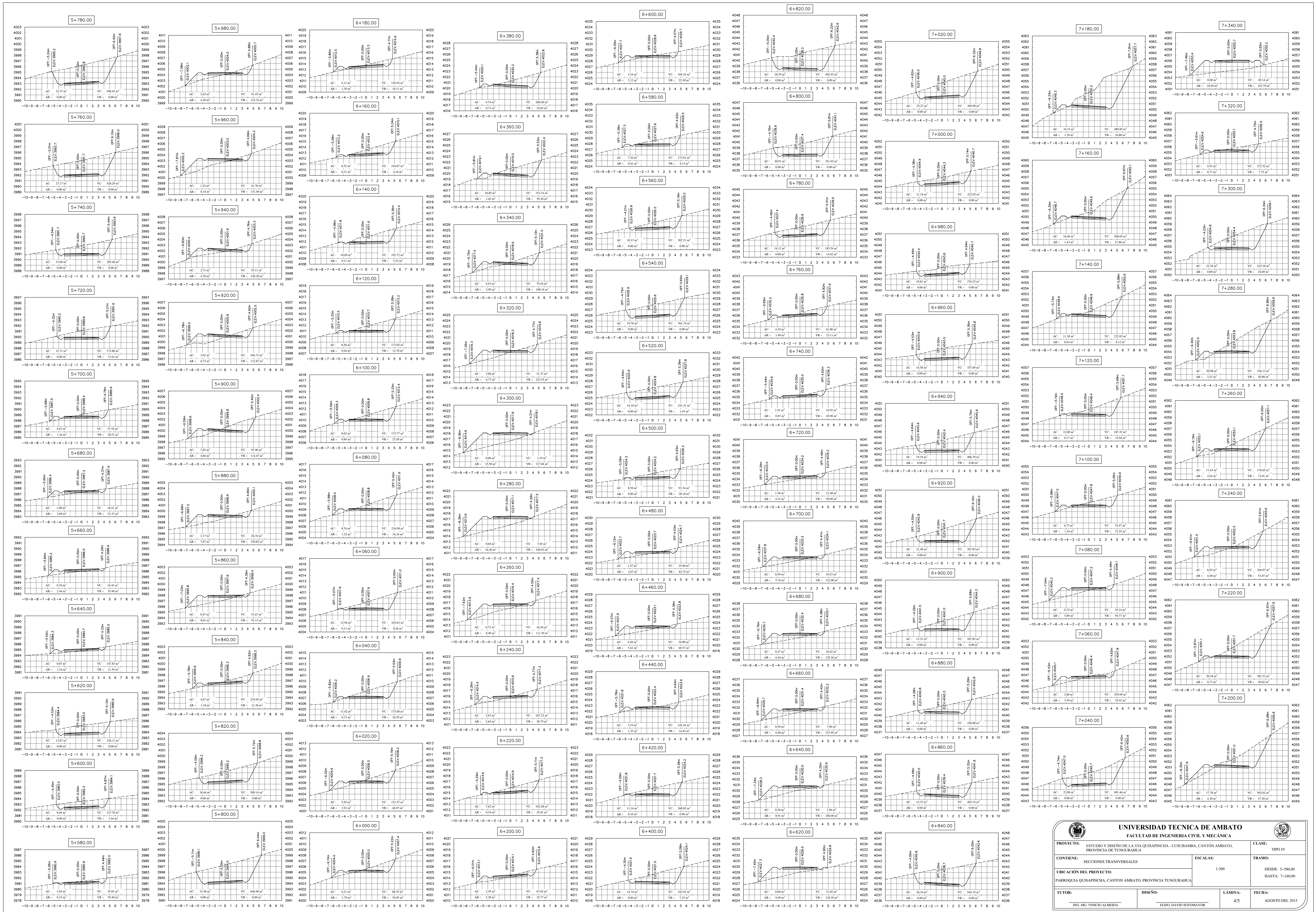
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA	
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUISPACHA-CUSIBAMBA, CANTON AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES		ESCALAS: 1:200	
UBICACIÓN DEL PROYECTO: PARROQUIA QUISPACHA, CANTON AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA		CLASE: TIPO IV TRAMO: DESDE 0+000.00 HASTA 1+960.00	
TUTOR: ING. MIG. VINICIO ALMEIDA	DISEÑO: RIGDO DAVID SOTOMAYOR	LÁMINA: 1/5	FECHA: AGOSTO DEL 2015



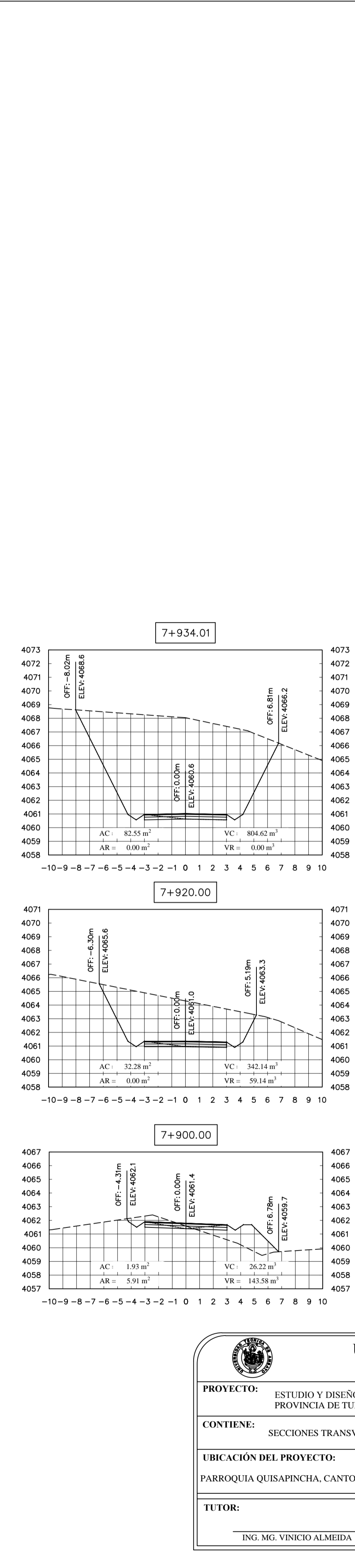
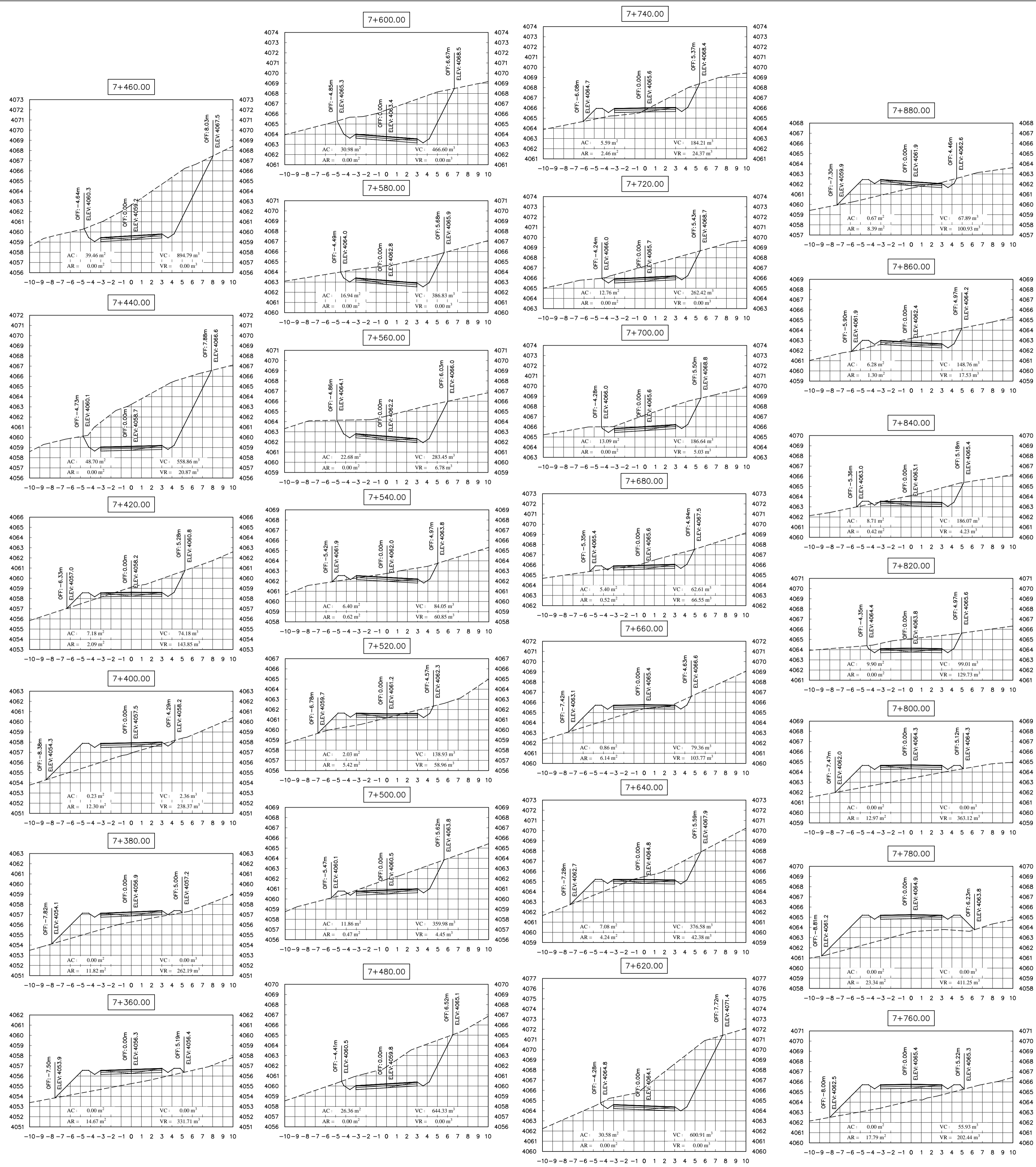
 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUISAPACHA - CUSIBAMBA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		CLASE: TIPO IV
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES		ESCALAS: 1:200
UBICACIÓN DEL PROYECTO: PARROQUIA QUISAPACHA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA		TRAMO: DESDE 1+980.00 HASTA 3+620.00
TUTOR:	INE. MG. VINICIO ALMEIDA	DISEÑO: RIGDO DAVID SOTOMAYOR
LÁMINA:	2/5	FECHA: AGOSTO DEL 2015



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA	
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUISAPINCHA - CUSIBAMBA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		CLASE: TIPO IV	
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES		ESCALAS: 1:200	
UBICACIÓN DEL PROYECTO: PARROQUIA QUISAPINCHA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA		TRAMO: DESDE: 3+640.00 HASTA: 5+600.00	
TUTOR: ING. MIG. VINICIO ALMEIDA	DISEÑO: RIGDO DAVID SOMAYOR	LÁMINA: 3/5	FECHA: AGOSTO DEL 2015



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA	
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUISAPINCHA - CUSIBAMBA, CANTON AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.		CLASE: TIPO IV	
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES		ESCALAS: 1:200	
UBICACIÓN DEL PROYECTO: PARROQUIA QUISAPINCHA, CANTON AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA.		TRAMO: DESDE: 5+580.00 HASTA: 7+340.00	
TUTOR: ING. MIG. VINICIO ALMEIDA	DISEÑO: RIGDO DAVID SOMAYOR	LÁMINA: 4/5	FECHA: AGOSTO DEL 2015



 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA			
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUISAPINCHA - CUSUBAMBA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA	CLASE: TIPO IV		
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES	ESCALAS: 1:200		
UBICACIÓN DEL PROYECTO: PARROQUIA QUISAPINCHA, CANTON AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA	TRAMO: DESDE: 7+360.00 HASTA: 7+934.01		
TUTOR: ING. MG. VINICIO ALMEIDA	DISEÑO: EGO. DAVID SOTOMAYOR		
LÁMINA: 5/5	FECHA: AGOSTO DEL 2015		