



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO TÉCNICO, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL LA INDEPENDENCIA –
ANILLO VIAL HACIA LA COMUNIDAD JAIME ROLDÓS AGUILERA II
BLOQUE, UBICADO EN EL CANTÓN ARAJUNO, PROVINCIA DE PASTAZA**

AUTOR:

Miguel Fernando Laica Moreira

TUTOR:

Ing. Mg. Víctor Hugo Paredes

Ambato–Ecuador

2016

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de graduación, certifico que el presente proyecto técnico realizado por el Sr. Miguel Fernando Laica Moreira, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, se desarrolló bajo mi tutoría, es un trabajo personal e inédito, bajo el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL LA INDEPENDENCIA – ANILLO VIAL HACIA LA COMUNIDAD JAIME ROLDÓS AGUILERA II BLOQUE, UBICADO EN EL CANTÓN ARAJUNO, PROVINCIA DE PASTAZA”**.

En el presente trabajo de graduación bajo mi tutoría fueron concluidos de manera correcta los 4 capítulos que conforman el proyecto técnico dentro del tiempo establecido según la normativa que rige en la Universidad Técnica de Ambato.

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

Ambato, Noviembre del 2016

.....
Ing. Mg. Víctor Hugo Paredes

TUTOR DE TESIS

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Miguel Fernando Laica Moreira, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio del presente, que el Proyecto Técnico elaborado bajo el Tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL LA INDEPENDENCIA – ANILLO VIAL HACIA LA COMUNIDAD JAIME ROLDÓS AGUILERA II BLOQUE, UBICADO EN EL CANTÓN ARAJUNO, PROVINCIA DE PASTAZA”**, que los criterios, propuestas y estudios emitidas son de mi completa autoría a excepción de citas, tablas y gráficos de origen bibliográfico.

Ambato, Noviembre 2016

.....
Miguel Fernando Laica Moreira

C.I. 1804335659

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los profesores calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL LA INDEPENDENCIA – ANILLO VIAL HACIA LA COMUNIDAD JAIME ROLDÓS AGUILERA II BLOQUE, UBICADO EN EL CANTÓN ARAJUNO, PROVINCIA DE PASTAZA”**, del egresado Miguel Fernando Laica Moreira, de la Carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia Firman,

Ing. Mg. Vinicio Almeida

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Mg. Lorena Pérez

PROFESOR CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, 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 Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Proyecto técnico, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Septiembre del 2016

Autor

.....

Miguel Fernando Laica Moreira

C.I. 1804335659

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios; por las infinitas bondades hacia los míos. Que siempre cuide a mi familia, los guie por el buen camino. Gracias por ser fortaleza, confianza y paz en nuestro hogar.

La dedicación especial a una mujer luchadora, digna de admiración y respeto; muestra de coraje, valentía y entereza. Gracias mamá por siempre comprenderme, apoyar mis decisiones; aunque la mayoría de ellas sean incorrectas, por ese jalón de orejas muy necesario a veces. Gracias por ser incondicional para mis hermanos y para mí. Le amo.

A mi papá; por enseñarme sobre la vida y guiarme, porque a pesar de no tener la mejor relación siempre está pendiente de lo que hago, con una palabra de aliento, con una mano bondadosa o a veces hasta con su silencio. Gracias por todo papá.

Mis hermanos; motivo especial en mi vida, quienes dan el toque de alegría, y razones para seguir, que Dios los bendiga siempre. Gracias por aguantar el mal carácter, el ceño fruncido y aun así siempre estar a mi lado. Supérense, vivan el sueño, pero sobre todo disfruten el camino.

A Jessica; incondicional en estos años, base sobre la cual puedo descansar, motivación por la que debo continuar, dulce inspiración para mi ser. Un trillón de gracias por todo y más.

Mi familia; serrana que me mostraron la seriedad, responsabilidad, cariño y calor de hogar, la costeña ponen el sazón, la alegría y me enseñan que la vida también necesita de distensión.

A todos con mucho cariño.

Miguel Fernando Laica Moreira.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato, y de manera especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por acogerme en sus aulas, moldear mi conocimiento y mi espíritu.

A mi tutor el Ing. Mg. Víctor Hugo Paredes, quien fue guía en el presente trabajo, brindando apoyo y hasta dando ánimos para el feliz término del mismo.

A los profesores de la Carrera de Ingeniería Civil, que siempre estuvieron prestos para compartir sus conocimientos técnicos e incluso experiencias de vida, a veces hasta sacrificando momentos con su familia. Mucho de lo que somos ahora lo debemos a ustedes.

A mis compañeros de aulas, que con el tiempo se convirtieron en amigos y colegas, gracias por todo lo vivido y la ayuda necesaria.

Miguel Fernando Laica Moreira

ÍNDICE GENERAL

A) PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA DEL TRABAJO	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	IV
DERECHOS DE AUTOR	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
RESUMEN EJECUTIVO	XVI

B) TEXTO

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	1
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN

2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS	4
2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL	5
2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.3.1. Tráfico	6
2.3.1.1. Tráfico Promedio Diario Anual	6
2.3.1.2. Tráfico Futuro	8
2.3.1.3. Clasificación de Carreteras de Acuerdo al Tráfico	10
2.3.2. Proyectos Viales	11
2.3.3. Clasificación Nacional de la Red Vial	11
2.3.3.1. Clasificación por capacidad (función TPDA)	12
2.3.3.2. Clasificación de acuerdo a la Jerarquía	14
2.3.3.3. Clasificación por Condiciones Orográficas	15
2.3.3.4. Clasificación por el Número de Calzadas	17
2.3.3.5. Clasificación de acuerdo a la Superficie de Rodamiento	17
2.3.4. Velocidad de Diseño	18
2.3.4.1. Velocidad de Circulación	21
2.3.5. Topografía y Características de Relieve	22
2.3.5.1. Reconocimientos	24
2.3.5.1.1. Reconocimiento Aéreo	24
2.3.5.1.2. Reconocimiento Terrestre	24
2.3.5.1.3. Reconocimiento combinado	25
2.3.5.2. Curvas de Nivel	26
2.3.5.3. Sistema de Coordenadas UTM	28
2.3.6. Mecánica de Suelos	30
2.3.6.1. Granulometría	32

2.3.6.2. Límites Atterberg	33
2.3.6.3. CBR.....	35
2.3.6.4. Compactación.....	36
2.3.6.5. Contenido de Humedad	38
2.3.7. Pavimento	38
2.3.7.1. Pavimentos Flexibles	40
2.3.7.2. Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos flexibles	42
2.3.7.2.1. Periodo de Diseño	43
2.3.7.2.2. Vida Útil del Pavimento	43
2.3.7.2.3. Tránsito Equivalente según el período de Diseño Requerido (W18)	44
2.3.7.2.4. Nivel de Confiabilidad (R)	44
2.3.7.2.5. Desviación Estándar Global (So)	45
2.3.7.2.6. Módulo de Resiliencia (Mr)	46
2.3.7.2.7. Índice de Serviciabilidad (Δ PSI)	47
2.3.7.2.8. Determinación del Número Estructural según Ábaco AASHTO 93	48
2.3.7.2.9. Determinación de Espesores por Capa	50
2.3.7.2.10. Coeficientes Estructurales (a_1 , a_2 , a_3).....	51
2.3.7.2.11. Coeficientes de Drenaje.....	55
2.3.7.2.12. Diseño Final con Sistema Multicapa	56
2.3.8. Diseño Geométrico.....	57
2.3.8.1. Alineamiento Horizontal	58
2.3.8.1.1. Tangentes	58
2.3.8.1.2. Curvas Circulares	59
2.3.8.1.3. Peralte.	64
2.3.8.1.4. El Sobreechancho en las Curvas	66
2.3.8.1.5. Distancias de Visibilidad.....	67
2.3.8.2. Alineamiento Vertical	71
2.3.8.2.1. Gradientes	71
2.3.8.2.2. Curvas Verticales	73
2.3.8.3. Secciones Transversales Típicas	76
2.3.8.3.1. Ancho de la Sección Transversal Típica.....	76
2.3.8.3.2. Espaldones	77
2.3.8.3.3. Taludes.....	78
2.3.8.3.4. Tipos de Superficie de Rodadura.....	79
2.3.9. Obras Complementarias	81
2.3.9.1. Cunetas.....	81
2.3.9.2. Alcantarillas	82
2.3.9.3. Diseño de taludes	83

CAPÍTULO III: DISEÑO DEL PROYECTO

3.1. ESTUDIOS	87
3.1.1. Ubicación	87
3.1.2. Levantamiento Topográfico	89
3.1.3. Conteo Vehicular	90
3.1.3.1. Factor de Hora Pico.....	91
3.1.3.2. Porcentaje de la Trigésima Hora	92
3.1.3.3. Tránsito Futuro.....	96
3.1.4. Estudio de Suelos	98
3.1.4.1. Contenido de Humedad Natural	98
3.1.4.2. Granulometría	99

3.1.4.3. Compactación.....	100
3.1.4.4. CBR de Diseño.....	100
3.1.5. Estudio del Clima.....	102
3.2. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA	106
3.2.1. Diseño Horizontal	106
3.2.1.1. Velocidad de Diseño	106
3.2.1.2. Velocidad de Circulación	106
3.2.1.3. Distancia de Visibilidad	107
3.2.1.4. Peralte	108
3.2.1.5. Radio Mínimo de Curvatura.....	109
3.2.2. Diseño Vertical	110
3.2.2.1. Gradientes	110
3.2.2.2. Curvas Verticales Cóncavas y Convexas.....	110
3.2.3. Diseño Trasversal.....	111
3.2.3.1. Ancho de la Calzada.....	111
3.2.3.2. Bombeo.....	111
3.2.3.3. Espaldones	112
3.2.4. Diseño del Pavimento	112
3.2.4.1. Ejes Equivalentes Acumulados según el Período de Diseño (W18)	113
3.2.4.2. Confiabilidad “R”.....	117
3.2.4.3. Desviación Estándar Normal Z_r	117
3.2.4.4. Desviación Estándar Global “So”.....	118
3.2.4.5. Índice de Serviciabilidad “PSI”.....	118
3.2.4.6. Módulo de Resiliencia de la Subrasante “Mr”	119
3.2.4.7. Coeficientes de la Carpeta Asfáltica.....	120
3.2.4.8. Coeficientes de Drenaje m2 y m3.....	126
3.2.4.9. Cálculo del Número Estructural “SN”	127
3.2.5. Propiedades de los Materiales del Pavimento.....	130
3.2.5.1. Sub base	131
3.2.5.2. Base	131
3.2.5.3. Capa de Rodadura	132
3.2.6. Diseño de Obras Complementarias	134
3.2.6.1. Diseño de Cunetas.....	134
3.2.6.2. Cálculo de Alcantarillas	145
3.2.7. Estabilidad de Taludes por Bishop Simplificado.....	149
3.2.8. Señalización Vial	162
3.2.8.1. Señalización Vertical.....	162
3.2.8.1.1. Color de las Señales de Tránsito.....	165
3.2.8.2. Señalización Horizontal	167
3.2.8.2.1. Clasificación según su Forma.....	167
3.2.8.2.2. Materiales.....	168
3.2.8.2.3. Características Básicas	168
3.2.8.2.4. Retroreflexión	169
3.2.8.2.5. Color... ..	171
3.3. LISTADO DE PLANOS.....	174
3.4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	175
3.4.1. Volúmenes de Obra.....	175
3.4.1.1. Movimiento de Tierras	175

3.4.1.1.1. Desbroce, Desbosque y Limpieza	175
3.4.1.1.2. Replanteo y Nivelación	175
3.4.1.1.3. Excavación sin Clasificar de la Subrasante	175
3.4.1.1.4. Excavación para Cunetas y Encauzamiento	176
3.4.1.1.5. Excavación y Relleno para Estructuras Menores.....	176
3.4.1.1.6. Limpieza de Derrumbes y Transporte de Material de Desalojo.....	177
3.4.1.2. Drenaje.....	177
3.4.1.2.1. Tubería de Acero Corrugado D = 1.2 m; e = 2 mm.....	177
3.4.1.2.2. Tubería de Acero Corrugado D = 1.5 m; e = 2 mm.....	177
3.4.1.2.3. Hormigón Simple para Cunetas.....	178
3.4.1.2.4. Hormigón Simple para Cabezales de Entrada y Salida.....	178
3.4.1.3. Estructura del Pavimento.....	179
3.4.1.3.1. Material Sub Base Granular Clase 3.....	179
3.4.1.3.2. Transporte de Material Sub Base Granular Clase 3	180
3.4.1.3.3. Material Base Granular Clase 2.....	180
3.4.1.3.4. Transporte de Material Base Granular Clase 2	181
3.4.1.3.5. Capa de Rodadura Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta	181
3.4.1.4. Control de Tránsito	181
3.4.1.4.1. Señalización Horizontal	181
3.4.1.4.2. Señalización Preventivas y Regulatorias	182
3.4.1.4.3. Señalización Informativa.....	182
3.4.1.5. Medidas Ambientales	183
3.4.1.5.1. Agua para el Control del Polvo	183
3.4.2. PRECIOS UNITARIOS	184
3.5. MEDIDAS AMBIENTALES	204
3.5.1. Ficha Ambiental.....	204
3.5.2. Características del Área de Influencia	205
3.5.2.1. Localización	205
3.5.2.2. Clima.....	206
3.5.2.3. Geología. Geomorfología y Suelos	206
3.5.2.4. Hidrología	208
3.5.2.5. Aire	208
3.5.3. Caracterización del Medio Biótico	209
3.5.3.1. Ecosistema	209
3.5.3.2. Flora.....	210
3.5.3.3. Fauna Silvestre	210
3.5.4. Características del Medio Socio-Cultural	211
3.5.4.1. Demografía	211
3.5.4.2. Infraestructura Social	211
3.6. PRESUPUESTO	213
3.7. CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO.....	218
3.8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	219
3.8.1. Movimiento de Tierras	219
3.8.1.1. Desbroce, Desbosque y Limpieza	219
3.8.1.2. Replanteo y Nivelación	220
3.8.1.3. Excavación sin Clasificar	221
3.8.1.4. Excavación para Cunetas y Encauzamientos	223
3.8.1.5. Excavación y Relleno para Estructuras Menores.....	224

3.8.1.6. Limpieza de Derrumbes y Transporte del Material de Desalojo	225
3.8.2. Drenaje.....	226
3.8.2.1. Tubería de Acero Corrugado D = 1.20 m y D = 1.5 m	226
3.8.3. Estructura del Pavimento	228
3.8.3.1. Material con Sub Base Granular Clase 3	228
3.8.3.2. Material Base Granular Clase 2.....	230
3.8.3.3. Asfalto RC-250 para imprimación	232
3.8.3.4. Capa de Rodadura Hormigón asfáltico mezclado en Planta	233
3.8.4. Control de Tránsito	236
3.8.4.1. Marcas Permanentes del Pavimento. Señalización Horizontal	236
3.8.4.2. Señalización Preventiva	237
3.8.4.3. Señalización Ambiental.....	238
3.8.5. Medidas Ambientales.....	239
3.8.5.1. Control del Polvo	239

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES	241
4.2. RECOMENDACIONES	243

C) MATERIAL DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA	245
ANEXOS	248
ANEXO A: DATOS TOPOGRÁFICOS.....	249
ANEXO B: CONTEO DE TRÁNSITO	251
ANEXO C: ESTUDIO DE SUELOS.....	262
ANEXO D: TABLAS NECESARIAS PARA EL PROYECTO.....	288
ANEXO E: ARCHIVO FOTOGRÁFICO	291
ANEXO F: PLANOS DEL PROYECTO	296

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1.- Clasificación de Carreteras en Función del Tráfico Proyectado	10
Cuadro N° 2.- Clasificación de Carreteras de Acuerdo al Tráfico Proyectado	12
Cuadro N° 3.- Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA.....	13
Cuadro N° 4.- Relación Función, Clase MTOP y Tráfico	15
Cuadro N° 5.-Denominación de Carreteras por Condiciones Orográficas	16
Cuadro N° 6.- Velocidad de Diseño	20
Cuadro N° 7.- Relación entre Velocidades de Circulación y de Diseño	22
Cuadro N° 8.- Anchos de faja Recomendada	23
Cuadro N° 9.- Símbolos de Grupo (SUCS)	32
Cuadro N° 10.- Capacidad de Soporte CBR de Diseño	36
Cuadro N° 11.- Periodo de Diseño según el Tipo de Carretera	43
Cuadro N° 12.- Factor de Distribución por Carril.....	44
Cuadro N° 13.- Nivel de Confiabilidad de acuerdo a la Zona.....	44
Cuadro N° 14.- Factores de Desviación Normal	45
Cuadro N° 15.- Calificación de la Serviciabilidad de la Carretera	47
Cuadro N° 16.- Espesores Mínimos según los Ejes equivalentes.....	50

Cuadro N° 17.- Capacidad de Drenaje -----	55
Cuadro N° 18.- Corrección de Coeficientes Estructurales con respecto al Drenaje -----	56
Cuadro N° 19.- Valores Mínimos Recomendados para Radio de Curvatura-----	60
Cuadro N° 20.- Valores Límites permisibles de “f” -----	65
Cuadro N° 21.- Valores de Diseño de las Gradientes longitudinales Máximas -----	72
Cuadro N° 22.- Valores mínimos de k, para la determinación de la Longitud de Curvas -----	75
Cuadro N° 23.- Anchos de Calzada -----	77
Cuadro N° 24.- Valores de Diseño para el Ancho de Espaldones -----	78
Cuadro N° 25.- Valores de Diseño recomendables de los Taludes en Terrenos Planos -----	79
Cuadro N° 26.- Clasificación de Superficies de Rodadura -----	80
Cuadro N° 27.- Ubicación Geográfica del Proyecto -----	87
Cuadro N° 28.- Volumen Vehicular durante Hora Pico -----	91
Cuadro N° 29.- Tránsito Generado (20% TPDA) -----	94
Cuadro N° 30.- Tránsito Atraído (10% TPDA)-----	94
Cuadro N° 31.- Tránsito Desarrollado (5% TPDA)-----	94
Cuadro N° 32.- Tráfico Promedio Diario Anual Actual-----	95
Cuadro N° 33.- Índice de Crecimiento Vehicular -----	96
Cuadro N° 34.- Tráfico Proyectado 20 años -----	97
Cuadro N° 35.- Contenido de Humedad-----	99
Cuadro N° 36.- Granulometría -----	99
Cuadro N° 37.- Compactación -----	100
Cuadro N° 38.- CBR Puntual-----	101
Cuadro N° 39.- Ejes equivalentes para Selección del Porcentaje de CBR -----	101
Cuadro N° 40.- Valores de pendiente Transversal Recomendados-----	112
Cuadro N° 41.- Factores de Daños de acuerdo al Tipo de Vehículo (FD)-----	114
Cuadro N° 42.- Factor de Distribución por Dirección-----	115
Cuadro N° 43.- Número de Ejes Equivalentes -----	116
Cuadro N° 44.- Valores de a1 -----	121
Cuadro N° 45.- Valores de a2 -----	123
Cuadro N° 46.- Valores de a3 -----	125
Cuadro N° 47.- Valores propuestos para determinar SN-----	127
Cuadro N° 48.- Granulometría Recomendada para Sub base -----	131
Cuadro N° 49.- Granulometría Recomendada para Base -----	132
Cuadro N° 50.- Granulometría Recomendada para Capa de Rodadura-----	133
Cuadro N° 51.- Porcentajes de Agregados Necesarios -----	134
Cuadro N° 52.- Coeficiente de Rugosidad -----	136
Cuadro N° 53.- Velocidades y Caudales según la Pendiente -----	138
Cuadro N° 54.- Coeficientes de Escorrentía -----	140
Cuadro N° 55.- Tolerancias Máximas en Dimensiones de Señalización -----	169
Cuadro N° 56.- Niveles Mínimos de Retroreflexión en Pinturas sobre Pavimento -----	170
Cuadro N° 57.- Planos del Proyecto-----	174
Cuadro N° 58.- Identificación del Proyecto-----	204
Cuadro N° 59.- Localización -----	205
Cuadro N° 60.-Temperatura -----	206
Cuadro N° 61.-Suelos-----	206
Cuadro N° 62.- Hidrología-----	208

Cuadro N° 63.- Aire-----	208
Cuadro N° 64.- Ecosistema -----	209
Cuadro N° 65.- Flora-----	210
Cuadro N° 66.- Fauna-----	210
Cuadro N° 67.- Demografía -----	211
Cuadro N° 68.- Infraestructura Social-----	211
Cuadro N° 69.- Costo de la Mano de Obra-----	214
Cuadro N° 70.- Costo y Transporte de Materiales -----	215
Cuadro N° 71.- Presupuesto -----	217
Cuadro N° 72.- Cronograma Valorado de Trabajo-----	218

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1.- Representación del Concepto de Curvas de Nivel -----	27
Gráfico N° 2.- Descripción de las Coordenadas UTM -----	29
Gráfico N° 3.- Número de Zonas UTM-----	29
Gráfico N° 4.- Curva Granulométrica -----	33
Gráfico N° 5.- Límites Atterberg -----	33
Gráfico N° 6.- Gráfica de Plasticidad del SUCS -----	35
Gráfico N° 7.- Curva típica de Compactación -----	37
Gráfico N° 8.- Curva típica de Compactación -----	41
Gráfico N° 9.- Ábaco para el Cálculo del Número Estructural (S_n) -----	49
Gráfico N° 10.- Ábaco para estimación del Coeficiente Estructural a_1 -----	52
Gráfico N° 11.- Ábaco para estimación del Coeficiente Estructural a_2 -----	53
Gráfico N° 12.- Ábaco para estimación del Coeficiente Estructural a_3 -----	54
Gráfico N° 13.- Nomenclatura de los Espesores por Capa -----	57
Gráfico N° 14.- Coeficiente de Fricción Lateral-----	61
Gráfico N° 15.- Curva Circular Simple -----	62
Gráfico N° 16.- Estabilidad del Vehículo en las Curvas -----	64
Gráfico N° 17.- Distancia de Parada -----	67
Gráfico N° 18.- Coeficiente de Fricción para patinaje Longitudinal -----	69
Gráfico N° 19.- Etapas de Maniobra para Adelantamiento -----	70
Gráfico N° 20.- Curva Vertical-----	73
Gráfico N° 21.- Coeficiente angular de una curva vertical -----	74
Gráfico N° 22.- Sección Transversal de una vía de dos Carriles-----	80
Gráfico N° 23.- Secciones Típicas de Cunetas -----	81
Gráfico N° 24.- Dimensiones típicas de Cunetas Triangulares-----	82
Gráfico N° 25.- Partes Constitutivas de la Alcantarilla -----	83
Gráfico N° 26.- Círculo de falla de radio R y las Fuerzas que actúan sobre una dovela -----	85
Gráfico N° 27.- Polígono de fuerzas actuantes en una dovela-----	86
Gráfico N° 28.- Ubicación del Proyecto -----	88
Gráfico N° 29.- Límites del Cantón Arajuno -----	89
Gráfico N° 30.- Determinación del CBR -----	102
Gráfico N° 31.- Mapa de Estaciones Meteorológicas del Ecuador -----	103
Gráfico N° 32.- Estadísticas de Estaciones Climatológicas -----	104
Gráfico N° 33.- Cálculo del Número Estructural “SN” -----	128

Gráfico N° 34.- Cálculo de la Estructura del Pavimento según “AASHTO 93” -----	129
Gráfico N° 35.- Espesores de las Capas del Pavimento -----	130
Gráfico N° 36.- Dimensiones de la Cuneta-----	135
Gráfico N° 37.- Sección transversal -----	144
Gráfico N° 38.- Dimensiones Propuestas de la Alcantarilla -----	148
Gráfico N° 39.- Sistema de Fuerzas actuantes sobre una Dovela-----	149
Gráfico N° 40.- Determinación de la distancia de la Dovela -----	150
Gráfico N° 41.- División y Dimensionamiento de Dovelas -----	154
Gráfico N° 42.- Ángulos de Inclinación de la Base de Dovelas -----	155
Gráfico N° 43.- Altura de cada Dovela -----	156
Gráfico N° 44.- Solución del Factor de Seguridad por Bishop Simplificado 1/2 -----	160
Gráfico N° 45.- Solución del Factor de Seguridad por Bishop Simplificado 2/2 -----	161
Gráfico N° 46.- Señales Regulatorias -----	163
Gráfico N° 47.- Señales Preventivas -----	163
Gráfico N° 48.- Señales de Información-----	164
Gráfico N° 49.- Señales Especiales Delineadoras -----	164
Gráfico N° 50.- Señales para Trabajos en la Vía y Propósitos Especiales -----	165
Gráfico N° 51.- Ángulos de Iluminación y Observación-----	170
Gráfico N° 52.- Líneas Segmentadas de Separación-----	172
Gráfico N° 53.- Doble Línea Continua -----	173
Gráfico N° 54.- Doble Línea Mixta -----	173

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “Diseño Geométrico del Camino Vecinal La Independencia – Anillo Vial hacia la Comunidad Jaime Roldós Aguilera II bloque, ubicado en el Cantón Arajuno, Provincia de Pastaza”

AUTOR: Miguel Fernando Laica Moreira

FECHA: Noviembre, 2016

La finalidad del presente proyecto es incluir a las comunidades de La Independencia y Jaime Roldós Aguilera, influyendo en el desarrollo y calidad de vida de dichos lugares, la vía propuesta permitirá el desarrollo de la agricultura y ganadería, dando una carretera digna que permita el adecuado transporte de productos, así como también reactivará la mina que se encuentra en el sitio, misma que con miras en el futuro permitirá economizar en el transporte de materiales.

Por lo tanto, se realizan previamente los estudios pertinentes, como el tráfico promedio diario anual (TPDA); ensayos de suelos que consisten en el contenido de humedad, granulometría, compactación y CBR. Posteriormente se procede al diseño horizontal, vertical y transversal de la vía, ayudado con programas como el AASHTO 93 y el Civil CAD, que proporcionarán datos necesarios para el proyecto, así como también para las obras complementarias como alcantarillas, cunetas y taludes.

Es fundamental indicar que el presente trabajo estará basado primordialmente en la norma MOP 2003, de la cual se toman los fundamentos utilizados, y AASHTO 93 para el estudio de la capa del pavimento, así como en algunas normativas mencionadas en la bibliografía del presente. Se finaliza con los volúmenes de obra, presupuesto del proyecto, precios unitarios, especificaciones técnicas y cronograma valorado de trabajo.

SUMMARY

THEME: "Geometric Design of the Neighborhood Road La Independencia - Ring Road to the Community Jaime Roldós Aguilera II block, located in the Canton Arajuno, Province of Pastaza"

AUTHOR: Miguel Fernando Laica Moreira

DATE: November 2016

The purpose of this project is to include the communities of La Independencia and Jaime Roldós Aguilera, influencing the development and quality of life of these places, the proposed way will allow the development of agriculture and livestock, giving a decent road that allows the adequate Transport of products, as well as reactivate the mine that is in the site, which for the future will allow to economize in the transport of materials.

Therefore, relevant studies, such as the annual average daily traffic (TPDA), are previously performed; Soil tests consisting of moisture content, grain size, compaction and CBR. Subsequently the horizontal, vertical and transversal design of the track is carried out, assisted by programs such as AASHTO 93 and the Civil CAD, which will provide data necessary for the project, as well as complementary works such as culverts, gutters and slopes.

It is essential to indicate that the present work will be based primarily on the MOP 2003 standard, from which the basics are used, and AASHTO 93 for the study of the pavement layer, as well as in some regulations mentioned in the bibliography of the present. Finished with work volumes, project budget, unit prices, technical specifications and valued work schedule.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN

Diseño Geométrico del Camino Vecinal La Independencia – Anillo Vial hacia la Comunidad Jaime Roldós Aguilera II bloque, ubicado en el Cantón Arajuno, Provincia de Pastaza.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La infraestructura vial en el Ecuador, ha mantenido una historia de afectaciones constantes, como paralizaciones y colapso de puentes y caminos, generadas tanto por el riesgo sísmico como por los factores climáticos. Las afectaciones antes mencionadas han incidido negativamente en el desarrollo económico y productivo del Ecuador, fomentando la pobreza y limitando el acceso a bienes, productos y servicios vitales garantizados por la Constitución. [1]

Nuestro país cuenta con un 15 % de la red vial total pavimentada y el 57% con superficie de rodadura afirmada; entre ambos aseguran la movilización continua durante todo el año entre las regiones del país; sin embargo, algo más de la cuarta parte de la red son caminos de tierra, y presentan condiciones precarias; la mayor parte pertenecen a caminos terciarios y vecinales lo que es un gran problema ya que de éstos es de donde sale la mayor producción interna del país. [2]

La calidad en el transporte es sin duda uno de los principales aspectos a ser tomados en cuenta, ya que la presencia continua de baches no solo deterioran el vehículo, sino también el producto que está siendo transportado, y en el peor de los casos se presentaría afectaciones a la salud de las personas.

Con la realización del diseño del camino vecinal se pretende mejorar la economía del sector; tomando en cuenta que aún no existe algún estudio previo que brinde una alternativa para la movilización de productos de la zona y ayude al pequeño productor; además, se debe tomar en consideración que al momento de conseguir este impulso se logrará acelerar el desarrollo interno y externo de la provincia de Pastaza y a largo plazo porque no también la del Ecuador. [2]

Se debe tomar en cuenta también la inclusión de lugares aledaños, ya que existe mucho territorio que debido a las condiciones climáticas, infiltraciones, niveles freáticos y alta presencia de suelos cohesivos han quedado relegados, es así el caso del sector de La Independencia, comunidad Jaime Roldós Aguilera, entre otros.

El lugar es conocido por la producción de caña de azúcar, así como la importación y exportación de naranjillas entre otros productos, se observa también trabajos en ganadería, criaderos de pollos, etc. Así como también se visualiza la presencia de una mina en el sitio que optimizará las obras aledañas al sector.

Por lo cual, se debe realizar un estudio para la estabilización de taludes y alcantarillas para el desalojo de las aguas. Así como un correcto diseño geométrico del camino vecinal que permita reactivar el comercio, turismo y calidad de vida del lugar.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Realizar el estudio del Camino Vecinal la Independencia – Anillo Vial hacia la Comunidad Jaime Roldós Aguilera II Bloque, ubicado en el Cantón Arajuno, Provincia de Pastaza.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la ruta que mejor se ajuste a la zona.
- Realizar el diseño geométrico de acuerdo a las normas del MTOP.
- Diseñar la estructura del pavimento.
- Emplear el método de Bishop Simplificado para el cálculo del Factor de Seguridad de los taludes, utilizando Excel.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN

2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS

El presente proyecto está ubicado en la Provincia de Pastaza, Cantón Arajuno, a 50 kilómetros de la ciudad del Puyo, 16 en la vía Macas y 34 en la vía Diez de Agosto. Con una longitud de 6.57 kilómetros, se puede observar en el área del proyecto extensas capas de vegetación, y material de afirmado con un carril de 3 metros, en ciertos tramos. Se visualiza también alta presencia de suelos cohesivos, los mismos que se tornan inestables por las altas precipitaciones que presenta la zona.

El Consejo Provincial de Pastaza tiene la necesidad de abrir nuevas rutas e incluir puntos externos y olvidados de la Provincia, mejorando así la calidad de vida del sitio, se quiere también optimizar la utilización de la mina que existe en el punto antes mencionado, cabe recalcar la importación y exportación de productos agrícolas que se realiza en el sector.

Se tomarán como referencias y apoyo varias tesis de grado, mismas que se realizaron en la Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Ingeniería Civil, éstas servirán como guía al estudiar las conclusiones de los estudiantes y las decisiones tomadas en el transcurso de sus respectivas tesis.

Según la tesis realizada por la señorita L. Kuásker [2], concluye que según las encuestas realizadas las condiciones actuales de la vía no brindan la seguridad necesaria para la

movilización vehicular por lo que se ha convertido en un factor que impide el desarrollo económico del sector y por lo tanto el mejoramiento de la calidad de vida de los moradores.

Según la tesis realizada por el señor K. Aldás [21], concluye que las colonias de Santo Domingo y Jaime Roldós están inmersas en el crecimiento acelerado que se ha dado en la provincia de Pastaza lo que ha evidenciado las deficiencias en las rutas de acceso vial hacia las colonias alejadas del centro de la urbe lo que conlleva a realizar estudios de vialidad y comunicación en estos sectores.

Según la tesis realizada por el señor V. Hernández [16], concluye que la condición actual del transporte genera problemas para la circulación peatonal y vehicular afectando a la seguridad de las personas, el mejoramiento de la misma ayudará al desarrollo del sector.

2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La presente investigación se basará en los siguientes códigos:

- Norma de diseño geométrico de carreteras; MOP 2003.
- Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes, Ministerio de Transporte y Obras Públicas -001-F-2003.
- Norma Ecuatoriana Vial; NEVI-12 – MTOP.
- Para la estructura del pavimento; AASHTO 93.
- Ley de Caminos de la República del Ecuador.
- Señalización vertical y horizontal; INEM.
- Ley de prevención y control de contaminación ambiental.

2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.3.1. Tráfico

El tráfico es uno de los principales factores a tener en cuenta para el diseño de una vía o de un tramo de la misma, ya que es fundamental saber la cantidad o el volumen máximo de autos que la carretera puede albergar. El tráfico, por lo tanto, influye directamente en las características y parámetros del diseño geométrico.

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura. [3]

En casos en los que hay zonas menos desarrolladas, el tráfico futuro se llegará a conocer por medio del estudio de los recursos inexplorados de la zona, como son el aprovechamiento de canteras, comercialización, sistemas de riego, plantaciones, importación y exportación de productos, etc. Por lo tanto, se analizará una acción combinada de todos los aspectos.

2.3.1.1. Tráfico Promedio Diario Anual

El Tráfico Promedio Diario Anual con las siglas TPDA será conocido como la representación del tráfico existente en una vía. Según la norma MOP [3]. Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta:

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

Tipos de conteo del TPDA

- **Manuales:** El Diseño Geométrico de la Vía dependerá directamente de este tipo de conteo, ya que facilitan información sobre el tráfico y giros de intersecciones.
- **Automáticos:** Son equipos de conteo automático que proporcionan el volumen total del tráfico. Se debe tener especial cuidado con estos equipos ya que por su calibración cuentan pares de ejes, por cada impulso registran un vehículo, razón por la cual siempre deben ir de la mano de conteos manuales, para aseverar la información obtenida.

Para un estudio definitivo se deben realizar periodos de conteo de 7 días consecutivos en una semana sin afectaciones de ningún tipo, durante 12 horas ininterrumpidas.

Factor Horario (FH): Es el resultado de cambiar la cantidad de vehículos observados durante un período de tiempo a volumen diario promedio.

Factor Diario (FD): Se obtiene el volumen semanal promedio, a partir, de la cantidad de vehículos diarios promedio.

Factor Semanal (FS): Se obtiene el volumen mensual promedio, a partir, de la cantidad de vehículos semanal promedio.

Factor Mensual (FM): Se obtiene el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), a partir, de la cantidad de vehículos mensual promedio. [4]

$$TPDA = T_o * FH * FS * FM$$

2.3.1.2. Tráfico Futuro

Los diseños se basan en pronósticos de tráfico a 15 o 20 años, el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. Estas predicciones se usan para clasificaciones de carreteras e influyen en la velocidad de diseño y datos geométricos del proyecto.

Además con la predicción del tráfico se obtendrá el tiempo estimado para mejorar la capa de rodadura. Esto se logrará mediante la comparación entre el flujo máximo que puede soportar una carretera y el volumen correspondiente a la treintava hora, que es el volumen horario excedido por 29 volúmenes horarios durante un año. En el Ecuador no se han realizado investigaciones sobre la treintava hora, pero mediante estudios previos se determinó que el volumen horario máximo en relación al TPDA varía entre un 5 y 10 por ciento. [3]

Tráfico Desviado: Es aquel que se absorberá de otras vías o medios de transporte aledaños, una vez que la carretera nueva o mejorada entre en funcionamiento, en razón de ahorros de combustible, tiempo o comodidad.

Tráfico Existente: Este se obtendrá con previa investigación de campo, mediante observaciones de tráfico.

Tráfico Generado: Se obtendrá sí y solo sí las mejoras o construcciones de vías nuevas suceden. Generalmente el tráfico generado se produce en los siguientes dos años del mejoramiento o construcción de la carretera.

Tráfico Desarrollado: Es el que se produce por la presencia o mejoramiento de la vía, generación de comercio, importación o exportación de productos, etc. Generalmente se considera el tráfico por desarrollo inmediatamente de la puesta en funcionamiento de la carretera. [4]

En el país se tiene una tendencia histórica del crecimiento del tráfico a partir del año 1963 y prácticamente carece de datos (vehículo-kilómetro). En consecuencia los indicadores para conocer el crecimiento a largo plazo se darán a raíz de la observación del crecimiento en el pasado en relación al consumo de gasolina y diésel.

Para estimar el tráfico futuro cuando no existen bases estadísticas:

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

Donde:

Tf = Tráfico futuro o proyectado

Ta = Tráfico actual

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

n = Número de años proyectados

2.3.1.3. Clasificación de Carreteras de Acuerdo al Tráfico

El cuadro a continuación muestra la clasificación en función del tráfico futuro para un período de 15 ó 20 años.

Cuadro N° 1.- Clasificación de Carreteras en Función del Tráfico Proyectado

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO.	
Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA *
R – I o R – II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

*El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de carreteras” MOP 2003 [3]

2.3.2. Proyectos Viales

Una carretera es un sistema de transporte que permite la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo y que requiere de cierto nivel de seguridad, rapidez y comodidad. Puede ser de una o varias calzadas, cada calzada puede estar conformada por uno o varios carriles y tener uno o ambos sentidos de circulación, de acuerdo a los volúmenes en la demanda del tránsito, la composición vehicular, su clasificación funcional y distribución direccional. [5]

Las carreteras deben ser sostenibles, es decir, que sean funcionales, respeten parámetros ecológicos y económicos en funcionalidad para la sociedad, se debe encontrar un equilibrio entre estos factores, siendo así la carretera debe promover el transporte de todo tipo de productos y personas con la debida seguridad.

Para contribuir a la reactivación económica y social del país, así como la disminución de la pobreza y el crecimiento del Ecuador, tanto a nivel gubernamental como municipal, se está destinando fondos para la restitución de la estructura vial del país. Respaldándose en la contratación de empresas constructoras y supervisoras para mencionadas obras a nivel nacional. De esta forma se busca crear nuevas plazas de empleo y acceso a lugares importantes de la Patria. [6]

2.3.3. Clasificación Nacional de la Red Vial

Las carreteras en el país se las clasifica principalmente por:

- ✓ Clasificación por capacidad (Función del TPDA)

- ✓ Clasificación por jerarquía en la red vial
- ✓ Clasificación por condiciones Orográficas
- ✓ Clasificación por Número de Calzadas
- ✓ Clasificación en función de la Superficie de rodamiento

2.3.3.1. Clasificación por capacidad (función TPDA)

En el Ecuador tradicionalmente se ha clasificado a las carreteras basadas en el volumen del tráfico y el número de calzadas requerido. En el siguiente cuadro se presenta la relación entre la función jerárquica y la clasificación de las carreteras según MTOP.

Cuadro N° 2.- Clasificación de Carreteras de Acuerdo al Tráfico Proyectado

FUNCIÓN	CATEGORÍA DE LA VÍA		TPDA Esperado
Corredor Arterial	R – I O R – II	Tipo	>8000
	I	Todos	3000 – 8000
	II	Todos	1000 – 3000
Colectora	III	Todos	300 – 1000
	IV	5,5 E, 6 y 7	100 – 300
Vecinal	V	4 y 4 E	<100

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-001-F-2003 [3]

Con el fin de elevar los estándares de las carreteras a nivel nacional, se observó que existen muchas vías que rebasan la barrera de 80000 vehículos diarios (TPDA), analizando también el incremento en los accidentes de tránsito en dichos lugares, y además un estudio al parque automotor permitió obtener datos que en los últimos 14 años ha incrementado consistentemente la tasa promedio simple de vehículos en un orden del 6% anual.

Por lo tanto, las Normas NEVI enfocadas en una nueva orientación en la que se considere el brindar una eficiencia y seguridad para todo tipo de usuarios de la vía (peatones, ciclistas, motociclistas, vehículos livianos, vehículos pesados, vehículos del transporte público, etc.), se ha clasificado a las carreteras de acuerdo al volumen de tráfico que se estimará (TPDA_D). [6]

Cuadro N° 3.- Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA_D			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA_D) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril.	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles.	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: “Norma Ecuatoriana Vial” NEVI – 12 – MTOP. [6]

Donde:

TPDA_D = TPDA correspondiente al año horizonte o de diseño.

C1 = Equivale a carretera de mediana capacidad.

C2 = Equivale a carretera convencional básica y camino básico.

C3 = Camino agrícola / forestal (vecinal)

Se define un tiempo de operación (n), mismo que está comprendido desde que se inaugura la obra, hasta que caduca la vida útil de la misma:

- Proyectos de rehabilitación y mejoras n = 20 años
- Proyectos especiales de nuevas vías n = 30 años
- Mega proyectos Nacionales n = 50 años

2.3.3.2. Clasificación de acuerdo a la Jerarquía

Corredor Arterial: Los corredores arteriales se consideran como vías con calzadas divididas, son de gran demanda e importancia, poseen una alta jerarquía, razón por la cual, se realizan controles frecuentes de circulación y de acceso. Por esto, se encuentran en la clase I y II.

Vías Colectoras: Tienen la función de recoger tráfico proveniente de zonas rurales y de caminos vecinales, sirven a poblaciones que no están en el sistema arterial nacional. Por tal motivo son consideradas de clase I, II, III y IV. Son caminos que se utilizan para servir el tráfico de recorridos intermedios o regionales.

Caminos Vecinales: Son de clase IV y V que incluyen a todos los caminos de zonas rurales que no están incluidos en ninguna de las categorías anteriormente mencionadas. Destinados a recibir tráfico doméstico de poblaciones rurales, zonas de agricultura y accesos a sitios de turismo. [4]

Cuadro N° 4.- Relación Función, Clase MOP y Tráfico

FUNCIÓN	Clase de Carretera (según MOP)	TPDA (1) (año final de diseño)
Corredor Arterial	RI – RII (2)	>8000
	I	3000 – 8000
	II	1000 – 3000
Colectora	III	300 – 1000
	IV	100 – 300
Vecinal	V	<100

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-001-F-2003 [3]

Notas:

(1) De acuerdo al nivel de servicio aceptable al final de la vida útil.

(2) RI – RII – Autopistas

2.3.3.3. Clasificación por Condiciones Orográficas

En esta sección se diferenciará a las vías según el relieve natural del camino, estos parámetros se presentan en el cuadro a continuación, y estarán dados en función de la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente.

Cuadro N° 5.-Denominación de Carreteras por Condiciones Orográficas

TIPO DE RELIEVE	MÁXIMA INCLINACIÓN MEDIA
Llano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Accidentado	$15 < i \leq 25$
Muy Accidentado	$25 < i$

Fuente: “Norma Ecuatoriana Vial” NEVI – 12 – MTOP. [6]

Terreno plano: Se caracteriza por tener pendientes transversales a la vía menores del 5% (5^0). Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos.

Terreno Ondulado: Se caracteriza por tener pendientes transversales a la vía del 5% - 25%, es decir (6^0 a 12^0). Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de la de los vehículos livianos, sin ocasionar que aquellos operen a velocidades sostenidas en pendiente por un intervalo de tiempo largo.

Terreno Montañoso: Se caracteriza por tener pendientes transversales a la vía del 25% - 75%, es decir (13^0 a 40^0). Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a circular a velocidad sostenida en pendiente a lo largo de distancias considerables o durante intervalos frecuentes.

Terreno Escarpado: Aquí las pendientes del terreno transversales de la vía pasan el 75% (40^0). Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en pendiente que aquellas a la que

operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes.
[7]

2.3.3.4. Clasificación por el Número de Calzadas

Carreteras de Calzada Única: Son aquellas que sin importar el número de carriles no tienen separación física, por ende, tienen una sola calzada para ambos sentidos.

Carreteras de Calzadas Separadas: Son aquellas que tienen calzadas diferenciadas por una separación física entre ambas, además, pueden tener más de una calzada por sentido de circulación. No se consideran como separación física a la presencia de marcas viales sobre la calzada o bordillos montables (altura inferior a 15 cm).

2.3.3.5. Clasificación de acuerdo a la Superficie de Rodamiento

Superficie Natural: La capa de rodadura se obtiene al conformar la superficie natural del suelo, por procesos de afirmado.

Afirmados: La capa de rodadura se compone de la conformación de material granular (suelo grueso), con un tamaño máximo de dos y media pulgadas; y una porción de finos debidamente compactados.

Pavimentos Flexibles: La capa de rodadura está compuesta de una mezcla bituminosa de asfalto altamente resistente a los ácidos, álcalis y sales.

Pavimentos Rígidos: La capa de rodadura constituirá una losa de concreto hidráulico, formado principalmente de agua, cemento, arena y grava; con o sin refuerzo, la misma que estará asentada sobre una superficie granular. [6]

2.3.4. Velocidad de Diseño

Se refiere a la velocidad máxima a la que los vehículos de todo tipo están autorizados a circular por una vía o un tramo de ésta. Dependerá directamente de las características topográficas, la importancia que tiene la vía, condiciones atmosféricas y del tránsito que se genere en el lugar. Tratando de que el valor sea el máximo compatible con la seguridad de los usuarios, y es de vital importancia ya que con éste se diseñarán los elementos para el alineamiento horizontal y vertical.

En el alineamiento horizontal el radio y la distancia de visibilidad son los elementos que más dependen de la velocidad de diseño, mientras que en el alineamiento vertical la pendiente máxima y la longitud mínima de curva son los elementos más afectados. Por su parte en el diseño transversal al ancho de calzada, ancho de bermas, peralte máximo y sobreebancho dependen directamente de este parámetro. [5]

La velocidad de diseño se puede mantener a lo largo de toda la vía, pero dado el caso en el que la topografía del lugar no permita cumplir con esto, se debe reducir gradualmente la velocidad de diseño entre tramos contiguos, para evitar el desgaste rápido de las llantas y garantizar la seguridad de los usuarios, es por esta razón que la velocidad de diseño no debe variar en más de 20 Km/h.

La velocidad de diseño debe seleccionarse para los tramos con más condiciones desfavorables y debe mantenerse una longitud mínima entre 5 y 10 kilómetros. Siempre

que sea posible se recomienda que los valores sean superiores a los mínimos establecidos. En general los parámetros que más influencia tendrán en la elección de la velocidad de diseño son los siguientes:

- **Naturaleza del terreno:** Es comprensible que en un camino ubicado en una zona llana o poco ondulada ha de tener una velocidad mayor que un similar de una zona muy ondulada o montañosa, o que uno que atraviesa una zona rural respecto del que pasa por una zona urbana.
- **La modalidad de los Conductores:** Un conductor no ajusta la velocidad de su vehículo a la importancia que reviste un camino en el proyecto, sino a las limitaciones que le imponen las características del lugar o del tránsito y a sus propias necesidades o urgencias. Circula a una velocidad baja cuando existen motivos evidentes de tal necesidad. Como consecuencia de lo anterior existe una tendencia a viajar a una velocidad elegida instintivamente, la que puede ser alta para el camino. Este punto debe de estudiarse en detalle, dando que al proyectar ha de preferirse un valor que corresponda al deseo de la mayoría de usuarios.
- **El Factor Económico:** Las consideraciones económicas deben dirigirse hacia el estudio del costo de operación de los vehículos a velocidades elevadas, así como el alto costo de las obras destinadas a servir un tránsito de alta velocidad. [3]

Cuadro N° 6.- Velocidad de Diseño

VELOCIDAD DE DISEÑO en Km/h												
BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES.								
(RELIEVE LLANO)				(RELIEVE ONDULADO)					(RELIEVE MONTAÑOSO)			
CATEGORÍA DE LA VÍA	Para el cálculo de los elementos del Diseño del Perfil Longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del Diseño del Perfil Longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del Diseño del Perfil Longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
	Rec.	Abs.	Rec.	Abs.	Rec.	Abs.	Rec.	Abs.	Rec.	Abs.	Rec.	Abs.
R - I o R - II	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

Nota:

- Los valores recomendados se emplearán cuando el TPDA es cercano al límite superior de la respectiva categoría de la vía
- Los valores absolutos se emplearán cuando el TPDA es cercano al límite inferior de la respectiva categoría de vía y/o el relieve sea difícil o escarpado
- La categoría IV incluye además los caminos vecinales tipo 5.5 E 6 y 7 contenidos en el manual de caminos vecinales “Berger-Protecvia” 1984 y categoría V son los caminos vecinales 4 y 4 E
- En zonas con perfiles de meteorización profundo (estribaciones) requerirán de un diseño especial considerando los aspectos geológicos
- Para la categoría IV y V en caso de relieve escarpado se podrá reducir la velocidad de diseño mínima a 20 Km/h

2.3.4.1. Velocidad de Circulación

Es la velocidad real a la que transitarán los vehículos por el lugar, ésta dependerá del conductor y de las características al momento de circulación. Y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo.

Para el diseño es importante conocer las velocidades de los vehículos en diferentes condiciones de tránsito y dependiendo de las características meteorológicas de la zona, esta medida estará ligada con la calidad de servicio que proporcione ese tramo de vía.

Cuadro N° 7.- Relación entre Velocidades de Circulación y de Diseño

VELOCIDAD DE DISEÑO en Km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN Km/h		
	VOLUMEN DE TRÁNSITO BAJO	VOLUMEN DE TRÁNSITO INTERRUMPIDO	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: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

Los volúmenes de tránsito bajo son los que predominan, ya que darán importantes elementos del diseño, tales como el peralte, las curvas en intersecciones y los carriles de cambio de velocidad.

2.3.5. Topografía y Características de Relieve

Para el estudio del diseño de un camino es de vital importancia un levantamiento topográfico, que permita conocer las condiciones en las que se encuentra el suelo antes de realizar el proyecto, con el levantamiento topográfico se busca tener la información necesaria para poder elegir los valores de los diferentes parámetros que intervienen en el diseño geométrico.

Hay que tener en cuenta la clasificación orográfica de los suelos. Así como también, el factor económico ya que éstos suelen ser considerables y por lo tanto, limitantes en cuanto a las características del trazado horizontal, en lo referente a las alineaciones en curva y a la geometría de la sección transversal.

En función de las consideraciones previamente analizadas se ha concluido que se debe poner especial énfasis en la velocidad de diseño, la cual va de la mano con la topografía del terreno. En tal virtud, se asigna un valor alto para vías de terreno llano; un valor medio para vías con terreno ondulado; y un valor bajo para vías de terreno montañoso. [3]

El levantamiento topográfico debe contener todos los trabajos de campo constituidos de alineamiento y planimetría, mismos datos que se utilizarán para establecer una faja bastante ancha para no tener inconvenientes al proyectar la línea definitiva.

De acuerdo a las condiciones del suelo en el sitio, para tomar los perfiles transversales, se deberá establecer un ancho de faja a juicio del ingeniero, utilizando clinómetro o nivel de mano, miras topográficas y cintas métricas. Si bien dependerá de la comodidad y juicio del ingeniero se puede recomendar.

Cuadro N° 8.- Anchos de faja Recomendada

PENDIENTE TRANSVERSAL DEL TERRENO	LONGITUD MÍNIMA A CADA LADO DEL POLÍGONO.
80% o más	100 metros
40% a 80%	60 metros
0% a 40%	40 metros

Fuente: “Norma Ecuatoriana Vial” NEVI – 12 – MTOP. [1]

2.3.5.1. Reconocimientos

Se debe establecer posibles alternativas de rutas, mismas a realizarse en cartas topográficas, A continuación se procederá al trabajo de campo con reconocimientos aéreos, terrestres o combinados.

Las principales cartas disponibles en la actualidad, son las elaboradas por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M) a escalas 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000 y 1:25.000 que cubren parcialmente el territorio Nacional.

Mediante el análisis de las cartas cartográficas se puede tener una idea aproximada de cómo se encontrará el terreno en estado natural, así como cuáles son las condiciones de vegetación, la topografía a enfrentar, condiciones Geológicas e Hidrológicas. [3]

2.3.5.1.1. Reconocimiento Aéreo

Se lo realizará desde grandes alturas, por lo que permite una visión superior que los otros reconocimientos, ya que abarcan grandes zonas de observación, mismas que se utilizarán para la determinación de posibles rutas viables, comprobación de lo trabajado en cartas topográficas y aseverar información realizada con documentos cartográficos y fotografías.

2.3.5.1.2. Reconocimiento Terrestre

De menos alcance que el reconocimiento aéreo, se lo realiza cuando los recursos no permiten optar por el anterior, tiene menos área de estudio y se lo debe realizar por partes de línea.

Las limitaciones antes mencionadas conllevan a realizar este reconocimiento luego de haber estudiado en las cartas topográficas las posibles rutas y estimando cantidades de obra de cada una de ellas, analizando y escogiendo la adecuada. [3]

2.3.5.1.3. Reconocimiento combinado

Este reconocimiento es una combinación de los dos anteriores y se lo realiza en las siguientes circunstancias:

- Cuando no se dispone de fotografías aéreas de la zona del proyecto, se realizará el reconocimiento aéreo volando sobre la zona de las posibles rutas y definiendo desde el aire las mejores, marcándolas en las cartas topográficas para posteriormente realizar un recorrido por tierra.
- Cuando se dispone de fotografías aéreas de la zona del proyecto y de momento no es posible continuar con el reconocimiento aéreo. Se hará la fotointerpretación, marcando en las fotografías las diferentes alternativas de rutas. Si la línea (eje) llega a salirse de las fotografías disponibles, se utilizarán las cartas topográficas para completar el tramo faltante, con la finalidad de que al efectuar el reconocimiento terrestre se tenga una idea clara y precisa de la situación general de la ruta. [3]

Fotointerpretación.- Las fotografías aéreas facilitan el estudio de la zona del proyecto desde el punto de vista topográfico, geológico y del uso de la tierra, permitiendo así seleccionar la mejor alternativa de la ruta.

La escala de una fotografía aérea se establece según la siguiente fórmula:

$$E = \frac{H}{Dt}$$

Donde:

E = Escala medida de la fotografía.

Dt = Distancia focal o constante de la cámara fotográfica, metros.

H = Altura de vuelo a la que se toma la fotografía metros. [3]

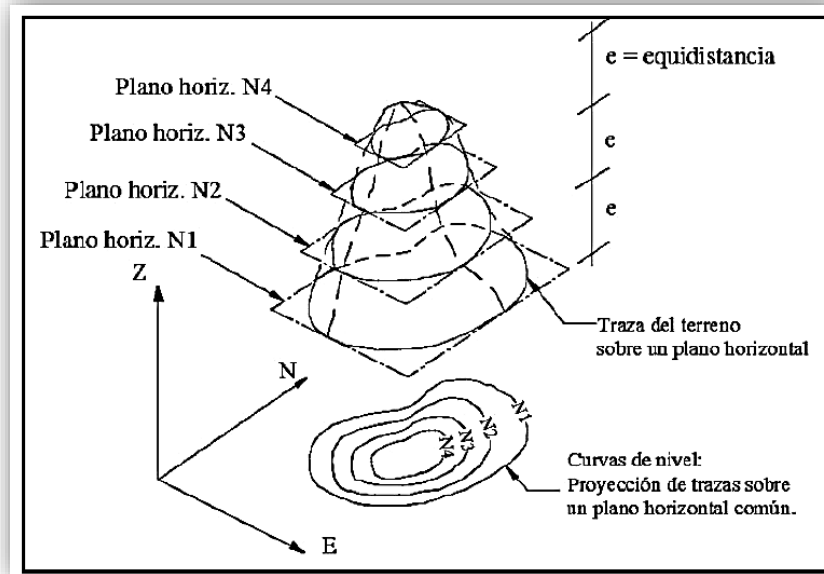
2.3.5.2. Curvas de Nivel

Es la representación de los puntos del terreno natural que se encuentran a la misma altura y condiciones, por ende, unen los puntos sobre o bajo el nivel del mar.

Curvas Índice: Son aquellas que arbitrariamente se establecen cada cierta distancia, generalmente divisiones exactas (cada 5, 10, 50, 100, etc., metros) y siempre se les indica su valor. Se representan con líneas más gruesas que las secundarias para facilitar su lectura.

Curvas Secundarias: Son las que se trazan cada dos curvas índice, también a la misma distancia entre ellas. [8]

Gráfico N° 1.- Representación del Concepto de Curvas de Nivel



Fuente: "Topografía Plana" Leonardo Casanova Matera. [9]

Características de las Curvas de Nivel:

- Debido a que la superficie de la tierra es una superficie continua, las curvas de nivel son líneas continuas que se cierran en sí mismas, bien sea dentro o fuera del plano, por lo que no se deben interrumpir en el dibujo
- Las curvas de nivel nunca se cruzan o se unen entre sí, salvo en el caso de un risco o acantilado en volado o en una caverna, en donde aparentemente se cruzan pero están a diferente nivel
- Las curvas de nivel nunca se bifurcan o se ramifican
- La separación entre las curvas de nivel indican la inclinación del terreno, curvas muy pegadas indican pendientes fuertes y curvas muy separadas indican pendientes suaves [9]

2.3.5.3. Sistema de Coordenadas UTM

Es un sistema de coordenadas proyectadas de tipo Cilíndrico, basado principalmente en el supuesto de que la Tierra es un globo, puesto en el interior de un cilindro, posteriormente inflado para ocupar el volumen del mismo, de tal forma que, queda impreso en el interior el mapa.

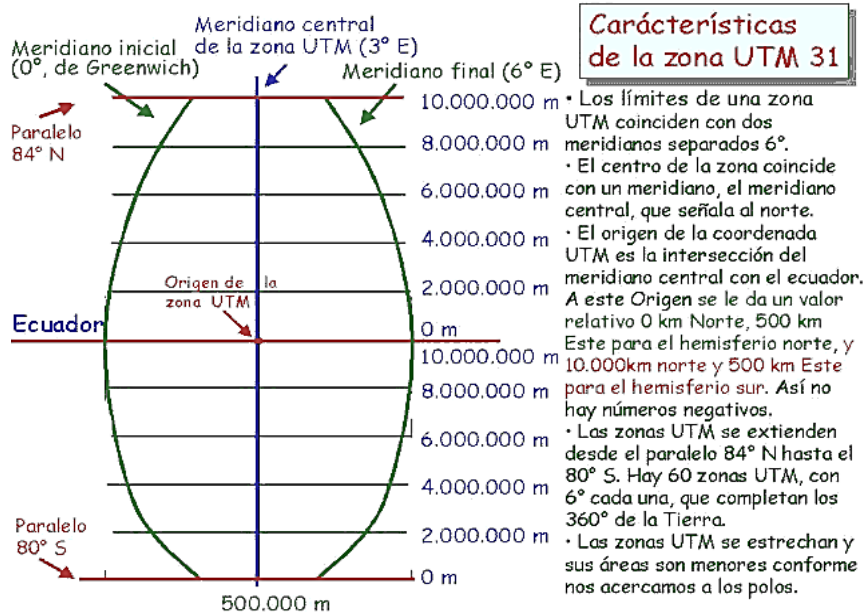
Por tal motivo, se divide a la Tierra en los conocidos husos horarios, mismos que la dividen en 60 partes de 6 grados de longitud, completando los 360 grados de la Tierra, enumerados ascendentemente hacia el Este a partir del meridiano de Greenwich (180 grados Este).

Mientras que en las latitudes se fraccionan en 20 fajas o bandas con 8 grados cada una. El Ecuador se encuentra entre los husos 17 y 18 en el territorio continental y los husos 15 y 16 en territorio insular.

En un sistema de proyección basado en cuadrículas cuya unidad es el metro. Está basado en un modelo elipsoidal de la Tierra, no obstante actualmente está siendo sustituido por el elipsoide WGS84 para hacer un sistema compatible con el Sistema de Posicionamiento Global GPS.

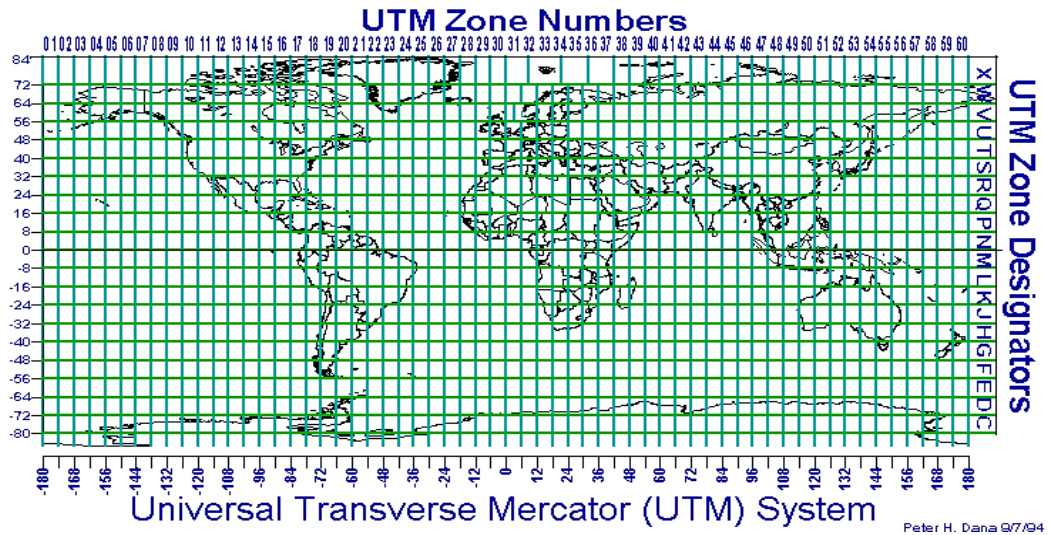
El WGS 84 son las siglas de World Geodesic System 84, que significa Sistema Geodésico Mundial 1984. Consiste en un patrón matemático de tres dimensiones que representa a la Tierra por medio de un elipsoide, un cuerpo geométrico más regular que la Tierra, que se denomina WGS84. [8]

Gráfico N° 2.- Descripción de las Coordenadas UTM



Fuente: “Características de las Coordenadas UTM y descripción de este tipo de Coordenadas”, Peter H. Dana. [10]

Gráfico N° 3.- Número de Zonas UTM



Fuente: “Características de las Coordenadas UTM y descripción de este tipo de Coordenadas”, Peter H. Dana. [10]

2.3.6. Mecánica de Suelos

La Ingeniería Civil en todas sus ramas está directamente relacionada con el suelo, mismo que servirá como sitio de emplazamiento de todo tipo de estructura, o se lo puede utilizar como material de construcción. Razón por la cual, la mecánica de suelos es fundamental para la realización del presente proyecto.

Con los diferentes ensayos se busca encontrar las propiedades físicas y mecánicas del suelo; en el caso en particular de las carreteras, se busca encontrar las características que posee la subrasante, es decir el lugar donde se asentará el asfalto. [11]

Existen tres formas de recoger muestras para encontrar las características del suelo, para lo cual primero se debe ubicar el lugar adecuado donde se realizarán los pozos y posterior recolección, misma que puede ser:

Muestra Alterada: Muestra obtenida por métodos de excavación generalmente abierta en pozos, apiques o taludes, han perdido sus características de sitio tales como la resistencia, la compacidad relativa, la relación de vacíos y la porosidad entre otras, sin embargo, mantiene la granulometría y el contenido de humedad.

Muestra Inalterada: Muestra obtenida por métodos de perforación con equipos especiales, por lo tanto al ser extraída, mantiene sus propiedades índice y técnicas por lo que son útiles para caracterizar al suelo.

Muestra Integral: Muestras obtenidas en roca, por lo que generalmente forman cilindros o testigos que deben representar al menos el 90% de la profundidad total estudiada. [8]

Para que los resultados sean confiables se debe buscar asesoría técnica, con profesionales que guíen el estudio en todo momento y garanticen la veracidad de los ensayos, los mismos que ofrecerán apoyo en las siguientes circunstancias:

- Reconocer el terreno en el cual está elaborado el trazado geométrico de la vía
- Ubicar con exactitud cada una de las perforaciones que se necesiten realizar para extraer las muestras necesarias; unas pueden estar alteradas, mientras que otras no
- Organizar cada uno de los materiales extraídos de las perforaciones para obtener mayor control en el laboratorio de dichas muestras
- Recoger las muestras pertinentes para realizar cada uno de los ensayos que se necesiten
- Interpretar cada uno de los resultados para proceder con el diseño del pavimento

Para conocer las propiedades mecánicas del terreno se realizarán los siguientes ensayos:

- Granulometría
- Límites Atterberg
- CBR
- Compactación
- Contenido de humedad [4]

Los ensayos se realizan mediante el análisis de calicatas, que pueden ser circulares o rectangulares, se estudian hasta 1,5 ó 2,0 metros de profundidad, mismos que se ejecutan cada 200 o 500 metros dependiendo del tipo de suelo y la importancia de la estructura.

2.3.6.1. Granulometría

Consiste en separar y cuantificar una muestra de suelo seleccionada, en grupos de partículas que tienen el mismo rango de tamaños mediante la utilización de tamices de diferentes aberturas. En suelos friccionantes la granulometría es la propiedad fundamental.

AASHTO M-145 clasifica a los agregados de la siguiente forma:

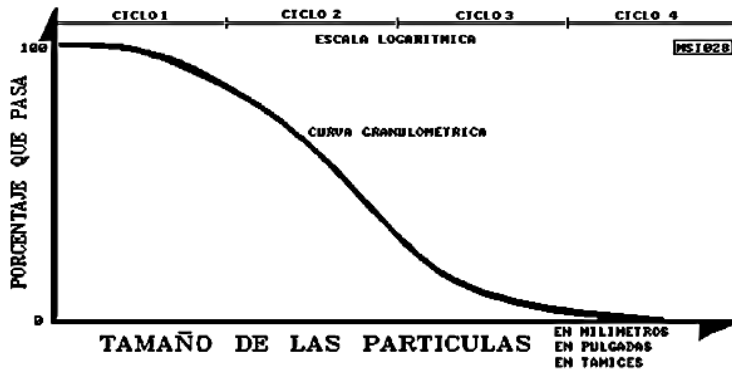
- ✓ **Grava:** Proviene de la fragmentación de roca, de un tamaño menor a 76.2 mm (3") hasta el tamiz No. 10 (2.0 mm)
- ✓ **Arena Gruesa:** Proviene ya sea de la desintegración de rocas o de la trituración artificial de las mismas, de un tamaño menor a 2 mm hasta el tamiz No 40 (0.425 mm)
- ✓ **Arena Fina:** De un tamaño menor a 0.425 mm hasta el tamiz No. 200 (0.075 mm)
- ✓ **Limos y Arcillas:** De tamaños menores al tamiz No. 200 (0.075 mm)

Cuadro N° 9.- Símbolos de Grupo (SUCS)

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto >50	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo <50	H

Fuente: "Fundamentos de la Mecánica de Suelos", Juárez Badillo. [12]

Gráfico N° 4.- Curva Granulométrica

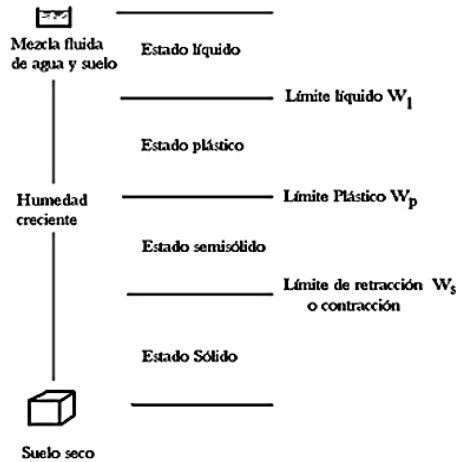


Fuente: “Mecánica de Suelos II”, Lorena Pérez. [13]

2.3.6.2. Límites Atterberg

Ensayos realizados en laboratorios, permiten caracterizar el comportamiento de los suelos finos del sitio, y determinarán los límites de humedad dentro de los cuales se mantienen en estado plástico, Así:

Gráfico N° 5.- Límites Atterberg



Fuente: “Mecánica de Suelos II”, Lorena Pérez. [13]

Límite Plástico (LP): Se analiza en laboratorio, es la cantidad mínima de humedad necesaria para que el suelo analizado vuelva a la condición de plasticidad, teniendo en cuenta que en este estado el suelo puede deformarse con facilidad y que no tendrá recuperación elástica, cambio de volumen, agrietamiento o desmoronamiento.

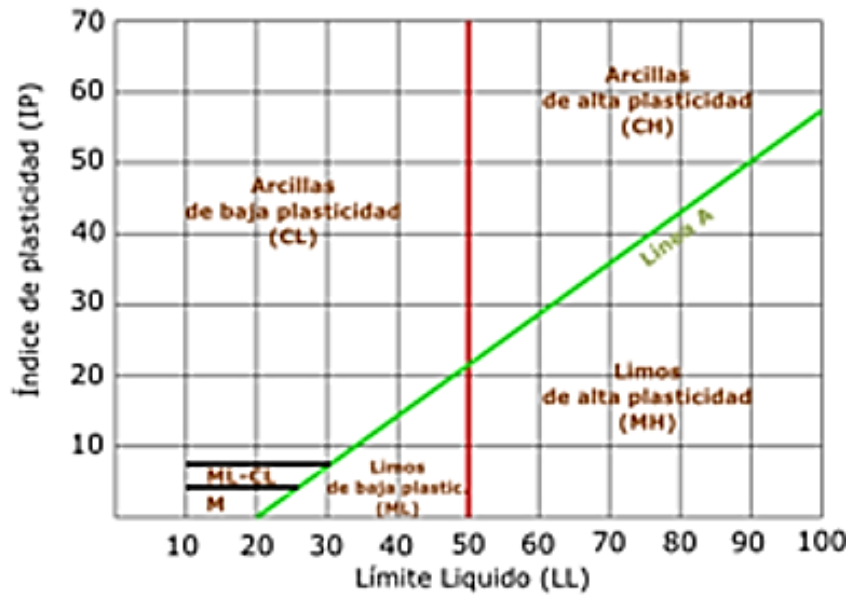
Si se encuentra el suelo con cantidades de humedad superiores a las del límite plástico existirán afectaciones graves a la estabilidad de la superficie. Y se encuentra entre los estados plástico y semisólido. [13]

Límite Líquido (LL): Es el estado en el que la resistencia al corte del suelo es tan baja que un ligero esfuerzo lo hace fluir. Por lo tanto, es el mayor contenido de humedad que el suelo puede tener sin pasar del estado plástico al líquido. Y se encuentra entre los estados líquido y plástico.

Índice Plástico (IP): Indica el contenido de humedad que necesita el suelo para permanecer en estado plástico antes de cambiar al estado líquido.

Límite de Contracción: Se da principalmente cuando a pesar del cambio de humedad no se nota ningún cambio en su volumen. Y se encuentra entre los estados semisólido y sólido. [13]

Gráfico N° 6.- Gráfica de Plasticidad del SUCS



Fuente: “Mecánica de Suelos II”, Lorena Pérez. [13]

$$IP = LL - LP$$

2.3.6.3. CBR

El índice de Soporte California (CBR) es una medida indirecta de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad previamente dadas y controladas. Se usa principalmente en el diseño de pavimentos flexibles. El CBR se expresa en unidad percentil, y es la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón de 2 pulgadas dentro del suelo (probeta de 6 pulgadas de diámetro), a la carga unitaria requerida para introducir el mismo pistón a la misma profundidad en una muestra tipo de piedra partida. [15] La calidad de la subrasante está íntimamente ligada a la capacidad portante del suelo, por tal motivo, se da la clasificación según el CBR.

Cuadro N° 10.- Capacidad de Soporte CBR de Diseño

CBR %	Clasificación
0 – 5	Subrasante muy Mala
5 – 10	Subrasante Mala
10 – 20	Subrasante Regular a Buena
20 – 30	Subrasante muy Buena
30 – 50	Sub base Buena
50 – 80	Base Buena
80 – 100	Base muy Buena

Fuente: “Guía Técnica de Suelos”, Mantilla Francisco [11]

$$CBR = \frac{\text{Esfuerzo que produce una deformación de 0,1 o 0 en el suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo que produce una deformación de 0,1 o 0 en la muestra patrón}} * 100$$

2.3.6.4. Compactación

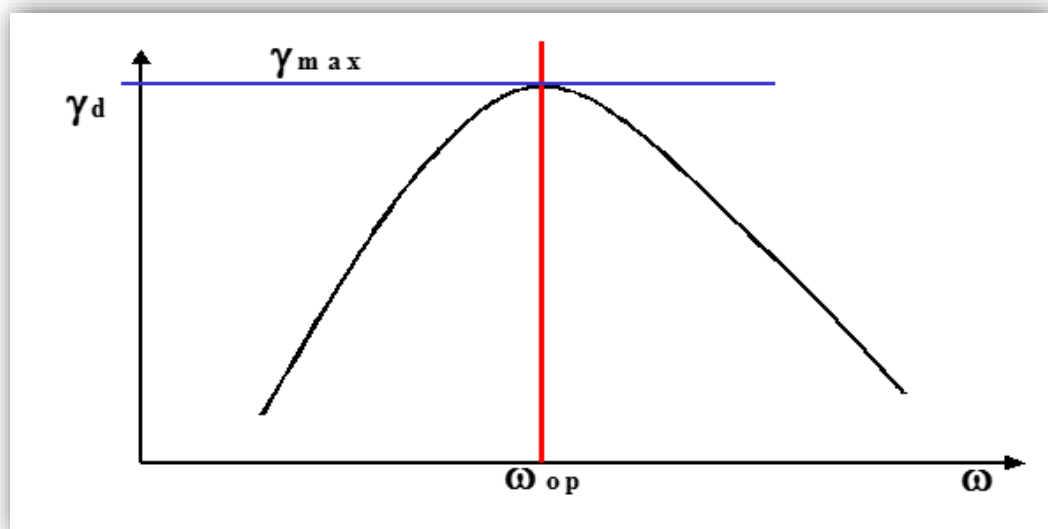
Bajo el criterio de que el suelo deberá soportar la estructura que se le imponga, se debe tratar de que se encuentre en condiciones favorables, y hagan posible el posterior funcionamiento adecuado de la edificación.

La compactación es el procedimiento llevado a cabo por medios artificiales, por medio de los cuales se procura mejorar las características del suelo en sitio, pretendiendo así que la obra cumpla con el papel para el cual fue construida. Según Montejo Fonseca [14], las características que se pretende reforzar con la compactación son:

- Resistencia
- Compresibilidad
- Relación esfuerzo-deformación
- Permeabilidad
- Flexibilidad
- Resistencia a la erosión.

AASHTO acogió la propuesta de Próctor, mismo que establece los métodos estándar y modificado para realizar la compactación. El ensayo determina la máxima densidad seca ($\gamma_{d\text{máx}}$) y el contenido de humedad óptimo ($W_{\text{opt}}\%$) este proporciona el máximo peso volumétrico seco.

Gráfico N° 7.- Curva típica de Compactación



Fuente: “Mecánica de Suelos II”, Lorena Pérez [13]

2.3.6.5. Contenido de Humedad

Fundamental es conocer el contenido de humedad en estado natural del suelo en estudio, el contenido de humedad se expresa en porcentaje, mas no es 100% el valor más alto. En nuestro país los suelos del oriente presentan niveles altos de humedad que pueden llegar hasta un 250%

El contenido de humedad permite conocer los posibles tratamientos a darle al suelo, además que permite conocer el comportamiento de la subrasante, pues si el contenido de agua está próximo al límite líquido se está tratando con un suelo muy sensitivo, mientras que si se acerca al límite plástico tendrá un adecuado funcionamiento. [14]

$$w\% = \left(\frac{Ww}{Ws} \right) * 100$$

Donde:

w% = contenido de humedad del suelo %

Ww = peso del suelo húmedo.

Ws = peso del suelo seco.

2.3.7. Pavimento

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, que descansan sobre una superficie de terreno debidamente compactado, con un contenido de humedad adecuado y una densidad óptima, por lo tanto, los materiales que conforman dichas capas

deben asegurar la resistencia de las cargas repetitivas que se darán por el paso constante de vehículos, durante el período de diseño de la vía.

Según las investigaciones de Montejo [14], el pavimento para que cumpla sus funciones adecuadamente debe reunir los siguientes requisitos:

- ✓ Absorber las cargas transmitidas por la acción constante de los vehículos
- ✓ Soportar adecuadamente los factores externos a los que está sometido ya sean biológicos o climáticos
- ✓ Debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos, la textura de la vía debe permitir el adecuado rodamiento de los vehículos, asegurando la circulación a la velocidad de diseño para la que fue construido, dando vital importancia a la seguridad vial
- ✓ Procurar que tanto transversal como longitudinalmente se tenga una regularidad superficial, para así, proporcionar comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación
- ✓ Debe ser durable
- ✓ Garantizar el correcto desalojo de aguas
- ✓ Debe ser económico
- ✓ Evitar el reflejo y deslumbramientos dados por acciones externas, brindando seguridad a los ocupantes de la carretera

2.3.7.1. Pavimentos Flexibles

Está ubicado sobre dos capas no rígidas, siendo éstas la base y sub base, de ser necesario y por condiciones estrictas de diseño se puede eliminar una de las dos. El pavimento flexible está compuesto por una carpeta bituminosa, y está dividido en:

Base: Debe ser constituida de materiales en condiciones adecuadas, ya que ésta es la capa encargada de recibir los esfuerzos que el tránsito vehicular ocasiona, y transmitirlos a las capas inferiores como son la sub base y el terreno de fundación, tomar en cuenta los factores económicos. Existen cuatro tipos de bases, pueden ser:

- ✓ **Base Clase 1:** Elaborado con agregados gruesos y finos triturados en un 100% y obligatoriamente mezclados en sitio
- ✓ **Base Clase 2:** Elaborados con un 50% o más de agregados gruesos triturados y mezclados obligatoriamente en planta
- ✓ **Base Clase 3:** Elaboradas por lo menos con un 25% o más de agregados gruesos triturados y mezclados obligatoriamente en planta
- ✓ **Base Clase 4:** Construidas con bases obtenidas por tamizados de piedras o gravas [16]

Sub base: Soporta el peso de las capas superiores (base y capa de rodadura), como también las acciones producidas por el tránsito, y las distribuye al terreno de fundación.

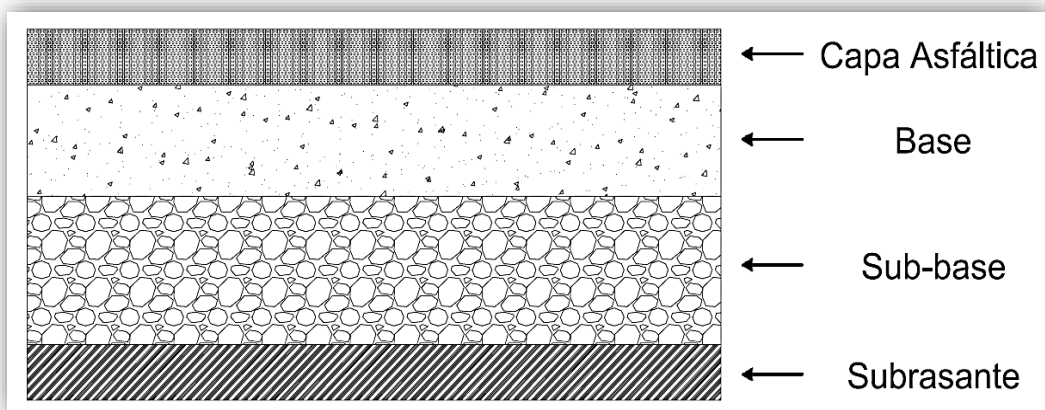
Debe garantizar que no exista la penetración de agentes que contaminen y dañen la base, así que funcionará como un filtro de agua, para evitar la capilaridad, por medio de la misma capa o de las bermas.

Las clases de sub bases pueden ser:

- ✓ **Sub base Clase 1:** Son elaborados con la trituración de piedra o gravas, graduadas de grueso a fino, son obtenidas mediante un proceso industrial, posee irregularidades por lo que tiene mayor resistencia
- ✓ **Sub base Clase 2:** Son elaborados por cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de grava
- ✓ **Sub base Clase 3:** Son elaborados por materiales obtenidos de la excavación para la plataforma o minas, son de resistencia pobre. [16]

Capa de rodadura: Transmite los esfuerzos producidos por el tránsito vehicular a los mantos inferiores (base y sub base), sirve como impermeabilizante para la capa base, así como debe tener una tensión adecuada para optimizar la función estructural del pavimento. Está ligada directamente con el usuario, así que debe procurar dar comodidad y seguridad en la circulación. [13]

Gráfico N° 8.- Estructura del Pavimento Flexible



Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93 [17]

2.3.7.2. Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos flexibles

Según AASHTO 93 [17], el diseño de pavimentos flexibles debe considerar lo siguiente:

- CBR
- Frecuencia o intensidad del tráfico vehicular
- Condiciones sísmicas, regionales y ambientales

En el método AASHTO 93 está estipulado el cálculo del número estructural “SN”, el cual da un resultado con el que se puede garantizar el soporte de las cargas que genera la vía, entre ellas el tránsito vehicular.

La fórmula para el cálculo del pavimento flexible:

$$\log_{10} W_{18} = Z_r S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{1.2 - 1.5} \right)}{\frac{0.40 + 1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} M_r - 8.07$$

Donde:

W18: Número de cargas de ejes simples equivalentes de 80 KN, calculadas respecto a la circulación de los vehículos

Zr : Área que se encuentra bajo una curva de distribución que está relacionada con la curva estandarizada para la confiabilidad R

So : Desviación estándar de todas las variables

Δ PSI: Pérdida de la serviciabilidad

Mr : Módulo de resiliencia de la subrasante

SN : Número estructural

2.3.7.2.1. Periodo de Diseño

Tiempo de vida del proyecto, en el cual cumple las cuantificaciones de funcionalidad para los cuales fue construido, en función del tránsito y en el lapso que se considere que cumpla los parámetros, evite los factores externos y las rehabilitaciones que lo puedan alterar.

2.3.7.2.2. Vida Útil del Pavimento

Período transcurrido desde que la carretera empieza a funcionar, hasta que cumpla con los parámetros de serviciabilidad requeridos.

Cuadro N° 11.- Periodo de Diseño según el Tipo de Carretera

Tipo de Carretera	Período 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: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

2.3.7.2.3. Tránsito Equivalente según el período de Diseño Requerido (W18)

Según AASHTO, existe un valor de carga para el cual se producen daños al pavimento, dado en función del número de pasadas de un eje sencillo de 18000 lb (8.2 ton), transmitidos durante el período de diseño.

Cuadro N° 12.- Factor de Distribución por Carril

Números de Carriles en una Dirección	% del W18 en el Carril de Diseño, DL
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

2.3.7.2.4. Nivel de Confiabilidad (R)

Este factor es importante ya que toma en cuenta el comportamiento y desempeño del asfalto frente a factores exteriores, Según AASHTO.

Cuadro N° 13.- Nivel de Confiabilidad de acuerdo a la Zona

Clasificación Funcional	Zonas Urbanas	Zonas Rurales
Autopistas	85 – 99,9	80 – 99,9
Carreteras de primer orden	80 – 90	75 – 95
Carreteras de segundo orden	80 – 95	75 – 95
Caminos vecinales	50 – 80	50 – 80

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

AASHTO proporciona valores del nivel de confiabilidad R, que están ligados con el coeficiente de desviación estándar (Z_r), y asociados con la desviación estándar global (S_o).

Cuadro N° 14.- Factores de Desviación Normal

Confiabilidad	Zr	Confiabilidad	Zr
50	0,000	93	-1,476
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
91	-1,340	99,9	-3,090
92	-1,405	99,99	-3,750

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

2.3.7.2.5. Desviación Estándar Global (S_o)

La desviación estándar global está relacionada con el nivel de confiabilidad dada por AASHTO, y considera una cuantificación que permite prever posibles cambios en el comportamiento del pavimento y en el cálculo del tránsito futuro. Este valor en pavimentos flexibles es recomendable que sea 0,45. [4]

2.3.7.2.6. Módulo de Resiliencia (Mr)

El módulo de resiliencia se enfoca en la determinación de las propiedades del terreno de fundación (subrasante), siendo de vital importancia ya que ésta va a servir como sitio de emplazamiento para el pavimento, además que se debe ser cuidadoso al identificar las condiciones del terreno, mismas que sirven para determinar los espesores de las capas del pavimento. [4]

En el Ecuador aún no existen los equipos necesarios para determinar el módulo de resiliencia, razón por la cual el método AASHTO 93 en el diseño de pavimentos flexibles aplica una relación entre el módulo de resiliencia (Mr) y el CBR, así:

Ecuación sugerida por AASHTO:

$$Mr(PSI) = 1500 * CBR < 10\%$$

Ecuación desarrollada por Sudáfrica:

$$Mr(PSI) = 3000 * CBR^{0,65} \text{ para CBR de 7,2\% a 20\%}$$

Ecuación sugerida por AASHTO para suelos granulares:

$$Mr(PSI) = 4326 * \ln CBR + 241$$

2.3.7.2.7. Índice de Serviciabilidad (ΔPSI)

Como su nombre lo indica el índice de serviciabilidad considera la circulación cómoda por la vía, así como también, la seguridad en un determinado tiempo.

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

Para el diseño de pavimentos flexibles, el índice de servicio inicial es igual a 4,2. Mientras que para el índice de servicio final se recomiendan valores entre 2,5 o 3,0 para caminos principales y 2,0 para secundarios.

A continuación se muestran valores que fueron tabulados según opinión directa de conductores.

Cuadro N° 15.- Calificación de la Serviciabilidad de la Carretera

Índice de Serviciabilidad	Calificación
5 a 4	Muy Buena
4 a 3	Buena
3 a 2	Regular
2 a 1	Mala
1 a 0	Muy Mala

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

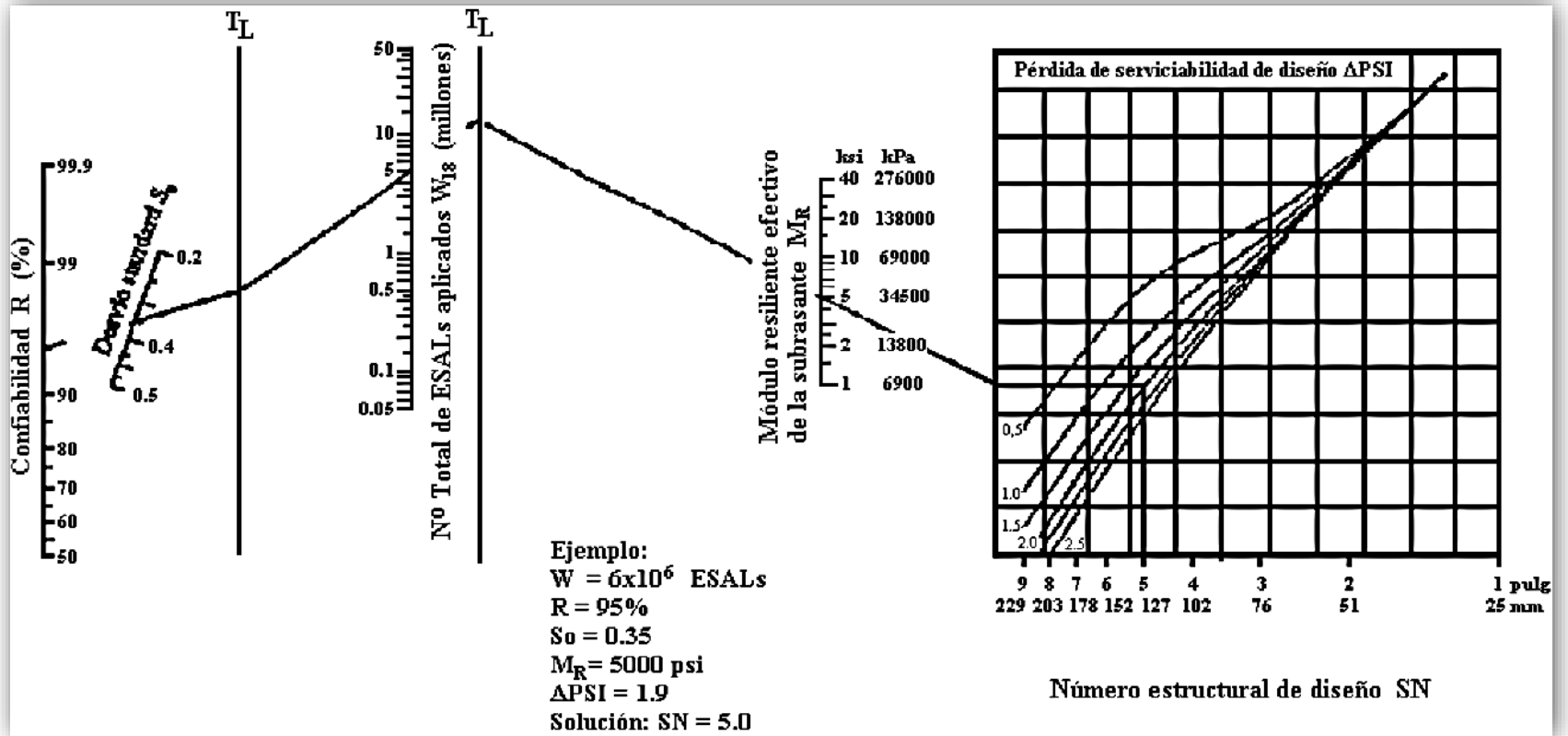
2.3.7.2.8. Determinación del Número Estructural según Ábaco AASHTO 93

Existe un ábaco en AASHTO 93, mostrado en el gráfico número 9; que considera los siguientes parámetros para el cálculo estructural:

- Número de ejes equivalentes según el período de diseño
- Factor de confiabilidad (R)
- Desviación estándar global (S_o)
- Módulo de resiliencia
- Variación de la serviciabilidad

Es importante mencionar que se tienen también hojas de Excel y diferentes programas computarizados, que permiten el cálculo del número estructural de una forma práctica, entre los cuales y más importantes el programa elaborado por AASHTO 93.

Gráfico N° 9.- Ábaco para el Cálculo del Número Estructural (Sn) para Pavimentos Flexibles



Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

2.3.7.2.9. Determinación de Espesores por Capa

Tras el cálculo del número estructural por cualquier método (computacional o ábaco), se prosigue con la determinación de los espesores de las capas del pavimento, garantizando que cada una de ellas tenga el valor de soporte equivalente al número estructural obtenido.

$$SN = a1 * D1 + a2 * D2 * m2 + a3 * D3 * m3$$

Donde:

a1, a2, a3 = Coeficientes estructurales que corresponden a la carpeta asfáltica, capa base y capa sub base respectivamente

D1, D2, D3= Espesores de la carpeta asfáltica, capa base y capa sub base respectivamente

m2, m3 = Coeficientes de drenaje para la capa base y capa sub base respectivamente

Cuadro N° 16.- Espesores Mínimos según los Ejes equivalentes (pulg.)

Tránsito W18	Carpeta Asfáltica	Base Granular
Menos de 5,000	1,0 ó Tándem Superficial	4,0
50,001 a 150,000	2,0	4,0
150,001 a 500,000	2,5	4,0
500,001 a 2'000,000	3,0	6,0
2'000,001 a 7'000,000	3,5	6,0
Mayor a 7'000,000	4,0	6,0

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

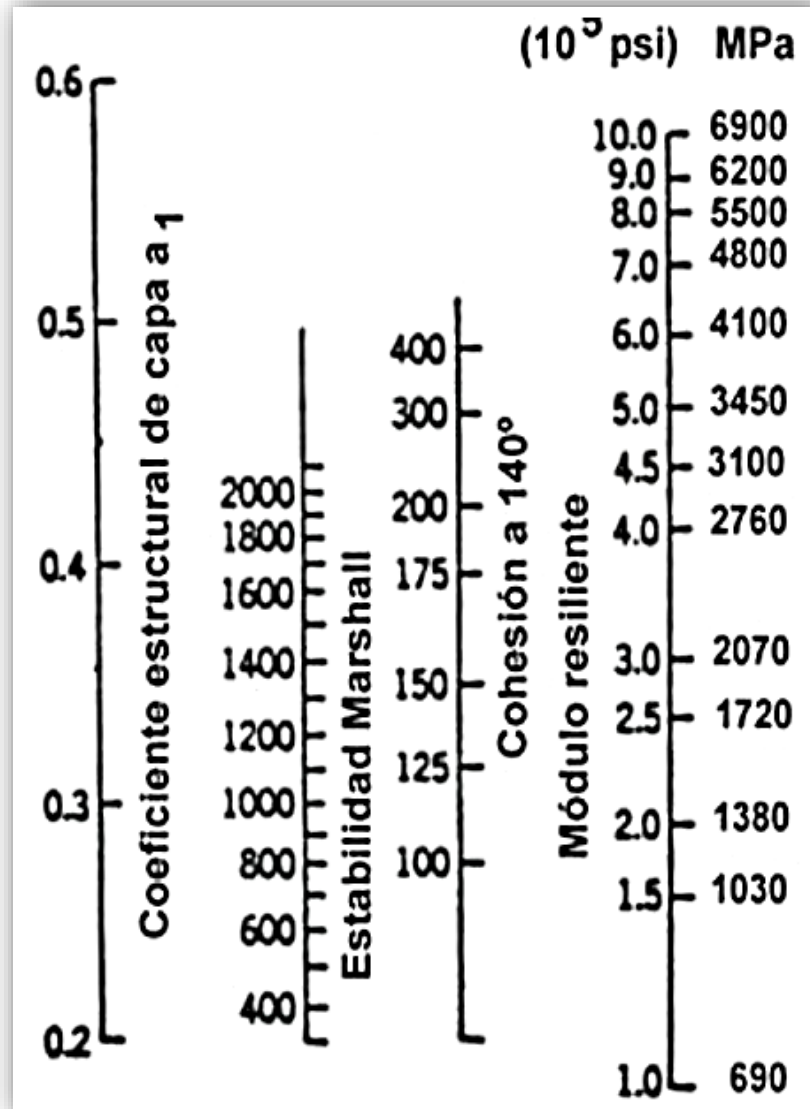
2.3.7.2.10. Coeficientes Estructurales (a1, a2, a3)

Los coeficientes estructurales son directamente relacionados con los ensayos realizados en laboratorio, así como, el módulo de resiliencia, CBR y Texas triaxial; y que AASHTO realizó ábacos para el cálculo de cada uno de estos coeficientes.

Los coeficientes mencionados anteriormente son asignados por los materiales que se emplearán en cada una de las capas del pavimento, mismos que muestran la capacidad que poseen los materiales para resistir las cargas producidas principalmente por el tránsito vehicular.

Coeficiente Estructural a1:

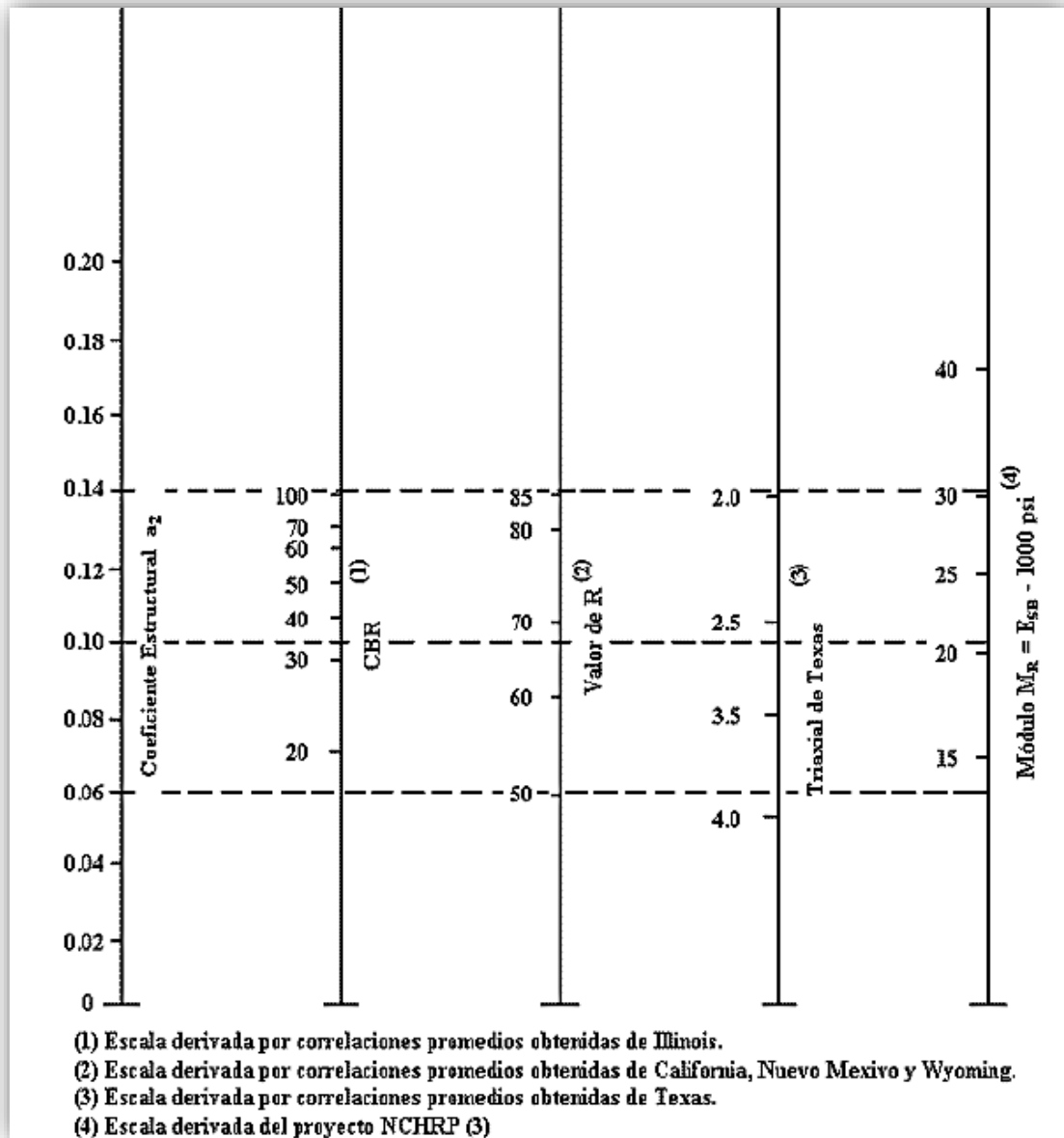
Gráfico N° 10.- Ábaco para estimación del Coeficiente Estructural a1



Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

Coefficiente Estructural a_2 :

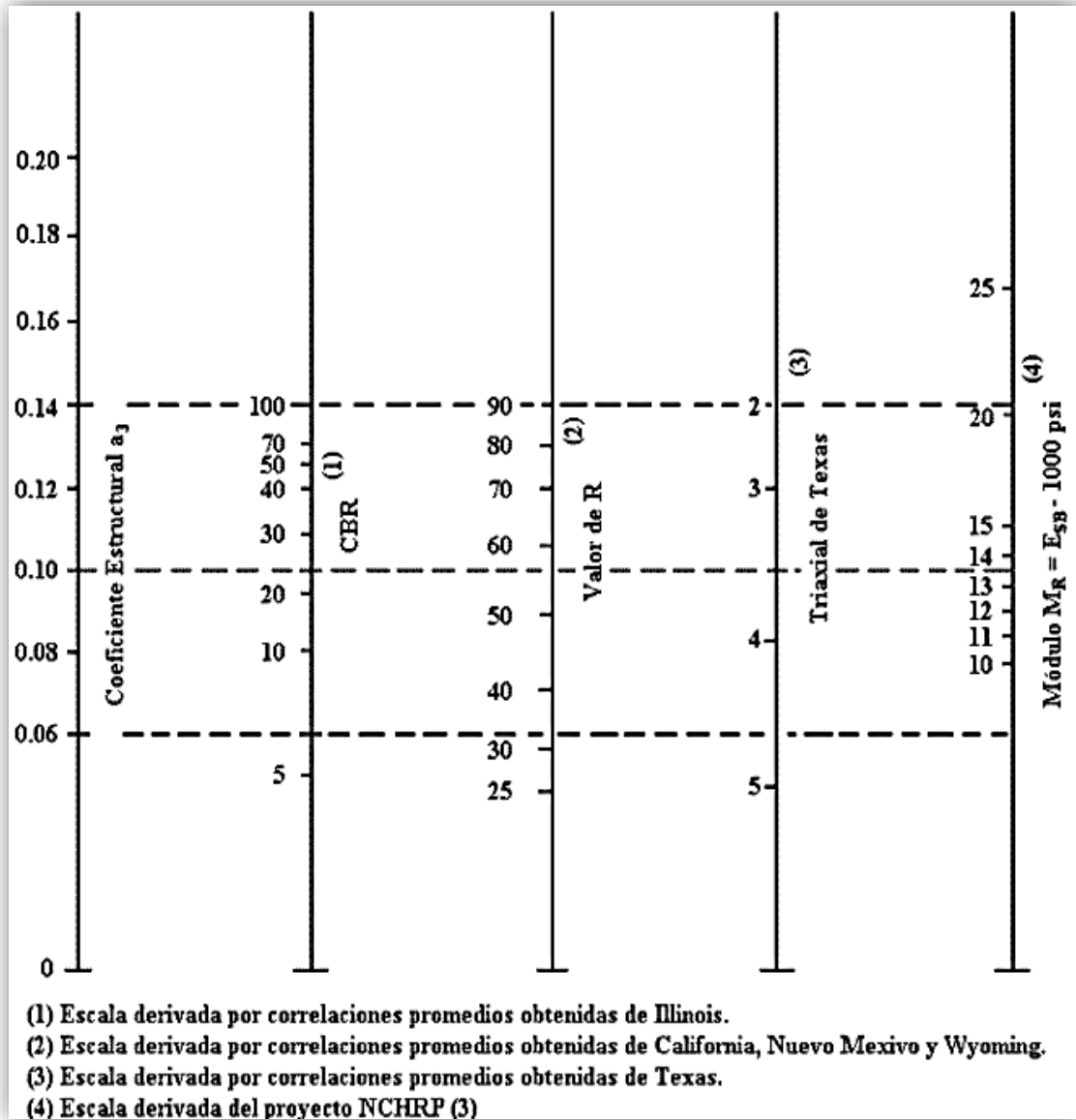
Gráfico N° 11.- Ábaco para estimación del Coeficiente Estructural a_2



Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

Coefficiente Estructural a_3 :

Gráfico N° 12.- Ábaco para estimación del Coeficiente Estructural a_3



Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

2.3.7.2.11. Coeficientes de Drenaje

El drenaje viene evaluado según el tiempo que tardan las capas del pavimento, en eliminar el agua contenida, y según AASHTO se lo puede calificar como se muestra en el cuadro a continuación:

Cuadro N° 17.- Capacidad de Drenaje

Calidad del Drenaje	Tiempo de Eliminación de Agua
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

AASHTO en el cuadro número 18, muestra valores de rectificación estructural m² (para bases) y m³ (para sub bases sin estabilizar), en relación directa con la calidad de drenaje que éstas presentan. La rectificación se realiza en relación al tiempo en el que el pavimento está expuesto a la humedad y se encuentra cercano a la saturación.

Cuadro N° 18.- Corrección de Coeficientes Estructurales con respecto al Drenaje y a la humedad a la que está expuesto el Pavimento

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

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

2.3.7.2.12. Diseño Final con Sistema Multicapa

Tener en cuenta que el pavimento flexible es un conjunto de capas, razón por la cual, se deben considerar elementos por capa; así que tomar en cuenta las consideraciones en las expresiones a continuación:

$$D^{\circ 1} \geq \frac{SN1}{a1}$$

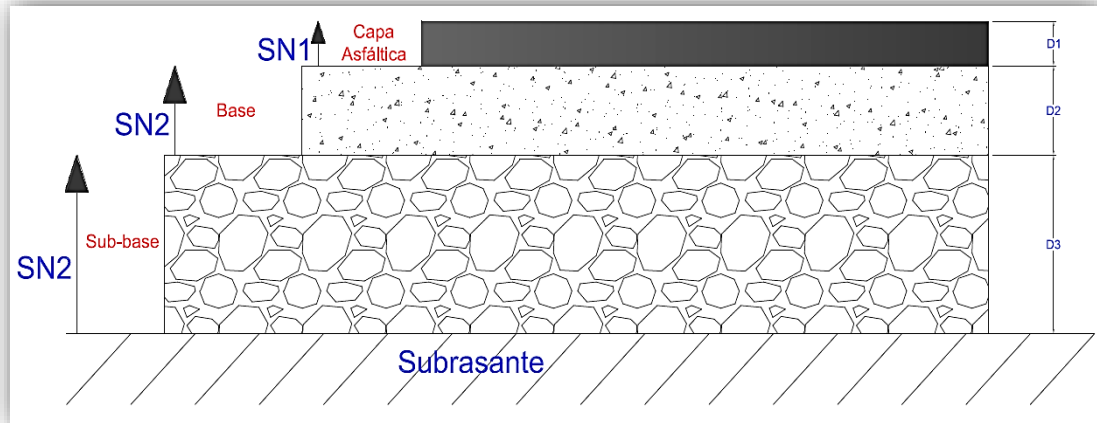
$$SN^{\circ 1} = a1 * D^{\circ 1} \geq SN1$$

$$D^{\circ 2} \geq \frac{SN2 - SN^{\circ 1}}{a2 * m2}$$

$$SN^{\circ 1} + SN^{\circ 2} \geq SN2$$

$$D^{\circ 3} \geq \frac{SN3 - (SN^{\circ 1} + SN^{\circ 2})}{a3 * m3}$$

Gráfico N° 13.- Nomenclatura de los Espesores por Capa



Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

2.3.8. Diseño Geométrico

El diseño geométrico es el proceso de armonizar los elementos constitutivos de la carretera, el estado de operación de los vehículos y las características del terreno. Tomando en cuenta seguridad, comodidad, entorno y economía. Para lo cual se deben tener presente los elementos principales que intervienen en la funcionalidad, los cuales son: la vía, el vehículo y el conductor.

2.3.8.1. Alineamiento Horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección de un eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos constitutivos del alineamiento horizontal dados por la norma MOP 2003 [3], son:

- ✓ **Las tangentes:** Definidas por la proyección de un eje en un tramo recto
- ✓ **Las curvas (circulares o de transición):** Son el enlace de dos tangentes consecutivas de rumbos diferentes

2.3.8.1.1. Tangentes

Proyección de las rectas que unen las curvas sobre un plano horizontal; a la intersección de dos tangentes consecutivas se lo denomina “PI”, y al ángulo formado por la prolongación de la tangente y la siguiente se lo conoce “ α ”. Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre la curva anterior y el inicio de la siguiente se denomina tangente intermedia.

La máxima longitud de la tangente intermedia está condicionada por la seguridad, cuando éstas son largas aumentan el riesgo de accidentes de tránsito, produce un agotamiento en el conductor al circular, por ende los encandilamientos durante la noche son muy comunes, es recomendable alineaciones onduladas con curvas de mayor radio. [3]

2.3.8.1.2. Curvas Circulares

Se la obtiene del trazado de arcos circulares los mismos que constituyen la proyección horizontal para unir dos tangentes consecutivas, formando las curvas que pueden ser simples o compuestas, se define por su radio (R), que es asignado por el diseñador como mejor convenga a la comodidad de los usuarios, economía y el funcionamiento. [18]

Grado de Curvatura (G_c). Busca la seguridad de circulación, con el peralte máximo a la velocidad de diseño de la curva, el arco debe ser de 20 metros. Para su cálculo al diseño de alineamiento la norma MOP [3], utiliza la siguiente fórmula:

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

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

Radio de Curvatura (R). Radio con el que se diseñará la curva circular, y su fórmula según MOP [3], en función del grado de curvatura es:

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

Radio Mínimo de Curvatura. Valor mínimo que facilita el tránsito con seguridad y comodidad en función del máximo peralte y el coeficiente de fricción lateral

correspondiente. En terrenos escarpados puede tomarse un radio de 15 metros. Según MOP [3], se calcula:

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

Donde:

f = Coeficiente de fricción lateral

e = Peralte de la curva (m/m)

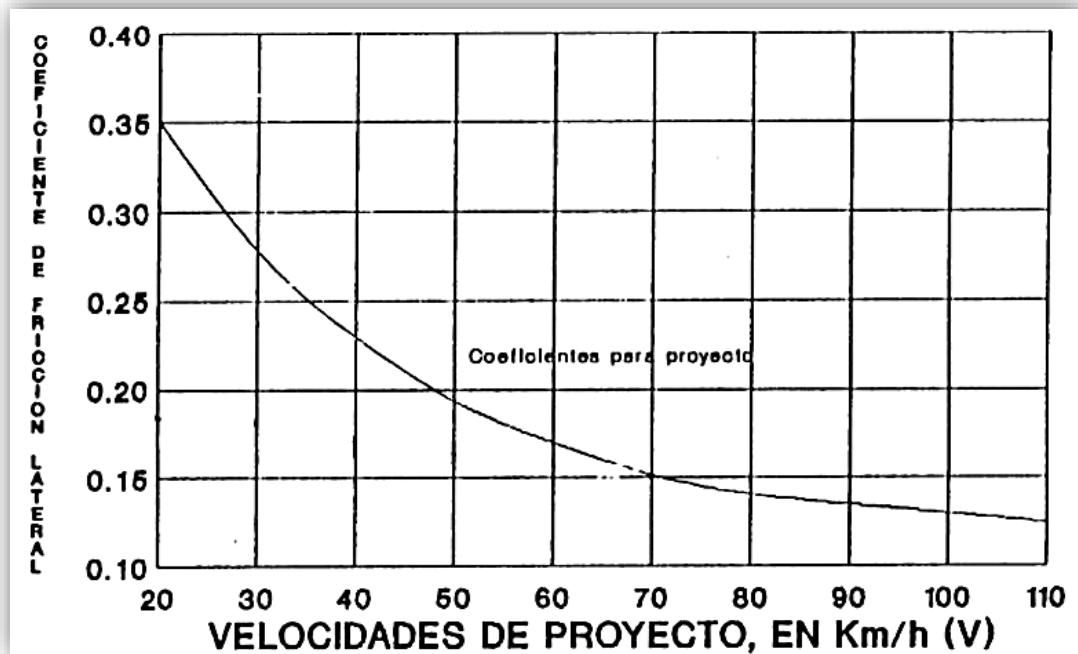
Cuadro N° 19.- Valores Mínimos Recomendados para Radio de Curvatura

Velocidad de Circulación Km/h	f	Radio Mínimo Calculado				Radio Mínimo Recomendado			
		10%	8%	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0,350	7	7	8	8	-	20	20	20
25	0,315	12	13	13	14	-	20	25	25
30	0,284	19	20	21	22	-	25	30	30
35	0,255	27	29	31	33	-	30	35	35
40	0,221	39	42	45	48	-	42	45	50
45	0,206	52	56	60	65	-	58	60	66
50	0,190	68	73	79	86	-	75	80	90
60	0,165	107	116	126	138	110	120	130	140
70	0,150	154	168	184	203	160	170	185	205
80	0,140	210	229	252	280	210	230	255	280
90	0,134	273	298	329	367	275	300	330	370
100	0,130	342	375	414	463	350	375	415	465
110	0,124	425	467	518	581	430	470	520	585
120	0,120	515	567	630	630	520	570	630	710

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-001-F-2003 [3]

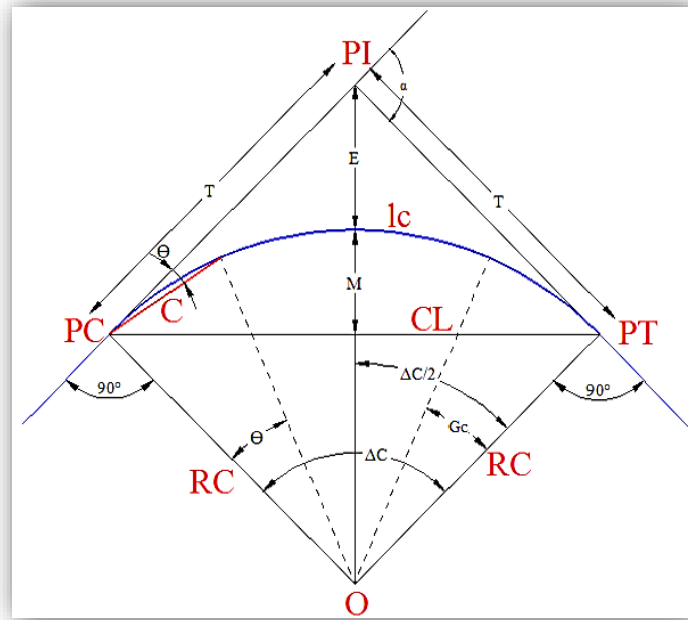
Para el diseño es importante conocer el coeficiente de fricción lateral mismo que depende de la velocidad del proyecto, y se lo puede encontrar mediante la interpretación del gráfico a continuación.

Gráfico N° 14.- Coeficiente de Fricción Lateral



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

Gráfico N° 15.- Curva Circular Simple



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

Según MOP [3], los elementos de la curva circular simple son:

PI = Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC = Punto donde empieza la curva simple

PT = Punto donde termina la curva simple

α = Ángulo de deflexión de las tangentes

Δ_c = Ángulo central de la curva circular

l = Longitud de un arco

l_c = Longitud de la curva circular

G_c = Grado de curvatura de la curva circular

R_c = Radio de la curva circular

θ = Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular

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

T = Tangente de la curva circular o subtangente

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

E = External

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

M = Ordenada media

$$M = R - R \cos \frac{\alpha}{2}$$

C = Cuerda

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

CL = Cuerda larga

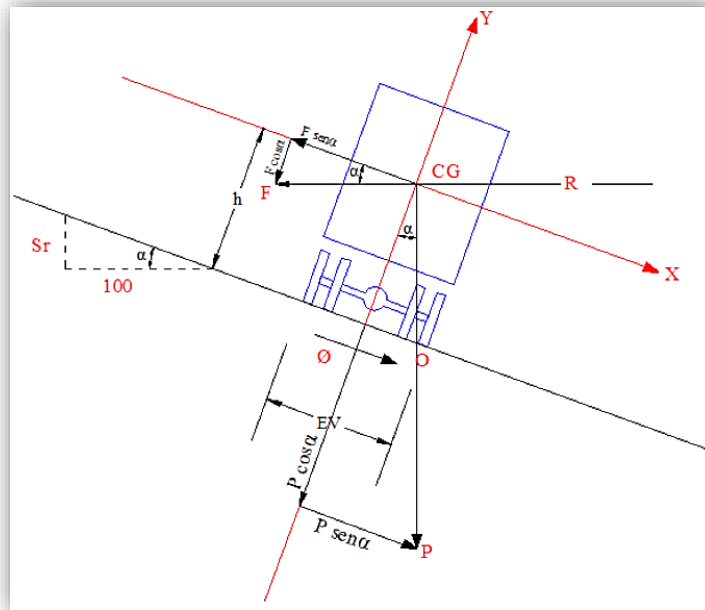
$$C = 2 * R * \sen \frac{\alpha}{2}$$

2.3.8.1.3. Peralte

A medida que el vehículo avanza por una curva, es sometido a varias fuerzas, mismas que pueden ser la motriz, el peso propio del vehículo, la fuerza centrífuga expresada hacia fuera por causa de la curvatura, también se formará una fuerza de rozamiento entre las llantas y el pavimento, siendo ésta la que impide que se produzcan volcamientos, por lo tanto, se pretende ayudar a esta última, dándole una inclinación a las curvas.

La inclinación dada a la calzada divide al peso del vehículo en sus componentes x e y , estas dos y la componente normal a la superficie influyen para disminuir la fuerza centrífuga, mismo que se logrará con una inclinación determinada hasta formar un ángulo α adecuado, como se observa en la figura 16, a éste se lo denomina peralte. [18]

Gráfico N° 16.- Estabilidad del Vehículo en las Curvas



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

De acuerdo a la norma MOP 2003 [3], el peralte se calcula con la siguiente:

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

Donde:

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

Vd = Velocidad de diseño, Km/h

R = Radio de la curva, m

f = Máximo coeficiente de fricción lateral

Cuadro N° 20.- Valores Límites permisibles de “f”, según las condiciones del Pavimento

Requerimientos	Seco	Húmedo	Con hielo
Estabilidad contra el volcamiento	0,60	0,60	0,60
Estabilidad contra el deslizamiento	0,36	0,24	0,12
Comodidad del viaje para el pasajero	0,15	0,15	0,15
Explotación económica del vehículo	0,16	0,10	0,10

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

Magnitud del Peralte. Se busca contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, pero existe limitación pues no puede ser exagerada ya que provocaría volcamientos hacia el interior de la curva, entonces se debe recurrir a la fricción, así: 55% erradicado por el peralte, y el 45% por la fricción lateral aproximadamente.

Tomar en cuenta el deterioro de la superficie de rodamiento, la distribución simétrica del peso sobre las ruedas y el resbalamiento que se produce en las curvas.

Se recomiendan valores máximos del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada y velocidades superiores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades inferiores a 50 Km/h. [3]

Desarrollo del Peralte. Al efectuar el cambio de una recta a una curva, se debe realizar una transición de un estado con sección normal, a uno completamente peraltado, por lo que se busca que la fuerza centrífuga varíe de cero en la recta a un valor F en la curva, lo mismo que se logra con una curva enlace.

Longitud de Transición. Sirve para efectuar la transición de las pendientes transversales entre una sección normal y otra peraltada alrededor del eje de la vía o de uno de sus bordes.

2.3.8.1.4. El Sobreechancho en las Curvas

El sobreechancho es el aumento controlado de la sección transversal de la carretera en las curvas, para aumentar las condiciones de seguridad y comodidad de los usuarios.

Al transitar a una velocidad normal las llantas traseras del vehículo tienen una trayectoria interior con respecto a las delanteras, cuando la velocidad es alta las llantas traseras pueden moverse por fuera de las delanteras, lo cual dificulta mantenerse en el carril de circulación. [18]

Por las razones mencionadas anteriormente y por factores económicos MOP [3], recomienda un valor mínimo de sobreebanco de 30 cm para velocidades inferiores a 50 Km/h y de 40 cm para velocidades superiores.

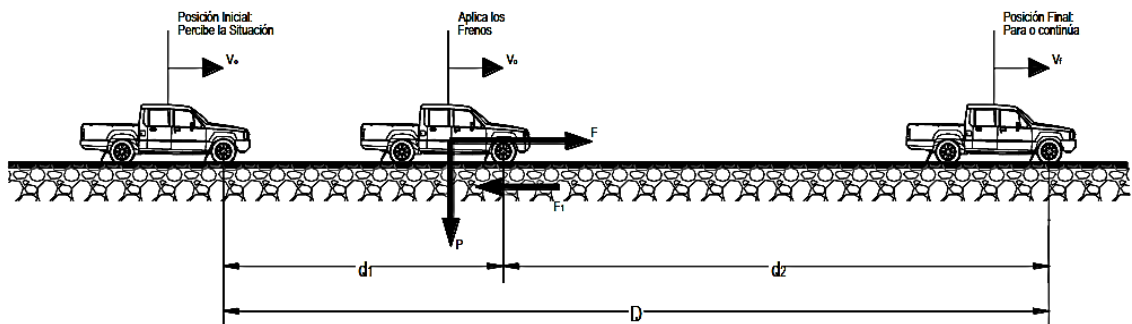
2.3.8.1.5. Distancias de Visibilidad

Es el trayecto libre de vía que el usuario pueda ver con facilidad, obviando obstáculos de la carretera o los vehículos delante [3], pueden ser:

Distancia de Frenado.- Trayecto necesario para que un vehículo pueda detenerse cuando surja un cambio inesperado en la velocidad de circulación de otro vehículo o existan elementos imprevistos en la carretera.

La distancia de frenado (D) tiene dos componentes, el trayecto de percepción y la reacción del piloto (d_1), es la longitud recorrida desde que se percibe el peligro hasta que se aplican los frenos, dependerá de la alerta y pericia del conductor; al tramo necesario para detener el vehículo se lo identifica como (d_2). [6]

Gráfico N° 17.- Distancia de Parada



Fuente: “Norma Ecuatoriana Vial” Nevi-12 [6]

Según MOP [3], las fórmulas para el cálculo de la distancia de frenado son:

$$D = d1 + d2$$

$$d1 = 0,7V_c$$

Donde:

d1 = Distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, expresada en metros

Vc = Velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h

t = Tiempo de percepción más reacción en segundos (2,5 seg.)

$$d2 = \frac{V_c^2}{254f}$$

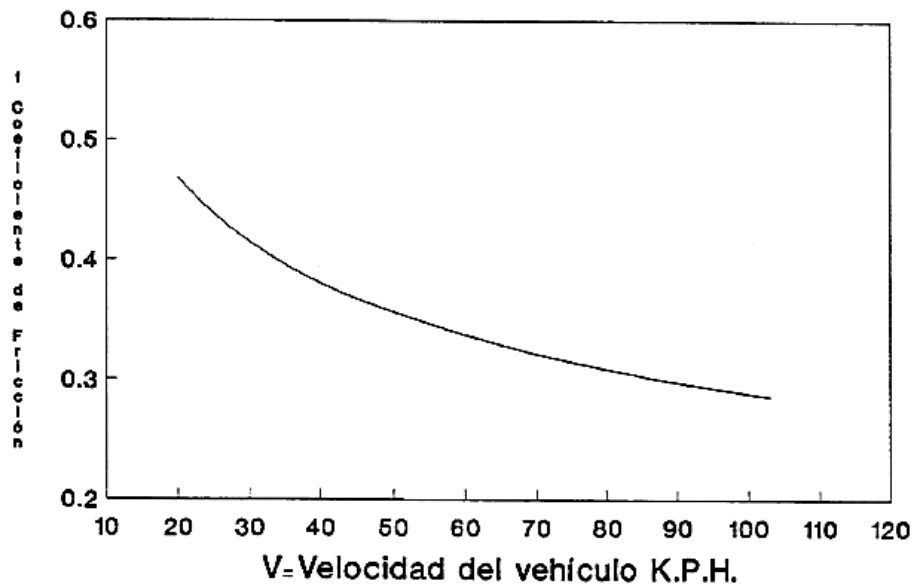
Donde:

d2 = Distancia de frenaje sobre la calzada a nivel, expresada en metros

f = Coeficiente de fricción longitudinal

Vc = Velocidad del vehículo al momento de aplicar los frenos, expresada en m/s

Gráfico N° 18.- Coeficiente de Fricción para patinaje Longitudinal



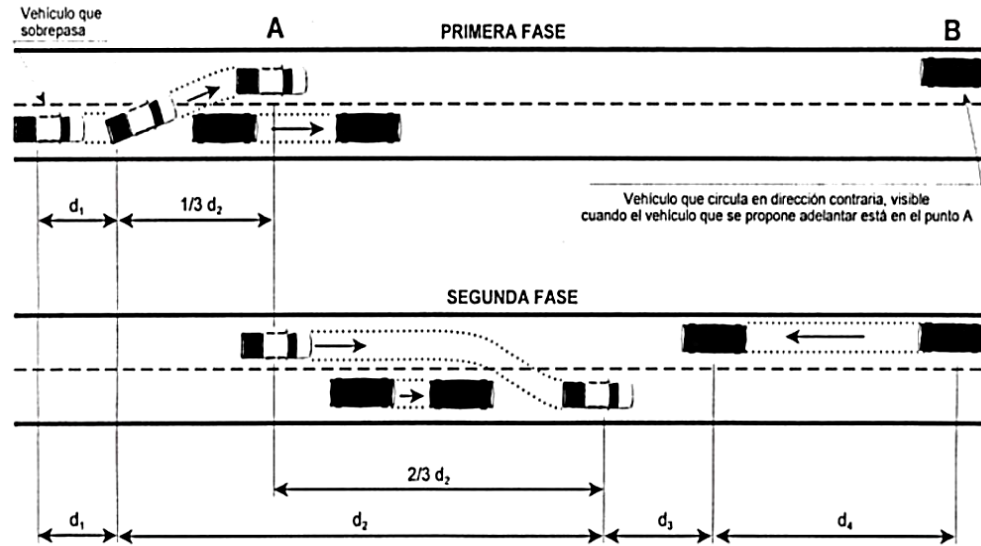
Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

La distancia de visibilidad para parada se mide desde una altura de 1,15 metros para el ojo del conductor, hasta una altura de 15 centímetros para el objeto sobre la calzada. [3]

Distancia de adelantamiento.- Mínimo trayecto de visibilidad requerido para que un vehículo adelante a otro que circule a menor velocidad, bajo condiciones cómodas y seguras.

El conductor debe invadir el carril contrario y además de suponer que el auto a rebasar circule a velocidad constante se calcula el tiempo en que llegue hasta su posición, caso contrario frenar, volver a su lugar y circular hasta encontrar una oportunidad viable de realizar el adelantamiento. Para esto es importante tomar en cuenta el tiempo de percepción y reacción del conductor que realiza las maniobras. [6]

Gráfico N° 19.- Etapas de la Maniobra para Adelantamiento en Carreteras de dos Carriles



Fuente: “Norma Ecuatoriana Vial” Nevi-12 [6]

Según MOP [3], las fórmulas para el cálculo de la distancia de adelantamiento son:

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

$$d_1 = 0,14t_1(2V - 2m + at_1)$$

$$d_2 = 0,28Vt_2$$

$$d_3 = 30m \text{ a } 90m$$

$$d_4 = 0,18Vt_2$$

Donde:

- d₁, d₂, d₃ y d₄** = Distancias, expresada en metros
- t₁** = Tiempo de maniobra inicial, expresada en segundos
- t₂** = Tiempo durante el cual el vehículo rebasante ocupa el carril del lado izquierdo, expresado en segundos
- V** = Velocidad promedio del vehículo rebasante expresado en Km/h
- m** = Diferencia de velocidades entre el vehículo rebasante y el vehículo rebasado, expresada en Km/h. Esta diferencia se la considera igual a 16 Km/h promedio
- a** = aceleración promedio del vehículo rebasante, expresada en Km/h*seg

2.3.8.2. Alineamiento Vertical

Hasta el momento se ha estudiado a la vía en cuestión horizontalmente, sin tener en cuenta las alturas verticales que tengan en diferentes tramos, a esto se lo conoce como alineamiento vertical. De forma similar que el alineamiento horizontal está formado por una serie de tramos rectos que son líneas de pendiente constante y curvas verticales que permiten el cambio suave de pendiente. [18]

2.3.8.2.1. Gradientes

Es la que permite razonables velocidades de circulación y facilitan la operación de los vehículos, el valor de la gradiente dependerá del contorno natural del terreno, con un valor mínimo de 0,5 %. Se adoptará un valor de 0% solo cuando existan rellenos de 1 metro de altura o más y cuando se tenga un bombeo adecuado para drenar el agua lluvia. [3]

Lugares con topografías difíciles como es el caso de la Cordillera de los Andes, en los que la gradiente provoca una reducción de la velocidad de 25 Km/h o más, se recomienda aumentar un carril adicional para la circulación.

Según MOP [3], la gradiente y longitud máxima, pueden adaptarse a los siguientes valores:

Para gradientes del: 8 – 10 %, *La longitud máxima será de:* 1000 m
 10 – 12 %, 500 m
 12 – 14 %, 250 m

Cuadro N° 21.- Valores de Diseño de las Gradientes longitudinales Máximas (%)

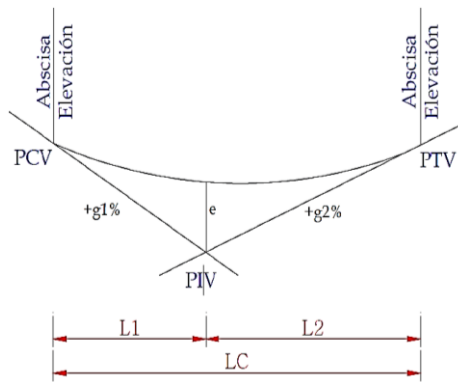
Tipo de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R – I ó R – II	3	3	4	3	4	6
I	3	4	6	3	5	7
II	3	4	7	4	6	8
III	4	6	7	6	7	9
IV	5	6	8	6	8	12
V	5	6	8	6	8	14

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

2.3.8.2.2. Curvas Verticales

Es la que realiza el enlace de dos tramos constantes consecutivos, suavizado el cambio de pendiente entre ellos, de tal forma que facilite una circulación cómoda, confortable, que tenga la estética adecuada y permita un correcto drenaje. [7]

Gráfico N° 20.- Curva Vertical



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

Donde:

PCV = Punto de inicio de la curva vertical

PIV = Punto de intersección de las tangentes

PTV = Final de la curva vertical

g1% = Gradiente de entrada

g2% = Gradiente de salida

e = External

L1 = Longitud de entrada

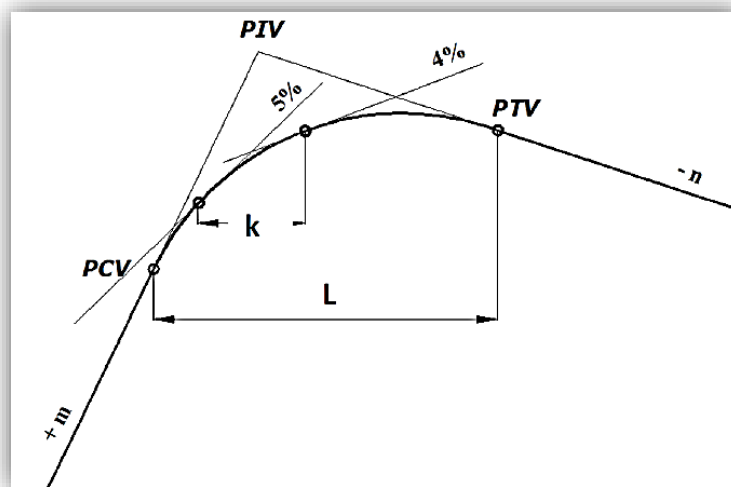
L2 = Longitud de salida

Coefficiente Angular de una Curva Vertical (k).- Es una variación de longitud por unidad de pendiente, y define la curvatura de la parábola en la curva vertical, así:

$$k = \frac{L m}{i \%}$$

Entonces k, es la distancia horizontal en metros, necesaria para que se efectúe un cambio del 1% en la pendiente de la tangente a lo largo de la curva. [7]

Gráfico N° 21.- Coeficiente angular de una curva vertical



Fuente: “Diseño Geométrico de Carreteras” Cárdenas, James [7]

Curvas Verticales Convexas.- El diseño de estas curvas se lo realiza con la visibilidad de parada que tiene un vehículo, tomando como altura del ojo a 1,15 metros y una altura del objeto de 15 cm. [3]

$$L = k * A$$

Donde:

L = Longitud de la curva vertical

k = Coeficientes para curvas convexas

A = Diferencia entre gradientes

Curvas Verticales Cóncavas.

Estas curvas es necesario que sean suficientemente largas, para evitar los rayos de luz ocasionados por los faros de los vehículos y sean aproximadamente igual a la distancia de visibilidad de parada que tiene un vehículo. [3]

Cuadro N° 22.- Valores mínimos de k, para la determinación de la Longitud de Curvas Verticales Cóncavas y Convexas Mínimas

Tipo de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R – I ó 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: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

Según MOP [3], la longitud mínima de las curvas verticales cóncavas y convexas, expresada en metros, se indica con la siguiente fórmula:

$$L_{min} = 0,60 * V(Km/h)$$

2.3.8.3. Secciones Transversales Típicas

Consiste en la definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal. Se la diseña con parámetros como el volumen de tráfico, el terreno y la velocidad de diseño, conjugado con los beneficios a los usuarios, costo de mantenimiento y la seguridad. [7]

2.3.8.3.1. Ancho de la Sección Transversal Típica

El ancho de la sección transversal típica está constituido por el ancho del pavimento, espaldones, taludes interiores y cunetas; misma que se ensancha hasta la frontera con los taludes exteriores.

Depende en gran parte del volumen y la composición del tráfico, por lo que MOP [3], propone los siguientes anchos de calzada para los diferentes flujos vehiculares.

Cuadro N° 23.- Anchos de Calzada

Tipo de Carretera	Ancho de la Calzada (m)	
	Recomendable	Absoluto
R – I ó R – II > 8000 TPDA	7,30	7,30
I 3000 a 8000 TPDA	7,30	7,30
II 1000 a 3000 TPDA	7,30	6,50
III 300 a 1000 TPDA	6,70	6,00
IV 100 a 300 TPDA	6,00	6,00
V menos de 100 TPDA	4,00	4,00

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

2.3.8.3.2. Espaldones

Los espaldones son espacios que se dejan a los costados de la carretera, considerados para contribuir a la comodidad, estética y seguridad de los conductores. Generan una sensación de amplitud, razón por la que la distancia de visibilidad mejora en las curvas horizontales.

Proporciona espacios seguros para el tránsito, lo que facilita la velocidad uniforme de los vehículos, se suministran espacios para las señalizaciones de tráfico, guardacaminos e incluso estacionamientos temporales de vehículos dañados, con el fin de evitar accidentes en las vías. [3]

Cuadro N° 24.- Valores de Diseño para el Ancho de Espaldones (m)

Tipo de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
R – I ó R – II > 8000 TPDA	3,0 *	3,0 *	2,5 *	3,0	3,0 *	2,0 *
I 3000 a 8000 TPDA	2,5 *	2,5 *	2,0 *	2,5 **	2,0 **	1,5 **
II 1000 a 3000 TPDA	2,5 *	2,5 *	1,5 *	2,5	2,0	1,5
III 300 a 1000 TPDA	2,0 **	1,5 **	1,0 *	1,5	1,0	0,5
IV 100 a 300 TPDA	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)					
* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico						
** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente.						

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

2.3.8.3.3. Taludes

Dependen directamente del tipo de suelo en sitio y de las características geométricas de la vía, pueden ser de corte o relleno, se debe tener muy en cuenta el factor económico, ya que el movimiento de tierras es uno de los rubros más elevados en la construcción. Constituidos de buena manera darán seguridad y buena apariencia a la carretera.

Cuadro N° 25.- Valores de Diseño recomendables de los Taludes en Terrenos Planos

Tipo de Carretera	Talud	
	Corte	Relleno
R – I ó R – II > 8000 TPDA	3:1	4:1
I 3000 a 8000 TPDA	3:1	4:1
II 1000 a 3000 TPDA	2:1	3:1
III 300 a 1000 TPDA	2:1	2:1
IV 100 a 300 TPDA	1,8 - 1:1	1,5 - 2:1
V menos de 100 TPDA	1,8 - 1:1	1,5 - 2:1

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

2.3.8.3.4. Tipos de Superficie de Rodadura

Depende en gran parte de la velocidad de diseño que se adopte para la vía, la relación entre el tipo de superficie de rodadura y el diseño geométrico tiene importancia en lo referente a la indeformabilidad de la superficie y a la facilidad de escurrimiento de las aguas, así como a la influencia ejercida por la operación de los vehículos. [3]

Cuadro N° 26.- Clasificación de Superficies de Rodadura

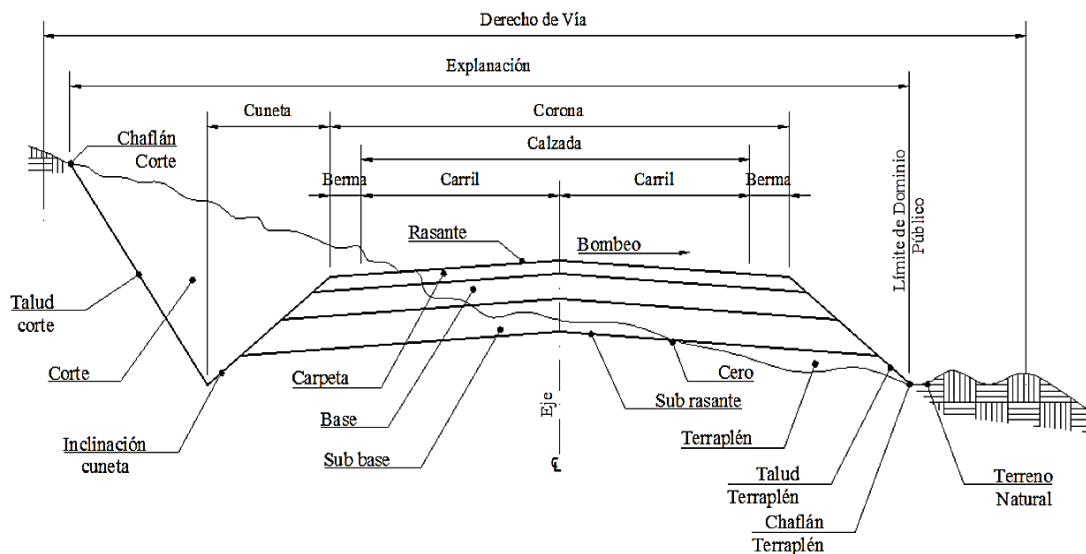
Tipo de Carretera	Tipo de Superficie	Gradiente Transversal (Porcentajes)
R – I ó R – II > 8000 TPDA	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5 – 2
I 3000 a 8000 TPDA	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1 5 – 2
II 1000 a 3000 TPDA	Grado estructural intermedio	2
III 300 a 1000 TPDA	Bajo grado estructural: D.T.S.B.	2
IV 100 a 300 TPDA	Grava o D.T.S.B.	2 5 – 4
V menos de 100 TPDA	Grava, empedrado, tierra	4

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

Donde:

D.T.S.B = Doble Tratamiento Superficial Bituminoso

Gráfico N° 22.- Sección Transversal de una vía de dos Carriles



Fuente: “Diseño Geométrico de Carreteras” Cárdenas, James [7]

2.3.9. Obras Complementarias

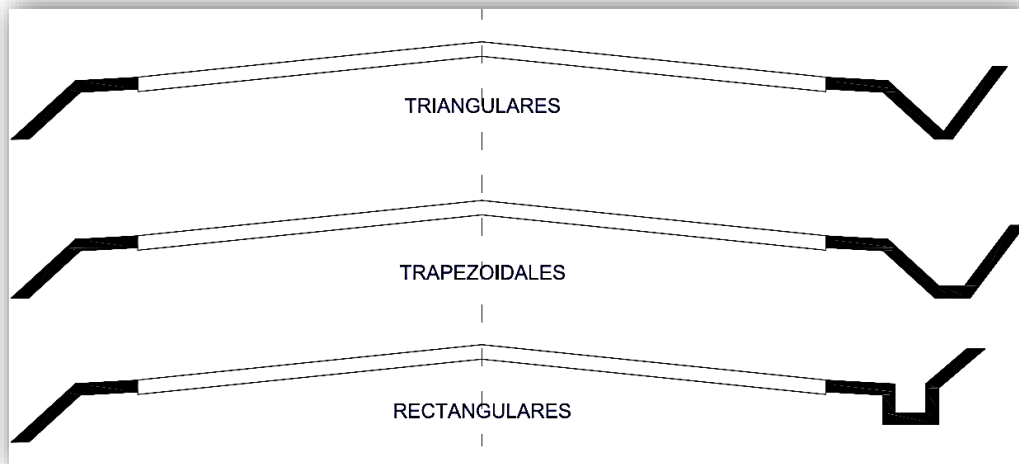
2.3.9.1. Cunetas

Obras que interceptan el agua lluvia proveniente del talud, de la corona de la vía y de lugares aledaños a ella, se construyen a uno o ambos lados de la carretera, en zonas de corte. La precipitación se transporta a un drenaje natural o a una obra transversal.

Ubicadas entre el espaldón de la carretera y el pie del talud, con una pendiente mínima del 0,50% y un valor máximo limitado por la velocidad del agua.

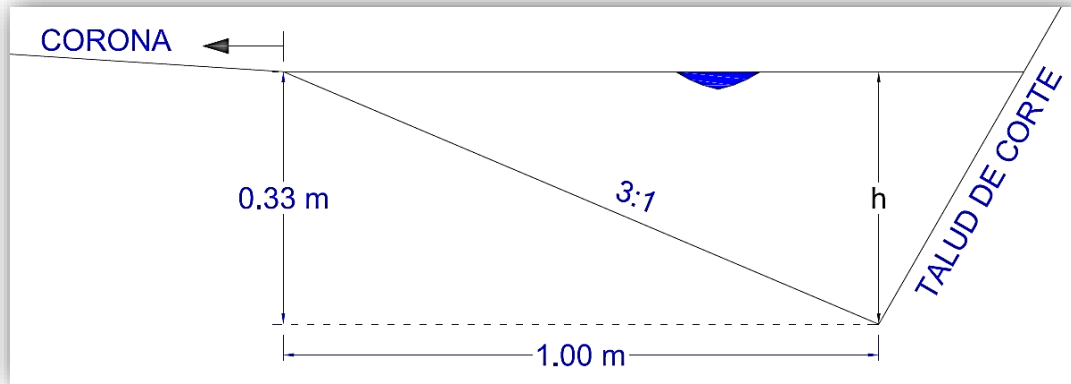
Las secciones más comunes son las triangulares, rectangulares y trapezoidales; siendo la más usual la triangular por su sencilla construcción y mantenimiento, además las otras secciones dan una sensación de peligro a quien transita cerca de ellas. [3]

Gráfico N° 23.- Secciones Típicas de Cunetas



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

Gráfico N° 24.- Dimensiones típicas de Cunetas Triangulares



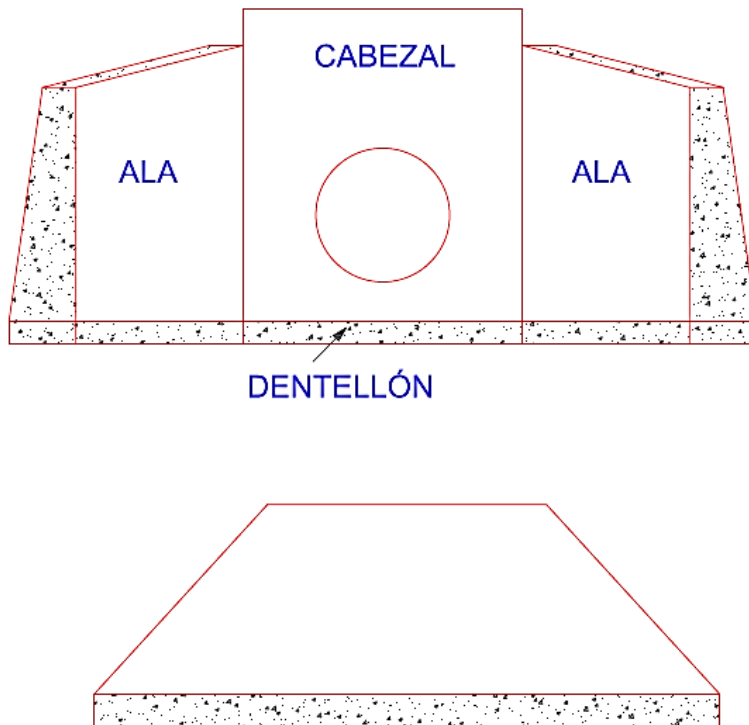
Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

2.3.9.2. Alcantarillas

Obras realizadas para conducir agua a través de un terraplén. Es un paso a nivel para el agua y el tráfico que pasa sobre ella, las alcantarillas no forman parte del pavimento de la carretera.

Las alcantarillas según la clase del material que se emplea en su fabricación, pueden clasificarse en alcantarillas metálicas y alcantarillas de concreto; según la forma, en conductos redondos, ovalados o abovedados, cuadrados y rectangulares; y según el número de conductos que se empleen en un mismo lugar, en simples y múltiples o unicelulares y multicelulares [19]

Gráfico N° 25.- Partes Constitutivas de la Alcantarilla



Fuente: Autor

2.3.9.3. Diseño de taludes

La estabilidad de los taludes se determina a través del factor de seguridad. Este factor expresa la magnitud en que puede reducirse la resistencia a cortante del suelo para que se produzca el deslizamiento a lo largo de la superficie de falla más desfavorable.

Considerando la geometría del talud en sitio se debe considerar el factor de seguridad mínimo ($F_{mín}$), mismo que expresa la reducción que debe experimentar los parámetros de resistencia al cortante del suelo para alcanzar un estado de Equilibrio Límite.

Por lo tanto debe cumplir:

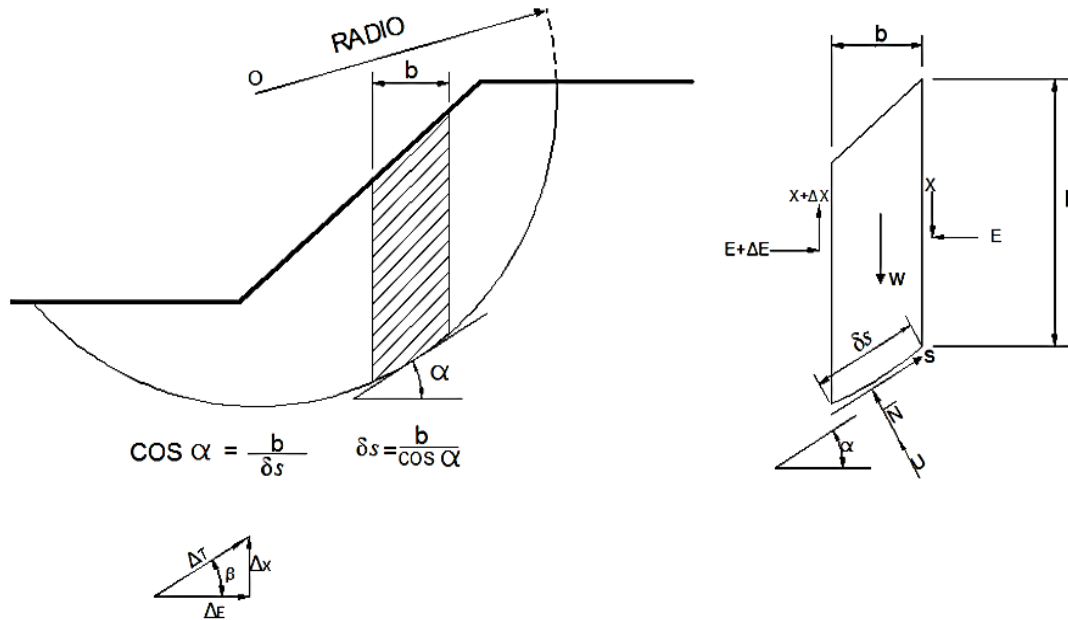
$$F_{\min} \geq F_{\text{norma}}$$

Varios códigos internacionales establecen un F_{norma} de 1,5; mismo que ha sido considerado en relación a la economía y de los riesgos a asumir en caso de producirse un deslizamiento. [20]

Uno de los métodos más utilizados es el de Bishop simplificado, mismo que parte de la hipótesis de una superficie de falla circular, consideración que simplifican los cálculos además de que es parecido al mecanismo de falla real.

Para tipos de suelos que tienen cohesión y fricción se propone realizar en base a la Estática divisiones en dovelas como se observa en la siguiente figura.

Gráfico N° 26.- Círculo de falla de radio R y las Fuerzas que actúan sobre una dovela



Fuente: Wilian Francisco Ortiz Quizhpi. [20]

Donde:

N = Resultante normal sobre una dovela

U = Resultante de presión de poros

W = Peso de cada dovela analizada

α = Ángulo entre la tangente del centro de cada dovela y la horizontal

ΔT = Resultantes de las fuerzas laterales en la cara de contacto de las dovelas

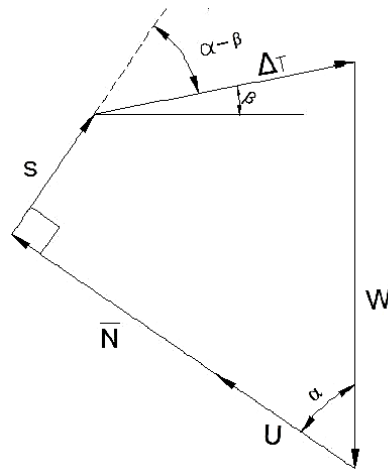
E = Tensión normal en el costado de cada dovela

S = Resistencia a cortante

δ_s = Longitud de arco de una dovela

x = Distancia horizontal del centro de gravedad de la dovela a la vertical que pasa por el centro del círculo

Gráfico N° 27.- Polígono de fuerzas actuantes en una dovela, para β conocido



Fuente: Wilian Francisco Ortiz Quizhpi. [20]

Para el método de Bishop Simplificado se supone que $\beta = 0$ en cada dovela. Por lo tanto según [20], se tiene la siguiente fórmula:

$$\bar{N} = \frac{(W - c' * b * \tan(\alpha - u * b)) \sec \alpha}{1 + \frac{\tan \phi' * \tan \alpha}{F}}$$

$$F = \frac{R \sum c' * \delta_s * n}{\sum W * x} + \frac{R \sum (W - ub) \epsilon \tan \phi'}{\sum W * x}$$

Donde:

$$n = \frac{1}{1 + \frac{\tan \phi' \tan \alpha}{F}}$$

$$\epsilon = n * \sec \alpha$$

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DEL PROYECTO

3.1. ESTUDIOS

3.1.1. Ubicación

El presente proyecto está ubicado en la Provincia de Pastaza, Cantón Arajuno, a 50 kilómetros de la ciudad del Puyo, 16 en la vía Macas y 34 en la vía diez de Agosto. El proyecto consta de una longitud de 6.57 kilómetros.

Cuadro N° 27.- Ubicación Geográfica del Proyecto

PROYECTO	ABSCISA	LONGITUD (E)	LATITUD (N)	COTA
INICIO	Km 0+000	198325.4	9852868.862	901
FINAL	Km 6+573	195011.967	9855897.427	828

Fuente: Autor

Existen recientes ajustes territoriales en la zona del proyecto, ya que se produjo la adición hacia Arajuno, hay que tener en cuenta que antes pertenecía al Cantón Pastaza; por lo tanto los límites del Cantón Arajuno son:

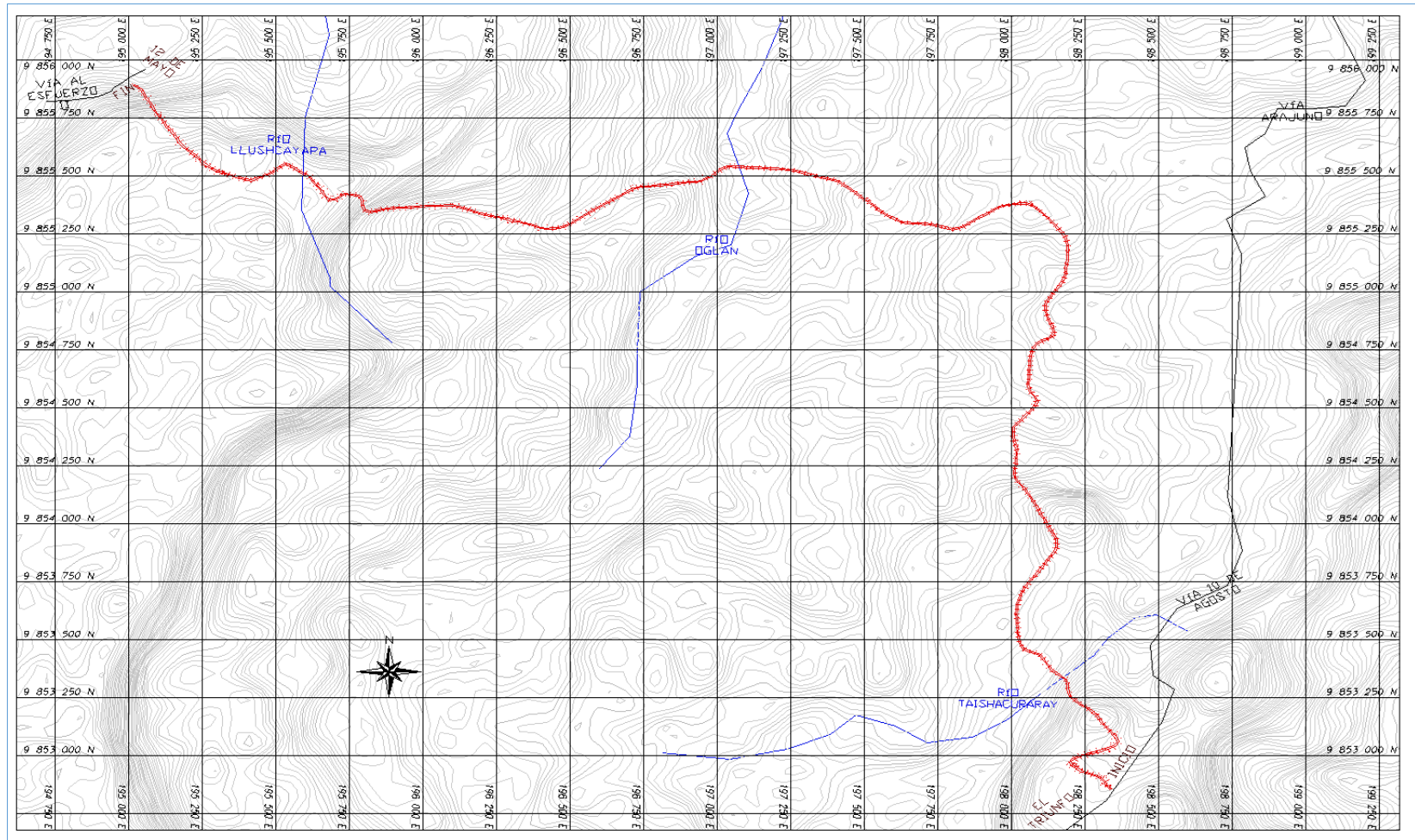
Norte: Provincia de Napo y Orellana

Sur: Cantón Pastaza

Este: Perú

Oeste: Cantón Pastaza y Santa Clara

Gráfico N° 28.- Ubicación del Proyecto



Fuente: Autor; Google Earth [22]

Gráfico N° 29.- Límites del Cantón Arajuno



Fuente: Wikipedia. [23]

3.1.2. Levantamiento Topográfico

Es importante conocer el tipo de terreno a vencer al avanzar la obra, estado de los taludes, presencia de ríos, depresiones y cualquier otro obstáculo que se deba atravesar, razón por la cual el levantamiento topográfico es fundamental en una obra de Ingeniería Civil.

Preliminarmente se realiza un reconocimiento visual del lugar, se procede a la toma de puntos para posterior diseño de la faja topográfica, consecutivamente del trazado geométrico de la vía tanto horizontal como vertical y secciones transversales.

La estación total empleada para el levantamiento fue la Trimble M3, primero se abscisa la vía cada 20 metros, tomar 3 puntos de control (auxiliares) para ubicar la estación, disparar hacia un bastón constituido por un espejo, distinguir con un nombre específico a cada punto, procurar obtener una faja aproximada de 60 metros, compuesta de un punto en el centro, dos al eje de la vía; un punto inferior y otro superior en el talud a 5 y 10 metros respectivamente, seguido de un punto topográfico alrededor de unos 15 metros a continuación.

Realizar el mismo proceso durante todo el trayecto de la vía hasta que se tenga la visión necesaria, caso contrario se efectúa un cambio de lugar, en la que nuevamente se ubicarán 3 puntos auxiliares para la correcta ubicación de la estación total; es importante digitar la altura a la que se realiza la toma de puntos.

Los datos resultantes se exportarán al programa AutoCAD Civil 3-D 2012, para realizar el diseño horizontal, vertical y secciones transversales del proyecto, de aquí saldrán los cortes y rellenos necesarios de la obra así como pozos de revisión, canales, etc.

Al momento de realizar el levantamiento se encontró con suelos demasiado plásticos que combinados con la humedad del sitio dificultaban el tránsito de personas y equipos para la ejecución de la obra, grandes pendientes a los lados imposibilitaron hacer una faja topográfica más ancha a la obtenida. Se obtuvo un total de 2495 puntos con lo que se concluyó el levantamiento de la carretera en cuestión, mismos que se presentan en detalle en el anexo A del presente trabajo.

3.1.3. Conteo Vehicular

Para conocer la cantidad de tráfico que atraerá una nueva vía, ubicar un punto estratégico por el que se considera que acogerán a los nuevos usuarios de la misma, en este caso es en la vía 10 de agosto, en el que se realiza un conteo manual de los automotores circundantes durante un período de 5 días (de viernes a martes).

El conteo se realizó de 6:00 hasta 18:00 (12 horas); con intervalos de 15 minutos, de lo cual el día con mayor volumen de tráfico fue lunes 19 de septiembre del 2016, a media jornada; de 13:00 a 14:00.

Cuadro N° 28.- Volumen Vehicular durante Hora Pico

Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total / 15 min
			2 ejes	3 ejes	4 ejes	
13:00 - 13:15	4	1	1	0	0	6
13:15 - 13:30	2	0	1	0	0	3
13:30 - 13:45	3	1	0	0	0	4
13:45 - 14:00	3	0	1	0	0	4
Total	12	2	3	0	0	17

Fuente: Autor

La hora pico percibida en el día previamente mencionado, recogido en la estación 0+000 da un total de 71% de vehículos livianos; 12% de buses y 17% de camiones de 2 ejes, con un total de 17.

En el cuadro anterior se muestra solo los valores de la hora pico del día con más flujo vehicular, los cuadros completos del conteo se encuentran en el anexo B del presente trabajo.

3.1.3.1. Factor de Hora Pico

$$FHP = \frac{\text{Total de Vehículos}}{4 * (\text{Mayor tráfico en 15 minutos})}$$

$$FHP = \frac{17}{4 * 6} = 0.71$$

El factor de hora pico siempre va a ser menor que la unidad; cuando es igual a uno indica un flujo vehicular constante a toda hora, mientras que los inferiores a la unidad indican concentraciones de flujo máximo de vehículos en intervalos cortos de tiempo dentro de la hora pico, [4].

3.1.3.2. Porcentaje de la Trigésima Hora

Se toma las consideraciones dadas por MOP [3], que sugiere valores de 10% para vías urbanas y 15% para zonas rurales; por lo tanto se ocupará un valor adimensional de 0.15.

Para el cálculo de la trigésima hora el factor de hora pico se asume 1, para obtener un tránsito uniforme:

$$TPDA = \frac{\text{Total de vehículos} * FHP}{15\%}$$

❖ Vehículos livianos

$$TPDA(\text{livianos}) = \frac{12 * 1}{0.15} = 80 \text{ Vehículos/día}$$

❖ Buses

$$TPDA(\text{buses}) = \frac{2 * 1}{0.15} = 13 \text{ Vehículos/día}$$

❖ Camiones

$$TPDA(\text{camiones}) = \frac{3 * 1}{0.15} = 20 \text{ Vehículos/día}$$

Se procede al cálculo del TPDA actual, con los parámetros considerados previamente:

$$TPDA(\text{actual}) = TPDA(\text{livianos}) + TPDA(\text{buses}) + TPDA(\text{camiones})$$

$$TPDA(\text{actual}) = 80 + 13 + 20 = 113 \text{ Vehículos/día}$$

Se trabaja con el tráfico promedio diario anual en el primer año, con la expresión:

$$TPDA(1 \text{ año}) = Ta * (1 + i)^1$$

❖ Vehículos livianos

$$TPDA(livianos) = 80 * (1 + 3.97\%)^1 = 83 \text{ Vehículos/día}$$

❖ Buses

$$TPDA(buses) = 13 * (1 + 1.97\%)^1 = 14 \text{ Vehículos/día}$$

❖ Camiones

$$TPDA(livianos) = 20 * (1 + 1.94\%)^1 = 21 \text{ Vehículos/día}$$

El TPDA en el primer año:

$$TPDA(1 \text{ año}) = TPDA(livianos) + TPDA(buses) + TPDA(camiones)$$

$$TPDA(1 \text{ año}) = 83 + 14 + 21 = 118 \text{ Vehículos/día}$$

Cuando se realiza una apertura de vía es necesario considerar tres tipos de tránsito, que se considera circularán por la carretera generada. Los cuales son:

- Tránsito Generado (Tg): Considerado el 20% del TPDA en el primer año
- Tránsito Atraído (Tat): Considerado el 10% del TPDA actual
- Tránsito Desarrollado (Td): Considerado el 5% del TPDA actual

Cuadro N° 29.- Tránsito Generado (20% TPDA)

Tipo de Vehículo	TPDA 1 año	TPDA generado
Livianos	83	17
Buses	14	3
Camiones	20	4
	TPDA total	24

Fuente: Autor

Cuadro N° 30.- Tránsito Atraído (10% TPDA)

Tipo de Vehículo	TPDA actual	TPDA atraído
Livianos	80	8
Buses	13	1
Camiones	20	2
	TPDA total	11

Fuente: Autor

Cuadro N° 31.- Tránsito Desarrollado (5% TPDA)

Tipo de Vehículo	TPDA actual	TPDA desarrollado
Livianos	80	4
Buses	13	1
Camiones	20	1
	TPDA total	6

Fuente: Autor

Cuadro N° 32.- Tráfico Promedio Diario Anual Actual

Tipo de Vehículo	TPDA actual	TPDA 1 año	TPDA gen	TPDA at	TPDA des	TPDA total
Livianos	80	83	17	8	4	109
Buses	13	14	3	1	1	18
Camiones	20	21	4	2	1	27
TPDA total	113	118	24	11	6	154

Fuente: Autor

El tránsito aproximado de la nueva vía será:

$$T_{aprox} = T_a + T_g + T_{at} + T_d$$

❖ Livianos

$$T_a(\text{livianos}) = 80 + 17 + 8 + 4$$

$$T_a(\text{livianos}) = 109 \text{ Vehículos/día}$$

❖ Buses

$$T_a(\text{buses}) = 13 + 3 + 1 + 1$$

$$T_a(\text{buses}) = 18 \text{ Vehículos/día}$$

❖ Camiones

$$T_a(\text{livianos}) = 20 + 4 + 2 + 1$$

$$T_a(\text{livianos}) = 27 \text{ Vehículos/día}$$

3.1.3.3. Tránsito Futuro

Se utiliza la fórmula propuesta por MOP [3], para una proyección de 20 años:

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

Se procede al cálculo para los próximos 20 años es decir, hasta el 2036, basándose en los factores dados por MOP [3], y que se muestran en el cuadro a continuación.

Cuadro N° 33.- Índice de Crecimiento Vehicular

Período	Tipo de Vehículos		
	Livianos	Buses	Camiones
2010 – 2015	4.47	2.22	2.18
2015 – 2020	3.97	1.97	1.94
2020 – 2025	3.57	1.78	1.74
2025 – 2030	3.25	1.62	1.58

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

Cuadro N° 34.- Tráfico Proyectado 20 años

AÑO	n	ÍNDICE DE CRECIMIENTO (i)%			TPDA FUTURO = $Ta*(1+i)^n$			TOTAL
		Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones	
2016	0	3.97	1.97	1.94	109	18	27	154
2017	1	3.97	1.97	1.94	113	18	28	159
2018	2	3.97	1.97	1.94	118	19	28	165
2019	3	3.97	1.97	1.94	123	19	29	171
2020	4	3.97	1.97	1.94	127	19	29	175
2021	5	3.57	1.78	1.74	130	20	29	179
2022	6	3.57	1.78	1.74	135	20	30	185
2023	7	3.57	1.78	1.74	139	20	30	189
2024	8	3.57	1.78	1.74	144	21	31	196
2025	9	3.57	1.78	1.74	149	21	32	202
2026	10	3.25	1.62	1.58	150	21	32	203
2027	11	3.25	1.62	1.58	155	21	32	208
2028	12	3.25	1.62	1.58	160	22	33	215
2029	13	3.25	1.62	1.58	165	22	33	220
2030	14	3.25	1.62	1.58	171	23	34	228
2031	15	3.25	1.62	1.58	176	23	34	233
2032	16	3.25	1.62	1.58	182	23	35	240
2033	17	3.25	1.62	1.58	188	24	35	247
2034	18	3.25	1.62	1.58	194	24	36	254
2035	19	3.25	1.62	1.58	200	24	36	260
2036	20	3.25	1.62	1.58	207	25	37	269

Fuente: Autor

De acuerdo al MOP [3], y en el cuadro 1 del presente trabajo, el tráfico proyectado a 20 años será mayor a 100 y menor a 300, entonces se considera un camino vecinal clase IV, puesto que el TPDA esperado es de 269 vehículos/día.

3.1.4. Estudio de Suelos

Las propiedades del suelo hallado en campo son de gran importancia, ya que se utilizará como sitio de emplazamiento para la carretera, además se calcula el número estructural mismo que proporciona los espesores del pavimento.

Mientras mejor sea la calidad del suelo disminuyen los espesores de las capas del pavimento, lo que proporciona un diseño económico.

Estos estudios también son necesarios para determinar la estabilidad de los taludes del sitio. Los pasos a seguir para los ensayos se describen a continuación.

- Se procede a la recolección de muestras en sitio, para el posterior ensayo, se las toma cada kilómetro, la excavación debe mínimo de (0.8 x 0.8) metros. Se desecharán por limpieza, los primeros 15 centímetros de excavación.
- Procurar tomar el suelo apropiado para realizar los ensayos, rechazando cualquier tipo de material orgánico que puedan alterar los resultados de los ensayos.
- Identificar cada muestra, 1+000 por ejemplo, sellar bien los sacos y transportar a un laboratorio para realizar los procedimientos necesarios.

3.1.4.1. Contenido de Humedad Natural

Necesario para conocer el comportamiento que adoptará el suelo con la estructura, así como para conocer si se debe realizar alguna clase de mejoramiento al suelo, cambio total o parcial del material o utilizar el existente.

Cuadro N° 35.- Contenido de Humedad

ABSCISA	W% Natural
1 + 000	61.60
2 + 000	56.50
3 + 000	71.90
4 + 000	65.30
5 + 000	60.30

Fuente: Autor

3.1.4.2. Granulometría

Se toma como base el Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (SUCS), utilizado para saber qué tipo de material se tiene en el lugar.

Cuadro N° 36.- Granulometría

Abscisa	Clasificación SUCS	Descripción
1 + 000	SM – SC	Arena limo arcillosa
2 + 000	ML – CL	Limo arcilloso de baja plasticidad
3 + 000	MH	Limo de alta plasticidad
4 + 000	MH	Limo de alta plasticidad
5 + 000	MH	Limo de alta plasticidad

Fuente: Autor

3.1.4.3. Compactación

Busca aumentar la capacidad de soporte del suelo y la estabilidad que posee en sitio, mejora las propiedades mecánicas del terreno, y reduce la relación de vacíos. Ofrece los valores de la humedad óptima y la densidad máxima.

Cuadro N° 37.- Compactación

Abscisa	Humedad Óptima w óptimo	Densidad máxima γ máx (gr/cm ³)
1 + 000	37.6	1.220
2 + 000	28.5	1.460
3 + 000	28.0	1.350
4 + 000	29.0	1.230
5 + 000	32.8	1.312

Fuente: Autor

3.1.4.4. CBR de Diseño

Valor de Soporte California, es un dato fundamental para determinar la estructura del pavimento, en el cuadro a continuación se muestran los datos resultantes del CBR puntual obtenidos de las muestras de suelo.

Cuadro N° 38.- CBR Puntual

Abscisa	CBR (%)
1 + 000	22.10
2 + 000	10.60
3 + 000	13.30
4 + 000	4.30
5 + 000	13.00

Fuente: Autor

Tras las consideraciones anteriores y para la gráfica que proporciona el CBR de diseño se procede a una tabla dada por el Manual Centro Americano de Pavimentos, [24]; de acuerdo al valor de ejes equivalentes se obtendrá el valor percentil con que se dibujará la gráfica N° 38.

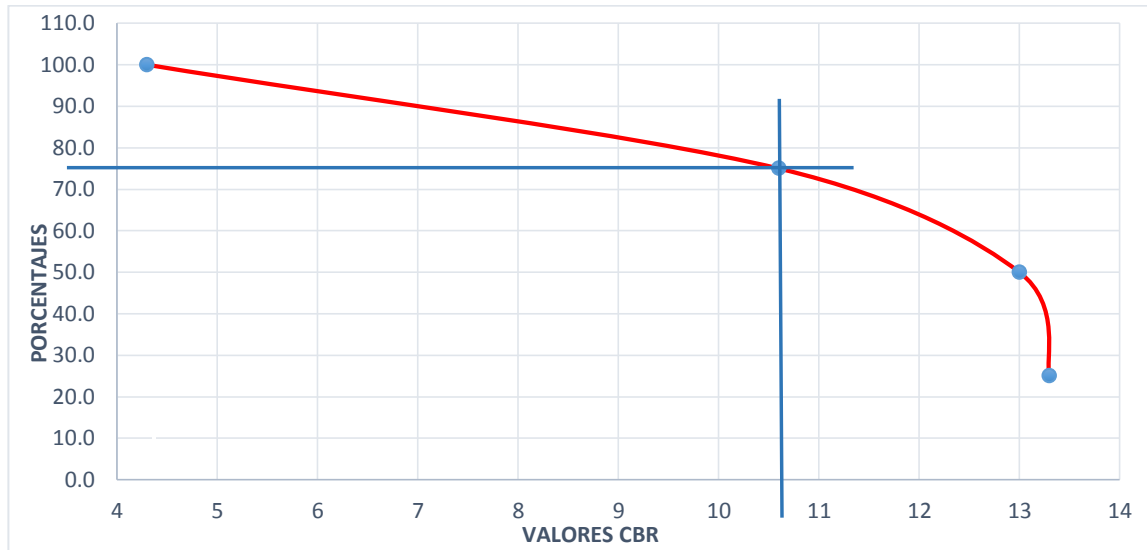
Cuadro N° 39.- Ejes equivalentes para Selección del Porcentaje de CBR

Número de ejes de 8.2 Ton en el carril	Valor percentil para Diseño de Subrasante
$<10^4$	60
$10^4 - 10^6$	75
$>10^6$	87.5

Fuente: Manual Centro Americano de Pavimentos. [24]

El W18 tomado del cuadro N° 43 es 64264, se trabaja con un valor percentil de 75. Además considerando un parámetro de seguridad al diseñar se utiliza el valor de CBR de menor cantidad 2.80, mismo que adopta el 100% y los tres valores más bajos tomarán factores de 75% el de 5.3; 50% el de 6.0 y 25% el de 5.3.

Gráfico N° 30.- Determinación del CBR



Fuente: Autor

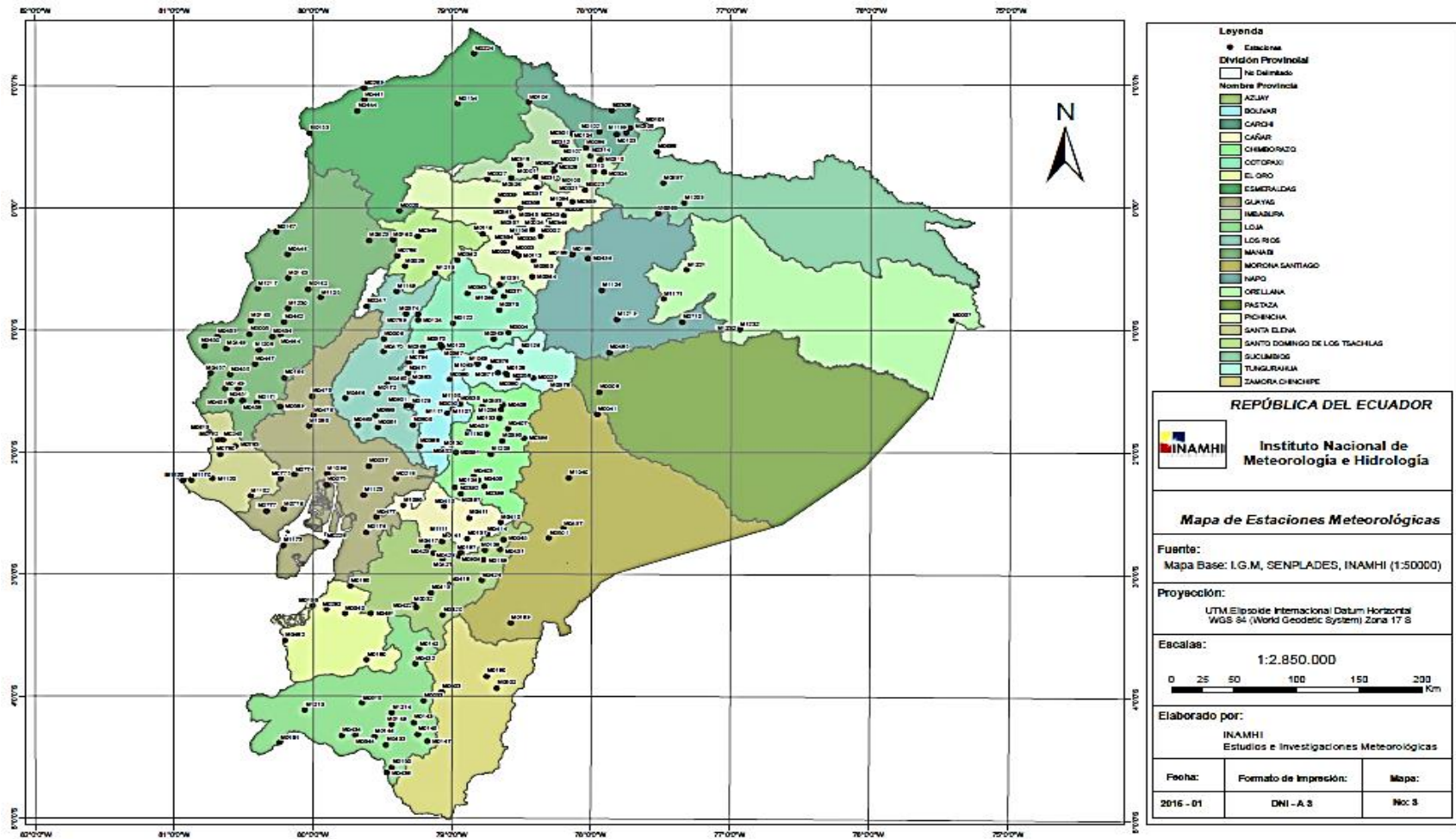
De acuerdo a la gráfica del CBR de diseño, se visualiza que el mismo tiene un valor de 10.7 %

Se debe mencionar que no se toma en cuenta el valor de CBR puntual del primer kilómetro, ya que al estar cerca de una mina el material está mezclado con el procedente del lugar, por lo que da un valor demasiado alto para los suelos de la zona.

3.1.5. Estudio del Clima

Al diseñar cunetas, alcantarillas y demás es necesario realizar un estudio hidrológico de la provincia donde se ubica el proyecto, para conocer la frecuencia de las precipitaciones del sitio y obtener los coeficientes de drenaje.

Gráfico N° 31.- Mapa de Estaciones Meteorológicas del Ecuador



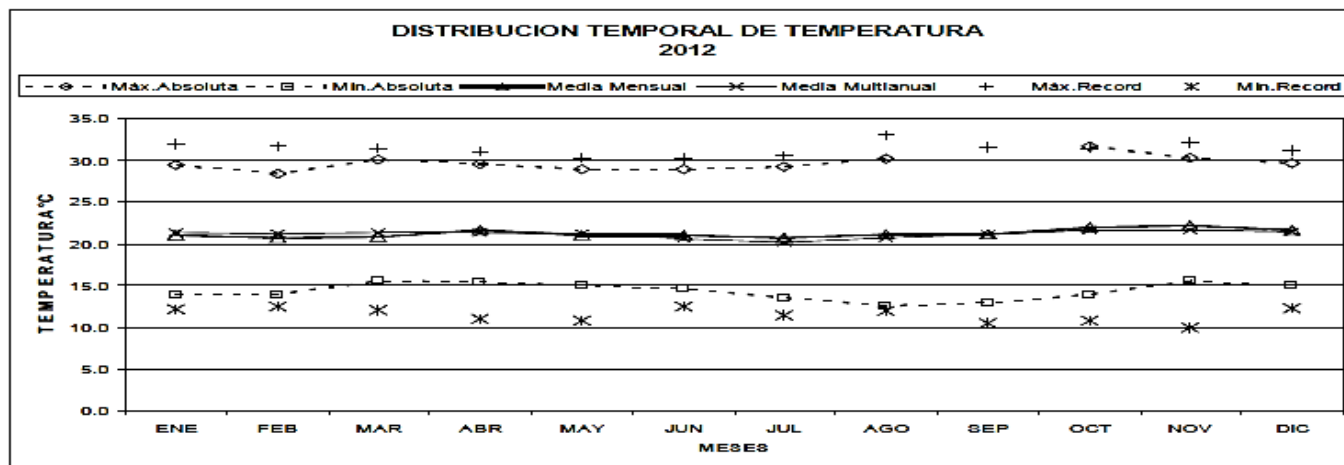
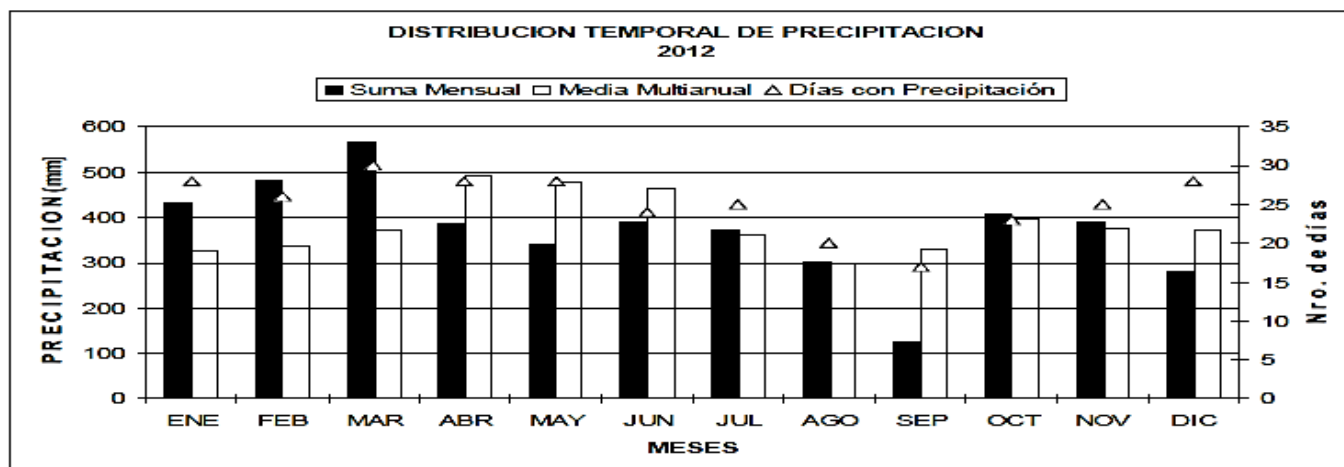
Fuente: “Anuario Meteorológico”, INAMHI [25]

La provincia de Pastaza cuenta con una estación meteorológica en la ciudad del Puyo, misma que según el INAMHI [25], tiene una temperatura máxima de 26.8 °C, una mínima de 17.5 °C, velocidad del viento promedio de 2.0 Km/h y humedad relativa del 88%.

Gráfico N° 32.- Estadísticas de Estaciones Climatológicas

M0008		PUYO												INAMHI					
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)							HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	
		ABSOLUTAS		M E D I A S					Máxima	Minima	Media	Mensual			Máxima en 24hrs	Mensual			
		Máxima	Minima	Máxima	Minima	Mensual	Máxima	Minima	Media	Máxima	Minima	Media	Mensual	Máxima en 24hrs	Mensual				
ENERO	57.6	29.4	24	14.0	24	25.9	17.7	21.0	99	31	53	22	89	19.1	22.1	433.9	62.0	20	28
FEBRERO	36.0	28.4	10	14.0	10	25.3	17.5	20.7	98	1	55	28	89	18.7	21.6	482.5	71.8	18	26
MARZO	55.0	30.1	24	15.6	26	25.5	17.9	20.8	99	22	61	24	91	19.1	22.1	567.6	63.1	26	30
ABRIL	94.3	29.5	28	15.4	25	27.3	18.1	21.6	98	1	59	27	89	19.5	22.7	383.8	76.8	17	28
MAYO	81.8	28.9	30	15.0	30	26.1	18.1	21.0	99	20	60	4	90	19.1	22.1	339.5	56.5	19	28
JUNIO	125.7	28.9	13	14.7	4	26.6	17.4	21.0	99	4	58	16	88	18.7	21.6	389.5	48.9	16	24
JULIO	89.8	29.2	26	13.6	26	26.1	17.2	20.7	99	19	49	20	87	18.3	21.1	372.7	51.0	17	25
AGOSTO	142.4	30.2	23	12.6	6	27.2	16.2	21.1	98	1	49	31	85	18.1	20.8	300.5	77.6	13	20
SEPTIEMBRE	114.7			12.9	17	28.0	16.1	21.1					86	18.3	21.1	125.8	33.1	6	17
OCTUBRE	124.3	31.6	11	14.0	2	28.2	17.7	22.0	98	1	52	11	86	19.4	22.6	406.5	80.8	5	23
NOVIEMBRE	100.2	30.3	2	15.6	10	28.1	17.9	22.2	99	17	58	2	87	19.7	23.0	389.1	71.2	16	25
DICIEMBRE	80.1	29.6	14	15.0	14	27.4	18.3	21.6	99	4	57	19	89	19.5	22.7	278.9	61.9	6	28
VALOR ANUAL	1101.9			12.6		26.8	17.5	21.2					88	19.0	22.0	4470.3	80.8		

MES	EVAPORACIÓN (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												CALMA %	Nro OBS	Vel. Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)					
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs día		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	DIR												
				(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%							
ENERO	60.4	4.6	24	2.0	4	1.3	3	1.0	3	0.0	0	0.0	0	0.0	0	1.0	1	1.0	1	87	93	2.5	N	1.0
FEBRERO	53.6	4.2	13	3.0	1	0.0	0	1.1	10	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	89	87	3.0	N	0.9
MARZO	53.2	4.6	26	1.5	4	1.3	3	1.8	3	1.0	1	0.0	0	1.0	1	1.0	1	0.0	0	86	93	3.0	E	1.0
ABRIL	78.3	4.8	2	1.3	9	1.0	2	1.2	16	0.5	1	1.0	1	0.0	0	1.0	1	0.0	0	70	90	3.0	N	1.2
MAYO	59.0	4.4	23	1.3	3	0.0	0	1.6	13	0.0	0	1.0	3	0.0	0	1.0	1	0.0	0	80	93	5.0	E	0.9
JUNIO	74.2	5.4	16	1.0	1	3.5	4	1.1	8	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	87	90	10.0	NE	1.1
JULIO	63.0	4.3	26	0.8	2	0.0	0	1.1	4	0.0	0	1.0	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	93	93	1.5	E	0.9
AGOSTO	94.6	6.2	23	0.0	0	0.1	1	0.9	4	1.0	1	0.8	2	0.0	0	0.0	0	0.0	0	91	93	1.0	SE	14.5
SEPTIEMBRE	85.4			1.3	2	1.0	1	1.0	4	3.0	1	3.5	1	0.0	0	1.0	1	0.0	0	89	90	3.5	S	1.2
OCTUBRE	90.7	6.1	29	1.2	5	0.0	0	1.3	13	0.0	0	0.5	2	0.0	0	0.8	3	0.0	0	76	93	2.5	E	1.2
NOVIEMBRE	82.1	4.9	28	2.0	6	1.8	2	1.5	11	0.0	0	0.5	2	0.5	1	1.3	2	0.0	0	76	90	4.0	N	1.1
DICIEMBRE	69.9	3.9	20	1.7	8	1.7	7	1.5	12	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	74	93	4.0	E	1.2
VALOR ANUAL	864.4			1.4	4	1.0	2	1.3	8	0.5	0	0.7	1	0.1	0	0.6	1	0.1	0	83		10.0	NE	2.0



Fuente: “Anuario Meteorológico”, INAMHI [25]

3.2.CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

3.2.1. Diseño Horizontal

3.2.1.1. Velocidad de Diseño

Previamente se visualiza en el cuadro N° 1, y se ingresa con el valor esperado a 20 años para conocer el tipo de carretera a diseñar.

La carretera será de tipo IV, es decir un camino vecinal, la estructura se emplazará en un terreno ondulado, consultar con el cuadro N° 6, teniendo una velocidad de diseño recomendada de 60 Km/h y una absoluta de 35 Km/h, valores recomendados tanto para perfil longitudinal como para secciones transversales.

Los valores recomendados son utilizados siempre que el TPDA se encuentre en el límite superior de la categoría de la carretera; y los valores absolutos cuando el TPDA esté cerca del límite inferior de la categoría de la vía o cuando el terreno posea la característica de escarpado. En este caso se optará por los valores absolutos, debido a la dificultad de acceso al lugar.

3.2.1.2. Velocidad de Circulación

De acuerdo a las recomendaciones del MOP [3], siempre y cuando el TPDA sea menor a 1000 se utiliza la siguiente fórmula:

$$Vc = 0.8Vd + 6.5$$

$$V_c = 0.8 * (35 \text{ Km/h}) + 6.5$$

$$V_c = 34.5 \text{ Km/h}$$

3.2.1.3. Distancia de Visibilidad

Distancia de Frenado

Con las siglas DVP y se calculan con las expresiones a continuación:

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

Fricción longitudinal:

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

$$f = \frac{1.15}{(35 \text{ Km/h})^{0.3}}$$

$$f = 0.396$$

Entonces:

$$DVP = 0.7(35 \text{ Km/h}) + \frac{(35 \text{ Km/h})^2}{254(0.396)}$$

$$DVP = 36.68 \text{ m}$$

Se ingresa al cuadro del Anexo D-1, del cual se toma el valor, distancia de visibilidad de parada redondeado de:

$$DVP = 35 \text{ m}$$

Distancia de Adelantamiento

Utilizar la expresión simplificada a continuación tomada del MOP [3].

$$DVR = 9.54V - 218$$

$$DVR = 9.54(35 \text{ Km/h}) - 218$$

$$DVR = 115.9 \text{ m}$$

Se procede al Anexo D-2, del cual se toma el valor distancia mínima de rebasamiento recomendado de:

$$DVR = 130 \text{ m}$$

3.2.1.4. Peralte

La recomendación sugerida para vías de dos carriles con velocidades mayores a los 50 Km/h es de 10%; mientras que para caminos vecinales tipo IV, V, VI con capa granular y velocidades inferiores a los 50 Km/h es de 8%.

La velocidad de diseño del presente proyecto es de 35 Km/h por lo tanto el peralte máximo a tomar en cuenta es del 8%.

3.2.1.5. Radio Mínimo de Curvatura

De igual forma se utilizará la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras [3], para obtener este parámetro con el fin de otorgar seguridad y comodidad de tránsito con la siguiente expresión:

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

Donde:

R = Radio mínimo de curvatura

V = Velocidad de diseño

f = Coeficiente de fricción lateral máximo (0.16 a 0.40)

e = peralte máximo de la curva

Entonces:

$$R = \frac{(35 \text{ Km/h})^2}{127(0.08 + 0.40)}$$

$$R = 20.10 \text{ m}$$

Según el cuadro N° 19 del presente trabajo, tomar el Radio Mínimo Recomendado, para un peralte del 8% es:

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

3.2.2. Diseño Vertical

3.2.2.1. Gradientes

Las gradientes para el proyecto se tomarán del cuadro N° 21 dado en el Capítulo II, en el cual se presenta un valor del 8% para una carretera tipo IV.

La longitud máxima a la que se podrá cambiar de gradiente será a los 1000 m. Según norma [3]. De igual forma la gradiente mínima recomendada es de 0.5%.

3.2.2.2. Curvas Verticales Cóncavas y Convexas

$$Lv = K * A$$

Donde:

Lv = Longitud de la curva vertical

A = Diferencia existente entre dos gradientes consecutivas (Valor Absoluto)

K = Coeficiente

- Curva Cóncava $K = 5$
- Curva Convexa $K = 3$

Un valor a ser tomado en cuenta es la longitud mínima de la curva vertical, se la determina a partir de la siguiente expresión:

$$L_{v\text{mín}} = 0.60 * V$$

$$L_{v\text{mín}} = 0.60 * (35 \text{ Km/h})$$

$$L_{v\text{mín}} = 21 \text{ m}$$

3.2.3. Diseño Trasversal

3.2.3.1. Ancho de la Calzada

Recurrir nuevamente al Capítulo II, Cuadro N° 23, para conocer el ancho recomendable que debe tener la vía de acuerdo a sus características, por lo tanto al ser una carretera tipo IV este parámetro será igual a 6.00 metros.

3.2.3.2. Bombeo

Según MOP [3]; y mediante el cuadro a continuación, para determinar el bombeo se debe conocer la clase de carretera, al tener una vía tipo IV este parámetro será de 2.5-4.0, por razones de seguridad al saber que la zona presenta altas cantidades de precipitaciones se propone un bombeo del 4%.

Cuadro N° 40.- Valores de pendiente Transversal Recomendados

Clase de Carretera	Pendiente
R – I ó R – II > 8000 TPDA	1.5 a 2
I 3000 a 8000 TPDA	1.5 a 2
II 1000 a 3000 TPDA	2
III 300 a 1000 TPDA	2
IV 100 a 300 TPDA	2.5 a 4
V menos de 100 TPDA	4

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

3.2.3.3.Espaldones

De acuerdo al Cuadro N° 24 ubicado en el Capítulo II del presente, y al ser un camino vecinal tipo IV, considerar un espaldón de 0.60 metros.

3.2.4. Diseño del Pavimento

Se utiliza la fórmula expresada en el Capítulo II del presente trabajo, con el objetivo de determinar un número estructural SN, para así conocer los espesores de la estructura del pavimento.

La siguiente expresión se utiliza para el diseño de pavimento flexible:

$$\text{Log}_{10}W_{18} = Z_r S_0 + 9.36 \text{Log}_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10} \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}}{\frac{0.40 + 1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10}M_r - 8.07$$

Donde:

W18 = Número de cargas de ejes equivalentes de 80 KN, calculadas respecto a la circulación de los vehículos

Zr = Área que se encuentra bajo una curva de distribución que está relacionada con la curva estandarizada para la confiabilidad R

So = Desviación estándar de todas las variables

ΔPSI = Pérdida de la serviciabilidad

Mr = Módulo de resiliencia de la subrasante

SN = Número estructural

3.2.4.1. Ejes Equivalentes Acumulados según el Período de Diseño (W18)

Primero determinar el período de diseño para el que la vía se diseñará, por lo tanto, y según el Capítulo II, Cuadro N° 11 dado por AASHTO [17], se debe tener en cuenta además que este factor se debe tomar considerando la economía del proyecto.

El proyecto será pavimentado, entonces se considera el factor para pavimento de bajo volumen, con un período de diseño de 15 a 25 años.

Otro parámetro a tener en cuenta es el factor de daño que ocasionarán los vehículos que transitan por la vía, razón por la cual, y según MOP [3], se recurre al cuadro expresado a continuación.

Cuadro N° 41.- Factores de Daños de acuerdo al Tipo de Vehículo (FD)

Tipo	Simple		Simple Doble		Tándem		Tridem		Factor de diseño
	Ton	(p/6.6)^4	Ton	(p/6.6)^4	Ton	(p/6.6)^4	Ton	(p/6.6)^4	
Bus	4	0.13	8	0.91					1.04
C-2P	2.5	0.02							1.29
	7	1.27							
C-2G	6	0.68	11	3.24					3.92
C-3	6	0.68			18	2.08			2.76
C-4	6	0.68					25	1.4	2.08
C-5	6	0.68			18	2.08			2.76
C-6	6	0.68			18	2.08	25	1.4	4.16

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP 2003 [3]

Tras el conteo de vehículos para el cálculo del TPDA, se pudo determinar que los automotores que transitarán por la vía serán buses y los camiones de 2 ejes, en consecuencia el factor de daño será de 1.04 y 1.29 respectivamente.

Factor de Distribución por Carril.

Para conocer el porcentaje que se toma en cuenta en la circulación se recurre al Cuadro N° 12 en el que se puede observar que depende de la cantidad de carriles para el que se diseñará el proyecto.

Según AASHTO [17], en este caso en particular se utilizará el 100% ya que solo se diseña un carril por ser un camino vecinal de IV orden.

Factor de Distribución por Dirección

A continuación se indica la distribución por dirección según AASHTO [17].

Cuadro N° 42.- Factor de Distribución por Dirección

Números de Carriles en ambas Direcciones	% de Vehículos en el Carril de Diseño
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

Fórmula para el cálculo del número de ejes equivalentes:

$$W18_{total} = 365 * TPDA_{final} * FD$$

$$W18_{parcial} = (365 * TPDA_{final(bus)} * FD) + (365 * TPDA_{final(camión)} * FD)$$

$$W18_{parcial} = (365 * 25 * 1.04) + (365 * 37 * 1.29)$$

$$W18_{parcial} = 26911$$

$$W18_{acumulado} = 26911 + 458239$$

$$W18_{acumulado} = 485151$$

Cuadro N° 43.- Número de Ejes Equivalentes

AÑO	n	ÍNDICE DE CRECIMIENTO (i)%			TPDA FUTURO = $Ta*(1+i)^n$			TOTAL	W18 Parcial	W18 Acumulado	W18 Diseño
		Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones				
2016	0	3.97	1.97	1.94	109	18	27	154	19546	19546	9773
2017	1	3.97	1.97	1.94	113	18	28	159	20017	39562	19781
2018	2	3.97	1.97	1.94	118	19	28	165	20396	59959	29979
2019	3	3.97	1.97	1.94	123	19	29	171	20867	80826	40413
2020	4	3.97	1.97	1.94	127	19	29	175	20867	101693	50846
2021	5	3.57	1.78	1.74	130	20	29	179	21247	122939	61470
2022	6	3.57	1.78	1.74	135	20	30	185	21718	144657	72328
2023	7	3.57	1.78	1.74	139	20	30	189	21718	166374	83187
2024	8	3.57	1.78	1.74	144	21	31	196	22568	188942	94471
2025	9	3.57	1.78	1.74	149	21	32	202	23039	211981	105991
2026	10	3.25	1.62	1.58	150	21	32	203	23039	235020	117510
2027	11	3.25	1.62	1.58	155	21	32	208	23039	258059	129029
2028	12	3.25	1.62	1.58	160	22	33	215	23889	281948	140974
2029	13	3.25	1.62	1.58	165	22	33	220	23889	305837	152919
2030	14	3.25	1.62	1.58	171	23	34	228	24740	330577	165288
2031	15	3.25	1.62	1.58	176	23	34	233	24740	355317	177658
2032	16	3.25	1.62	1.58	182	23	35	240	25211	380527	190264
2033	17	3.25	1.62	1.58	188	24	35	247	25590	406117	203059
2034	18	3.25	1.62	1.58	194	24	36	254	26061	432178	216089
2035	19	3.25	1.62	1.58	200	24	36	260	26061	458239	229120
2036	20	3.25	1.62	1.58	207	25	37	269	26911	485151	242575

Fuente: Autor

Se concluye que el valor total de ejes equivalentes para el año 2036 es de 242575.

Con el valor encontrado se recurre al Cuadro N° 16 dado por AASHTO [17], la misma se la encuentra en el Capítulo II.

Del cual se concluyen factores que sirven como guía en el cálculo de los espesores para las capas del pavimento:

✓ **Carpeta asfáltica:** $D1 = 2.5 \text{ pulg} = 6.35 \text{ cm} \approx 5 \text{ cm}$

✓ **Base granular** : $D2 = 4.0 \text{ pulg} = 10.16 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$

3.2.4.2. Confiabilidad “R”

La confiabilidad es un factor que da la probabilidad de que la estructura funcione igual o mejor a lo previsto, misma que viene dada en función al tipo de carretera que se diseña, en el presente trabajo se puede encontrar el cuadro N° 13 sugerido por AASHTO [17], para el caso de un camino vecinal de tipo IV y cuando está ubicado en una zona rural, se tiene un valor que va de 50-80, se ocupa un promedio, es decir 70%.

3.2.4.3. Desviación Estándar Normal Z_r

Ver Cuadro N° 14 ubicado en el Capítulo II, ingresar con la confiabilidad del 70% (que se le da al pavimento), para este caso en particular se tiene una desviación estándar normal de -0.524, de acuerdo a la sugerencia de [17].

3.2.4.4. Desviación Estándar Global “So”

Según estudios del AASHTO [17], mismos que se encontrarán en el Capítulo II del proyecto en curso, para pavimentos flexibles se tiene una desviación estándar global de 0.40 y 0.50; para este caso en particular se utiliza un promedio de ambos es decir 0.45.

3.2.4.5. Índice de Serviciabilidad “PSI”

Se determina en función de la calidad de servicio que proporciona el pavimento a los usuarios de la vía, la información se puede encontrar en el Capítulo II del presente proyecto.

La expresión a ocupar será la siguiente:

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

Según investigaciones del AASHTO [17], para pavimento flexible el PSI_{inicial} debe considerarse con un valor de 4.2, mientras que para el PSI_{final} valores entre 2.5 o 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.

Entonces:

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

Se ingresa al Cuadro N° 15, al ser un valor de 2.2 entra en el rango de una calificación regular para la vía a diseñar.

3.2.4.6. Módulo de Resiliencia de la Subrasante “Mr”

En el Capítulo II se muestran ecuaciones para el cálculo de Mr, estas ecuaciones son sugeridas por AASHTO [17], y están dadas en función del CBR y el módulo de resiliencia de la subrasante.

- ✓ **Mr (PSI) = 1500 * CBR para CBR < 10% (sugerido por AASHTO)**
- ✓ **Mr (PSI) = 3000 * CBR^{0.65} 7.2 % < CBR < 20% (ecuación desarrollada por Sudáfrica)**
- ✓ **Mr (PSI) = 4326 * lnCBR + 241 (utilizada en suelos granulares por AASHTO)**

El CBR es de 10.7%, en consecuencia se utiliza la segunda fórmula por ser un valor superior a 7.2% e inferior a 20%. Así:

$$Mr (PSI) = 3000 * CBR^{0.65}$$

$$Mr (PSI) = 3000 * (10.7)^{0.65}$$

$$Mr (PSI) = 14003 PSI$$

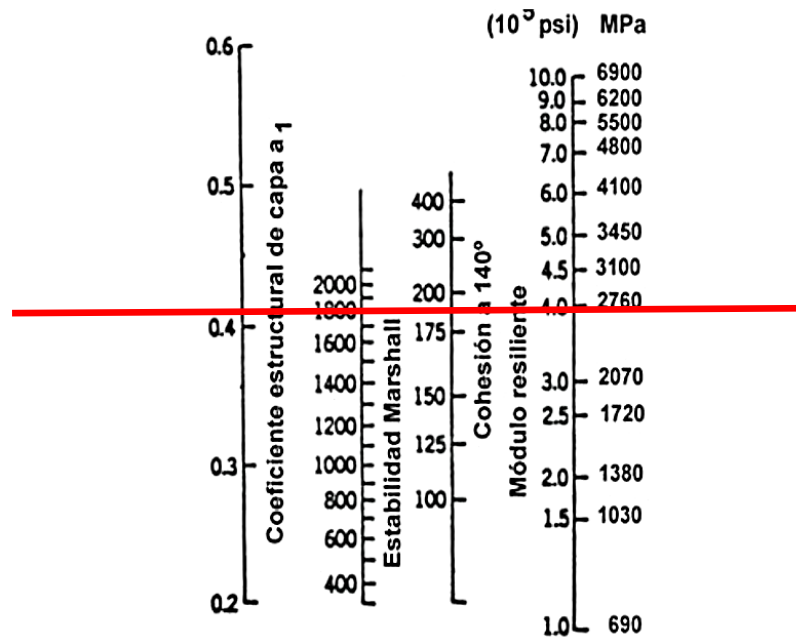
$$Mr (PSI) = 14.0 KSI$$

3.2.4.7. Coeficientes de la Carpeta Asfáltica

Son factores dados por AASHTO [17], para el diseño de la carpeta asfáltica, estos coeficientes son a_1 , a_2 y a_3 , mismos que están dados por los cuadros expresados en el Capítulo II del presente trabajo.

Coeficiente a_1

Gráfico N° 13.- Ábaco para estimación del Coeficiente Estructural a_1



Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

El diseño de la vía se basa en las normas AASHTO 93 [17], ésta sugiere el Método Marshall con una estabilidad mínima de 1800 lb para el diseño de una mezcla asfáltica de pavimentación. Por lo que se trazó la línea en el nomograma anterior para la determinación del coeficiente estructural a_1 .

Por factores de seguridad se procede a una interpolación del coeficiente estructural a_1 , mismo que se muestra en el cuadro a continuación.

Cuadro N° 44.- Valores de a_1

Módulos Elásticos		Valores a_1
Psi	Mpa	
125000	875	0.220
150000	1050	0.250
175000	1225	0.280
200000	1400	0.295
225000	1575	0.320
250000	1750	0.330
275000	1925	0.350
300000	2100	0.360
325000	2275	0.375
350000	2450	0.850
375000	2625	0.405
400000	2800	0.420
425000	2975	0.435
450000	3150	0.440

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

De acuerdo al cuadro anterior la interpolación se realizarán entre valores de (375000 y 400000) psi.

Diferencia:

$$400000 - 375000 = 25000$$

$$0.420 - 0.405 = 0.015$$

Entonces:

A diagram illustrating a cross-connection between values. It consists of four numbers arranged in a 2x2 grid: 25000 (top-left), 0.015 (top-right), 2000 (bottom-left), and a1 (bottom-right). Two red arrows originate from the top row: one from 25000 pointing to a1, and one from 0.015 pointing to 2000. These two arrows cross each other in the center of the grid.

$$a1 = \frac{2000 * 0.015}{25000} = 0.0012$$

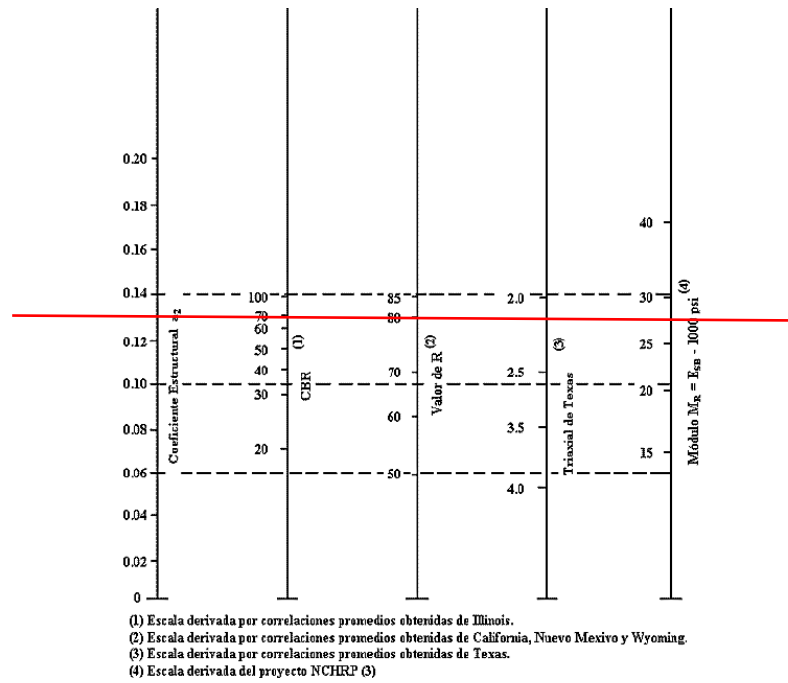
$$a1 = 0.420 - 0.0012$$

$$a1 = 0.419$$

Coefficiente a2:

Según [17], El coeficiente estructural a2 se dará para la capa base, el cual debe tener un CBR igual o mayor que 80%, de acuerdo a las consideraciones del presente proyecto al ser un camino vecinal de orden IV, se considera un CBR del 80%.

Gráfico N° 14.- Ábaco para estimación del Coeficiente Estructural a2



Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

Cuadro N° 45.- Valores de a2

CBR%	Valores a2
35	0.100
40	0.105
45	0.112
50	0.115
55	0.120
60	0.125
70	0.130
80	0.133
90	0.137
100	0.140

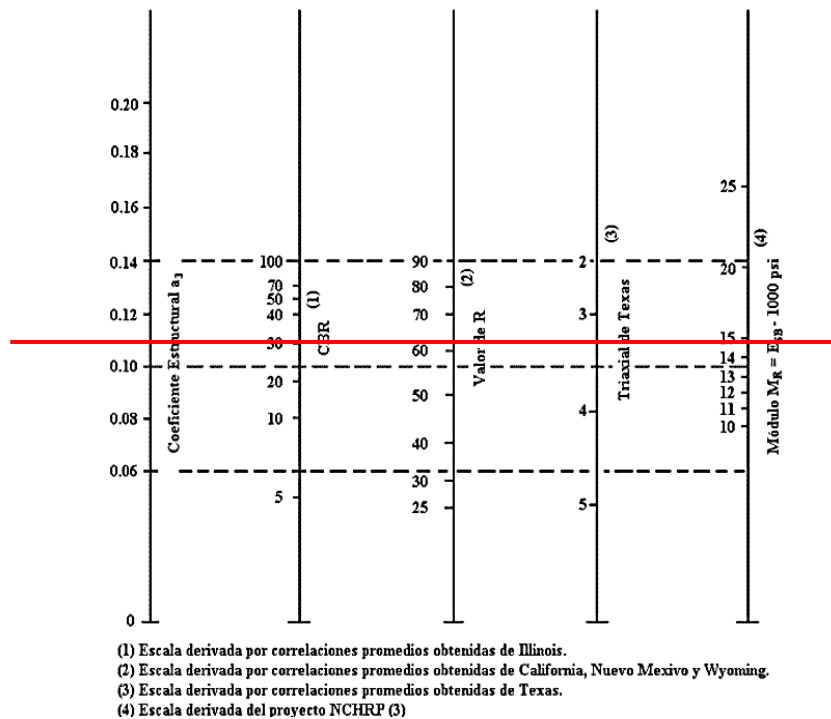
Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

De acuerdo a la tabla propuesta anteriormente para un CBR de 80% se tiene un $a_2 = 0.133$.
Y un módulo de elasticidad de 29 Ksi para la capa Base.

Coefficiente a_3 :

El coeficiente estructural a_3 tiene relación directa con la sub base de la estructura, y según [17], que sugiere utilizar un CBR del 30% para esta capa, se traza en el gráfico mostrado en el Capítulo II del presente trabajo así:

Gráfico N° 15.- Ábaco para estimación del Coeficiente Estructural a_3



Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

Para valores más acertados se sugiere entrar al cuadro sugerido por [17].

Cuadro N° 46.- Valores de a₃

CBR	a₃
10	0.08
15	0.09
20	0.093
25	0.102
30	0.108
35	0.115
40	0.12
45	0.125
50	0.128
55	0.13
60	0.135
65	0.138
70	0.14

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

Utilizando un CBR del 30% se observa un valor de $a_3 = 0.108$, y según el nomograma anterior un módulo de elasticidad de 15.0 Ksi para la capa sub base.

3.2.4.8. Coeficientes de Drenaje m2 y m3

Se lo realiza en base a los cuadros N° 17 y N° 18 y de acuerdo a estudios realizados por [17], dados en función de la calidad del drenaje que poseerá el pavimento.

Se considera la calidad del drenaje como buena, lo que quiere decir que el tiempo de eliminación del agua al 50% de saturación, se lo realizará en un día completo.

Estimando además que el pavimento estará expuesto a un 25% de humedad, ya que la ciudad del Puyo posee constantes y abultadas precipitaciones, razón por la cual y según datos tabulados se tiene un m2 y m3 de 1.00.

3.2.4.9. Cálculo del Número Estructural “SN”

Utilizar la ecuación AASHTO 93, misma que está propuesta para obtener los anchos de las capas del asfalto, esto se logra al utilizar los datos tabulados a continuación.

Cuadro N° 47.- Valores propuestos para determinar SN

DATOS OBTENIDOS PARA EL CÁLCULO DE “SN”	
Tipo de Pavimento	Flexible
TPDA 2036	269
Período de diseño	20 años
Ejes equivalentes	242575
Clasificación de la vía	IV orden
Serviciabilidad inicial	4.2
Serviciabilidad final	2.0
CBR de la subrasante	10.7%
Confiabilidad	70%
Desviación estándar	-0.524
Desviación global	0.45
Módulo de resiliencia de Subrasante	14003 psi
Módulo de resiliencia de capa base	29000 psi
Módulo de resiliencia de capa sub base	15000 psi
Coefficiente a1	0.419
Coefficiente a2	0.133
Coefficiente a3	0.108
Coefficiente m2 y m3	1.00

Fuente: Autor

Ingresar los datos a Ecuación AASHTO 93:

Gráfico N° 33.- Cálculo del Número Estructural “SN”

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93" with the following fields and values:

- Tipo de Pavimento:** Pavimento flexible, Pavimento rígido
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** Reliability (R) dropdown, So = 0.45
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.2, PSI final = 2
- Módulo resiliente de la subrasante:** Mr = 14003 psi
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Empty input fields for Ec, Sc, J, and Cd.
- Tipo de Análisis:** Calcular SN, Calcular W18
- W18 =** 242575
- Número Estructural:** SN = 1.71
- Buttons:** "Calcular" and "Salir"

Fuente: “Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento”, AASHTO 93. [17]

Gráfico N° 34.- Cálculo de la Estructura del Pavimento según “AASHTO 93”

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MÉTODO AASHTO 1993			
PROYECTO:	Camino vecinal Jaime Roldós Aguilera hacia La independencia		TRAMO Único
SECCIÓN	: km 0+000 a km 6+570	FECHA	Octubre 2016
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (ksi)			395.00
B. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			29.00
C. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			15.00
2. DATOS DE TRÁFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			242,575
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESVIACIÓN ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0.524
DESVIACIÓN ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MÓDULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			14.00
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACIÓN DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0.419
Base granular (a2)			0.133
Subbase (a3)			0.108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			1.000
Subbase (m3)			1.000
DATOS DE SALIDA :			
NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		1.71	
NÚMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFÁLTICA (SN _{CA})		0.70	
NÚMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		0.49	
NÚMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		0.52	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEÓRICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFÁLTICA (cm)	4.2 cm	5.0 cm	0.82
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	9.4 cm	10.0 cm	0.52
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	12.2 cm	15.0 cm	0.64
ESPESOR TOTAL (cm)		30.0 cm	1.99
Diseñado por: Miguel Fernando Laica Moreira			

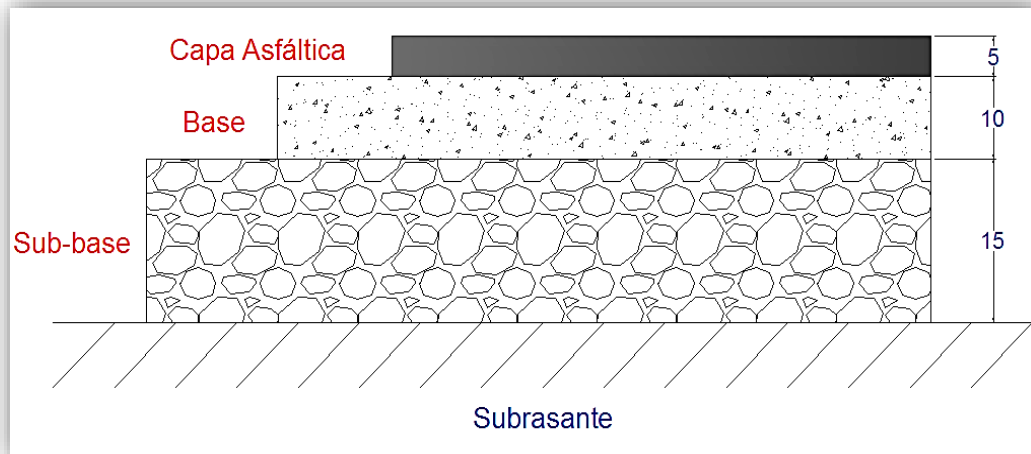
Fuente: Autor

De acuerdo al gráfico N° 33 en ecuación AASHTO se encuentra un $SN_{req} = 1.71$, tras el cálculo con los parámetros obtenidos, en las condiciones y el lugar indicados se obtiene un $SN_{pro} = 1.82$, entonces:

$$SN_{req} < SN_{pro}$$

$$1.71 < 1.99 \quad \text{OK}$$

Gráfico N° 35.- Espesores de las Capas del Pavimento



Fuente: Autor

3.2.5. Propiedades de los Materiales del Pavimento

Es importante conocer las especificaciones que tendrá cada capa, el tipo de material a ocupar y conocer las características de las mismas.

3.2.5.1. Sub base

Por la disponibilidad del material y las características de los suelos en el lugar, se recomienda una sub base clase 3, misma que estará compuesta de agregados naturales y procesados y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados en el cuadro a continuación. [26]

Cuadro N° 48.- Granulometría Recomendada para Sub base

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

Fuente: “Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes”

MTOP-001-F-2002 [26]

3.2.5.2. Base

Debido a la dificultad de mezclar en una planta de trituración, se utiliza una base clase 2, la misma que está constituida por fragmentos de roca o grava triturada, cuya fracción de agregado grueso será molido al menos el 50% en peso, esta base deberá estar graduada uniformemente dentro de los límites granulométricos que se indican en el siguiente cuadro. [26]

Cuadro N° 49.- Granulometría Recomendada para Base

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1" (25.4 mm)	100
3/4" (19.0 mm)	70 - 100
3/8" (9.5 mm)	50 - 80
N° 4 (4.75 mm)	35 - 65
N° 10 (2.00 mm)	25 - 50
N° 40 (0.425 mm)	15 - 30
N° 200 (0.075 mm)	3 - 15

Fuente: “Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes”

MTOP-001-F-2002 [26]

3.2.5.3. Capa de Rodadura

Para este caso en particular se considera utilizar hormigón asfáltico, consiste en la construcción de capas de rodadura del mismo constituido por agregados en la granulometría especificada en el cuadro que se muestra a continuación, relleno mineral si es necesario, y material asfáltico, los mismos que se mezclan en caliente, y se colocan sobre una base debidamente preparada. [26]

Cuadro N° 50.- Granulometría Recomendada para Capa de Rodadura

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	3/4"	1/2"	3/8"	N° 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
N° 4 (4.75 mm)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
N° 8 (2.36 mm)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100
N° 16 (1.18 mm)	--	--	--	40 - 80
N° 30 (0.60 mm)	--	--	--	25 - 65
N° 50 (0.30 mm)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
N° 100 (0.15 mm)	--	--	--	3 - 20
N° 200 (0.075 mm)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10

Fuente: "Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes"

MTOP-001-F-2002 [26]

De igual forma [26], define el porcentaje de agregado que utilizará para esta mezcla en caliente, y se puede observar a continuación.

Cuadro N° 51.- Porcentajes de Agregados Necesarios

TAMIZ	Agregados		Porcentaje Utilizado
	Pasa	Retiene	
Grueso	1"	3/4"	10%
Medio	3/4"	3/8"	25%
Fino	3/8"	200	65%

Fuente: “Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes”

MTOF-001-F-2002 [26]

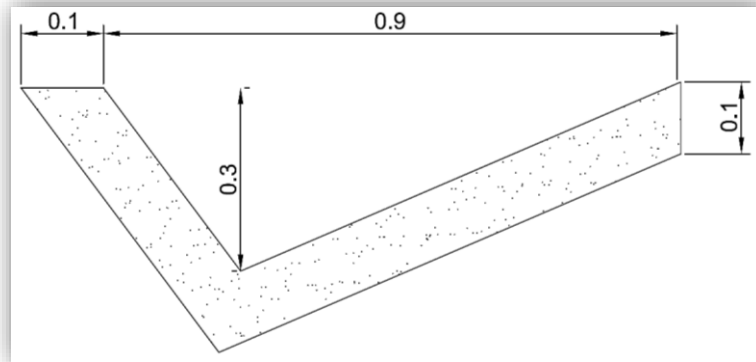
3.2.6. Diseño de Obras Complementarias

3.2.6.1. Diseño de Cunetas

Las cunetas son necesarias en toda infraestructura vial, para desalojar el exceso de agua atraída por la misma, están ubicadas paralelamente a la carretera, y facilitan la conducción del agua hacia puntos de drenaje o alcantarillas.

Se escoge una cuneta triangular principalmente por la facilidad de construcción y limpieza, basados en los principios de canales abiertos con flujo uniforme, se la considera de sección llena de esta forma se imagina el escenario más hostil, pretendiendo con esto darle un factor de seguridad a la obra.

Gráfico N° 36.- Dimensiones de la Cuneta



Fuente: Autor

Se procede al cálculo con la fórmula de Manning:

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

Donde:

V = Velocidad del flujo (m/s)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

R = Radio hidráulico

J = Peralte de la cuneta (%)

El coeficiente de Manning se lo visualiza en el cuadro propuesto a continuación, y se lo tomará en función del tipo de superficie que tendrá la cuneta.

Cuadro N° 52.- Coeficiente de Rugosidad

TIPO DE SUPERFICIE	N
Tierra lisa	0.02
Césped con más de 15 cm	0.04
Césped con menos de 15 cm	0.06
Revestimiento rugoso de piedra	0.04
Cunetas revestidas de hormigón	0.016

Fuente: “Reglamento Técnico Ecuatoriano” INEN 2010 [27]

En el presente diseño se lo revestirá con hormigón de $f'c$ 180 kg/cm²; por lo tanto el coeficiente de rugosidad será de 0.016 según [27]

Se procede a calcular el radio hidráulico con la siguiente expresión:

$$R = \frac{Am}{Pm}$$

Donde:

R = Radio hidráulico

Am = Área mojada

Pm = Perímetro mojado

Según las dimensiones de la cuneta propuestas en el gráfico N° 36 se procede:

$$Am = \frac{b \cdot h}{2}$$

$$Pm = \sqrt{a^2 + b^2} + \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$Am = \frac{0.90 \cdot 0.30}{2}$$

$$Pm = \sqrt{0.20^2 + 0.30^2} + \sqrt{0.70^2 + 0.30^2}$$

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

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

Entonces:

$$R = \frac{0.135}{1.12}$$

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

Ecuación de Manning:

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

$$V = 15.29 * J^{1/2}$$

Posteriormente se utiliza la ecuación de continuidad para caudales:

$$Q = A * V$$

Donde:

Q = Caudal de diseño (m³/s)

A = Área de la sección (m²)

V = Velocidad del flujo (m/s)

Entonces reemplazar V:

$$Q = 0.135 * 15.29 * J^{1/2}$$

$$Q = 2.06 * J^{1/2}$$

El caudal de diseño y la velocidad de flujo están en función de la pendiente, por lo que se propone el cuadro a continuación para conocer las variables con diferentes gradientes.

Cuadro N° 53.- Velocidades y Caudales según la Pendiente

J%	J	V (m/seg)	Q (m3/seg)
0.50	0.005	1.081	0.146
1.00	0.010	1.529	0.206
1.50	0.015	1.873	0.252
2.00	0.020	2.162	0.291
2.50	0.025	2.418	0.326
3.00	0.030	2.648	0.357
3.50	0.035	2.86	0.385
4.00	0.040	3.058	0.412
4.50	0.045	3.243	0.437
5.00	0.050	3.419	0.461
5.50	0.055	3.586	0.483
6.00	0.060	3.745	0.505
6.50	0.065	3.898	0.525

7.00	0.070	4.045	0.545
7.50	0.075	4.187	0.564
8.00	0.080	4.325	0.583
8.50	0.085	4.458	0.601
9.00	0.090	4.587	0.618
9.50	0.095	4.713	0.635
10.00	0.100	4.835	0.651
10.50	0.105	4.955	0.668
11.00	0.110	5.071	0.683
11.50	0.115	5.185	0.699
12.00	0.120	5.297	0.714
12.50	0.125	5.406	0.728
13.00	0.130	5.513	0.743
13.50	0.135	5.618	0.757
14.00	0.140	5.721	0.771

Fuente: Autor

Para una pendiente bastante grande como es de 14% se tiene un caudal máximo de 0.771 m³/seg a una velocidad de 5.721 m/seg.

El caudal a ser desalojado se calcula:

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

Donde:

Q = Caudal máximo esperado (m³/s)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvia de diseño

A = Área de drenaje

El coeficiente de escorrentía se obtendrá del cuadro a continuación.

Cuadro N° 54.- Coeficientes de Escorrentía

POR LA TOPOGRAFÍA (Ct)	C
Plana con pendiente de 0.2 a 0.6 m/km	0.3
Colinas con pendientes de 3.0 a 4.0 m/km	0.2
Colinas con pendientes de 30 a 50 m/km	0.1
POR EL TIPO DE SUELO (Cs)	C
Arcilla compacta impermeable	0.1
Combinación de limo y arcilla	0.2
Suelo limo arenoso no muy compactado	0.4
POR LA CAPA VEGETAL (Cv)	C
Terrenos cultivados	0.1
Bosques	0.2

Fuente: Tesis de Grado, Campos Villafuerte Ángel Javier [4]

La expresión para el cálculo del coeficiente de escorrentía:

$$C = 1 - \Sigma c'$$

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

$$C = 0.5$$

Según INAMHI [25], la intensidad “I” se la debe calcular con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{4.14 * T^{0.18} * P_{m\acute{a}x}}{t^{0.58}}$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia de diseño

T = Período de retorno (10 años)

P_{máx} = Precipitación máxima (567.60 mm) Gráfico N° 40

t = Tiempo de precipitaciones (minutos)

Se utiliza la fórmula de Rowe para el cálculo del tiempo de concentración:

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

Donde:

tc = Tiempo de concentración (minutos)

L = Longitud máxima entre dos alcantarillas (500 m, recomendado)

H = Diferencia de nivel desde la salida a la llegada del agua

La pendiente máxima considerada es del 12% para este proyecto

$$H = L * g\%$$

$$H = 500 * 12\%$$

$$H = 60 \text{ m}$$

Entonces:

$$tc = 0.0195 \left(\frac{500^3}{60} \right)^{0.385}$$

$$tc = 5.28 \text{ min}$$

Intensidad de lluvia

$$I = \frac{4.14 * 10^{0.18} * 567.60}{5.28^{0.58}}$$

$$I = 1354.92 \text{ mm/hora}$$

Área del drenaje

Se considera la longitud máxima entre alcantarillas (500 m, recomendado), el ancho de calzada (3 m, por ser camino vecinal) y el ancho de la cuneta (1 m, propuesto). Entonces:

$$A = (\text{Ancho}_{\text{Calzada}} + \text{Ancho}_{\text{Cuneta}}) * L$$

$$A = (3 + 1) * 500$$

$$A = 2000 \text{ m}^2 = 0.20 \text{ Ha}$$

Entonces:

$$Q = \frac{0.50 * 1354.92 * 0.20}{360}$$

$$Q = 0.376 \text{ m}^3/\text{seg}$$

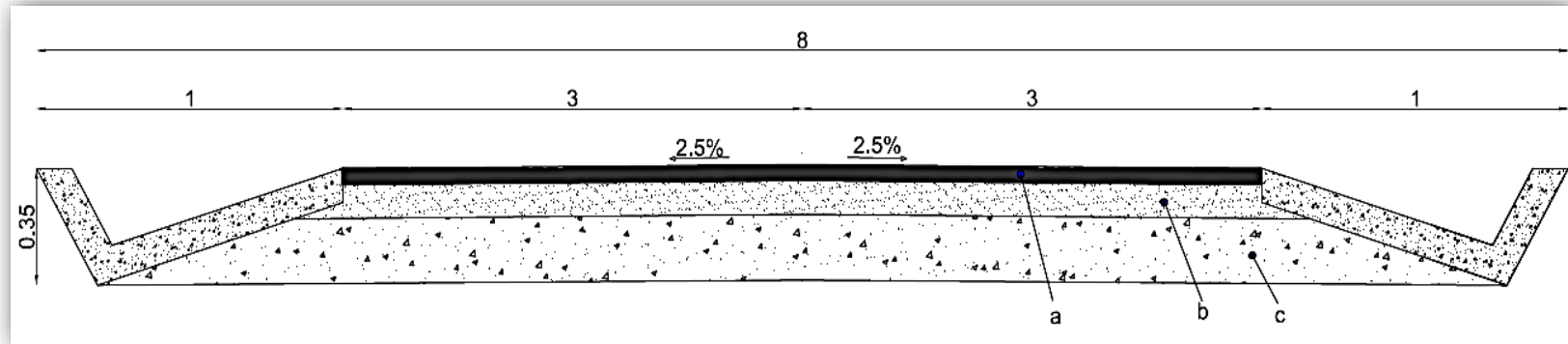
En el cuadro N° 53 se encuentra un valor $Q_{adm} = 0.714$

Entonces

$$Q_{adm} > Q_{\text{máximo}}$$

$$0.714 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.376 \text{ m}^3/\text{seg} \quad \mathbf{OK}$$

Gráfico N° 37.- Sección transversal



Fuente: Autor

a = Carpeta asfáltica (5 cm)

c = Capa sub base (20 cm)

Ancho = 90 cm

b = Capa base (10 cm)

Altura = 30 cm

Bombeo = 2.5 %

Período de diseño = 20 años

Cuneta triangular revestida de hormigón

Ancho de calzada = 6 m

3.2.6.2. Cálculo de Alcantarillas

Construidas en el sitio para superar cualquier inconveniente, como depresiones geográficas no muy grandes, donde se puede evitar la construcción de un puente, además tienen la función de recoger aguas provenientes de las cunetas.

A continuación se consideran los parámetros necesarios para el cálculo de alcantarillas, así como los diámetros de la tubería, velocidades de escurrimientos, los caudales máximos esperados, profundidad de que tendrá la alcantarilla, etc.

Diámetro de Tubería.- Depende de las condiciones de la alcantarilla va entre valores de 1.20 m y 1.50 m.

Velocidad de Escurrimiento.- Se encuentra entre valores de 6 a 15 mm/min, con la intención de realizar el cálculo para las condiciones más críticas se utilizará 15 mm/min.

Profundidad Mínima de Tuberías.- Con la intención de evitar daños que se pueden producir por el relleno y la carga dinámica de los vehículos se consideran los siguientes parámetros:

Tráfico normal = 1.00 m

Tráfico pesado = 1.20 m

El presente trabajo se basa en el MOP [3], mismo que plantea para el cálculo de alcantarillas la fórmula de TALBOT, la fórmula se expresa a continuación.

$$B = \frac{0.183 * C * A^{3/4} * i}{100}$$

Donde:

B = Área libre de la alcantarilla (m²)

A = Área de drenaje (Ha)

C = Coeficiente de escorrentía

Según el cuadro N° 54 considerado en el cálculo de las cunetas, se tiene que el valor del coeficiente de escorrentía depende del tipo de suelo, características topográficas del terreno y como se encuentra la capa vegetal del sitio por lo tanto.

$$C = 1 - \Sigma c'$$

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

$$C = 0.5$$

Tiempo de concentración:

$$Tc = \frac{L}{Ve}$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración

L = Longitud máxima entre alcantarillas (500 m)

Ve = Velocidad de escurrimiento

$$Tc = \frac{500}{15}$$

$$Tc = 33.33 \text{ min}$$

Intensidad pluvial mm/hora

$$i = \frac{389}{Tc^{0.49}}$$

$$i = \frac{389}{33.33^{0.49}}$$

$$i = 69.78 \text{ mm/hora}$$

Entonces:

$$B = \frac{0.183 * C * A^{3/4} * i}{100}$$

$$0.54 = \frac{0.183 * 0.50 * A^{3/4} * 69.78}{100}$$

$$A = 17.23 \text{ Ha}$$

El diámetro que tendrá la tubería, utilizando las condiciones antes mostradas:

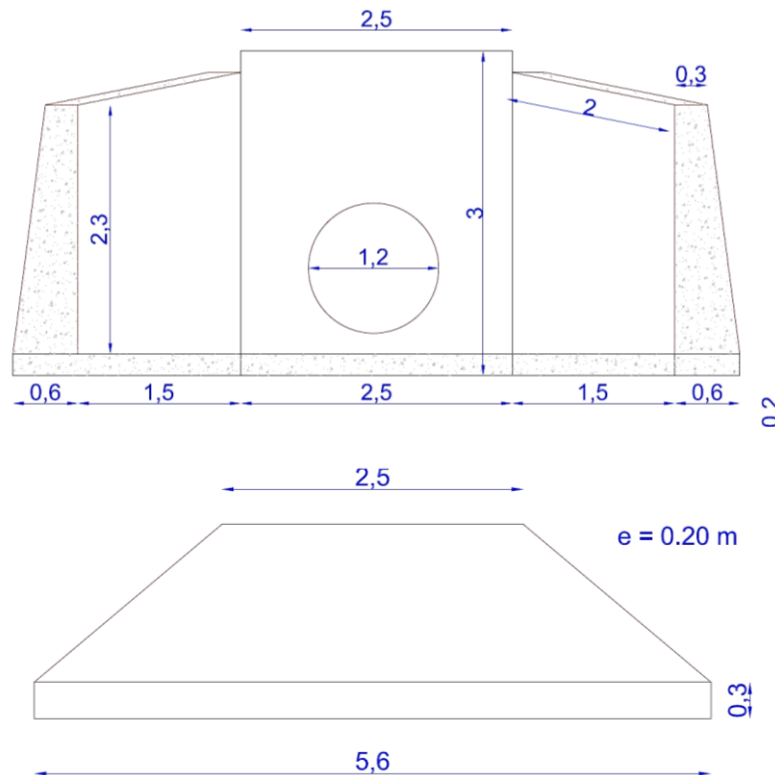
$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

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

$$D = 0.83 \text{ m} \approx 1.20 \text{ m}$$

Por facilidad de construcción, mantenimiento de las alcantarillas y disponibilidad de tuberías en el mercado se utiliza un diámetro de 1.20 m, además con esto se pretende brindar un factor de seguridad a la estructura, ya que pueden haber crecidas de río por precipitaciones, infiltraciones de agua. La pendiente o bombeo que se ocupa para el desalojo del agua de la carretera es del 2%.

Gráfico N° 38.- Dimensiones Propuestas de la Alcantarilla



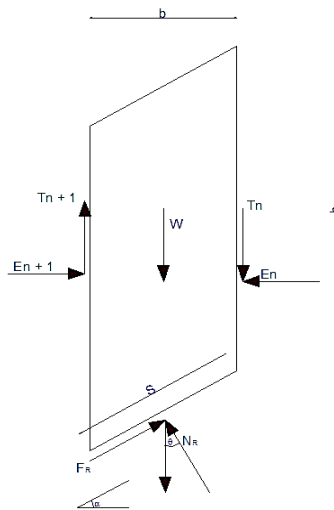
Fuente: Autor

3.2.7. Estabilidad de Taludes por Bishop Simplificado

Supone que las fuerzas en las caras laterales son horizontales o, lo que es lo mismo, que $n-1$ valores de X son nulos. Sólo satisface el equilibrio de momentos y no el de fuerzas horizontales. Es un método de aplicación a líneas de rotura circulares. [28]

Los métodos de dovelas consideran el problema bidimensional por lo que la estabilidad del talud se analiza en una sección transversal del mismo. Por lo tanto la zona de terreno potencialmente deslizante se divide en una serie de fajas verticales estudiándose el equilibrio de cada una de ellas. [28]

Gráfico N° 39.- Sistema de Fuerzas actuantes sobre una Dovela

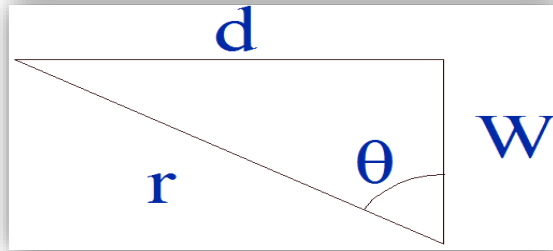


Fuente: Autor

De acuerdo a [28] y [29], tomando en cuenta el gráfico N° 39 se procede al planteamiento de las siguientes ecuaciones, para llegar al cálculo del factor de seguridad propuesto por Bishop Simplificado, mismo que a pesar de ser un método aproximado arroja valores muy parecidos a los definitivos.

$$M_{actuante} = W * d$$

Gráfico N° 40.- Determinación de la distancia de la Dovela



Fuente: Autor

$$d = r * \text{sen}\theta$$

Reemplazando:

$$M_{actuante} = W * r * \text{sen}\theta$$

Además:

$$M_{resistente} = F_R * r$$

Se igualan los momentos:

$$M_{actuante} = M_{resistente}$$

$$W * r * \text{sen}\theta = F_R * r \quad (1)$$

Los esfuerzos normales y cortantes son importantes para el cálculo por Bishop Simplificado, por lo que se los calcula del siguiente modo.

Esfuerzo Normal

$$\sigma_v = \frac{Nr}{A} = \frac{Nr}{\Delta L * (1)}$$

$$\sigma_v = \frac{Nr}{\Delta L}$$

Esfuerzo Cortante

$$\tau = \frac{F_R}{A}$$

Se debe tener en cuenta si el esfuerzo constante del suelo analizado no tiene poros la siguiente expresión:

$$\tau = c + \sigma_v * \tan\alpha$$

Y cuando el suelo analizado si tiene poros:

$$\tau = c + (\sigma_v - \mu) \tan\alpha$$

Para el presente caso se utiliza la segunda fórmula, entonces:

$$F_R = \frac{c + (\sigma_v - \mu) \tan\alpha}{FS} * (\Delta L * 1)$$

Fracciones parciales:

$$F_R = \frac{c * \Delta L}{FS} + \frac{N_R * \tan \alpha}{FS} - \frac{\mu * \Delta L * \tan \alpha}{FS} \quad (2)$$

En la expresión anterior se tienen dos incógnitas por lo que se recomienda recurrir a la ecuación de equilibrio de la dovela (sumatoria de fuerzas).

$$\Sigma F_y = 0$$

$$W + \Delta T = F_R * \text{sen} \theta + N_R * \text{cos} \theta$$

Reemplazar F_R con la expresión (2):

$$W + \Delta T = \frac{c * \Delta L * \text{sen} \theta}{FS} + \frac{N_R * \text{sen} \theta * \tan \alpha}{FS} - \frac{\mu * \Delta L * \text{sen} \theta * \tan \alpha}{FS} + N_R * \text{cos} \theta$$

Despejar N_R :

$$N_R = \frac{W + \Delta T - \frac{c * \Delta L * \text{sen} \theta}{FS} + \frac{\mu * \Delta L * \text{sen} \theta * \tan \alpha}{FS}}{\text{cos} \theta - \frac{\text{sen} \theta * \tan \alpha}{FS}} \quad (3)$$

Retomar fórmula (1):

$$W * r * \text{sen} \theta = F_R * r$$

Reemplazar (2) en (1):

$$W * \text{sen} \theta = \frac{c * \Delta L}{FS} + \frac{N_R * \tan \alpha}{FS} - \frac{\mu * \Delta L * \tan \alpha}{FS}$$

Reemplazando (3) en la expresión anterior:

$$w * \text{sen}\theta = \left[\frac{1}{FS} \right] \left(\frac{(c * \Delta L) + (W * \text{tana}) + (\Delta T * \text{tana}) - \frac{c * \Delta L * \text{sen}\theta * \text{tana}}{FS} + \frac{\mu * \Delta L * \text{sen}\theta * \text{tan}^2 \alpha}{FS} - \mu * \Delta L * \text{tan}\theta}{\text{cos}\theta + \frac{\text{sen}\theta * \text{tan} \alpha}{FS}} \right)$$

Despejando FS:

$$FS = \frac{\frac{c * \Delta L * \text{sen}\theta + (W + \Delta T - \mu * \text{tana} * \Delta L * \text{cos}\theta) \text{tana}}{\text{cos}\theta + \frac{\text{sen}\theta * \text{tana}}{FS}}}{W * \text{sen}\theta}$$

Con la fórmula anterior se procede al cálculo del talud del proyecto, para lo cual se seguirán una serie de pasos descritos a continuación.

Paso 1.- Datos del talud

Datos

$$h = 13 \text{ m}$$

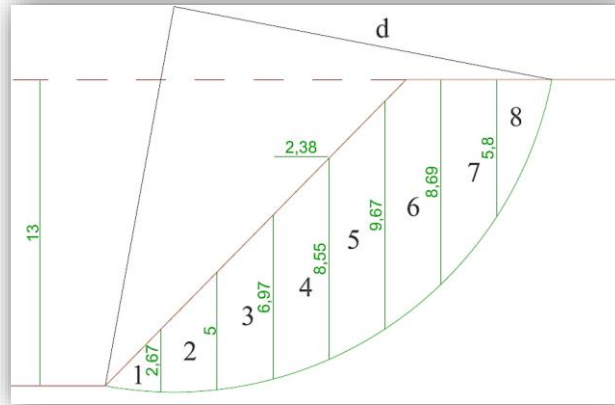
$$\alpha = 25^\circ$$

$$c = 20 \text{ KN/m}^2$$

$$\gamma = 1.350 \text{ gr/cm}^3 = 13.24 \text{ KN/m}^3$$

Paso 2.- División en dovelas, para lo cual se hizo un estudio en sitio del mismo y posteriormente se dibujó en AutoCAD.

Gráfico N° 41.- División y Dimensionamiento de Dovelas



Fuente: Autor

Paso 3.- Altura promedio de dovelas, como ejemplo práctico se utiliza la dovela #5, los datos se tomarán de acuerdo al uso de comandos utilizados en AutoCAD

$$H_{\text{promedio}} = 9.11 \text{ m}$$

Paso 4.- Área de dovelas

$$A = 21.68 \text{ m}^2$$

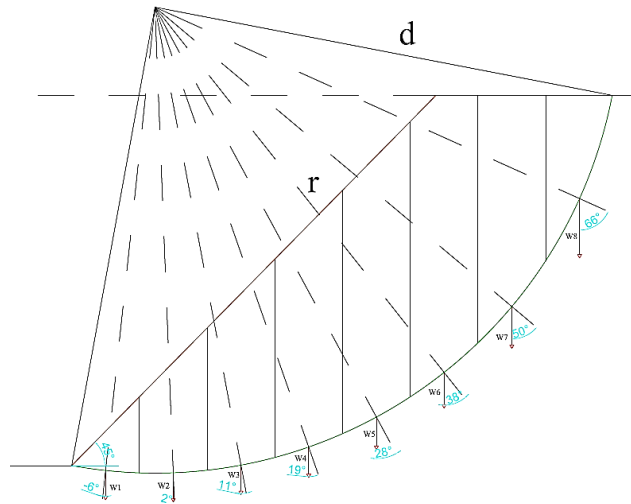
Paso 5.- Peso de cada dovela

$$W = A * \gamma = 21.68 * 13.24$$

$$W = 287.04 \text{ KN/m}$$

Paso 6.-

Gráfico N° 42.- Ángulos de Inclinación de la Base de Dovelas



Fuente: Autor

Paso 7.- Cálculo de la fuerza tangente

Dovela #5

$$W \text{sen} \theta = 287.04 * \text{sen}(28)$$

$$W \text{sen} \theta = 134.76$$

Sumatoria de dovelas

$$\sum W \text{sen} \theta = 691.61$$

Paso 8.- Presión de poros de cada dovela

$$\mu b = \gamma_w * h_w * b$$

Donde:

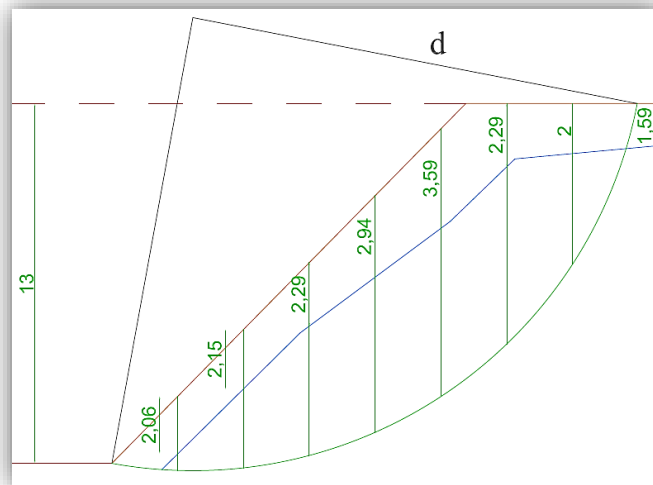
γ_w = Peso específico del agua

h_w = Altura promedio del nivel freático

b = base de dovela

La altura del nivel freático se investigó en campo, para posteriormente dibujar como se muestra a continuación.

Gráfico N° 43.- Altura de cada Dovela



Fuente: Autor

Ejemplo en dovela #5

$$\mu b = (9.81)(3.59)(2.38)$$

$$\mu b = 83.82$$

Paso 9.- Fuerza resistente para cada dovela

$$c * b = 2.38 * 20 = 47.6 \text{ KN/m}$$

Fricción

$$(W - \mu b) \tan \alpha = (287.04 - 83.83) * \tan(25)$$

$$(W - \mu b) \tan \alpha = 94.76$$

Paso 10.- Sumatoria de fuerzas resistentes para cada dovela

Ejemplo en dovela #5

$$(c * b) + (W - \mu b) \tan \alpha = 47.6 + 94.76$$

$$(c * b) + (W - \mu b) \tan \alpha = 142.36$$

Sumatoria

$$\sum [(c * b) + (W - \mu b) \tan \alpha] = 874.92$$

Paso 11.- Cálculo del factor de seguridad aproximado

$$FS_{aprox} = \frac{\sum [(c * b) + (W - \mu b) \tan \alpha]}{\sum W \sin \theta} = \frac{874.92}{691.61}$$

$$FS_{aprox} = 1.27$$

Paso 12.- Cálculo del factor de seguridad

Realizar varias iteraciones con valores superiores al FS_{aprox} , hasta obtener productos de FS iguales. Para facilitar el proceso se programó una hoja de Excel, misma que realiza los cálculos con varias expresiones, hasta llegar a un $FS = 1.70$.

A continuación se utiliza la siguiente expresión:

$$\frac{Sec\theta}{1 + \tan\theta \left(\frac{\tan\alpha}{FS}\right)} = \frac{Sec(28)}{1 + \tan(28) \left(\frac{\tan(25)}{1.70}\right)}$$

$$\frac{Sec\theta}{1 + \tan\theta \left(\frac{\tan\alpha}{FS}\right)} = 1.18$$

El valor resultante multiplicar por las fuerzas resistentes calculadas en el paso 10

$$((c * b) + (W - \mu b)\tan\alpha) * \left(\frac{Sec\theta}{1 + \tan\theta \left(\frac{\tan\alpha}{FS}\right)}\right) = 142.36 * 1.18$$

$$((c * b) + (W - \mu b)\tan\alpha) * \left(\frac{Sec\theta}{1 + \tan\theta \left(\frac{\tan\alpha}{FS}\right)}\right) = 168.26$$

Sumatoria

$$\sum \left[((c * b) + (W - \mu b)\tan\alpha) * \left(\frac{Sec\theta}{1 + \tan\theta \left(\frac{\tan\alpha}{FS}\right)}\right) \right] = 1211.25$$

FACTOR DE SEGURIDAD

$$FS = \frac{\sum \left[((c * b) + (W - \mu b) \tan \alpha) * \left(\frac{\text{Sec} \theta}{1 + \tan \theta \left(\frac{\tan \alpha}{FS} \right)} \right) \right]}{\sum W \text{sen} \theta}$$

$$FS = \frac{1211.25}{691.61}$$

$$FS = 1.75$$

Se puede apreciar que esta iteración arroja un valor igual al FS estimado

A continuación se muestra la hoja programa de Excel utilizada para llegar al resultado deseado:

Gráfico N° 44.- Solución del Factor de Seguridad por Bishop Simplificado 1/2

DOVELA	Ancho b(m)	Altura h (m)	Área A=b*h (m2)	peso W = γ*A	Ángulo θ	sen θ	W sen θ	cohesión c*b	Hw
1	2.38	2.67	3.18	42.1	-6	-0.105	-4.40	47.6	2.06
2	2.38	5	9.16	121.28	2	0.035	4.23	47.6	2.15
3	2.38	6.97	14.23	188.41	11	0.191	35.95	47.6	2.29
4	2.38	8.55	18.46	244.41	19	0.326	79.57	47.6	2.94
5	2.38	9.67	21.68	287.04	28	0.469	134.76	47.6	3.59
6	2.38	8.69	22.65	299.89	38	0.616	184.63	47.6	2.29
7	2.38	5.8	17.24	228.26	50	0.766	174.86	47.6	2
8	2.38	0	6.78	89.77	66	0.914	82.01	47.6	1.59
Sumatoria							691.61		

Fuente: Autor

Gráfico N° 45.- Solución del Factor de Seguridad por Bishop Simplificado 2/2

μb	W- μb	Fricción W- $\mu b * \tan \alpha$	Cohesión + Fricción	sec θ	FS 1=1.7	FS 2=1.75	Resistencia Dovela	
							Iteración 1	Iteración 2
48.10	-6.00	-2.80	44.80	1.006	1.00	1.00	44.68	44.69
50.20	71.08	33.15	80.75	1.001	1.00	1.00	81.02	81.01
53.47	134.94	62.93	110.53	1.019	1.03	1.03	114.34	114.29
68.64	175.77	81.96	129.56	1.058	1.09	1.09	140.84	140.72
83.82	203.22	94.76	142.36	1.133	1.18	1.18	168.26	168.05
53.47	246.42	114.91	162.51	1.269	1.35	1.35	219.71	219.29
46.70	181.56	84.66	132.26	1.556	1.72	1.71	227.02	226.33
37.12	52.65	24.55	72.15	2.459	2.99	2.97	215.38	214.04
Sumatoria			874.92			Sumatoria	1211.25	1208.42

FS aprox. 1.27

FS = 1.75 = 1.75

Fuente: Autor

El Factor de Seguridad cumple con los parámetros requeridos, pero como es cercano al límite se propone como garantía, cubrir al talud de una capa vegetal, que elimine la amenaza de erosión del suelo, y absorba en lo posible el agua a la que está expuesta por la humedad del sitio, es decir que proteja la estructura y además proporcione estética a la carretera.

3.2.8. Señalización Vial

Lo descrito a continuación está dado en base a los requisitos que deben cumplir los dispositivos de control de tránsito y los principios para su uso, promover la seguridad y eficiencia en las vías a través del movimiento ordenado de los usuarios viales en todo el país. [30]

Los dispositivos de control de tránsito informan a los usuarios de las regulaciones y dan prevención y guías necesarias para la operación segura, uniforme y eficiente de todos los elementos del flujo de tránsito. [30]

3.2.8.1. Señalización Vertical

Para procurar el uso efectivo de la señalética, se debe realizar un previo estudio del tránsito del lugar, posibles afectaciones y tomar en cuenta regularizaciones. Se debe considerar según [30] la clasificación de señales y sus funciones.

Señales Regulatorias (Código R)

Regulan el movimiento de tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito. [30]

Gráfico N° 46.- Señales Regulatorias

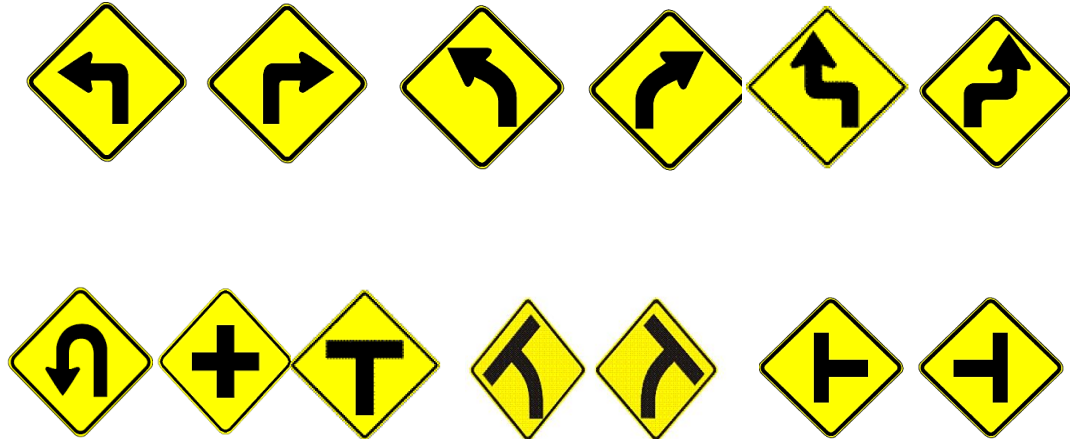


Fuente: “Señalización Vertical”, RTE INEN 2011 [30]

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. [30]

Gráfico N° 47.- Señales Preventivas



Fuente: “Señalización Vertical”, RTE INEN 2011 [30]

Señales de Información (Código I)

Informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico. [30]

Gráfico N° 48.- Señales de Información



Fuente: "Señalización Vertical", RTE INEN 2011 [30]

Señales Especiales Delineadoras (Código D)

Delinean al 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. [30]

Gráfico N° 49.- Señales Especiales Delineadoras



Fuente: "Señalización Vertical", RTE INEN 2011 [30]

Señales para Trabajos en la Vía y Propósitos Especiales (Código T)

Advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad sitios de trabajos en las vías y aceras además para alertar sobre otras condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daños a los usuarios viales.

Gráfico N° 50.- Señales para Trabajos en la Vía y Propósitos Especiales



Fuente: “Señalización Vertical”, RTE INEN 2011 [30]

3.2.8.1.1. Color de las Señales de Tránsito

ROJO.- Se usa como color de fondo en las señales de PARE, en señales relacionadas con movimientos de flujo prohibidos y reducción de velocidad; en paletas y banderas de PARE, en señales especiales de peligro y señales de entrada a un cruce de ferrocarril; como un color de leyenda en señales de prohibición de estacionamiento; como un color de borde en señales de CEDA EL PASO, triángulo preventivo y PROHIBIDO EL PASO en caso de riesgos; como un color asociado con símbolos o ciertas señales de regulación; como un color alternativo de fondo para banderolas de CRUCE DE NIÑOS.

NEGRO.- Se usa como color de símbolos, leyendas y flechas para las señales que tienen fondo blanco, amarillo, verde limón y naranja, en marcas de peligro, además se utiliza para leyenda y fondo en señales de direccionamiento de vías.

BLANCO.- Se usa como color de fondo para la mayoría de señales regulatorias, delineadores de rutas, nomenclatura de calles y señales informativas; y en las señales que tienen fondo verde, azul, negro, rojo o café, como un color de leyendas, símbolos como flechas y orlas.

AMARILLO.- Se usa como color de fondo para señales preventivas, señales complementarias de velocidad, distancias y leyendas, señales de riesgo, además en señales especiales delineadoras.

NARANJA.- Se usa como color de fondo para señales de trabajos temporales en las vías y para banderolas en CRUCES DE NIÑOS.

AZUL.- Se usa como color de fondo para las señales informativas de servicio; también, como color de leyenda y orla en señales direccionales de las mismas, y en señales de estacionamiento en zonas tarifadas, (En paradas de bus esta señal tiene el carácter de regulatoria).

CAFÉ.- Se usa como color de fondo para señales informativas turísticas y ambientales.

VERDE LIMÓN.- Se usa para las señales que indican una Zona Escolar.

La orientación para evitar el deslumbramiento desde las superficies de las señales, deben estar orientadas con un ángulo de 5° y en dirección al tránsito que estas sirven, en alineamientos curvos, el ángulo de instalación debe ser determinado por el curso de aproximación del tránsito antes que por el filo de la vía en el punto donde la señal es colocada. [30]

3.2.8.2. Señalización Horizontal

La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada a fin de que ésta pueda llevarse a cabo en forma segura, fluida, ordenada y cómoda, siendo la señalización de tránsito un elemento fundamental para alcanzar tales objetivos. En efecto, a través de la señalización se indica a los usuarios de las vías la forma correcta y segura de transitar por ellas, con el propósito de prevenir riesgos para la salud, la vida y el medio ambiente. [31]

La señalización horizontal debe cumplir con las siguientes condiciones:

- a) Debe ser necesaria
- b) Debe ser visible y llamar la atención
- c) Debe ser legible y fácil de entender
- d) Debe dar tiempo suficiente al usuario para responder adecuadamente
- e) Debe infundir respeto
- f) Debe ser creíble

3.2.8.2.1. Clasificación según su Forma

Líneas Longitudinales.- Se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos. [31]

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

Símbolos y Leyendas.- Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. 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. [31]

Otras señalizaciones.- Como chevrones, etc.

3.2.8.2.2. Materiales

Para la utilización de cualquier material se priorizará la duración, tipo de instalación y los costos de los mismos, se busca equilibrar todas las anteriores y que satisfagan necesidades, teniendo en cuenta además el medio ambiente.

Para señalización horizontal y según RTE INEN [31], los materiales se aplicarán en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxicos, cintas preformadas, entre otros, los espesores de la pintura serán:

MÍNIMO ZONA URBANA	300 (micras) en seco
MÍNIMO ZONA RURAL	250 (micras) en seco

3.2.8.2.3. Características Básicas

Mensaje.- Deberá ser legible y claro a través de líneas, símbolos y leyendas colocados sobre la superficie de la vía, son señales de gran efecto al estar instaladas en la zona donde los conductores transitan y concentran toda su atención.

Ubicación.- Debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima que permite el tramo de vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y maniobrar.

Dimensiones.- Dependen de la velocidad máxima que permita la vía, se debe realizar un reajuste en las dimensiones de la señalética horizontal, cuando se requiera mejor la visión de los conductores, y se lo hará de acuerdo al cuadro a continuación. [31]

Cuadro N° 55.- Tolerancias Máximas en Dimensiones de Señalización

Dimensión	Tolerancia Permitida
Ancho de una línea	$\pm 3\%$
Largo de una línea segmentada	$\pm 5\%$
Dimensiones de símbolos y letras	$\pm 5\%$
Separación entre líneas adyacentes	$\pm 5\%$

Fuente: “Señalización Horizontal”, RTE INEN 2011 [31]

3.2.8.2.4. Retroreflexión

Bajo el criterio de que las señalizaciones deben ser visibles en cualquier periodo del día, y cualquier condición climática, se elegirán los materiales idóneos, como micro-esferas de vidrio, mismos que deben asegurar la Retroreflexión. Esta propiedad permite que en la noche se iluminen por las luces de los vehículos.

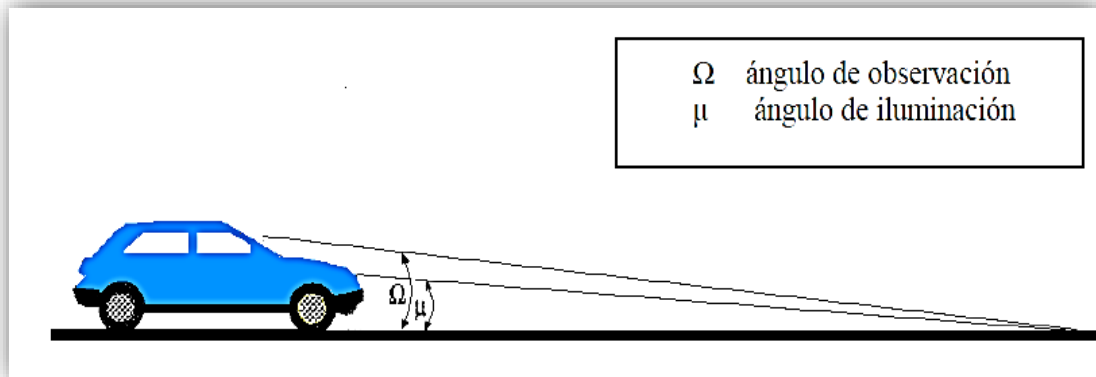
Cuadro N° 56.- Niveles Mínimos de Retroreflexión en Pinturas sobre Pavimento

Visibilidad	Ángulos		Colores	
	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
A 15.00 m	3.5°	4.5°	150	95
A 30.00 m	1.24°	2.29°	150	70

Nota: Para los colores verde y azul a utilizarse en zonas de estacionamiento tarifado, no será necesario que presenten retroreflexión.

Fuente: “Señalización Horizontal”, RTE INEN 2011 [31]

Gráfico N° 51.- Ángulos de Iluminación y Observación



Fuente: “Señalización Horizontal”, RTE INEN 2011 [31]

3.2.8.2.5. Color

Las señalizaciones en general deben ser blancas y amarillas. Estos colores deben ser uniformes a lo largo de la señalización.

Las señalizaciones complementarias pueden ser blancas, amarillas o rojas, debiendo coincidir el color de la línea con el del cuerpo del elemento que la contiene, con la excepción de las tachas bicolor. Se utiliza el blanco para indicar líneas que pueden ser traspasadas, el amarillo para señalar líneas que pueden o no ser traspasadas, y rojas que se instalan exclusivamente junto a la línea de borde derecho, que significan peligro y no deben ser cruzadas. [31]

Líneas Amarillas definen:

- ✓ Separación de tráfico viajando en direcciones opuestas
- ✓ Restricciones
- ✓ Borde izquierdo de la vía (en caso de tener parterre)

Líneas Blancas definen:

- ✓ Separación de flujos de tráfico en la misma dirección
- ✓ Borde derecho de la vía (Berma)
- ✓ Zonas de estacionamiento
- ✓ Proximidad a un cruce cebra

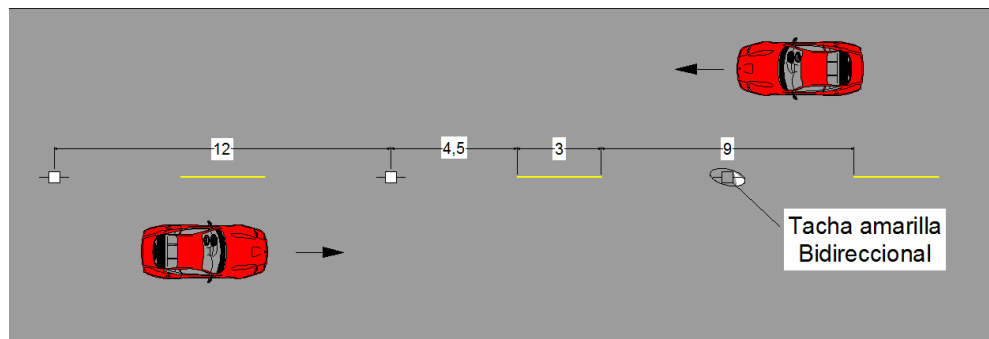
Línea Azul define:

- ✓ Zonas tarifadas de estacionamiento con límite de tiempo

Líneas Segmentadas de Separación de Circulación Opuesta

Estas líneas deben ser de color amarillo, y pueden ser traspasadas siempre y cuando haya seguridad, se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes.

Gráfico N° 52.- Líneas Segmentadas de Separación

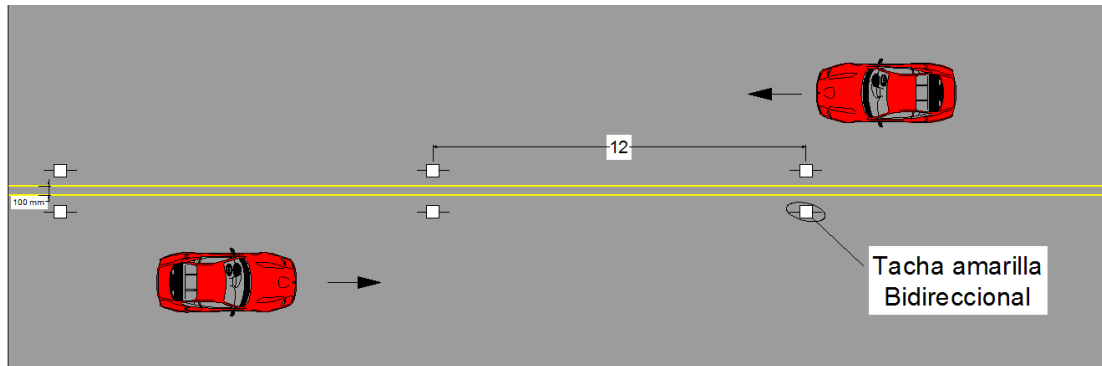


Fuente: “Señalización Horizontal”, RTE INEN 2011 [31]

Doble Línea Continua

Consisten en dos líneas amarillas paralelas, de un ancho de 100 a 150 mm con tachas a los costados, separadas por un espacio de 100 mm. Se utilizan en calzadas que poseen doble flujo vehicular y la visibilidad no es buena, por lo que no se debe producir el rebasamiento.

Gráfico N° 53.- Doble Línea Continua

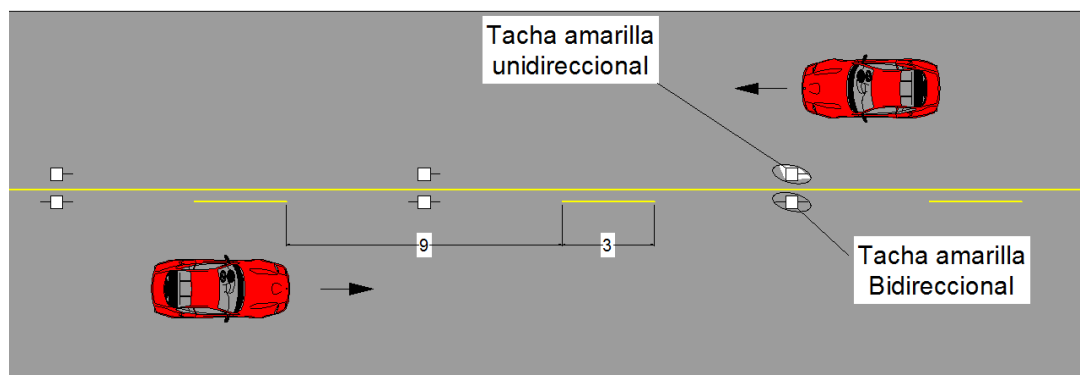


Fuente: “Señalización Horizontal”, RTE INEN 2011 [31]

Doble Línea Mixta

Consiste en dos líneas amarillas paralelas, una continua y la otra segmentada, con un ancho mínimo de 100 mm cada una, la separación entre ambas será de 100 mm. En este caso en particular los vehículos mientras exista la seguridad debida pueden rebasar desde la línea segmentada, mientras que desde la línea continua hay prohibición para el rebasamiento.

Gráfico N° 54.- Doble Línea Mixta



Fuente: “Señalización Horizontal”, RTE INEN 2011 [31]

3.3. LISTADO DE PLANOS

Los planos se presentan al final del presente documento en el Anexo E, el resumen de los mismos se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 57.- Planos del Proyecto

Número	Contiene	Tramo
1	Trazado Horizontal y Vertical	0+000.00 – 1+000.00
2	Trazado Horizontal y Vertical	1+000.00 – 2+000.00
3	Trazado Horizontal y Vertical	2+000.00 – 3+000.00
4	Trazado Horizontal y Vertical	3+000.00 – 4+000.00
5	Trazado Horizontal y Vertical	4+000.00 – 5+000.00
6	Trazado Horizontal y Vertical	5+000.00 – 6+000.00
7	Trazado Horizontal y Vertical	6+000.00 – 6+573.53
8	Secciones Transversales	0+000.00 – 1+180.00
9	Secciones Transversales	1+200.00 – 2+480.00
10	Secciones Transversales	2+500.00 – 3+900.00
11	Secciones Transversales	3+920.00 – 5+160.00
12	Secciones Transversales	5+180.00 – 6+320.00

Fuente: Autor

3.4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

3.4.1. Volúmenes de Obra

3.4.1.1. Movimiento de Tierras

3.4.1.1.1. Desbroce, Desbosque y Limpieza

Si para limpieza se toma en cuenta una faja de 20 m y la longitud de la vía es 6573.53 m, por lo tanto:

$$\text{Área total} = 20 * 6573.53$$

$$\text{Área total} = 13.15 \text{ Ha}$$

3.4.1.1.2. Replanteo y Nivelación

Es la longitud total en kilómetros de la vía, entonces: 6.57 Km

3.4.1.1.3. Excavación sin Clasificar, incluye Conformación y Compactación de la Subrasante

Para este cálculo se recurre al programa Civil CAD, del cual se toma el volumen total de corte:

$$\text{Volumen Total de Corte} = 124935.32 \text{ m}^3$$

3.4.1.1.4. Excavación para Cunetas y Encauzamiento

El área de la cuneta es de 0.135 m^2 , se toma en cuenta que la cuneta va en ambos lados, y todo esto multiplicado por la longitud total de la vía:

$$\text{Volumen de excavación} = 6573.53 * 2 * 0.135$$

$$\text{Volumen de excavación} = 1774.85 \text{ m}^3$$

3.4.1.1.5. Excavación y Relleno para Estructuras Menores

La longitud de las nuevas tuberías visto en el plano son de 132 m; también debe asumirse una longitud de encauzamiento que será 20 m, para 11 alcantarillas, tras un análisis en el plano se puede ver además un área de corte de 2 m de ancho de zanja y 2 m de profundidad; El volumen de excavación de los cabezales será de 8 m^3 .

Entonces:

$$8\text{m}^3 * 11 \text{ alcantarillas} = 88\text{m}^3$$

$$\text{volumen de excavacion} = (88 + (20 * (2 \text{ lados}) * (11 \text{ alcantarillas}) * 2 * 2))$$

$$\text{volumen de excavación} = 1760 + 88$$

$$\text{volumen de excavación} = 1848\text{m}^3$$

3.4.1.1.6. Limpieza de Derrumbes y Transporte de Material de Desalojo

El 20% de la excavación sin clasificar entrará para este análisis, y se paga el metro cúbico por producto de desalojo y derrumbes.

$$Volumen = 124935.32 * 0.20$$

$$Volumen = 24987.06m^3$$

3.4.1.2. Drenaje

3.4.1.2.1. Tubería de Acero Corrugado D = 1.2 m; e = 2 mm; MP-100

Número de alcantarillas = 10

Longitud por cada alcantarilla = 12 m

Longitud total de la tubería = 120 m

3.4.1.2.2. Tubería de Acero Corrugado D = 1.5 m; e = 2 mm; MP-100

Número de alcantarillas = 1

Longitud por cada alcantarilla = 12 m

Longitud total de la tubería = 12 m

3.4.1.2.3. Hormigón Simple para Cunetas $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$

El área de la sección transversal de la cuneta es 0.135 m^2 ; se debe considerar que está a ambos lados; de igual forma la longitud de la vía se multiplicará por 2 por la misma razón; considerar una longitud de descarga (se recomienda 50 m por kilómetro de proyecto), y se resta la longitud total de relleno, así:

$$\text{Volumen HS para cuneta} = \text{Área} * (\text{long proyect.} + \text{long. desc.} - \text{long. rell.}) * 2$$

$$\text{Volumen HS para cuneta} = 0.135 * ((6573.53 * 2) + (50 * 6) - 31.4) * 2$$

$$\text{Volumen HS para cuneta} = 3622.23 \text{m}^3$$

3.4.1.2.4. Hormigón Simple para Cabezales de Entrada y Salida $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$

Volumen del cabezal 1:

$$\text{Volumen del cabezal} = V_T * \#\text{cabezales} * \#\text{lados}$$

$$\text{Volumen del cabezal} = 4.8 * 4 * 2$$

$$\text{Volumen del cabezal} = 38.4 \text{m}^3$$

Volumen del cabezal 2:

$$\text{Volumen del cabezal} = V_T * \#\text{cabezales} * \#\text{lados}$$

$$\text{Volumen del cabezal} = 5.5 * 4 * 2$$

$$\text{Volumen del cabezal} = 44\text{m}^3$$

$$\text{Volumen Total del Cabezal} = 38.4\text{m}^3 + 44\text{m}^3$$

$$\text{Volumen Total del Cabezal} = 82.4\text{m}^3$$

3.4.1.3. Estructura del Pavimento

3.4.1.3.1. Material Sub Base Granular Clase 3

Longitud de la Carretera = 6573.53 m

Ancho de Calzada = 6 m

Espesor de Sub Base = 0.20 m

Factor de Sobreancho = 1.10

Factor de Esponjamiento = 1.20

$$\text{Volumen} = 6573.53 * 6 * 0.20$$

$$\text{Volumen} = 7888.24\text{m}^3$$

$$\text{Volumen} = 7888.24 * 1.10 * 1.20$$

$$\text{Volumen} = 10412.47\text{m}^3$$

3.4.1.3.2. Transporte de Material Sub Base Granular Clase 3

Distancia de la Mina a la Obra = 35 Km

Cantidad de Sub Base = 10412.47 m³

$$Total = 35 * 10412.47$$

$$Total = 364436.45m^3 - Km$$

3.4.1.3.3. Material Base Granular Clase 2

Longitud de la Carretera = 6573.53 m

Ancho de Calzada = 6 m

Espesor de Sub Base = 0.10 m

Factor de Sobreancho = 1.10

Factor de Esponjamiento = 1.20

$$Volumen = 6573.53 * 6 * 0.10$$

$$Volumen = 3944.12m^3$$

$$Volumen = 3944.12 * 1.10 * 1.20$$

$$Volumen = 5206.24m^3$$

3.4.1.3.4. Transporte de Material Base Granular Clase 2

Distancia de la Mina a la Obra = 35 Km

Cantidad de Sub Base = 5206.24 m³

$$Total = 35 * 5206.24$$

$$Total = 182218.4 m^3 - Km$$

3.4.1.3.5. Capa de Rodadura Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta e = 5 cm

Factor de Sobreancho = 1.15

$$Área = 6573.53 * 6 * 1.15$$

$$Área = 45357.36m^2 \text{ (incluye imprimación)}$$

3.4.1.4. Control de Tránsito

3.4.1.4.1. Señalización Horizontal

Longitud de la Carretera = 6573.53

Número de Líneas = 3

$$Longitud = Carretera * \#líneas = 6573.53 * 3$$

$$Longitud = 19720.59m$$

3.4.1.4.2. Señalización Preventivas y Regulatorias

Regulatoria = 4 unidades

- 2 límite de velocidad
- 2 No rebasar

Preventivas = 60 unidades

- 56 curvas
- 2 tramo angosto
- 2 peligro deslizamiento

3.4.1.4.3. Señalización Informativa

4 unidades

3.4.1.5. Medidas Ambientales

3.4.1.5.1. Agua para el Control del Polvo

Se considera 2 litros necesarios totales por cada metro cuadrado; un área de 6 m ancho de calzada con 10 metros a cada lado, y una longitud de la vía de 6573.53 m, entonces:

$$\text{Área} = 6573.53 * (6 + 20)$$

$$\text{Área} = 170911.78m^2$$

$$\text{Volumen de Agua} = 170911.78 * 2$$

$$\text{Área} = 341823.56 l = 341.82m^3$$

3.4.2. PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#1					Hoja 1 de 20
Desbroce, Desbosque y Limpieza					Unidad: Ha
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					2.56
Excavadora sobre Oruga	1.00	40.00	40.00	5.00	200.00
Motosierra 7HP	1.00	3.00	3.00	5.00	15.00
MANO DE OBRA					217.56
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Peón (E2)	1.00	3.26	3.26	5.00	16.30
Ayudante de Maquinaria (D2)	1.00	3.30	3.30	5.00	16.50
Operador (C1)	1.00	3.66	3.66	5.00	18.30
MATERIALES					51.10
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
TRANSPORTE					0.00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					268.66
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					59.11
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					327.77
VALOR DE OFERTA					327.77
ELABORADO POR: Laica Moreira Miguel Fernando			Ambato-Ecuador nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#2					Hoja 2 de 20
Replanteo y Nivelación					Unidad: Km
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					9.15
Equipos Topográficos	1.00	20.00	20.00	13.50	270.00
MANO DE OBRA					279.15
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Topógrafo (C1)	1.00	3.66	3.66	13.50	49.41
Cadenero (D2)	3.00	3.30	9.90	13.50	133.65
MATERIALES					183.06
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Estacas de Madera	u	100.00	0.25	25.00	
Pintura Esmalte	gl	0.25	16.00	4.00	
Mojones de Hormigón	u	11.00	4.50	49.50	
TRANSPORTE					78.50
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Pintura Esmalte	gl	0.25	0.50	0.13	
Mojones de Hormigón	u	11.00	0.10	1.10	
Subtotal P					1.23
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					541.94
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					119.23
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					661.17
VALOR DE OFERTA					661.17
ELABORADO POR:			Ambato-Ecuador		
Laica Moreira Miguel Fernando			nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#3					Hoja 3 de 20
Excavación sin Clasificar, incluye Conformación y Compactación de la Subrasante					Unidad: m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.02
Excavadora sobre Oruga	1.00	40.00	40.00	0.011	0.44
Motoniveladora	1.00	40.00	40.00	0.011	0.44
Rodillo Liso Vibrador	1.00	28.00	28.00	0.011	0.31
Volqueta 8 m3	3.00	25.00	75.00	0.011	0.83
Camión sistema	1.00	23.00	23.00	0.011	0.25
MANO DE OBRA SUBTOTAL M					2.29
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Operador 1 (C1)	3.00	3.66	10.98	0.011	0.12
Operador 2 (C2)	1.00	3.39	3.39	0.011	0.04
Ayudante de Maquinaria (D2)	1.00	3.30	3.30	0.011	0.04
Chofer de Volquetas (C1)	3.00	4.79	14.37	0.011	0.16
MATERIALES SUBTOTAL N					0.35
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Agua	m3	0.25	3.00	0.75	
TRANSPORTE SUBTOTAL O					0.75
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.39
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					0.75
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.14
VALOR DE OFERTA					4.14
ELABORADO POR: Laica Moreira Miguel Fernando			Ambato-Ecuador nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO#4					Hoja 4 de 20	
Excavación para Cunetas y Encauzamiento					Unidad: m3	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O.					0.07	
Volqueta 8 m3	1.00	25.00	25.00	0.125	3.13	
Retroexcavadora	1.00	25.00	25.00	0.125	3.13	
MANO DE OBRA SUBTOTAL M					6.32	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R	
Chofer de Volquetas (C1)	1.00	4.49	4.49	0.125	0.56	
Ayudante de Maquinaria (D2)	1.00	3.30	3.30	0.125	0.41	
Operador 1 (C1)	1.00	3.66	3.66	0.125	0.46	
MATERIALES SUBTOTAL N					1.43	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B		
TRANSPORTE SUBTOTAL O						0.00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B		
Subtotal P					0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					7.75	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					1.71	
OTROS ESPECÍFICOS					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9.46	
VALOR DE OFERTA					9.46	
ELABORADO POR: Laica Moreira Miguel Fernando			Ambato-Ecuador nov-16			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#5					Hoja 5 de 20
Excavación y Relleno para Est. Menores					Unidad: m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.03
Retroexcavadora	1.00	25.00	25.00	0.02	0.58
Compactador Manual	1.00	2.75	2.75	0.02	0.06
MANO DE OBRA					SUBTOTAL M
					0.67
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Peón (E2)	5.00	3.26	16.30	0.02	0.37
Ayudante de Maquinaria (D2)	1.00	3.30	3.30	0.02	0.08
Operador (C1)	1.00	3.66	3.66	0.02	0.08
Maestro de Obras (C1)	1.00	3.66	3.66	0.02	0.08
MATERIALES					SUBTOTAL N
					0.62
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Material de Relleno (Arena)	m3	0.60	14.00	8.40	
TRANSPORTE					SUBTOTAL O
					8.40
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Material de Relleno (Arena)	m3	0.60	3.50	2.10	
SUBTOTAL P					2.10
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					11.79
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					2.59
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					14.38
VALOR DE OFERTA					14.38
ELABORADO POR:			Ambato-Ecuador		
Laica Moreira Miguel Fernando			nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#6					Hoja 6 de 20
Limpieza de Derumbes y Transporte de Material de Desalojo					Unidad: m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.02
Excavadora sobre Oruga	1.00	40.00	40.00	0.02	0.80
Volqueta 8 m3	2.00	25.00	50.00	0.02	1.00
MANO DE OBRA					1.82
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Chofer de Volqueta (C1)	2.00	4.79	9.58	0.02	0.19
Ayudante de Maquinaria (D2)	1.00	3.30	3.30	0.02	0.07
Operador (C1)	1.00	3.66	3.66	0.02	0.07
MATERIALES					0.33
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.15
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					0.47
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.62
VALOR DE OFERTA					2.62
ELABORADO POR: Laica Moreira Miguel Fernando			Ambato-Ecuador nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#7					Hoja 7 de 20
Tubería de Acero corrugado D = 1.2 m					Unidad: m
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.48
Retroexcavadora	1.00	25.00	25.00	0.40	10.00
MANO DE OBRA SUBTOTAL M					10.48
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Peón (E2)	4.00	3.26	13.04	0.40	5.22
Inspector de Obra (B3)	1.00	3.66	3.66	0.40	1.46
Operador (C1)	1.00	3.66	3.66	0.40	1.46
Maestro de Obra (C1)	1.00	3.66	3.66	0.40	1.46
MATERIALES SUBTOTAL N					9.61
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Tubo de Acero Corrugado D = 1.20 m	m	1.05	191.20	200.76	
TRANSPORTE SUBTOTAL O					200.76
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Tubo de Acero Corrugado D = 1.20 m	m	1.05	0.20	0.21	
SUBTOTAL P					0.21
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					221.06
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%				48.63	
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					269.69
VALOR DE OFERTA					269.69
ELABORADO POR: Laica Moreira Miguel Fernando			Ambato-Ecuador nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#8					Hoja 8 de 20
Tubería de Acero corrugado D = 1.5 m					Unidad: m
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.48
Retroexcavadora	1.00	25.00	25.00	0.40	10.00
MANO DE OBRA					SUBTOTAL M
					10.48
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Peón (E2)	4.00	3.26	13.04	0.40	5.22
Inspector de Obra (B3)	1.00	3.66	3.66	0.40	1.46
Operador (C1)	1.00	3.66	3.66	0.40	1.46
Maestro de Obra (C1)	1.00	3.66	3.66	0.40	1.46
MATERIALES					SUBTOTAL N
					9.61
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Tubo de Acero Corrugado D = 1.50 m	m	1.05	212.50	223.13	
TRANSPORTE					SUBTOTAL O
					223.13
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Tubo de Acero Corrugado D = 1.50 m	m	1.05	0.20	0.21	
SUBTOTAL P					0.21
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					243.42
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					53.55
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					296.97
VALOR DE OFERTA					296.97
ELABORADO POR:			Ambato-Ecuador		
Laica Moreira Miguel Fernando			nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#9					Hoja 9 de 20
Hormigón Simple para cunetas f'c=180kg/cm2					Unidad: m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					1.36
Concretera 1 saco	1.00	5.00	5.00	0.75	3.75
MANO DE OBRA SUBTOTAL M					5.11
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Peón (E2)	8.00	3.26	26.08	0.75	19.56
Maestro de Obra (C1)	1.00	3.66	3.66	0.75	2.75
Albañil (D2)	2.00	3.30	6.60	0.75	4.95
MATERIALES SUBTOTAL N					27.26
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Cemento Portland	Saco	6.00	7.95	47.70	
Arena	m3	0.60	14.00	8.40	
Ripio Triturado	m3	0.80	14.50	11.60	
Madera, Cuadro Encofrado (20 cm)	u	12.00	2.25	27.00	
Agua	m3	0.25	3.00	0.75	
Aceite Quemado	gl	0.88	0.20	0.18	
TRANSPORTE SUBTOTAL O					95.63
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Cemento Portland	Saco	6.00	1.00	6.00	
Arena	m3	0.60	3.50	2.10	
Ripio Triturado	m3	0.80	4.00	3.20	
Madera, Cuadro Encofrado (20 cm)	u	12.00	0.20	2.40	
SUBTOTAL P					13.70
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					141.69
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					31.17
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					172.86
VALOR DE OFERTA					172.86
ELABORADO POR: Laica Moreira Miguel Fernando			Ambato-Ecuador nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#10					Hoja 10 de 20
Hormigón Simple para cabezales f'c=180kg/cm2					Unidad: m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					2.08
Concretera 1 saco	1.00	5.00	5.00	0.90	4.50
Vibrador	1.00	4.50	4.50	0.90	4.05
MANO DE OBRA SUBTOTAL M					10.63
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Peón (E2)	8.00	3.26	26.08	0.90	23.47
Maestro de Obra (C1)	1.00	3.66	3.66	0.90	3.29
Albañil (D2)	3.00	3.30	9.90	0.90	8.91
Carpintero (D2)	2.00	3.30	6.60	0.90	5.94
MATERIALES SUBTOTAL N					41.62
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Cemento Portland	Saco	6.00	7.95	47.70	
Arena	m3	0.60	14.00	8.40	
Ripio Triturado	m3	0.80	14.50	11.60	
Madera, Cuadro Encofrado (20 cm)	u	12.00	2.25	27.00	
Madera, Puntales	m	21.00	0.40	8.40	
Madera, Listones para muros 6*6	m	10.00	0.80	8.00	
Agua	m3	0.25	3.00	0.75	
Clavos 2" a 4"	Kg	0.40	2.75	1.10	
Alambre de Amarre Galvanizado	Kg	0.60	2.90	1.74	
TRANSPORTE SUBTOTAL O					114.69
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Ripio Triturado	m3	0.80	4.00	3.20	
Madera, Cuadro Encofrado (20 cm)	u	12.00	0.20	2.40	
Madera, Puntales	m	21.00	0.20	4.20	
Madera, Listones para muros 6*6	m	10.00	0.10	1.00	
Subtotal P					10.80
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					177.74
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					39.10
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					216.84
VALOR DE OFERTA					216.84
ELABORADO POR:			Ambato-Ecuador		
Laica Moreira Miguel Fernando			nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#11					Hoja 11 de 20
Material Sub Base Granular clase 3					Unidad: m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.02
Motoniveladora	1.00	40.00	40.00	0.013	0.52
Rodillo Liso Vibratorio	1.00	28.00	28.00	0.013	0.36
Camión Cisterna	1.00	23.00	23.00	0.013	0.30
MANO DE OBRA SUBTOTAL M					1.20
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Peón (E2)	6.00	3.26	19.56	0.013	0.25
Ayudante de Maquinaria (D2)	1.00	3.30	3.30	0.013	0.04
Operador 2 (C2)	1.00	3.39	3.39	0.013	0.04
Operador 1 (C1)	1.00	3.66	3.66	0.013	0.05
Chofer (C1)	1.00	4.79	4.79	0.013	0.06
Maestro de Obra (C1)	1.00	3.66	3.66	0.013	0.05
MATERIALES SUBTOTAL N					0.50
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Material Sub Base Clase 3 (en Obra)	m3	1.25	5.04	6.30	
Agua	m3	0.35	3.00	1.05	
TRANSPORTE SUBTOTAL O					7.35
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9.05
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					1.99
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11.04
VALOR DE OFERTA					11.04
ELABORADO POR: Laica Moreira Miguel Fernando			Ambato-Ecuador nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#12					Hoja 12 de 20
Transporte Material Sub Base Granular clase 3					Unidad: m3-Km
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.00
Transporte Material Sub Base Granular clase 3 (Volqueta 8 m3 y Chofer)	2.00	2.20	4.40	0.035	0.15
MANO DE OBRA					SUBTOTAL M
					0.15
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
MATERIALES					SUBTOTAL N
					0.00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
TRANSPORTE					SUBTOTAL O
					0.00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.15
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					0.03
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.18
VALOR DE OFERTA					0.18
ELABORADO POR: Laica Moreira Miguel Fernando			Ambato-Ecuador nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#13					Hoja 13 de 20
Material Base Granular clase 2					Unidad: m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.02
Motoniveladora	1.00	40.00	40.00	0.013	0.52
Rodillo Liso Vibratorio	1.00	28.00	28.00	0.013	0.36
Camión Cisterna	1.00	23.00	23.00	0.013	0.30
MANO DE OBRA SUBTOTAL M					1.20
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Peón (E2)	6.00	3.26	19.56	0.013	0.25
Ayudante de Maquinaria (D2)	1.00	3.30	3.30	0.013	0.04
Operador 2 (C2)	1.00	3.39	3.39	0.013	0.04
Operador 1 (C1)	1.00	3.66	3.66	0.013	0.05
Chofer (C1)	1.00	4.79	4.79	0.013	0.06
Maestro de Obra (C1)	1.00	3.66	3.66	0.013	0.05
MATERIALES SUBTOTAL N					0.50
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Material Base Granular Clase 2 (en Obra)	m3	1.25	7.28	9.10	
Agua	m3	0.35	3.00	1.05	
TRANSPORTE SUBTOTAL O					10.15
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					11.85
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					2.61
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					14.46
VALOR DE OFERTA					14.46
ELABORADO POR:			Ambato-Ecuador		
Laica Moreira Miguel Fernando			nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#14					Hoja 14 de 20
Transporte Base Granular clase 2					Unidad: m3-Km
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.00
Transporte de Base Granular Clase 2 (Volqueta 8 m3 y Chofer	2.00	2.20	4.40	0.035	0.15
MANO DE OBRA					SUBTOTAL M
					0.15
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
MATERIALES					SUBTOTAL N
					0.00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
TRANSPORTE					SUBTOTAL O
					0.00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.15
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					0.03
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.18
VALOR DE OFERTA					0.18
ELABORADO POR: Laica Moreira Miguel Fernando			Ambato-Ecuador nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO#15					Hoja 15 de 20	
Capa de Rodadura, Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta, e = 5 cm					Unidad:	m2
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O.					0.01	
Cargador Frontal	1.00	35.20	35.20	0.003	0.11	
Planta Asfáltica	1.00	110.00	110.00	0.003	0.33	
Acabadora Pavimento Asfáltico	1.00	52.80	52.80	0.003	0.16	
Tanquero Imprimador	1.00	19.00	19.00	0.003	0.06	
Rodillo Neumático	1.00	34.00	34.00	0.003	0.10	
Rodillo Compactador	1.00	28.00	28.00	0.003	0.08	
Escoba Mecánica	1.00	18.00	18.00	0.003	0.05	
Volqueta 8 m3	4.00	25.00	100.00	0.003	0.30	
MANO DE OBRA SUBTOTAL M					1.20	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R	
Peón (E2)	12.00	3.26	39.12	0.003	0.12	
Ayudante de Maquinaria (D2)	2.00	3.30	6.60	0.003	0.02	
Operador 1 (C1)	2.00	3.66	7.32	0.003	0.02	
Operador 2 (C2)	4.00	3.39	13.56	0.003	0.04	
Chofer (C1)	4.00	4.79	19.16	0.003	0.06	
MATERIALES SUBTOTAL N					0.26	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B		
Asfalto AC-20	gl	1.90	2.30	4.37		
Asfalto RC-250 para imprimación (Incluye Transporte)	gl	0.49	3.00	1.47		
Arena	m3	0.050	14.00	0.70		
Ripio	m3	0.045	14.50	0.65		
Diesel	gl	0.35	1.03	0.36		
TRANSPORTE SUBTOTAL O					7.55	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B		
Asfalto AC-20	gl	1.90	0.08	0.15		
Diesel	gl	0.35	0.02	0.01		
SUBTOTAL P					0.16	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9.17	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					2.02	
OTROS ESPECÍFICOS					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11.19	
VALOR DE OFERTA					11.19	
ELABORADO POR:			Ambato-Ecuador			
Laica Moreira Miguel Fernando			nov-16			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#16					Hoja 16 de 20
Señalización Horizontal					Unidad: m
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.000
Equipo para Pintura de Tráfico	1.00	4.00	4.00	0.001	0.004
Camioneta	1.00	5.00	5.00	0.001	0.005
MANO DE OBRA SUBTOTAL M					0.01
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Peón (E2)	3.00	3.26	9.78	0.001	0.010
Chofer (C1)	1.00	4.79	4.79	0.001	0.005
MATERIALES SUBTOTAL N					0.015
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Pintura de Tráfico	gl	0.025	26.82	0.67	
Thinner Comercial	gl	0.008	16.99	0.14	
TRANSPORTE SUBTOTAL O					0.81
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Pintura de Tráfico	gl	0.025	0.50	0.01	
Thinner Comercial	gl	0.008	1.00	0.01	
SUBTOTAL P					0.02
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.85
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					0.19
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.04
VALOR DE OFERTA					1.04
ELABORADO POR: Laica Moreira Miguel Fernando			Ambato-Ecuador nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#17					Hoja 17 de 20
Señalización Regulatoria					Unidad: u
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					1.26
Soldadora Eléctrica	0.50	2.50	1.25	1.50	1.88
MANO DE OBRA SUBTOTAL M					3.14
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Peón (E2)	2.00	3.26	6.52	1.50	9.78
Albañil (D2)	1.00	3.30	3.30	1.50	4.95
Soldador (C1)	1.00	3.66	3.66	1.50	5.49
Pintor (D2)	1.00	3.30	3.30	1.50	4.95
MATERIALES SUBTOTAL N					25.17
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Láminas de Tool Galvanizado (2.44*1.22)	u	0.50	10.08	5.04	
Tubo Cuadrado Galvanizado 2" * 2m	m	3.50	3.80	13.30	
Perno Inoxidable	u	2.00	0.25	0.50	
Hormigón Clase B f'c = 180 kg/cm2	m3	0.07	115.75	8.10	
Electrodos	kg	1.50	3.14	4.71	
Ángulo 30 * 3mm	m	3.00	1.56	4.68	
Pintura Anticorrosiva	gl	0.10	20.00	2.00	
Pintura reflectiva	gl	0.05	25.00	1.25	
TRANSPORTE SUBTOTAL O					39.58
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Láminas de Tool Galvanizado (2.44*1.22)	u	0.50	0.10	0.05	
Tubo Cuadrado Galvanizado 2" * 2m	m	3.50	0.20	0.70	
Perno Inoxidable	u	2.00	0.01	0.02	
Hormigón Clase B f'c = 180 kg/cm2	m3	0.07	14.00	0.98	
Electrodos	kg	1.50	0.01	0.02	
SUBTOTAL P					1.77
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					69.65
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					15.32
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					84.97
VALOR DE OFERTA					84.97
ELABORADO POR: Laica Moreira Miguel Fernando			Ambato-Ecuador nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#18					Hoja 18 de 20
Señalización Preventiva					Unidad: u
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					1.05
Soldadora Eléctrica	0.50	2.50	1.25	1.25	1.56
MANO DE OBRA SUBTOTAL M					2.61
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Peón (E2)	2.00	3.26	6.52	1.25	8.15
Albañil (D2)	1.00	3.30	3.30	1.25	4.13
Soldador (C1)	1.00	3.66	3.66	1.25	4.58
Pintor (D2)	1.00	3.30	3.30	1.25	4.13
MATERIALES SUBTOTAL N					20.98
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Láminas de Tool Galvanizado (2.44*1.22)	u	0.50	10.08	5.04	
Tubo Cuadrado Galvanizado 2" * 2m	m	3.50	3.80	13.30	
Perno Inoxidable	u	2.00	0.25	0.50	
Hormigón Clase B f'c = 180 kg/cm2	m3	0.07	115.75	8.10	
Electrodos	kg	1.50	3.14	4.71	
Ángulo 30 * 3mm	m	3.00	1.56	4.68	
Pintura Anticorrosiva	gl	0.10	20.00	2.00	
Pintura reflectiva	gl	0.05	25.00	1.25	
TRANSPORTE SUBTOTAL O					39.58
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Láminas de Tool Galvanizado (2.44*1.22)	u	0.50	0.10	0.05	
Tubo Cuadrado Galvanizado 2" * 2m	m	3.50	0.20	0.70	
Perno Inoxidable	u	2.00	0.01	0.02	
Hormigón Clase B f'c = 180 kg/cm2	m3	0.07	14.00	0.98	
Ángulo 30 * 3mm	m	3.00	0.20	0.60	
SUBTOTAL P					2.35
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					65.52
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					14.41
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					79.93
VALOR DE OFERTA					79.93
ELABORADO POR:			Ambato-Ecuador		
Laica Moreira Miguel Fernando			nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#19					Hoja 19 de 20
Señalización Informativa					Unidad: u
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.96
Excavadora sobre Oruga	1.00	40.00	40.00	1.15	46.00
MANO DE OBRA SUBTOTAL M					46.96
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Peón (E2)	2.00	3.26	6.52	1.15	7.50
Albañil (D2)	1.00	3.30	3.30	1.15	3.80
Soldador (C1)	1.00	3.66	3.66	1.15	4.21
Pintor (D2)	1.00	3.30	3.30	1.15	3.80
MATERIALES SUBTOTAL N					19.30
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Láminas de Tool Galvanizado (2.44*1.22) e = 1.4 m	u	1.00	10.08	10.08	
Tubo Galvanizado Poste 2"	m	6.00	2.58	15.48	
Perno Inoxidable	u	6.00	0.25	1.50	
Hormigón Clase B f'c = 180 kg/cm2	m3	0.15	115.75	17.36	
Electrodos	kg	2.80	3.14	8.79	
Tubo Cuadrado Negro 1" * 1" * 1.5 m	m	9.48	1.04	9.86	
Pintura Anticorrosiva	gl	0.20	20.00	4.00	
Pintura reflectiva	gl	0.10	25.00	2.50	
TRANSPORTE SUBTOTAL O					69.57
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Láminas de Tool Galvanizado (2.44*1.22) e = 1.4	u	1.00	0.10	0.10	
Tubo Galvanizado Poste 2"	m	6.00	0.20	1.20	
Hormigón Clase B f'c = 180 kg/cm2	m3	0.15	14.00	2.10	
Electrodos	kg	2.80	0.01	0.03	
Tubo Cuadrado Negro 1" * 1" * 1.5 m	m	9.48	0.20	1.90	
Subtotal P					5.32
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					141.15
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					31.05
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					172.20
VALOR DE OFERTA					172.20
ELABORADO POR: Laica Moreira Miguel Fernando			Ambato-Ecuador nov-16		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO#20					Hoja 20 de 20
Agua para el Control del Polvo					Unidad: m2
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O.					0.08
Camión Cisterna	1.00	23.00	23.00	0.20	4.60
MANO DE OBRA SUBTOTAL M					4.68
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=C*R
Chofer (C1)	1.00	4.79	4.79	0.20	0.96
Albañil (D2)	1.00	3.30	3.30	0.20	0.66
MATERIALES SUBTOTAL N					1.62
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Agua	m3	1.60	3.00	4.80	
TRANSPORTE SUBTOTAL O					4.80
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					11.10
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%					2.44
OTROS ESPECÍFICOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13.54
VALOR DE OFERTA					13.54
ELABORADO POR: Laica Moreira Miguel Fernando			Ambato-Ecuador nov-16		

3.5. MEDIDAS AMBIENTALES

3.5.1. Ficha Ambiental

Cuadro N° 58.- Identificación del Proyecto

Localización del Proyecto:	Provincia:	Pastaza
	Cantón:	Arajuno
	Parroquias:	Integración de la Parroquia Urbana Arajuno y Parroquia Rural Curaray.
Auspiciado por		Ministerio
	X	Gobierno Provincial
		Gobierno Municipal
		Organismos
		Otros
Tipo de Proyecto		Abastecimiento de Agua Potable
		Agricultura, Pesca o Ganadería
		Amparo y Bienestar Social
		Educación
		Electrificación
		Hidrocarburos
		Industria y Comercio
		Minería
		Salud
		Saneamiento Ambiental
		Turismo
	X	Vialidad y Transporte
		Otros

Nivel de los Estudios Técnicos del Proyecto		Idea o pre Factibilidad
		Factibilidad
	X	Definitivo
Categoría del Proyecto	X	Construcción
		Rehabilitación
		Ampliación o Mejoramiento
		Mantenimiento
		Equipamiento
		Capacitación
		Apoyo
		Otro

3.5.2. Características del Área de Influencia

3.5.2.1. Localización

Cuadro N° 59.- Localización

Región Geográfica		Costa
		Sierra
	X	Oriente
		Insular
Coordenadas		Geográficas
	X	UTM
		Superficie

Altitud		A Nivel del Mar
		Entre 0 y 500 msnm
	X	Entre 500 y 2300 msnm
		Entre 2300 y 3000 msnm
		Entre 3000 y 4500 msnm
		Más de 4500 msnm

3.5.2.2. Clima

Cuadro N° 60.-Temperatura

Temperatura		Cálido – Seco (0 y 500 msnm)
		Cálido – Húmedo (0 y 500 msnm)
	X	Subtropical (500 y 2300 msnm)
		Templado (2300 y 3000 msnm)
		Frío (3000 y 4500 msnm)
		Menor a 0 °C (Más de 4500 msnm)

3.5.2.3. Geología. Geomorfología y Suelos

Cuadro N° 61.-Suelos

Ocupación Actual del Área de Influencia	X	Asentamientos Humanos
	X	Áreas Agrícolas o Ganaderas
		Áreas Ecológicas y Protegidas
		Bosques Naturales o artificiales
		Fuentes Hidrológicas y Cauces Naturales
		Manglares
		Zonas Arqueológicas

		Zona con Riqueza Hidrocarburífera
		Zonas con Riquezas Minerales
	X	Zonas de Potencial Turístico
		Zonas Inestables con Riesgo Sísmico
Tipo de Terreno		Llano
	X	Ondulado
		Montañoso
Tipo de Suelo	X	Arcilloso
		Arenoso
	X	Limoso
Calidad de Suelo	X	Fértil
		Semi – Fértil
		Erosionado
		Saturado
		Otro
Permeabilidad del Suelo	X	Alta (el agua se infiltra fácilmente en el suelo)
		Media (el agua tiene ciertos problemas para filtrarse)
		Baja (el agua queda retenida en charcos)
Condiciones de Drenaje		Muy Buena (no existen estancamientos de agua en época lluviosa)
	X	Buena (existen estancamientos de agua que se forman durante las lluvias, pero que se desaparecen a las pocas horas de cesar las precipitaciones)
		Mala (las condiciones son malas, existen estancamientos de agua, aún en épocas cuando no llueve)

3.5.2.4. Hidrología

Cuadro N° 62.- Hidrología

Fuente	X	Agua Superficial
	X	Agua Subterránea
		Agua de Mar
Superficie	X	Alto
		Profundo
Precipitaciones	X	Alta (lluvias fuertes y constantes)
		Media (lluvias en época invernal o esporádicas)
		Baja (casi no llueve en la zona)

3.5.2.5. Aire

Cuadro N° 63.- Aire

Calidad del Aire	X	Muy Buena (no existen fuentes contaminantes que lo alteren)
		Buena (el aire es respirable, presenta malos olores en forma esporádica o en alguna época del año. Se presentan irritaciones leves en ojos y garganta)
		Mala
Recirculación del Aire	X	Muy Buena (brisas ligeras y constantes, existen frecuentes vientos que renuevan la capa de aire)
		Buena (los vientos se presentan solo en ciertas épocas y por lo general son escasos)
		Mala (sin presencia de vientos)

Ruido		Ruidoso (ruidos constantes y altos; molestias en los habitantes debido a intensidad o por su frecuencia; aparecen síntomas de sordera o irritabilidad)
		Tolerable (ruidos admisibles y esporádicos; no hay mayores molestias para la población y fauna existente)
	X	Bajo (no existen molestias y la zona transmite calma)

3.5.3. Caracterización del Medio Biótico

3.5.3.1. Ecosistema

Cuadro N° 64.- Ecosistema

Tipos de Ecosistemas		Páramo
	X	Bosque Pluvial
		Bosque Nublado
		Bosque Seco Tropical
		Ecosistemas Marinos
		Ecosistemas Lacustres

3.5.3.2. Flora

Cuadro N° 65.- Flora

Tipo de Cobertura Vegetal	X	Bosques
		Arbustos
		Pastos
	X	Cultivos
	X	Matorrales
		Sin Vegetación
Importancia de la Cobertura Vegetal	X	Común del sector
		Rara o Endémica
		En Peligro de Extinción
		Protegida
		Intervenida
Usos de la Vegetación	X	Alimenticio
	X	Comercial
	X	Medicinal
		Ornamental
	X	Construcción
		Otro

3.5.3.3. Fauna Silvestre

Cuadro N° 66.- Fauna

Tipo de Fauna Silvestre	X	Micro Fauna
	X	Insectos
		Anfibios
	X	Peces
		Reptiles

	X	Aves
	X	Mamíferos
Importancia	X	Común
		Rara o Única Especie
		Frágil
		En Peligro de Extinción

3.5.4. Características del Medio Socio-Cultural

3.5.4.1. Demografía

Cuadro N° 67.- Demografía

Nivel de consolidación del Área de Influencia		Urbana
		Periférica
	X	Rural
Características Étnicas de la Población	X	Mestizos
	X	Indígenas
		Negros
		Otros

3.5.4.2. Infraestructura Social

Cuadro N° 68.- Infraestructura Social

Abastecimiento de Agua		Agua Potable
		Conexión Domiciliaria
	X	Agua Lluvia
		Grifo Público
		Servicio Permanente

		Racionado
		Tanqueo
	X	Acarreo Manual
		Ninguno
Evacuación de Aguas Servidas		Alcantarillado Sanitario
		Alcantarillado Pluvial
	X	Fosas Sépticas
		Letrinas
		Ninguno
Evacuación de Aguas Lluvia		Alcantarillado Pluvial
		Drenaje Superficial
	X	Ninguno
Desechos Sólidos		Barrido y Recolección
	X	Botadero a Cielo Abierto
		Relleno Sanitario
		Otro
Electrificación		Red de Energía Eléctrica
		Planta Eléctrica
	X	Ninguno
Transporte Público		Servicio Urbano
		Servicio Intercantonal
		Camionetas
		Canoa
	X	Otro
Vialidad Accesos		Vías Principales
	X	Vías Secundarias
	X	Caminos Vecinales
		Vías Urbanas
		Otro

3.6. PRESUPUESTO

Para llegar al resultado esperado se tomaron tablas referenciales en costos de materiales y transporte de los mismos, así como los valores/hora y rendimientos de la mano de obra; en los cuadros a continuación se muestran los costos necesarios para el proyecto.

Cuadro N° 69.- Costo de la Mano de Obra

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia			
COSTO DE LA MANO DE OBRA			
DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	COSTO HORARIO	HONORARIO HOMBRE
Chofer	C1	4.79	424.75
Chofer Volqueta	C1	4.79	424.75
Inspector de Obra	B3	3.66	411.53
Ingeniero Ambientalista	C1	3.66	424.75
Maestro de Obra	C1	3.66	424.75
Soldador	C1	3.66	424.75
Topógrafo	C1	3.66	424.75
Albañil	D2	3.30	380.97
Ayudante de maquinaria	D2	3.30	380.97
Cadenero	D2	3.30	380.97
Carpintero	D2	3.30	380.97
Pintor	D2	3.30	380.97
Sociólogo	D2	3.30	380.97
Peón	E2	3.26	376.07
Operador	C1	3.66	424.75
Operador 1	C1	3.66	424.75
Operador 2	C2	3.39	403.15
ELABORADO POR:			nov-16
Miguel Fernando Laica Moreira			

Fuente: Autor

Cuadro N° 70.- Costo y Transporte de Materiales

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia			
COSTO Y TRANSPORTE DE MATERIALES			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO	TRANSPORTE
Aceite Quemado	gl	0.20	-
Agua	m3	3.00	0.20
Alambre de Amarre Galvanizado	kg	2.90	0.30
Ángulo 30*30	m	1.56	0.20
Arena	m3	14.00	3.50
Asfalto AC-20	gl	2.30	0.01
Asfalto RC-250	gl	3.00	0.02
Cemento Portland	kg	7.95	1.00
Clavos	kg	2.75	0.02
Diésel	gl	1.03	0.01
Electrodos	kg	3.14	0.01
Estacas de Madera	u	0.25	0.01
Hormigón Clase B	m3	115.75	14.00
Láminas de Tool Galvanizado	hoja	10.08	0.10
Madera, Cuadro Encofrado	u	10.08	0.20
Madera, Listones para Muros	m	0.80	0.10
Madera, Puntales	m	0.40	0.20
Material de Relleno (Arena)	m3	14.00	3.50
Mojones de Hormigón	u	0.25	0.10
Perno Inoxidable	u	0.25	0.01
Pintura Anticorrosiva	gl	20.00	0.50

Pintura de Tráfico	gl	26.82	0.50
Pintura Esmalte	lt	4.00	0.50
Pintura Reflectiva	gl	25.00	0.50
Ripio Triturado	m3	14.50	4.00
Thinner Comercial	gl	16.99	1.00
Tubo Cuadrado Negro	u	6.22	0.20
Tubo de Acero Corrugado D=1.2 m	m	191.20	0.20
Tubo de Acero Corrugado D=1.5 m	m	212.50	0.20
Tubo Galvanizado	u	15.46	0.20
ELABORADO POR: Miguel Fernando Laica Moreira			nov-16

Fuente: Autor

Cuadro N° 71.- Presupuesto

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia					
PRESUPUESTO					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
1	Desbroce, Desbosque y Limpieza	Ha	13.15	327.77	4310.18
2	Replanteo y Nivelación	Km	6.57	661.17	4343.85
3	Excavación sin Clasificar, incluye Conformación y Compactación de la Subrasante	m3	46486.31	4.14	192380.80
4	Excavación para Cunetas y Encauzamiento	m3	1774.85	9.46	16792.30
5	Excavación y Relleno para Est. Menores	m3	1848.00	14.38	26569.45
6	Limpieza de Derumbes y Transporte de Material de Desalojo	m3	19825.23	2.62	51957.96
DRENAJE					
7	Tubería de Acero corrugado D = 1.2 m	m	120.00	269.69	32362.56
8	Tubería de Acero corrugado D = 1.5 m	m	12.00	296.97	3563.68
9	Hormigón Simple para cunetas f'c=180kg/cm2	m3	801.44	172.86	138537.72
10	Hormigón Simple para cabezales f'c=180kg/cm2	m3	82.40	216.84	17867.29
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO					
11	Material Sub Base Granular clase 3	m3	10412.47	11.04	114971.16
12	Transporte Material Sub Base Granular clase 3	m3 - Km	260311.75	0.18	47897.36
13	Material Base Granular clase 2	m3	5206.24	14.46	75290.98
14	Transporte Base Granular clase 2	m3 - Km	130156.00	0.18	23948.70
15	Capa de Rodadura, Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta, e = 5 cm	m2	45357.36	11.19	507561.56
CONTROL DE TRÁNSITO					
16	Señalización Horizontal	m	19720.59	0.80	15776.47
18	Señalización Vertical 60 x 60 cm	u	64.00	79.93	5115.52
MEDIDAS AMBIENTALES					
20	Agua para el Control del Polvo	m2	341.82	13.54	4627.56
				TOTAL	1283875.11
PRECIO TOTAL DE LOS RUBROS:					
Un Millón, Doscientos Ochenta y Tres Mil, Ochocientos Setenta y Cinco, 11/100 Dólares					
ELABORADO POR: Laica Moreira Miguel Fernando				Ambato-Ecuador nov-16	

Fuente: Autor

3.7. CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO

Cuadro N° 72.- Cronograma Valorado de Trabajo

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO						PERIODO EN MESES / SEMANAS																											
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	1 MES				2 MES				3 MES				4 MES				5 MES				6 MES				7 MES			
						1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
MOVIMIENTO DE TIERRAS																																	
1	Desbroce, Desbosque y Limpieza	Ha	13.15	327.77	4310.18	4310.18																											
2	Replanteo y Nivelación	Km	6.57	661.17	4343.85	4343.85																											
3	Excavación sin Clasificar, incluye Conformación y Compactación de la Subrasante	m ³	99126.15	4.14	410227.62	51278.45																											
4	Excavación para Cunetas y Encauzamiento	m ³	1774.85	9.46	16792.30	102556.91																											
5	Excavación y Relleno para Est. Menores	m ³	1848.00	14.38	26569.45	102556.91																											
6	Limpieza de Derumbes y Transporte de Material de Desalojo	m ³	19825.23	2.62	51957.96	51278.45																											
DRENAJE																																	
7	Tubería de Acero corrugado D = 1.2 m	m	120.00	269.69	32362.56	32362.56																											
8	Tubería de Acero corrugado D = 1.5 m	m	12.00	296.97	3563.68	3563.68																											
9	Hormigón Simple para cunetas f _c =180kg/cm ²	m ³	801.44	172.86	138537.72	36943.39																											
10	Hormigón Simple para cabezales f _c =180kg/cm ²	m ³	82.40	216.84	17867.29	17867.29																											
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO																																	
11	Material Sub Base Granular clase 3	m ³	10412.47	11.04	114971.16	28742.79																											
12	Transporte Material Sub Base Granular clase 3	m ³ - Km	260311.75	0.18	47897.36	47897.36																											
13	Material Base Granular clase 2	m ³	5206.24	14.46	75290.98	9411.37																											
14	Transporte Base Granular clase 2	m ³ - Km	130156.00	0.18	23948.70	23948.70																											
15	Capa de Rodadura, Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta, e = 5 cm	m ²	45357.36	11.19	507561.56	338374.37																											
CONTROL DE TRÁNSITO																																	
16	Señalización Horizontal	m	19720.59	1.04	20519.08	20519.08																											
17	Señalización Regulatoria	u	4.00	84.97	339.89	339.89																											
18	Señalización Preventiva	u	60.00	79.93	4795.80	4795.80																											
19	Señalización Informativa	u	4.00	172.20	688.82	688.82																											
MEDIDAS AMBIENTALES																																	
20	Agua para el Control del Polvo	m ²	341.82	13.54	4627.56	533.95																											
INVERSIÓN MENSUAL					TOTAL	1507173.52	60466.43	103268.84	176138.47	297770.01	249694.30	423770.76	196064.72																				
AVANCE MENSUAL (%)							4.01	6.85	11.69	19.76	16.57	28.12	13.01																				
INVERSIÓN ACUMULADA AL 100% (e = 1p)							60466.43	163735.27	339873.74	637643.75	887338.04	1311108.80	1507173.52																				
AVANCE ACUMULADO (%)							4.01	10.86	22.55	42.31	58.88	87.00	100.00																				
INVERSIÓN ACUMULADA AL 80% (e = 0.5p)							48373.15	82615.07	140910.77	238216.01	199755.44	339016.60	156851.78																				
AVANCE ACUMULADO (%)							3.21	8.69	18.04	33.85	47.10	69.59	80.00																				

Fuente: Autor

3.8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

La descripción de las especificaciones técnicas de los rubros pertinentes al presente proyecto, y que a continuación se mencionan, están basadas en las ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES; MOP-F 2002 [26]

3.8.1. Movimiento de Tierras

3.8.1.1. Desbroce, Desbosque y Limpieza (Sección 302)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES; MOP-F 2002” [26]

Procedimientos de Trabajo.- El desbroce, desbosque y limpieza se efectuarán por medios eficaces, manuales y mecánicos, incluyendo la zocola, repique y cualquier otro procedimiento que dé resultados que el Fiscalizador considere satisfactorios. Por lo general, se efectuará dentro de los límites de construcción y hasta 10 metros por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes.

En las zonas de excavaciones o de terraplenes de altura inferior a 2 metros deberán removerse y desecharse todos los troncos, tocones, raíces, vegetación en general y material calificado por el Fiscalizador como inadecuado. En las zonas que deben cubrirse por terraplenes de altura superior a 2 metros la tala de árboles se podrá realizar de modo que el corte se haga a una altura no mayor a 20 centímetros sobre la superficie del terreno natural; los arbustos y maleza se eliminarán por completo y el césped se deberá cortar al ras.

En las áreas fuera de los límites de construcción y dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, los troncos se cortarán en lo posible, al ras del terreno natural; pero en ningún caso se los dejará de una altura mayor de 30 centímetros.

Medición.- La cantidad a pagarse por el Desbroce, Desbosque y Limpieza será el área en hectáreas, medida en la obra, en su proyección horizontal de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados, incluyendo las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las fuentes de trabajo aprovechadas fuera de dicha zona, que estén señaladas en los planos como fuentes designadas u opcionales al Contratista.

Pago.- Este precio y pago constituirá la compensación total por la eliminación, retiro, desecho y transporte de todos los materiales provenientes del Desbroce, Desbosque y Limpieza, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta Sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
Desbroce, Desbosque y Limpieza.....	Hectárea (Ha)

3.8.1.2. Replanteo y Nivelación

Procedimientos de Trabajo.- Comprende los trabajos pertinentes a la nivelación de todo el proyecto ejecutado por el Contratista y con aprobación escrita del Fiscalizador, el procedimiento de estacado se lo realiza cada 20 metros al eje de la carretera en rectas y cada 10 metros en curvas, en lo posible se los debe señalar con material reflectivo.

Medición.- Ninguna en particular, se toma Kilómetro para todo el procedimiento de trabajo.

Pago.- Se paga en base a la propuesta en el precio unitario y se pagará en forma global.

N° del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
Replanteo y Nivelación.....	Kilómetro (Km)

3.8.1.3. Excavación sin Clasificar, Incluye conformación y Compactación de Subrasante (Sección 303-2.01.1 y Sección 305)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES; MOP-F 2002” [26]

Excavación sin Clasificar.- 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.

N° del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
Replanteo y Nivelación.....	Metro Cúbico (m ³)

Terraplenado

Procedimiento de Trabajo.- Cuando lo señalen los planos o lo juzgue necesario el Fiscalizador, la capa superior de 15 centímetros de espesor del suelo existente por debajo de un terraplén deberá compactarse con la misma exigencia requerida para el material a colocarse en el terraplén.

Colocación.- En la construcción de terraplenes, el material de tierra, grava, fragmentos de roca y otro material relativamente fino deberá ser colocado en capas aproximadamente horizontales y su espesor será determinado por el Fiscalizador de acuerdo al equipo de compactación que disponga el Contratista de la obra.

Compactación.- Cada una de las capas de material colocada en el terraplén deberá ser humedecida u oreada hasta lograr el contenido de humedad adecuado para conseguir la compactación requerida, luego de lo cual se procederá a compactarla con rodillos aprobados.

Medición.- Los terraplenes no se medirán para su pago directo. La excavación para la construcción de terraplenes se medirá y pagará de acuerdo con lo indicado en subsecciones pertinentes de las presentes Especificaciones y en las disposiciones especiales, por tanto la medición en Excavación y Relleno (Sección 303) es en metros cúbicos

Pago.- La realización de los trabajos descritos en esta Sección no serán pagados en forma directa, sino que será considerada como una obligación del Contratista subsidiaria al conjunto de trabajos cuyo pago se efectúe mediante los precios unitarios establecidos en el contrato.

3.8.1.4. Excavación para Cunetas y Encauzamientos (Sección 307-3)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES; MOP-F 2002” [26]

Procedimientos de Trabajo.- Las cunetas y encauzamientos serán construidas de acuerdo al alineamiento, pendiente y sección transversal señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador.

Su construcción podrá llevarse a cabo en forma manual o con maquinaria apropiada, o con una combinación de estas operaciones. No podrán contener restos de raíces, troncos, rocas u otro material que las obstruya, y será obligación del Contratista mantenerlas limpias permanentemente para su eficiente funcionamiento, hasta la recepción provisiona, sin costo adicional.

Medición.- las cantidades a pagarse por la excavación de cunetas y encauzamientos serán aquellas medidas en la obra por trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados. La unidad será el metro cúbico o el metro lineal, según se establezca en el contrato.

Pago.- Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados, que consten en el contrato.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
Excavación para cunetas y Encauzamientos.....	Metro Cúbico (m ³)
Excavación para cunetas y Encauzamientos.....	Metro Lineal (m)

3.8.1.5. Excavación y Relleno para Estructuras Menores (Sección 307-1)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES; MOP-F 2002” [26]

Procedimiento de Trabajo.- Antes de ejecutar la excavación para las estructuras, deberán realizarse, en el área fijada, las operaciones necesarias de limpieza de acuerdo a la Sección 302.

El Contratista notificará al Fiscalizador, con suficiente anticipación, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que se puedan tomar todos los datos del terreno natural necesarios para determinar las cantidades de obra realizada.

Después de terminar cada excavación, de acuerdo a las indicaciones de los planos y del Fiscalizador, el Contratista deberá informar de inmediato al Fiscalizador y no podrá iniciar la construcción de cimentaciones, alcantarillas y otras obras de arte hasta que el Fiscalizador haya aprobado la profundidad de la excavación y la clase de material de la cimentación.

Excavación para Alcantarillas.- El ancho de la zanja que se excave para una alcantarilla o un conjunto de alcantarillas estará de acuerdo a lo indicado en los planos o como indique el Fiscalizador. El ancho no podrá ser aumentado por el Contratista para su conveniencia de trabajo.

Medición.- La cantidad a pagarse por excavación y relleno para estructuras, inclusive alcantarillas, serán los metros cúbicos medidos en la obra de material efectivamente excavado, de conformidad con lo señalado en los planos u ordenado por el Fiscalizador.

Pago.- Los precios y pagos constituirán la compensación total por la excavación y relleno para estructuras, el control y evacuación de agua, así como por la construcción y remoción de ataguías, si fueren requeridas y toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales, operaciones conexas, necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en esta Sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
Excavación y Relleno para Estructuras Menores.....	Metro Cúbico (m ³)

**3.8.1.6. Limpieza de Derrumbes y Transporte del Material de Desalojo
(Sección 308-4)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES; MOP-F 2002” [26]

Procedimientos de Trabajo.- El desalojo de derrumbes depositado en la plataforma del camino y cunetas deberá ejecutarse con el empleo de palas cargadoras de ruedas neumáticas, a fin de evitar la destrucción de la subrasante, afirmador o carpeta asfáltica.

No se reconocerá pago alguno de derrumbes en caso de que el Fiscalizador establezca que los mismos se deben a negligencia o descuido del Contratista.

Medición.- las cantidades a pagarse serán los metros cúbicos de materiales efectivamente desalojados de la plataforma y cunetas del camino.

Pago.- Se pagará al precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato. Si dicho rubro no está incluido en el contrato, se considerará que el trabajo de acabado de la obra está compensado con los pagos efectuados por los varios rubros de excavación y relleno.

Este pago constituirá la compensación total por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos anteriormente.

N° del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
Limpieza de Derrumbes.....	Metro Cúbico (m ³)

3.8.2. Drenaje

3.8.2.1. Tubería de Acero Corrugado D = 1.20 m; e = 2.5 mm y D = 1.5 m; e = 2.5 mm (Sección 602)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES; MOP-F 2002” [26]

Procedimiento de Trabajo

Colocación de Tubos.- Los tubos o accesorios de metal corrugado deberán ser transportados y manejados con cuidado para evitar abolladuras, escamaduras, roturas o daños en la superficie galvanizada o capa de protección; cualquier daño ocasionado en el recubrimiento del tubo, será reparado mediante la aplicación de dos manos de pintura asfáltica o siguiendo otros procedimientos satisfactorios para el Fiscalizador.

Los tubos deberán ser colocados en una zanja excavada de acuerdo con la alineación y pendiente indicadas en los planos o por el Fiscalizador. El fondo de la zanja deberá ser preparado en tal forma que ofrezca un apoyo firme y uniforme a todo lo largo de la tubería, todo tubo mal alineado, indebidamente asentado o dañado será extraído, recolocado o reemplazado por el Contratista a su cuenta.

Muros de Cabezal.- De acuerdo con los planos, los muros de cabezal y cualquier otra estructura a la entrada y salida de la alcantarilla, deberá construirse al mismo tiempo que se coloca la tubería, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador.

Tubos de Acero Corrugado

Los tubos de acero corrugado se utilizarán para alcantarillas, sifones, drenes y otros conductos y deberán cumplir lo previsto en la subsección anterior. Las dimensiones, tipos y calibres o espesores de los tubos se conformarán con lo especificado en AASHTO M-36 y con lo indicado en los documentos contractuales. Podrán ser remachados con suelda de puntos o con costura helicoidal, a opción del Contratista.

Medición.- La medición se efectuará a los largo de la tubería instalada y a las instrucciones del Fiscalizador; cualquier exceso no autorizado no será pagado.

Los muros de cabezal, muros terminales u otras estructuras realizadas para la completa terminación de la obra, serán medidos para el pago de acuerdo a lo estipulado en las siguientes especificaciones.

Pago.- Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro, transporte, colocación, instalación juntura, apuntalado, sellado y comprobación de la tubería de metal corrugado, incluyendo cualquier refuerzo de extremidades y las capas de protección, el revestimiento y pavimentado requeridos, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
Limpieza de Derrumbes.....	Metro Lineal (m)

3.8.3. Estructura del Pavimento

3.8.3.1. Material con Sub Base Granular Clase 3 (Sección 403)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES; MOP-F 2002” [26]

Procedimiento de Trabajo

Preparación de la Subrasante.- Antes de proceder a la colocación de los agregados para la sub-base, el Contratista habrá terminado la construcción de la subrasante, debidamente compactada y con sus alineaciones, pendientes y superficie acordes con las estipulaciones contractuales.

Selección y Mezclado.- Los agregados preparados para la sub-base deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de sub-base establecida en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección de los agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada.

Tendido, Conformación.- Cuando el material de la sub-base haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportando al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la hidratación necesaria.

Compactación.- Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de sub-base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor, u otro tipo de compactadores aprobados.

Medición.- Para el cálculo de la cantidad se considerará la longitud de la capa de sub-base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar

para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

Pago.- Los precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de sub-base, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas que se hayan empleado para la realización completa de los trabajos descritos en esta Sección.

N° del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
Sub Base Clase 3.....	Metro Cúbico (m ³)

3.8.3.2. Material Base Granular Clase 2 (Sección 404)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES; MOP-F 2002” [26]

Procedimientos de Trabajo

Preparación de la Sub-Base.- La superficie de la Sub-Base deberá hallarse terminada, conforme a los requerimientos estipulados para la Sección 404. Deberá, así mismo, hallarse libre de cualquier material extraño, antes de iniciar el transporte del material de base a la vía.

Selección y Mezclado.- Los agregados preparados para la base, deberán cumplir la granulometría y más condiciones de la clase de base especificada en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección y mezcla de los agregados en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

Tendido y Conformación.- Cuando el material de la base haya sido mezclado e hidratado en planta central, deberá cargarse directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportado al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procede a la conformación y compactación.

Compactación.- Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de la capa de la base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de mínimo 8 Toneladas, rodillos vibratorios de energía de compactación equivalente o mayor.

Medición.- Para el cálculo de la cantidad, se considerará la longitud de la capa base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

Pago.- Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de base, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas en la realización completa de los trabajos descritos en esta Sección.

N° del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

Base Clase 2.....Metro Cúbico (m³)

**3.8.3.3. Asfalto RC-250 para imprimación, incluye transporte, 1.40 lt/m²
(Sección 405-1), Riego de Imprimación**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES; MOP-F 2002” [26]

Procedimiento de Trabajo.- El riego imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia de cualquier material extraño; el Fiscalizador podrá disponer que se realice un ligero riego de agua antes de la aplicación del asfalto.

Distribución del Material Bituminoso.- El asfalto para imprimación será distribuido uniformemente sobre la superficie preparada, que deberá hallarse seca o ligeramente húmeda. La distribución se efectuará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito en la parte de vía no imprimada.

Aplicación de la Arena.- La colocación de una capa de arena sobre el riego de imprimación no es necesaria en todos los casos; es preferible que la cantidad de asfalto establecida para la imprimación, sea absorbida totalmente en la superficie. Sin embargo, hay ocasiones en que el asfalto no ha sido absorbido completamente en horas, en cuyo caso se deberá distribuir sobre la superficie una delgada capa de arena para proteger la penetración, sobre todo si hay necesidad de permitir el tránsito o impedir posibles daños por lluvias, y para absorber el exceso de asfalto.

Circulación de Vehículos.- No deberá permitirse el tránsito sobre una capa de imprimación mientras no se haya completado la penetración del asfalto distribuido en la superficie. Sin embargo, en casos en que sea absolutamente necesario permitir la circulación de vehículos, se deberá esperar al menos cuatro horas desde el regado del asfalto para cubrirlo con la capa de arena y autorizar luego el tránsito con una velocidad máxima de Km/h. El Fiscalizador deberá determinar en cada caso el tiempo mínimo en que la superficie se mantendrá imprimada antes de cubrirla con la capa siguiente.

Medición.- Para efectuar el pago por el riego de imprimación deberán considerarse separadamente las cantidades de asfalto y de arena realmente empleadas y aceptadas por el Fiscalizador.

Pago.- Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación previa de la superficie por imprimirse; el suministro, transporte, calentamiento y distribución del material asfáltico; el suministro, transporte y distribución de la arena para protección y secado; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la realización del trabajo descrito en esta Sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
Asfalto MC para imprimación.....	Litro (lt)

**3.8.3.4. Capa de Rodadura Hormigón asfáltico Mezclado en Planta e = 5 cm
incluye Transporte (Sección 405-5)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES; MOP-F 2002” [26]

Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.

Equipo de Transporte.- Los camiones para el transporte del hormigón asfáltico serán de volteo y contarán con cajones metálicos cerrados y en buen estado. Para el uso, los cajones deberán ser limpiados cuidadosamente y recubiertos con aceite u otro material aprobado, para evitar que la mezcla se adhiera al metal. Una vez cargada, la mezcla deberá ser protegida con una cubierta de lona, para evitar pérdida de calor y contaminación con polvo u otras impurezas del ambiente.

Equipo de Distribución de la Mezcla.- La distribución de la mezcla asfáltica en el camino, será efectuada mediante el empleo de una máquina terminadora autopropulsada, que sea capaz de distribuir el hormigón asfáltico de acuerdo con los espesores, alineamiento, pendientes y ancho especificados.

Equipo de Compactación.- El equipo de compactación podrá estar formado por rodillos lisos de ruedas de acero, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente y rodillos neumáticos autopropulsados. El número necesario de rodillos dependerá de la superficie y espesor de la mezcla que deberá compactarse, mientras se halla en condiciones trabajables.

Fórmula Maestra de Obra.- antes de iniciarse ninguna preparación de hormigón asfáltico para utilizarlo en obra, el Contratista deberá presentar al Fiscalizador el diseño de la fórmula maestra, preparada en base al estudio de los materiales que se propone

utilizar en el trabajo. El Fiscalizador efectuará las revisiones y comprobaciones pertinentes, a fin de autorizar la producción de la mezcla asfáltica.

Dosificación y Mezclado.- Los agregados para la preparación de las mezclas de hormigón asfáltico deberán almacenarse separadamente en tolvas individuales, antes de entrar a la planta. La separación de las diferentes fracciones de los agregados será sometida por el Contratista a la aprobación del Fiscalizador. Para el almacenaje y el desplazamiento de los agregados de estas tolvas al secador de la planta, deberá emplearse medios que eviten la segregación o degradación de las diferentes fracciones.

Distribución.- La distribución del hormigón asfáltico deberá efectuarse sobre una base preparada, de acuerdo con los requerimientos contractuales, imprimada, limpia y seca, o sobre un pavimento existente.

Compactación.- La mejor temperatura para empezar a compactar la mezcla recién extendida, dentro del margen posible que va de 163 a 85 °C, es la máxima temperatura a la cual la mezcla puede resistir el rodillo sin desplazarse horizontalmente.

Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de las carpetas de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta, serán los metros cuadrados de superficie cubierta con un espesor compactado especificado. La medición se efectuará en base a la proyección en un plano horizontal del área pavimentada y aceptada por el Fiscalizador.

Pago.- Los precios y pago constituirán la compensación total por el suministro de los agregados y el asfalto, la preparación en planta en caliente del hormigón asfáltico, el transporte, la distribución, terminado y compactación de la mezcla, la limpieza de la superficie que recibirá el hormigón asfáltico; así como por la mano de obra, equipo,

herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta Sección.

N° del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
Capa de Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta, e = 5 cm.....	Metro Cuadrado (m ²)

3.8.4. Control de Tránsito

3.8.4.1. Marcas Permanentes del Pavimento. Señalización Horizontal (Sección 705)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES; MOP-F 2002” [26]

Descripción.- Este trabajo constituirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.

Procedimiento de Trabajo.- Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secar y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos.

Medida.- El precio contractual para cada tipo o color de línea sea diferente de 10 centímetros, deberá estar establecido en el contrato o solicitado expresamente por el Fiscalizador, entonces la longitud a pagarse será ajustada con relación al ancho

especificado de 10 centímetros; caso contrario, se reconocerá un pago según el ancho de 10 centímetros.

Pago.- Las cantidades a pagarse será el verdadero número de unidades (tales como flechas, símbolos, leyendas, MPS, etc.) de los tipos y tamaños especificados en el contrato, que han sido suministrados, terminados y aceptados por el Fiscalizador.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
Marcas de Pavimento (Pintura).....	Metro Lineal (m)

3.8.4.2. Señalización Preventiva (Sección 710)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES; MOP-F 2002” [26]

Descripción.- Considera una serie de actividades tendientes a delimitar y señalar las áreas de trabajo de tal forma de generar todas las condiciones de seguridad a los usuarios de la vía y a los obreros de la misma en sus etapas de construcción y mantenimiento vial.

Procedimiento de Trabajo.- El tránsito durante el proceso de construcción debe ser planificado y regulado mediante adecuados controles y auto explicativos sistemas de señalización.

El Contratista deberá cumplir todas las regulaciones que se hayan establecido, se establezcan o sean emitidas por el Fiscalizador, con la finalidad de reducir los riesgos de accidentes en la vía.

Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta Sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

3.8.4.3. Señalización Ambiental (Sección 711)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES; MOP-F 2002” [26]

Descripción.- Trata sobre la implementación de una adecuada señalización con temas alusivos a la prevención y control de las actividades humanas a fin de evitar deterioros ambientales en las zonas de trabajo de la obra vial.

Procedimiento de Trabajo.- Antes de iniciar los trabajos preliminares en la obra, el Contratista implementará una adecuada rotulación ambiental de carácter informativa, preventiva y de restricciones.

Las señales informativas tendrán como objetivo el advertir a los trabajadores, visitantes y población aledaña a la zona de la obra sobre la ejecución de trabajos relacionados a la vía.

Las señales preventivas tendrán por objeto advertir a los trabajadores y usuarios de la vía acerca de la existencia y naturaleza de peligros potenciales en las zonas de trabajo, e

indicar la existencia de ciertas limitaciones o prohibiciones que se presenten, especialmente en cuanto a la velocidad de circulación.

Las señales de restricción señalarán las acciones que no se deben realizar a fin de no causar impactos ambientales negativos en el entorno.

Medición.- La medición de los rótulos será unitaria y se pagarán por unidad a los precios contractuales que consten en el contrato.

Pago.- Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la construcción y colocación de los rótulos; en los pagos se incluirán mano de obra, materiales, herramientas, equipos y operaciones conexas a la instalación misma en el sitio.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
Señalización Preventiva, Regulatoria e Informativa.....	Unidad (u)

3.8.5. Medidas Ambientales

3.8.5.1. Control del Polvo (Sección 205)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES; MOP-F 2002” [26]

Descripción.- Este trabajo consistirá en la aplicación, según las órdenes del Fiscalizador, de un paliativo para controlar el polvo que se produzca, como consecuencia de la

construcción de la obra o del tráfico público que transita por el proyecto, los desvíos y los accesos.

Procedimientos de Trabajo.- En caso de usar agua como paliativo para el polvo, ésta será distribuida de modo uniforme por carros cisternas equipados con un sistema de rociadores a presión. El equipo empleado deberá contar con la aprobación del Fiscalizador. La rata de aplicación será entre los 0.90 y los 3.5 litros por metro cuadro, conforme indique el Fiscalizador, así como su frecuencia de aplicación. La velocidad máxima de aplicación será de 5 Km/h.

Medición.- Las cantidades que han de pagarse por estos trabajos serán los miles de litros de agua de aplicación verificada por el Fiscalizador.

Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios que consten en el contrato, para los rubros abajo designados.

No se efectuará ningún pago adicional al Contratista por la aplicación de paliativos contra el polvo en horas fuera de la jornada de trabajo normal o en los días no laborables. Tampoco se ajustará el precio unitario en caso de que la cantidad realmente utilizada sea mayor o menor que la cantidad estimada en el presupuesto del contrato.

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

Agua para Control de Polvo.....litros (lt)

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Tras un completo análisis de las condiciones, productividad y servicios de la zona, se considera un proyecto viable, ya que la vía propuesta reactivará la mina del sector, permitirá el transporte de productos agrícolas e incluirá a la comunidad de la Independencia.
- El conteo vehicular realizado en la vía 10 de Agosto, permite conocer el tráfico atraído por la nueva carretera, establecer la cantidad de usuarios que tendrá y la hora en la que más serviciabilidad se dará, la misma será al medio día de 13:00 a 14:00
- En un estudio del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) se espera un aproximado de 269 vehículos/día en los próximos 20 años, por lo tanto y según las normas MOP [3], se diseñará un camino vecinal de clase IV.
- El sitio presenta un terreno en su mayoría ondulado y con dificultad de acceso al lugar, por lo que se propone una velocidad de diseño de 35 Km/h; y una velocidad de circulación de 34.5 Km/h.

- La velocidad de circulación será inferior a 50 Km/h, por lo tanto el peralte máximo en las curvas horizontales debe ser del 8%, con un radio mínimo de curvatura de 30 metros. El terreno será ondulado entonces, por seguridad se procuró que los tramos en los que la pendiente llega al máximo tengan radios mínimos de la mitad del permitido.
- Por seguridad de tránsito se propone un ancho de calzada de 6 metros con pendientes transversales que van de 2.0% a 2.5%, con una gradiente mínima de 0.5%, procurando obtener taludes con relación 0.5:1.
- Con el número de ejes equivalentes 242575 (año 2036) y el CBR de diseño de 10.7%, se propone una estructura del pavimento de 29 cm, 5 cm para la carpeta asfáltica, 10 cm para la base granular y 15 cm para la sub base granular, este último fue considerado para procurar darle funciones de drenaje, en beneficio a la carpeta base y garantizar el funcionamiento de la nueva carretera.
- Por la disponibilidad, calidad y distancia a los que se encuentran los materiales, se ha propuesto una Sub Base Clase 3 y una Base Clase 2; mientras que en relación a la disponibilidad de una planta se ha considerado un Asfalto AC-20, y el Asfalto RC-250 para imprimación.
- La humedad relativa del sitio según INAMHI [25], es del 88% con una temperatura promedio de 22.15 °C, por lo que se propuso un ancho de 1 m y una altura de 30 cm; en las cunetas, para garantizar que el caudal admisible $0.714 \text{ m}^3/\text{seg}$ sea superior al caudal máximo $0.376 \text{ m}^3/\text{seg}$.

- La humedad del lugar es bastante alta por lo que se proponen diez alcantarillas de 1.20 m de diámetro y una de 1.50 m, de acuerdo a las condiciones en que se hallan al avanzar la obra, se procura dar continuidad a la carretera y desalojar convenientemente las aguas lluvias, por lo que las alcantarillas son de tipo ármico.
- El cálculo del Factor de Seguridad por el método de Bishop Simplificado se lo realizó con normalidad; dando como resultado un $FS = 1.75$ el mismo que es superior al aceptado $FS = 1.50$, como se puede apreciar es un valor cercano al límite, por lo que se propone cubrir de una capa vegetal al talud, para evitar así posteriores problemas de deslizamientos en el lugar.

4.2. RECOMENDACIONES

- Al ejecutar la obra, cumplir con normas y factores de seguridad especificados en el presente proyecto, así como en los códigos pertinentes, para obtener una vía en condiciones perfectamente funcionales y garantizar un óptimo diseño de la misma.
- Respetar las especificaciones técnicas, tomar medidas de seguridad en el avance del proyecto y ejecutar los rubros propuestos a cabalidad para no salirse del presupuesto; además fijarse en el cronograma valorado de trabajo y tomarlo como guía de tiempos.
- Respetar el ancho propuesto de alcantarillas y cunetas, ya que debido a la humedad que existe en el sector, se necesitan obras de calidad para evitar el colapso de las mismas así como el deterioro de la calzada.

- Tener en cuenta medidas de control del medio ambiente en todo momento, para preservar la naturaleza, y disminuir lo máximo posible el impacto a los ecosistemas del sitio.
- Respetar los espesores de las capas de la Carpeta Asfáltica, así como granulometrías y tolerancias de los materiales a emplearse en la construcción del proyecto, para evitar futuros inconvenientes en el diseño.
- Tener el criterio de economizar al momento de determinar zonas de corte y relleno, para abaratar el costo de la obra, por lo que la línea de ceros se la debe encaminar bajo estos criterios.
- El mantenimiento no puede faltar, tanto para obras complementarias (cunetas y alcantarillas), como para la estructura del pavimento en sí, se debe realizar la limpieza de éstas, para evitar taponamientos de los desagües, y garantizar así la vida útil del pavimento.
- La señalización debe ser clara y visible a los conductores, para garantizar así la seguridad vial a los usuarios de la carretera.

MATERIAL DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ministerios de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, *Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12*, vol. 1, Quito, 2013, p. V.
- [2] L. A. Kuásker Villalva, *La infraestructura vial y su incidencia en el buen vivir de los habitantes de las comunidades San Vicente y San Francisco de Punín, Cantón Santa Clara, Provincia de Pastaza*, Ambato, 2014, p. 1.
- [3] MOP, *Normas de Diseño Geométrico de carreteras*, Quito, 2003.
- [4] A. J. Campos Villafuerte, *Diseño Geométrico y Estructural del Pavimento de la Vía Conatantino Fernández-San Bartolomé de Pinllo; Quebrada Shahuanshi*, Ambato, 2016.
- [5] J. J. Agudelo Ospina, *Diseño Geométrico de Vías*, Medellín, 2002.
- [6] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, *Norma Ecuatoriana Vial NEVI 12*, vol. 2A, Quito, 2013.
- [7] J. Cárdenas Grisales , *Diseño Geométrico de Carreteras*, Bogotá, 2002.
- [8] S. E. Tipantaxi Naranjo, *El sistema de Comunicación Terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi y su Influencia en la calidad de vida de los pobladores*, Ambato, 2016.
- [9] L. Casanova Matera, *Topografía Plana*, Merida, 2002.
- [10] A. Franco, "*Características de las Coordenadas UTM y descripción de este tipo de Coordenadas*," 11 09 1999. [Online]. Available:

http://www.elgps.com/documentos/utm/coordenadas_utm.html. [Accessed 17 08 2016].

- [11] F. Mantilla Negrete, *Guía Técnica de Suelos*, Ambato, 2000.
- [12] E. Juárez Badillo, *Fundamentos de la Mecánica de Suelos*, México: Limusa, 2005.
- [13] L. Pérez Maldonado, *Mecánica de Suelos II*, Ambato, 2010.
- [14] A. Montejo Fonseca, *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*, Bogotá, 2002.
- [15] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, *Norma Ecuatoriana Vial NEVI - 12 - MTOP*, vol. 2B, Quito, 2013.
- [16] V. J. Henández Luna, *Mejoramiento de la Vía entre los Sectores de Atahualpa y Payatambo Totorá, en el Km 45 Vía Ambato-Guaranda, en la Parroquia Pilahuín, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua*, Ambato, 2016.
- [17] AASHTO, *Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento*, Washington D.C., 1993.
- [18] P. A. Choncotá Rojas, *Diseño Geométrico de Vías*, Bogotá: Escuela colombiana de ingeniería, 2004.
- [19] M. C. Suarez Rubi, "Drenaje Superficial sobre Carreteras," 07 09 2012. [Online]. Available: <https://es.scribd.com/doc/105255557/DRENAJE-SUPERFICIAL-SOBRE-CARRETERAS-ALCANTARILLAS>. [Accessed 23 09 2016].
- [20] W. F. Ortiz Quizhpi, *Estudio de Estabilidad de los Taludes de las Presas del Proyecto Pacalori, teniendo en cuenta la Acción Sísmica*, Cuenca, 2014.
- [21] K. M. Aldás Cherez, *Estudio de comunicación Vial para mejorar el buen vivir de los habitantes de las colonias Santo Domingo y Jaime Roldós, Parroquia el Triunfo, Cantón Pastaza, Provincia de Pastaza*, Ambato, 2011.

- [22] Google Earth, "*Google Earth*," [Online]. Available:
<https://www.google.com/earth>. [Accessed 01 Octubre 2016].
- [23] Wikipedia, "*Wikipedia la enciclopedia libre*," 10 09 2016. [Online]. Available:
https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Pastaza. [Accessed 11 10 2016].
- [24] J. Coronado, "*Consideraciones de diseño*," in *Manual Centro Americano de Pavimentos*, Guatemala, 2002.
- [25] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, *Anuario Meteorológico*, Quito, 2015.
- [26] Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, *Especificaciones generales para la Construcción de Caminos y Puentes*, Quito, 2002.
- [27] INEN, *Reglamento Técnico Ecuatoriano*, Quito, 2010.
- [28] F. J. Ayala Carcedo, *Manual de taludes*, Madrid, 1988.
- [29] G. P. Marin Rodriguez, *Manual con ejercicios para la Modelación matemática y Numérica de la Estabilidad de Taludes*, Bucaramanga, 2008.
- [30] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical*, Quito, 2011.
- [31] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal*, Quito, 2011.

ANEXOS

Anexo A.- Datos Topográficos

Anexo B.- Conteo de Tránsito

Anexo C.- Estudio de suelos

Anexo E.- Tablas Necesarias para el Diseño del Proyecto

Anexo F.- Archivo Fotográfico

Anexo G.- Planos del Proyecto

ANEXO A

DATOS TOPOGRÁFICOS

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
0	9852886.00	198335.00	899.00	PARADA
2	9852870.13	198335.44	899.45	AUXA1
3	9852867.44	198336.65	899.46	AUXA2
4	9852867.41	198335.01	899.49	AUXA3
5	9852870.73	198334.18	899.43	Caset
6	9852870.57	198338.12	899.15	Caset
7	9852866.51	198338.16	899.21	Caset
8	9852866.66	198333.93	899.51	Caset
9	9852879.23	198306.51	902.83	LAT
10	9852871.40	198303.32	902.55	LAT
12	9852870.65	198324.06	900.42	LAT
13	9852863.66	198320.06	900.63	LAT
14	9852854.88	198337.61	898.39	LAT
17	9852848.99	198332.13	898.38	LAT
18	9852859.97	198336.07	899.47	POST
19	9852910.55	198307.79	897.53	PARADA
20	9852868.86	198325.40	900.45	0+000
21	9852902.65	198323.54	896.24	PI1
34	9852961.64	198188.99	894.10	AUX B1
35	9852959.89	198187.63	894.33	AUX B2
36	9852961.04	198186.57	894.43	AUX B3
38	9852910.68	198307.38	897.53	PARADA
52	9852911.92	198321.20	896.09	top
72	9852964.29	198192.02	894.15	PARADA
75	9853015.12	198288.37	905.95	PI4
80	9852969.39	198210.77	896.86	PARADA
81	9852930.84	198236.80	903.47	PI2
83	9852973.25	198192.76	894.44	PI3
90	9852989.77	198230.49	898.31	PT
91	9852944.68	198222.42	894.98	PT
92	9852949.92	198216.97	894.50	PC
93	9852922.32	198262.95	898.54	PC
22	9852916.19	198298.92	897.29	PARADA
94	9852909.63	198302.05	897.49	PT
95	9852880.09	198324.78	899.48	PC
96	9852888.67	198323.14	898.82	0+020
97	9852904.65	198311.64	897.67	0+040
98	9852912.44	198293.34	897.36	0+060
99	9852918.62	198274.34	897.60	0+080
100	9852925.02	198255.40	900.05	0+100
101	9852933.90	198237.48	901.73	0+120
23	9852966.79	198208.39	897.45	PARADA
102	9852945.67	198221.38	894.92	0+140
103	9852981.63	198219.31	896.78	0+180
24	9852910.68	198306.67	897.51	PARADA
104	9852871.14	198321.06	900.82	LAT
105	9852865.82	198330.09	900.05	LAT

Los datos topográficos completos, se encuentran en el CD adjuntado al presente trabajo.

ANEXO B

CONTEO DE TRÁNSITO

Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica							
Carrera de Ingeniería Civil							
Proyecto:		Camino Vecinal la Independencia - Comunidad Jaime Roldós Aguilera			Conteo:		12 horas
Fecha:		Viernes, 16/09/2016			Cantón:		Arajuno
					Provincia:		Pastaza
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total (15 min)	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	1	1
7:00 - 7:15	0	1	0	0	0	1	
7:15 - 7:30	2	0	0	0	0	2	
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	1	
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	4
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	1	
8:15 - 8:30	1	0	1	0	0	2	
8:30 - 8:45	2	0	0	0	0	2	
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	5
9:00 - 9:15	2	0	0	0	0	2	
9:15 - 9:30	0	1	0	0	0	1	
9:30 - 9:45	1	0	1	0	0	2	
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	5
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	1	
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	1	
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	1	3
11:00 - 11:15	0	1	0	0	0	1	
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	1	
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	
11:45 - 12:00	1	0	1	0	0	2	4
12:00 - 12:15	2	0	0	0	0	2	
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	1	
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	3

13:00 - 13:15	2	1	1	0	0	4	
13:15 - 13:30	4	0	0	0	0	4	
13:30 - 13:45	3	1	1	0	0	5	
13:45 - 14:00	2	0	0	0	0	2	15
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	1	
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	1	
14:30 - 14:45	2	1	0	0	0	3	
14:45 - 15:00	0	0	1	0	0	1	6
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	
15:15 - 15:30	3	0	0	0	0	3	
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	1	
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	4
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	
16:15 - 16:30	1	1	0	0	0	2	
16:30 - 16:45	1	0	1	0	0	2	
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	1	5
17:00 - 17:15	0	1	0	0	0	1	
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	1	
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	2
Total	42	8	7	0	0	57	
	74%	14%	12%	0%	0%	100%	

Hora con mayor flujo vehicular: 13:00 – 14:00

LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
11	2	2	15

Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica							
Carrera de Ingeniería Civil							
Proyecto: Camino Vecinal la Independencia - Comunidad Jaime Roldós Aguilera			Conteo: 12 horas				
Fecha: Sábado, 17/09/2016			Cantón: Arajuno				
			Provincia: Pastaza				
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total (15 min)	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:15	0	0	0	0	0	0	
7:15 - 7:30	0	0	0	0	0	0	
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	1	
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	1	2
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	1	
8:30 - 8:45	0	0	1	0	0	1	
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	1	3
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	1	
9:15 - 9:30	0	1	0	0	0	1	
9:30 - 9:45	2	0	0	0	0	2	
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	4
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	1	
10:30 - 10:45	0	1	0	0	0	1	
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	1	3
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	
11:15 - 11:30	2	0	0	0	0	2	
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	1	
11:45 - 12:00	1	0	1	0	0	2	5
12:00 - 12:15	2	1	0	0	0	3	
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	1	
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	1	5

13:00 - 13:15	4	1	0	0	0	5	
13:15 - 13:30	2	0	1	0	0	3	
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	1	
13:45 - 14:00	1	1	1	0	0	3	12
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	
14:15 - 14:30	2	0	0	0	0	2	
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	
14:45 - 15:00	2	0	1	0	0	3	5
15:00 - 15:15	1	0	0	0	0	1	
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	
15:30 - 15:45	2	0	0	0	0	2	
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	1	4
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	1	
16:30 - 16:45	0	0	0	0	0	0	
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	1	2
17:00 - 17:15	0	1	0	0	0	1	
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	1	
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	1	3
Total	37	6	5	0	0	48	
	77%	13%	10%	0%	0%	100%	

Hora con mayor flujo vehicular: 13:00 – 14:00

LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
8	2	2	12

Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica							
Carrera de Ingeniería Civil							
Proyecto:		Camino Vecinal la Independencia - Comunidad Jaime Roldós Aguilera			Conteo:		12 horas
Fecha:		Domingo, 18/09/2016			Cantón:		Arajuno
					Provincia:		Pastaza
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total (15 min)	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:15	0	0	0	0	0	0	
7:15 - 7:30	0	0	0	0	0	0	
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	1	1
8:00 - 8:15	2	0	0	0	0	2	
8:15 - 8:30	4	1	0	0	0	5	
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	1	8
9:00 - 9:15	3	0	0	0	0	3	
9:15 - 9:30	2	0	0	0	0	2	
9:30 - 9:45	3	0	1	0	0	4	
9:45 - 10:00	4	0	0	0	0	4	13
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	
10:15 - 10:30	2	0	0	0	0	2	
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	1	3
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	1	
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	1
12:00 - 12:15	2	0	0	0	0	2	
12:15 - 12:30	1	0	1	0	0	2	
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	
12:45 - 13:00	2	0	0	0	0	2	6

13:00 - 13:15	2	1	1	0	0	4	
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	1	
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	1	6
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	1	
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	1	
14:45 - 15:00	2	0	0	0	0	2	4
15:00 - 15:15	1	1	0	0	0	2	
15:15 - 15:30	2	0	0	0	0	2	
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	4
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	1	
16:30 - 16:45	0	0	0	0	0	0	
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	1
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	0
Total	41	3	3	0	0	47	
	87%	6%	6%	0%	0%	100%	

Hora con mayor flujo vehicular: 9:00 – 10:00

LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
12	0	1	13

Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica							
Carrera de Ingeniería Civil							
Proyecto:		Camino Vecinal la Independencia - Comunidad Jaime Roldós Aguilera			Conteo:		12 horas
Fecha:		Lunes, 19/09/2016			Cantón:		Arajuno
					Provincia:		Pastaza
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total (15 min)	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	1	2
7:00 - 7:15	2	1	0	0	0	3	
7:15 - 7:30	3	0	0	0	0	3	
7:30 - 7:45	2	0	0	0	0	2	
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	1	9
8:00 - 8:15	2	0	1	0	0	3	
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	1	
8:30 - 8:45	2	0	0	0	0	2	
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	1	7
9:00 - 9:15	0	1	0	0	0	1	
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	1	
9:30 - 9:45	2	0	0	0	0	2	
9:45 - 10:00	0	0	1	0	0	1	5
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	
10:15 - 10:30	2	0	0	0	0	2	
10:30 - 10:45	1	0	1	0	0	2	
10:45 - 11:00	2	0	0	0	0	2	6
11:00 - 11:15	0	1	0	0	0	1	
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	1	
11:30 - 11:45	0	0	1	0	0	1	
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	1	4
12:00 - 12:15	3	0	0	0	0	3	
12:15 - 12:30	1	1	0	0	0	2	
12:30 - 12:45	2	0	0	0	0	2	
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	7

13:00 - 13:15	4	1	1	0	0	6	
13:15 - 13:30	2	0	1	0	0	3	
13:30 - 13:45	3	1	0	0	0	4	
13:45 - 14:00	3	0	1	0	0	4	17
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	
14:15 - 14:30	2	1	0	0	0	3	
14:30 - 14:45	2	0	0	0	0	2	
14:45 - 15:00	1	0	1	0	0	2	7
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	
15:15 - 15:30	2	0	0	0	0	2	
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	1	
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	1	4
16:00 - 16:15	0	0	1	0	0	1	
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	1	
16:30 - 16:45	1	1	0	0	0	2	
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	4
17:00 - 17:15	0	1	0	0	0	1	
17:15 - 17:30	1	0	1	0	0	2	
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	3
Total	56	9	10	0	0	75	
	75%	12%	13%	0%	0%	100%	

Hora con mayor flujo vehicular: 13:00 – 14:00

LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
12	2	3	17

Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica							
Carrera de Ingeniería Civil							
Proyecto: Camino Vecinal la Independencia - Comunidad Jaime Roldós Aguilera			Conteo: 12 horas				
Fecha: Martes, 20/09/2016			Cantón: Arajuno				
			Provincia: Pastaza				
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total (15 min)	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:15	1	1	0	0	0	2	
7:15 - 7:30	2	0	1	0	0	3	
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	1	6
8:00 - 8:15	2	0	0	0	0	2	
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	
8:30 - 8:45	2	0	1	0	0	3	
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	5
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	
9:15 - 9:30	0	1	0	0	0	1	
9:30 - 9:45	1	0	0	0	0	1	
9:45 - 10:00	1	0	1	0	0	2	4
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	1	
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	1	
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	
10:45 - 11:00	2	0	0	0	0	2	4
11:00 - 11:15	0	1	0	0	0	1	
11:15 - 11:30	2	0	1	0	0	3	
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	1	
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	5
12:00 - 12:15	2	0	0	0	0	2	
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	1	
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	1	4

13:00 - 13:15	2	0	0	0	0	2	
13:15 - 13:30	3	1	0	0	0	4	
13:30 - 13:45	4	0	1	0	0	5	
13:45 - 14:00	1	1	0	0	0	2	13
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	1	
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	
14:30 - 14:45	1	1	0	0	0	2	
14:45 - 15:00	1	0	1	0	0	2	5
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	
15:30 - 15:45	3	1	0	0	0	4	
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	4
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	
16:15 - 16:30	2	0	0	0	0	2	
16:30 - 16:45	0	0	1	0	0	1	
16:45 - 17:00	0	1	0	0	0	1	4
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	1	1
Total	40	8	7	0	0	55	
	73%	15%	13%	0%	0%	100%	

Hora con mayor flujo vehicular: 13:00 – 14:00

LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
10	2	1	13

ANEXO C

ESTUDIO DE SUELOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.

SECTOR: Cantón Arajuno.

ABSCISA:

M-1

UBICACIÓN: Ciudad del Puyo.

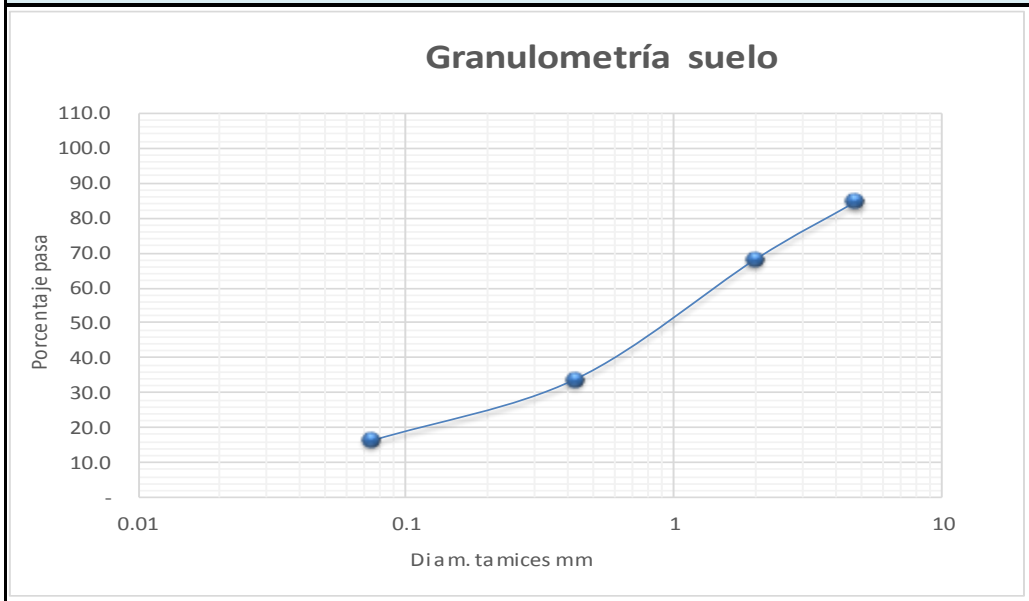
FECHA:

Ambato, 20-09- 2016

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	50.72	15.63	84.37
PASA N 4		0	0	84.37
N 10	2.00	104.23	32.12	67.88
N 30	0.59			
N 40	0.425	214.98	66.26	33.74
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	271.60	83.71	16.29
PASA EL N 200		52.87	16.29	
TOTAL		324.47		
PESO ANTES DEL LAVADO	324.47	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	271.60	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	52.87	TOTAL		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
204.21	144.21	46.74	60	97.47	61.6
Clasificación SUCS:		SM-SC (Arena limo arcillosa)			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.

SECTOR: Cantón Arajuno.

ABSCISA:

M-1

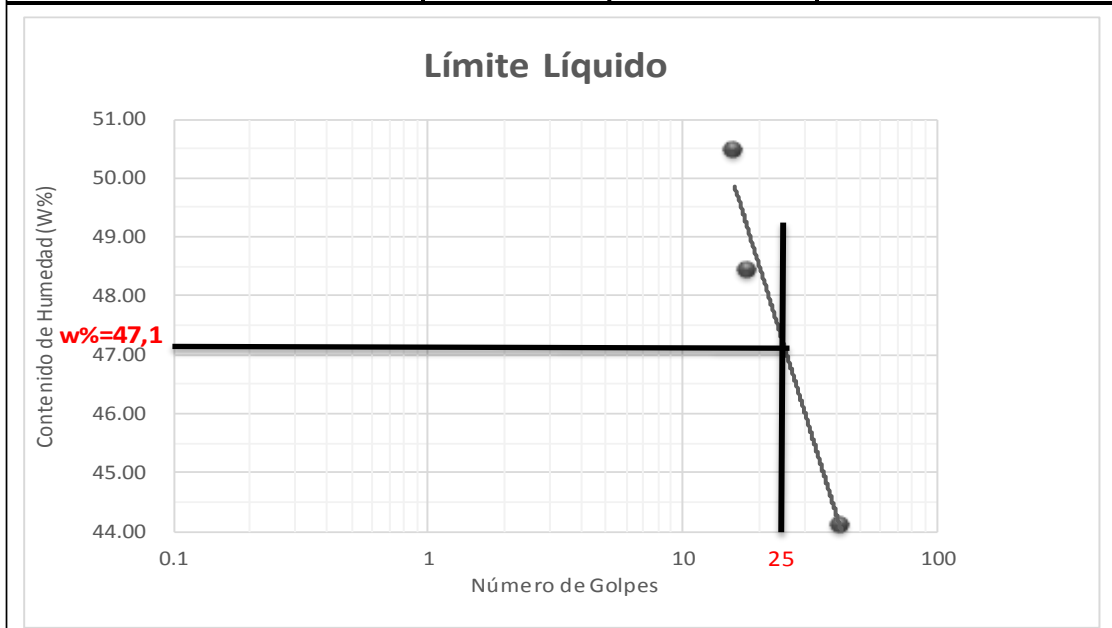
UBICACIÓN: Ciudad de Puyo.

FECHA:

Am bato, 22-09- 2016

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	42		18		16	
Recipiente Número	9-F	1C	7-E	16-X	6-T	8E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	21.64	20.85	23.07	23.45	23.01	21.62
Peso seco + recipiente Ws + rec	18.54	17.94	19.32	19.57	19.13	18.29
Peso recipiente rec	11.51	11.34	11.57	11.57	11.42	11.71
peso del agua Ww	3.1	2.91	3.75	3.88	3.88	3.33
Peso de los sólidos WS	7.03	6.6	7.75	8	7.71	6.58
Contenido de humedad w%	44.10	44.09	48.39	48.50	50.32	50.61
Contenido de humedad prom. w%	44.09		48.44		50.47	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	E-1	A-8	A-7	P-5	M-7	A-7	
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5.88	5.91	5.54	5.92	5.45	6.01	
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.41	5.46	5.19	5.44	5.13	5.53	
Peso recipiente rec	4.26	4.35	4.34	4.25	4.34	4.34	
peso del agua Ww	0.47	0.45	0.35	0.48	0.32	0.48	
Peso de los sólidos WS	1.15	1.11	0.85	1.19	0.79	1.19	
Contenido de humedad w%	40.87	40.54	41.18	40.34	40.51	40.34	
Contenido de humedad prom. w%	40.71		40.76		40.42		

Límite líquido = **47.10** %

Límite plástico = **40.63** %

Índice plástico = **6.47** %

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN**

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.
SECTOR: Cantón Arajuno. **ABSCISA:** Km 1+000
UBICACIÓN: Ciudad de Puyo. **FECHA:** Ambato, 15-09- 2016
NORMA: AASHTO T - 180 **ENSAYADO POR:** Egdo Fernando Laica.
MÉTODO: AASHTO MODIFICADO **REVISADO POR:** Ing. Paredes

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NÚMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc	944

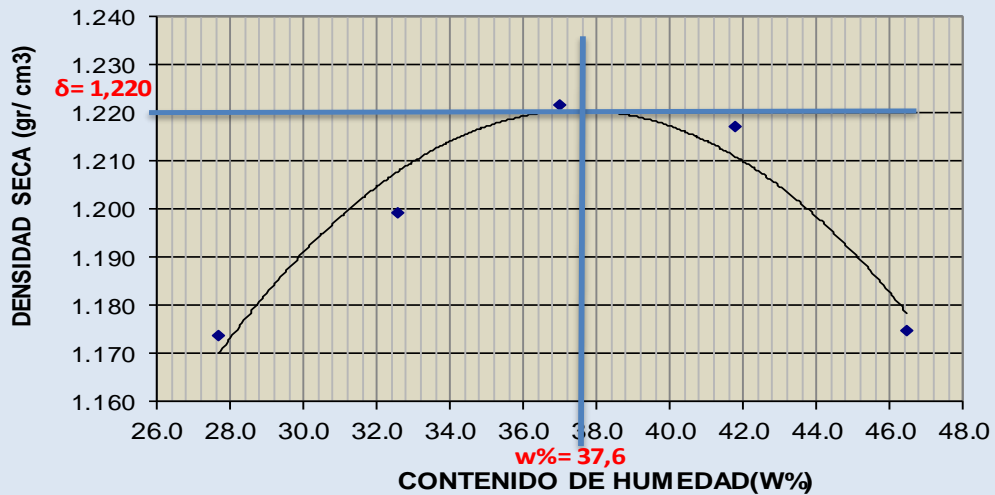
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5206	5292	5371	5420.2	5415.6
Peso suelo húmedo	1415	1501	1580	1629.2	1624.6
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.499	1.590	1.674	1.726	1.721

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	D-7	11-B	4-A	4-B	6-T	B-4	B-3	1-D	2-F	8-B
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	185.29	130.7	175.6	135.9	183.7	145.5	225.5	150.7	175.85	148.21
Peso seco + recipiente Ws+ rec	155.37	108.1	144.2	110.1	146.8	117.4	171.5	116	135.87	111.32
Peso del recipiente rec	47.05	26.87	47.17	31.55	46.73	41.56	42.04	33.06	49.54	32.2
Peso del agua Ww	29.92	22.55	31.41	25.73	36.93	28.09	53.99	34.67	39.98	36.89
Peso suelo seco Ws	108.32	81.25	97.03	78.57	100	75.86	129.4	82.94	86.33	79.12
Contenido humedad w %	27.6	27.8	32.4	32.7	36.9	37.0	41.7	41.8	46.3	46.6
Contenido humedad promedio w %	27.69		32.56		36.97		41.76		46.47	
Densidad Seca γ_d	1.174		1.199		1.222		1.217		1.175	

DENSIDAD SECA vs CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo = 1.220

W óptimo % = 37.6

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO		NORMA:	AASHTO:T-180		
ABSCISA	M-1		DEL KM.:	M-1		
SECTOR:			SUELO:	SM-SC		
FECHA:	sep-16		ENSAYADO POR:	Egdo. Fernando Laica		
ENSAYO CBR						
MOLDE #	7		8		9	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	9715.6	9911.2	9477.8	9833.6	9044.6	9514
PESO MOLDE (gr)	5864.5	5864.5	5965.5	5965.5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3851.1	4046.7	3512.3	3868.1	3269.6	3739
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.694	1.780	1.545	1.701	1.438	1.644
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.231	1.265	1.125	1.168	1.040	1.084
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1.248		1.146		1.062	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	C-6	11-B	6-T	1-T	D-7	1-D
W _m +TARRO (gr)	234.32	94.74	211.48	100.73	204.63	87.64
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	182.09	75.11	166.73	78.65	161.05	69.03
PESO AGUA (gr)	52.23	19.63	44.75	22.08	43.58	18.61
PESO TARRO	43.17	26.88	46.74	30.3	47.06	33.01
PESO MUESTRA SECA (gr)	138.92	48.23	119.99	48.35	113.99	36.02
CONTENIDO DE HUMEDAD %	37.60	40.70	37.29	45.67	38.23	51.67
AGUA ABSORBIDA %		3.10		8.37		13.43

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO																			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL							LABORATORIO DE SUELOS												
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldos hacia La Independencia.							M-1												
ENSAYO C.B.R.																			
DATOS DE ESPONJAMIENTO																			
LECTURA DIAL en Plgs*10-2																			
MOLDE NÚMERO			15				18				44								
FECHA		TIEMPO	LECT	h		ESPONJ		LECT	h		ESPONJ		LECT	h		ESPONJ			
DÍA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	
			Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.
14-sep-16	19:10	0	0.06	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00
15-sep-16	19:18	1	0.07		0.83	0.17	0.04		0.68	0.14	0.01		0.60	0.12			1.44	0.29	
16-sep-16	19:35	2	0.09		2.95	0.59	0.05		1.68	0.34	0.01		1.44	0.29					
ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN																			
ÁREA DEL PISTÓN: 3p12																			
MOLDE NÚMERO			15				18				44								
TIEMPO		PENET.	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR					
MIN	SEG	" 10-3	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%					
			DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%					
		0	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00							
0	30	25	91.80	67.44			88.30	64.87			56.80	41.73							
1	0	50	212.20	155.90			175.20	128.71			88.50	65.02							
1	30	75	333.10	244.72			237.20	174.26			105.90	77.80							
2	0	100	434.20	318.99		31.90	282.60	207.62		20.76	120.50	88.53		8.85					
3	0	150	565.20	415.23			332.20	244.06			140.10	102.93							
4	0	200	646.30	474.82			378.00	277.70			161.50	118.65							
5	0	250	726.20	533.51			417.10	306.43			172.70	126.88							
6	0	300	776.40	570.40			444.20	326.34			184.50	135.55							
8	0	400	904.00	664.14			502.40	369.10			212.30	155.97							
10	0	500	1090.10	800.86			560.10	411.49			240.10	176.39							
CBR corregido						31.90				20.76				8.85					

GRÁFICO
PRESIÓN - PENETRACIÓN

Cbr vs densidades

Densidades		vs		Resistencias	
gr/cm ³	1.248			31.90	%
gr/cm ⁴	1.146			20.76	%
gr/cm ⁵	1.062			8.85	%

Densidad Máx	1.220	gr/cm ³
95% de DM	1.159	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		22.10 %

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.

SECTOR: Cantón Arajuno.

ABSCISA:

M-2

UBICACIÓN: Ciudad de Puyo.

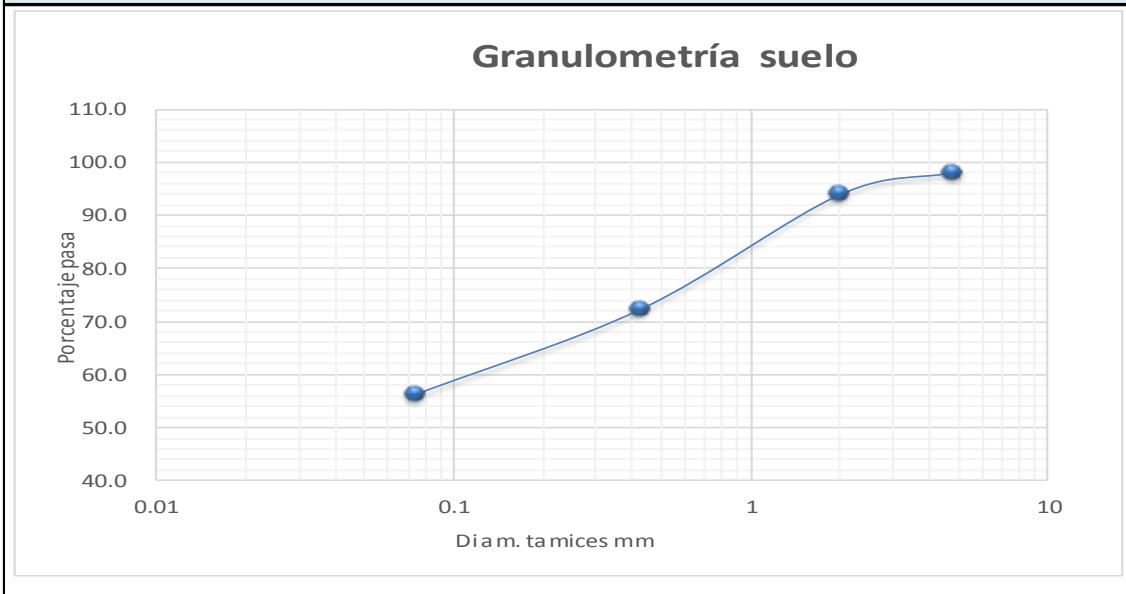
FECHA:

Ambato, 21-09- 2016

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	6.79	1.91	98.09
PASA N 4		0	0	98.09
N 10	2.00	21.21	5.97	94.03
N 30	0.59			
N 40	0.425	98.22	27.64	72.36
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	155.45	43.75	56.25
PASA EL N 200		199.87	56.25	
TOTAL		355.32		
PESO ANTES DEL LAVADO	355.32	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	155.45	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	199.87	TOTAL		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
226.73	178.65	93.52	48.08	85.13	56.5
Clasificación SUCS		ML-CL (Limo arcilloso de baja plasticidad) - color café			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.

SECTOR: Cantón Arajuno.

ABSCISA:

M-2

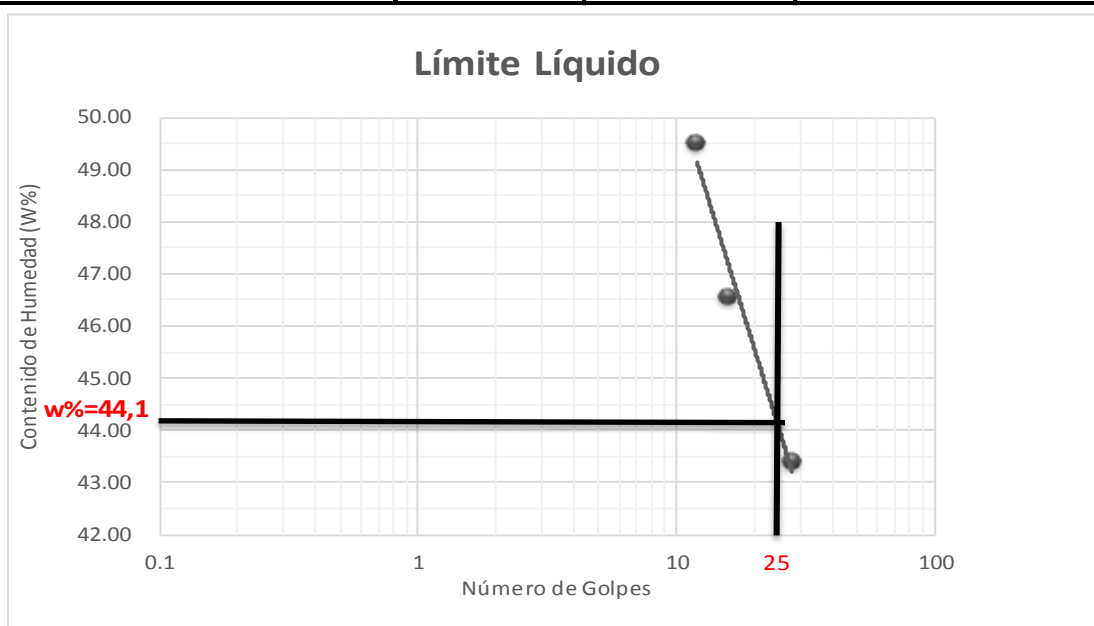
UBICACIÓN: Ciudad de Puyo.

FECHA:

Ambato, 22-09- 2016

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	28		16		12	
Recipiente Número	11-F	X-1	9-F	16-X	6-T	8E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	24.36	20.67	22.64	23.45	23.2	21.22
Peso seco + recipiente Ws + rec	20.38	17.82	19.1	19.68	19.3	18.07
Peso recipiente rec	11.21	11.25	11.51	11.57	11.42	11.71
peso del agua Ww	3.98	2.85	3.54	3.77	3.9	3.15
Peso de los sólidos WS	9.17	6.57	7.59	8.11	7.88	6.36
Contenido de humedad w%	43.40	43.38	46.64	46.49	49.49	49.53
Contenido de humedad prom. w%	43.39		46.56		49.51	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

	A-4	A-7	A-8	E-1	P-5	M-7
Recipiente Número						
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6.43	6.55	6.28	5.88	6.45	6.5
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.84	5.93	5.77	5.46	5.86	5.93
Peso recipiente rec	4.20	4.20	4.35	4.26	4.25	4.34
peso del agua Ww	0.59	0.62	0.51	0.42	0.59	0.57
Peso de los sólidos WS	1.64	1.73	1.42	1.20	1.61	1.59
Contenido de humedad w%	35.98	35.84	35.92	35.00	36.65	35.85
Contenido de humedad prom. w%	35.91		35.46		36.25	

Límite líquido = **44.10** %

Límite plástico = **35.87** %

Índice plástico = **8.23** %

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN**

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.

SECTOR: Cantón Arajuno.

ABSCISA: Km 2+000

UBICACIÓN: Ciudad de Puyo.

FECHA: Ambato, 20-09- 2016

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO POR: Egdo Fernando Laica.

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

REVISADO POR: Ing. Paredes

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NÚMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc	944

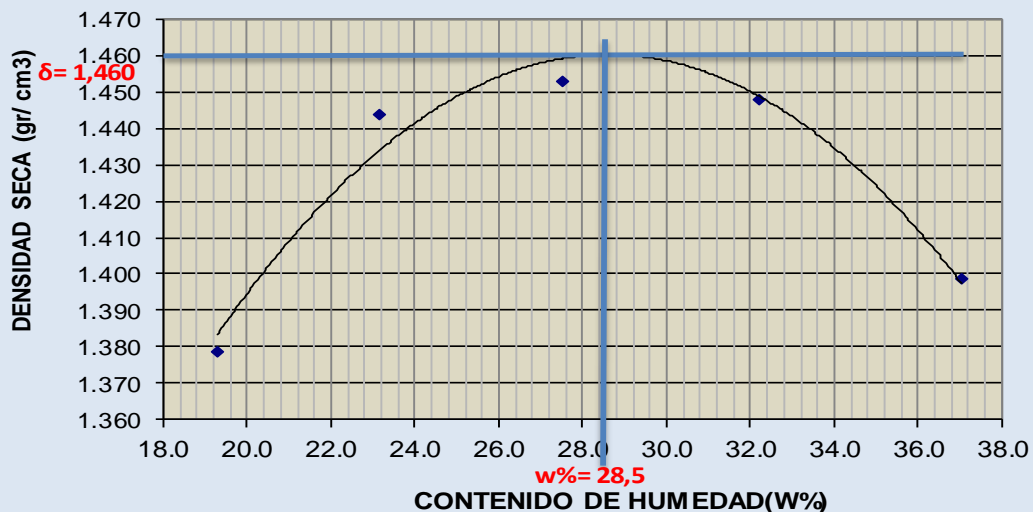
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5343.4	5469.4	5540.2	5598.2	5600.5
Peso suelo húmedo	1552.4	1678.4	1749.2	1807.2	1809.5
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.644	1.778	1.853	1.914	1.917

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	B-1	D-7	B-3	4-B	4-A	B-4	2-R	1-D	6-T	8-B
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	214.83	132.5	215.6	132.5	205.7	150.2	198.9	148.5	170.27	150.22
Peso seco + recipiente Ws+ rec	187.58	118.6	183.1	113.5	171.5	126.7	161.3	120.3	136.97	118.23
Peso del recipiente rec	44.94	47.05	42.03	31.55	47.18	41.56	44.33	33.06	46.73	32.2
Peso del agua Ww	27.25	13.91	32.47	19.05	34.18	23.49	37.61	28.19	33.3	31.99
Peso suelo seco Ws	142.64	71.56	141.1	81.92	124.4	85.16	117	87.26	90.24	86.03
Contenido humedad w %	19.1	19.4	23.0	23.3	27.5	27.6	32.1	32.3	36.9	37.2
Contenido humedad promedio w %	19.27		23.13		27.53		32.23		37.04	
Densidad Seca γ_d	1.379		1.444		1.453		1.448		1.399	

DENSIDAD SECA vs CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo = 1.460

W óptimo % = 28.5

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO		NORMA:	AASHTO:T-180		
ABSCISA	M-2		DEL KM.:	M-2		
SECTOR:			SUELO:	ML-CL		
FECHA:	sep-16		ENSAYADO POR:	Egdo. Fernando Laica		
ENSAYO CBR						
MOLDE #	7		8		9	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	10250.2	10370.1	10040.2	10290.6	9668.1	10040.1
PESO MOLDE (gr)	6412.2	6412.2	6385.4	6385.4	6389.8	6389.8
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	3838	3957.9	3654.8	3905.2	3278.3	3650.3
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2082	2082	2082	2082	2082	2082
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.843	1.901	1.755	1.876	1.575	1.753
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.440	1.432	1.395	1.398	1.253	1.301
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1.436		1.397		1.277	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	D-7	4-B	4-A	D-3	C-5	8-B
W _m +TARRO (gr)	206.99	121.63	221.77	110.6	190.63	98.41
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	171.97	99.39	185.94	89.43	161.6	81.32
PESO AGUA (gr)	35.02	22.24	35.83	21.17	29.03	17.09
PESO TARRO	47.04	31.54	47.17	27.42	48.38	32.19
PESO MUESTRA SECA (gr)	124.93	67.85	138.77	62.01	113.22	49.13
CONTENIDO DE HUMEDAD %	28.03	32.78	25.82	34.14	25.64	34.79
AGUA ABSORBIDA %		4.75		8.32		9.14

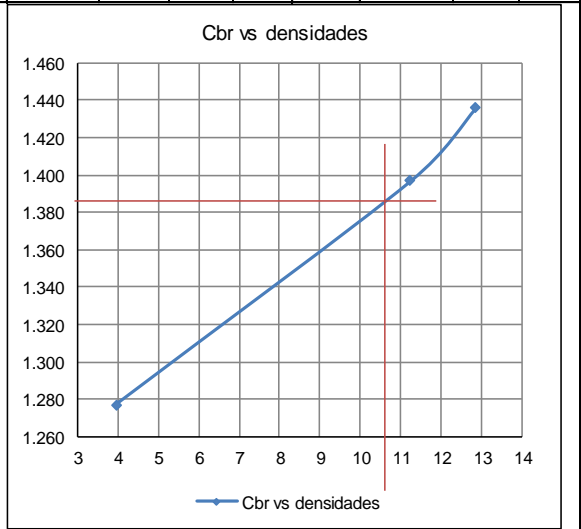
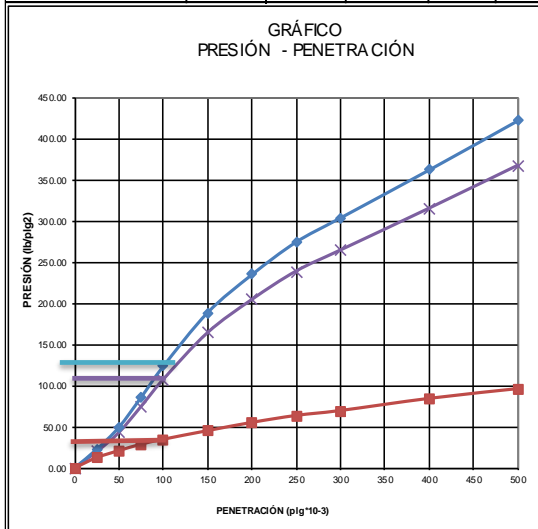
ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
 LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NÚMERO			7				8				9			
FECHA DIA Y MES	TIEMPO		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ	
	HORA	DIAS		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%
				Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2
16-sep-16	19:10	0	0.05	5.00	0.00	0.00	0.07	5.00	0.00	0.00	0.07	5.00	0.00	0.00
17-sep-16	19:18	1	0.07		1.97	0.39	0.11		3.20	0.64	0.10		2.96	0.59
18-sep-16	19:35	2	0.09		3.74	0.75	0.13		5.24	1.05	0.11		4.80	0.96
19-sep-16	19:35	3	0.11		4.13	0.83	0.15		4.12	0.82	0.13		3.08	0.62

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN
 ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2

MOLDE NÚMERO			7				8				9			
TIEMPO			Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	PENET. " 10-3		LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
				lb/plg2				lb/plg2				lb/plg2		
		0	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0	30	25	30.80	22.63		26.80	19.69		16.90	12.42				
1	0	50	67.30	49.44		58.50	42.98		28.40	20.86				
1	30	75	116.70	85.74		101.50	74.57		38.90	28.58				
2	0	100	168.10	123.50	123.50	12.35	146.20	107.41	107.41	10.74	47.10	34.60	34.60	
3	0	150	257.10	188.88		223.50	164.20		61.30	45.04				
4	0	200	320.10	235.17		278.30	204.46		74.90	55.03				
5	0	250	374.20	274.91		325.30	238.99		86.40	63.48				
6	0	300	414.20	304.30		360.10	264.55		94.50	69.43				
8	0	400	493.60	362.63		429.20	315.32		114.50	84.12				
10	0	500	575.20	422.58		500.10	367.41		130.60	95.95				

CBR corregido 12.35 10.74 3.46



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1.436	12.35	%
gr/cm ⁴	1.397	10.74	%
gr/cm ⁵	1.277	3.46	%

Densidad Máx	1.460	gr/cm ³
95% de DM	1.387	gr/cm ³
CBR PUNTUAL	10.60 %	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.

SECTOR: Cantón Arajuno.

ABSCISA:

M-3

UBICACIÓN: Ciudad de Puyo.

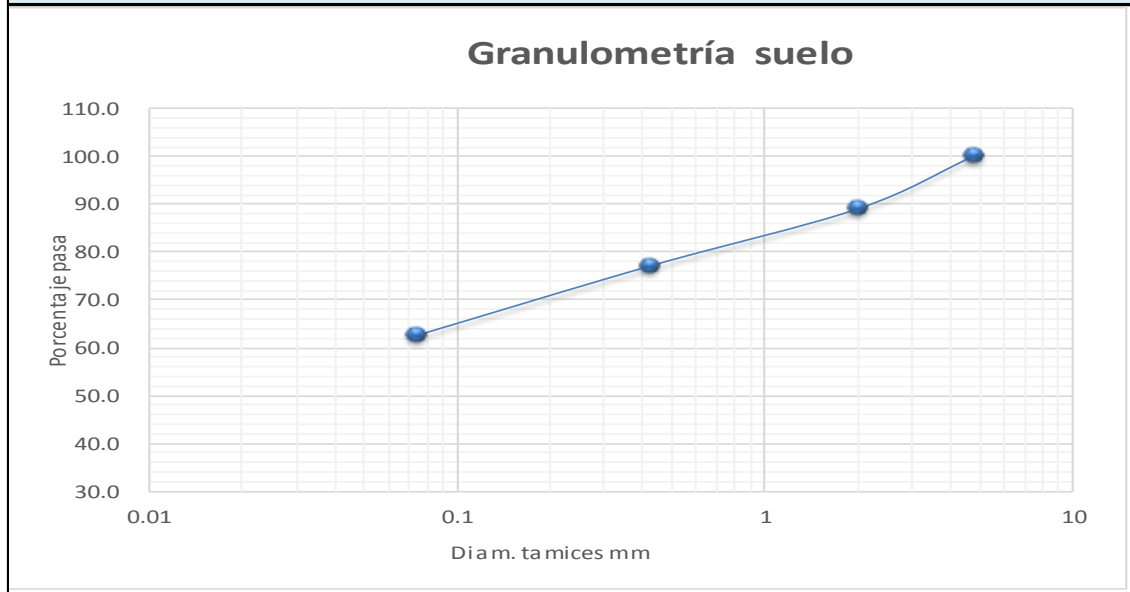
FECHA:

Ambato, 20-09- 2016

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0.00	100.00
PASA N 4		0	0	100.00
N 10	2.00	32.02	11.06	88.94
N 30	0.59			
N 40	0.425	66.50	22.97	77.03
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	108.64	37.53	62.47
PASA EL N 200		180.86	62.47	
TOTAL		289.50		
PESO ANTES DEL LAVADO	289.50	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	108.64	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	180.86	TOTAL		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
254.86	189.29	98.07	65.57	91.22	71.9
Clasificación SUCS:		MH (Limo alta plasticidad)			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.

SECTOR: Cantón Arajuno.

ABSCISA:

M-3

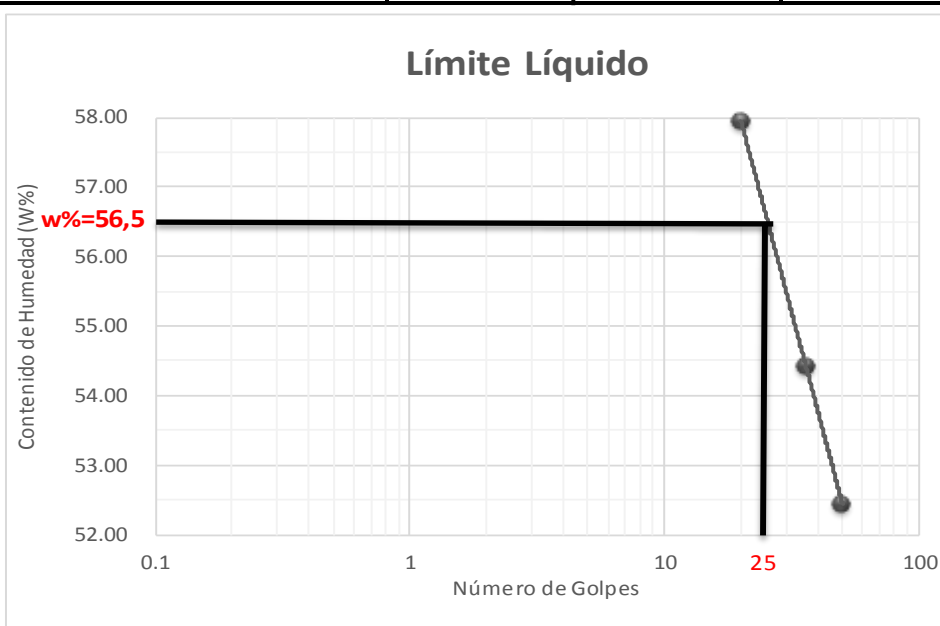
UBICACIÓN: Ciudad de Puyo.

FECHA:

Ambato, 22-09- 2016

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	50		36		20	
Recipiente Número	12-F	6-T	X-1	16-X	11-F	9-F
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	28.14	20.62	25.19	23.65	21.39	21.41
Peso seco + recipiente Ws + rec	22.45	17.45	20.27	19.4	17.65	17.78
Peso recipiente rec	11.57	11.42	11.25	11.57	11.2	11.51
peso del agua Ww	5.69	3.17	4.92	4.25	3.74	3.63
Peso de los sólidos WS	10.88	6.03	9.02	7.83	6.45	6.27
Contenido de humedad w%	52.30	52.57	54.55	54.28	57.98	57.89
Contenido de humedad prom. w%	52.43		54.41		57.94	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	P-5	A-8	A-4	E-1	A-8	M-7	
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	5.12	5.1	5.65	6.01	5.7	5.52	
Peso seco + recipiente Ws + rec	4.87	4.88	5.23	5.51	5.31	5.18	
Peso recipiente rec	4.25	4.34	4.20	4.26	4.34	4.34	
peso del agua Ww	0.25	0.22	0.42	0.5	0.39	0.34	
Peso de los sólidos WS	0.62	0.54	1.03	1.25	0.97	0.84	
Contenido de humedad w%	40.32	40.74	40.78	40.00	40.21	40.48	
Contenido de humedad prom. w%	40.53		40.39		40.34		

Límite líquido = **56.50** %

Límite plástico = **40.42** %

Índice plástico = **16.08** %

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN**

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.

SECTOR: Cantón Arajuno.

ABSCISA: Km 3+000

UBICACIÓN: Ciudad de Puyo.

FECHA: Ambato, 20-09- 2016

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO POR: Egdo Fernando Laica.

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

REVISADO POR: Ing. Paredes

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NÚMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc	944

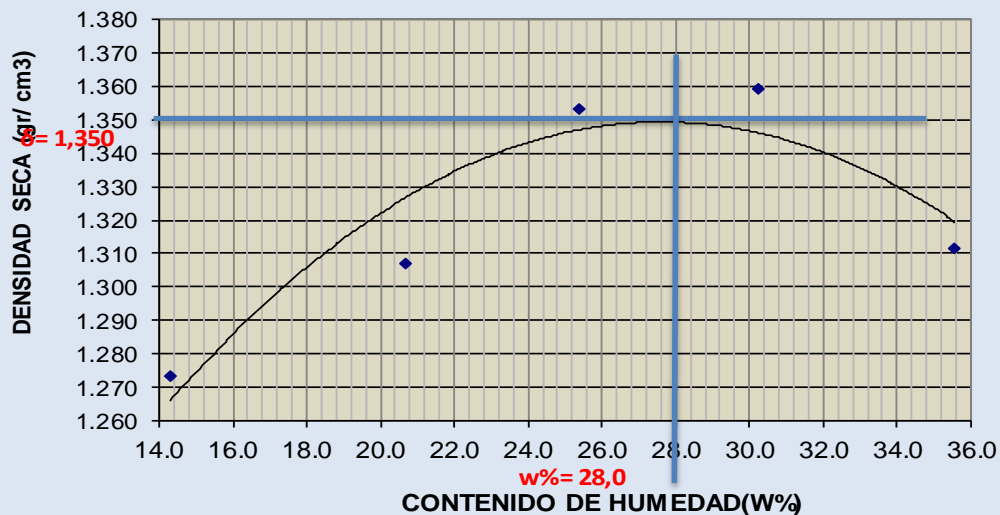
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5165.6	5280	5393.2	5462.6	5470
Peso suelo húmedo	1374.6	1489	1602.2	1671.6	1679
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.456	1.577	1.697	1.771	1.779

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	C-6	4-A	2-R	4-B	B-3	B-2	B-1	1-D	6-T	D-5
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	279.65	130.7	227.9	130.9	207.1	152.2	229.6	150.7	169.51	145.61
Peso seco + recipiente Ws+ rec	250.25	120.1	196.5	113.9	173.5	131	186.9	123.3	137.42	124.61
Peso del recipiente rec	43.17	47.17	44.3	31.55	42.03	47.2	44.95	33.06	46.73	65.87
Peso del agua Ww	29.4	10.55	31.4	17.05	33.59	21.18	42.76	27.39	32.09	21
Peso suelo seco Ws	207.08	72.95	152.2	82.3	131.5	83.82	141.9	90.22	90.69	58.74
Contenido humedad w %	14.2	14.5	20.6	20.7	25.5	25.3	30.1	30.4	35.4	35.8
Contenido humedad promedio w %	14.33		20.68		25.41		30.25		35.57	
Densidad Seca γ_d	1.274		1.307		1.353		1.360		1.312	

DENSIDAD SECA vs CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo = 1.350

W óptimo % = 28.0

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.

TIPO: PROCTOR MODIFICADO **NORMA:** AASHTO:T-180

ABSCISA: M-3 **DEL KM.:** M-1

SECTOR: **SUELO:** MH

FECHA: sep-16 **ENSAYADO POR:** Egdo. Fernando Laica

ENSAYO CBR

	4		5		6	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	12506.2	12640.1	12324.1	12528.1	12016.1	12408.2
PESO MOLDE (gr)	8311.2	8311.2	8369.6	8369.6	8453.7	8453.7
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4195	4328.9	3954.5	4158.5	3562.4	3954.5
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.823	1.881	1.719	1.807	1.548	1.719
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.408	1.344	1.298	1.252	1.208	1.122
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1.376		1.275		1.165	

CONTENIDO DE HUMEDAD

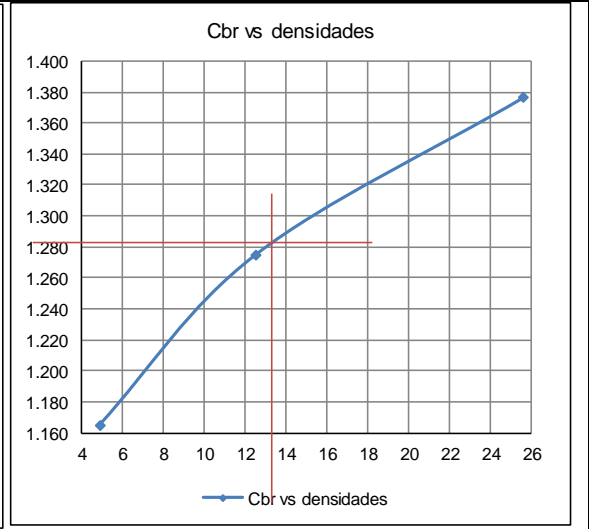
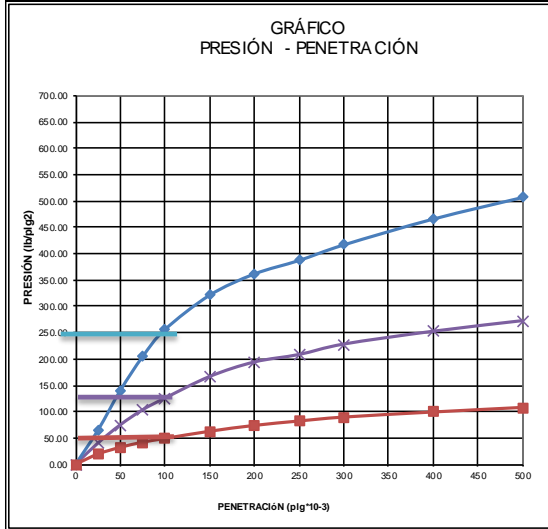
TARRO #	D-7	D-3	4-A	1-D	C-5	8-B
W _m +TARRO (gr)	224.45	111.95	204.59	103.14	203.76	99.46
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	184.06	87.82	166.05	81.59	169.6	76.1
PESO AGUA (gr)	40.39	24.13	38.54	21.55	34.16	23.36
PESO TARRO	47.04	27.41	47.16	33.01	48.36	32.19
PESO MUESTRA SECA (gr)	137.02	60.41	118.89	48.58	121.24	43.91
CONTENIDO DE HUMEDAD %	29.48	39.94	32.42	44.36	28.18	53.20
AGUA ABSORBIDA %		10.47		11.94		25.02

ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NÚMERO			4				5				6			
FECHA DIA Y MES	TIEMPO		LECT DIAL Plgs.	h	ESPONJ		LECT DIAL Plgs.	h	ESPONJ		LECT DIAL Plgs.	h	ESPONJ	
	HORA	DIAS		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%
				Plgs.	*10-2			Plgs.	*10-2			Plgs.	*10-2	
20-sep-16	19:10	0	0.10	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00	0.15	5.00	0.00	0.00
21-sep-16	19:18	1	0.11		1.18	0.24	0.07		2.40	0.48	0.16		1.60	0.32
22-sep-16	19:35	2	0.12		2.20	0.44	0.09		4.16	0.83	0.18		3.32	0.66
23-sep-16	19:35	3	0.13		2.60	0.52	0.10		3.60	0.72	0.18		1.76	0.35

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN
ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2

MOLDE NÚMERO			4				5				6			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
				lb/plg2	%			lb/plg2	%			lb/plg2	%	
		0	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0	30	25	88.10	64.72			54.80	40.26			26.40	19.40		
1	0	50	190.80	140.17			101.70	74.72			43.70	32.10		
1	30	75	278.50	204.60			140.60	103.29			56.90	41.80		
2	0	100	348.50	256.03	256.03	25.60	170.70	125.41	125.41	12.54	66.70	49.00	49.00	4.90
3	0	150	437.30	321.27			226.40	166.33			85.30	62.67		
4	0	200	492.20	361.60			263.90	193.88			100.40	73.76		
5	0	250	527.20	387.32			283.20	208.06			111.80	82.14		
6	0	300	567.40	416.85			310.10	227.82			122.00	89.63		
8	0	400	634.20	465.93			343.20	252.14			135.10	99.25		
10	0	500	690.10	506.99			370.60	272.27			147.00	108.00		
CBR corregido							25.60				12.54			4.90



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1.376	25.60	%
gr/cm ⁴	1.275	12.54	%
gr/cm ⁵	1.165	4.90	%

Densidad Máx	1.350	gr/cm ³
95% de DM	1.283	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		13.3 %

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.

SECTOR: Cantón Arajuno.

ABSCISA:

M-4

UBICACIÓN: Ciudad de Puyo.

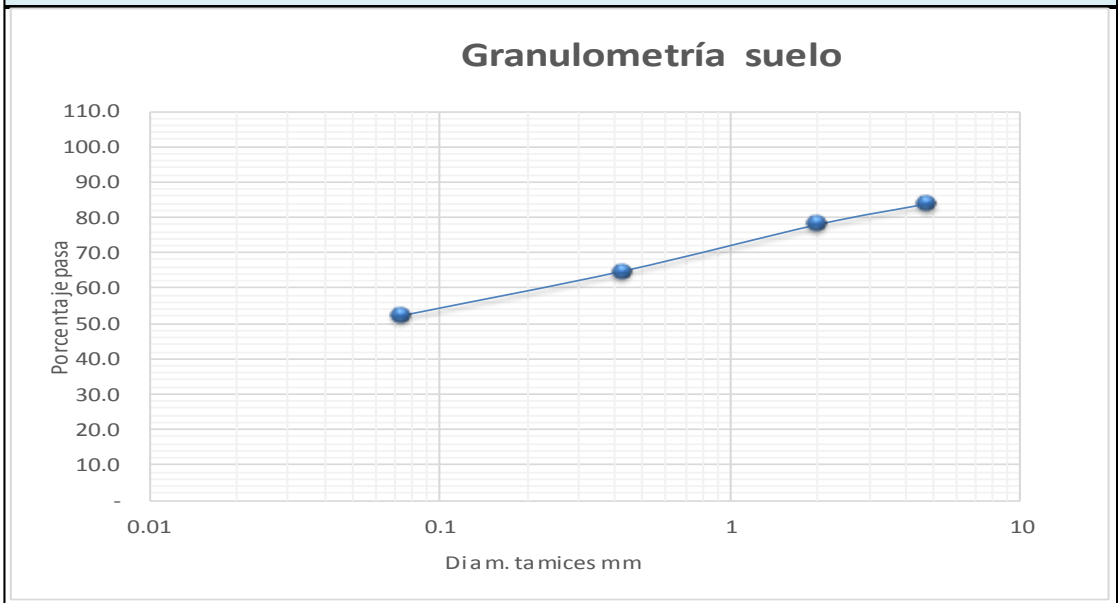
FECHA:

Ambato, 23-09- 2016

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	51.41	16.17	83.83
PASA N 4		0	0	83.83
N 10	2.00	70.25	22.09	77.91
N 30	0.59			
N 40	0.425	112.52	35.38	64.62
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	152.77	48.04	51.96
PASA EL N 200		165.23	51.96	
TOTAL		318.00		
PESO ANTES DEL LAVADO	318.00	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	152.77	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	165.23	TOTAL		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
267.98	199.04	93.44	68.94	105.6	65.3
Clasificación SUCS:		MH (Limo alta plasticidad)			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.

SECTOR: Cantón Arajuno.

ABSCISA:

M-4

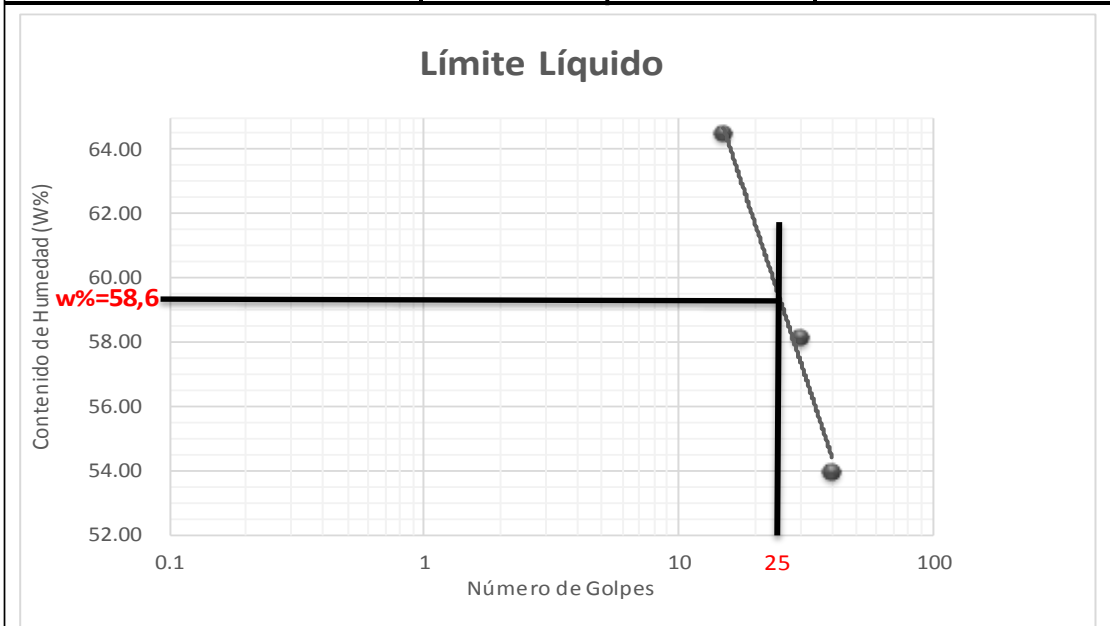
UBICACIÓN: Ciudad de Puyo.

FECHA:

Ambato, 24-09- 2016

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	40		30		15	
Recipiente Número	6-T	1C	X-1	16-X	9-F	7-E
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	24.12	20.42	22.01	23.12	22.7	21.25
Peso seco + recipiente Ws + rec	19.67	17.24	18.06	18.87	18.31	17.46
Peso recipiente rec	11.42	11.34	11.25	11.57	11.51	11.57
peso del agua Ww	4.45	3.18	3.95	4.25	4.39	3.79
Peso de los sólidos WS	8.25	5.9	6.81	7.3	6.8	5.89
Contenido de humedad w%	53.94	53.90	58.00	58.22	64.56	64.35
Contenido de humedad prom. w%	53.92		58.11		64.45	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-8	A-4	P-5	M-7	A-4	A-8	
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	5.93	5.85	5.5	5.87	5.54	6.02	
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.46	5.37	5.13	5.41	5.14	5.52	
Peso recipiente rec	4.34	4.20	4.25	4.34	4.20	4.34	
peso del agua Ww	0.47	0.48	0.37	0.46	0.4	0.5	
Peso de los sólidos WS	1.12	1.17	0.88	1.07	0.94	1.18	
Contenido de humedad w%	41.96	41.03	42.05	42.99	42.55	42.37	
Contenido de humedad prom. w%	41.49		42.52		42.46		

Límite líquido = **58.60** %

Límite plástico = **42.16** %

Índice plástico = **16.44** %

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN**

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.

SECTOR: Cantón Arajuno.

ABSCISA: Km 4+000

UBICACIÓN: Ciudad de Puyo.

FECHA: Ambato, 20-09- 2016

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO POR: Egdo Fernando Laica.

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

REVISADO POR: Ing. Paredes

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NÚMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc	944

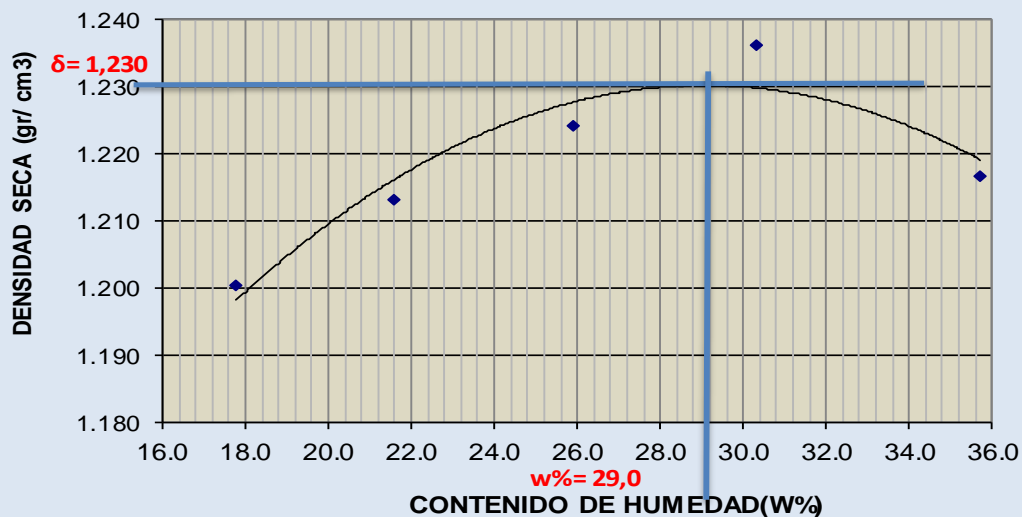
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5125.6	5183.2	5246.2	5311.6	5350
Peso suelo húmedo	1334.6	1392.2	1455.2	1520.6	1559
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1.414	1.475	1.542	1.611	1.651

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	2-R	D-7	B-1	4-B	C-6	B-2	B-3	1-D	11-B	D-5
Peso humedo + recipiente W _{m+ rec}	202.94	126.4	246.8	129.7	225.3	153.4	234.6	150.5	170.27	143.55
Peso seco + recipiente W _{s+ rec}	179.05	114.4	211.1	112.2	187.9	131.5	189.9	123.1	133.45	122.62
Peso del recipiente rec	44.36	47.04	44.93	31.55	43.19	47.2	42.05	33.06	26.88	65.87
Peso del agua W _w	23.89	12	35.7	17.45	37.39	21.93	44.7	27.34	36.82	20.93
Peso suelo seco W _s	134.69	67.38	166.2	80.66	144.7	84.31	147.8	90.05	106.57	56.75
Contenido humedad w %	17.7	17.8	21.5	21.6	25.8	26.0	30.2	30.4	34.6	36.9
Contenido humedad promedio w %	17.77		21.56		25.92		30.30		35.72	
Densidad Seca γ_d	1.200		1.213		1.224		1.236		1.217	

DENSIDAD SECA vs CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo = 1.230

W óptimo % = 29.0

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO		NORMA:	AASHTO:T-180		
ABSCISA	M-4		DEL KM.:	M-4		
SECTOR:			SUELO:	MH		
FECHA:	sep-16		ENSAYADO POR: Egdo. Fernando Laica			
ENSAYO CBR						
MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	9670.8	10072.6	9443.6	9963.6	8859.2	9519.4
PESO MOLDE (gr)	5864.5	5864.5	5965.5	5965.5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3806.3	4208.1	3478.1	3998.1	3084.2	3744.4
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm3)	1.674	1.851	1.530	1.758	1.356	1.647
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.301	1.217	1.180	1.168	1.076	1.083
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1.259		1.174		1.079	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	B-3	3-T	C-6	D-3	C-5	1-D
Wm +TARRO (gr)	224.4	132.18	250.93	130.18	216.87	136.42
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	183.83	96.5	203.45	95.71	182.02	101.02
PESO AGUA (gr)	40.57	35.68	47.48	34.47	34.85	35.4
PESO TARRO	42.05	28.04	43.16	27.42	48.36	33.01
PESO MUESTRA SECA (gr)	141.78	68.46	160.29	68.29	133.66	68.01
CONTENIDO DE HUMEDAD %	28.61	52.12	29.62	50.48	26.07	52.05
AGUA ABSORBIDA %		23.50		20.85		25.98

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

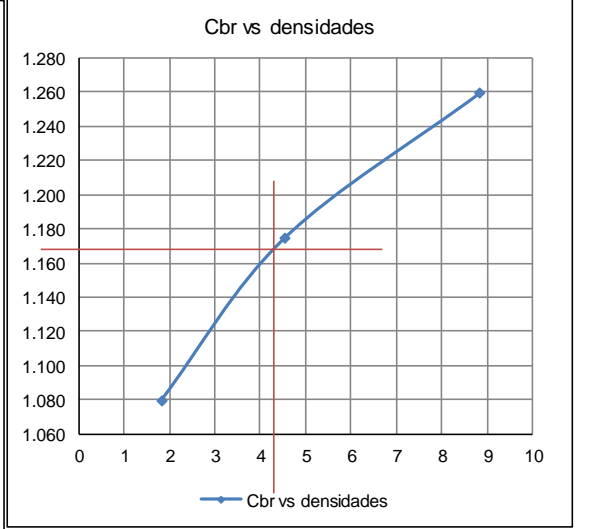
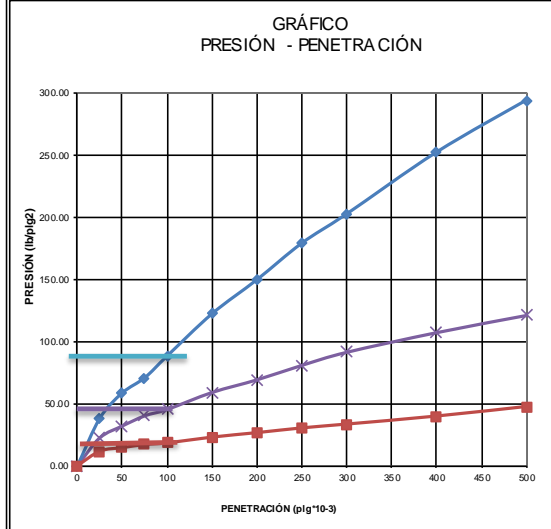
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS
 PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldos hacia La Independencia. M-4

ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
 LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
FECHA DIA Y MES	TIEMPO		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ	
	HORA	DIAS		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
20-sep-16	19:10	0	0.07	5.00	0.00	0.00	0.06	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00
21-sep-16	19:18	1	0.10		2.95	0.59	0.09		2.72	0.54	0.06		1.96	0.39
22-sep-16	19:35	2	0.14		6.22	1.24	0.14		7.96	1.59	0.09		5.16	1.03
23-sep-16	19:35	2	0.18		7.52	1.50	0.17		8.20	1.64	0.11		5.68	1.14

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN
 ÁREA DEL PISTÓN: 3p12

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
TIEMPO			Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	" 10-3		LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
			DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%
		0	0.00	0.00			0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
0	30	25	52.00	38.20			30.50	22.41			15.80	11.61		
1	0	50	79.60	58.48			43.50	31.96			19.60	14.40		
1	30	75	96.20	70.67			54.70	40.19			23.00	16.90		
2	0	100	120.10	88.23	88.23	8.82	61.70	45.33	45.33	4.53	24.80	18.22	18.22	1.82
3	0	150	166.30	122.18			80.40	59.07			31.20	22.92		
4	0	200	203.60	149.58			94.30	69.28			36.10	26.52		
5	0	250	243.60	178.96			110.20	80.96			41.30	30.34		
6	0	300	275.60	202.47			124.60	91.54			45.50	33.43		
8	0	400	343.20	252.14			146.20	107.41			54.30	39.89		
10	0	500	400.10	293.94			165.10	121.29			64.80	47.61		
CBR corregido						8.82				4.53				1.82



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1.259	8.82	%
gr/cm ⁴	1.174	4.53	%
gr/cm ⁵	1.079	1.82	%

Densidad Máx	1.230	gr/cm ³
95% de DM	1.169	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		4.30 %

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.

SECTOR: Cantón Arajuno.

ABSCISA:

M-5

UBICACIÓN: Ciudad de Puyo.

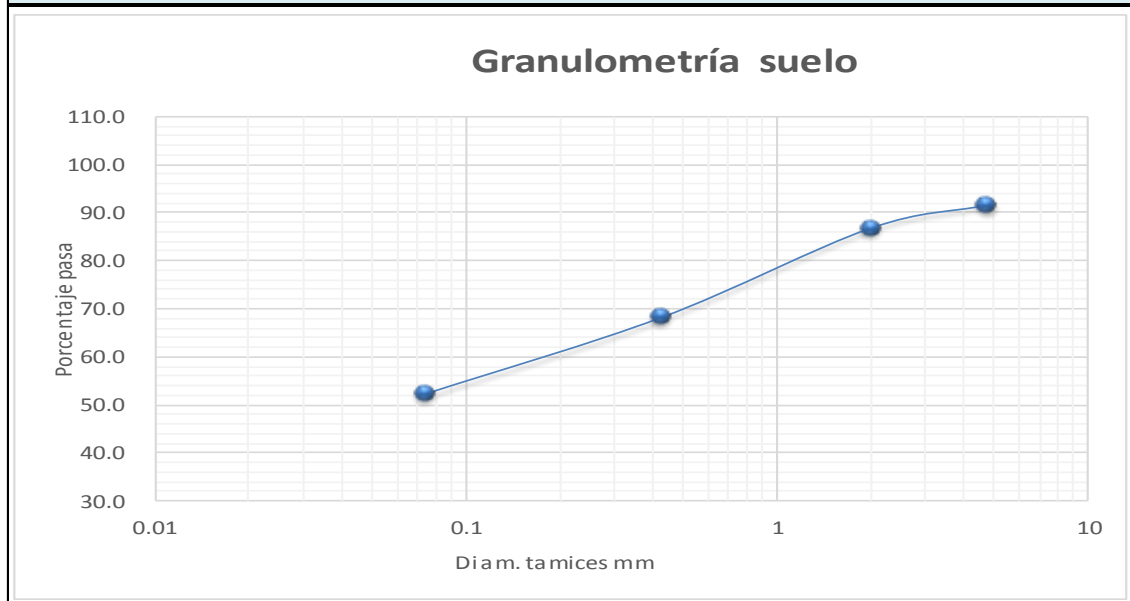
FECHA:

Ambato, 21-09- 2016

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	28.35	8.65	91.35
PASA N 4		0	0	91.35
N 10	2.00	44.10	13.45	86.55
N 30	0.59			
N 40	0.425	104.57	31.89	68.11
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	156.36	47.69	52.31
PASA EL N 200		171.54	52.31	
TOTAL		327.90		
PESO ANTES DEL LAVADO	327.90	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	156.36	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	171.54	TOTAL		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
271.56	201.63	85.65	69.93	115.98	60.3
Clasificación SUCS:		MH (Limo alta plasticidad)			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.

SECTOR: Cantón Arajuno.

ABSCISA:

M-5

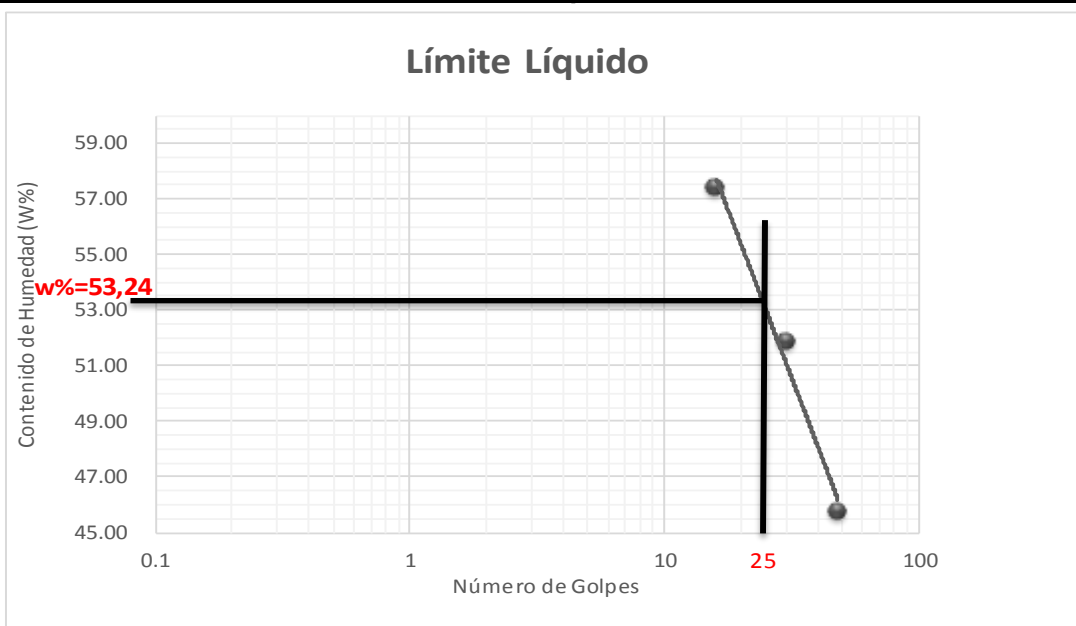
UBICACIÓN: Ciudad de Puyo.

FECHA:

Ambato, 21-09- 2016

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	48		30		16	
Recipiente Número	6-T	1C	X-1	16-X	9-F	7-E
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	22.63	25.36	24.78	22.70	25.16	23.78
Peso seco + recipiente Ws + rec	19.13	20.98	20.12	19.03	20.18	19.42
Peso recipiente rec	11.52	11.36	11.12	11.96	11.47	11.85
peso del agua Ww	3.5	4.38	4.66	3.67	4.98	4.36
Peso de los sólidos WS	7.61	9.62	9	7.07	8.71	7.57
Contenido de humedad w%	45.99	45.53	51.78	51.91	57.18	57.60
Contenido de humedad prom. w%	45.76		51.84		57.39	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	B-5	A-3	C-3	D-1	B-1	A-7	
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	5.96	5.88	5.76	5.89	5.68	5.95	
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.47	5.39	4.69	5.42	5.26	5.46	
Peso recipiente rec	4.32	4.25	2.23	4.35	4.28	4.33	
peso del agua Ww	0.49	0.49	1.07	0.47	0.42	0.49	
Peso de los sólidos WS	1.15	1.14	2.46	1.07	0.98	1.13	
Contenido de humedad w%	42.61	42.98	43.50	43.93	42.86	43.36	
Contenido de humedad prom. w%	42.80		43.71		43.11		

Límite líquido = **53.24** %

Límite plástico = **43.21** %

Índice plástico = **10.03** %

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN**

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.
 SECTOR: Cantón Arajuno. ABSCISA: Km 5+000
 UBICACIÓN: Ciudad de Puyo. FECHA: Ambato, 21-09- 2016
 NORMA: AASHTO T - 180 ENSAYADO POR: Egdo Fernando Laica.
 MÉTODO: AASHTO MODIFICADO REVISADO POR: Ing. Paredes

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NÚMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc	944

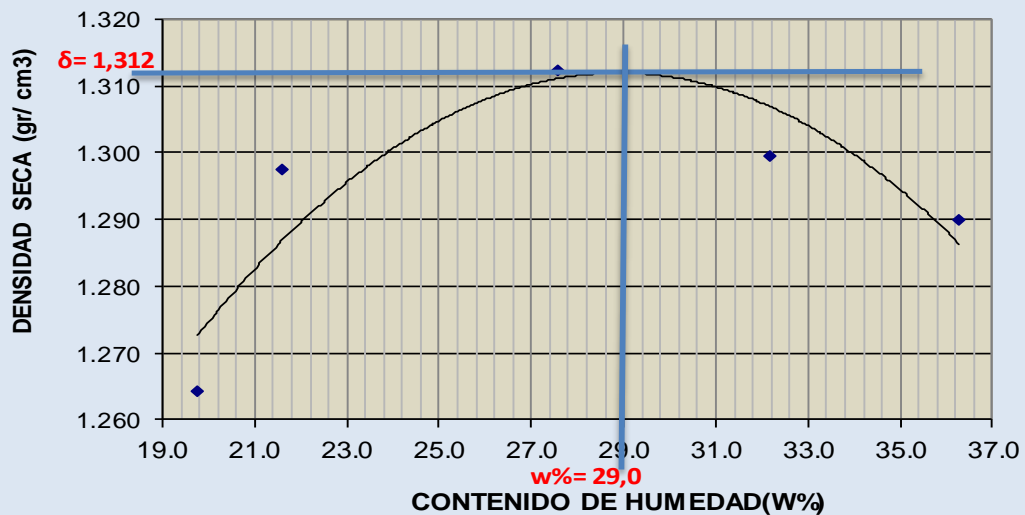
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5220.6	5280.5	5371.6	5412.7	5450.6
Peso suelo húmedo	1429.6	1489.5	1580.6	1621.7	1659.6
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1.514	1.578	1.674	1.718	1.758

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	A-2	A-3	A-4	C-5	D-2	C-1	E-5	D-5	E-1	D-1
Peso humedo + recipiente W _m + rec	205.64	130.5	250.7	128.9	226.4	155.3	245.8	160.4	190.83	150.11
Peso seco + recipiente W _s + rec	179.05	116.5	213.8	111.7	186.5	132.5	197.5	128.9	147.65	128.27
Peso del recipiente rec	45.01	45.55	44.47	31.45	42.86	49.34	46.85	31.46	28.27	68.23
Peso del agua W _w	26.59	13.97	36.91	17.19	39.87	22.81	48.31	31.49	43.18	21.84
Peso suelo seco W _s	134.04	70.93	169.3	80.28	143.7	83.19	150.7	97.48	119.38	60.04
Contenido humedad w %	19.8	19.7	21.8	21.4	27.7	27.4	32.1	32.3	36.2	36.4
Contenido humedad promedio w %	19.77		21.61		27.58		32.19		36.27	
Densidad Seca γ_d	1.264		1.298		1.312		1.300		1.290	

DENSIDAD SECA vs CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo = 1.312

W óptimo % = 29.0

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: Estudio de la Vía Jaime Roldós hacia La Independencia.

TIPO: PROCTOR MODIFICADO **NORMA:** AASHTO:T-180

ABSCISA: M-5 **DEL KM.:** M-5

SECTOR: **SUELO:** MH

FECHA: sep-16 **ENSAYADO POR:** Egdo. Fernando Laica

ENSAYO CBR

MOLDE #	7		14		24	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	12400	13050.1	12157.4	12419.8	12161.7	12498.6
PESO MOLDE (gr)	8490.7	8490.7	8365.4	8365.4	8623.4	8623.4
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3909.3	4559.4	3792	4054.4	3538.3	3875.2
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.699	1.981	1.648	1.762	1.538	1.684
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.245	1.267	1.212	1.111	1.144	1.046
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1.256		1.162		1.095	

CONTENIDO DE HUMEDAD

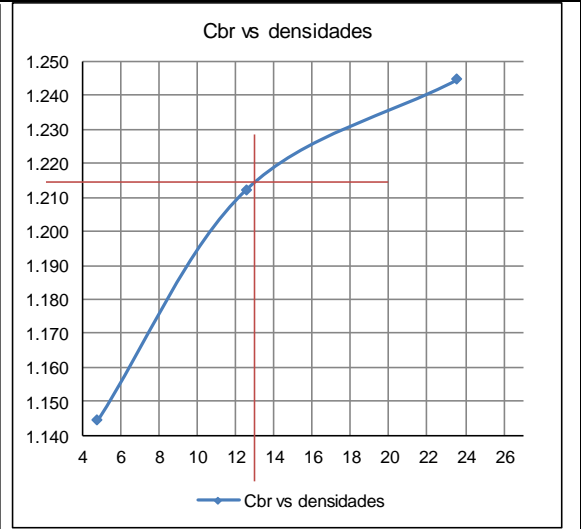
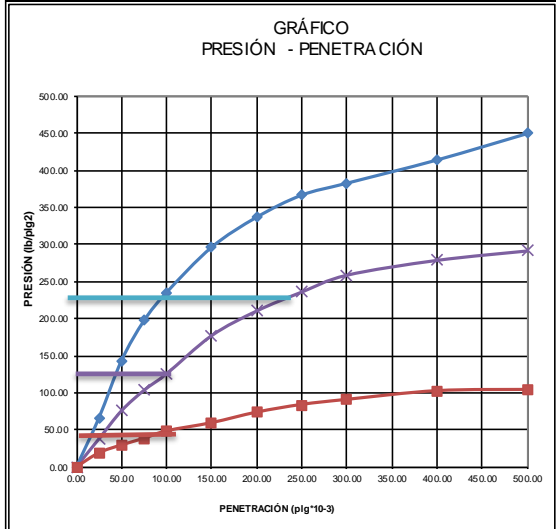
TARRO #	A-4	B-7	A-1	C-5	D-1	C-8
W _m +TARRO (gr)	245.61	156.08	260.41	128.96	236.8	141.11
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	193.75	113.69	203.45	90.71	189.02	101.03
PESO AGUA (gr)	51.86	42.39	56.96	38.25	47.78	40.08
PESO TARRO	51.65	38.47	44.96	25.48	50.03	35.31
PESO MUESTRA SECA (gr)	142.1	75.22	158.49	65.23	138.99	65.72
CONTENIDO DE HUMEDAD %	36.50	56.35	35.94	58.64	34.38	60.99
AGUA ABSORBIDA %		19.86		22.70		26.61

ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
 LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
FECHA DIA Y MES	TIEMPO HORA DIAS		LECT DIAL Plgs.	ESPONJ			LECT DIAL Plgs.	ESPONJ			LECT DIAL Plgs.	ESPONJ		
	h	Mues		Plgs.	%	h		Mues	Plgs.	%		h	Mues	Plgs.
20-sep-16	19:10	0	0.09	5.00	0.00	0.00	0.08	5.00	0.00	0.00	0.06	5.00	0.00	0.00
21-sep-16	19:18	1	0.11		2.64	0.53	0.10		2.44	0.49	0.11		4.60	0.92
22-sep-16	19:35	2	0.15		6.10	1.22	0.13		5.44	1.09	0.15		8.92	1.78
23-sep-16	19:35	2	0.19		7.28	1.46	0.16		5.72	1.14	0.16		5.12	1.02

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN
 ÁREA DEL PISTÓN: 3p12

MOLDE NÚMERO			15				18				44				
TIEMPO MIN SEG			PENET. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR
					LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
				lb/plg2		%		lb/plg2		%		lb/plg2		%	
			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0	30		25.00	90.10	66.19			51.30	37.69			25.40	18.66		
1	0		50.00	195.30	143.48			102.80	75.52			39.70	29.17		
1	30		75.00	268.70	197.40			140.40	103.15			51.80	38.06		
2	0		100.00	320.50	235.46	23.55		170.70	125.41	125.41	12.54	65.40	48.05	4.80	
3	0		150.00	403.70	296.58			240.80	176.91			80.30	58.99		
4	0		200.00	458.90	337.14			286.10	210.19			99.50	73.10		
5	0		250.00	499.50	366.97			320.90	235.75			113.50	83.38		
6	0		300.00	521.40	383.06			351.80	258.46			122.70	90.14		
8	0		400.00	564.10	414.43			379.10	278.51			138.60	101.82		
10	0		500.00	612.60	450.06			396.40	291.22			140.80	103.44		
CBR corregido						23.55					12.54			4.80	



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1.245	23.55	%
gr/cm ⁴	1.212	12.54	%
gr/cm ⁵	1.144	4.80	%

Densidad Máx	1.312	gr/cm ³
95% de DM	1.215	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		13.00 %

ANEXO D

TABLAS NECESARIAS PARA EL PROYECTO

ANEXO D-1.- Distancia de Visibilidad mínima para Parada de un Vehículo

Velocidad de Diseño Km/h	Velocidad de circulación Km/h	Percepción más reacción para Frenaje		Coeficiente de Fricción Longitudinal	Distancia de Frenaje, Gradiente cero	Distancia de Visibilidad para Parada	
		Tiempo (seg)	Distancia (m)			Calculada	Redondeada
20	20	2.5	13.89	0.47	3.36	17.25	20
25	24	2.5	16.67	0.44	5.12	21.78	25
30	28	2.5	19.44	0.42	7.29	26.76	30
35	33	2.5	22.92	0.40	10.64	33.56	35
40	37	2.5	25.69	0.39	13.85	39.54	40
45	42	2.5	29.17	0.37	18.53	47.70	50
50	46	2.5	31.94	0.36	22.85	54.79	60
60	55	2.5	38.19	0.35	34.46	72.65	70
70	63	2.5	43.75	0.33	47.09	90.84	90
80	71	2.5	49.31	0.32	62.00	111.30	110
90	79	2.5	54.86	0.31	79.25	134.11	135
100	86	2.5	59.72	0.30	96.34	156.06	160
110	92	2.5	63.89	0.30	112.51	176.40	180
120	100	2.5	71.53	0.29	145.88	217.41	220

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

ANEXO D-2.- Distancia Mínima de Rebasamiento

Velocidad de Diseño (Km/h)	Velocidades de los Vehículos (Km/h)		Distancia Mínima de Rebasamiento (m)	
	Rebasado	Rebasante	Calculada	Recomendada
25	24	40	-	80
30	28	44	-	110
35	33	49	-	130
40	35	51	268	150
45	39	55	307	180
50	43	59	345	210
60	50	66	412	290
70	58	74	488	380
80	66	82	563	480
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830
120	94	110	831	830

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

ANEXO E

**ARCHIVO
FOTOGRAFICO**



Foto N° 1.- Identificación del Lugar



Foto N° 2.- Extracción Muestra de Suelo



Foto N° 3.- Extracción Muestra de Suelo



Foto N° 4.- Vista Natural del Terreno



Foto N° 5.- Vista de la Mina del Lugar



Foto N° 6.- Deslizamiento del Talud



Foto N° 7.- Talud del Lugar



Foto N° 8.- Toma del Puntos



Foto N° 9.- Toma del Punto Topográfico



Foto N° 10.- Toma del Punto Eje



Foto N° 11.- Identificación del Suelo



Foto N° 12.- Peso del Suelo



Foto N° 13.- Tamiz #4



Foto N° 14.- Muestra Contenido de Humedad



Foto N° 15.- Mezcla del Suelo



Foto N° 16.- Compactación de la Muestra



Foto N° 17.- Adición de Agua a Muestra



Foto N° 18.- Cálculo del Esponjamiento



Foto N° 19.- Toma del Peso



Foto N° 20.- Mezcla de la Muestra



Foto N° 21.- Límite Líquido



Foto N° 22.- Límite plástico



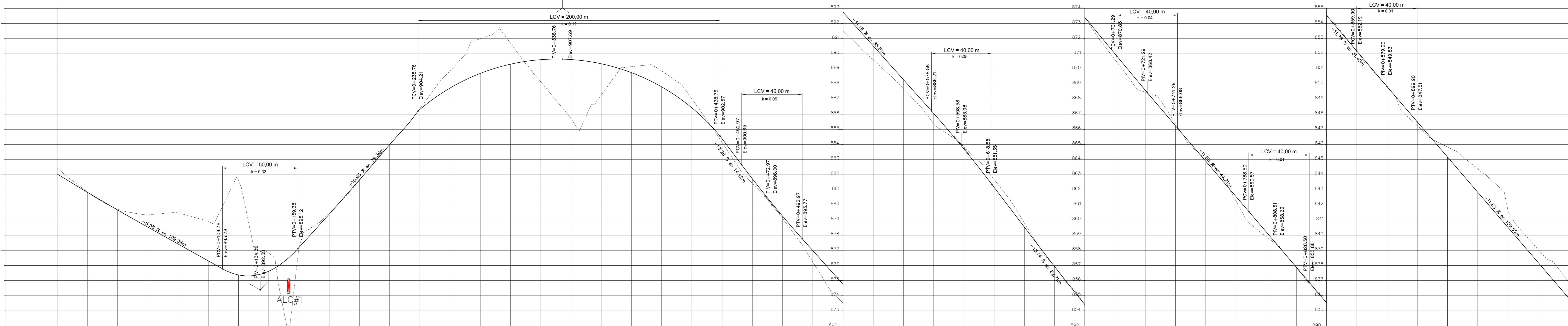
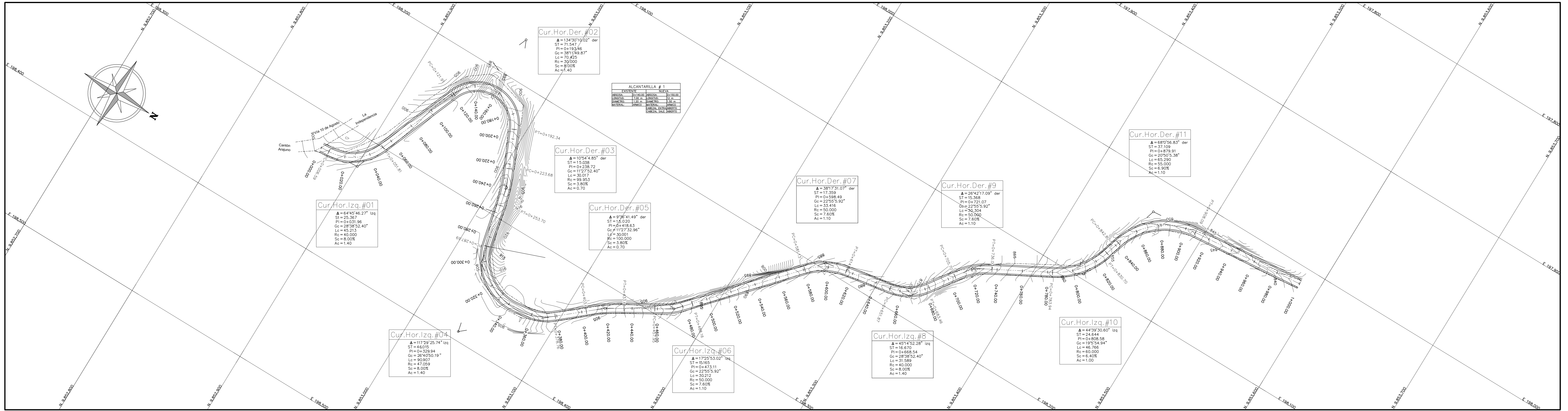
Foto N° 23.- Toma de Resultados



Foto N° 24.- Toma de Resultados

ANEXO F

**PLANOS DEL
PROYECTO**



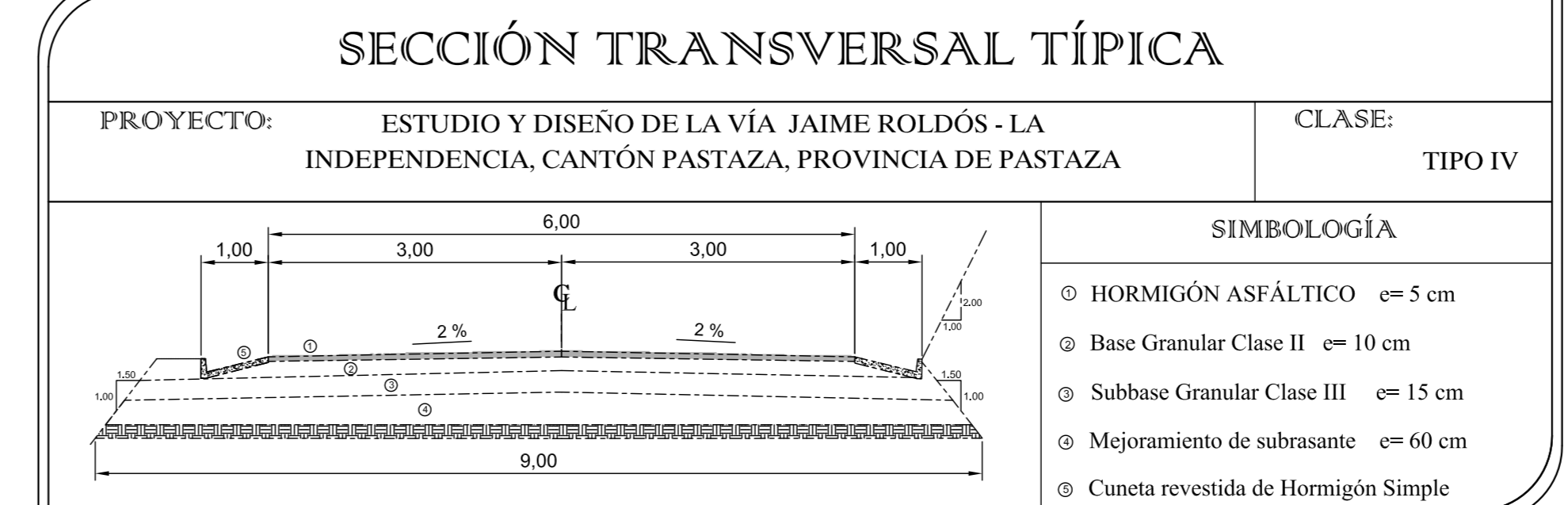
ORDENADA DE LA CURVA MASA	VOLUMEN	ESPECIES	ELEVACION	TERRAPLEN	CORTE	TERRAPLEN	CORTE	SUBRASANTE	TERRENO
0+000	0.00		990.45	990.05	0.40				
0+020	0.00		989.86	989.84	0.03	14.29	3.65	10.11	
0+040	0.00		989.72	989.57	0.06	125.57	10.48	102.29	
0+060	0.00		987.35	986.54	0.81	210.52	6.62	163.58	
0+080	0.00		987.48	986.42	1.06	402.86	0.00	10.84	
0+100	0.00		986.93	984.30	2.62	739.91	0.00	11.58	
0+120	0.00		986.63	983.37	3.26	1,237.31	0.00	12.89	
0+140	0.00		984.82	983.62	1.20	1,098.99	0.00	13.97	
0+160	0.00		986.09	985.19	0.10	289.74	107.66	147.79	
0+180	0.00		987.45	987.39	0.06	55.03	130.66	145.04	
0+200	0.00		989.63	989.66	0.03	47.39	28.27	14.72	
0+220	0.00		990.19	990.59	0.00	26.64	13.61	14.17	
0+240	0.00		990.38	994.07	0.31	63.84	6.98	14.91	
0+260	0.00		990.87	995.63	1.24	258.04	2.24	14.47	
0+280	0.00		990.00	996.97	2.02	582.83	1.31	10.28	
0+300	0.00		990.70	997.68	1.02	584.29	87.53	13.53	
0+320	0.00		996.15	995.68	0.47	324.76	112.14	15.78	
0+340	0.00		992.72	994.46	0.74	150.11	38.39	16.80	
0+360	0.00		993.26	995.64	0.39	90.50	230.19	16.60	
0+380	0.00		990.15	998.02	1.12	202.37	137.75	16.74	
0+400	0.00		990.66	995.81	1.26	316.48	0.00	16.23	
0+420	0.00		990.02	994.55	0.47	251.88	0.00	16.73	
0+440	0.00		992.13	992.37	0.24	184.07	0.04	16.42	
0+460	0.00		894.63	899.73	0.30	176.34	17.22	16.21	
0+480	0.00		892.11	897.26	0.15	86.86	35.38	16.72	
0+500	0.00		894.24	894.98	0.75	52.21	15.95	16.71	
0+520	0.00		891.52	892.75	1.23	105.66	16.62	16.66	
0+540	0.00		890.59	890.52	0.02	18.40	133.22	16.58	
0+560	0.00		897.68	898.29	0.61	148.14	149.20	16.57	
0+580	0.00		895.37	896.05	0.69	178.66	86.40	16.69	
0+600	0.00		893.84	893.71	0.13	27.96	14.93	16.62	
0+620	0.00		891.68	891.12	0.52	87.88	4.46	16.76	
0+640	0.00		878.81	878.54	0.27	180.09	0.00	16.26	
0+660	0.00		875.84	875.03	0.02	230.96	1.61	17.95	
0+680	0.00		873.40	873.41	0.02	146.93	15.17	17.86	
0+700	0.00		870.61	870.99	0.38	39.79	89.28	17.25	
0+720	0.00		868.46	868.59	0.13	261.13	102.92	17.90	
0+740	0.00		866.38	866.33	0.14	39.77	34.68	17.95	
0+760	0.00		864.04	863.90	0.14	69.07	7.73	17.29	
0+780	0.00		861.27	861.56	0.30	83.77	11.69	17.81	
0+800	0.00		858.81	859.23	0.32	27.88	31.74	17.50	
0+820	0.00		856.65	856.86	0.03	47.00	29.25	17.25	
0+840	0.00		854.57	854.53	0.04	30.34	44.78	17.29	
0+860	0.00		852.16	852.18	0.01	0.85	77.38	17.23	
0+880	0.00		849.82	849.83	0.01	17.24	38.79	17.91	
0+900	0.00		847.25	847.50	0.24	18.77	50.50	17.95	
0+920	0.00		845.84	845.17	0.67	113.25	39.48	17.29	
0+940	0.00		844.38	842.94	1.54	195.18	17.22	17.47	
0+960	0.00		844.62	840.52	1.11	308.97	0.00	17.96	
0+980	0.00		839.05	838.19	0.86	411.03	0.00	18.57	
0+1000	0.00		838.93	835.86	1.07	352.88	0.00	18.50	

PERFIL JAIME ROLDOS - LA INDEPENDENCIA
 ESCALA HORIZONTAL: 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 46,486.31m³
 TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = -4,181.16m³

CURVA	DELTA	RADIO	ARCO	STAN	CUERDA	CG	RUMBO CUERDA
PI-1	44°45'48.27"	40,000	48,313	25,387	42,844	28°38'54"	S. 33°37'03.23" E
PI-2	134°30'10.02"	30,000	70,425	71,547	55,333	38°11'50"	N. 00°39'58.36" O
PI-3	105°4'48.85"	89,953	30,017	15,038	18,989	11°27'53"	N. 72°02'09.08" E
PI-4	117°29'25.74"	47,059	90,907	46,015	26,392	26°40'50.19"	S. 55°20'13.64" E
PI-5	09°38'41.48"	100,000	30,001	15,002	16,756	11°27'33"	N. 35°13'26.51" O
PI-6	172°53'1.02"	50,000	30,212	15,106	15,103	22°50'6"	S. 39°08'02.27" E
PI-7	381°7'51.07"	50,000	35,416	17,709	32,798	22°50'6"	N. 28°42'13.25" O
PI-8	45°42'52.28"	40,000	31,589	16,790	30,774	28°38'53"	S. 32°10'53.85" E
PI-9	28°42'11.09"	50,000	30,334	15,368	23,034	22°50'6"	N. 41°27'11.45" O
PI-10	44°39'30.62"	60,000	46,766	24,644	45,591	19°50'50"	S. 50°25'48.20" E
PI-11	68°02'56.83"	55,000	45,290	37,159	61,524	20°50'4"	N. 38°45'05.08" E

EST	IVV	RUMBO	DISTANCIA	COORDENADAS
PI-1	PI-2	N. 33°02'09.07" O	16.78	186,324,400 / 8,823,982.925
PI-2	PI-3	N. 72°02'09.08" E	15.038	186,339,539 / 8,823,982.925
PI-3	PI-4	N. 55°20'13.64" E	17.709	186,357,258 / 8,823,982.925
PI-4	PI-5	N. 35°13'26.51" O	15.002	186,372,260 / 8,823,982.925
PI-5	PI-6	S. 39°08'02.27" E	15.106	186,387,362 / 8,823,982.925
PI-6	PI-7	N. 28°42'13.25" O	17.709	186,402,364 / 8,823,982.925
PI-7	PI-8	S. 32°10'53.85" E	16.790	186,417,366 / 8,823,982.925
PI-8	PI-9	N. 41°27'11.45" O	15.368	186,432,368 / 8,823,982.925
PI-9	PI-10	S. 50°25'48.20" E	24.644	186,447,370 / 8,823,982.925
PI-10	PI-11	N. 38°45'05.08" E	37.159	186,462,372 / 8,823,982.925

LADO	RUMBO	DISTANCIA	COORDENADAS
PI-1	N. 33°02'09.07" O	16.78	186,324,400 / 8,823,982.925
PI-2	N. 72°02'09.08" E	15.038	186,339,539 / 8,823,982.925
PI-3	N. 55°20'13.64" E	17.709	186,357,258 / 8,823,982.925
PI-4	N. 35°13'26.51" O	15.002	186,372,260 / 8,823,982.925
PI-5	S. 39°08'02.27" E	15.106	186,387,362 / 8,823,982.925
PI-6	N. 28°42'13.25" O	17.709	186,402,364 / 8,823,982.925
PI-7	S. 32°10'53.85" E	16.790	186,417,366 / 8,823,982.925
PI-8	N. 41°27'11.45" O	15.368	186,432,368 / 8,823,982.925
PI-9	S. 50°25'48.20" E	24.644	186,447,370 / 8,823,982.925
PI-10	N. 38°45'05.08" E	37.159	186,462,372 / 8,823,982.925



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE LA VÍA LA INDEPENDENCIA - JAIME ROLDOS AGUILERA, CANTÓN ARAUJO, PROVINCIA DE PASTAZA

CLASE: TIPO IV

CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES, VERTICALES Y DETALLES

LIBICACIÓN DEL PROYECTO: Km 34 VIA PUYO - ARAUJO, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA PASTAZA

TUTOR: ING. Mg. Víctor Hugo Paredes / UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

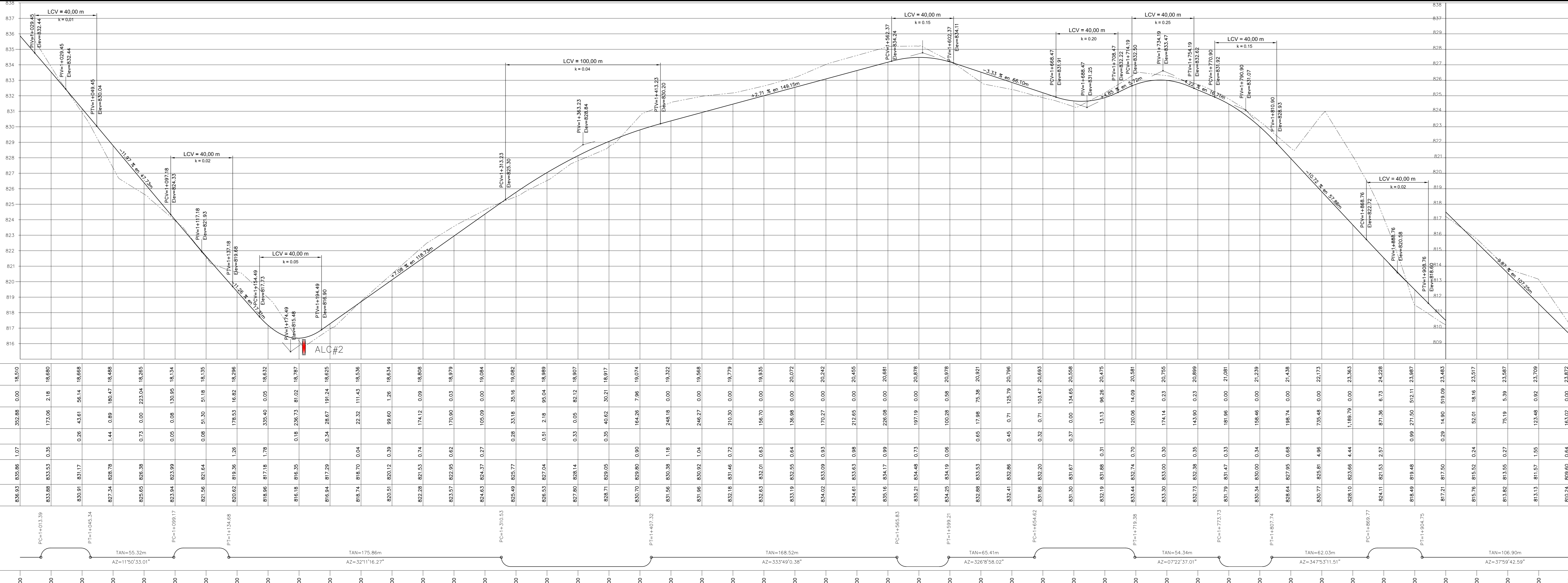
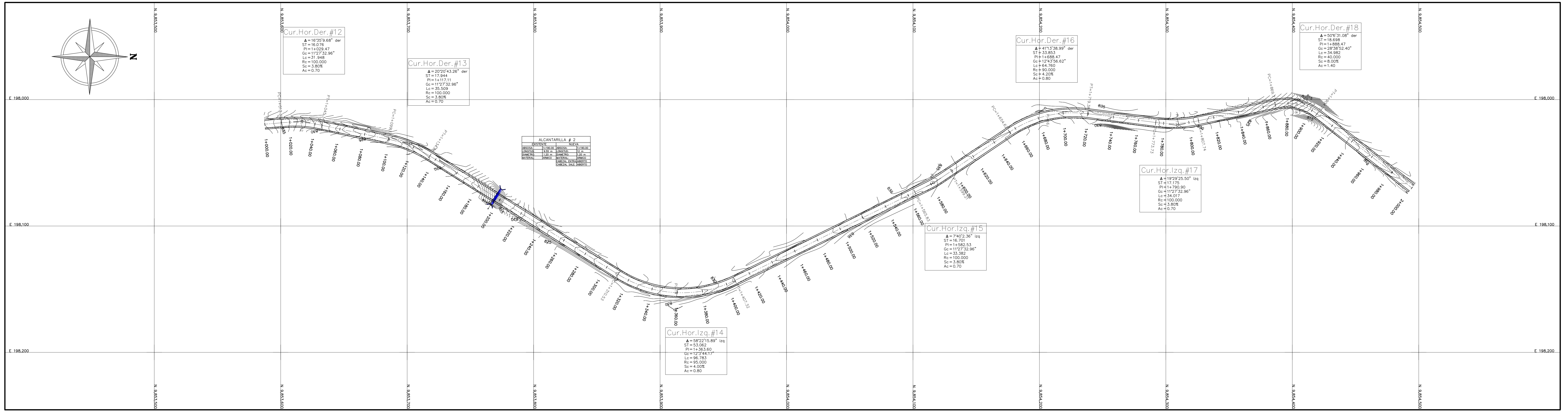
DISEÑO: EGO. FERNANDO LAICA

ESCALAS: PROYECTO HORIZONTAL: 1:1000; PROYECTO VERTICAL: 1:1000; DETALLES: 1:100

TRAMO: DESDE: 0+000.00 / HASTA: 1+000.00

LÁMINA: 1/12

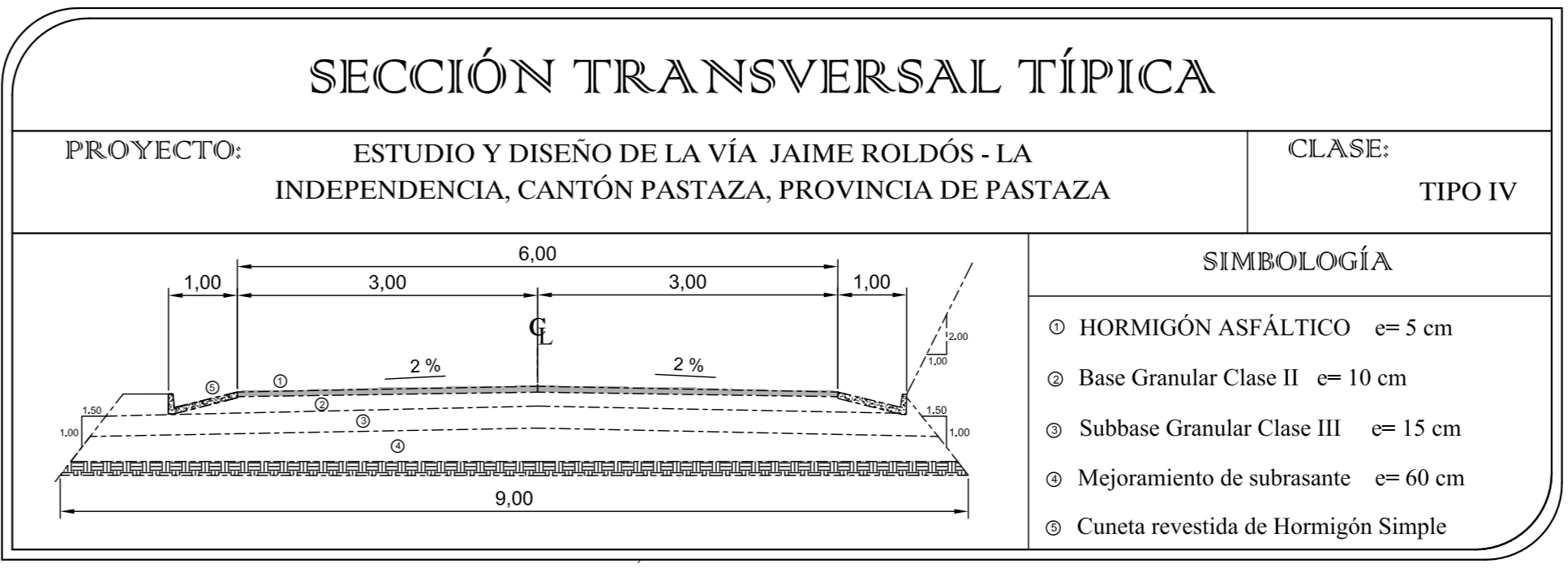
FECHA: 13/09/2016



ORDENADAS DE LA CURVA MASA	VOLUMEN		ESPEZOR		ELEVACION	
	TERRAPLEN	CORTE	TERRAPLEN	CORTE	SUBRASANTE	TERRENO
1+000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	835.88	835.88
1+020.00	2.18	18.68	0.73	0.00	833.53	833.53
1+040.00	18.68	35.59	0.28	0.28	831.17	831.17
1+060.00	35.59	43.91	1.44	0.99	828.78	828.78
1+080.00	43.91	43.91	0.73	0.00	826.39	826.39
1+100.00	43.91	43.91	0.05	0.08	823.99	823.99
1+120.00	43.91	43.91	0.08	0.30	821.59	821.59
1+140.00	43.91	43.91	0.28	0.99	819.19	819.19
1+160.00	43.91	43.91	0.73	2.18	816.79	816.79
1+180.00	43.91	43.91	1.44	3.87	814.39	814.39
1+200.00	43.91	43.91	2.18	5.16	811.99	811.99
1+220.00	43.91	43.91	2.91	6.00	809.59	809.59
1+240.00	43.91	43.91	3.64	6.39	807.19	807.19
1+260.00	43.91	43.91	4.37	6.39	804.79	804.79
1+280.00	43.91	43.91	5.10	5.99	802.39	802.39
1+300.00	43.91	43.91	5.83	5.16	799.99	799.99
1+320.00	43.91	43.91	6.56	3.87	797.59	797.59
1+340.00	43.91	43.91	7.29	2.18	795.19	795.19
1+360.00	43.91	43.91	8.02	0.28	792.79	792.79
1+380.00	43.91	43.91	8.75	0.00	790.39	790.39
1+400.00	43.91	43.91	9.48	0.00	787.99	787.99
1+420.00	43.91	43.91	10.21	0.00	785.59	785.59
1+440.00	43.91	43.91	10.94	0.00	783.19	783.19
1+460.00	43.91	43.91	11.67	0.00	780.79	780.79
1+480.00	43.91	43.91	12.40	0.00	778.39	778.39
1+500.00	43.91	43.91	13.13	0.00	775.99	775.99
1+520.00	43.91	43.91	13.86	0.00	773.59	773.59
1+540.00	43.91	43.91	14.59	0.00	771.19	771.19
1+560.00	43.91	43.91	15.32	0.00	768.79	768.79
1+580.00	43.91	43.91	16.05	0.00	766.39	766.39
1+600.00	43.91	43.91	16.78	0.00	763.99	763.99
1+620.00	43.91	43.91	17.51	0.00	761.59	761.59
1+640.00	43.91	43.91	18.24	0.00	759.19	759.19
1+660.00	43.91	43.91	18.97	0.00	756.79	756.79
1+680.00	43.91	43.91	19.70	0.00	754.39	754.39
1+700.00	43.91	43.91	20.43	0.00	751.99	751.99
1+720.00	43.91	43.91	21.16	0.00	749.59	749.59
1+740.00	43.91	43.91	21.89	0.00	747.19	747.19
1+760.00	43.91	43.91	22.62	0.00	744.79	744.79
1+780.00	43.91	43.91	23.35	0.00	742.39	742.39
1+800.00	43.91	43.91	24.08	0.00	739.99	739.99
1+820.00	43.91	43.91	24.81	0.00	737.59	737.59
1+840.00	43.91	43.91	25.54	0.00	735.19	735.19
1+860.00	43.91	43.91	26.27	0.00	732.79	732.79
1+880.00	43.91	43.91	27.00	0.00	730.39	730.39
1+900.00	43.91	43.91	27.73	0.00	727.99	727.99
1+920.00	43.91	43.91	28.46	0.00	725.59	725.59
1+940.00	43.91	43.91	29.19	0.00	723.19	723.19
1+960.00	43.91	43.91	29.92	0.00	720.79	720.79
1+980.00	43.91	43.91	30.65	0.00	718.39	718.39
2+000.00	43.91	43.91	31.38	0.00	715.99	715.99

CURVA	DELTA	RADIO	ARCO	STAN	CUERDA	de	RUMBO QUEDA
Pi-12	16°35'56.68"	100.000	31.848	16.038	28.847	112°27'33"	N 103°25'38.17" E
Pi-13	20°20'43.26"	100.000	35.599	17.844	35.323	112°27'33"	N 127°07'54.64" E
Pi-14	58°22'15.69"	95.000	96.763	53.662	92.651	123°44'44"	S 03°07'08.32" O
Pi-15	07°40'2.36"	100.000	33.382	16.701	13.372	112°27'33"	S 30°01'00.80" E
Pi-16	41°13'38.99"	90.000	64.760	33.853	63.372	124°53'57"	N 131°12'49" O
Pi-17	19°29'25.50"	100.000	34.017	17.175	13.553	112°27'33"	S 02°22'05.74" E
Pi-18	50°9'31.08"	100.000	34.862	18.698	33.878	28°58'53"	N 12°56'27.05" E

EST	LADO	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS
PC+104.84	PH+104.84	N 02°32'16.17" E	28.847	188.033	835.831 000
PC+124.84	PH+124.84	N 103°25'38.17" E	35.323	188.033	835.831 000
PC+144.84	PH+144.84	N 127°07'54.64" E	35.323	188.033	835.831 000
PC+164.84	PH+164.84	S 03°07'08.32" O	92.651	188.033	835.831 000
PC+184.84	PH+184.84	S 30°01'00.80" E	13.372	188.033	835.831 000
PC+204.84	PH+204.84	N 131°12'49" O	63.372	188.033	835.831 000
PC+224.84	PH+224.84	N 12°56'27.05" E	33.878	188.033	835.831 000



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE LA VÍA LA INDEPENDENCIA - JAIME ROLDÓS AGUILERA, CANTÓN ARAUJO, PROVINCIA DE PASTAZA

CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES, VERTICALES Y DETALLES

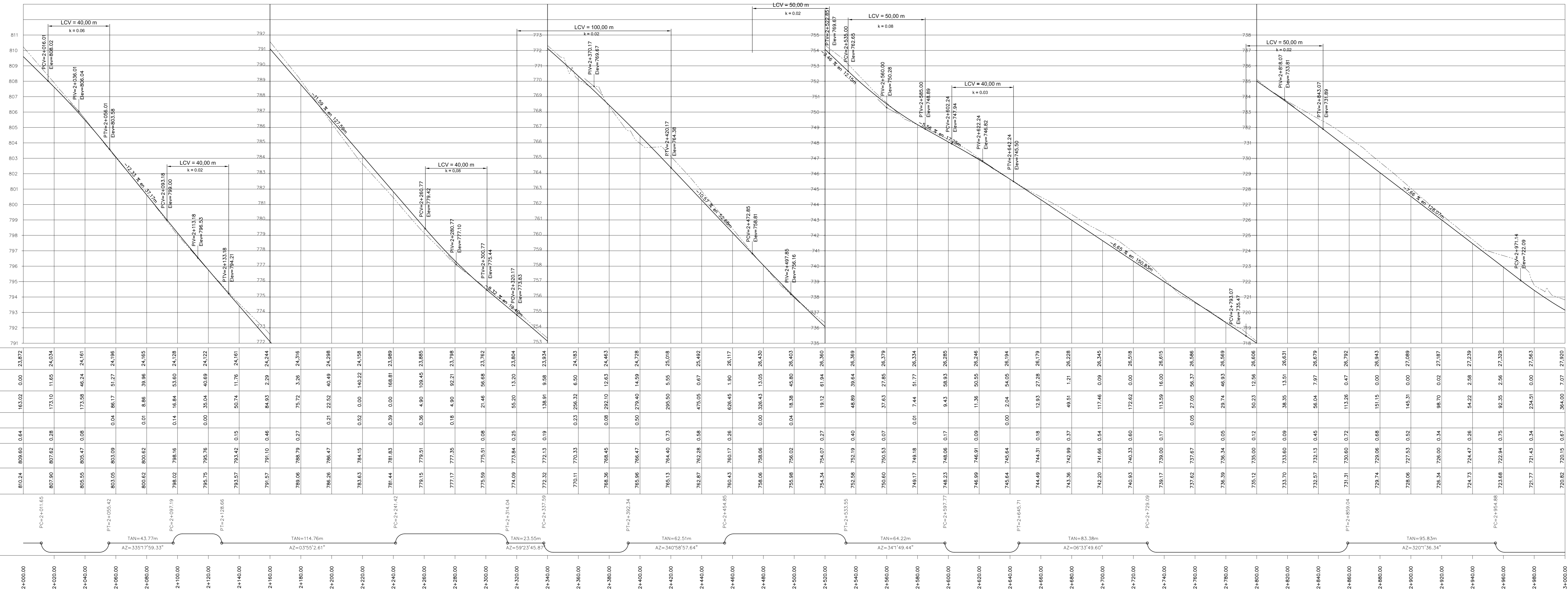
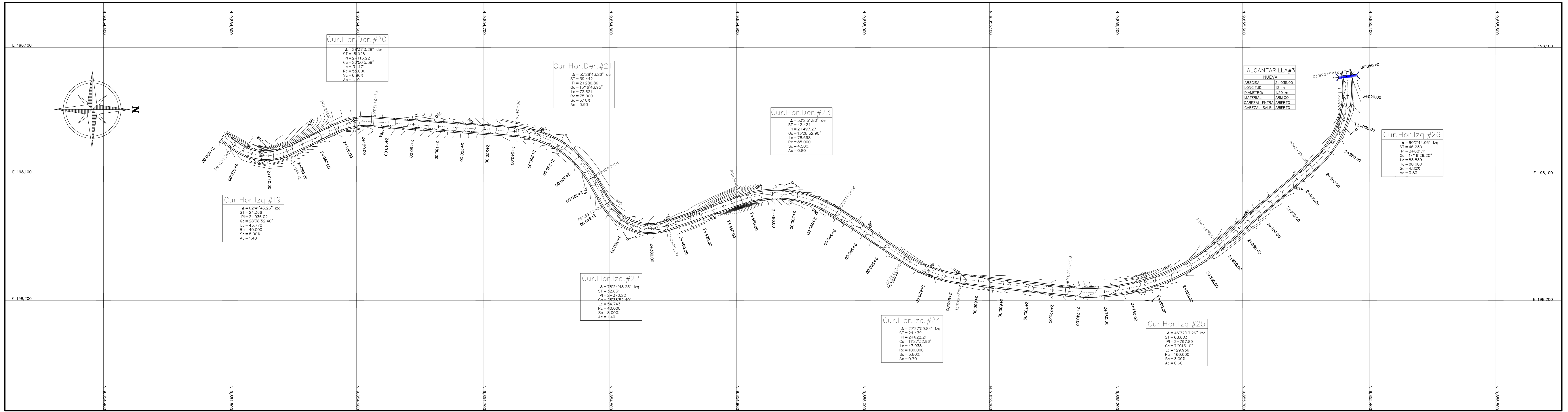
LIBICACIÓN DEL PROYECTO: Km 34 VÍA PUJO - ARAUJO, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA PASTAZA

TUTOR: ING. Mg. Víctor Hugo Parra / EGO. FERNANDO LAICA

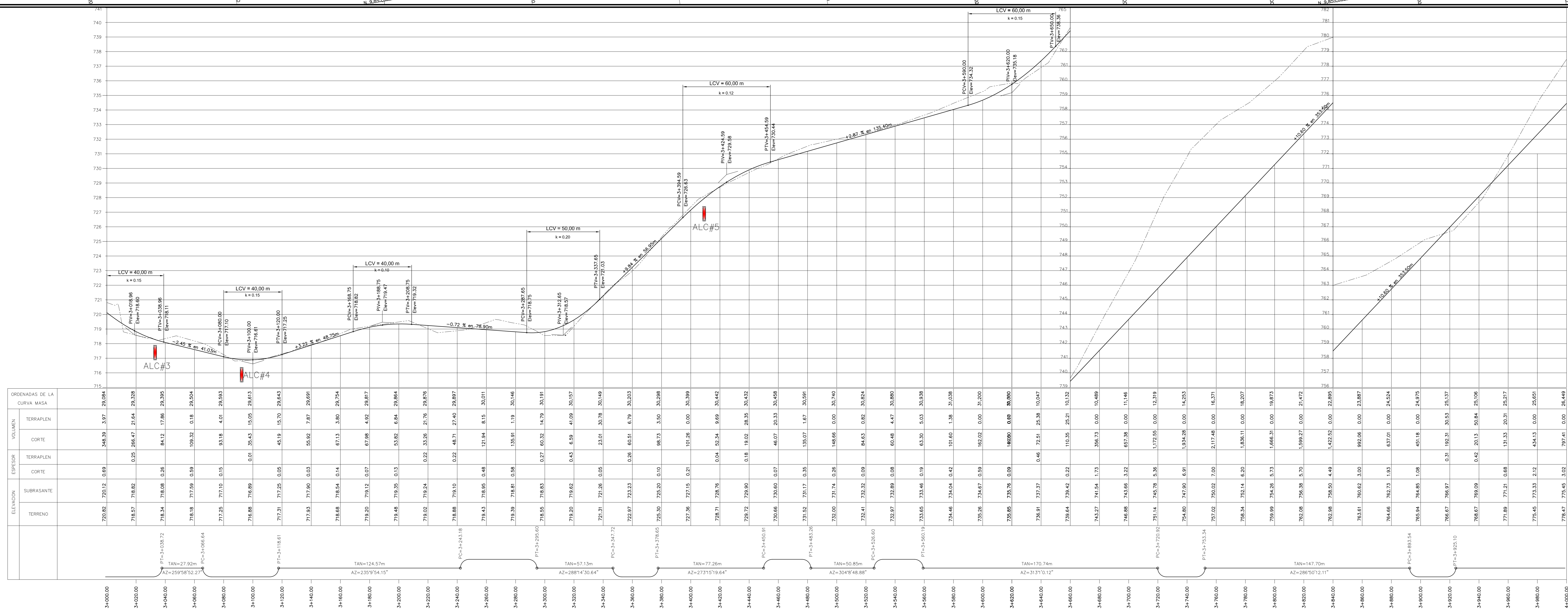
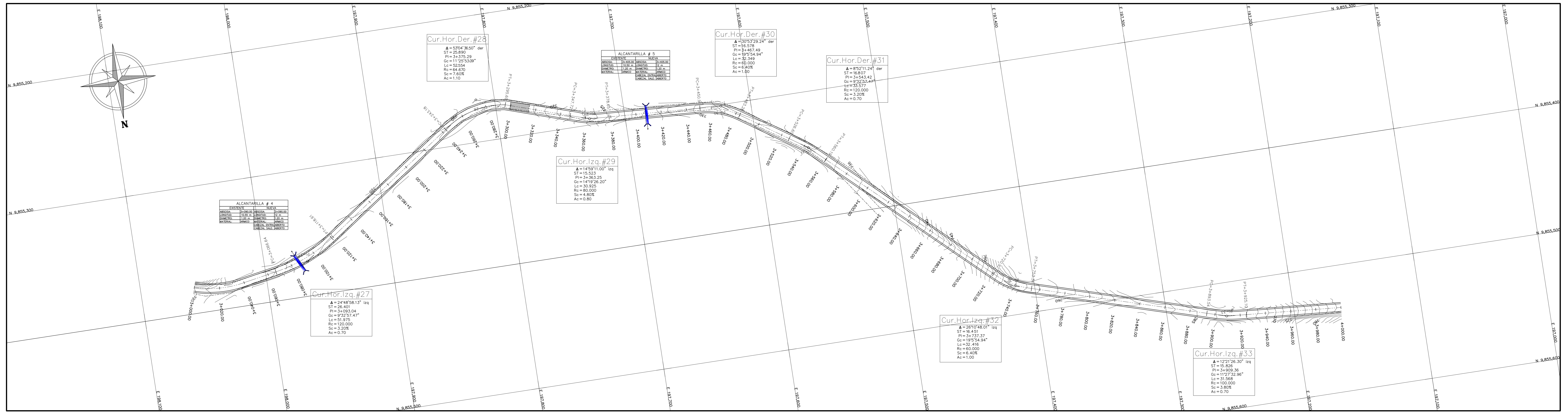
ESCALAS: PROYECTO HORIZONTAL 1:1000, PROYECTO VERTICAL 1:1000

TRAMO: DESDE: 1+000.00, HASTA: 2+000.00

LÁMINA: 2/12, FECHA: 13/09/2016



ORDENADAS DE LA CURVA MASA	VOLUMEN	ESPESOR	ELEVACION
	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRENO
810.24	0.00	0.64	810.24
807.90	807.92	0.28	807.90
805.55	805.47	0.08	805.55
803.00	803.09	0.04	803.00
800.62	800.62	0.01	800.62
798.00	798.16	0.14	798.00
795.75	795.76	0.00	795.75
793.57	793.42	0.15	793.57
791.00	791.00	0.00	791.00
788.50	788.50	0.00	788.50
786.00	786.00	0.00	786.00
783.50	783.50	0.00	783.50
781.00	781.00	0.00	781.00
778.50	778.50	0.00	778.50
776.00	776.00	0.00	776.00
773.50	773.50	0.00	773.50
771.00	771.00	0.00	771.00
768.50	768.50	0.00	768.50
766.00	766.00	0.00	766.00
763.50	763.50	0.00	763.50
761.00	761.00	0.00	761.00
758.50	758.50	0.00	758.50
756.00	756.00	0.00	756.00
753.50	753.50	0.00	753.50
751.00	751.00	0.00	751.00
748.50	748.50	0.00	748.50
746.00	746.00	0.00	746.00
743.50	743.50	0.00	743.50
741.00	741.00	0.00	741.00
738.50	738.50	0.00	738.50
736.00	736.00	0.00	736.00
733.50	733.50	0.00	733.50
731.00	731.00	0.00	731.00
728.50	728.50	0.00	728.50
726.00	726.00	0.00	726.00
723.50	723.50	0.00	723.50
721.00	721.00	0.00	721.00
718.50	718.50	0.00	718.50
716.00	716.00	0.00	716.00
713.50	713.50	0.00	713.50
711.00	711.00	0.00	711.00
708.50	708.50	0.00	708.50
706.00	706.00	0.00	706.00
703.50	703.50	0.00	703.50
701.00	701.00	0.00	701.00
698.50	698.50	0.00	698.50
696.00	696.00	0.00	696.00
693.50	693.50	0.00	693.50
691.00	691.00	0.00	691.00
688.50	688.50	0.00	688.50
686.00	686.00	0.00	686.00
683.50	683.50	0.00	683.50
681.00	681.00	0.00	681.00
678.50	678.50	0.00	678.50
676.00	676.00	0.00	676.00
673.50	673.50	0.00	673.50
671.00	671.00	0.00	671.00
668.50	668.50	0.00	668.50
666.00	666.00	0.00	666.00
663.50	663.50	0.00	663.50
661.00	661.00	0.00	661.00
658.50	658.50	0.00	658.50
656.00	656.00	0.00	656.00
653.50	653.50	0.00	653.50
651.00	651.00	0.00	651.00
648.50	648.50	0.00	648.50
646.00	646.00	0.00	646.00
643.50	643.50	0.00	643.50
641.00	641.00	0.00	641.00
638.50	638.50	0.00	638.50
636.00	636.00	0.00	636.00
633.50	633.50	0.00	633.50
631.00	631.00	0.00	631.00
628.50	628.50	0.00	628.50
626.00	626.00	0.00	626.00
623.50	623.50	0.00	623.50
621.00	621.00	0.00	621.00
618.50	618.50	0.00	618.50
616.00	616.00	0.00	616.00
613.50	613.50	0.00	613.50
611.00	611.00	0.00	611.00
608.50	608.50	0.00	608.50
606.00	606.00	0.00	606.00
603.50	603.50	0.00	603.50
601.00	601.00	0.00	601.00
598.50	598.50	0.00	598.50
596.00	596.00	0.00	596.00
593.50	593.50	0.00	593.50
591.00	591.00	0.00	591.00
588.50	588.50	0.00	588.50
586.00	586.00	0.00	586.00
583.50	583.50	0.00	583.50
581.00	581.00	0.00	581.00
578.50	578.50	0.00	578.50
576.00	576.00	0.00	576.00
573.50	573.50	0.00	573.50
571.00	571.00	0.00	571.00
568.50	568.50	0.00	568.50
566.00	566.00	0.00	566.00
563.50	563.50	0.00	563.50
561.00	561.00	0.00	561.00
558.50	558.50	0.00	558.50
556.00	556.00	0.00	556.00
553.50	553.50	0.00	553.50
551.00	551.00	0.00	551.00
548.50	548.50	0.00	548.50
546.00	546.00	0.00	546.00
543.50	543.50	0.00	543.50
541.00	541.00	0.00	541.00
538.50	538.50	0.00	538.50
536.00	536.00	0.00	536.00
533.50	533.50	0.00	533.50
531.00	531.00	0.00	531.00
528.50	528.50	0.00	528.50
526.00	526.00	0.00	526.00
523.50	523.50	0.00	523.50
521.00	521.00	0.00	521.00
518.50	518.50	0.00	518.50
516.00	516.00	0.00	516.00
513.50	513.50	0.00	513.50
511.00	511.00	0.00	511.00
508.50	508.50	0.00	508.50
506.00	506.00	0.00	506.00
503.50	503.50	0.00	503.50
501.00	501.00	0.00	501.00
498.50	498.50	0.00	498.50
496.00	496.00	0.00	496.00
493.50	493.50	0.00	493.50
491.00	491.00	0.00	491.00
488.50	488.50	0.00	488.50
486.00	486.00	0.00	486.00
483.50	483.50	0.00	483.50
481.00	481.00	0.00	481.00
478.50	478.50	0.00	478.50
476.00	476.00	0.00	476.00
473.50	473.50	0.00	473.50
471.00	471.00	0.00	471.00
468.50	468.50	0.00	468.50
466.00	466.00	0.00	466.00
463.50	463.50	0.00	463.50
461.00	461.00	0.00	461.00
458.50	458.50	0.00	458.50
456.00	456.00	0.00	456.00
453.50	453.50	0.00	453.50
451.00	451.00	0.00	451.00
448.50	448.50	0.00	448.50
446.00	446.00	0.00	446.00
443.50	443.50	0.00	443.50
441.00	441.00	0.00	441.00
438.50	438.50	0.00	438.50
436.00	436.00	0.00	436.00
433.50	433.50	0.00	433.50
431.00	431.00	0.00	431.00
428.50	428.50	0.00	428.50
426.00	426.00	0.00	426.00
423.50	423.50	0.00	423.50
421.00	421.00	0.00	421.00
418.50	418.50	0.00	418.50
416.00	416.00	0.00	416.00
413.50	413.50	0.00	413.50
411.00	411.00	0.00	411.00
408.50	408.50	0.00	408.50
406.00	406.00	0.00	406.00
403.50	403.50	0.00	403.50
401.00	401.00	0.00	401.00
398.50	398.50	0.00	398.50
396.00	396.00	0.00	396.00
393.50	393.50	0.00	393.50
391.00	391.00	0.00	391.00
388.50	388.50	0.00	388.50
386.00	386.00	0.00	386.00
383.50	383.50	0.00	383.50
381.00	381.00	0.00	381.00
378.50	378.50	0.00	378.50
376.00	376.00	0.00	376.00
373.50	373.50	0.00	373.50
371.00	371.00	0.00	371.00
368.50	368.50	0.00	368.50
366.00	366.00	0.00	366.00
363.50	363.50	0.00	363.50
361.00	361.00	0.00	361.00
358.50	358.50	0.00	358.50
356.00	356.00	0.00	356.00
353.50	353.50	0.00	353.50
351.00	351.00	0.00	351.00
348.50	348.50	0.00	348.50
346.00	346.00	0.00	346.00
343.50	343.50	0.00	343.50
341.00	341.00	0.00	341.00
338.50	338.50	0.00	338.50
336.00	336.00	0.00	336.00
333.50	333.50	0.00	333.50
331.00	331.00	0.00	331.00
328.50	328.50	0.00	328.50
326.00	326.00	0.00	326.00
323.50	323.50	0.00	323.50
321.00	321.00	0.00	321.00
318.50	318.50	0.00	318.50
316.00	316.00	0.00	316.00
313.50	313.50	0.00	313.50
311.00	311.00	0.00	311.00
308.50	308.50	0.00	308.50
306.00	306.00	0.00	306.00
303.50	303.50	0.00	303.50
301.00	301.00	0.00	301.00
298.50	298.50	0.00	298.50
296.00	296.00	0.00	296.00
293.50	293.50	0.00	293.50
291.00	291.00	0.00	291.00
288.50	288.50	0.00	288.50
286.00	286.00	0.00	286.00
283.50	283.50	0.00	283.50
281.00	281.00	0.00	281.00
278.50	278.50	0.00	278.50
276.00	276.00	0.00	276.00
273.50	273.50	0.00	273.50
271.00	271.00	0.00	271.00
268.50	268.50	0.00	268.50
266.00	266.00	0.00	266.00
263.50	263.50	0.00	263.50
261.00	261.00	0.00	261.00
258.50	258.50	0.00	258.50
256.00	256.00	0.00	256.00
253.50	253.50	0.00	253.50
251.00	251.00	0.00	251.00
248.50	248.50	0.00	248.50
246.00	246.00	0.00	246.00
243.50	243.50	0.0	

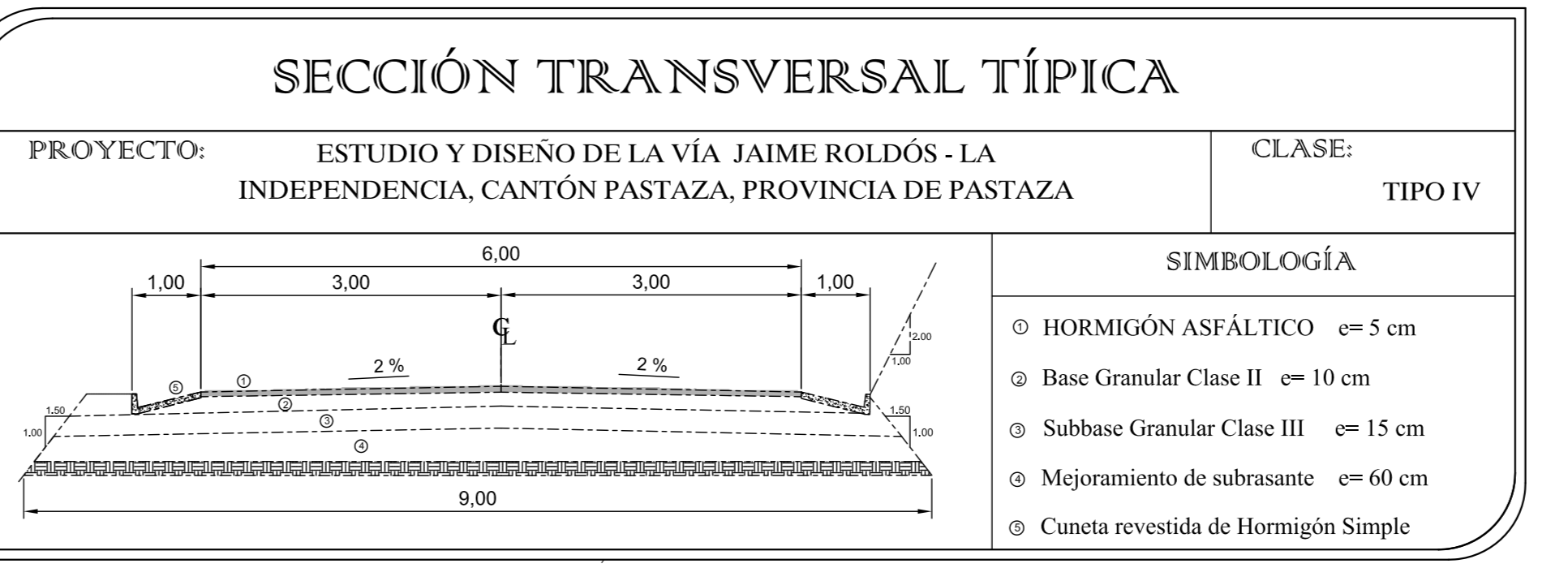


PERFIL JAIME ROLDÓS - LA INDEPENDENCIA
 ESCALA HORIZONTAL: 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 48,486.31m³
 TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = -4,181.16m³

CURVA	DELTA	RADIO	ARCO	STAN	CUERDA	CA	RUMBO CUERDA
Pi-27	24°48'58.13"	120.000	51.975	26.401	51.570	09°32'58"	N 67°54'23.21" E
Pi-28	53°04'36.50"	50.000	52.554	25.890	112°53'09"	S 63°44'00.80" E	
Pi-29	14°59'11.00"	80.000	30.925	15.523	20.865	147°26"	S 79°15'04.86" E
Pi-30	32°53'29.24"	60.000	32.349	16.578	31.959	197°55"	N 71°17'55.74" O
Pi-31	08°32'11.24"	120.000	32.416	16.451	27.178	197°55"	S 69°04'23.88" E
Pi-32	26°10'48.61"	60.000	32.568	16.451	27.178	197°55"	S 79°20'31.03" E
Pi-33	12°17'26.30"	100.000	31.568	16.826	21.528	112°27'33"	S 79°20'31.03" E

LADO	EST	PVI	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS
PC-3+599.64	PC-3+188.41	PC-3+188.41	S 67°34'23.21" O	51.570	191,844,099	8,855,357,248
PC-3+188.41	PC-3+243.15	PC-3+243.15	S 55°09'54.57" O	124.569	191,841,949	8,855,286,192
PC-3+243.15	PC-3+259.79	PC-3+259.79	N 17°18'13.51" W	17.630	191,838,884	8,855,278,886
PC-3+259.79	PC-3+276.86	PC-3+276.86	S 72°20'37.40" O	18.084	191,816,825	8,855,273,885
PC-3+276.86	PC-3+323.65	PC-3+323.65	N 79°13'04.86" O	20.865	191,777,440	8,855,285,778
PC-3+323.65	PC-3+340.00	PC-3+340.00	N 14°53'41.07" W	16.150	191,727,819	8,855,289,743
PC-3+340.00	PC-3+409.91	PC-3+409.91	N 86°14'43.90" O	77.863	191,240,320	8,855,300,194

LADO	EST	PVI	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS
PC-3+409.91	PC-3+483.26	PC-3+483.26	N 17°17'55.74" O	3.959	191,750,747	8,855,300,405
PC-3+483.26	PC-3+538.31	PC-3+538.31	N 59°57'12.07" O	50.849	191,567,949	8,855,338,891
PC-3+538.31	PC-3+552.89	PC-3+552.89	N 79°13'04.86" O	3.808	191,563,449	8,855,352,526
PC-3+552.89	PC-3+573.42	PC-3+573.42	N 49°59'58.87" O	170.738	191,438,670	8,855,487,007
PC-3+573.42	PC-3+750.84	PC-3+750.84	N 24°23'23.21" O	27.178	191,400,531	8,855,492,554
PC-3+750.84	PC-3+898.54	PC-3+898.54	N 17°18'13.51" W	146.000	191,240,320	8,855,544,172
PC-3+898.54	PC-3+920.10	PC-3+920.10	N 19°20'37.40" O	21.528	191,240,320	8,855,527,324
PC-3+920.10	PC-4+118.85	PC-4+118.85	N 89°11'41.87" O	180.748	191,050,970	8,855,543,741



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE LA VÍA LA INDEPENDENCIA - JAIME ROLDÓS AGUILERA, CANTÓN ARAUJO, PROVINCIA DE PASTAZA

CLASE: TIPO IV

CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES, VERTICALES Y DETALLES

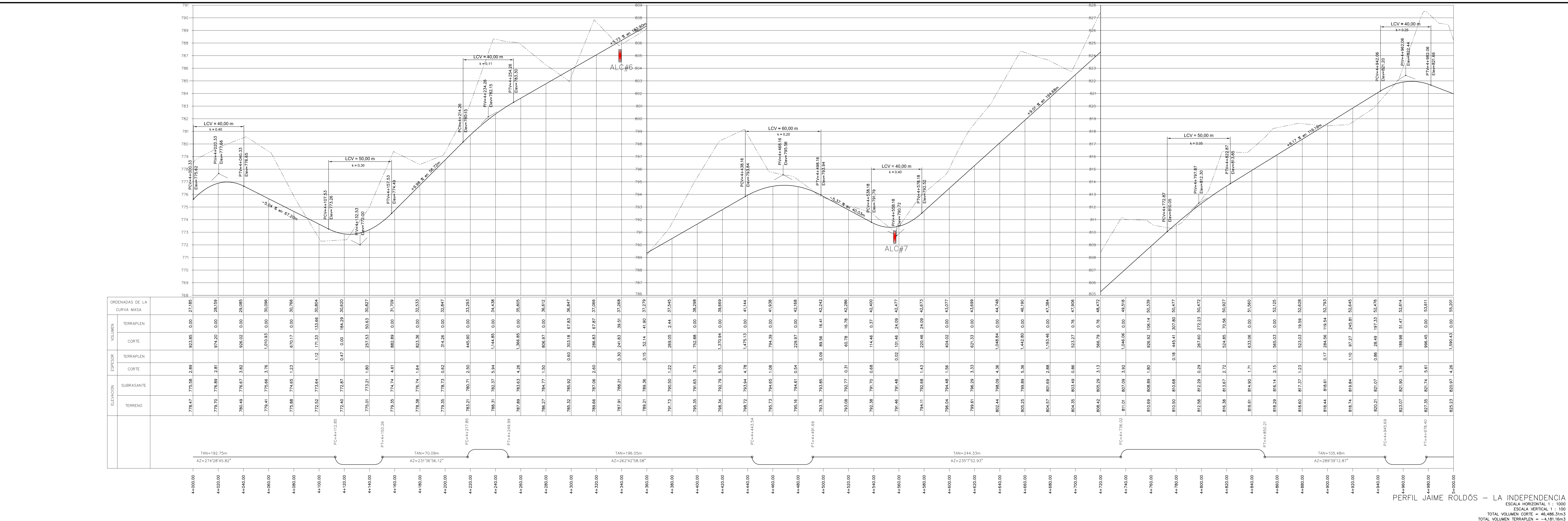
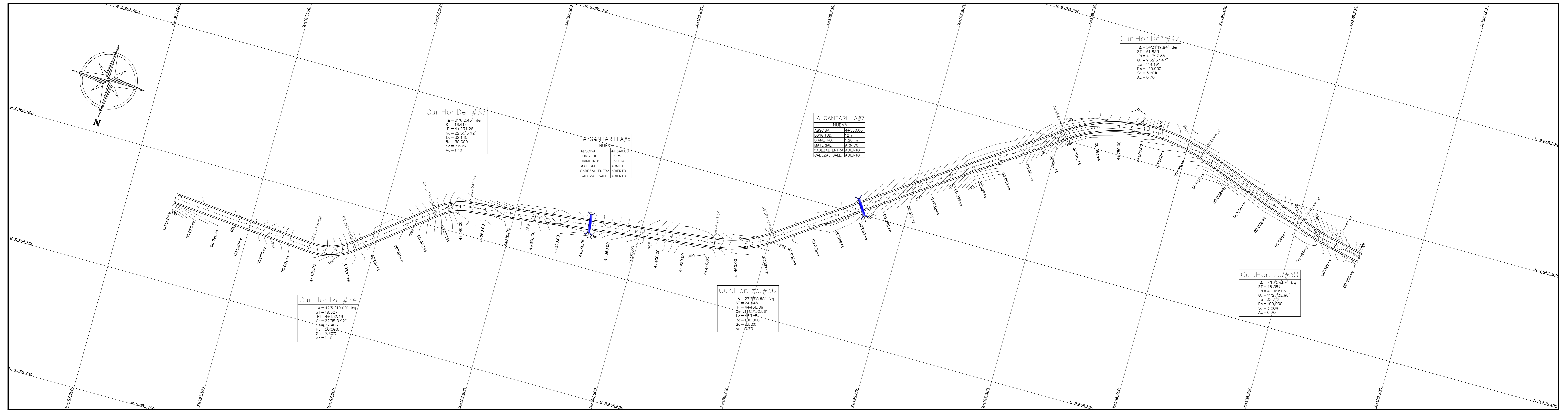
LIBERACIÓN DEL PROYECTO: Km 34 VÍA PUYO - ARAUJO, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA PASTAZA

ESCALAS: PROYECTO HORIZONTAL 1:1000, VERTICAL 1:1000, VERTICAL 1:1000

TRAMO: DESDE: 3+400.00, HASTA: 4+400.00

TUTOR: ING. Mg. Víctor Hugo Parra / EGO. FERNANDO LAICA

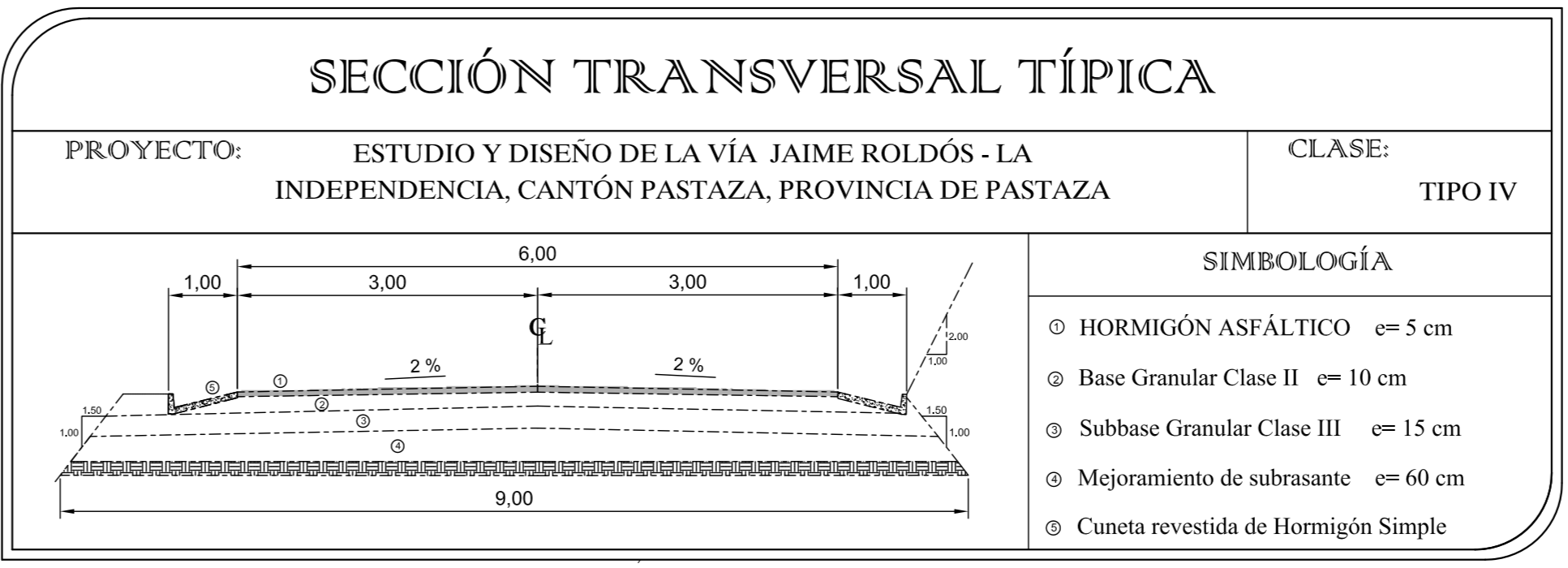
LÁMINA: 4/12, FECHA: 14/09/2016



ORDENADAS DE LA CURVA MASA	TERRAPIEN	CORTE	TERRAPIEN	CORTE	SUBRASANTE	TERRENO
776.47	776.58	2.89	928.86	0.00	271.85	
776.70	776.81	2.81	974.26	0.00	281.59	
776.69	776.67	3.82	926.02	0.00	20.05	
776.41	775.66	3.76	1050.93	0.00	30.96	
775.88	774.62	1.23	870.17	0.00	30.76	
772.02	773.64		1.12	171.33	133.66	30.84
772.40	772.87	0.47	0.47	0.00	184.29	30.62
775.01	773.21	1.80	227.53	50.63	30.827	
779.35	774.74	4.61	869.89	0.00	31.799	
778.39	776.74	1.64	893.36	0.00	35.533	
779.35	778.73	0.62	314.26	0.00	32.847	
782.21	780.71	2.50	445.95	0.00	33.293	
788.31	783.37	5.94	1314.69	0.00	34.38	
787.89	783.63	4.26	1366.89	0.00	35.605	
786.27	784.77	1.50	806.97	0.00	36.612	
785.32	785.92	0.60	503.18	67.83	36.847	
789.66	790.06	2.80	286.63	67.87	37.056	
789.51	788.21	0.50	241.83	39.51	37.268	
789.21	789.36	0.15	52.14	41.90	37.279	
791.33	790.50	1.22	280.95	2.44	37.243	
795.35	791.65	3.71	752.86	0.00	38.288	
798.34	792.79	5.55	1370.94	0.00	39.669	
798.72	793.94	4.78	1475.33	0.00	41.144	
795.23	794.65	1.08	794.39	0.00	41.938	
795.16	794.61	0.54	229.97	0.00	42.168	
793.76	793.85	0.09	89.56	16.61	42.242	
793.08	792.77	0.31	62.76	16.78	42.266	
792.39	791.70	0.68	114.46	0.37	42.440	
791.46	791.48	0.02	101.46	24.09	42.477	
794.11	792.68	1.43	220.46	24.09	42.673	
795.04	794.48	1.56	424.02	0.00	43.077	
799.61	796.29	3.33	670.33	0.00	43.699	
802.44	798.09	4.36	1048.94	0.00	44.748	
805.25	799.89	5.36	1442.90	0.00	45.190	
806.57	801.69	2.68	1133.46	0.00	45.284	
804.35	803.49	0.86	523.27	0.76	45.296	
808.42	805.29	3.13	566.79	0.76	46.472	
811.01	807.09	3.32	1046.00	0.00	46.518	
810.69	808.89	1.80	976.92	108.14	50.339	
810.50	810.69	0.16	448.41	307.80	50.677	
812.58	812.29	0.29	267.62	272.32	50.672	
815.38	815.07	2.72	524.85	70.96	50.927	
816.61	814.60	1.71	630.96	0.00	51.560	
818.29	816.14	2.15	565.03	0.00	52.125	
818.60	817.37	1.23	523.03	18.09	52.628	
818.44	818.61	0.17	284.56	119.54	52.793	
818.74	819.84	1.10	972.27	248.81	52.845	
820.21	821.07	0.86	26.49	197.33	52.676	
820.07	820.90	1.16	189.86	51.47	52.614	
827.35	827.74	5.61	996.45	0.00	53.671	
825.23	826.97	4.26	1590.43	0.00	53.201	

CURVA	DELTA	RADIO	ARCO	STAN	CUERDA	Gc	RUMBO CUERDA
PI-34	42°51'59.69"	50.000	37.406	19.627	36.549	22°55'51"	N 73°02'50.97" E
PI-35	31°52'45"	100.000	52.140	16.414	36.308	22°55'51"	S 67°09'37.35" O
PI-36	27°32'5.62"	100.000	48.145	24.548	47.681	17°27'33"	N 62°32'25.75" O
PI-37	54°31'19.84"	120.000	114.191	61.833	109.931	39°32'58"	S 82°23'32.90" O
PI-38	07°16'59.89"	100.000	32.712	16.364	12.703	17°27'33"	S 73°59'17.98" E

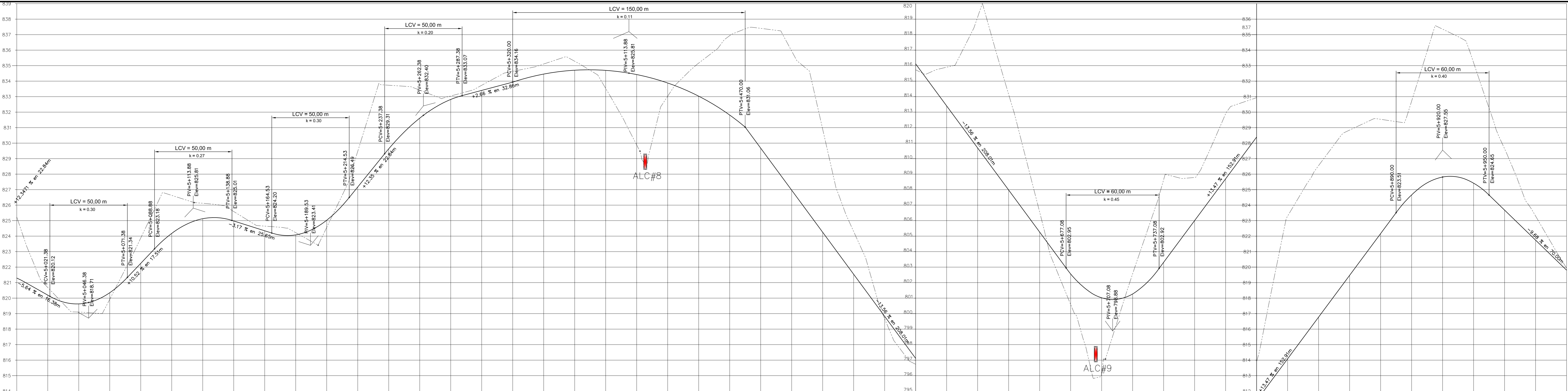
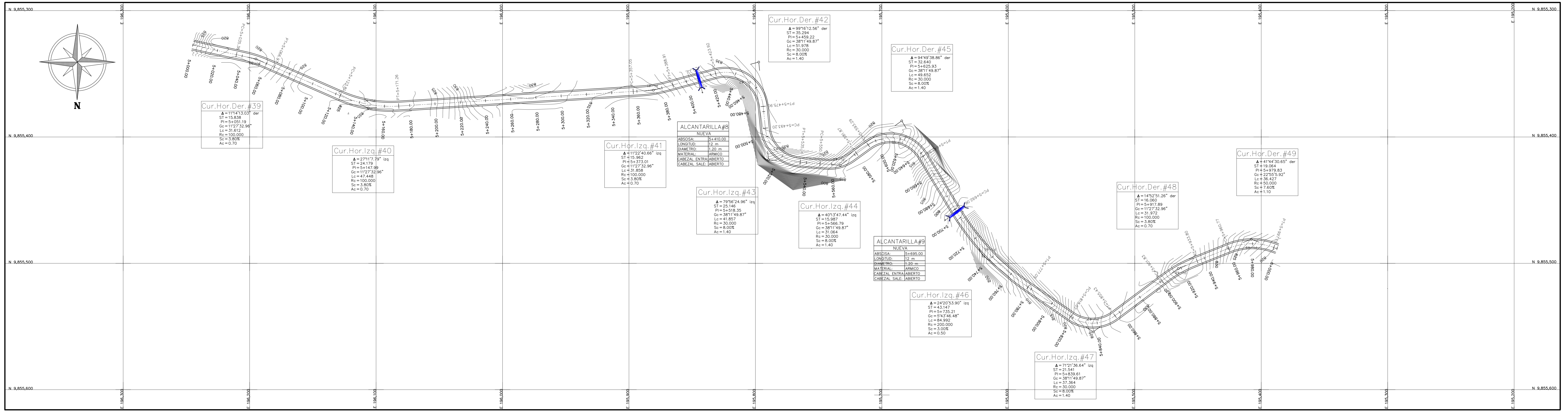
EST	LADO	PVI	RUMBO	DISTANCIA	V	X	COORDENADAS
PC+4112.85	PT+4100.26	S 73°02'50.97" O	36.549	PT+4100.26	197.050	4212	8,805,531.799
PT+4100.26	PC+4220.35	A = 52°31'36.67" SE	114.191	PT+4100.26	197.050	4212	8,805,531.799
PC+4220.35	PT+4247.49	S 67°09'37.35" O	28.808	PT+4247.49	186,930.768	9,855,477.792	8,805,477.792
PT+4247.49	PC+4453.54	S 82°42'58.98" O	196.993	PT+4453.54	199,749.2982	9,855,453.9955	8,805,453.9955
PC+4453.54	PT+4469.69	S 69°52'32.72" O	43.681	PT+4469.69	186,498.8092	9,855,453.7894	8,805,453.7894
PT+4469.69	PC+4736.02	S 50°07'52.87" O	244.332	PT+4736.02	190,498.3414	9,855,296.1064	8,805,296.1064
PC+4736.02	PT+4800.21	A = 52°31'36.67" SE	114.191	PT+4800.21	198,387.3779	9,855,296.5339	8,805,296.5339
PT+4800.21	PC+4955.69	N 70°29'47.17" O	105.479	PT+4955.69	184,288.0436	9,855,317.0291	8,805,317.0291
PC+4955.69	PT+4968.40	N 23°59'17.08" O	12.303	PT+4968.40	184,278.8332	9,855,316.5331	8,805,316.5331
PT+4968.40	PC+5138.38	N 77°37'47.02" O	92.854	PT+5138.38	184,204.9332	9,855,338.1919	8,805,338.1919



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE LA VÍA LA INDEPENDENCIA - JAIME ROLDÓS AGUILERA, CANTÓN ARAUJO, PROVINCIA DE PASTAZA	CLASE: TIPO IV
CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES, VERTICALES Y DETALLES	ESCALAS: PROYECTO HORIZONTAL: 1:1000, PROYECTO VERTICAL: 1:1000
LIBERACIÓN DEL PROYECTO: Km 34 VÍA PUYO - ARAUJO, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA PASTAZA	TRAMO: DESDE: 4+000.00, HASTA: 5+000.00
TUTOR: ING. Mg. Víctor Hugo Parra / UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	FECHA: 14/09/2016
DISEÑO: EGO. FERNANDO LAICA	LÁMINA: 5/12

PERFIL JAIME ROLDÓS - LA INDEPENDENCIA
 ESCALA HORIZONTAL: 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 48,486.31m³
 TOTAL VOLUMEN TERRAPIEN = -4,181.16m³



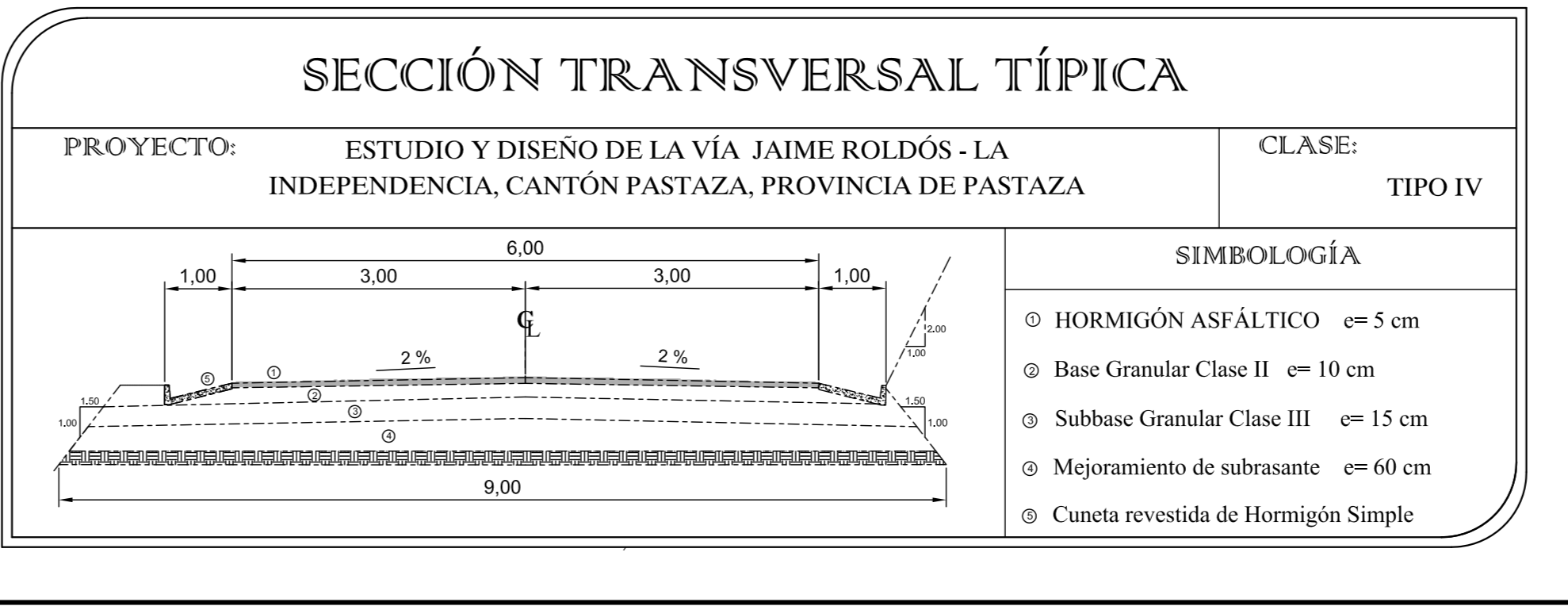
ESTACION	ELEVACION	TERRENO	SUBRASANTE	ESPEZOR	CORTE	TERRAPLEN	VOLUMEN	ORDENADAS DE LA CURVA MASA
S+000.00	825.33	825.33	825.33	0.00	0.00	0.00	49.247	
S+005.00	825.69	820.50	820.50	0.19	67.24	1.43	49.919	
S+010.00	819.10	816.63	816.63	0.53	26.69	0.30	50.936	
S+015.00	819.93	820.35	820.35	0.43	17.12	0.90	49.891	
S+020.00	823.89	822.24	822.24	1.64	195.35	32.98	50.003	
S+025.00	826.63	824.18	824.18	2.45	466.30	0.00	50.330	
S+030.00	826.12	825.13	825.13	1.00	406.70	0.00	50.936	
S+035.00	825.59	824.98	824.98	0.61	189.84	4.18	51.152	
S+040.00	824.65	824.54	824.54	0.30	116.13	4.18	51.272	
S+045.00	824.22	824.06	824.06	0.14	100.96	0.00	51.372	
S+050.00	824.67	823.53	823.53	0.46	51.34	22.78	51.332	
S+055.00	826.46	822.72	822.72	2.30	282.69	32.28	51.503	
S+060.00	833.74	829.63	829.63	4.10	756.27	0.00	52.349	
S+065.00	833.42	831.01	831.01	1.81	700.31	0.00	53.049	
S+070.00	833.04	832.62	832.62	0.22	262.01	4.24	53.307	
S+075.00	833.32	833.00	833.00	0.33	94.89	4.24	53.398	
S+080.00	834.63	833.54	833.54	0.70	143.81	0.00	53.541	
S+085.00	835.11	834.56	834.56	0.63	204.60	0.00	53.746	
S+090.00	833.28	833.00	833.00	0.68	300.68	0.00	54.047	
S+095.00	833.53	832.01	832.01	1.53	383.93	0.00	54.431	
S+100.00	829.89	830.77	830.77	0.89	105.10	38.70	54.567	
S+105.00	833.03	831.34	831.34	1.78	202.18	38.70	54.711	
S+110.00	835.16	832.69	832.69	1.47	500.74	0.00	55.231	
S+115.00	835.84	832.15	832.15	1.78	842.04	0.00	56.173	
S+120.00	837.41	829.66	829.66	1.73	1632.59	0.00	57.986	
S+125.00	835.84	828.96	828.96	1.87	2345.37	0.00	60.154	
S+130.00	833.91	824.25	824.25	1.65	2322.26	0.00	62.456	
S+135.00	824.30	821.54	821.54	2.76	1368.87	0.00	63.825	
S+140.00	818.67	818.83	818.83	0.16	331.31	38.98	64.298	
S+145.00	815.73	816.11	816.11	0.38	179.53	74.18	64.403	
S+150.00	815.90	813.40	813.40	1.50	421.65	38.98	64.959	
S+155.00	819.33	810.69	810.69	1.44	1698.79	0.00	66.418	
S+160.00	814.15	807.96	807.96	1.57	2395.22	0.00	68.613	
S+165.00	806.56	805.96	805.96	1.29	1332.41	0.00	69.746	
S+170.00	803.59	802.25	802.25	1.97	1778.98	334.43	69.692	
S+175.00	796.15	801.02	801.02	4.84	0.00	910.54	68.702	
S+180.00	802.57	801.27	801.27	1.30	258.38	692.46	68.348	
S+185.00	808.84	803.31	803.31	1.33	1033.97	13.36	69.369	
S+190.00	808.79	806.00	806.00	1.79	1390.14	0.00	70.559	
S+195.00	812.90	808.70	808.70	2.20	824.70	0.00	71.494	
S+200.00	813.83	811.39	811.39	1.54	932.13	0.00	72.452	
S+205.00	813.29	814.08	814.08	1.21	1234.56	0.00	74.160	
S+210.00	826.55	816.78	816.78	1.78	2416.36	0.00	76.977	
S+215.00	828.84	819.47	819.47	1.97	2803.42	0.00	79.780	
S+220.00	829.54	822.16	822.16	1.37	2318.25	0.00	80.098	
S+225.00	830.71	824.66	824.66	1.05	1748.33	0.00	83.847	
S+230.00	835.36	825.81	825.81	1.54	2388.96	0.00	85.930	
S+235.00	833.19	825.42	825.42	1.77	2389.59	0.00	86.319	
S+240.00	827.64	823.68	823.68	1.98	1521.95	0.00	89.832	
S+245.00	823.30	820.74	820.74	1.55	655.58	0.00	96.487	
S+250.00	818.93	819.81	819.81	0.13	211.22	4.86	96.690	

PERFIL JAIME ROLDÓS - LA INDEPENDENCIA
 ESCALA HORIZONTAL: 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 46,486.31m³
 TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = -4,181.16m³

CURVA	DELTA	RADIO	ARCO	STAN	CUERDA	gc	RUMBO CUERDA
PI-39	1174°13'03"	100.00	31.612	15.838	19.581	1172°33'	S 72°09'40.51" O
PI-40	271°17'39"	100.00	47.448	24.179	47.004	1172°33'	S 79°59'07.88" E
PI-41	1122°40.66"	30.000	31.858	15.962	19.826	1172°33'	S 80°43'57.89" E
PI-42	99°16'12.56"	100.00	51.978	35.284	45.716	381°15'00"	N 55°17'16.16" O
PI-43	79°56'24.96"	30.000	41.857	25.146	38.543	381°15'00"	S 49°39'22.36" E
PI-44	49°124'24"	30.000	31.084	15.967	20.633	381°15'00"	N 74°31'51.44" E
PI-45	94°92'38.96"	30.000	49.652	32.640	44.176	381°15'00"	N 78°32'33.84" O
PI-46	242°20'53.90"	200.000	84.992	43.147	84.354	054°43'47"	S 43°12'10.36" E
PI-47	71°21'36.64"	100.000	37.364	21.541	34.990	381°15'00"	N 88°56'34.37" E
PI-48	145°21'26"	100.000	31.972	16.060	25.899	1172°33'	S 60°47'11.68" O
PI-49	41°44'30.65"	50.000	36.427	19.064	35.626	225°56"	S 89°00'52.63" O

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	COORDENADAS
EST	PC+5+000.00	PT+5+000.00	N 79°09'00.00" O	19.581	X=195.81, Y=825.33
PV	PT+5+000.00	PC+5+005.00	A=1174°13'03"	31.612	X=154.22, Y=825.69
RUMBO	PC+5+005.00	PT+5+010.00	S 79°59'07.88" E	47.004	X=107.22, Y=819.10
DISTANCIA	PT+5+010.00	PC+5+015.00	A=1172°33'	31.858	X=75.36, Y=819.93
COORDENADAS	PC+5+015.00	PT+5+020.00	S 80°43'57.89" E	19.826	X=45.54, Y=823.89

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	COORDENADAS
EST	PC+5+020.00	PT+5+025.00	N 55°17'16.16" O	45.716	X=0.82, Y=824.65
PV	PT+5+025.00	PC+5+030.00	A=381°15'00"	100.000	X=-54.18, Y=824.22
RUMBO	PC+5+030.00	PT+5+035.00	S 49°39'22.36" E	19.581	X=-73.79, Y=824.67
DISTANCIA	PT+5+035.00	PC+5+040.00	A=1172°33'	31.858	X=-105.65, Y=826.46
COORDENADAS	PC+5+040.00	PT+5+045.00	S 80°43'57.89" E	19.826	X=-125.47, Y=826.12



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE LA VÍA LA INDEPENDENCIA - JAIME ROLDÓS AGUILERA, CANTÓN ARAJUNO, PROVINCIA DE PASTAZA

CLASE: TIPO IV

CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES, VERTICALES Y DETALLES

LIBRICACIÓN DEL PROYECTO: Km 34 VÍA PUYO - ARAJUNO, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA PASTAZA

ESCALAS: PROYECTO HORIZONTAL: 1:1000, PROYECTO VERTICAL: 1:100

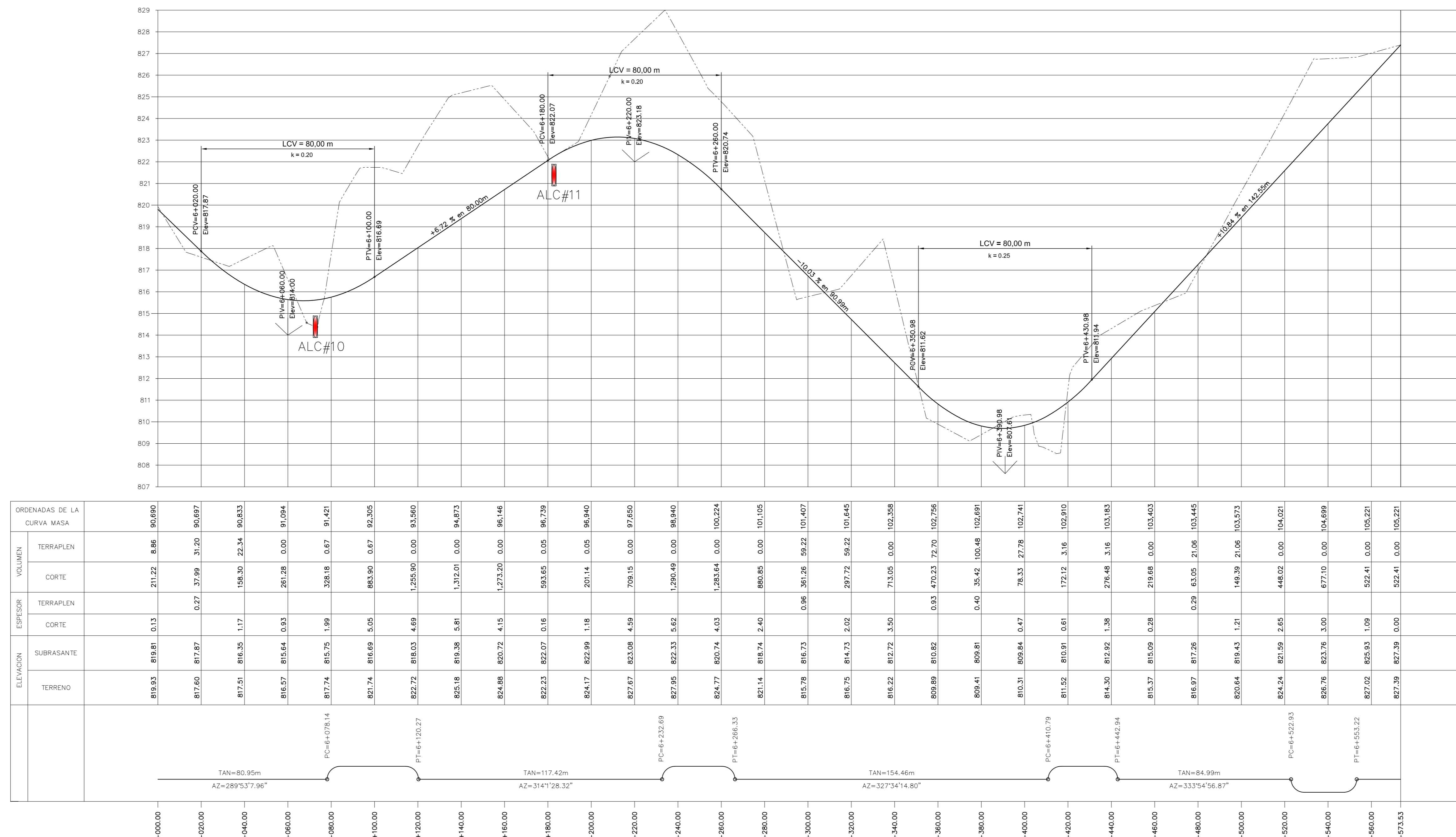
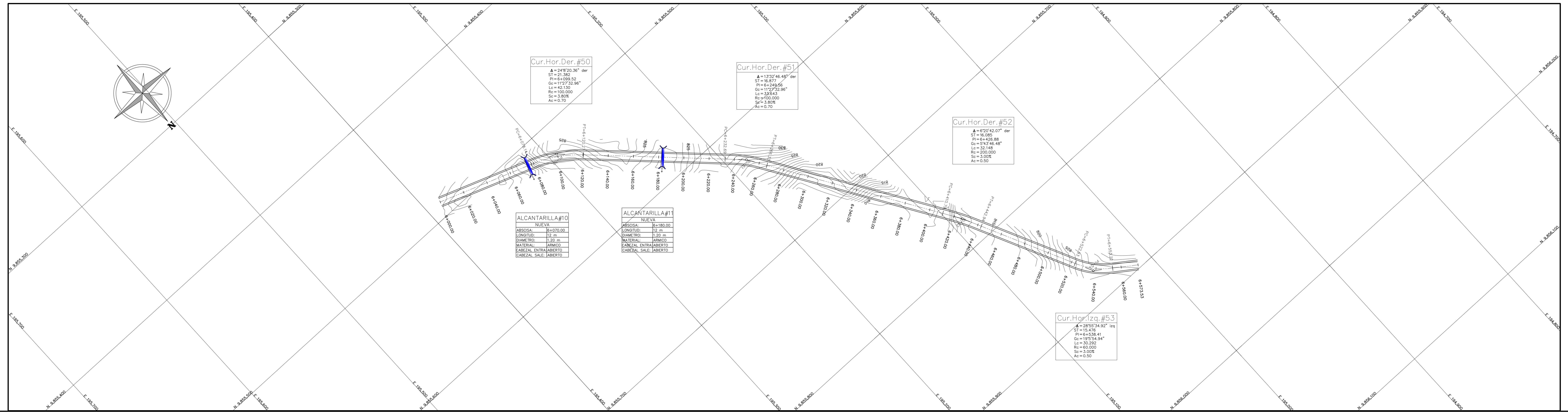
TRAMO: DESDE: 5+400.00, HASTA: 6+400.00

TUTOR: ING. Mg. Víctor Hugo Paredes / UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

DESIGNO: EGO. FERNANDO LAICA

LÁMINA: 6/12

FECHA: 14/09/2016



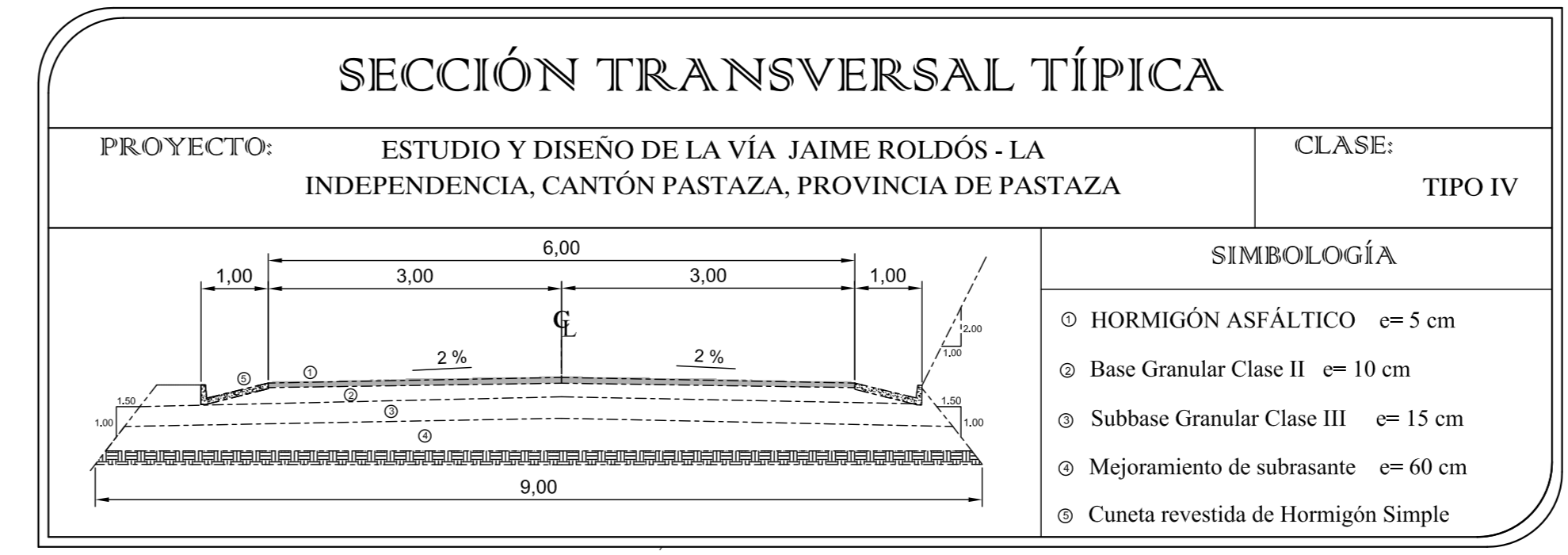
ORDENADAS DE LA CURVA MASA	VOLUMEN	ESPEJOR	ELEVACION
TERRAPIEN	TERRAPIEN	TERRAPIEN	SUBRASANTE
CORTE	CORTE	SUBRASANTE	TERRENO
818.03	818.81	818.03	818.03
817.50	817.97	817.50	817.50
817.51	818.35	817.51	817.51
815.57	815.64	815.57	815.57
817.74	817.74	817.74	817.74
821.74	816.69	816.69	816.69
822.72	818.03	818.03	818.03
825.16	819.38	819.38	819.38
824.88	820.72	820.72	820.72
822.23	822.07	822.07	822.07
828.17	822.91	822.91	822.91
827.67	823.55	823.55	823.55
827.65	823.33	823.33	823.33
824.77	820.74	820.74	820.74
821.14	818.74	818.74	818.74
815.76	816.73	816.73	816.73
816.75	814.73	814.73	814.73
816.22	812.73	812.73	812.73
809.89	810.82	810.82	810.82
809.41	809.81	809.81	809.81
810.31	809.84	809.84	809.84
811.52	810.91	810.91	810.91
814.30	812.92	812.92	812.92
815.37	815.08	815.08	815.08
816.97	817.28	817.28	817.28
820.64	819.43	819.43	819.43
824.24	821.58	821.58	821.58
826.76	823.78	823.78	823.78
827.02	823.93	823.93	823.93
827.39	827.39	827.39	827.39

PERFIL JAIME ROLDÓS - LA INDEPENDENCIA
 ESCALA HORIZONTAL: 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 48,486.31m³
 TOTAL VOLUMEN TERRAPIEN = -4,181.16m³

CURVA	DELTA	RADIO	ARCO	STAN	CUERDA	Ca	RUMBO CUERDA
Pi=50	24°30'20.36"	100.000	42.120	21.382	41.820	1127°32'	N 58°02'41.86" O
Pi=51	13°32'46.48"	100.000	33.643	16.877	23.588	1127°33'	N 39°2'08.44" O
Pi=52	08°20'42.07"	200.000	32.148	16.085	22.137	09°43'47"	N 29°12'24.17" O
Pi=53	28°50'34.92"	60.000	30.292	15.476	29.971	19°5'54"	S 40°32'50.59" E

LADO	PV	RUMBO	DISTANCIA	Y	X	COORDENADAS
PC#4+378.14	PT#4+120.27	N 58°02'41.86" O	4.400	PT#4+120.27	195.374 4438	8,805,537 0505
PT#4+120.27	PC#4+120.27	A = 24°30'20.36" 94°	11.417	PT#4+237.69	195,194 0163	8,805,618 7062
PC#4+120.27	PT#4+251.33	N 40°58'31.65" O	23.248	PT#4+251.33	195,179 1074	8,805,635 9847
PT#4+251.33	PC#4+415.79	A = 13°32'46.48" 98°	11.417	PT#4+415.79	195,184 3764	8,805,645 8001
PC#4+415.79	PT#4+433.94	N 29°12'24.17" O	114.462	PT#4+433.94	195,096 2760	8,805,567 5092
PT#4+433.94	PC#4+522.93	A = 28°50'34.92" 94°	22.137	PT#4+522.93	195,085 4571	8,805,586 8124
PC#4+522.93	PT#4+533.22	N 40°58'31.65" O	29.971	PT#4+533.22	195,028 8028	8,805,605 7832
PT#4+533.22	PC#4+573.53	A = 28°50'34.92" 94°	15.476	PT#4+573.53	195,041 2616	8,805,676 9088
PC#4+573.53	PT#4+573.53	N 58°02'41.86" O	20.506	PT#4+573.53	195,011 9670	8,805,697 4270

LONGITUD = 6,573,536m



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: ESTUDIO DE LA VÍA LA INDEPENDENCIA - JAIME ROLDÓS AGUILERA, CANTÓN ARAJUNO, PROVINCIA DE PASTAZA

CLASE: TIPO IV

CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES, VERTICALES Y DETALLES

ESCALAS: PROYECTO HORIZONTAL: 1:1000, VERTICAL: 1:100

TRAMO: DESDE: 6+000.00, HASTA: 6+573.53

LIBERACIÓN DEL PROYECTO: Km 34 VÍA PUJO - ARAJUNO, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA PASTAZA

TUTOR: ING. Mg. Víctor Hugo Paredes / UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

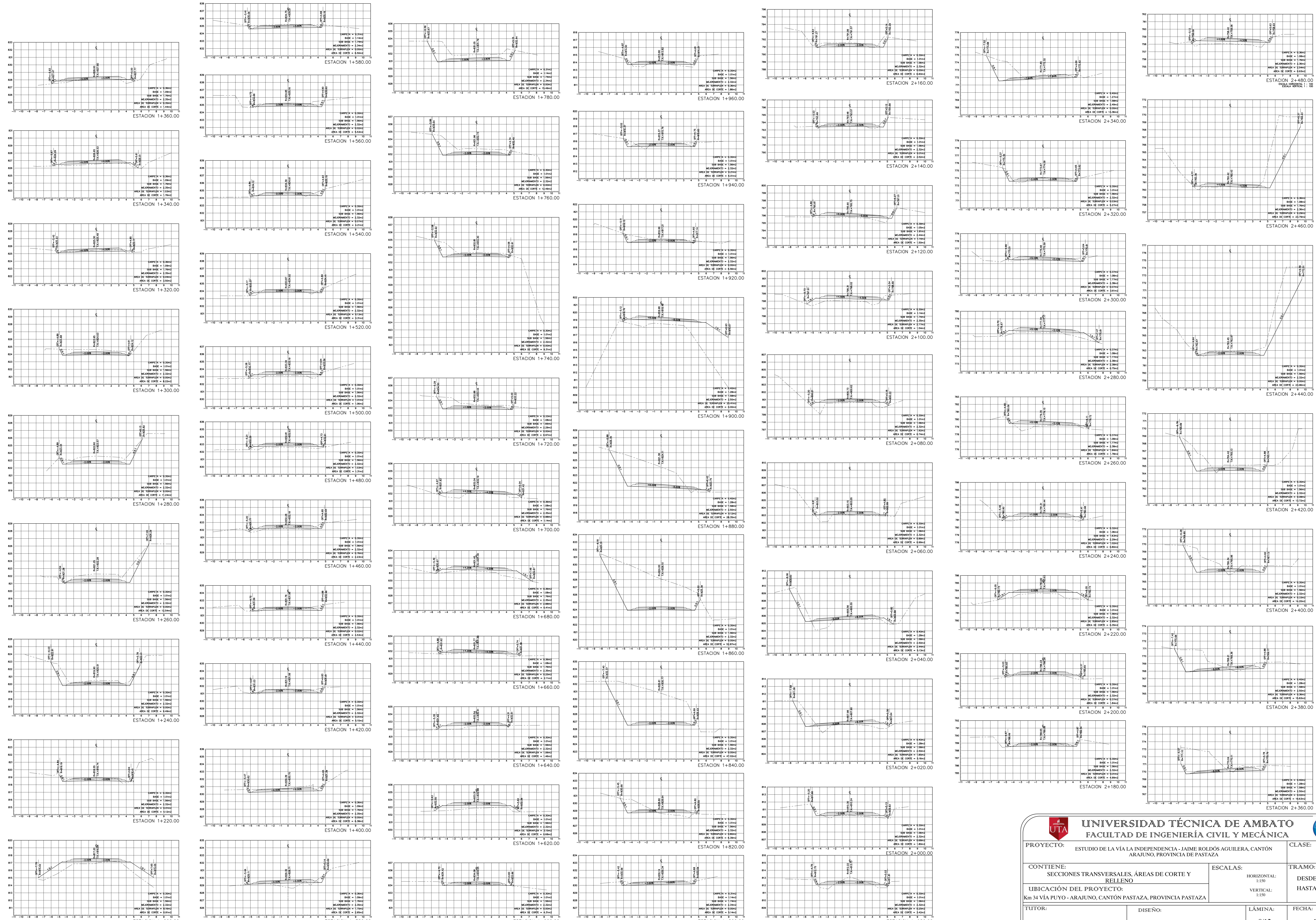
DISEÑO: EGO. FERNANDO LAICA

LÁMINA: 7/12

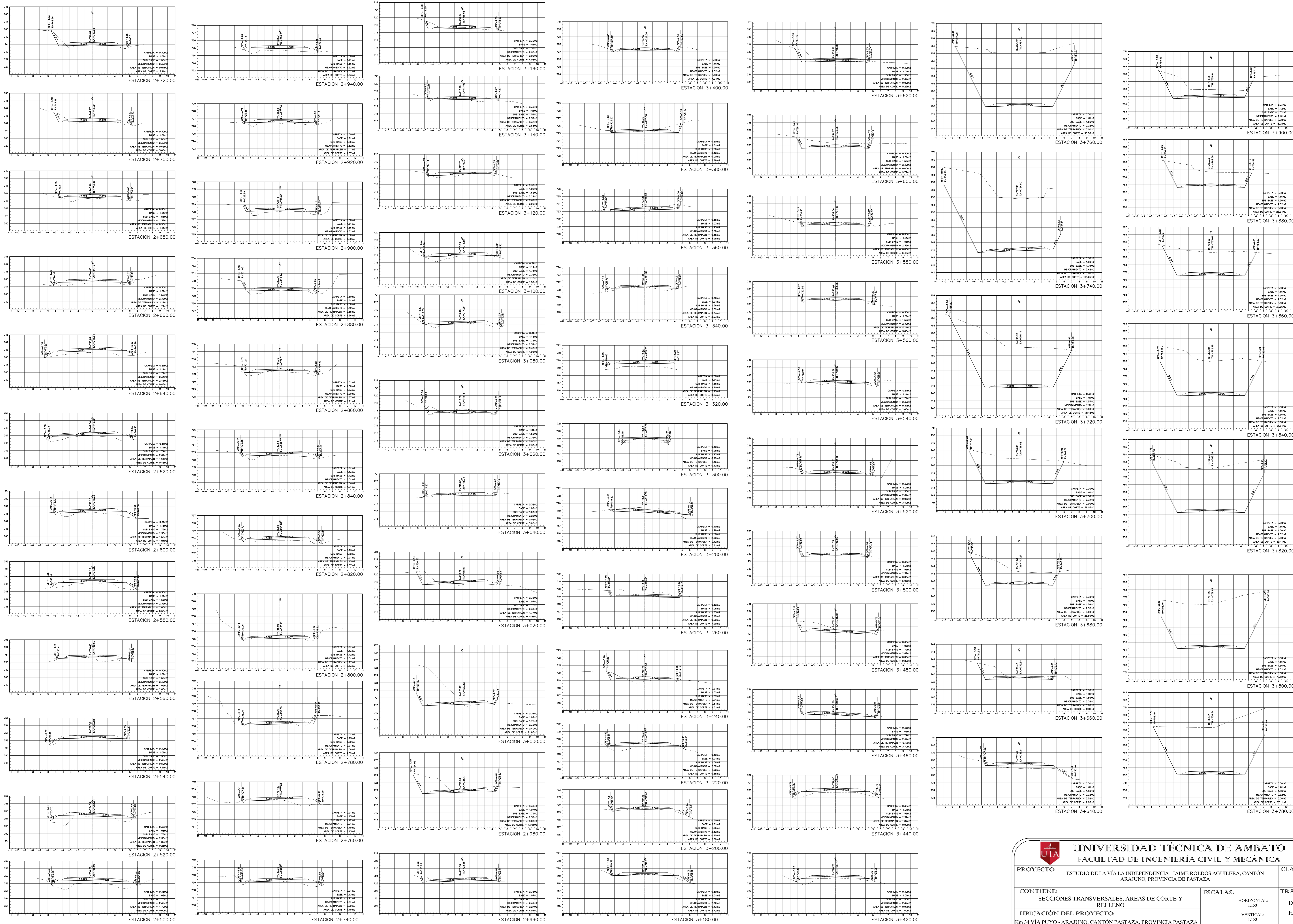
FECHA: 15/09/2016



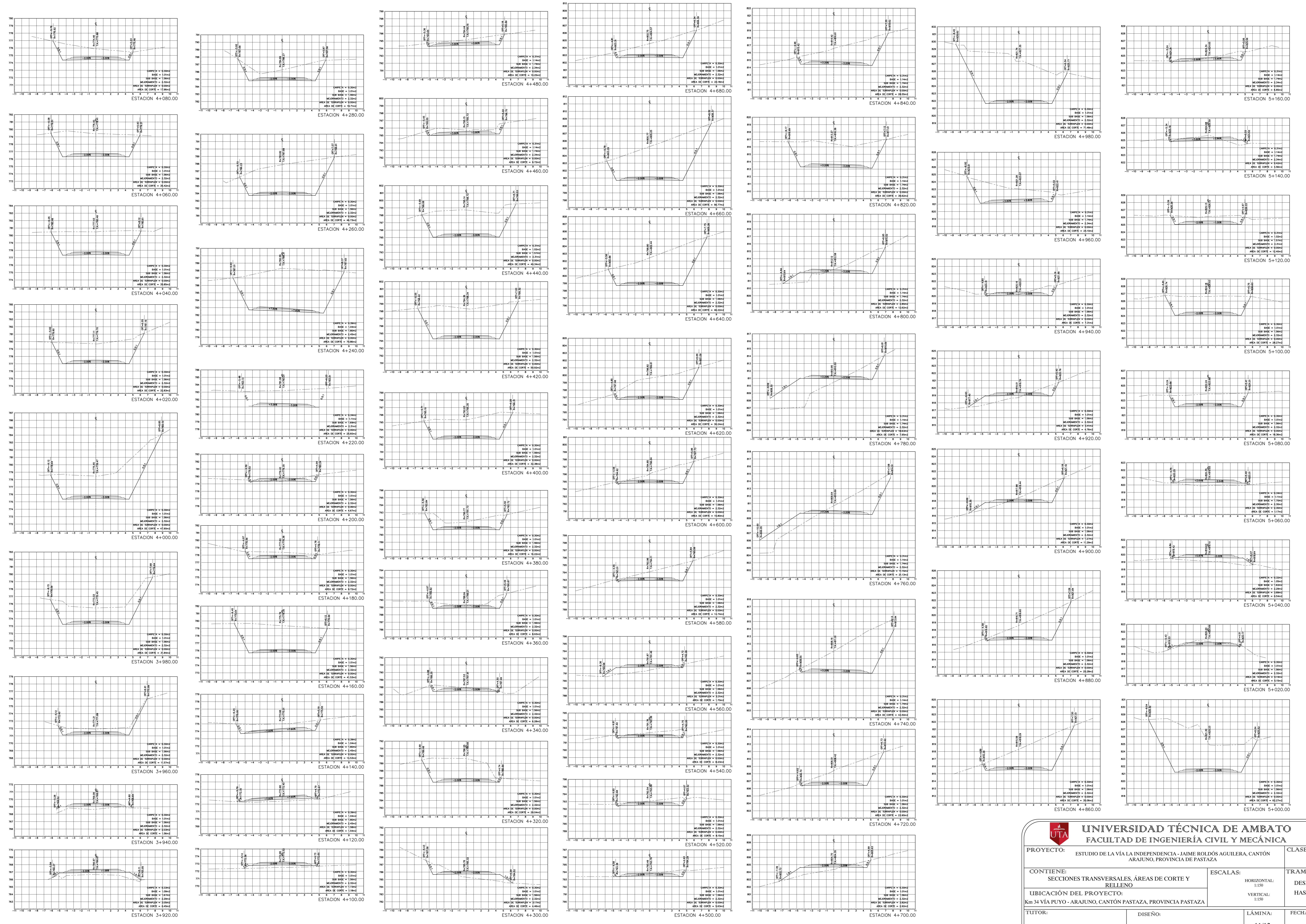
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: ESTUDIO DE LA VÍA LA INDEPENDENCIA - JAJME ROLDÓS AGUILERA, CANTÓN ARAJUNO, PROVINCIA DE PASTAZA		CLASE: TIPO IV		TRAMO: DESDE: 0+000.00 HASTA: 1+180.00
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES, ÁREAS DE CORTE Y RELLENO		ESCALAS: HORIZONTAL: 1:150 VERTICAL: 1:150		FECHA: 8/12 16/09/2016
LIBICACIÓN DEL PROYECTO: Km 34 VÍA PUYO - ARAJUNO, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA PASTAZA		TUTOR: ING. Mg. Víctor Hugo Parra UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FECHA: 8/12 16/09/2016
DISEÑO: EGO. FERNANDO LAICA		LÁMINA: 8/12		FECHA: 16/09/2016



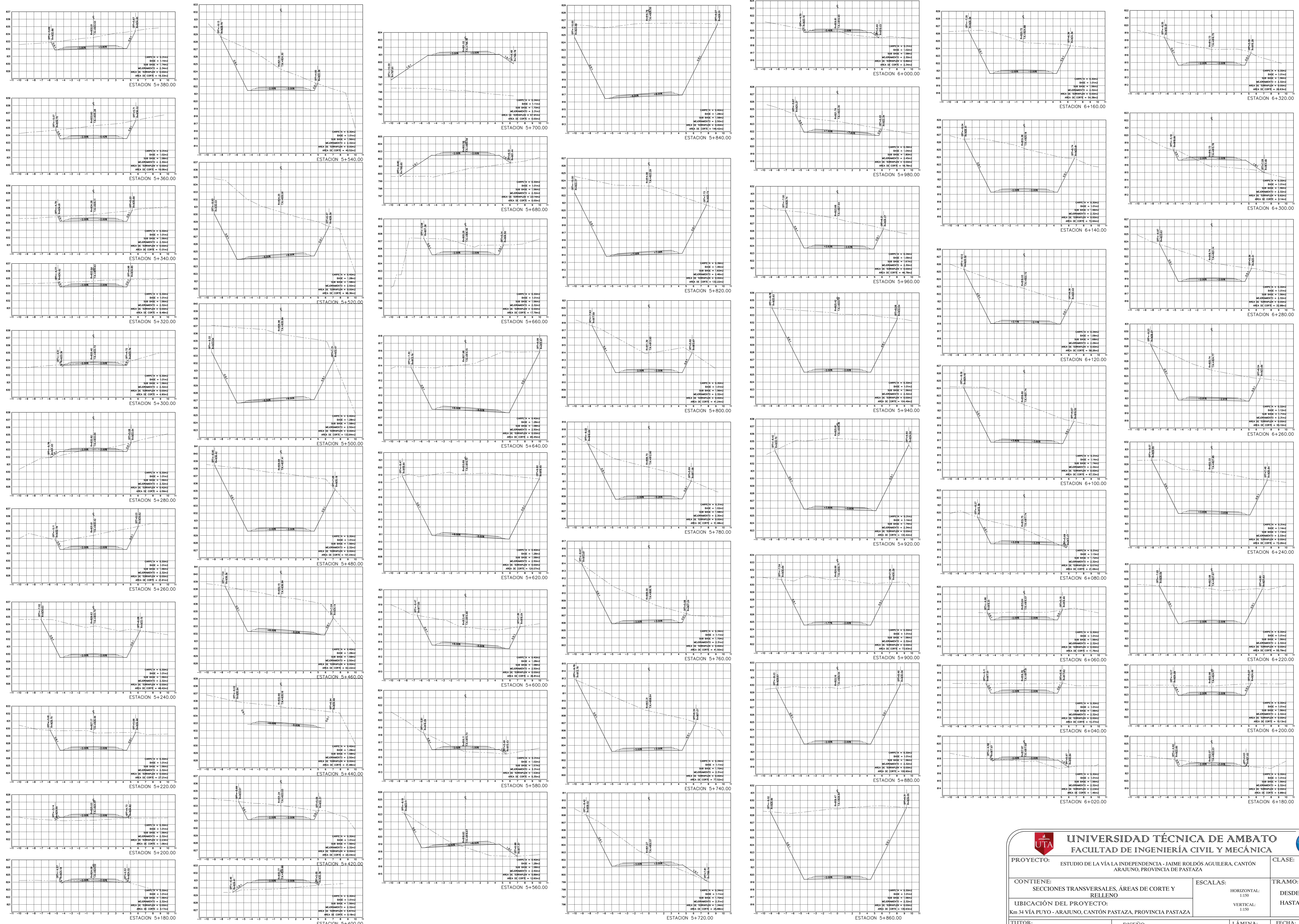
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: ESTUDIO DE LA VÍA LA INDEPENDENCIA - JAIMÉ ROLDÓS AGUILERA, CANTÓN ARAJUNO, PROVINCIA DE PASTAZA		CLASE: TIPO IV
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES, ÁREAS DE CORTE Y RELLENO		TRAMO: DESDE: 1+200.00 HASTA: 2+480.00
UBICACIÓN DEL PROYECTO: Km 34 VÍA PUYO - ARAJUNO, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA PASTAZA		ESCALAS: HORIZONTAL: 1:150 VERTICAL: 1:150
TUTOR: ING. Mg. Víctor Hugo Parra UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	DISEÑO: EGO. FERNANDO LAICA	LÁMINA: 9/12 FECHA: 16/09/2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: ESTUDIO DE LA VÍA LA INDEPENDENCIA - JAJME ROLDÓS AGUILERA, CANTÓN ARAJUNO, PROVINCIA DE PASTAZA		CLASE: TIPO IV
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES, ÁREAS DE CORTE Y RELLENO		TRAMO: DESDE: 2+500.00 HASTA: 3+900.00
UBICACIÓN DEL PROYECTO: Km 34 VÍA PUYO - ARAJUNO, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA PASTAZA		ESCALAS: HORIZONTAL: 1:150 VERTICAL: 1:150
TUTOR:	DISEÑO:	FECHA:
ING. Mg. Víctor Hugo Paredes UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	EGDO. FERNANDO LAICA	10/12 16/09/2016



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
PROYECTO: ESTUDIO DE LA VÍA LA INDEPENDENCIA - JAIME ROLDÓS AGUILERA, CANTÓN ARAJUNO, PROVINCIA DE PASTAZA		CLASE: TIPO IV		TRAMO: DESDE: 3+920.00 HASTA: 5+160.00	
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES, ÁREAS DE CORTE Y RELLENO		ESCALAS: HORIZONTAL: 1:150 VERTICAL: 1:150		FECHA: 11/12 2016	
LIBICACION DEL PROYECTO: Km 34 VIA PUYO - ARAJUNO, CANTON PASTAZA, PROVINCIA PASTAZA		TUTOR: ING. Mg. Victor Hugo Parache UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		DISEÑO: EGO. FERNANDO LAICA	



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: ESTUDIO DE LA VÍA LA INDEPENDENCIA - JAIME ROLDÓS AGUILERA, CANTÓN ARAJUNO, PROVINCIA DE PASTAZA		CLASE: TIPO IV
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES, ÁREAS DE CORTE Y RELLENO		TRAMO: DESDE: 5+180.00 HASTA: 6+320.00
LIBICACION DEL PROYECTO: Km 34 VÍA PUYO - ARAJUNO, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA PASTAZA		ESCALAS: HORIZONTAL: 1:150 VERTICAL: 1:150
TUTOR:	DISEÑO:	LÁMINA: FECHA:
ING. Mg. Víctor Hugo Parra	EGDO. FERNANDO LAICA	12/12 17/09/2016