



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de ingeniero Civil”

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DE PROYECTO:

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD, Y DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE CEBOLLAR BAJO A INTERCEPTAR LA VIA NAVAG – COLUMBE EN EL PUNTO (RAYOPUNGO - YATALOMA), PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”

AUTORES:

EDGAR VINICIO CARANQUI PINTAG
JORGE DANIEL MAYANZA YAUTIBUG

DIRECTOR:

ING. ÁNGEL PAREDES

RIOBAMBA – ECUADOR

2017

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD, Y DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE CEBOLLAR BAJO A INTERCEPTAR LA VIA NAVAG – COLUMBE EN EL PUNTO (RAYOPUNGO - YATALOMA), PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, presentado por: **EDGAR VINICIO CARANQUI PINTAG - JORGE DANIEL MAYANZA YAUTIBUG** y dirigida por: **Ing. Ángel Edmundo Paredes García**.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Ángel Paredes
DIRECTOR



Firma

Ing. Víctor Velásquez
PRESIDENTE



Firma

Ing. Oscar Paredes
MIEMBRO



Firma

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Ángel Paredes García, en calidad de tutor de tesis, cuyo tema es: “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD, Y DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE CEBOLLAR BAJO A INTERCEPTAR LA VIA NAVAG – COLUMBE EN EL PUNTO (RAYOPUNGO - YATALOMA), PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a los señores Edgar Vinicio Caranqui Pintag - Jorge Daniel Mayanza Yautibug, para que se presenten ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su tesis.



Atentamente.

Ing. Ángel Paredes García
TUTOR DE TESIS

TUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este proyecto de graduación: "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD, Y DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE CEBOLLAR BAJO A INTERCEPTAR LA VIA NAVAG – COLUMBE EN EL PUNTO (RAYOPUNGO - YATALOMA), PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO", corresponde exclusivamente a **EDGAR VINICIO CARANQUI PINTAG - JORGE DANIEL MAYANZA YAUTIBUG** ; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



EDGAR VINICIO CARANQUI PINTAG

C.I: 060376727-8



JORGE DANIEL MAYANZA YAUTIBUG

C.I: 060423763-6

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios todopoderoso por darme la vida y la fortaleza para cumplir con mi meta, además de brindarme la dicha de que mis padres puedan presenciar el esfuerzo que han logrado día a día.

A mi padre, gracias por estar siempre pendiente de mis necesidades, me enseñó que en la vida se fracasa solo cuando se deja de intentar, hay que trabajar para conseguirlas y ahora entiendo sus sabias palabras.

A mi madre, que le agradeceré eternamente el gran trabajo que realizó en mí, sabiéndome educar con principios y buenas costumbres. Su carácter, paciencia y moldear para ser un hombre de bien.

Expreso mi más sincero y profundo agradecimiento a la Noble Universidad Nacional de Chimborazo, y mediante ella a la Facultad de Ingeniería Civil, quien nos acogió para formarnos como profesionales íntegros y comprometidos con la sociedad ecuatoriana.

A todos los docentes que contribuyeron con la formación académica y humana, en especial a los Señores: Ingeniero M.Sc. Ángel Paredes, Director del proyecto, el Ingeniero M.Sc. Víctor Velásquez, Presidente del Tribunal, y al Ingeniero M.Sc Oscar Paredes, Miembro de tribunal.

A mis amigos y compañeros de clase, por las experiencias vividas y grandes anécdotas que recordare toda mi vida.

Jorge Daniel Mayanza Yautibug

DEDICATORIA

Dedico el presente Proyecto de graduación a Dios, quien fue guía durante toda mi vida universitaria y supo dotarme de sabiduría, paciencia y perseverancia para llegar a la culminación de este Trabajo.

A mi padre Luis Mayanza, siempre estuvo pendiente de mí durante todo este gran trayecto académico, supo ser un hombre íntegro y ejemplar.

A mi madre Mercedes Yautibug, que siempre fue y será mi compañía, mi mejor amiga, confidente, correcta y humilde a la vez.

A todos mis hermanos, a quienes los quiero con todo mi corazón, espero ser un ejemplo en su vida y a la vez deseo que sus metas vayan más allá que las mías.

*En la vida se fracasa solo cuando se deja de intentar.
El éxito de la vida no está en vencer siempre, sino en no
dejar de intentar.*

Jorge Daniel Mayanza Yautibug

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida, salud y sabiduría derramada sobre mi familia la cual ha sido un soporte fundamental en el logro de éste objetivo planteado.

A mis padres, hermanas, esposa e hija por sus consejos, perseverancia, y apoyo absoluto en las circunstancias más difíciles.

Un profundo agradecimiento a cada uno de los docentes de la "Escuela de Civil " quienes compartieron durante mi vida estudiantil sus sabias enseñanzas de la mejor manera, en especial gratitud al Ing. Ángel Paredes, docente, amigo y caballero que ha sido de guía y apoyo para el desarrollo de esta tesis.

A todos mis familiares y amigos que de una u otra manera han sido un pilar fundamental para que hoy el éxito alcanzado se manifieste en mi vida.

Edgar Vinicio Caranqui Pintag

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios el cual ha brindado la vida a las personas que hicieron posible mi crecimiento espiritual, personal y académico; MIS PADRES, ESPOSA E HIJA por el esfuerzo incansable, apoyo incondicional, consejos; hoy gracias a ustedes he podido alcanzar una meta después de un largo y arduo trayecto, esperando que en el futuro Dios siga bendiciéndome y permitiendo sobre todo compartir mis éxitos junto a mi familia.

Edgar Vinicio Caranqui Pintag

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1. MARCO REFERENCIAL.	2
1.1. PROBLEMATIZACIÓN.	2
1.1.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	2
1.1.2. ANÁLISIS CRÍTICO	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	3
1.3. OBJETIVOS.	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	4
1.4. JUSTIFICACIÓN.	5
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO.	6
2.1. DELIMITACIÓN Y PROGNOSIS.	6
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	6
2.2.1. CONCEPTO DE DISEÑO GEOMÉTRICO.	6
2.2.1.1. CARRETERAS EN TERRENO PLANO.	7
2.2.1.2. CARRETERAS EN TERRENO ONDULADO.	8
2.2.1.3. CARRETERAS EN TERRENO MONTAÑOSO.	8
2.2.1.4. CARRETERAS EN TERRENO ESCARPADO.	8
2.2.2. ESTUDIO DE TRÁFICO	8
2.2.3. DETERMINACIÓN DE LA CLASE DE VÍA	10
a) Clasificación por capacidad basada en el volumen del tráfico.	10
b) Clasificación funcional por importancia en la red vial.	11
2.2.4. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.	12
2.2.5. VELOCIDAD DE DISEÑO.	14
2.2.6. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.	15
2.2.7. CURVAS HORIZONTALES.	15
2.2.8. CURVAS CIRCULARES.	16
2.2.9. RADIO MÍNIMO DE CURVATURA.	17
2.2.10. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	18
2.2.11. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO	19
2.2.12. FACTOR MÁXIMO DE FRICCIÓN LATERAL Y TASA DE SOBREELEVACIÓN O PERALTE.	20
2.2.13. SOBRE ANCHOS EN CURVAS	21
2.2.14. ALINEAMIENTO VERTICAL.	22
2.2.15. PENDIENTE.	22
2.2.16. CURVAS VERTICALES.	23
2.2.17. UBICACIÓN DEL PROYECTO.	24
2.2.17.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.	24
2.2.17.2. IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO.	24
2.2.17.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PARROQUIA.	25
2.2.17.4. TURISMO Y GASTRONOMÍA	25
CAPÍTULO III	26
3. MARCO METODOLÓGICO.	26
3.1. TIPO DE ESTUDIO.	26
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.	26
3.2.1. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA.	26
3.2.1.1. POBLACIÓN.	26

3.2.1.2. DISEÑO DE LA MUESTRA. _____	27
3.4. PROCEDIMIENTOS. _____	27
3.4.1. SE ESTABLECE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL LOS SECTORES. _____	27
3.4.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. _____	28
3.4.3. SE DETERMINA LA COBERTURA ACTUAL DE LOS SECTORES _____	29
3.4.4. DISEÑO GEOMÉTRICO. _____	29
3.4.5. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO. _____	29
CAPÍTULO IV _____	30
4. RESULTADOS. _____	30
4.1. ESTUDIOS PRELIMINARES. _____	30
4.1.1.2. SERVICIOS PÚBLICOS _____	30
4.1.1.3. TRANSPORTE PÚBLICO. _____	30
4.1.2. POBLACIÓN. _____	30
4.1.2.1. INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA. _____	30
4.1.2.2. FUENTES DE INGRESOS FAMILIARES. _____	31
4.1.2.3. SOCIO ECONOMÍA _____	31
4.1.2.4. COMPOSICIÓN ÉTNICA. _____	32
4.1.2.4. EDUCACIÓN. _____	32
4.2. EVALUACIÓN SUPERFICIAL. _____	32
4.3. ESTUDIO DE TRÁFICO. _____	33
4.3.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE TRÁFICO. _____	33
4.3.1.1. GENERAL. _____	33
4.3.1.2. ESPECÍFICOS. _____	33
4.3.2. METODOLOGÍA. _____	34
4.3.3. INVESTIGACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO. _____	34
4.3.3.1. ESTACIÓN DE CONTEO VEHICULAR. _____	34
4.3.3.2. TIPOS DE VEHÍCULOS. _____	35
4.3.4. CONTEO DE TRÁFICO. _____	36
4.3.5. CÁLCULO DEL TPDA. _____	42
4.3.5.1. TRÁFICO FUTURO. _____	43
4.3.7. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA. _____	45
4.4. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS ACTUAL DE LA VÍA. _____	46
4.4.1. TOPOGRAFÍA DEL SECTOR _____	46
4.4.2. ALINEAMIENTO HORIZONTAL. _____	46
4.4.2.1. ANCHO DE VÍA. _____	46
4.4.2.2. EVALUACIÓN DE CURVAS HORIZONTALES Y RADIOS DE CURVATURA. _____	47
4.4.2.3. EVALUACIÓN DEL ALINEAMIENTO VERTICAL _____	48
4.4.2.4. EVALUACIÓN DE BOMBEO, PERALTE Y SOBRE-ANCHOS. _____	49
4.4.3. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA GENERAL. _____	49
CAPÍTULO V _____	51
5. DISCUSIÓN. _____	51
CAPÍTULO VI _____	53
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. _____	53
6.1. CONCLUSIONES. _____	53
6.2. RECOMENDACIONES. _____	54
CAPÍTULO VII _____	55
7.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA. _____	55
7.2. INTRODUCCIÓN. _____	55
7.3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA. _____	56
7.4. OBJETIVOS. _____	56

7.4.1. OBJETIVO GENERAL.	56
7.4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.	56
7.5. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA – TÉCNICA.	57
7.5.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.	57
7.5.2. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS PLANIALTIMÉTRICAS DE DISEÑO.	58
7.5.3. CRITERIO DE DISEÑO.	59
7.5.4. NORMAS DE DISEÑO.	59
7.5.5. CÁLCULO DEL TPDA DEL PROYECTO	60
7.5.6. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA.	61
7.5.8. VELOCIDAD DE DISEÑO.	61
7.5.9. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.	61
7.5.10. RELACIÓN ENTRE LA VELOCIDAD DE DISEÑO CON LA VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.	62
7.5.11. SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO.	63
7.6. DISEÑO DE LA PROPUESTA.	64
7.6.1. DISEÑO HORIZONTAL.	64
7.6.1.1. CURVAS CIRCULARES.	64
7.6.1.2. RADIO MÍNIMO DE CURVATURA.	65
7.6.1.3. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	66
7.6.1.4. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO	67
7.6.1.5. FACTOR MÁXIMO DE FRICCIÓN LATERAL Y TASA DE SOBREELEVACIÓN O PERALTE.	68
7.6.1.6. SOBRE ANCHOS EN CURVAS	68
7.6.2. DISEÑO VERTICAL	69
7.6.2.1. PENDIENTES MÁXIMAS.	69
7.6.2.2. PENDIENTES MÍNIMAS.	70
7.6.2.3. CURVAS VERTICALES.	70
7.6.3. ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	72
7.6.3.1. OBJETIVO.	72
7.6.3.2. ANÁLISIS PARA LA SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO	72
7.6.3.3. ALCANCE DEL ESTUDIO DE TRÁFICO.	73
7.6.3.4. REQUISITOS GENERALES.	73
7.6.3.5. PROYECTO DE SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO.	73
7.6.3.5.1. SEÑALIZACIÓN TEMPORAL.	74
7.6.3.5.2. SEÑALIZACIÓN PERMANENTE.	75
7.6.4. ESTUDIO HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO DE ESTRUCTURAS DE ARTE MENOR.	86
7.6.4.1. INTRODUCCIÓN:	86
7.6.4.2. OBJETIVOS:	86
7.6.4.4. GENERALIDADES.	87
7.6.4.5. METODOLOGÍA.	88
7.6.4.6. DATOS GENERALES DE LAS ESTACIONES.	88
7.6.4.6.1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA PARA EL PROYECTO.	91
7.6.4.6.2. PLUVIOMETRÍA Y PRECIPITACIÓN.	91
7.6.4.6.3. CLIMA.	92
7.6.4.6.4. VIENTOS.	92
7.6.4.6.5. HUMEDAD ATMOSFÉRICA.	92
7.6.4.7. CARTOGRAFÍA.	94
7.6.4.8. DELIMITACIÓN DE LA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA CHAMBO.	95
7.6.4.8.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA SUBCUENCA.	95
7.6.4.9.1. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.	96
7.6.4.9.2. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE UNIDAD HIDROLÓGICA.	97
7.6.4.9.3. NÚMERO DE ORDEN DE LA SUBCUENCA.	97
7.6.4.10. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS.	98
7.6.4.10.1. FORMA DE LA CUENCA	98
7.6.4.10.2. Factor de forma de Horton (Kf).	98
7.6.4.10.3. Índice de compacidad o de Gravelius (kc).	99
7.6.4.10.4. PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL.	100

7.6.4.10.5. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.	100
7.6.4.10.6. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL.	101
7.6.4.10.8. TIPOS DE DRENAJE	109
7.6.4.10.9. DISEÑO DE ALCANTARILLAS	109
7.6.4.10.10. DISEÑO DE CUNETAS LATERALES.	112
7.6.5. ESTUDIO DE SUELOS	118
7.6.5.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO DE SUELOS.	118
7.6.5.2. ALCANCE	118
7.6.5.3. TRABAJOS DE CAMPO.	118
7.6.5.4. ENSAYOS DE LABORATORIO.	119
7.6.5.4.1. GRANULOMETRÍA.	119
7.6.5.4.2. LÍMITES DE ATTERBERG.	123
7.6.5.4.3. ENSAYO PROCTOR ESTÁNDAR.	125
7.6.5.4.4. ENSAYO CBR.	128
7.6.5.5. RESULTADOS.	131
7.6.5.5.1. MATERIALES ENCONTRADOS.	131
7.6.5.5.2. PROPIEDADES OBTENIDAS.	131
7.6.5.5.3. ADOPCIÓN DEL CBR DE DISEÑO	132
7.6.6.1. Adopción del C.B.R. de diseño.	134
7.6.6.2. Método AASHTO para el diseño de pavimentos.	134
7.6.6.2.1. Desarrollo paso a paso para determinar el número estructural del pavimento.	135
7.6.6.2.2. Determinación del valor de carga equivalente.	135
7.6.6.3.3. Determinación del valor de eje equivalente (W18).	137
7.6.6.3.4. Cálculo del módulo de resiliencia.	138
7.6.6.3.5. Determinación del nivel de confiabilidad (ZR)	141
7.6.6.3.6. Determinación de la desviación estándar total.	142
7.6.6.3.8. Determinación de la capacidad del drenaje para remover la humedad.	143
7.6.6.3.9. Resumen de datos.	143
7.6.6.3.10. Determinación del número estructural	144
7.5.7. PRESUPUESTO REFERENCIAL	148
7.5.7.1. PRESUPUESTO REFERENCIAL	148
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES Y ESPECÍFICAS.	148
7.5.7.1.1. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	152
7.5.7.1.2. VOLÚMENES DE OBRA	174
5.11. ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL.	177
CAPÍTULO VIII	178
CONCLUSIONES	178
CAPÍTULO VIII	182
BIBLIOGRAFÍA	182
<i>Cardenas J, 2013. Diseño Geométrico de Carreteras</i>	183
CAPÍTULO IX	184
ANEXOS	184
1. ANEXO 1: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE CEBOLLAR BAJO A INTERCEPTAR LA VÍA NAVAG – COLUMBE EN EL PUNTO (RAYOPUNGO - YATALOMA).	184
2. ANEXO 2: ENSAYOS DE SUELOS REALIZADOS EN CEDICONS.	185
3. ANEXO 3: MODELO, ENCUESTA ORIGEN Y DESTINO	186
4. ANEXO 4: PLANOS DEFINITIVOS DEL DISEÑO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE CEBOLLAR BAJO A INTERCEPTAR LA VÍA NAVAG – COLUMBE EN EL PUNTO (RAYOPUNGO - YATALOMA).	187

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.	10
Tabla 2. Relación entre la velocidad de circulación y velocidad de diseño.	15
Tabla 3. Radios mínimos y grados máximos de Curva Horizontal para distintas Velocidades de Diseño.....	18
Tabla 4. Pendientes máximas.....	22
Tabla 5. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa.....	23
Tabla 6. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava	23
Tabla 7. Coordenadas de la comunidad Cebollar Bajo.....	24
Tabla 8. Población futura en 20 años	27
Tabla 9. Población de la Comunidad Cebollar Alto y Bajo.....	30
Tabla 10. . Población Económicamente Activa sexo por Parroquias - Colta.....	31
Tabla 11. Educación - Cantón Colta	32
Tabla 12. Ubicación de estación de conteo vehicular.	34
Tabla 13. Tráfico diario semanal.....	40
Tabla 14. Tráfico existente.....	41
Tabla 15. Total encuestas origen y destino.....	41
Tabla 16. Tráfico Desviado.....	41
Tabla 17. Total encuestas domiciliarias	42
Tabla 18. Tráfico inducido.....	42
Tabla 19. TPDA actual.	42
Tabla 20. Tasas de crecimiento anual de tráfico vehicular	43
Tabla 21. Cálculo del TPDA futuro	44
Tabla 22. Clasificación funcional de las vías en Base al TPDA.....	45
Tabla 23. Sección de la vía existente.	47
Tabla 24. Radios mínimos críticos de curvatura presentados en la vía actual.....	48
Tabla 25. Pendiente mínimos y máximos actuales	48
Tabla 26. Tasas de crecimiento anual de tráfico vehicular.....	60
Tabla 27. Clasificación funcional de las vías en Base al TPDA.....	61
Tabla 28. Relación entre la Velocidad de Circulación y Velocidad de Diseño.	62
Tabla 29. Radios mínimos y grados máximos de Curva Horizontal para distintas Velocidades de Diseño.....	66
Tabla 30. Pendientes máximas.....	70
Tabla 31. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa.....	71
Tabla 32. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava	71
Tabla 33. Coordenadas de la vía a diseñarse.	87
Tabla 34. Tipo de estación.	88
Tabla 35. Código de la Provincia	89
Tabla 36. Código de la Cuenca.....	89
Tabla 37. Valores Pluviométricos Mensuales Estación Riobamba La Politécnica.	91
Tabla 38. Información básica de la subcuenca.....	97
Tabla 39. Clasificación de las cuencas por su área.....	97
Tabla 40. Clasificación de las corrientes de agua.	97
Tabla 41. Clases de valores de forma de Horton (Kf).	99
Tabla 42. Formas de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad (Kc).	99
Tabla 43. Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente.....	100
Tabla 44. Valores para calcular el coeficiente de escorrentía "c"	102
Tabla 45. Período de retornos en años.....	106
Tabla 46. Período de retornos en años.....	106
Tabla 47. Valores de alcantarilla tipo.....	109
Tabla 48. Cálculo de alcantarillas para la vía.....	111
Tabla 49. Propuesta del cálculo de alcantarillas de la vía.	112
Tabla 50. Coeficientes de escorrentía.	113
Tabla 51. Capacidad de la cuneta lateral propuesta.	117

<i>Tabla 52. Ensayos de suelos realizados en el laboratorio</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 53. CBR, Clasificación general usos.</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 54. Propiedades obtenidas Vía Cebollar bajo-Yataloma</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 55. Cálculo de frecuencias para el CBR de la vía Cebollar bajo-Yataloma</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 56. Resumen del conteo de tráfico semanal de la Estación 1</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 57. Tabla de la Carga equivalente de 8180 kg, ejes simples.</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 58. Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, Pt = 2.5.</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 59. Factor de distribución por dirección.</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 60. Factor de dirección por carril.</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 61. Nivel de confiabilidad en función del tipo de vía.</i>	<i>142</i>
<i>Tabla 62. Factor de drenaje.</i>	<i>143</i>
<i>Tabla 63. Cuadro de resumen de datos para el cálculo de espesores de pavimento de la vía Cebollar bajo - Yataloma</i>	<i>145</i>

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Clasificación de la vía según el desempeño.</i>	12
<i>Ilustración 2. Velocidad de diseño de acuerdo a la clasificación de la vía según el desempeño.</i>	14
<i>Ilustración 3. Elementos de la curva circular simple.</i>	16
<i>Ilustración 4. Distancia de parada.</i>	18
<i>Ilustración 5. Distancia de visibilidad de parada y de decisión.</i>	19
<i>Ilustración 6. Etapas de la maniobra para adelantamiento en carreteras de dos carriles.</i>	20
<i>Ilustración 7. Distancias mínimas de Diseño para Carreteras Rurales de dos carriles, en metros.</i>	20
<i>Ilustración 8. Tasas de sobreelevación</i>	21
<i>Ilustración 9. Sobre ancho de la calzada en curvas circulares.</i>	21
<i>Ilustración 10. Mapa de ubicación del sector de proyecto</i>	24
<i>Ilustración 11. Referencia de vía existente.</i>	28
<i>Ilustración 12. Estaciones de conteo vehicular.</i>	35
<i>Ilustración 13. Categoría de los vehículos.</i>	36
<i>Ilustración 14. Alineamiento horizontal.</i>	46
<i>Ilustración 15. Carretera con radios de curva menor que la mínima</i>	47
<i>Ilustración 16. Vía actual carece de bombeo, peralte y sobre-ancho</i>	49
<i>Ilustración 17. Detalle de la vía actual.</i>	50
<i>Ilustración 18. Sección típica del proyecto.</i>	63
<i>Ilustración 19. Elementos de la curva circular simple.</i>	64
<i>Ilustración 20. Distancia de parada.</i>	66
<i>Ilustración 21. Distancia de visibilidad de parada en pendientes de bajada y subida</i>	67
<i>Ilustración 22. Etapas de la maniobra para adelantamiento en carreteras de dos carriles.</i>	67
<i>Ilustración 23. Distancias mínimas de Diseño para Carreteras Rurales de dos carriles, en metros.</i>	67
<i>Ilustración 24. Tasas de sobreelevación</i>	68
<i>Ilustración 25. Sobre ancho de la calzada en curvas circulares.</i>	69
<i>Ilustración 26. Línea segmentada de separación de circulación opuesta</i>	76
<i>Ilustración 27. Doble línea continua.</i>	77
<i>Ilustración 28. Línea mixta.</i>	77
<i>Ilustración 29. Tachas reflectivas.</i>	78
<i>Ilustración 30. Señalización vertical: Pare.</i>	79
<i>Ilustración 31. Señal vertical, límite máximo de velocidad.</i>	80
<i>Ilustración 32. Curva peligrosa a la derecha y curva peligrosa a la izquierda.</i>	80
<i>Ilustración 33. Curva pronunciada a la derecha y curva pronunciada a la izquierda.</i>	81
<i>Ilustración 34. Curva y contra curva peligrosas (derecha-izquierda); y, curva y contra curva peligrosa (izquierda-derecha).</i>	81
<i>Ilustración 35. Curva y contra curva pronunciadas (derecha-izquierda); y, curva y contra curva pronunciadas (izquierda-derecha).</i>	82
<i>Ilustración 36. Señales informativas.</i>	82
<i>Ilustración 37. Señales verticales de trabajos en la vía.</i>	83
<i>Ilustración 38. Altura y localización lateral de las señales.</i>	83
<i>Ilustración 39. Mapa de estaciones Meteorológicas del sector.</i>	90
<i>Ilustración 40. Variación precipitación, anomalía temperatura.</i>	92
<i>Ilustración 41. Mapa de Isotermas anual 2011.</i>	93
<i>Ilustración 42. Mapa de Isoyetas anual 2011.</i>	93
<i>Ilustración 43. Carta topográfica (IGM), mapa de localización del proyecto.</i>	94
<i>Ilustración 44. Subcuenca Chambo.</i>	96
<i>Ilustración 45. Influencia de la forma.</i>	98
<i>Ilustración 45. Zonificación de intensidades de precipitación.</i>	104
<i>Ilustración 47. Curva – intensidad – duración – frecuencia (IDF). Estación M1067- Riobamba Politécnica.</i>	105
<i>Ilustración 48. Delimitación del área de aportación.</i>	107
<i>Ilustración 49. Sección típica de alcantarilla.</i>	110
<i>Ilustración 51. Carta de plasticidad (S.U.C.S), casa grande.</i>	121
<i>Ilustración 52. Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S) ASTM D 2487.</i>	122
<i>Ilustración 53. Adopción del CBR de diseño para la vía Cebollar bajo-Yataloma</i>	133
<i>Ilustración 54. Variación en el coeficiente estructural de subbase</i>	139
<i>Ilustración 55. Variación en el coeficiente estructural de la base.</i>	140

<i>Ilustración 56. Variación en el coeficiente estructural de la base.</i>	<i>141</i>
<i>Ilustración 57. Número estructural AASHTO 93 para la Vía Cebollar bajo - Yataloma.....</i>	<i>144</i>
<i>Ilustración 57. Organigrama Estructural: Universidad Nacional de Chimborazo – Proyecto de Investigación.</i>	<i>177</i>

RESUMEN

El siguiente proyecto tiene como finalidad de estudio de factibilidad, y diseño definitivo de la vía que conduce desde Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto (Rayopungo - Yataloma), perteneciente a la Parroquia Sicalpa, Cantón Colta, Provincia de Chimborazo.

Los caminos rurales son elementos esenciales para el desarrollo social y económico de las comunidades, los cuales proporcionan una mejor calidad de vida de los beneficiarios, reactivando la zona de influencia social y económica.

El estudio de factibilidad es un instrumento muy importante actualmente para la implementación de proyectos de cualquier naturaleza, para evitarnos inversiones innecesarias en el caso de que un proyecto no sea factible, simplemente no se lo pone en ejecución y si el estudio es factible el proyecto se ejecuta.

La evaluación de una vía permite conocer el alineamiento vertical y horizontal existente, e incluirá todos los aspectos necesarios para determinar la plataforma de la subrasante del camino de acuerdo a la sección transversal típica de conforme a los peraltes, anchos y sobreeanchos, para lo cual se requerirá de topografía clara y concisa.

Para el proyecto de estudio de factibilidad, y diseño definitivo de la vía que conduce desde Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto (Rayopungo - Yataloma), perteneciente a la Parroquia Sicalpa, Cantón Colta, Provincia de Chimborazo, se consideró las siguientes etapas: descripción de la vía existente, estudio del tráfico T.P.D.A, diseño geométrico, obras complementarias, proyección de los estudios definitivos y análisis económico de la vía.

Los mismos que se analizaron de acuerdo a los requerimientos M.T.O.P y técnicas de Diseño de Carreteras vigentes en el País.

ABSTRACT

The following project has the purpose of studying the feasibility and definitive design of the route leading from Cebollar Bajo to intercept the Navag - Columbe route at (Rayopungo - Yataloma) point, belonging to the Sicalpa Parish, Colta Canton, Province of Chimborazo .

The rural roads are essential elements for the social and economic development of the communities, which provide a better quality of life for the beneficiaries, reactivating the area of social and economic influence.

The feasibility study is a very important instrument currently for the implementation of projects of any nature, to avoid unnecessary investments in the case that a project is not feasible, simply it is not implemented and if the study is feasible the project is Execute.

The evaluation of one way allows to know the existing vertical and horizontal alignment, and will include all the necessary aspects to determine the platform of the road subgrade according to the typical cross section according to the superhighways, wide and extremely wide, for which clear and concise topography will be required.

For the feasibility study project, and final design of the route leading from Cebollar Bajo to the Navag - Columbe route at the point (Rayopungo - Yataloma), belonging to the Sicalpa Parish, Colón Canton, Province of Chimborazo, was considered The following stages: description of the existing road, study of the traffic TPDA, geometric design, complementary works, projection of the definitive studies and economic analysis of the road.

The same ones that were analyzed according to the M.T.O.P requirements and Road Design techniques in force in the Country.


Reviewed by: Marcela González R.
ENGLISH PROFESSOR



INTRODUCCIÓN

Las vías de comunicación terrestres son construidas fundamentalmente para la circulación de los peatones y vehículos convirtiéndose en un medio físico importante para la comunicación entre comunidades, provincias, ciudades y países. Una carretera es un sistema que logra integrar beneficios, conveniencia, satisfacción y seguridad a sus usuarios, que conserva, aumenta y mejora los recursos naturales de tierra y colabora con el logro de los objetivos del desarrollo regional, industrial, comercial, residencial, recreacional y de salud pública.

En estas comunidades las personas viven de la agricultura y la ganadería razón por la cual se ve la necesidad de construir estas obras civiles viales de manera eficaz y funcional para que no afecte a los productos que cosechan, consumen y venden su respectivo precio además de mejorar el nivel de vida de los pobladores.

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

En el proyecto de investigación realizaremos un estudio de evaluación donde se analizará los factores más importantes, que serán: secciones transversales, sistema de drenaje y trazado geométrico. Con este proyecto de graduación se pretende planificar el proyecto de la vía que conduce desde Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma, de acuerdo a los parámetros de diseño de la “Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP”.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL.

1.1. PROBLEMATIZACIÓN.

1.1.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

De acuerdo a los problemas que se desean resolver es necesario identificar y analizar todas las posibles opciones para el mejoramiento de la vía.

Actualmente en la vía que conduce desde Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma, perteneciente a la Parroquia Sicalpa, Cantón Colta, Provincia de Chimborazo se identificó lo siguiente:

- La vía no posee una estructura de pavimento adecuado (es de tierra).
- Existen tramos con diferentes secciones transversales.
- No cumple con radios mínimos.
- Ausencia de cunetas.
- Pendientes elevadas.
- No existe un sistema de drenaje, tanto longitudinal como transversal.

Dichos problemas tienen consecuencias como:

- Incumplimiento de la normativa con los radios mínimos de curvaturas y las pendientes longitudinales.
- Ausencia de estética y armonía en toda la vía.
- Deterioro de la obra básica de la vía.
- Acumulación de agua por la falta del sistema de drenaje.
- Desmoronamiento del talud.
- Presencia de aluviones.

Ante estas limitaciones, las comunidades han visto la necesidad de realizar la evaluación de la vía para mejorar estas condiciones.

1.1.2. ANÁLISIS CRÍTICO

La construcción de vías tiene gran importancia porque facilitan el traslado de los habitantes de las comunidades cercanas y en este caso al ser agricultores proporcionan el traslado de sus productos a diferentes lugares, de esta manera se garantiza el progreso socioeconómico del sector.

Esta vía beneficia a las comunidades antes mencionadas, dichas poblaciones se dedican a la agricultura y ganadería lo cual poseen dificultad al momento de transportar sus productos debido a la inexistencia de una infraestructura vial cómoda, es por ese motivo la necesidad de contar con una vía en buen estado para poder transportar sus productos.

También es importante resaltar que la vía actual presenta daños principalmente en la estructura de la capa de rodadura e inexistencia de un sistema de drenaje tanto longitudinal como transversal.

Los elementos que constituyen la vía son el producto de diferentes estudios tales como topográficos, geológicos y de suelos mediante el cual recopilamos información para nuestro diseño.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Qué se pretende obtener con el estudio de factibilidad, diseño definitivo de la vía que conduce desde cebollar bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto (Rayopungo - Yataloma), perteneciente a la parroquia Sicalpa, Cantón Colta, provincia de Chimborazo?

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

- Realizar el estudio de factibilidad, diseño definitivo de la vía que conduce desde Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto (Rayopungo – Yataloma), perteneciente a la Parroquia Sicalpa, Cantón Colta, Provincia de Chimborazo.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar el levantamiento topográfico y representar a escala en los planos la superficie actual del terreno.
- Valorar el Tráfico promedio diario anual (TPDA) de la zona de estudio tomando en cuenta su proyección a futuro.
- Generar el dibujo de los planos viales con su respectivo diseño geométrico aplicando las normas técnicas y específicas establecidas por la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP.
- Diseñar el drenaje que permita captar, conducir y evacuar el agua que se encuentra en la vía tanto superficial como subterránea.
- Calcular los volúmenes de obra para generar el presupuesto referencial con sus respectivos análisis de precios unitarios.

1.4. JUSTIFICACIÓN.

La vía CEBOLLAR BAJO – YANTALOMA, es una vía de acceso a diferentes comunidades del cantón Colta, y por ser una zona netamente agrícola ganadera contribuirá al desarrollo de estas actividades.

Debido al incremento de la población es necesario realizar esta investigación para analizar la factibilidad de una alternativa vial y poder generar un diseño geométrico aplicando las normativas vigentes y así resolver los problemas como la falta de una estructura de pavimento en la vía y mejorar el nivel socio económico de las comunidades Cebollar bajo y Cebollar Alto de la Parroquia Sicalpa perteneciente al Cantón Colta, Provincia de Chimborazo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. DELIMITACIÓN Y PROGNOSIS.

Inicia en la Comunidad Cebollar bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto (Rayopungo - Yataloma), pertenecientes a la Parroquia Sicalpa en el Cantón Colta, Provincia de Chimborazo.

Los datos para el estudio técnico de la vía existente se recopilaron del GAD Municipal del Cantón Colta, así también de las comunidades beneficiarias, para de esta manera realizar el estudio de una forma técnica.

La investigación está enfocada a las comunidades Cebollar Bajo y Cebollar Alto pertenecientes al Cantón Colta, Provincia de Chimborazo. En estas comunidades las personas viven de la agricultura y la ganadería razón por la cual se ve la necesidad de construir estas obras civiles viales de manera eficaz y funcional para que no afecte a los productos que cosechan, transportan y venden.

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.2.1. CONCEPTO DE DISEÑO GEOMÉTRICO.

El diseño geométrico de carreteras se basa en una secuencia de simplificaciones. Partimos de la superficie de la carretera que queremos diseñar. Es una superficie muy compleja, que se desarrolla en tres dimensiones. Lo primero que detectamos es que es mucho más largo que ancho, y que si hacemos cortes transversales las secciones son iguales o al menos parecidas. Así que la primera simplificación estriba en que separamos el estudio de la carretera entre el estudio de la sección transversal, que consideramos constante y el eje de la carretera, que es una curva especial. Decimos que la sección es constante, pero a grandes rangos, ya que no es realmente constante, puesto que, por una parte, podemos tener carriles adicionales por otra, los carriles en curvas de radios pequeños necesitan sobrecanchos, y cuando estamos en curva la pendiente transversales de la calzada cambian para formar los peraltes. (Neira L, 2011, pág. 13)

Los factores externos están relacionados, entre otros aspectos con la topografía del terreno natural, la conformación geológica y geotécnica del mismo, el volumen y características del tránsito actual y futuro, los valores ambientales climatología e hidrología de la zona, los planes de ordenamiento territorial y uso del suelo existentes y previstos, los parámetros socio – económicos del área. (Cardenas, 2013, pág. 2)

Los factores internos de diseño contemplan las realidades para definir los parámetros de diseño y los aspectos operacionales de la geometría, especialmente los vinculados con la seguridad exigible y los relacionados con la estética y armonía. (Cardenas, 2013, pág. 2)

El diseño geométrico es el núcleo de un proyecto de carreteras; en el cual es importante destacar la seguridad: esto indica que el diseño geométrico óptimo en relación a la seguridad debe ser sencillo, simple, fácil de entender para el usuario, con una suficiente visibilidad y señalización, a la vez es necesario que la vía presente una adecuada comodidad mediante diseños uniformes ya que esto disminuye los cambios de velocidad, otro aspecto imprescindible a considerar es el entorno es decir se debe procurar minimizar al máximo el impacto ambiental que genera la construcción de una carretera, cabe indicar que se debe buscar una armonía de la vía con el entorno, evitando así distracciones al conductor. (Cardenas, 2013, pág. 6)

Para el diseño geométrico se consideran básicamente aspectos como son:

- Tráfico
- Alineamiento horizontal
- Alineamiento vertical
- Derecho de vía
- Secciones transversales

2.2.1.1. CARRETERAS EN TERRENO PLANO.

De ordinario tiene pendientes transversales a la vía menores del 5%. Exige mínimo movimientos de tierras en la construcción de carreteras y no presenta dificultad en el trazado ni en su explanación, por lo que las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores del 3%. (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 49)

2.2.1.2. CARRETERAS EN TERRENO ONDULADO.

Se caracteriza por tener pendientes transversales a la vía de 6% al 12% requiere moderado movimiento de tierras. Lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y en la explanación, así como pendientes longitudinales típicas de 3% al 6%. (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 49)

2.2.1.3. CARRETERAS EN TERRENO MONTAÑOSO.

Las pendientes transversales a la vía suelen ser del 13 al 40 %. La construcción de carreteras en este terreno supone grandes movimientos de tierras, y/o construcción de puentes y estructuras para salvar lo montañoso del terreno por lo que presenta dificultades en el trazado y en la explanación. Pendientes de las vías del 6% al 8% son comunes. (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 49)

2.2.1.4. CARRETERAS EN TERRENO ESCARPADO.

Aquí las pendientes del terreno transversal a la vía pasan con frecuencia del 40%. Para construir carreteras se necesita máximo movimiento de tierras y existen muchas dificultades para el trazado y la explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas, en el recorrido de la vía. Por tanto, abundan las pendientes longitudinales mayores del 8%, que para evitarlos, el diseñador debe considerar la construcción de puentes, túneles y/o estructuras para salvar lo escarpado del terreno. (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 49)

2.2.2. ESTUDIO DE TRÁFICO

Mediante el estudio del tráfico se podrá comparar el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber.

El diseño de una carretera o de cualquiera de sus partes se debe basar en datos reales del tránsito, o sea, del conjunto de vehículos y los usuarios que circulan o circularán por ella.

TPDA: representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido por 365, o sea que es el volumen de tránsito promedio por día. (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 52)

Las clases generales de vehículos son:

- **Vehículos Livianos.**

Incluye a las motocicletas y a los automóviles así como también a otros vehículos ligeros como camionetas y pickups, con capacidad hasta de ocho pasajeros y ruedas sencillas en el eje trasero. (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 37)

- **Vehículos Pesados.**

Como camiones, buses y combinaciones de camiones (semirremolques y remolques) de más de cuatro toneladas de peso y de doble llanta en las ruedas traseras. (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 37)

2.2.3. DETERMINACIÓN DE LA CLASE DE VÍA

Con el fin de elevar los estándares de las carreteras del país y con ello, lograr la eficiencia y la seguridad en el tránsito anheladas, se ha considerado plantear esta clasificación, que considera los datos de tránsito a nivel nacional recabados por el MTOP (Septiembre/2012), estadísticas de accidentes y el parque automotor del país. (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 63)

Las carreteras en el país se las clasificará principalmente por:

a) Clasificación por capacidad basada en el volumen del tráfico.

Tabla 1. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS VÍAS EN BASE AL TPDA			
DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)	
		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: (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 64).

Dónde:

C1= Equivale a carretera de mediana capacidad

C2= Equivale a carretera convencional básica y camino básico

C3= Camino agrícola/forestal

Se define como años de operación (n), al tiempo comprendido desde la inauguración del proyecto hasta el término de su vida útil, teniendo las siguientes consideraciones:

Proyectos de rehabilitación y mejoras.....n=20 años.

Proyectos especiales de nuevas vías.....n=30 años

Mega Proyectos Nacionales.....n=50 años

(NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 64)

b) Clasificación funcional por importancia en la red vial.

Corredores Arteriales.- Son los caminos de alta jerarquía funcional, los que se constituyen por aquellos que conectan en el continente, a las capitales de provincia, a los principales puertos marítimos con los del Oriente, pasos de frontera que sirven para viajes de larga distancia y que deben tener alta movilidad, accesibilidad reducida y/o controlada en su recorrido, giros y maniobras controlados: y estándares geométricos adecuados para proporcionar una operación de tráfico eficiente y segura. (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 69)

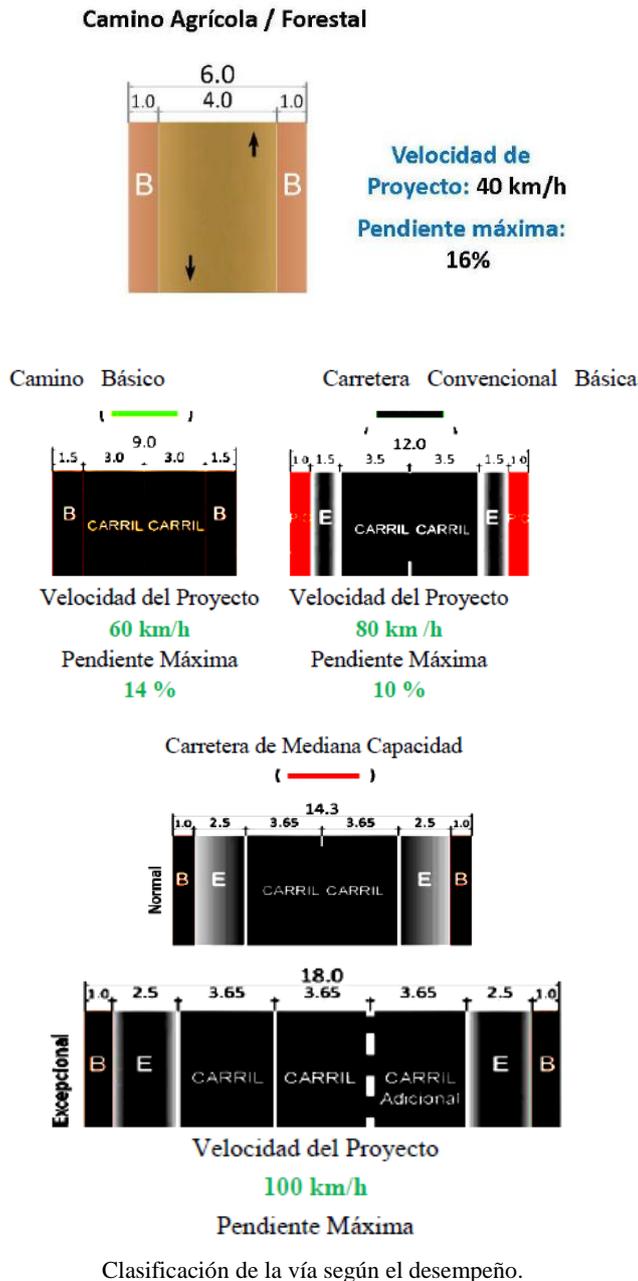
Vías Colectoras.- Son los caminos de mediana jerarquía funcional, los que constituyen por aquellos cuya función es la recolectar el tráfico de la zona rural, o una región, que llegan a través de los caminos locales para conducirlos a la malla estratégica o esencial de corredores arteriales. Son Caminos que se utilizan para servir el tráfico de recorridos intermedios o regionales, requiriendo de estándares geométricos adecuados para cumplir esta función. (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 69)

Caminos Vecinales.-Estas vías son las carreteras convencionales básicas que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores, destinados a recibir el tráfico doméstico de poblaciones rurales, zonas de producción agrícola, accesos a sitios turísticos. (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 69)

c) Clasificación según el desempeño de las carreteras (basado en el número de calzadas requerido según su función jerárquica.)

Según lo establecido en el Plan Estratégico de Movilidad (PEM), según su desempeño se clasifican de la siguiente manera:

Ilustración 1. Clasificación de la vía según el desempeño.



Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 66)

2.2.4. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

Existen ciertas normas generales que están reconocidas por la práctica y que son importantes para lograr una circulación cómoda y segura; entre ellas se puede enumerar las siguientes:

- La seguridad al tránsito que debe ofrecer el proyecto es la condición que debe tener preferencia. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 44)
- Para facilitar la operación suave y segura de los vehículos, además de la provisión de un alineamiento estéticamente agradable y que esté de acuerdo con la configuración

del terreno, es fundamental proyectar un alineamiento horizontal coordinado con el perfil vertical. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 44)

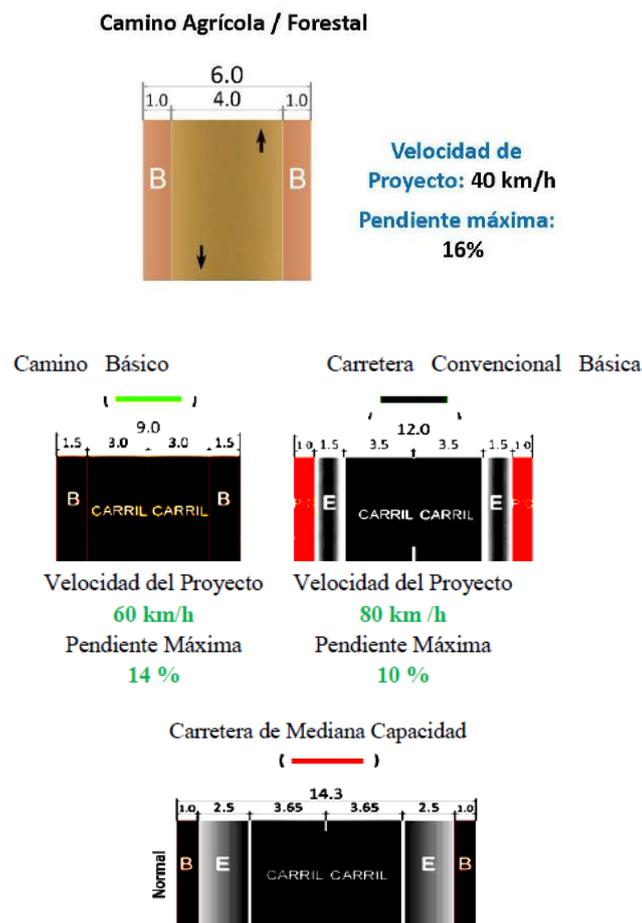
- La distancia de visibilidad debe ser tomada en cuenta en todos los casos. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 44)
- El alineamiento debe ser tan direccional como sea posible sin dejar de ser consistente con la topografía. Una línea que se adapte al terreno natural es preferible a otra con tangentes largas pero con repetidos cortes y terraplenes. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 44)
- Para una velocidad de diseño dada, debe evitarse dentro de lo razonable, el uso del radio mínimo permisible. El proyectista debe tender en general, a usar curvas suaves dejando el radio mínimo para las condiciones más críticas. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 44)
- Debe procurarse un alineamiento uniforme sin quiebres bruscos en su desarrollo, por lo que deben evitarse curvas forzadas después de tangentes largas o el paso repentino de tramos de curvas suaves a otros de curvas forzadas. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 44)
- En terraplenes altos y largos solo son aceptables alineamientos rectos o de muy suave curvatura (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 44)
- Propender a que el máximo talud de terraplén sea 3:1 (H;V), para que en caso que un vehículo pierda pista no se volqué con el fin de mejorar la probabilidades de salvar vidas. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 44)
- En terreno abierto debe evitarse el uso de curvas compuestas; en terreno difícil puede ser necesario usarlas pero siempre y cuando la relación entre el radio mayor y el menor sea igual o menor a 1.5. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 44)
- Debe evitarse el uso de curvas inversas que presenten cambios de dirección rápidos, aunque en terreno difícil es preferible proyectar curvas inversas seguidas de radios suficientemente amplios para permitir una transición adecuada en vez de introducir una tangente intermedia entre curvas cerradas. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 44)
- Un alineamiento con curvas sucesivas en la misma dirección debe evitarse cuando existan tangentes cortas entre ellas, pero puede proporcionarse cuando las tangentes sean mayores de 500 metros. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 44)

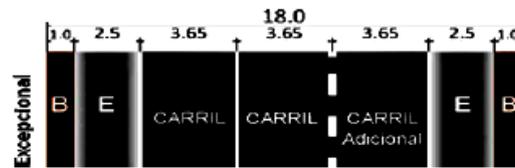
2.2.5. VELOCIDAD DE DISEÑO.

La velocidad es uno de los factores esenciales en cualquier forma de transporte, puesto que de ella depende el tiempo que se gasta en la operación de traslado de personas o cosas de un sitio a otro. La velocidad que un conductor adopta en una carretera depende, en primer lugar, de la capacidad del mismo conductor y de la del vehículo y, además, de las siguientes condiciones: (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 55)

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

Ilustración 2. Velocidad de diseño de acuerdo a la clasificación de la vía según el desempeño.





Velocidad del Proyecto

100 km/h

Pendiente Máxima

Velocidad de diseño de acuerdo a la clasificación de la vía según el desempeño.

Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 66)

2.2.6. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.

La velocidad de circulación es la máxima velocidad que puede mantenerse a lo largo del elemento considerado aisladamente, en condiciones de seguridad y comodidad, cuando encontrándose el pavimento húmedo y las llantas en buen estado, las condiciones meteorológicas, del tránsito y las regulaciones son tales que no imponen limitaciones a la velocidad. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 58)

Tabla 2. Relación entre la velocidad de circulación y velocidad de diseño.

VELOCIDAD DE DISEÑO – Km/h	VELOCIDAD DE OPERACIÓN PROMEDIO – Km/h VOLUMEN DE TRÁNSITO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	-
120	105	85	-

Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 57)

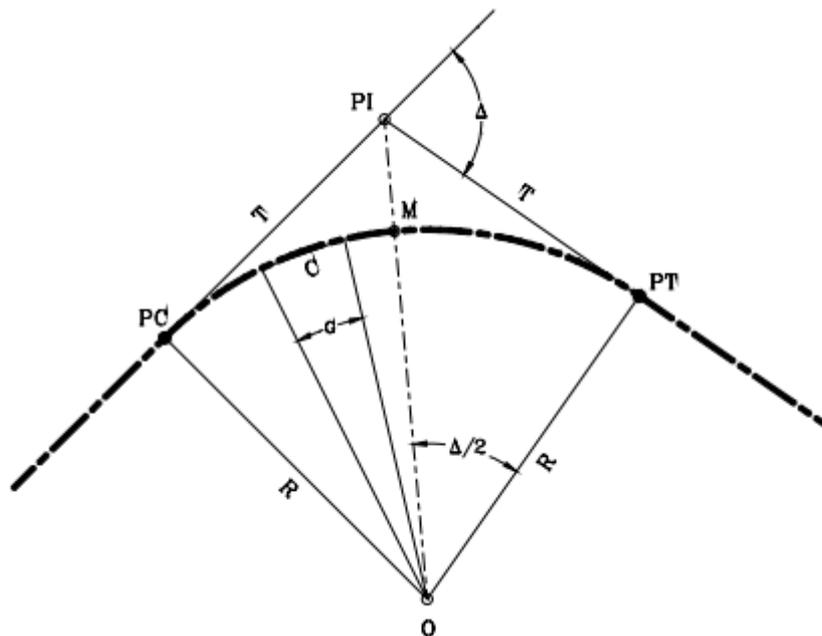
2.2.7. CURVAS HORIZONTALES.

En el proyecto horizontal de una vía, las tangentes son unidas mediante curvas que se pueden clasificarse en circulares o de transición, que se las utilizan dependiendo de la necesidad de diseño.

2.2.8. CURVAS CIRCULARES.

Para enlazar dos rectas finitas con distinta dirección se pueden trazar un gran número de arcos circulares cuyo radio varía desde cero metros hasta un valor tal que dicho arco elimine el tramo en tangente correspondiente a la recta más corta. El valor del radio, escogido por el diseñador de la vía, depende de las condiciones topográficas del sitio y de las limitaciones que imponen las leyes de la mecánica del movimiento de los vehículos en una curva, para una determinada velocidad de diseño, tal como se ha mencionado y se tratará más adelante. (AGUDELO, 2002, pág. 139)

Ilustración 3. Elementos de la curva circular simple.



Fuente: (AGUDELO, 2002, pág. 141)

Descripción de los Elementos De La Curva Circular Simple

PI= Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC= Punto en donde empieza la curva simple

PT = Punto en donde termina la curva simple

α = Ángulo de deflexión de las tangentes

Δ_c = Ángulo central de la curva circular

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

GC =Grado de curvatura de la curva circular

RC= Radio de la curva circular

T =Tangente de la curva circular o subtangente

E= External

M= Ordenada media

C= Cuerda

CL=Cuerda larga

l= Longitud de un arco

le= Longitud de la curva circular

2.2.9. RADIO MÍNIMO DE CURVATURA.

Los radios mínimos son los valores límite de la curvatura para una velocidad de diseño dada, que se relacionan con la sobreelevación máxima y máxima fricción lateral escogida para diseño. Un vehículo se sale de control en una curva, ya sea porque el peralte o sobreelevación de la curva no es suficiente para contrarrestar la velocidad, o porque la fricción lateral entre las ruedas y el pavimento es insuficiente y se produce el deslizamiento del vehículo. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 133)

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

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

Dónde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V = Velocidad de Diseño, Km/h.

e = Tasa de sobreelevación en fracción decimal

f = Factor de fricción lateral.

$f = -0.000626 V + 0.19$.

Tabla 3. Radios mínimos y grados máximos de Curva Horizontal para distintas Velocidades de Diseño

Radios mínimos y grados máximos de Curva Horizontal							
Velocidad de Diseño (km/h)	Factor de Fricción Maxima	Peralte máximo 4%			Peralte máximo 6 %		Grado de Curva
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		
		Calculado	Recomenda		Calculado	Recomenda	
30	0.17	33.7	35	32°44'	30.8	30	38°12'
40	0.17	60.0	60	19°06'	54.8	55	20°50'
50	0.16	98.4	100	11°28'	89.5	90	12°44'
60	0.15	149.2	150	7°24'	135.0	135	8°29'
70	0.14	214.3	215	5°20'	192.9	195	5°53'
80	0.14	280.0	280	4°05'	252.0	250	4°35'
90	0.13	375.2	375	3°04'	335.7	335	3°25'
100	0.12	492.1	490	2°20'	437.4	435	2°38'
110	0.11	635.2	635	1°48'	560.4	560	2°03'
120	0.09	872.2	870	1°19'	755.9	775	1°29'

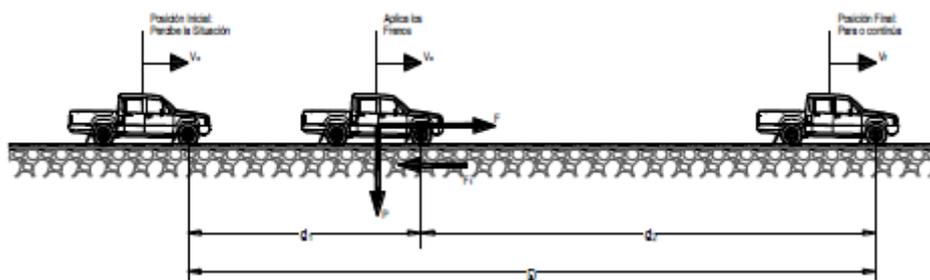
Radios mínimos y grados máximos de Curva Horizontal							
Velocidad de Diseño (km/h)	Factor de Fricción Maxima	Peralte máximo 6 %			Peralte máximo 8 %		Grado de Curva
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		
		Calculado	Recomenda		Calculado	Recomenda	
30	0.17	28.3	30	38°12'	26.2	25	45°50'
40	0.17	50.4	50	22°55'	46.7	45	25°28'
50	0.16	82.0	80	14°19'	75.7	75	15°17'
60	0.15	123.2	120	9°33'	113.4	115	9°58'
70	0.14	175.4	175	6°33'	160.8	160	7°10'
80	0.14	229.1	230	4°59'	210.0	210	5°27'
90	0.13	303.7	305	3°46'	277.3	275	4°10'
100	0.12	393.7	395	2°54'	357.9	360	3°11'
110	0.11	501.5	500	2°17'	453.7	455	2°31'
120	0.09	667.0	665	1°43'	596.8	595	1°56'

Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 134)

2.2.10. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

Es la distancia requerida por un conductor para detener su vehículo en marcha, cuando surge una situación de peligro o percibe un objeto imprevisto adelante de su recorrido. Esta distancia se calcula para que un conductor y su vehículo por debajo del promedio, alcance a detenerse ante el peligro u obstáculo. Es la distancia de visibilidad mínima con que debe diseñarse la geometría de una carretera, cualquiera que sea su tipo. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 125)

Ilustración 4. Distancia de parada.



Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 125)

Ilustración 5. Distancia de visibilidad de parada y de decisión.

a) En terreno Plano

Velocidad de Diseño	Velocidad de Marcha	Tiempo de Percepción y Reacción		Coefficiente de Fricción	Distancia de Frenado	Distancia de Parada
Km/h	Km/h	Tiempo (s)	Distancia (m)	f	(m)	(m)
30	30 - 30	2.5	20.8 - 20.8	0.40	8.8 - 8.8	30 - 30
40	40 - 40	2.5	27.8 - 27.8	0.38	16.6 - 16.6	45 - 45
50	47 - 50	2.5	32.6 - 34.7	0.35	24.8 - 28.1	57 - 63
60	55 - 60	2.5	38.2 - 41.7	0.33	36.1 - 42.9	74 - 85
70	67 - 70	2.5	43.8 - 48.6	0.31	50.4 - 62.2	94 - 111
80	70 - 80	2.5	48.6 - 55.6	0.30	64.2 - 83.9	113 - 139
90	77 - 90	2.5	53.5 - 62.4	0.30	77.7 - 106.2	131 - 169
100	85 - 100	2.5	59.0 - 69.4	0.29	98.0 - 135.6	157 - 205
110	91 - 110	2.5	63.2 - 76.4	0.28	116.3 - 170.0	180 - 246

b) En Pendiente de Bajada y Subida

Velocidad de Diseño	Distancia de Parada en Bajadas			Distancia de Parada en Subidas		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
30	30.4	31.2	32.2	29.0	28.5	28.0
40	45.7	47.5	49.5	43.2	42.1	41.2
50	65.5	68.6	72.6	55.5	53.8	52.4
60	88.9	94.2	100.8	71.3	68.7	66.6
70	117.5	125.8	136.3	89.7	85.9	82.8
80	148.8	160.5	175.5	107.1	102.2	98.1
90	180.6	195.4	214.4	124.2	118.8	113.4
100	220.8	240.6	256.9	147.9	140.3	133.9
110	267.0	292.9	327.1	168.4	159.1	151.3

c) Decisión para evitar Maniobras

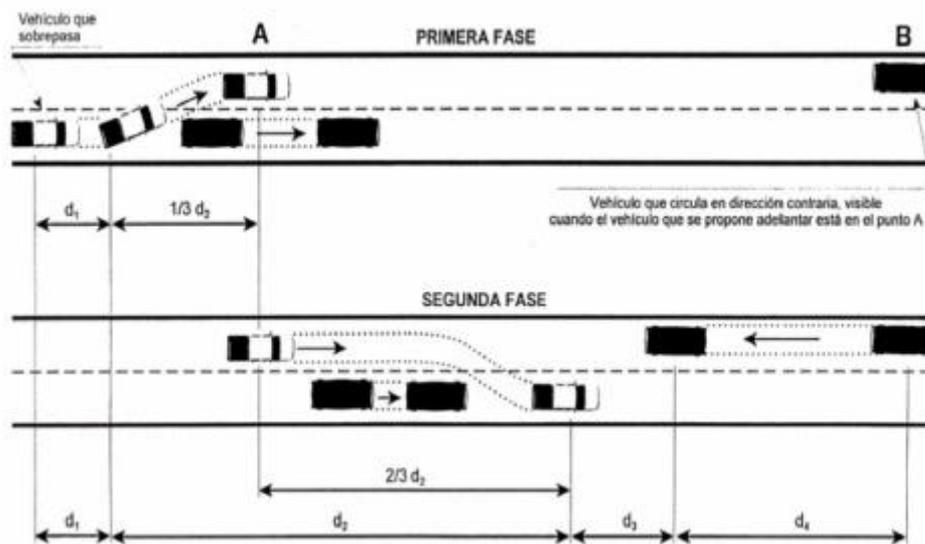
Velocidad de Diseño	Distancia de Decisión para Evitar la Maniobra (m)				
	a	b	c	d	e
50	75	160	145	160	200
60	95	205	175	205	235
70	125	250	200	240	275
80	155	300	230	275	315
90	185	360	275	320	360
100	225	415	315	365	405
110	265	455	335	390	435

Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 128)

2.2.11. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO

Se define como la mínima distancia de visibilidad requerida por el conductor de un vehículo para adelantar a otro vehículo que, a menor velocidad relativa, circula en su mismo carril y dirección, en condiciones cómodas y seguras, invadiendo para ello el carril contrario pero sin afectar la velocidad del otro vehículo que se le acerca, el cual es visto por el conductor inmediatamente después de iniciar la maniobra de adelantamiento. El conductor puede retornar a su carril si percibe, por la proximidad del vehículo opuesto, que no alcanza a realizar la maniobra completa del adelantamiento. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 128)

Ilustración 6. Etapas de la maniobra para adelantamiento en carreteras de dos carriles.



Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 129)

Ilustración 7. Distancias mínimas de Diseño para Carreteras Rurales de dos carriles, en metros.

Velocidad de Diseño	Velocidades Km/h		Distancia mínima de adelantamiento (m)
	Vehículo que es rebasado	Vehículo que rebasa	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 130)

2.2.12. FACTOR MÁXIMO DE FRICCIÓN LATERAL Y TASA DE SOBREELEVACIÓN O PERALTE.

El factor de fricción lateral depende principalmente de las condiciones de las llantas de los vehículos, el tipo y estado de la superficie de rodamiento y de la velocidad del vehículo, mientras que la sobreelevación o peralte depende de las condiciones climáticas, tipo de área, urbana o rural, frecuencia de vehículos de baja velocidad y las condiciones del terreno. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 132)

La sobreelevación o peralte, e, siempre se necesita cuando un vehículo viaja en una curva cerrada a una velocidad determinada, para contrarrestar las fuerzas centrífugas y el efecto

adverso de la fricción que se produce entre la llanta y el pavimento. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 132).

Dado que las condiciones meteorológicas y topográficas imponen condiciones particulares en los diseños, se recomiendan para el diseño los siguientes factores de sobreelevación para diferentes tipos de área donde se localicen las carreteras:

Ilustración 8. Tasas de sobreelevación

Tasa de Sobreelevación, "e" en (%)	Tipo de Area
10	Rural montañosa
8	Rural plana
6	Suburbana
4	Urbana

Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 132)

2.2.13. SOBRE ANCHOS EN CURVAS

Los sobre anchos se diseñan siempre en las curvas horizontales de radios pequeños, combinados con carriles angostos, para facilitar las maniobras de los vehículos en forma eficiente, segura, cómoda y económica. Los sobre anchos son necesarios para acomodar la mayor curva que describe el eje trasero de un vehículo pesado y para compensar la dificultad que enfrenta el conductor al tratar de ubicarse en el centro de su carril de circulación. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 140)

Ilustración 9. Sobre ancho de la calzada en curvas circulares

Radio de Curva (m)	TPO							C1							C2							C3							
	Velocidad de diseño (Km/h)							Velocidad de diseño (Km/h)							Velocidad de diseño (Km/h)							Velocidad de diseño (Km/h)							
	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110	
1500	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6
1000	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	
750	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	
500	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	
400	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5		0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	0.9	1.0	1.0	1.1
300	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5			0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.2	
250	0.4	0.5	0.5	0.6				0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4		
200	0.6	0.7	0.8					1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4		
150	0.7	0.8						1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4		
140	0.7	0.8						1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4		
130	0.7	0.8						1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4		
120	0.7	0.8						1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4		
110	0.7							1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4		
100	0.8							1.1	1.1	1.1	1.1	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		
90	0.8							1.1	1.1	1.1	1.1	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		
80	1							1.3	1.3	1.3	1.3	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6		
70	1.1							1.4	1.4	1.4	1.4	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7		

Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 141)

2.2.14. ALINEAMIENTO VERTICAL.

En el diseño vertical, el perfil longitudinal conforma la rasante que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos a los cuales dichas rectas son tangentes. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 142)

El alineamiento vertical de una carretera está relacionado directamente con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad.

2.2.15. PENDIENTE.

Las pendientes dependen directamente de la topografía del terreno y deben ser los valores más bajos posibles a fin de permitir velocidades de circulación razonables. En los tramos en corte se evitará preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%. (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 145)

Cuando se emplee pendientes mayores a 10%, se recomienda que el tramo no exceda los 180 m.

Se considera óptimo no sobrepasar los límites máximos de pendientes que están indicados en la siguiente tabla:

Tabla 4. Pendientes máximas

Orografía	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
Velocidad (Km/h)				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7
90	6	6	6	6
100	6	5	5	5
110	5	5	5	5

Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 145)

2.2.16. CURVAS VERTICALES.

Los tramos consecutivos de rasante serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1% para carreteras pavimentadas. Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permita, cuando menos, la visibilidad en una distancia igual a la de visibilidad mínima de parada, y cuando sea razonable una visibilidad en una distancia igual a la de visibilidad mínima de parada, y cuando sea razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 143)

Para la determinación de curvas verticales se selecciona el Índice de Curvatura K. La longitud de la curva vertical resultará de multiplicar el coeficiente K con el valor absoluto de la diferencia de las pendientes (A). (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 144)

$$L = K * A$$

Tabla 5. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa

Velocidad (Km/h)	Longitud Controlada por Visibilidad de Frenado		Longitud Controlada por Visibilidad de Adelantamiento	
	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)	Índice de Curvatura K
20	20	0,6	-	-
30	35	1,9	200	46
40	50	3,8	270	84
50	65	6,4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

El índice de curvatura es la Longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K = L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica

Fuente: Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP

Tabla 6. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava

Velocidad (Km/h)	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K = L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica.

Fuente: Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP

Considerando que la vía ya existe, se tratará de realizar el perfil vertical siguiendo la subrasante existente con el fin de economizar costos en la construcción.

2.2.17. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

2.2.17.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.

La vía de estudio se encuentra localizada en la Parroquia Sicalpa, Cantón Colta, Provincia de Chimborazo, es parte de la red vial Inter parroquial del Cantón Colta, tiene una distancia de 6 km. Comienza desde la comunidad Cebollar Bajo a interceptar la vía Nabag – Columbe en el punto Yataloma.

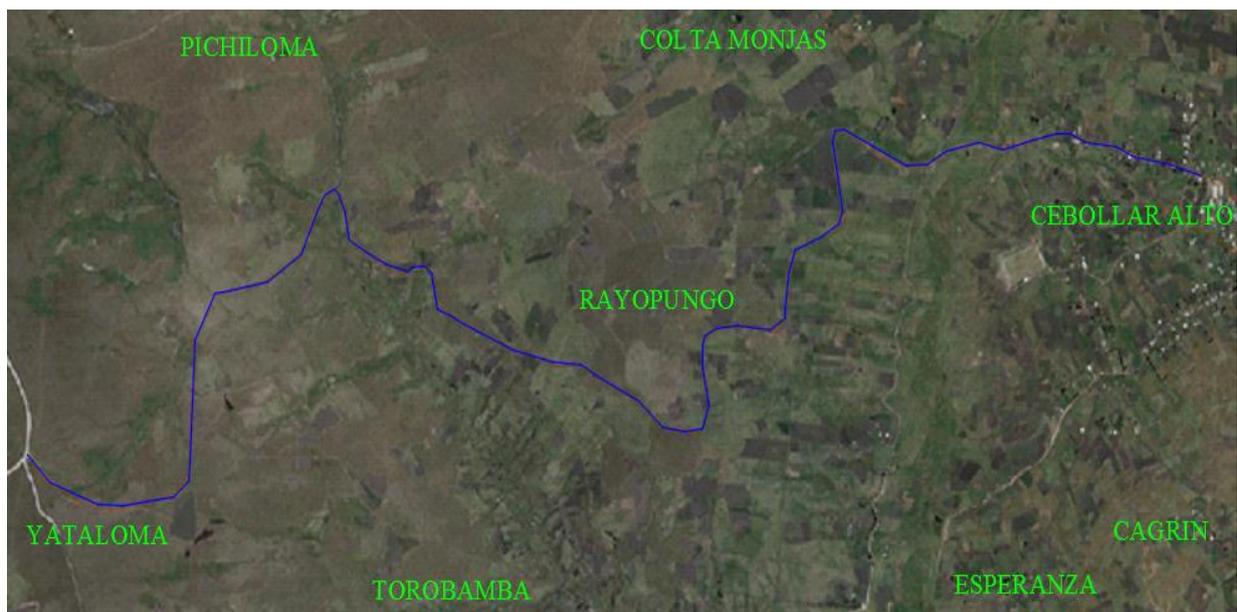
Tabla 7. Coordenadas de la comunidad Cebollar Bajo

LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
9803243.102	745778.611	3652.194

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

2.2.17.2. IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO.

Ilustración 10. Mapa de ubicación del sector de proyecto



Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

2.2.17.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PARROQUIA.

2.2.17.3.1. RESEÑA HISTÓRICA DE CREACIÓN DE LA PARROQUIA SICALPA.

Sicalpa es una parroquia histórica ya que posee mucha historia y ruinas de la primera ciudad fundada en el Ecuador que es la ciudad del antiguo Riobamba de esta se conservan restos de arquitectura civil y religiosa. Al parecer la distribución urbana de esta antigua ciudad era de 5 barrios y cada uno poseía iglesia y convento. En 1797 un sismo de gran intensidad destruyó casi por completo a la ciudad obligando a sus moradores a cambiar de lugar al sitio que actualmente ocupa en la llanura de Tapi. Luego de ello la zona destruida fue reconstruida adquiriendo los nombres de Cajabamba y Sicalpa.

(http://unachcoltasegundosemestre.blogspot.com/p/blog-page_1.html)

2.2.17.3.2. UBICACIÓN

La comunidad Cebollar está ubicada al noroccidente de la ciudad de Riobamba vía a Guayaquil en el km 16. Provincia de Chimborazo, Cantón Colta.

(http://unachcoltasegundosemestre.blogspot.com/p/blog-page_1.html)

2.2.17.3.3. POBLACIÓN

Actualmente la comunidad Cebollar Alto y Bajo, cuenta con una población de 336 habitantes.

2.2.17.4. TURISMO Y GASTRONOMÍA

En esta parroquia podemos apreciar varios atractivos turísticos como la Iglesia de San Lorenzo, la casa de Pedro Vicente Maldonado, un museo histórico donde se encuentran restos del antigua ciudad de Riobamba entre otros objetos valiosos para la comunidad.

Podemos encontrar comida típica de esta zona como es: Papas con Cuy, Hornado, Yahuarlocro. (http://unachcoltasegundosemestre.blogspot.com/p/blog-page_1.html)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO.

3.1. TIPO DE ESTUDIO.

- Fase descriptiva.- Es la fase donde se desarrolló los procedimientos para la factibilidad de la vía y diseño geométrico.
- Fase de Campo.- Es la fase mediante el cual se realizó el levantamiento de la faja topográfica, recolección de datos para el TPDA y obtención de información inicial para continuar nuestro proyecto.
- Fase Evaluativa.- En esta fase se realizó la evaluación del diseño geométrico actual de la vía.
- Fase Analítica.- En esta fase realizamos un análisis profundo del actual diseño de la vía, el cual debe cumplir con la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.2.1. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA.

3.2.1.1. POBLACIÓN.

Población Finita.- Está delimitada por el número de elementos que lo integran, estos datos son proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2010).

Marco muestral.- Serán todos los habitantes de la Parroquia Sicalpa del Cantón Colta perteneciente a la Provincia de Chimborazo.

3.2.1.2. DISEÑO DE LA MUESTRA.

El trabajo de investigación se basa en la carretera que une Cebollar Bajo con la vía Navag – Columbe en el punto (Rayopungo – Yataloma). Actualmente la población de la comunidad Cebollar Bajo es 146 habitantes y de la comunidad Cebollar Alto es de 190 habitantes, su población futura para 20 años con una tasa de crecimiento de 0.53 % será la siguiente:

Tabla 8. Población futura en 20 años

POBLACIÓN FUTURA EN 20 AÑOS		
Pa	336	Habitantes
N	20	Años
i	0,53%	Incremento
Pf	373	Hab

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

$$Pf = Pa * (1 + i)^n$$

Dónde:

Pf = Población Proyectada

Pa = Población Actual

i = Tasa de crecimiento Poblacional

n=Número de años proyectado

3.4. PROCEDIMIENTOS.

3.4.1. SE ESTABLECE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL LOS SECTORES.

- **Recorrido y Levantamiento Fotográfico de Campo:** Con las autoridades interesadas del proyecto, se realiza el recorrido visual y descriptivo general con el fin de determinar cada uno de los elementos con los que cuenta actualmente la vía. Tomando datos en una tabla para el inventario y una cámara fotográfica.
- **Diagnóstico:** al final del recorrido se realizara un breve resumen de las características que nos brinda el sector.

- **Reuniones:** Se socializara el trabajo que se va a realizar sobre el eje vial manteniendo un mutuo acuerdo con los beneficiarios, dirigentes y habitantes de las comunidades.

3.4.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

Se realizó un recorrido por el eje de la vía con el fin de obtener el alineamiento horizontal aproximado para la colocación de los BM (Punto de Referencia) y conocer la longitud de la vía.

En el recorrido se observó la capa de rodadura, taludes, drenajes, con el fin de recopilar datos de la vía.

Se realiza el levantamiento de la faja topográfica en función del eje de la vía existente, el levantamiento se lo efectúa tomando en cuenta cada uno de los elementos geométricos para lo cual se utiliza los siguientes materiales e instrumentos:

- a.- Estación total Trimble 3m
- b.- Prismas
- c.- Software CIVIL 3D 2017

Ilustración 11. Referencia de vía existente



Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

3.4.3. SE DETERMINA LA COBERTURA ACTUAL DE LOS SECTORES

- **Recopilación de Información:** Se recopila información de la zona de estudio en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Colta adquiriendo el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón. (PDOT).
- **Medición del Tráfico:** Consiste en la realización de los estudios de tráfico mediante los conteos manuales, de los vehículos que transitan por cada una de las vías de acceso consideradas para su apertura en base a una clasificación considerando una estación de conteo en cada una durante siete días para lograr una proyección a 20 años.

3.4.4. DISEÑO GEOMÉTRICO.

Realizado el levantamiento topográfico y el estudio de tráfico se procederá a trazar el diseño de las carreteras de acceso a las comunidades y todos sus elementos viales en el programa computacional AUTO CAD CIVIL 3D 2016, en conjunto se manejarán las Normas de Diseño Geométrico De Carreteras de la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP

3.4.5. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO.

Definido el diseño geométrico, y todos los estudios complementarios como son: el diseño de la estructura del pavimento, el diseño de obras de drenaje, presupuesto, se realizó el informe final del estudio, para su aprobación final.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS.

4.1. ESTUDIOS PRELIMINARES.

4.1.1.2. SERVICIOS PÚBLICOS

Los servicios básicos que dispone la Comunidad el Cebollar es:

- Agua entubada, en algunos casos dispone de pozos séptico, pozo ciego.
- La eliminación de basura la realizan mediante la quema de plásticos y de papel.
- La gran mayoría de habitantes tienen vivienda propia con servicio de energía eléctrica, además un cierto porcentaje dispone de teléfono móvil.

4.1.1.3. TRANSPORTE PÚBLICO.

Existen buses en días feriados, los productos se transportan en camionetas propias del sector o de alquiler.

4.1.2. POBLACIÓN.

4.1.2.1. INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA.

Nuestro proyecto cuenta con una población beneficiaria directa de 336 habitantes, frente a una población beneficiaria global de 3918 habitantes de la parroquia de Sicalpa.

Tabla 9. Población de la Comunidad Cebollar Alto y Bajo

POBLACIÓN		
DESCRIPCIÓN	CEBOLLAR BAJO	CEBOLLAR ALTO
Censo del 2001		
Hombres	68	87
Mujeres	73	98
Total	141	185
Censo del 2010		
Hombres	71	89
Mujeres	75	101
Total	146	190

FUENTE: Censo INEC, CPV – 2010

ELABORADO POR: Equipo Técnico de PD y OT Colta 2014

La tasa de crecimiento poblacional entre los dos censos fue de 0.53 %.

4.1.2.2. FUENTES DE INGRESOS FAMILIARES.

Población Económicamente activa.- La PEA interviene directamente en la producción de bienes y servicios, desde ese contexto en el cantón Colta realizamos un análisis exhaustivo al grupo de personas que son capaces de trabajar, o sea las personas que trabajan y las personas desempleadas que buscan trabajo.

La PEA del cantón Colta está constituida de 22005 personas que conforma, 9992 son mujeres equivalentes al 45.4 % y 12013 son hombres equivalentes al 54.59 % del total cantonal.

Tabla 10. . Población Económicamente Activa sexo por Parroquias - Colta

PEA / SEXO POR PARROQUIAS – COLTA					
PARROQUIAS	MUJER	%	HOMBRE	%	TOTAL
CAJABAMBA	1388	13.89	1588	13.22	2976
SICALPA	2949	29.51	3375	28.09	6324
CAÑI	190	1.90	273	2.27	463
COLUMBE	3143	31.46	4228	35.20	7371
JUAN DE VELASCO	688	6.89	939	7.82	1627
SANTIAGO DE QUITO	1634	16.35	1610	13.40	3244
TOTAL	9992	100	12013	100	22005
%	45.41		54.59		

FUENTE: Censo INEC, CPV – 2010

ELABORADO POR: Equipo Técnico de PDyOT Colta 2014

4.1.2.3. SOCIO ECONOMÍA

La economía de los habitantes de las Comunidades beneficiadas, está basada principalmente en la agricultura y ganadería. Dentro de los cultivos principalmente se encuentran: pastos, cebada, papas, habas.

En la rama económica de agricultura, ganadería concentra al 77.00% de la población, seguido del comercio al por mayor y al por menor (8.08%); Enseñanza (3.72%), construcción (3.41%) y otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales (7.79%)

4.1.2.4. COMPOSICIÓN ÉTNICA.

La población en su totalidad se definió como indígena, relatan que antiguamente vivían personas en la parte alta de la parroquia, los mismos que tenían rasgos y dialectos indígenas.

4.1.2.4. EDUCACIÓN.

Nivel de instrucción.- el nivel de instrucción más alto de las parroquias rurales del Cantón Colta es el primario, representado en Cajabamba el 36.28 %, en Cañi es el 47.84 %, en Juan de Velasco 38,97 %, en Santiago de Quito 44.50 %, y en Columbe 38.97 %.

Tabla 11. Educación - Cantón Colta

EDUCACIÓN	
COLTA	CENSO 2010
ESCOLARIDAD	4.90 %
ANALFABETISMO	26.71 %
EDUCACIÓN BÁSICA	91 %
EDUCACIÓN BACHILLERATO	46.18 %
EDUCACIÓN SUPERIOR	14.98 %

FUENTE: Censo INEC, CPV – 2010

ELABORADO POR: Equipo Técnico de PD y OT Colta 2014

4.2. EVALUACIÓN SUPERFICIAL.

La mejor manera de hacer frente a la tarea de conservar las carreteras pasa, en primer lugar, por la necesidad de organizar un sistema de gestión que cubra en lo posible las diversas funciones: administrativas, técnicas de ingeniería y financieras, involucradas en esta tarea que debe ser permanente y que pueden ser agrupadas bajo los siguientes procesos directos: a) Planificación, b) Programación, c) Ejecución y d) Evaluación y control.

La planificación se inicia con la necesidad de tener una clara y completa visión de la función asignada a la autoridad competente. Por ello, deberá especificarse oficialmente la carretera o conjunto de carreteras que son de competencia directa y exclusiva de la unidad ejecutora de la conservación vial y de los recursos asignados a esta función.

Las directivas y manuales de la entidad fijan los objetivos de la función y sus alcances previstos: administrativos, técnicos y operativos, de manera que enmarcan las actividades que realiza la entidad competente.

En el proceso, la jefatura de conservación vial deberá proceder a realizar periódicamente el inventario de condición de las carreteras asignadas a su competencia. A partir del inventario y del conocimiento de los recursos con que se cuenta, la jefatura de la unidad y sus técnicos deberán:

1° Identificar las deficiencias que presentan los caminos y, en general, los problemas existentes de la infraestructura vial a su cargo.

2° Proceder a la etapa de programación de las obras de conservación vial y presupuestarlas, con metas mensuales.

4.3. ESTUDIO DE TRÁFICO.

4.3.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE TRÁFICO.

4.3.1.1. GENERAL.

Elaborar el estudio de tráfico para determinar el T.P.D.A. (tráfico promedio diario anual) y proyectarlo mediante tasas de crecimiento vehicular a un período establecido de veinte años, con la finalidad de establecer el tipo de vía a diseñar tanto en su aspecto geométrico como en la estructura del pavimento, para realizar el DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE CEBOLLAR BAJO A INTERCEPTAR LA VÍA NAVAG – COLUMBE EN EL PUNTO (RAYOPUNGO - YATALOMA), PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”

4.3.1.2. ESPECÍFICOS.

- Realizar el conteo del tráfico manual en base a una clasificación de los vehículos que llegan a las comunidades en una estación de conteo.
- Determinar el tráfico promedio diario anual del proyecto al número de años de la vida útil de las vías (20 años) sobre la base de los resultados del conteo.
- Establecer la clasificación de la vía de acuerdo a las normas geométricas del MTOP.

4.3.2. METODOLOGÍA.

El desarrollo del Estudio de Tráfico, comprende las siguientes tres etapas: (i) Recopilación de la información; (ii) Tabulación de la información; y (iii) Análisis de la información y obtención de resultados.

Se empleó el método de conteos manuales-visuales vehiculares clasificatorios, los cuales consistieron en la ubicación de una estación de conteo para cada acceso vial, los mismos que son puntos estratégicos de las dos comunidades beneficiadas por los accesos viales a implantarse en donde se abarca el tráfico existente de la zona, posteriormente se realizó el conteo vehicular clasificatorio en determinada frecuencia (2 horas) de todos los vehículos que pasan por la estaciones establecidas, clasificándolos en vehículos livianos, buses, camiones, volquetas y no motorizados, para finalmente emplear tasas de crecimiento vehicular establecidas para la provincia de Chimborazo, y proyectar al período de diseño.

El Conteo de Tráfico se realizó en dos estaciones previamente identificadas y seleccionadas, en un período de siete días consecutivos, empezando el lunes 09 de enero y terminando el domingo 16 de enero del 2017, en el cual se registró los vehículos que circulaban.

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

4.3.3. INVESTIGACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO.

4.3.3.1. ESTACIÓN DE CONTEO VEHICULAR.

Cuando se desean conocer los volúmenes de tránsito que circulan por una vía, se debe realizar conteos manuales y/o mecánicos, que permitan identificar el volumen actual de tráfico que posee la vía en estaciones ubicadas en sitios estratégicos del proyecto.

Tabla 12. Ubicación de estación de conteo vehicular.

ESTACIONES DE REGISTRO					
ESTACIÓN	UBICACIÓN	FECHA INICIO	FECHA FIN	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE
1	0+950.00	09/01/2017	16/01/2017	9803243.102	745778.611

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

Ilustración 12. Estaciones de conteo vehicular.



Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

El sistema de conteo realizado consistió en el registro manual clasificando los vehículos, con la identificación de los diferentes tipos y el registro del tráfico en el formulario diseñado para este fin.

4.3.3.2. TIPOS DE VEHÍCULOS.

En la estación de conteo, nos ubicamos personas capacitadas en conteo manual de vehículos, en turnos rotativos de 6 horas continuas; se administró una matriz de conteos vehiculares adecuadas, dividida en intervalos de hora, con una clasificación de vehículos de la siguiente manera:

Ilustración 13. Categoría de los vehículos.

<i>Categoría de Vehículo</i>	<i>Tipo de Vehículo</i>	<i>Código</i>	<i>Gráfico</i>
<i>Livianos</i>	Automóvil	L1	
	Camioneta	L2	
	Cuatro por cuatro	L3	
	Van	L4	
<i>Buses</i>	Buses 2 ejes	B1	
	Buses 3 ejes	B2	
<i>Camiones y volquetas</i>	2 ejes	2D-A	
	3 ejes	3	
	4 y 5 ejes	3S2	
	6 o más 6 ejes	3S3	
<i>No motorizados</i>	Bicicletas	1	
	Motos	2	
	Otros	3	

Fuente: MTOP 2003.

4.3.4. CONTEO DE TRÁFICO.

De los conteos volumétricos manuales, se obtiene la clasificación en los diferentes tipos de vehículos desglosados en: livianos, pesados y buses.

- **Tráfico existente**

Son los que se obtienen con los volúmenes de tráfico, como se detalla más adelante, se tiene una muestra representativa de la situación actual sobre la movilización vehicular en el sector analizado durante siete días.

En las siguientes tablas se muestra, el conteo de tráfico por día y horas durante 7 días.

FECHA DE CONTEO	Lunes 9 de Enero 2017		
COMUNIDAD CEBOLLAR	DOS SENTIDOS		
HORA	LIVIANOS	PESADOS	BUSES
6:00 A 8:00	6	1	1
8:00 A 10:00	5	1	0
10:00 A 12:00	7	1	0
12:00 A 14:00	6	1	1
14:00 A 16:00	5	1	0
16:00 A 18:00	4	1	0
18:00 A 20:00	0	0	0
20:00 A 22:00	0	0	0
22:00 A 12:00	0	0	0
12:00 A 2:00	0	0	0
2:00 A 4:00	0	0	0
4:00 A 6:00	0	0	0
	33	6	2
	TOTAL	41	VEHICULOS

FECHA DE CONTEO	Martes 10 de Enero 2017		
COMUNIDAD CEBOLLAR	DOS SENTIDOS		
HORA	LIVIANOS	PESADOS	BUSES
6:00 A 8:00	6	3	1
8:00 A 10:00	4	6	0
10:00 A 12:00	7	5	0
12:00 A 14:00	6	4	1
14:00 A 16:00	4	2	0
16:00 A 18:00	4	3	0
18:00 A 20:00	0	0	0
20:00 A 22:00	0	0	0
22:00 A 12:00	0	0	0
12:00 A 2:00	0	0	0
2:00 A 4:00	0	0	0
4:00 A 6:00	0	0	0
	31	23	2
	TOTAL	56	VEHICULOS

FECHA DE CONTEO	Miércoles 11 de Enero 2017		
COMUNIDAD CEBOLLAR	DOS SENTIDOS		
HORA	LIVIANOS	PESADOS	BUSES
6:00 A 8:00	4	3	1
8:00 A 10:00	5	2	0
10:00 A 12:00	6	2	0
12:00 A 14:00	5	1	1
14:00 A 16:00	6	1	0
16:00 A 18:00	7	1	0
18:00 A 20:00	0	0	0
20:00 A 22:00	0	0	0
22:00 A 12:00	0	0	0
12:00 A 2:00	0	0	0
2:00 A 4:00	0	0	0
4:00 A 6:00	0	0	0
	33	10	2
	TOTAL	45	VEHICULOS

FECHA DE CONTEO	Jueves 12 de Enero 2017		
COMUNIDAD CEBOLLAR	DOS SENTIDOS		
HORA	LIVIANOS	PESADOS	BUSES
6:00 A 8:00	6	2	1
8:00 A 10:00	4	2	0
10:00 A 12:00	6	3	0
12:00 A 14:00	7	3	1
14:00 A 16:00	3	2	0
16:00 A 18:00	5	1	0
18:00 A 20:00	0	0	0
20:00 A 22:00	0	0	0
22:00 A 12:00	0	0	0
12:00 A 2:00	0	0	0
2:00 A 4:00	0	0	0
4:00 A 6:00	0	0	0
	31	13	2
	TOTAL	46	VEHICULOS

FECHA DE CONTEO	Viernes 13 de Enero 2017		
COMUNIDAD CEBOLLAR	DOS SENTIDOS		
HORA	LIVIANOS	PESADOS	BUSES
6:00 A 8:00	8	1	1
8:00 A 10:00	6	2	0
10:00 A 12:00	5	3	0
12:00 A 14:00	5	1	1
14:00 A 16:00	4	2	0
16:00 A 18:00	6	1	0
18:00 A 20:00	0	0	0
20:00 A 22:00	0	0	0
22:00 A 12:00	0	0	0
12:00 A 2:00	0	0	0
2:00 A 4:00	0	0	0
4:00 A 6:00	0	0	0
	34	10	2
	TOTAL	46	VEHICULOS

FECHA DE CONTEO	Sábado 14 de Enero 2017		
COMUNIDAD CEBOLLAR	DOS SENTIDOS		
HORA	LIVIANOS	PESADOS	BUSES
6:00 A 8:00	3	3	1
8:00 A 10:00	7	2	0
10:00 A 12:00	4	1	0
12:00 A 14:00	5	2	1
14:00 A 16:00	6	3	0
16:00 A 18:00	7	1	0
18:00 A 20:00	0	0	0
20:00 A 22:00	0	0	0
22:00 A 12:00	0	0	0
12:00 A 2:00	0	0	0
2:00 A 4:00	0	0	0
4:00 A 6:00	0	0	0
	32	12	2
	TOTAL	46	VEHICULOS

FECHA DE CONTEO	Domingo 15 de Enero 2017		
COMUNIDAD CEBOLLAR	DOS SENTIDOS		
HORA	LIVIANOS	PESADOS	BUSES
6:00 A 8:00	4	2	1
8:00 A 10:00	8	3	0
10:00 A 12:00	6	2	0
12:00 A 14:00	4	4	1
14:00 A 16:00	5	1	0
16:00 A 18:00	5	1	0
18:00 A 20:00	0	0	0
20:00 A 22:00	0	0	0
22:00 A 12:00	0	0	0
12:00 A 2:00	0	0	0
2:00 A 4:00	0	0	0
4:00 A 6:00	0	0	0
	32	13	2
	TOTAL	47	VEHICULOS

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

- ENCUESTA DE ORIGEN Y DESTINO (VER ANEXO)

Tabla 13. Tráfico diario semanal.

TRÁFICO DIARIO SEMANAL : COMUNIDAD CEBOLLAR				
FECHA	LIVIANOS	PESADOS	BUSES	TOTAL
Lunes 9 de Enero 2017	33	6	2	41
Martes 10 de Enero 2017	31	23	2	56
Miércoles 11 de Enero 2017	33	10	2	45
Jueves 12 de Enero 2017	31	13	2	46
Viernes 13 de Enero 2017	34	10	2	46
Sábado 14 de Enero 2017	32	12	2	46
Domingo 15 de Enero 2017	32	13	2	47
TOTAL POR SEMANA	226	87	14	327
PROMEDIO	32.29	12.43	2.00	46.00

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

Tabla 14. Tráfico existente.

NÚMERO DE VEHÍCULOS (PROMEDIO DEL CONTEO)			
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
32	2	12	46
69.57%	4.35%	26.09%	100.00%

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

- Tráfico Desviado

Estos datos se obtienen del censo origen destino realizado durante los 7 días, luego del respectivo análisis se obtiene:

Tabla 15. Total encuestas origen y destino

CENSO ORIGEN DESTINO				
TIPO	No.			
AUTOMOVIL	18	LIVIANOS	BUSES	PESADOS
CAMIONETA	17	35	14	20
BUS COLECTIVO O MICROBUS MADERA	14			
CAMION	20	2.50	1.00	1.53
TOTAL	69	Resultado de dividir para los 7 días de censo y para los dos sentidos		
Dividido para los 7 días	10			

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

Tabla 16. Tráfico Desviado.

NÚMERO DE VEHICULOS DESVIADOS (CENSO)			
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
3	1	1	5.00
60.00%	20.00%	20.00%	100.00%

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

- Tráfico Inducido

Es el resultado luego del mejoramiento de la calidad de vía y proyección como principal medio de transporte. Para lo cual se basara en el análisis de las encuestas domiciliaria.

Tabla 17. Total encuestas domiciliarias

ENCUESTA DOMICILIARIA				
TIPO DE VEHÍCULO	No.	LIVIANOS	BUSES	PESADOS
MOTO	3	39	0	18
AUTOMÓVIL	18			
CAMIONETA	21	6.50	0.00	3.00
CAMIÓN PEQUEÑO	18	Resultado de dividir para los 7 días de la semana y para dos usos cada 15 días		
BUSES	0			

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

Tabla 18. Tráfico inducido

NÚMERO DE VEHÍCULOS INDUCIDO (ENCUESTA)			
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
7	0	3	10
70.00%	0.00%	30.00%	100.00%

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

Por ultimo calculamos el TPDA actual sumando el tráfico existente, desviado e inducido.

Tabla 19. TPDA actual.

TRÁFICO ACTUAL (TPDA)			
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
41	3	17	61
67.21%	4.92%	27.87%	100.00%

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

4.3.5. CÁLCULO DEL TPDA.

El TPDA (tráfico promedio diario anual), es el número de vehículos diarios que en promedio espera que circule y se ha obtenido por observaciones en un año, que es volumen de tráfico anual dividido para 365 días.

Para la determinación del TPDA es suficiente establecer el tráfico, mediante los volúmenes de tránsito y en especial durante los días feriados

Para el cálculo del TPDA se realizó el conteo manual, el cual consiste en estar una persona en el sitio estratégico para estimar el tráfico vehicular.

A diferencia del conteo automático éste trabaja de la siguiente manera, por cada dos impulsos recibidos registran un vehículo.

Para el cálculo del TPDA del proyecto se utilizará la siguiente fórmula:

$$TPDA_{Proyecto} = Tráfico_{Futuro} + Tráfico_{Atraído} + Tráfico_{Generado} + Tráfico_{Por\ Desarrollo}$$

4.3.5.1. TRÁFICO FUTURO.

Este estudio se basa en el tránsito actual para determinar el tránsito futuro con una predicción de 20 años, del cual obtenemos datos para el diseño geométrico.

Mediante la fórmula de crecimiento tenemos:

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

Utilizamos la tabla de tasa de crecimiento para la provincia de Chimborazo.

Tabla 20. Tasas de crecimiento anual de tráfico vehicular.

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE TRÁFICO VEHICULAR (%)			
PERÍODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2005-2010	3,87	1,32	3,27
2010-2015	3,44	1,17	2,90
2015-2020	3,10	1,05	2,61
2020-2030	2,82	0,96	2,38

Fuente: GAD Provincial de Chimborazo

Cálculo tipo:

$$TPDA \text{ Futuro} = TPDA \text{ Actual} (1 + i)^n$$

$$TPDA \text{ Futuro} = 41 (1 + 0.0310)^{20} + 3(1 + 0.0105)^{20} + 17(1 + 0.0261)^{20}$$

$$TPDA \text{ Futuro} = 76 + 4 + 28$$

$$TPDA \text{ Futuro} = 108 \frac{\text{vehículo}}{\text{día}}, \text{ para el año 2037}$$

n= 20, se calcula para período de diseño

Tabla 21. Cálculo del TPDA futuro

PERÍODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
1	43	4	28	74
2	44	4	28	76
3	45	4	28	77
4	47	4	28	79
5	48	4	28	80
6	50	4	28	82
7	51	4	28	83
8	53	4	28	85
9	54	4	28	86
10	56	4	28	88
11	58	4	28	90
12	60	4	28	91
13	61	4	28	93
14	63	4	28	95
15	65	4	28	97
16	67	4	28	99
17	69	4	28	101
18	72	4	28	103
19	74	4	28	106
20	76	4	28	108

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

4.3.7. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA.

Con los resultados obtenidos del cálculo del tráfico diario y determinado los parámetros para el cálculo del TPDA del proyecto podemos anotar que las dos vías de acceso a diseñarse tienen características similares en el conteo del tráfico vehicular, obteniendo los siguientes resultados:

TPDA actual = 61 (Vehículo/día) y TPDA proyecto = 108 (Vehículo/día), que corresponde a una vía C3 que corresponde a una carretera de 2 carriles según la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12

Tabla 22. Clasificación funcional de las vías en Base al TPDA

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS VÍAS EN BASE AL TPDA			
DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)	
		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: (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 64).

C1 = Equivale a carretera de mediana capacidad

C2 = Equivale a carretera convencional básica y camino básico

C3 = Camino agrícola / forestal

VELOCIDAD DE PROYECTO= 40 km/h (MONTAÑOSO)

PENDIENTE MÁXIMA = 16%

4.4. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS ACTUAL DE LA VÍA.

4.4.1. TOPOGRAFÍA DEL SECTOR

La vía actual presenta características propias de un camino vecinal, la topografía del sector donde se ubica es montañosa, predominando gradientes longitudinales a pronunciadas y en otros sectores cortos de la vía una topografía ondulada.

Actualmente la vía tiene una longitud de 4.83 km, de principio a fin el terreno es montañoso, el trazado en su mayoría no cumple con la norma de diseño geométrico de vías del MTOP del Ecuador, tales como son tangente mínima, ancho mínimo, radios mínimos de curvaturas, distancias de visibilidad de parada y de rebasamiento, pendiente longitudinales y gradientes mínimos, razones por las cuales la vía en estudio no cumple con los parámetros de diseño y tampoco no brinda al conductor seguridad y confort al transitar por la misma.

4.4.2. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

4.4.2.1. ANCHO DE VÍA.

En los tramos de la vía actual, se encontraron anchos de superficie de rodadura que fluctúa de 2.94 m hasta 9.01 m siendo el ancho promedio de 5.98 m; además no existe bermas, alcantarillas, ni cunetas.

Ilustración 14. Alineamiento horizontal



Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

Tabla 23. Sección de la vía existente.

SECCION PROMEDIO DE LA VIA EXISTENTE			
ABSCISA	SECCION MINIMA (m)	SECCION MAXIMA (m)	SECCION PROMEDIO (m)
0+000 - 0+500	7.76	9.01	8.39
0+500 - 1+000	6.01	9.01	7.51
1+000 - 1+500	6.01	7.1	6.56
1+500 - 2+000	7.1	8.54	7.82
2+000 - 2+500	5.21	8.54	6.88
2+500 - 3+000	4.83	5.21	5.02
3+000 - 3+500	3.69	4.83	4.26
3+500 - 4+000	3.69	4.85	4.27
4+000 - 4+500	4.41	4.85	4.63
4+500 - 4+833.56	2.94	4.41	3.68

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

4.4.2.2.EVALUACIÓN DE CURVAS HORIZONTALES Y RADIOS DE CURVATURA.

Actualmente la vía cuenta con radios mínimos que fluctúan desde 5.37 m hasta 25.00 m, los tramos no presentan sobre-anchos ni peraltes. Para la propuesta planteada se rediseñaran las curvas cumpliendo con los radios mínimos de curvatura.

Ilustración 15. Carretera con radios de curva menor que la mínima



Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

Tabla 24. Radios mínimos críticos de curvatura presentados en la vía actual

RADIOS MÍNIMOS CRÍTICOS DE CURVATURA				
ABSCISA	RADIO CRITICO (m)	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD DE CURVA
0+000 - 0+500	10	0+462.65	0+476.09	23.44
0+500 - 1+000	15	0+615.12	0+630.69	15.57
1+000 - 1+500	15	1+138.75	1+167.86	29.11
1+500 - 2+000	25	1+749.26	1+760-79	11.53
2+000 - 2+500	15	2+248.20	2+256.54	8.33
2+500 - 3+000	20	2+778.17	2+788.30	10.13
3+000 - 3+500	15	3+277.23	3+289.83	12.59
3+500 - 4+000	15	3+708.26	3+714.27	6.01
4+000 - 4+500	5.37	4+211.01	4+214.88	3.88
4+500 - 4+833.56	14.37	4+722.63	4+737.06	14.42

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

4.4.2.3.EVALUACIÓN DEL ALINEAMIENTO VERTICAL

En el kilómetro 4+500 se encuentro la máxima gradiente de 24.10% en una longitud aproximada de 340.00 m, en toda la longitud del proyecto las gradientes oscilan entre 2.30 % y 24.10 %

Tabla 25. Pendientes mínimas y máximos actuales

PENDIENTE		
ABSCISA	MINIMO (%) CRITICAS	MAXIMO (%) CRITICAS
0+000 - 0+500	8.53	16.25
0+500 - 1+000	2.46	18.36
1+000 - 1+500	13.74	15.15
1+500 - 2+000	9.69	10.95
2+000 - 2+500	0.65	15.03
2+500 - 3+000	2.05	6.98
3+000 - 3+500	4.13	10
3+500 - 4+000	4.16	15.9
4+000 - 4+500	6.53	13.02
4+500 - 4+833.56	2.3	24.1

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

Comparando los datos de las pendientes verticales de la vía actual con las normas de la NEVI-12 en donde contempla que la pendiente máxima debe ser del 16% y la mínima de 0,50% determinamos que la vía no cumple en varios tramos del proyecto en estudio.

4.4.2.4. EVALUACIÓN DE BOMBEO, PERALTE Y SOBRES-ANCHOS.

En varios tramos de la vía en estudio se observa que las curvas horizontales no cuentan con peralte y sobre-ancho. Estas características se encuentran fuera de los rangos establecidos por la MTOP, por cual razón se realizará un rediseño de estos elementos.

Ilustración 16. Vía actual carece de bombeo, peralte y sobre-ancho



Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

4.4.3. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA GENERAL.

La vía en su totalidad es de material arenoso, existe un deterioro debido a las lluvias, al no contar con sistema de drenaje existe empozamiento y deterioro de la superficie provocando baches y huecos.

El clima en el sitio de estudio presenta períodos de lluvias bimodales, una precipitación promedio de 1.930 mm, una altitud de 3652 m.s.n.m. y está conformado por suelo residual.

En el sector del proyecto el suelo es un material orgánico cuyas propiedades son influenciadas por los cambios de humedades y densidades, conteniendo un alto % de humedad.

El tipo de suelo en la vía es de baja compresibilidad

Ilustración 17. Detalle de la vía actual



Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN.

Para la evaluación del Diseño Geométrico se consideró algunos factores importantes como: Cunetas, ancho de la calzada, capa de rodadura, radios máximos, radios mínimos, pendientes, secciones transversales.

Con la topografía actual de la vía se pudo determinar las deficiencias en el trazado geométrico, ancho de la calzada, radios máximos, radios mínimos, pendientes, secciones transversales no van acorde a las que requiere la Norma Vial Ecuatoriana NEVI-12.

El estudio de tráfico vial es el punto de partida para el conocimiento del comportamiento de una carretera. Para conteo del tráfico vehicular, fue estratégico ubicarse en la abscisa 0+950 m, debido a que es la intersección con la vía que conduce a Columbe, de esta manera se pudo contabilizar los vehículos para poder determinar el T.P.D.A. mediante la muestra obtenida durante 7 días seguidas por 12 horas cada día.

Por medio del conteo de tráfico vehicular, encuestas de origen - destino y encuesta domiciliarios se obtuvo TPDA futuro con una proyección de 20 años, se obtuvo un rango de 0 a 500 vehículos por día y se pudo conocer que la vía de acuerdo a la clasificación vigente es un camino agrícola/ forestal (C1) típico de zonas rurales, con estos datos se puede determinar flujos futuros de vehículos, y así implantar condiciones de diseño óptimos.

El diseño vertical no cumple con las pendientes máximas de hasta 16 %. El diseño horizontal presenta radios mínimos de 5.37 m lo cual limita la circulación de transporte pesado, debido a la erosión del suelo tiene ausencia de peraltes y sobreebancho.

La vía actual en proyecto no cuenta con mantenimiento rutinario ni periódico, no hay sistema de drenaje adecuado, lo cual en tiempo de lluvia provoca derrumbe de taludes dejando inhabilitadas las vías provocando inseguridad y limitando el desarrollo social, económico de los moradores del proyecto.

Con las características de la vía C3 denominado como camino agrícola/forestal, propiamente a las normas establecidas en la Norma Vial Ecuatoriana NEVI-12., se realizó la comparación con los valores de diseño geométrico adquiridos por el levantamiento topográfico.

El pre diseño horizontal presenta radios mínimos de 5.37 m lo cual restringe la circulación de transporte pesado, debido a la erosión del suelo tiene ausencia de peraltes y sobre anchos.

El pre diseño vertical presenta pendiente máximo de 24.10 % lo cual no cumple el 10% que establece según la Norma Vial Ecuatoriana NEVI-12.

La vía actual no cuenta con sistema de drenaje adecuado, lo cual en épocas de lluvia provoca desmoronamiento de taludes induciendo inseguridad y limitando el desarrollo social y económico de la comunidad.

La carretera presenta bajas condiciones de movimiento vehicular esto se debe principalmente por sus características geométricas y condiciones de la rasante.

Una vez evaluado de acuerdo a la Norma Vial Ecuatoriana NEVI-12 se constata que la vía no se construyó con estudio técnico.

Con las características de topografía, tráfico futuro y usando los criterios de la Norma Ecuatoriana Vial NEVI -12, se estableció una velocidad de diseño de 40 km/h, con esta velocidad se asegurará un eficaz desplazamiento y movilidad de vehículos.

De acuerdo a esta velocidad de diseño se implantará cada uno de los elementos geométricos de la vía.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. CONCLUSIONES.

- Mediante la reunión con los miembros de la comunidad se constató que la apertura de la vía existente fue realizada sin ningún tipo de estudio técnico por tal motivo existen bajas condiciones de movilidad vehicular.
- Al realizar la inspección visual se pudo constatar que la vía presenta malas condiciones en taludes, capa de rodadura y drenaje (no existe).
- Para el análisis del TPDA, se realizó el conteo vehicular manual durante 7 días consecutivos, con lo cual se obtuvo un valor de TPDA proyectado a 20 años de 108 Vehículos/día. Con el valor de TPDA obtenido se pudo clasificar que la vía un camino agrícola/ forestal (C3) típico de zonas rurales.
- La vía actual se encuentra sobre un terreno montañoso con pendientes máximas del 24.10%. la cual sobrepasa el 16% especificado en la Norma Vial Ecuatoriana NEVI-12.
- La vía actual no cuenta con sistema de drenaje en toda su longitud, tanto horizontal ni vertical.

6.2. RECOMENDACIONES.

- De acuerdo con el resultado en el estudio de tráfico TPDA y mediante normas establecidas por el M.T.O.P se recomienda realizar todo el proceso de diseño con el cumplimiento de las especificaciones para un camino agrícola/ forestal (C3) típico de zonas rurales y cumplir con la capa de rodadura de pavimento asfáltico como se menciona en las normas generando una mejor estética a la carretera.
- Se recomienda un diseño óptimo para obtener resultados favorables al momento de transitar y de seguridad, se cumpla a cabalidad el capítulo de señalización y seguridad vial que comprende la provisión de señalización horizontal y vertical.
- Se debe realizar un sistema de drenaje longitudinal y transversal como cunetas, obras de arte menor según lo requiera la vía que cumpla con las funciones de evacuar el agua de lluvias.

CAPÍTULO VII

7.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA.

DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE CEBOLLAR BAJO A INTERCEPTAR LA VÍA NAVAG – COLUMBE EN EL PUNTO (RAYOPUNGO - YATALOMA), PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

7.2. INTRODUCCIÓN.

Los caminos de baja intensidad de tránsito, como pueden ser aquellos de acceso del agricultor al mercado y los que enlazan a las comunidades, son partes necesarias de cualquier sistema de transporte que brinda servicios a la población en zonas rurales; para mejorar el flujo de bienes y servicios, además de promover el desarrollo, la salud pública, la educación, y como una ayuda en la administración del uso del suelo y de los recursos naturales. Al mismo tiempo, que define drásticamente el trazo de futuros proyectos de electrificación, distribución de agua potable, tratamiento y disposición de las aguas pluviales y de servicio. (Clarkson, H., 1982)

Cada proyecto de diseño de carreteras es único en cuanto a las características del área, los puntos obligatorios de circulación, valores de la comunidad, las necesidades de los usuarios de la carretera, y los probables usos de la tierra. Estos son factores únicos que el diseñador debe considerar en cada proyecto, haciendo uso del conocimiento sobre los principios básicos de la ingeniería, así como la experiencia y el adecuado criterio profesional que debe ser parte integral del arte del diseño de carreteras.

El presente documento pretende sintetizar de manera coherente los criterios modernos y el uso de software para el diseño geométrico de carreteras, estableciendo parámetros para garantizar la consistencia y conjugación armoniosa de todos sus elementos unificando los procedimientos y documentación requeridos para la elaboración y el desarrollo del trabajo de graduación titulado, **DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE CEBOLLAR BAJO A INTERCEPTAR LA VÍA NAVAG – COLUMBE EN EL PUNTO (RAYOPUNGO - YATALOMA), PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

Siendo las carreteras una de las principales obras de Ingeniería para la comunicación y comercialización entre varios países dentro de las inversiones de carácter público, los cuales influyen directamente en el modo de vida de las poblaciones ya que fomentan la integración regional y nacional produciendo mayores beneficios.

El diseño geométrico es la parte más importante dentro de un proyecto de construcción o mejoramiento de una vía, pues allí se va a ubicar los elementos de trazado de conformidad con el tipo de vía combinando tangentes, curvas circulares y de transición con su correspondiente sobre-ancho y peraltes en cada curva, para obtener seguridad y confort dentro de las condiciones generales de la carretera y de acuerdo a la velocidad de diseño del proyecto.

7.3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.

La propuesta consiste en el Diseño Geométrico de la vía de acceso mencionada, obteniendo el alineamiento horizontal, alineamiento vertical y sus respectivos planos, además del estudio de suelos, diseño del pavimento, Estudio hidráulico, señalización de tránsito y sus respectivos planos, análisis de precios unitarios y presupuesto total.

7.4. OBJETIVOS.

7.4.1. OBJETIVO GENERAL.

Realizar el diseño definitivo de la vía que conduce desde cebollar bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto (Rayopungo - Yataloma), perteneciente a la parroquia Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo.

7.4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.

- Realizar la topografía y representar a escala en los planos la superficie actual del terreno.
- Establecer el Tráfico promedio diario anual (TPDA) de la zona de estudio tomando en cuenta su proyección a futuro.

- Generar el alineamiento horizontal y vertical tomando en consideración Norma Ecuatorial Vial NEVI-12-MTOP basados en el confort, visibilidad, seguridad, viabilidad económica y sostenibilidad.
- Diseñar el drenaje que permita captar, conducir y evacuar el agua que se encuentra en la vía tanto superficial como subterránea.
- Calcular los volúmenes de obra para generar el presupuesto referencial con sus respectivos análisis de precios unitarios.

7.5. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA – TÉCNICA.

7.5.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

- **Trabajos de Campo.**

El levantamiento topográfico del presente estudio de ingeniería se llevó a cabo en el respectivo sector donde vamos a implantar la nueva vía.

Para la obtención de la faja topográfica se tuvo que efectuar los trabajos de campo para lo cual se utilizó la estación total que permite obtener los datos necesarios como:

1. Levantamiento topográfico, donde se va a realizar las aperturas de las vías.
2. Colocación de BM y referencias del proyecto en cada uno de los sitios respectivos.
3. Partiendo de la información de campo se procedió a realizar los planos generales de planta, perfil y secciones transversales.

El trabajo de campo se inició tomando los datos de la vía de acceso cebollar bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto (Rayopungo - Yataloma) con la ayuda de los dirigentes de la comunidad guiándonos por el eje vial ya establecido.

Se realizó el levantamiento de una topográfica de los dos laterales de la vía, 50 metros aproximadamente del eje de la vía en ambos lados, esto nos permitirá conocer los detalles de taludes, casas, terrenos, cultivos, pendientes, etc.

Conocer las rutas seleccionadas tomando en cuenta detalles complementarios para la perfecta determinación del área que se desee conocer y de los accidentes u objetos que es necesario localizar.

El tiempo de levantamiento topográfico duro 15 días laborables con la ayuda de 3 cadeneros, 1 topógrafo y un ayudante de topógrafo. (Norte, Este, Elevación, Descripción).

- **Trabajo de Oficina.**

Una vez obtenidos los datos de la topografía, con la utilización del programa AUTOCAD CIVIL 3D 2016, se procedió a trazar la faja topográfica de cada una de los sectores en donde se realizó el levantamiento topográfico, que nos permitirá realizar las alternativas de diseño geométrico de cada uno de los accesos viales.

Se debe aclarar que con la ayuda del mismo programa se diseñó con criterio técnico el resto de detalles de la carretera con los que se obtuvo el plano definitivo en el que consta la faja topográfica con curvas de nivel cada metro diferenciándose las curvas menores de las mayores, las mismas que se encuentran acotadas.

7.5.2. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS PLANIALTIMÉTRICAS DE DISEÑO.

La vía en actual presenta características propias de un camino vecinal, la topografía del sector donde se ubica es montañosa, predominando gradientes longitudinales a pronunciadas y en otros sectores cortos de la vía una topografía ondulada.

- Actualmente la vía tiene una longitud de 4.83 km, de principio a fin el terreno es montañoso, el trazado en su mayoría no cumple con la Norma Vial Ecuatoriana NEVI-12, tales como son tangente mínima, ancho mínimo, radios mínimos de curvaturas, distancias de visibilidad de parada y de rebasamiento, pendiente longitudinales y gradientes minamos, razones por las cuales la vía en estudio no cumple con los parámetros de diseño y tampoco no brinda al conductor seguridad y confort al transitar por la misma.

7.5.3. CRITERIO DE DISEÑO.

El objetivo de este estudio, es realizar el diseño de la vía desde cebollar bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto (Rayopungo - Yataloma) en base a criterios de diseño determinados por Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12, con lo cual el conductor pueda circular sin excesivas fluctuaciones de velocidad, en condiciones de seguridad y comodidad; fundamentalmente, adoptando características geométricas para un camino Agrícola Forestal C3, con topografía montañosa, utilizando los mejores criterios que la práctica de ingeniería vial recomienda, para conseguir un proyecto que garantice un óptimo nivel de servicio.

7.5.4. NORMAS DE DISEÑO.

Las normas de diseño que se utilizaron para el presente estudio se refieren básicamente a las normas vigentes por parte del MTOP como son en especial a la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12, además de:

- Normas de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas del Ecuador.
- Manual de Diseño AASHTO (American Association of State Higways Officials).

Al aplicar las especificaciones que constan en el manual indicado, se ha tratado de escoger el orden adecuado de la vía según el volumen de tráfico, obteniendo una vía de quinto orden, lo cual nos permite escoger los elementos geométricos tanto para el proyecto vertical como horizontal.

Las normas de diseño abarcan los siguientes elementos:

Valores básicos de diseño (velocidad, radios mínimos, pendientes longitudinales, pendientes transversales, espaldones y peraltes. Aplicados para el alineamiento vertical y horizontal.

7.5.5. CÁLCULO DEL TPDA DEL PROYECTO

Este estudio se basa en el tránsito actual para determinar el tránsito futuro con una predicción de 20 años, del cual obtenemos datos para el diseño geométrico.

Mediante la fórmula de crecimiento tenemos:

$$TPDA \text{ Futuro} = TPDA \text{ Actual} (1 + i)^n$$

Utilizamos la tabla de tasa de crecimiento para la provincia de Chimborazo.

Tabla 26. Tasas de crecimiento anual de tráfico vehicular.

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE TRÁFICO VEHICULAR (%)			
PERÍODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2005-2010	3,87	1,32	3,27
2010-2015	3,44	1,17	2,90
2015-2020	3,10	1,05	2,61
2020-2030	2,82	0,96	2,38

Fuente: GAD Provincial de Chimborazo

Cálculo tipo:

$$TPDA \text{ Futuro} = TPDA \text{ Actual} (1 + i)^n$$

$$TPDA \text{ Futuro} = 41 (1 + 0.0310)^{20} + 3(1 + 0.0105)^{20} + 17(1 + 0.0261)^{20}$$

$$TPDA \text{ Futuro} = 76 + 4 + 28$$

$$TPDA \text{ Futuro} = 108 \frac{\text{vehículo}}{\text{día}}, \text{ para el año 2037}$$

n= 20, se calcula para período de diseño

7.5.6. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA.

Con los resultados obtenidos del cálculo del tráfico diario y determinado los parámetros para el cálculo del TPDA del proyecto podemos anotar que las dos vías de acceso a diseñarse tienen características similares en el conteo del tráfico vehicular, obteniendo los siguientes resultados:

TPDA actual = 61 (Vehículo/día) y TPDA proyecto = 108 (Vehículo/día), que corresponde a una vía C3 que corresponde a una carretera de 2 carriles según la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12

Tabla 27. Clasificación funcional de las vías en Base al TPDA

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS VÍAS EN BASE AL TPDA			
DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)	
		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: (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 64).

C1 = Equivale a carretera de mediana capacidad

C2 = Equivale a carretera convencional básica y camino básico

C3 = Camino agrícola / forestal

7.5.8. VELOCIDAD DE DISEÑO.

La máxima velocidad a la que van a circular los vehículos en condiciones de seguridad en nuestro diseño será de 40 km/h de acuerdo a la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP.

7.5.9. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.

Para volúmenes de tráfico bajos (TPDA < 1.000) se usara la siguiente ecuación:

$$Vc = 0.8 Vd + 6.5$$

Donde:

V_c = Velocidad de circulación, expresada en kilómetros por hora.

V_d = Velocidad de diseño, expresada en kilómetros por hora.

En nuestro proyecto:

$$V_d = 40 \frac{km}{h}$$

$$T.PD.A. = 108 \frac{vehículos}{día} < 1000$$

Se utiliza la expresión:

$$V_c = 0.8 * V_d + 6.5$$

$$V_c = 0.8 * 40 + 6.5$$

$$V_c = 38.5 \frac{km}{hora}$$

La velocidad de circulación es de 38.50 km/h , la cual deberá ser respetada por los usuarios para evitar toda clase de accidentes.

7.5.10. RELACIÓN ENTRE LA VELOCIDAD DE DISEÑO CON LA VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.

Tabla 28. Relación entre la Velocidad de Circulación y Velocidad de Diseño.

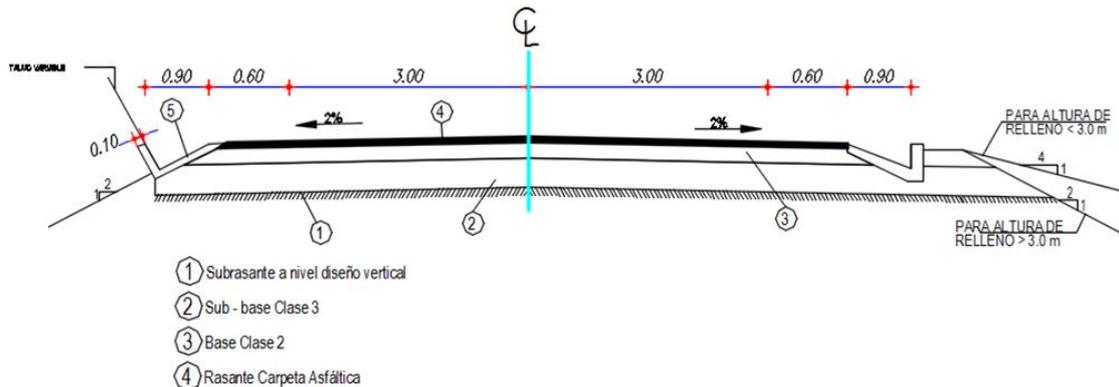
VELOCIDAD DE DISEÑO – Km/h	VELOCIDAD DE OPERACIÓN PROMEDIO – Km/h VOLUMEN DE TRÁNSITO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	-
120	105	85	-

Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 57).

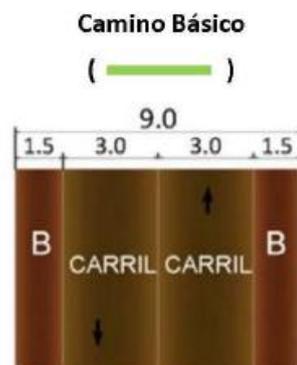
7.5.11. SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO.

La sección típica es la sección transversal que comprende ancho de vía y cunetas. En tramos rectos la sección transversal presenta bombeo con valores entre 1.5 % y 3 % para facilitar el drenaje superficial y evitar empozamiento de agua.

Ilustración 18. Sección típica del proyecto.



Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza



Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 65)..

El ancho de la sección transversal típica está constituida por el ancho de:

- Pavimento.
- Espaldones.
- Taludes interiores.
- Cunetas.

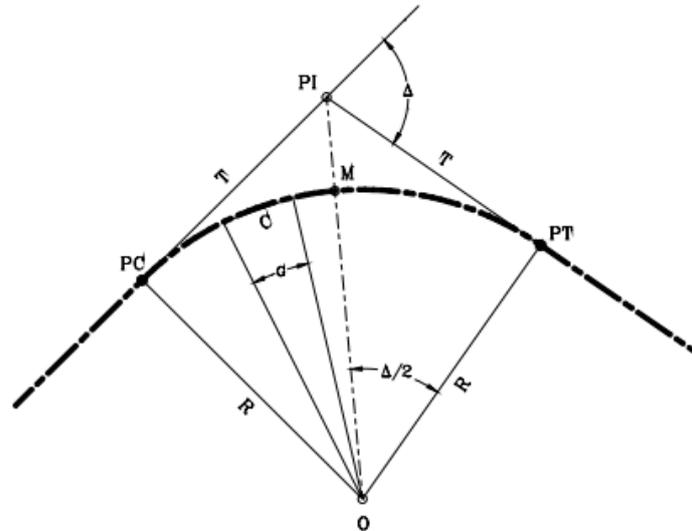
La sección típica de nuestro proyecto tendrá un ancho de diseño de 9,00 metros según Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP que corresponde a la sección del carril básico.

7.6. DISEÑO DE LA PROPUESTA.

7.6.1. DISEÑO HORIZONTAL.

7.6.1.1. CURVAS CIRCULARES.

Ilustración 19. Elementos de la curva circular simple.



Fuente: (AGUDELO, 2002, pág. 141)

Descripción de los Elementos De La Curva Circular Simple

Nomenclatura de la curva circular simple	
PI	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
PC	Punto en donde empieza la curva simple
PT	Punto en donde termina la curva simple
α	Ángulo de deflexión de las tangentes
Δ c	Ángulo central de la curva circular
θ	Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular
Gc	Grado de curvatura de la curva circular
Rc	Radio de la curva circular
T	Tangente de la curva circular o subtangente
E	External
M	Media Ordenada
C	Cuerda
Cl	Cuerda Larga
l	Longitud de un Arco
le	Longitud de la curva circular

7.6.1.2. RADIO MÍNIMO DE CURVATURA.

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

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

RADIO DE CURVATURA

$$f = 0.19 - 0.000626 \times V$$
$$f = 0.19 - 0.000626 \times 40$$
$$f = 0.165$$

RADIO MÍNIMO DE CURVATURA

DATOS:

e max = 8 %

f= 0.165

Vd= 40 km/h.

Entonces:

$$R = \frac{v^2}{127(e + f)}$$
$$R = \frac{40^2}{127(0.08 + 0.165)}$$

R = 46.7 m de radio de curvatura.

Para el proyecto: se utilizará un radio mínimo de curvatura igual 45 metros recomendada en la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP.

Tabla 29. Radios mínimos y grados máximos de Curva Horizontal para distintas Velocidades de Diseño

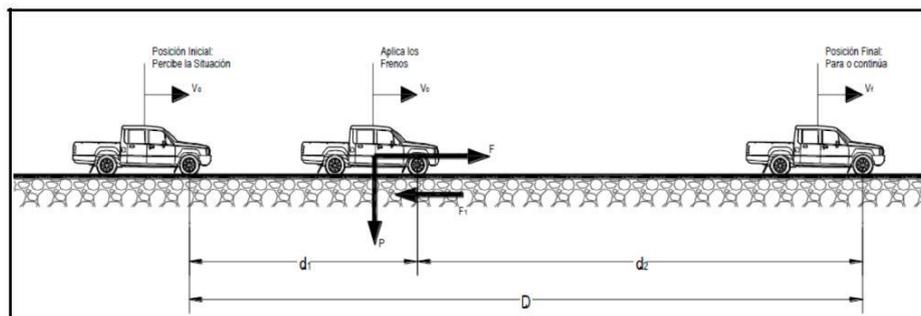
Radios mínimos y grados máximos de Curva Horizontal							
Velocidad de Diseño (km/h)	Factor de Fricción Maxima	Peralte máximo 4%			Peralte máximo 6 %		Grado de Curva
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		
		Calculado	Recomenda		Calculado	Recomenda	
30	0.17	33.7	35	32°44'	30.8	30	38°12'
40	0.17	60.0	60	19°06'	54.8	55	20°50'
50	0.16	98.4	100	11°28'	89.5	90	12°44'
60	0.15	149.2	150	7°24'	135.0	135	8°29'
70	0.14	214.3	215	5°20'	192.9	195	5°53'
80	0.14	280.0	280	4°05'	252.0	250	4°35'
90	0.13	375.2	375	3°04'	335.7	335	3°25'
100	0.12	492.1	490	2°20'	437.4	435	2°38'
110	0.11	635.2	635	1°48'	560.4	560	2°03'
120	0.09	872.2	870	1°19'	755.9	775	1°29'

Radios mínimos y grados máximos de Curva Horizontal							
Velocidad de Diseño (km/h)	Factor de Fricción Maxima	Peralte máximo 6 %			Peralte máximo 8 %		Grado de Curva
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		
		Calculado	Recomenda		Calculado	Recomenda	
30	0.17	28.3	30	38°12'	26.2	25	45°50'
40	0.17	50.4	50	22°55'	46.7	45	25°28'
50	0.16	82.0	80	14°19'	75.7	75	15°17'
60	0.15	123.2	120	9°33'	113.4	115	9°58'
70	0.14	175.4	175	6°33'	160.8	160	7°10'
80	0.14	229.1	230	4°59'	210.0	210	5°27'
90	0.13	303.7	305	3°46'	277.3	275	4°10'
100	0.12	393.7	395	2°54'	357.9	360	3°11'
110	0.11	501.5	500	2°17'	453.7	455	2°31'
120	0.09	667.0	665	1°43'	596.8	595	1°56'

Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 134)

7.6.1.3. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

Ilustración 20. Distancia de parada.



Fuente: Norma ecuatoriana vial NEVI-12-MTOP.

Ilustración 21. Distancia de visibilidad de parada en pendientes de bajada y subida

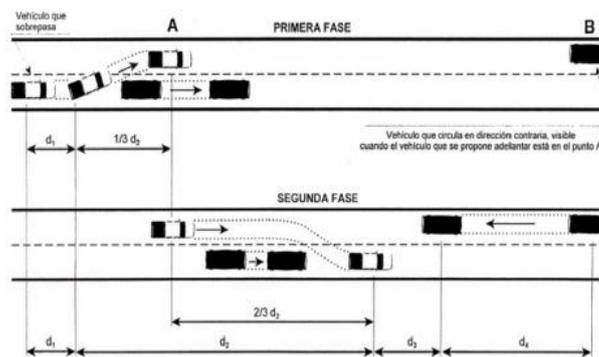
Velocidad de Diseño Km/h	Distancia de Parada en Bajadas (m)			Distancia de Parada en Subidas (m)		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
30	30.4	31.2	32.2	29.0	28.5	28.0
40	45.7	47.5	49.5	43.2	42.1	41.2
50	65.5	68.6	72.6	55.5	53.8	52.4
60	88.9	94.2	100.8	71.3	68.7	66.6
70	117.5	125.8	136.3	89.7	85.9	82.8
80	148.8	160.5	175.5	107.1	102.2	98.1
90	180.6	195.4	214.4	124.2	118.8	113.4
100	220.8	240.6	256.9	147.9	140.3	133.9
110	267.0	292.9	327.1	168.4	159.1	151.3

Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 128)

Para el proyecto se utilizará la distancia de parada de 49.50 metros en bajadas y 41.20 metros en subidas.

7.6.1.4. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO

Ilustración 22. Etapas de la maniobra para adelantamiento en carreteras de dos carriles.



Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 129)

Ilustración 23. Distancias mínimas de Diseño para Carreteras Rurales de dos carriles, en metros.

Velocidad de Diseño	Velocidades Km/h		Distancia mínima de adelantamiento (m)
	Vehículo que es rebasado	Vehículo que rebasa	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 130)

Para el proyecto se utilizará la distancia mínima de adelantamiento de 285 metros.

7.6.1.5. FACTOR MÁXIMO DE FRICCIÓN LATERAL Y TASA DE SOBREELEVACIÓN O PERALTE.

Ilustración 24. Tasas de sobreelevación

Tasa de Sobreelevación, "e" en (%)	Tipo de Area
10	Rural montañosa
8	Rural plana
6	Suburbana
4	Urbana

Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 132)

Para el proyecto el peralte máximo que se utilizará será el 8 %.

7.6.1.6. SOBRE ANCHOS EN CURVAS

DATOS:

Vd = 40 KPH

Radio mínimo = 45 m.

e = 8 %

At = 6.00 (ancho del pavimento en tangente)

c = 0.60 (valor relacionado con At)

$$U = 2.45 + R - \sqrt{R^2 + 37.21}$$

$$U = 2.45 + 45 - \sqrt{45^2 + 37.21}$$

$$U = 2.03$$

$$F_A = \sqrt{R^2 + 16.37} - R$$

$$F_A = \sqrt{45^2 + 16.37} - 45$$

$$F_A = 0.182$$

$$Z = \frac{V}{10 \times \sqrt{R}}$$

$$Z = \frac{40}{10 \times \sqrt{45}}$$

$$Z = 0.596$$

$$Ac = 2x(u + c) + F_A + Z$$

$$Ac = 2x(2.03 + 0.60) + 0.182 + 0.596$$

$$Ac = 6.038 \text{ m}$$

$$W = Ac - At$$

$$W = 6.038 - 6.00$$

$$W = 0.38 \text{ m}$$

Ilustración 25. Sobre ancho de la calzada en curvas circulares

TIPO Radio de Curva (m)	C1 Velocidad de diseño (Km/h)							C2 Velocidad de diseño (Km/h)							C3 Velocidad de diseño (Km/h)						
	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110
1500	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6
1000	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6
750	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
500	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1
400	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5		0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8		0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	
300	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5			0.6	0.7	0.7	0.8	0.8			0.9	1.0	1.0	1.1			
250	0.4	0.5	0.5	0.6				0.7	0.8	0.8	0.9				1.0	1.1	1.1	1.2			
200	0.6	0.7	0.8					0.9	1.0	1.1					1.2	1.3	1.3	1.4			
150	0.7	0.8						1.0	1.1						1.3	1.4					
140	0.7	0.8						1.0	1.1						1.3	1.4					
130	0.7	0.8						1.0	1.1						1.3	1.4					
120	0.7	0.8						1.0	1.1						1.3	1.4					
110	0.7							1.0							1.3						
100	0.8							1.1							1.4						
90	0.8							1.1							1.4						
80	1							1.3							1.6						
70	1.1							1.4							1.7						

Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 141)

Para el proyecto el sobre ancho de la calzada en curvas circulares es de 1.40 metros según la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP.

7.6.2. DISEÑO VERTICAL

7.6.2.1. PENDIENTES MÁXIMAS.

Cuando se emplee pendientes mayores a 10%, se recomienda que el tramo no exceda los 180 m.

Se considera óptimo no sobrepasar los límites máximos de pendientes que están indicados en la siguiente tabla:

Tabla 30. Pendientes máximas

Orografía	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
Velocidad (Km/h)				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7
90	6	6	6	6
100	6	5	5	5
110	5	5	5	5

Fuente: (NEVI-12_VOLUMEN_1, 2013, pág. 145)

Para el proyecto la pendiente máxima es del 10% según la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP.

7.6.2.2. PENDIENTES MÍNIMAS.

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

7.6.2.3. CURVAS VERTICALES.

La longitud mínima se calcula con la siguiente fórmula:

$$Lcv_{min} = 0.60 \times Vd$$

$$Lcv_{min} = 0.60 \times 40$$

$$Lcv_{min} = 24 \text{ m} \approx 30 \text{ m de longitud mínima de curvas verticales.}$$

Para la determinación de curvas verticales se selecciona el Índice de Curvatura K. La longitud de la curva vertical resultará de multiplicar el coeficiente K con el valor absoluto de la diferencia de las pendientes (A). (NEVI-12_VOLUMEN_2A, 2013, pág. 144)

$$L = K * A$$

Tabla 31. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa

Velocidad (Km/h)	Longitud Controlada por Visibilidad de Frenado		Longitud Controlada por Visibilidad de Adelantamiento	
	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)	Índice de Curvatura K
20	20	0,6	-	-
30	35	1,9	200	46
40	50	3,8	270	84
50	65	6,4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

El índice de curvatura es la Longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K=L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica

Fuente: Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP

Tabla 32. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava

Velocidad (Km/h)	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K = L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica.

Fuente: Norma para Estudios Viales NEVI-12 volumen 2 del MTOP

Considerando que la vía ya existe, se tratará de realizar el perfil vertical siguiendo la sobrasarte existente con el fin de economizar costos en la construcción.

Para el proyecto el índice de curvatura K para curvas verticales convexas es 84 y para las curvas verticales cóncavas 9 según la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP.

7.6.3. ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

Las estadísticas de accidentalidad en la provincia de Chimborazo, relacionadas con accidentes en las vías y la inexistencia de señalización de tránsito, confirman la necesidad de implementar estos dispositivos para garantizar eficientes niveles de seguridad a los usuarios y una buena operación en la circulación vehicular y peatonal.

7.6.3.1. OBJETIVO.

- **General:**

- El objetivo de este estudio es desarrollar el proyecto de señalización de tránsito para el DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE CEBOLLAR BAJO A INTERCEPTAR LA VÍA NAVAG – COLUMBE EN EL PUNTO (RAYOPUNGO - YATALOMA), PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO como complemento integral del estudio.

- **Específicos:**

- Realizar el proyecto de señalización horizontal y vertical, cumpliendo con las normas y especificaciones técnicas, según el Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.
- Realizar los planos y presupuesto del proyecto de señalización de tránsito.

7.6.3.2. ANÁLISIS PARA LA SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO

Se identificó los sitios conflictivos que podrían generar potenciales riesgos de accidentes; también los lugares donde el alineamiento geométrico y las pendientes podrían presentar restricciones a la visibilidad tanto del peatón como de los conductores; sitios donde por las características de la ocupación del suelo colindante y pendientes podrían requerir de límites máximos de velocidad y también la nomenclatura de identificación de centros poblados, puntos de interés que deben ser señalizados.

7.6.3.3. ALCANCE DEL ESTUDIO DE TRÁFICO.

El estudio tiene como objetivo reducir al mínimo posible la ocurrencia de accidentes, tanto en la etapa de reapertura y construcción, cuanto en la operación de la vía, permitiendo que los usuarios lleguen hacia sus destinos, con eficiencia y seguridad.

El estudio toma en cuenta los procedimientos, normas y especificaciones técnicas que se presentan en los documentos del Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

7.6.3.4. REQUISITOS GENERALES.

En función de los usuarios, la clase de carretera y el tráfico a circular, los dispositivos para el control del tránsito diseñados cumplen los siguientes requisitos fundamentales:

- Satisfacer una necesidad importante
- Llamar la atención
- Transmitir un mensaje claro
- Imponer respeto a los usuarios de la vía
- Ubicarlos en el lugar apropiado a fin de dar tiempo para reaccionar
- No utilizar un número excesivo de señales de tal manera de no distraer al usuario

7.6.3.5. PROYECTO DE SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO.

La señalización de tránsito, permite mejorar el nivel de servicio de la vía, facilitando al usuario su viaje y reducir o eliminar los riesgos de accidentes de tránsito.

Los dispositivos para el control de tránsito son elementos que, utilizando símbolos, colores, palabras, forma, contraste, composición y efecto reflejante, transmiten mensajes simples y claros tanto a conductores como a peatones para reglamentar, informar y alertar sobre las condiciones vigentes de circulación en la vía, de tal manera que la legibilidad y tamaño se combinen con la ubicación a fin de dar suficiente tiempo de reacción, Instituto Nacional de Vías.

La Señalización que utilizará el Proyecto se ha clasificado de la siguiente manera:

- Señalización Temporal.
- Señalización Permanente.

7.6.3.5.1. SEÑALIZACIÓN TEMPORAL.

La Señalización Temporal se colocará durante la construcción del Proyecto. La función de la señalización en esta etapa es la de guiar al tránsito a través de la carretera en construcción donde se ha de interrumpir el flujo vehicular, el cual debe ser orientado para la prevención de riesgos, tanto de los usuarios como del personal que trabaja en la vía.

Estas señales son temporales y su instalación se realizará previamente al inicio de la construcción, permanecerán el tiempo que duren los trabajos y serán retiradas cuando la vía esté completamente habilitada al tránsito.

En relación con la comunidad involucrada, la Señalización en la etapa de construcción se referirá a los siguientes temas:

- **Prevención de riesgos.**

Señalización a ubicarse en cada frente de obra activo, de acuerdo a la ejecución de las obras, y por lo tanto sujeta a ser removida y reubicada con frecuencia.

- Señalización de sitios de minas, plantas, escombreras, campamentos, bodegas, plataformas, etc.
- Señalización sobre eventos, tales como interrupciones programadas para facilitar la construcción o evitar accidentes, restricciones de uso, con los correspondientes horarios o calendarios, según fuera necesario.

- **Orientación general.**

Toda rotulación deberá ser clara, legible, concisa y se colocará en cada sitio donde sea útil, haciendo uso de los estándares nacionales e internacionales, en su orden, salvo que el constructor justifique la conveniencia de otros y la fiscalización lo apruebe.

- Letreros con Datos del Proyecto: Proyecto, Contratista, Longitud.
- Normas de respeto al ambiente, higiene, recomendaciones de comportamiento, precaución general, etc. Se detallan más abajo en Señales informativas.
- En relación con el personal del Contratista, la señalización preventiva deberá estar definida en el Manual de Seguridad que éste deberá someter a la aprobación de la Fiscalización al inicio del Proyecto, e incluirá por lo menos: Rotulación con información sobre las medidas y acciones necesarias a tomar por el personal para prevenir accidentes de trabajo, procedimientos operativos y normas de seguridad, incluyendo el uso de equipo adecuado, disposiciones sobre el uso de los servicios de campamentos, bodegas, etc., acciones inmediatas en caso de contingencias, deberes y derechos de los trabajadores, normas de respeto al ambiente, higiene, recomendaciones de comportamiento, etc.

7.6.3.5.2. SEÑALIZACIÓN PERMANENTE.

Durante la construcción de las obras de mejoramiento y ampliación de la vía, o luego de que ésta haya terminado, según el caso, se colocará rotulación permanente con pintura reflectante y anticorrosiva, que cumpla con las normas de Tránsito, Turismo o Ambiente, según corresponda.

Durante la construcción y operación se deberá mantener las señales limpias, sin vegetación de tal manera que facilite su visualización.

Los temas a los que se referirá la señalización permanente para esta carretera se han clasificado formalmente en los siguientes grupos:

- **General:** Se refiere a la señalización sobre poblados y sitios de referencia, escuelas, servicios públicos y turísticos, espacios reservados para equipamiento, etc.
- **Vial:** Velocidad límite, curvas, altas pendientes, estrechamientos, cruces de vías, etc., dependiendo del contenido, será clasificada como Reglamentaria o Preventiva.
- **Seguridad:** Identificará áreas de riesgo de derrumbes, aluviones, abismos, alta accidentalidad, etc.

La ubicación longitudinal y transversal de los dispositivos para el control de tránsito han sido diseñados de acuerdo al Manual interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras, es así que para este estudio se dividió en dos grupos de señales: Señalización Horizontal y Señalización Vertical.

Tanto en nuestro país como en el resto del mundo la señalización vertical se encuentra uniformizada y clasificada en tres tipos de señales: Preventiva, Reglamentaria o Restrictiva e Informativa.

Una vez definido el proyecto geométrico tanto horizontal como vertical de la vía, se procedió con el diseño de la señalización de tránsito, como se detalla a continuación y se refleja en los respectivos planos anexos al presente estudio.

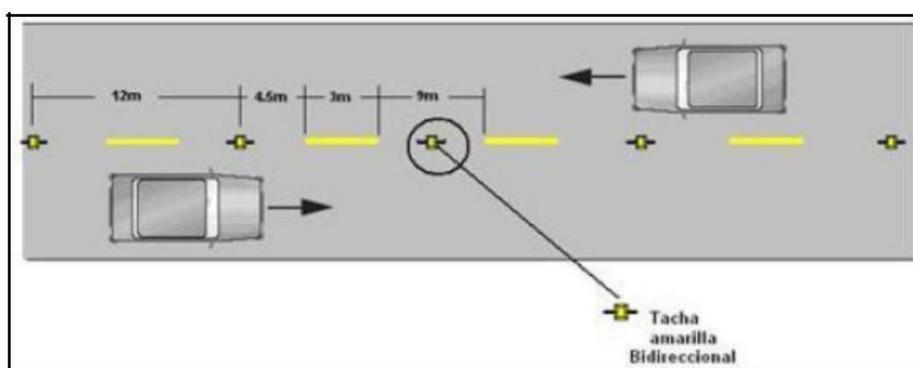
7.6.3.5.2.1. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.

La señalización horizontal corresponde a las rayas, símbolos y letras que se colocan o se pintan sobre los pavimentos, estructuras u objetos dentro o adyacentes a las vías, con el fin de informar a los usuarios, prevenir ciertos riesgos y regular o canalizar el tránsito.

Para la carretera, se ha considerado los siguientes tipos de marcas en el pavimento:

- **Marcas longitudinales centrales:** Son las rayas que se pintan en el eje de la vía con el fin de separar los dos sentidos de tránsito y se han clasificado en:
 - Línea segmentada: para todos los tramos en tangente y en curvas que tengan suficiente visibilidad para permitir el rebasamiento.

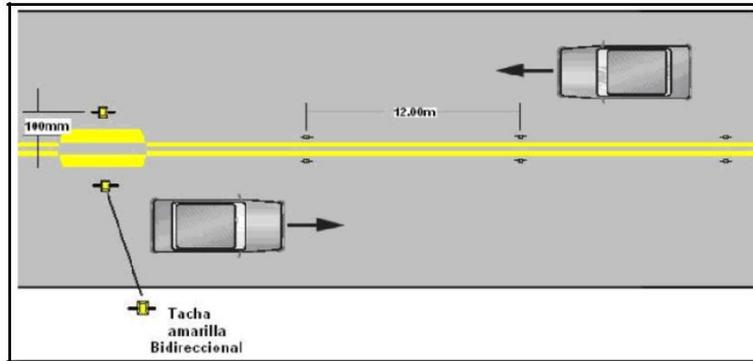
Ilustración 26. Línea segmentada de separación de circulación opuesta.



Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

- Línea continua: En todas las curvas horizontales, a un lado de la línea central en el tramo donde no es permitido el rebasamiento.

Ilustración 27. Doble línea continua



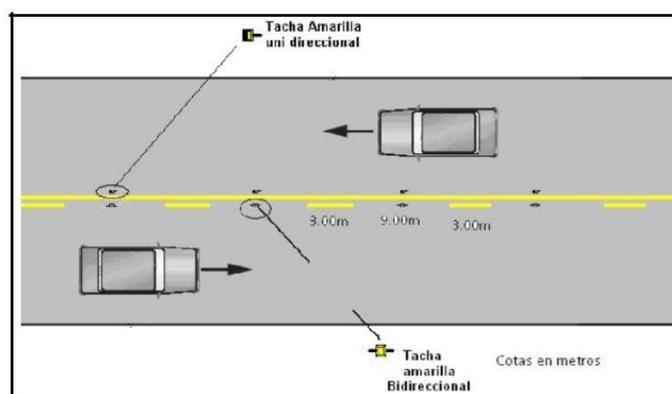
Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

- Raya mixta: Los vehículos siempre que exista seguridad pueden cruzar desde la línea segmentada para realizar el adelantamiento, prohibido hacerlo de la línea continua.

En todas las curvas verticales convexas, en la cima a un lado de la línea central donde la visibilidad no permite el rebasamiento.

- En todas las intersecciones, en sus aproximaciones, donde es conveniente impedir la invasión del carril opuesto, aquí se ha considerado la línea continua junto a la línea central también continua.

Ilustración 28. Línea mixta.



Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

La línea central segmentada para zona montañosa como es el caso de esta vía, los segmentos pintados serán de 2,50 m con espacios de 2,50 m de conformidad a las normas del MTOP.

El ancho de la raya central será de 0,10 m y su color amarillo, puesto que el MTOP regula el color amarillo como obligatorio para todos los ejes de las carreteras.

La pintura a utilizar será de buena calidad de conformidad a las normas del MTOP y se colocará adicionalmente micro esferas de vidrio para aumentar su retro-reflectividad.

- **Marcas longitudinales de espaldón:**

Esta raya será continua, ubicada entre el borde de la calzada y el espaldón con un ancho de 0.10 m y de color blanco, servirán para guiar a los conductores dentro de su carril, cuando las condiciones de visibilidad sean deficientes.

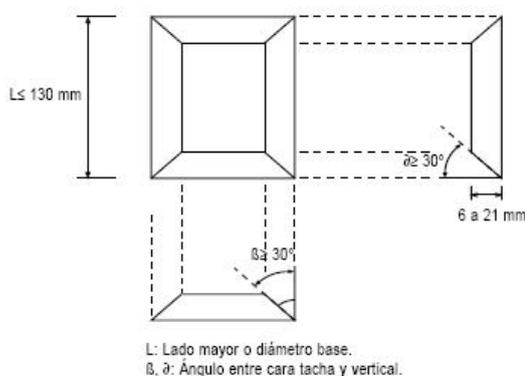
- **Cruce de poblaciones (Rompe Velocidades):**

Para evitar los riesgos de accidentes tanto para los usuarios de la vía, como para los peatones, se colocarán reductores de velocidad en la entrada y salida de las poblaciones.

- **Otros:**

Tratándose de señalización complementaria “tachas reflectivas”, estas pueden ser colocadas en el eje vial, o a un costado de ella, con el fin de que en las noches brindar seguridad.

Ilustración 29. Tachas reflectivas.



Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

7.6.3.5.2.2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL.

Las señales verticales son tableros fijados en postes o estructuras que contienen símbolos y leyendas cuyo objeto es prevenir a los conductores sobre la existencia de peligros, además de indicar determinadas restricciones o prohibiciones que limiten sus movimientos y finalmente proporcionar información necesaria para facilitar su viaje.

El proyecto de señalización de tránsito de la vía, requiere de la utilización de los siguientes tipos de señales verticales:

7.6.3.5.2.2.1. SEÑALES REGLAMENTARIAS (CÓDIGO R).

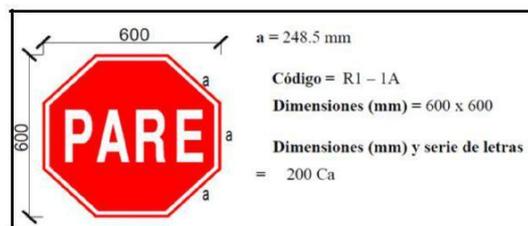
Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito.

En el presente estudio, se utilizará la señal reglamentaria relativa al derecho de pase: PARE, la misma que indicará a los conductores que deberán efectuar la detención de su vehículo en los sitios señalizados. Tiene forma octogonal; es de color rojo con letras y marco blanco; y, con dimensiones de 0.60m x 0.60m.

- **Pare (R1-1).**

Se instala en las aproximaciones a las intersecciones, donde una de las vías tiene prioridad con respecto a otra, y obliga a parar al vehículo frente a ésta señal antes de entrar a la intersección. Leyenda y borde retroreflectivo blanco Fondo retroreflectivo rojo

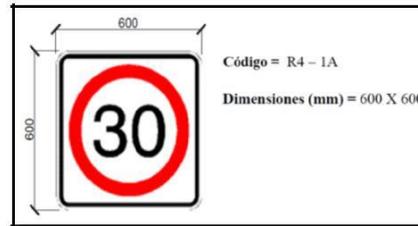
Ilustración 30. Señalización vertical: Pare.



Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

Además, se utilizará la señal, Límite Máximo de Velocidad, que tiene por objeto recordar a los usuarios el valor de la velocidad reglamentaria que para este tipo de vía será de 25 km/h.

Ilustración 31. Señal vertical, límite máximo de velocidad.



Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

Las señales descritas se ubicarán a la derecha en el sentido del tránsito, en ángulo recto con el eje del camino, conforme a las abscisas establecidas en la siguiente tabla.

7.6.3.5.2.2.2. SEÑALES PREVENTIVAS (CÓDIGO P).

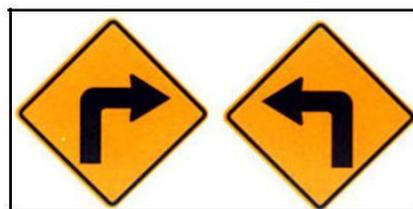
Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma.

Los tipos de señales preventivas que se utilizaran en el proyecto son:

- **Curva peligrosa a la derecha y curva peligrosa a la izquierda:**

Estas señales se emplearán para advertir al conductor la proximidad de una curva peligrosa a la izquierda, o a la derecha, en la cual se hace necesario reducir la velocidad de operación del sector en un 30% o más, o cuando las características físicas y de visibilidad de la curva conlleven riesgo de accidente. Se usarán para prevenir la presencia de curvas de radio menor de 40m.

Ilustración 32. Curva peligrosa a la derecha y curva peligrosa a la izquierda.

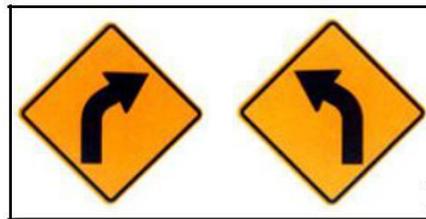


Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

- **Curva pronunciada a la derecha y curva pronunciada a la izquierda:**

Estas señales se emplearán para advertir al conductor la proximidad de una curva pronunciada a la izquierda o a la derecha, en la cual es necesario reducir la velocidad de operación del sector en un valor comprendido entre el 30% y el 10% de la misma, para realizar la maniobra en forma segura. Se usarán para prevenir la presencia de curvas de radio de 40m a 300m con ángulo de γ y para aquellas de radio entre 80 y 300m.

Ilustración 33. Curva pronunciada a la derecha y curva pronunciada a la izquierda.



Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

- **Curva y contra curva peligrosas (derecha-izquierda); y, curva y contra curva peligrosas (izquierda-derecha):**

Estas señales se emplearán para advertir al conductor la proximidad de una curva peligrosa a la izquierda o a la derecha, seguidas de una contra curva de características similares. Se emplearán para indicar la presencia de dos curvas de sentido contrario, separadas por una tangente menor de 60m, y cuyas características geométricas son las indicadas en las señales de curva para el uso de la señal.

Ilustración 34. Curva y contra curva peligrosas (derecha-izquierda); y, curva y contra curva peligrosa (izquierda-derecha).

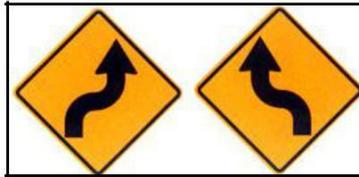


Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

- **Curva y contra curva pronunciadas (derecha-izquierda); y, curva y contra curva pronunciadas (izquierda-derecha):**

Estas señales se emplearán para advertir al conductor la proximidad de dos curvas de sentido contrario, con radios inferiores a 300 metros y superiores a 80m, separados por una tangente menor de 60m.

Ilustración 35. Curva y contra curva pronunciadas (derecha-izquierda); y, curva y contra curva pronunciadas (izquierda-derecha).



Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

7.6.3.5.2.2.3. 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. Y se clasifican en los siguientes grupos.

- Señales de información de Guía (I1).
- Señales de información de Servicios (I2).
- Señales de información misceláneos (I3).
- Señales de información de guía (I1).
- Serie anticipada de advertencia de destino (I1-1).
- Serie de decisión de destino (I1-2).
- Serie de postes de kilometraje (D1-7).

Ilustración 36. Señales informativas.

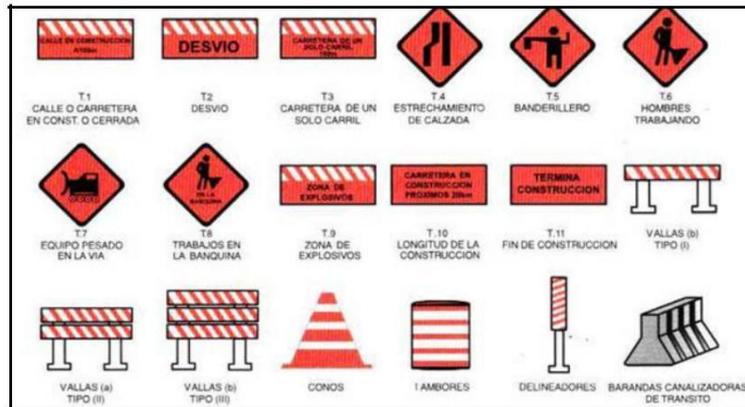


Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

- **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.

Ilustración 37. Señales verticales de trabajos en la vía.



Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

7.6.3.5.2.2.4. UBICACIÓN DE SEÑALES VERTICALES.

Todas las señales se colocarán al lado derecho de la vía, considerando el sentido de circulación del tránsito, en forma tal que el plano frontal de la señal y el eje de la vía forme un ángulo comprendido entre 85° y 90° para que su visibilidad sea óptima al usuario.

Ilustración 38. Altura y localización lateral de las señales.



Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

Para el proyecto, el extremo izquierdo de la señal deberá estar mínimo a una distancia horizontal 0.60 m. desde el borde externo de la cuneta y el borde inferior de la señal será colocado a 2 m. desde el nivel superior del pavimento. De forma general las señales son colocadas al lado derecho en relación al sentido de circulación de los vehículos, sin embargo en este particular caso se ha creído conveniente colocar algunas señales también en el lado izquierdo con el fin de facilitar al conductor una adecuada visibilidad a la señal.

7.6.3.5.2.2.5. MATERIALES PARA LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL.

Conforme a los criterios y recomendaciones del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F 2000 y de las Especificaciones Técnicas para Materiales y Para la Colocación de Señales en Obras Viales, MTOP, 1994, los materiales para la señalización vertical serán los siguientes:

- **Poste:** Puede ser tubo de 2” de diámetro, galvanizado o perfil Omega, de 3 metros de longitud, de los cuales deberán ser embebidos 50 cm. en el piso con un hormigón de 180 Kg/cm². En la parte inferior del poste se soldarán al menos 3 chicotes para arriostrar el poste al hormigón a fundirse en sitio.
- **Base:** La base deberá ser un cubo excavado de 50 cm. por 50 cm. por 50 cm., el cual deberá ser rellenado una vez que se coloque el poste, con hormigón de 180 Kg/cm².
- **Placa o Pantalla:** La placa deberá ser de las dimensiones indicadas para cada tipo de señal, la misma que será de Aluminio Anodizado, con bordes redondeados y de un espesor no inferior a 2 mm. El anodizado del aluminio, tiene como objetivo fundamental evitar la reflexión de los rayos solares en dirección a la visual de los conductores, por lo que se constituye obligatorio contar con este tipo de material tratado.
- **Anclaje Poste – Placa:** El anclaje del poste y de la placa deberá realizarse a través de 2 pernos galvanizados, los mismos que una vez colocados y ajustados, deberán ser remachados en el extremo de la tuerca para evitar acciones vandálicas o dolo.
- **Material Reflectivo:** El papel refractivo a colocarse en las señales, deberá ser de la especificación GRADO ALTA INTENSIDAD (INDUSTRIAL), excepto para las orlas,

símbolos y letras, que deberán ser mate y no reflectivo. Ningún elemento reflectivo tendrá juntas o uniones tanto en el fondo, orlas, bordes, símbolos o letras, pues deberán ser de una sola pieza, excepto en las señales que se requiera realizar juntas, debido a las dimensiones de los materiales de los fabricantes.

7.6.3.5.2.2.6. SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL:

Con el fin de concientizar a la población y a los usuarios de la vía en general, sobre la necesidad de preservar los recursos naturales, se colocarán rótulos ambientales con mensajes de conservación del ambiente, como los siguientes:

- Preservemos la naturaleza
- Cuidemos los árboles
- Disfruta del paisaje andino
- Conservemos el medio ambiente
- No arroje basura a la vía
- No contaminemos el agua
- Salvemos la vida silvestre

7.6.4. ESTUDIO HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO DE ESTRUCTURAS DE ARTE MENOR.

7.6.4.1. INTRODUCCIÓN:

En los últimos años la realización de estudios hidrológicos e hidráulicos en el desarrollo de proyectos ha tomado gran importancia, a causa de las consecuencias que la ausencia de los mismos ha traído consigo. De esto depende la importancia que tiene un estudio integral y completo, puesto que un análisis bien concebido y realizado permite garantizar el mejor funcionamiento de esta estructura y en muchos de los casos mejorar los costos económicos de una estructura y por otro lado mejora la actividad de grandes conglomerados humanos por lo que se obtienen grandes ventajas económica. Es por lo tanto gran responsabilidad del ingeniero hidráulico de proveer el mejor análisis en función de la información básica disponible. (Fiallos, L., 2014)

Los trabajos consisten en determinar los diferentes parámetros hidrológicos e hidráulicos, que permitan el diseño, cálculo y dimensionamiento del sistema de drenaje de la vía superficial como subterráneo y especificar la correcta evacuación de los flujos de agua, que se espera se produzcan a un determinado nivel de riesgo y que incidan sobre la misma.

El propósito fundamental del drenaje es la eliminación del agua o humedad que en cualquier forma pueda perjudicar al camino. Este se consigue que las aguas que llegan a la vía tengan que ser evacuadas buscando inmediata salida, o sea se trata de captar y conducir las aguas que puedan perjudicar al camino, afectando directamente a la vida útil del camino.

7.6.4.2. OBJETIVOS:

- **General.**

Realizar el Estudio Hidrológico e Hidráulico para el Diseño de estructuras de arte menor para el DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE CEBOLLAR BAJO A INTERCEPTAR LA VÍA NAVAG – COLUMBE EN EL PUNTO (RAYOPUNGO - YATALOMA), PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

- **Específicos.**

- Analizar la red hidrográfica existente y las condiciones de drenaje de la subcuenca.
- Determinar las características meteorológicas de la zona de influencia de la vía, esta información se tomara de los registros que brinda el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), con el fin de encontrar su caudal de diseño.
- Dimensionar y proyectar longitudinalmente, la cuneta tipo, con los datos obtenidos del estudio hidrológico con el fin de evacuar las aguas superficiales, que llegaran a las vías en estudio.
- Diseñar y proyectar transversalmente las alcantarillas tipo con los resultados obtenido del estudio hidrológico con el fin de evacuar las aguas superficiales y proteger la estructura de pavimento.

7.6.4.4. GENERALIDADES.

La vía de estudio se encuentra localizada en la Parroquia Sicalpa, Cantón Colta, Provincia de Chimborazo, es parte de la red vial interparroquial del Cantón Colta.

Tabla 33. Coordenadas de la vía a diseñarse.

LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
9803243.102	745778.611	3652.194

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

Con el presente estudio se pretende definir los caudales máximos superficiales de la Subcuenca trazada en donde influye el proyecto vial, para así diseñar las obras de arte menor, con los datos obtenidos del estudio hidrológico con el fin de evacuar las aguas superficiales, que llegaran a la vía en estudio.

7.6.4.5. METODOLOGÍA.

Iniciado los trabajos del estudio hidráulico e hidrológico refiriéndose a los dos ejes viales que se va a brindar la apertura, nos enfocaremos a realizar una inspección de campo, para observar, analizar el lugar donde se implantará los accesos a las comunidades.

Posterior a ello, se recopilara información base, como son cartas topográficas, planos, información meteorológicas e hidrológicas, y las analizaremos para determinar los caudales establecidos de acuerdo a las condiciones topográficas.

Una vez analizado las informaciones hidrológicas, pasaremos al diseño de obras de arte menor, ayudados por la hidráulica, utilizaremos el método racional y las ecuaciones necesarias para brindar diseños de estructuras adecuadas y seguras.

Finalmente se propondrá un sistema adecuado con todas las características y se lo implantara en los respectivos planos viales.

7.6.4.6. DATOS GENERALES DE LAS ESTACIONES.

En las siguientes tablas se presentan las estaciones disponibles de todo el país:

Tabla 34. Tipo de estación.

CÓDIGO DE TIPO	TIPO DE ESTACIÓN
AN	Anemográfica
AP	Agrometereológica
AR	Aeronáutica
CE	Climatología Especial
CO	Climatología Ordinaria
CP	Climatología Principal
PC	Plataforma Colectora de Datos
PG	Pluviográfica
PV	Pluviométrica
RS	Radio Sonda

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza
Fuente: INAMHI

Tabla 35. Código de la Provincia

CÓDIGO DE LA PROVINCIA	NOMBRE DE LA PROVINCIA
1	Azuay
2	Bolívar
3	Cañar
4	Carchi
5	Cotopaxi
6	Chimborazo
7	El Oro
8	Esmeraldas
9	Guayas
10	Imbabura
11	Loja
12	Los Ríos
13	Manabí
14	Morona Santiago
15	Napo
16	Pastaza
17	Pichincha
18	Tungurahua
19	Zamora Chinchipe
20	Galápagos
21	Sucumbíos
22	Orellana
23	Santo Domingo de los Tsáchilas
24	Santa Elena

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

Fuente: INAMHI

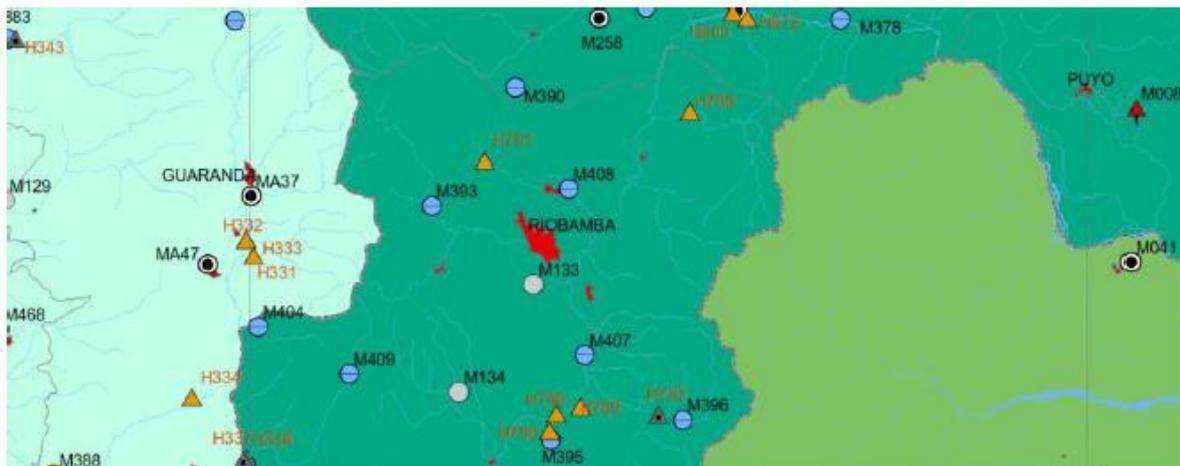
Tabla 36. Código de la Cuenca.

CÓDIGO DE CUENCA	CUENCA DEL RÍO	DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA
010	Mataje	Mira
020	Mira	Mira
030	Carchi	Mira
040	Verde	Esmeraldas
050	Cayapas – Onzole	Esmeraldas
060	Muisne	Esmeraldas
070	Cojimíes	Esmeraldas
080	Esmeraldas	Esmeraldas
090	Jama	Manabí
100	Chone	Manabí
110	Portoviejo	Manabí
120	Jipijapa	Manabí
130	Guayas	Guayas
140	Zapotal	Guayas
150	Taura	Guayas
160	Cañar	Guayas

170	Balao	Jubones
180	Jubones	Jubones
190	Arenillas	Jubones
200	Puyango	Puyango
210	Catamayo	Puyango
220	San Miguel – Putumayo	Napo
230	Aguarico	Napo
240	Napo	Napo
250	Curaray	Napo
260	Pastaza	Pastaza
270	Tigre	Pastaza
280	Santiago	Santiago
290	Morona	Santiago
300	Mayo Chinchipe	Santiago
310	Cenepa	Santiago
320	Galápagos	Galápagos

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza
Fuente: INAMHI

Ilustración 39. Mapa de estaciones Meteorológicas del sector.



Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza
Fuente: INAMHI

7.6.4.6.1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA PARA EL PROYECTO.

- ESTACIÓN METEOROLÓGICA RIOBAMBA POLITÉCNICA**

Nombre: Riobamba Politécnica
 Código: M1036.
 Latitud: 1G 39'00"S.
 Longitud: 78G 39'00"W.
 Elevación: 2740,00 m.s.n.m.

7.6.4.6.2. PLUVIOMETRÍA Y PRECIPITACIÓN.

La escorrentía en la zona de estudio, se origina de las precipitaciones de la misma zona. El primer aspecto a considerar es la recopilación de antecedentes básicos y procesamiento de información recolectada.

- DATOS DISPONIBLES DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA RIOBAMBA POLITÉCNICA.**

Tabla 37. Valores Pluviométricos Mensuales Estación Riobamba La Politécnica.

VALORES PLUVIOMÉTRICOS MENSUALES													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2011	44.7	137.1	43.7	157.5	32.6	32.1	12.4	14.2	8.4	17.4	126.4	67.6	694.1
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS													
2012	62.2	58.3	28.5	96.6	6.6	11.1	6.6	8.7		95.2			
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS													
2013	9.6	90.5	29.9	43.8	68.5	17.3	6.0	8.5	6.6	49.3	37.2	18.2	385.4
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS													
2014	81.7	15.8	75.2	38.0	89.4	38.0	12.6	19.7	65.2	61.7	28.4	8.8	64.5
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS													

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza
 Fuente: INAMHI

7.6.4.6.3. CLIMA.

El clima está determinado por los registros estadísticos de la estación meteorológica RIOBAMBA – POLITÉCNICA ubicada en la cercanías al área de influencia del proyecto y con información climatológica del año 2014. El proyecto está ubicado en una zona de humedad moderada para un rango altitudinal de 2620 m.s.n.m. Su clima es frío y tiene una temperatura anual que varía desde los 5°C hasta los 15°C.

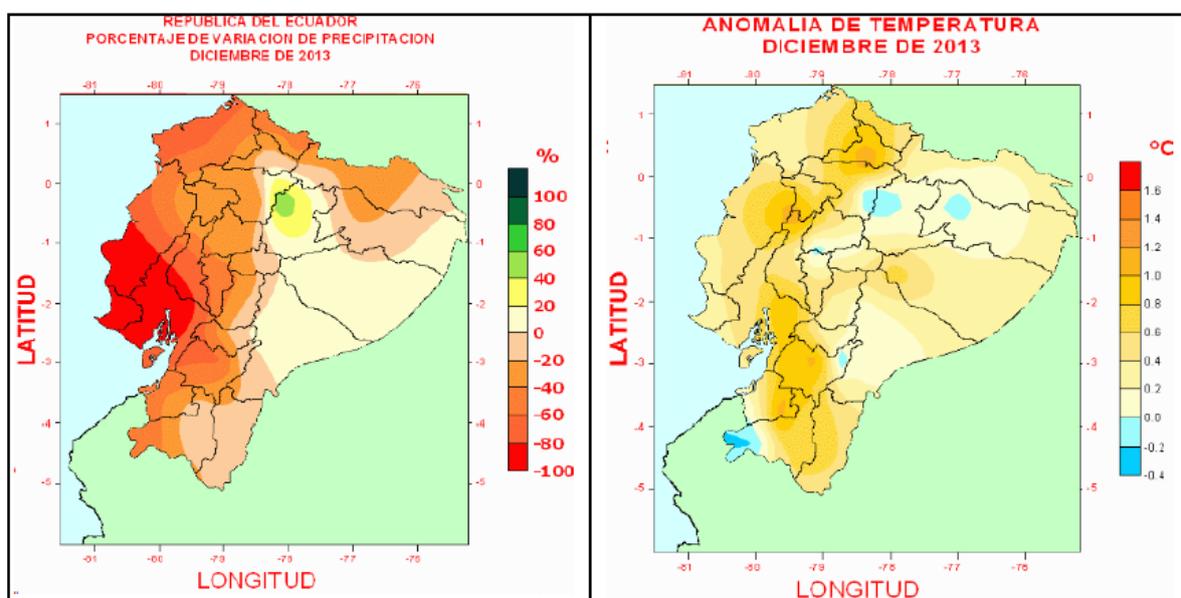
7.6.4.6.4. VIENTOS.

Según la estación RIOBAMBA – POLITÉCNICA M1036 (1039'00" SUR 78039'00" OESTE) la dirección a la que viajan es de NORESTE por los meses de junio, y SUR ESTE por los meses de noviembre. La velocidad media para el año 2014 fue de 2.1 m/s.

7.6.4.6.5. HUMEDAD ATMOSFÉRICA.

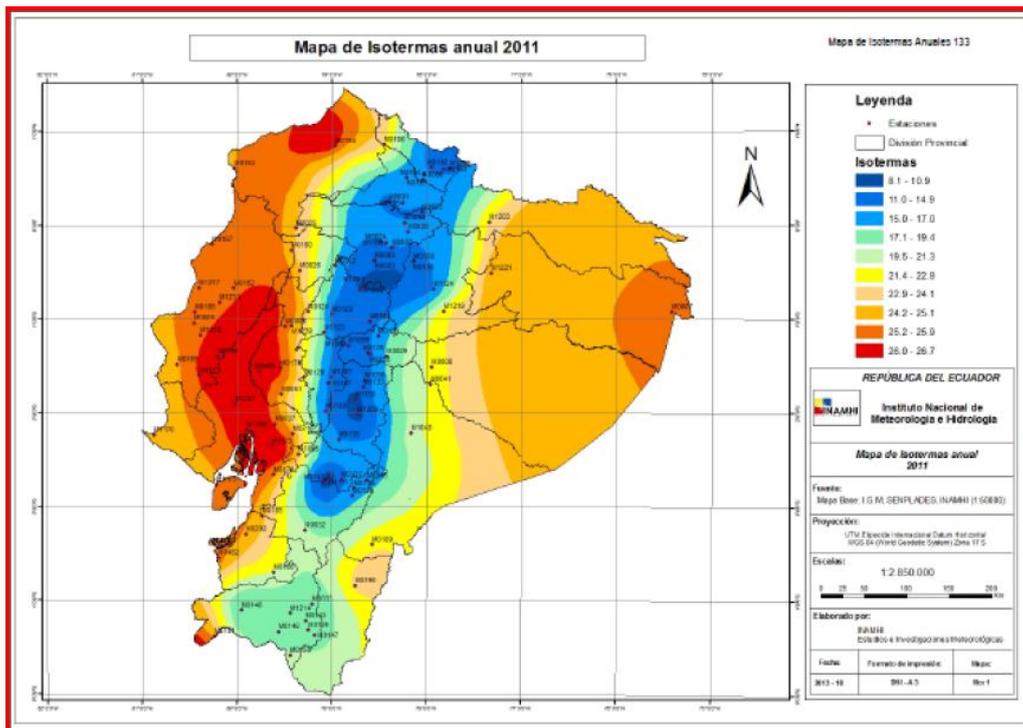
La humedad relativa existente en la zona es de 72% anual y es casi constante a lo largo de todo el año con variaciones entre el 61% y 79%.

Ilustración 40. Variación precipitación, anomalía temperatura.



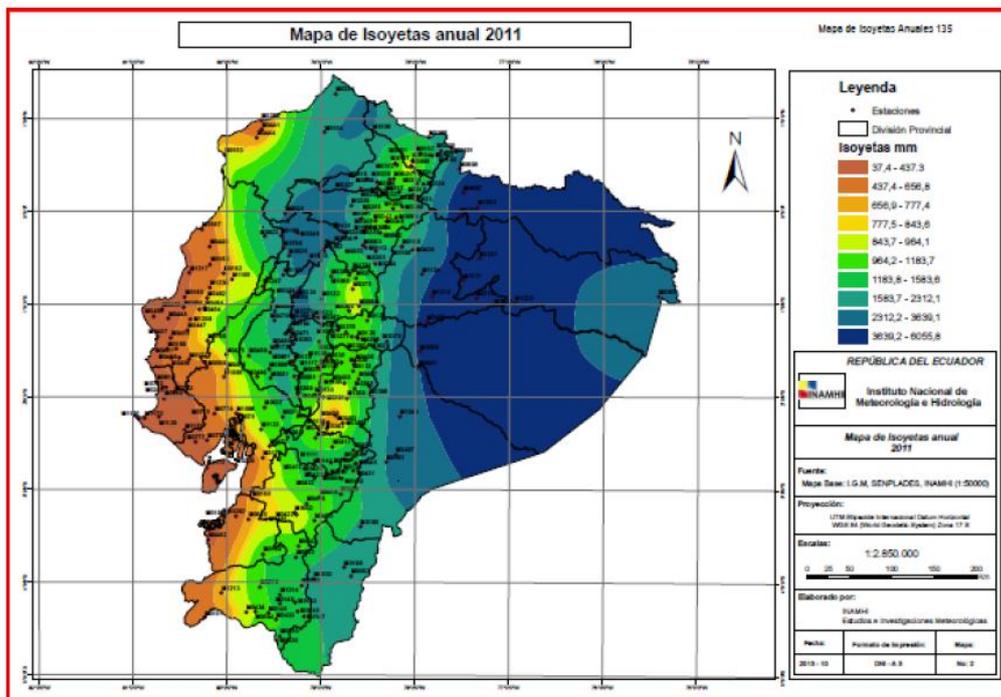
Fuente: INAMHI

Ilustración 41. Mapa de Isothermas anual 2011.



Fuente: INAMHI

Ilustración 42. Mapa de Isoyetas anual 2011.



Fuente: INAMHI

7.6.4.8. DELIMITACIÓN DE LA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA CHAMBO.

7.6.4.8.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA SUBCUENCA.

La subcuenca del río Chambo tiene una superficie de 3571 Km² y forma parte del sistema hidrográfico del río Pastaza, que pertenece a la vertiente del Amazonas. El río principal de la subcuenca es el río Chambo, con una longitud de unos 273 Km, hasta la confluencia con el río Patate, desde donde toma el nombre de Pastaza. El relieve de esta subcuenca es bastante irregular, exceptuando la llanura de Tapi, en donde se encuentra la ciudad de Riobamba. Esta región es muy poblada y está dotada de una red vial más o menos buena.

La variación de las precipitaciones anuales en la subcuenca es grande, pues existen zonas con precipitaciones menores a 500 mm, mientras que en la parte oriental las precipitaciones superarían los 2000 mm. Los cambios de esta variable, en cortas distancias, pueden ser significativos, en función de las condiciones orográficas (altitud, orientación de las vertientes).

En las partes más altas de la subcuenca, correspondientes a las cimas de los volcanes Chimborazo y Tungurahua, se encuentran glaciares que, aunque cubren áreas pequeñas, pueden influir en la regularidad de los cursos de agua que se alimentan de ellos.

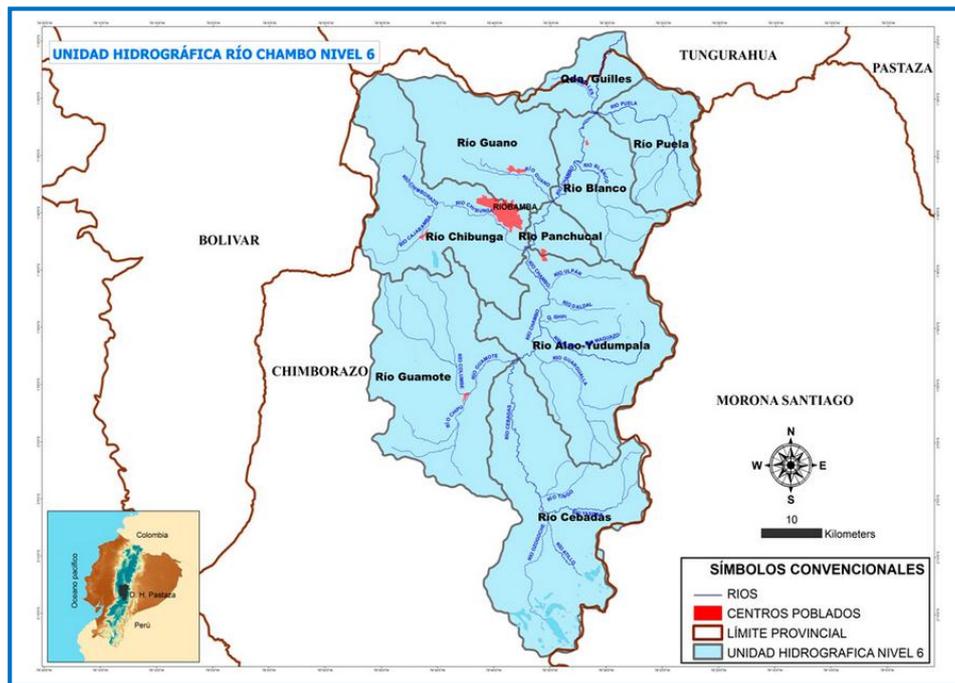
Inmediatamente bajo de la zona de glaciares se encuentra la zona de páramos, que se extiende hasta un límite aproximado entre 3600 y 4000 msnm y que se caracteriza por estar frecuentemente envuelta en una neblina densa y por la ocurrencia de lluvias de larga duración pero de débil intensidad. La vegetación es herbórea (pajonal) de poca altura, careciendo prácticamente de arbustos y árboles. Esta zona regula en buena medida la esorrentía durante los períodos secos (verano), manteniendo los caudales de estiaje.

A continuación, hacia abajo, se encuentran zonas de cultivos, generalmente no mecanizados, en las que los campesinos realizan sus labores, a pesar de las fuertes pendientes de estos terrenos. En esta zona se tiene una red de riego muy desarrollada, formada por una serie de acequias, algunas de ellas muy antiguas, sobre las que se han superpuesto nuevos canales de riego, lo que modifica necesariamente la magnitud de los estiajes.

La temperatura media anual varía desde los 8 °C en las cabeceras de la subcuenca a 3400 msnm, hasta 16 °C en la parte baja.

Los suelos en la subcuenca del río Chambo son de origen volcánico y permeable en la parte norte, mientras que en la parte sur, en las zonas de Cebadas y Guamote, las rocas son de origen metamórfico y bastante impermeables. En general, son suelos de poca estabilidad al ser deforestados. (Consejo Nacional de Recursos Hídricos, 2007)

Ilustración 44. Subcuenca Chambo.



Fuente: Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

7.6.4.9.1. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.

Para el estudio y determinación de los parámetros geomorfológicos se precisa de la información cartográfica de la topografía, del uso del suelo y de la permeabilidad de la región en estudio.

Tabla 38. Información básica de la subcuenca.

DATOS	
Perímetro	70586.50 m
Área	208027831.51 m ²
Longitud de Cuenca	27585.1176 m
Longitud del Cauce	12031.4411 m
Longitud de recorrido máximo	24645.3241 m
Altura máxima	3107.00 msnm
Altura mínima	2716.00 msnm

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza
Fuente: Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

7.6.4.9.2. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE UNIDAD HIDROLÓGICA.

La cuenca hidrográfica tiene un área de 208.04 Km² y un perímetro de 70.59 Km, por lo que para determinar el tipo de cuenca nos basamos en la siguiente tabla:

Tabla 39. Clasificación de las cuencas por su área.

TAMAÑO RELATIVO DE LOS SISTEMAS HIDROLÓGICOS	
UNIDAD HIDROLÓGICA	ÁREA (km ²)
UNIDAD	5.00 o menos
SECTOR	5.00 – 20.00
MICROCUECA	20.00 – 100.00
SUBCUECA	100.00 – 300.00
CUECA	Mayor de 300.00

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

7.6.4.9.3. NÚMERO DE ORDEN DE LA SUBCUECA.

Refleja el grado de ramificación o bifurcación dentro de una hoya. A mayor número de orden, es mayor el potencial erosivo, mayor el transporte de sedimentos y por tanto mayor también la componente de escorrentía directa.

Tabla 40. Clasificación de las corrientes de agua.

CLASIFICACIÓN DE LAS CORRIENTES DE AGUA	
Corrientes de 1er Orden:	Pequeños canales que no tienen tributarios.
Corrientes de 2er Orden:	Cuando dos corrientes de primer orden se unen.
Corrientes de 3er Orden:	Cuando dos corrientes de segundo orden se unen.
Corrientes de orden n+1:	Cuando dos corrientes de orden "n" se unen.

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

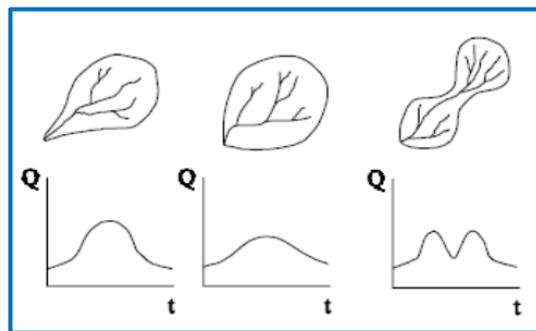
7.6.4.10. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS.

7.6.4.10.1. FORMA DE LA CUENCA

Es la configuración geométrica de la cuenca tal como está proyectada sobre el plano horizontal. La forma incide en el tiempo de respuesta de la cuenca, es decir, al tiempo de recorrido de las aguas a través de la red de drenaje, y, por consiguiente, a la forma del hidrograma resultante de una lluvia dada. (Ordoñez J, 2011, pág. 18)

Vemos varias hidrógramas para cuencas con la misma área y diferentes formas ante una lámina precipitada igual. Esto demuestra una fuerte probabilidad en la determinación de una cuenca mediante sus parámetros. (Fiallos, L., 2014, pág. 18)

Ilustración 45. Influencia de la forma.



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

7.6.4.10.2. Factor de forma de Horton (Kf).

Horton, ha sugerido un factor a dimensional de forma designado como “Kf” que puede deducirse a partir de la siguiente ecuación: (Ordoñez J, 2011, pág. 18)

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

Dónde:

A = Área de la cuenca.

L = Longitud de recorrido máximo.

$$Kf = \frac{208027831.51 \text{ m}^2}{(24645.32 \text{ m})^2}$$

$$Kf = 0.34$$

Tabla 41. Clases de valores de forma de Horton (Kf).

CLASES DE VALORES DE FORMA	
RANGOS Kf	CLASES DE FORMA
0.01-0.18	Muy poco achatada
0.18-0.36	Ligeramente achatada
0.36-0.54	Moderadamente achatada

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

7.6.4.10.3. Índice de compacidad o de Gravelius (kc).

$$K_c = 0.282 \times P \times A^{-\frac{1}{2}}$$

Dónde:

P= perímetro.

A=área.

$$K_c = 0.282 \times 70586.50 \times 208027831.51^{-\frac{1}{2}}$$

$$K_c = 1.38$$

Tabla 42. Formas de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad (Kc).

FORMAS DE LA CUENCA DE ACUERDO AL ÍNDICE DE COMPACIDAD		
CLASE DE FORMA	ÍNDICE DE COMPACIDAD (Kc)	FORMA DE LA CUENCA
Clase 1	1.00 a 1.25	Casí redonda a oval – Redonda
Clase 2	1.26 a 1.50	Oval – Redonda a Oval - Oblonga
Clase 3	1.51 a 1.75	Oval – Oblonga a Rectangular - Oblonga

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

7.6.4.10.4. PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL.

$$S_m = \frac{H_{m\acute{a}x} - H_{m\acute{i}n}}{L_C} \times 100$$

Dónde:

$H_{m\acute{a}x}$ = Cota máxima.

$H_{m\acute{i}n}$ = Cota mínima.

L_C = Longitud del cauce.

$$S_m = \frac{3107.00 - 2716.00}{12031.44} \times 100$$

$$S_m = 3.25 \% = 0.0325$$

Tabla 43. Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente.

CLASIFICACIÓN DE LAS CUENCAS DE ACUERDO A LA PENDIENTE		
PEND. MEDIA (%)	TIPO DE RELIEVE	SÍMBOLO
0-3	Plano	P1
3-7	Suave	P2
7-12	Mediano	P3
20-35	Accidentado	P4
35-50	Fuerte	P5
50-75	Muy fuerte	P6
50-75	Escarpado	P7
>75	Muy Escarpado	P8

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

La Subcuenca posee una pendiente de 3.25%, la cual lo clasifica como un tipo de relieve Suave.

7.6.4.10.5. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

$$T_C = 0.02 \times L^{0.77} \times S^{-0.385}$$

Dónde:

T_C = Tiempo de concentración (en minutos)

L = Longitud del cauce principal (en metros)

S = Pendiente media del lecho (m/m)

$$T_C = 0.02 \times 12031.44^{0.77} \times 0.0325^{-0.385}$$

$$T_C = 103.71 \text{ min.}$$

La Subcuenca posee un tiempo de concentración de 103.71 minutos.

7.6.4.10.6. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL.

Se utiliza normalmente para calcular el caudal de diseño de obras de drenaje urbano y rural en microcuencas que tienen el cauce definido y cruzan la vía de hasta 1000 hectáreas (10 Km²).

El caudal de diseño se lo ha calculado utilizando el Método Racional, y la expresión matemática es la siguiente:

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

Donde:

Q: Caudal de diseño m³/s.

C: Coeficiente de escurrimiento que depende de las características de la cuenca (adimensional).

I: Intensidad de la lluvia de diseño de igual duración al tiempo de concentración y de frecuencia igual a la adoptada en mm/h.

A: área de la cuenca en Km².

7.6.4.10.7.1. COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.

El coeficiente de escurrimiento C es la variable menos precisa del método racional, su uso en la fórmula racional implica una relación fija entre la tasa de esorrentía pico y la tasa de lluvia para cuenca de drenaje, lo cual difiere con la realidad con un cierto grado de relatividad.

La selección del valor del coeficiente de escorrentía, deberá sustentarse en considerar los efectos de:

1. Características de la superficie.
2. Tipo de área urbana o rural.
3. Pendiente del terreno.
4. Condición futura dentro del horizonte de vida del proyecto.
5. Porosidad del subsuelo, almacenamiento por depresiones del terreno

El coeficiente de escorrentía para el caso de áreas de drenaje con condiciones heterogéneas, será estimado como un promedio ponderado de los diferentes coeficientes correspondientes a cada tipo de cobertura vegetal.

A continuación, en la Tabla se presentan los valores de escorrentía, establecidos en manual del MTOP 2003.

Tabla 44. Valores para calcular el coeficiente de escorrentía “c”.

COBERTURA VEGETAL		PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNC	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPREC
		> 50 %	20 %	5 %	1 %	< 1 %
SIN VEGETACIÓN	IMPERMEABLE	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	SEMIPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	PERMEABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
CULTIVOS	IMPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	SEMIPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	PERMEABLE	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
PASTOS, VEGETACIÓN LIGERA	IMPERMEABLE	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	SEMIPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	PERMEABLE	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
HIERBA, GRAMA	IMPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	SEMIPERMEABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	PERMEABLE	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
BOSQUES, DENSA VEGETACIÓN	IMPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	SEMIPERMEABLE	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	PERMEABLE	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

En el presente trabajo, dada la similitud en las características de las cuencas estudiadas, se adoptó un valor de $C = 0.50$ correspondientes a un tipo de suelo semipermeable, con cobertura vegetal de pastos y vegetación ligera.

7.6.4.10.7.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

Para poder aplicar correctamente el Método Racional, se debe sacar toda la información que nos pueda proporcionar la Carta Geográfica tales como: área de drenaje, longitud de cauce y desnivel medio de cada subcuenca analizada, sobre esta base se podrá determinar el llamado tiempo de concentración mediante la fórmula de Kripich.

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

Donde:

T_c= Tiempo de concentración, minutos.

L= Longitud del cauce principal, metros.

H= Desnivel medio de la cuenca, metros.

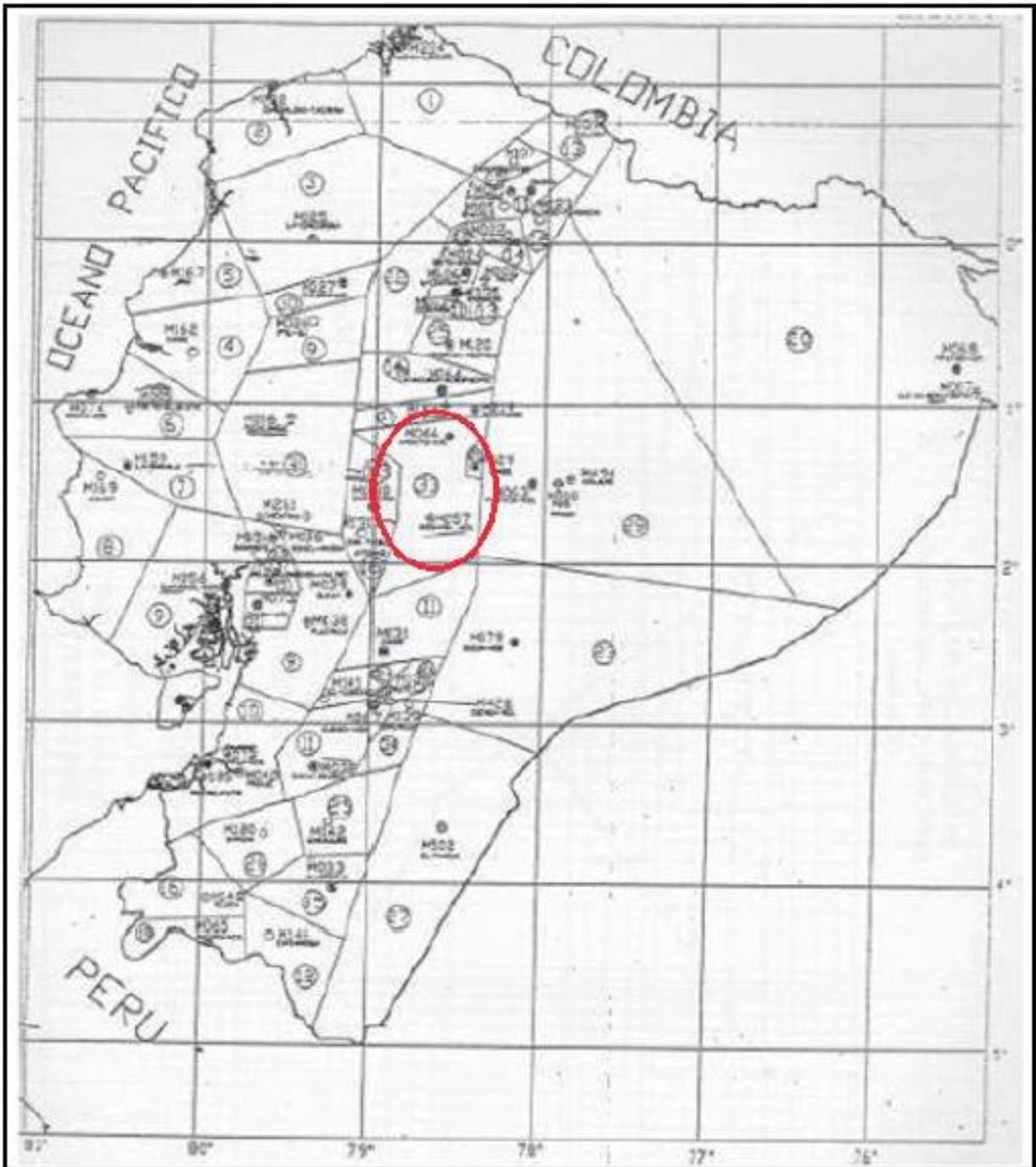
I= intensidad de la precipitación.

7.6.4.10.7.3. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

La intensidad de precipitación se obtiene de los registros pluviográficos denominados pluviogramas o diagramas de precipitación acumulada a lo largo del tiempo.

El Ecuador cuenta con un estudio realizado por el INAMHI en 1999, en donde se zonifica las intensidades de lluvia y se las asocia a distintos períodos de retorno, este estudio permite, en base a la ecuación de la zona, determinar la intensidad de lluvia.

Ilustración 46. Zonificación de intensidades de precipitación.



Fuente: INAMHI (1999)

El área de estudio se encuentra en la zona 33 que corresponde a las ecuaciones de la estación Riobamba-Politécnica (M1036).

Para una duración de $5 \text{ min} < 23 \text{ min}$.

$$I_{TR} = \frac{170.39 \times Id_{TR}}{t^{0.5052}}$$

Para una duración de 23 min < 1440 min.

$$I_{TR} = \frac{515.76 \times Id_{TR}}{t^{0.8594}}$$

Dónde:

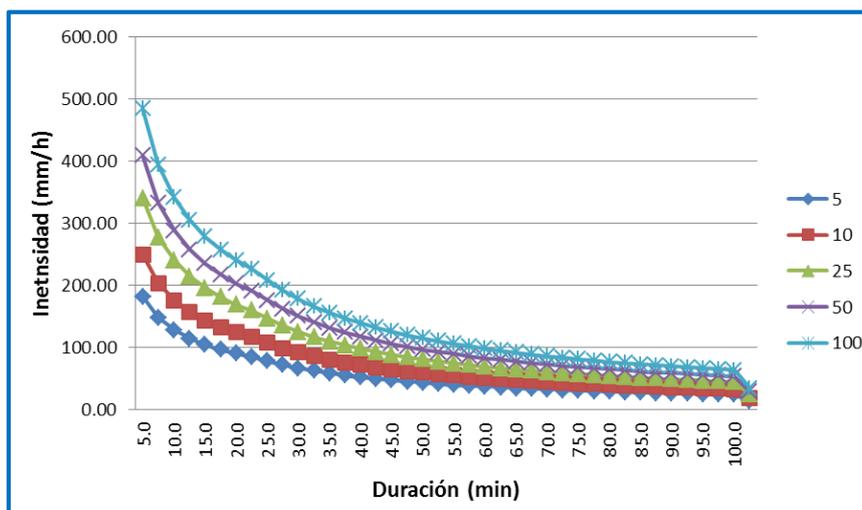
I_{TR} = Intensidad de precipitación para cualquier período de retorno (mm/h).

Id_{TR} = Intensidad diaria para un período de retorno dado (mm/h), (mapa de isolíneas de precipitación)

t = tiempo de duración de la lluvia en (min).

El cálculo se efectuó a partir de las intensidades obtenidas de las curvas Intensidad - Duración - Frecuencia elaboradas con la ecuación de Intensidades Máximas (ZONA 33), sobre la base de los datos generados por el Estudio de Lluvias Intensas publicado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) en 1999.

Ilustración 47. Curva – intensidad – duración – frecuencia (IDF). Estación M1067- Riobamba Politécnica.



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

En nuestro caso la intensidad de precipitación para una duración de 10 minutos de lluvia para un período de retorno de 10 años 175.69 mm/h.

7.6.4.10.7.4. PERÍODO DE RETORNO.

El sistema menor de drenaje, deberá ser diseñado para un período de retorno mínimo de 10 años. El período de retorno está en función de la importancia económica. El sistema de drenaje longitudinal “cunetas” deberá ser diseñado para un período de retorno mínimo de 10 años. Sin embargo el diseñador podrá proponer períodos de mayores a los mencionados, según su criterio le indique.

Tabla 45. Período de retornos en años.

Intensidad diaria para un período de retorno dado , Id TR (mm/h)									
CÓDIGO	ESTACIÓN	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)	TR (años)				
		LATITUD	LONGITUD		5	10	25	50	100
M-1067	Riobamba - Politécnica	01°38'00" S	78°40'00"W	2796	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

Tabla 46. Período de retornos en años.

PERÍODO DE RETORNO T (AÑOS)					
Duración (min)	Período de retorno T (años)				
	5	10	25	50	100
5	212.79	250.57	298.31	333.72	368.88
10	154.85	182.35	217.09	242.86	268.45
15	128.58	151.41	180.26	201.66	222.91
20	112.69	132.70	157.99	176.74	195.36
30	88.89	104.67	124.61	139.41	154.09
40	72.38	85.23	101.47	113.51	125.47
50	61.71	72.67	86.52	96.79	106.98
60	54.18	63.80	75.95	84.97	93.92
70	48.53	57.15	68.03	76.11	84.13
80	44.11	51.95	61.84	69.19	76.47
90	40.55	47.76	56.85	63.60	70.30
100	37.61	44.29	52.73	58.99	65.24

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

7.6.4.10.7.5. ÁREAS DE APORTACIÓN.

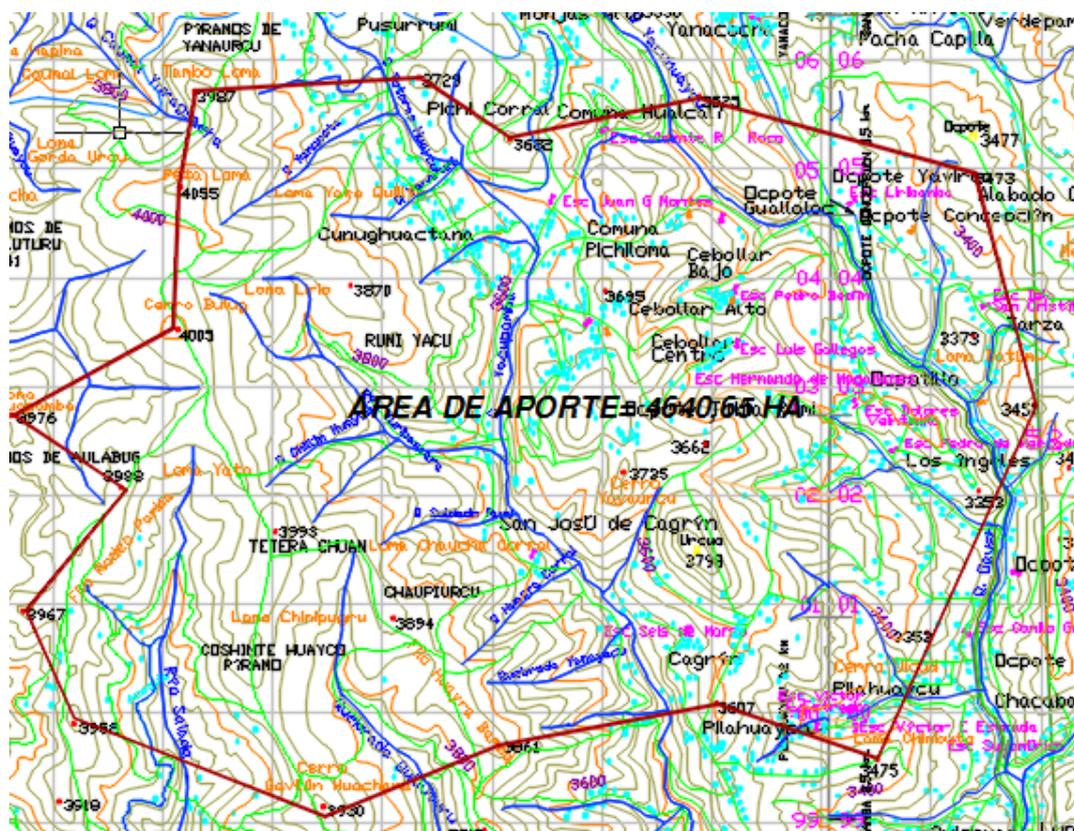
Para determinar el tamaño y la forma de la cuenca o subcuenca bajo consideración, se ha utilizado mapas topográficos actualizados. Los intervalos entre las curvas de nivel deben ser lo suficiente para poder distinguir la dirección del flujo superficial.

Deben medirse el área de drenaje que contribuye al sistema que se está diseñando y las sub áreas de drenaje que contribuyen a cada uno de los puntos de ingreso a las canalizaciones del sistema de drenaje.

El esquema de la divisoria del drenaje debe seguir las fronteras reales de la cuenca o subcuenca.

Las áreas de drenaje se pueden medir sobre las cartas topográficas editadas por el IGM; en nuestro proyecto tenemos la carta topográfica del lugar en estudio a escala 1:50.000.

Ilustración 48. Delimitación del área de aportación.



Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

El área de aportación calculada servirá para posteriormente determinar el caudal de diseño, el mismo que servirá para el diseño de las obras de drenaje (cunetas), en nuestro proyecto el área de aporte es de 4640,65 hectáreas.

7.6.4.10.7.6. CÁLCULO DEL CAUDAL.

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

Dónde:

Q = caudal en m³/s

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de la lluvia de diseño en mm/h

A = área aportante en Km²

Datos:

C = 0.50 adimensional, valor extraído de la tabla Valores para calcular el coeficiente de escorrentía “c”.

I = 175.69 mm/h, valor extraído del gráfico Curva – intensidad – duración – frecuencia (IDF). Estación M1067- Riobamba Politécnica para un período de retorno de 10 años y duración de aguacero de 10 minutos.

$$A = 46.41 \text{ Km}^2$$

$$Q = \frac{0.50 \times 175.69 \times 46.41}{360}$$

$$Q = 11.32 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

De acuerdo al cálculo, el caudal de diseño para dimensionar las obras de drenaje es de $11.32 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$.

7.6.4.10.8. TIPOS DE DRENAJE

Los drenajes pueden ser de tipo superficial y subterráneo, los mismos que serán detallados a continuación.

- **Drenaje Superficial:**

Corresponde al desalojo de las aguas lluvias o de nieves derretidas que pudiere presentarse en la zona del proyecto, específicamente en la calzada como también la evacuación de las aguas que procedan de terrenos adyacentes a la vía (áreas de aportación).

Entre los principales que se deben construir en una carretera tenemos los siguientes: Cunetas laterales., Alcantarillas.

- **Drenaje Subterráneo:**

El drenaje subterráneo tiene la finalidad de evacuar las aguas procedentes de la subrasante como también de las aguas subterráneas que suben a la carretera.

7.6.4.10.9. DISEÑO DE ALCANTARILLAS

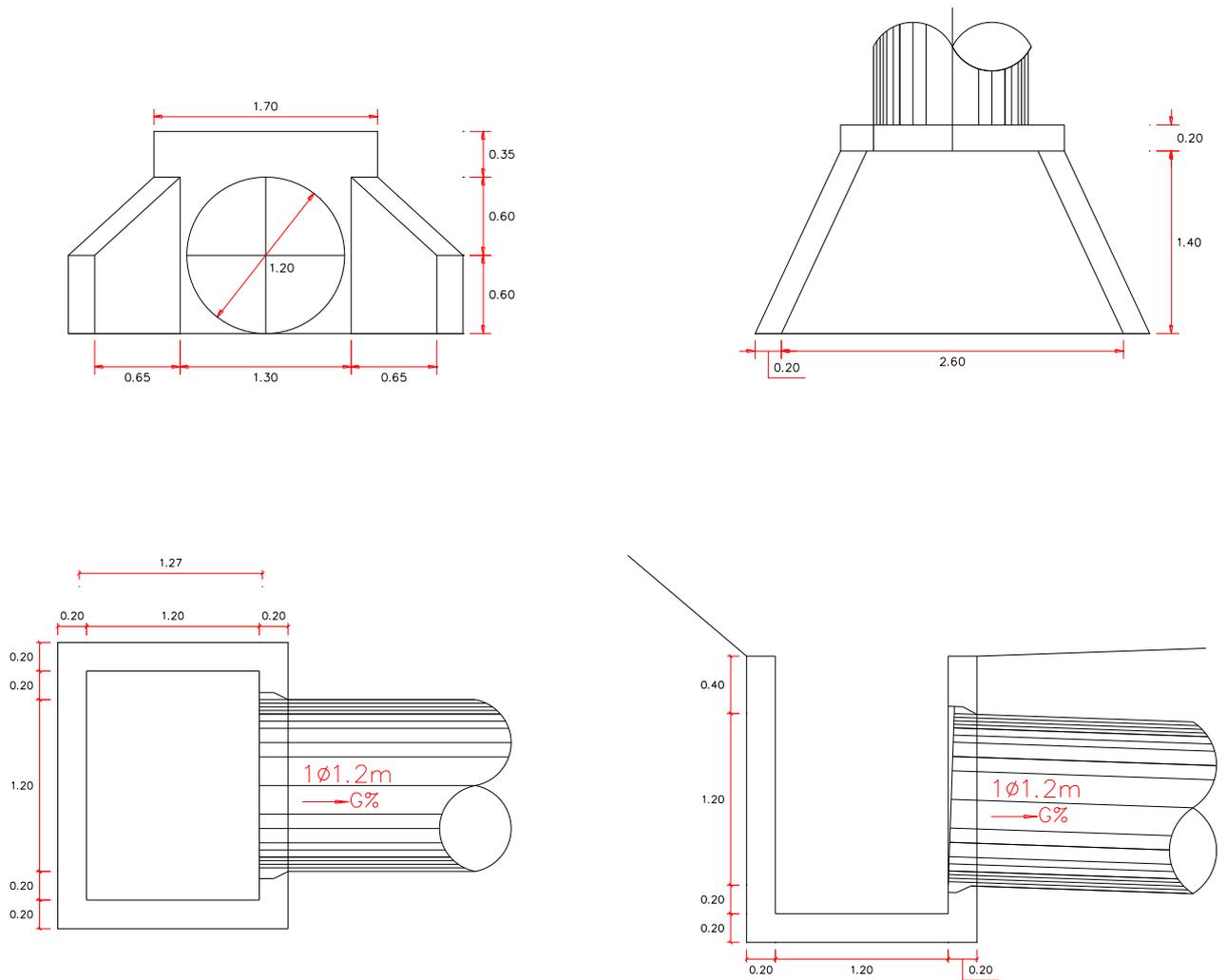
La alcantarilla típica, es la que tiene mínimas dimensiones y tiene las siguientes características:

Tabla 47. Valores de alcantarilla tipo

Diámetro	1.20 m
Rugosidad	0.03
Pendiente	0.02
Radio Hidráulico	0.30
Área mojada	1.13 (tubo lleno)
Velocidad del agua	2.11 m/s
Caudal	2.39 m ³ /s

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

Ilustración 49. Sección típica de alcantarilla



Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

Para el diseño de las estructuras de drenajes, se ha tomado las ecuaciones de flujo uniforme como si fueran canales abiertos; es decir, que trabaja a sección parcialmente llena.

Metodológicamente, en primer lugar se pre dimensiona la sección transversal aplicando las siguientes fórmulas para una circular:

$$D = \left(\frac{Q}{1.425} \right)^{2/5}$$

Dónde:

- Q caudal de diseño, m³/s
- D diámetro de la sección circular, m

Y aplicaremos la fórmula de la ecuación del método racional.

$$Q = C \cdot I \cdot A / 360$$

Donde:

Q = caudal de crecida (m³/s) (Incógnita)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de precipitación

A = Área de drenaje (ha)

- **Cálculo de los diámetros necesarios de las alcantarillas utilizando las fórmulas indicadas:**

Tabla 48. Cálculo de alcantarillas para la vía.

Alcantarilla	Abscisa	Área (Ha)	Coeficiente escorrentía	Tc (min)	ITR (mm/h)	Q(m ³ /s)	Diámetro (m)	Diámetro Asumido (m)
A1	0+600	6.118	0.50	103.7	175.69	1.49	1.02	1.20
A2	1+510	5.123	0.50	103.7	175.69	1.25	0.95	1.20
A3	1+980	4.252	0.50	103.7	175.69	1.04	0.88	1.20
A4	2+260	3.855	0.50	103.7	175.69	0.94	0.85	1.20
A5	2+800	4.765	0.50	103.7	175.69	1.16	0.92	1.20
A6	3+310	5.942	0.50	103.7	175.69	1.45	1.01	1.20
A7	3+620	4.252	0.50	103.7	175.69	1.04	0.88	1.20
A8	4+480	3.855	0.50	103.7	175.69	0.94	0.85	1.20
A9	4+740	4.765	0.50	103.7	175.69	1.16	0.92	1.20
A10	5+080	5.942	0.50	103.7	175.69	1.45	1.01	1.20

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

- **Propuesta del cálculo de diseño de alcantarillas.**

Tabla 49. Propuesta del cálculo de alcantarillas de la vía.

Alcantarilla	Abscisa	Estructura	Longitud (m)	Diámetro (m)	Material	Observaciones
A1	0+600	Alcantarilla	9.00	1.2	Metálica	Nueva
A2	1+510	Alcantarilla	9.00	1.2	Metálica	Nueva
A3	1+980	Alcantarilla	9.00	1.2	Metálica	Nueva
A4	2+260	Alcantarilla	9.00	1.2	Metálica	Nueva
A5	2+800	Alcantarilla	9.00	1.2	Metálica	Nueva
A6	3+310	Alcantarilla	9.00	1.2	Metálica	Nueva
A7	3+620	Alcantarilla	9.00	1.2	Metálica	Nueva
A8	4+480	Alcantarilla	9.00	1.2	Metálica	Nueva
A9	4+740	Alcantarilla	9.00	1.2	Metálica	Nueva
A10	5+080	Alcantarilla	9.00	1.2	Metálica	Nueva

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

7.6.4.10.10. DISEÑO DE CUNETAS LATERALES.

Las cunetas laterales son sistemas de drenaje longitudinales, los cuales por lo general van paralelos a la vía.

Para el diseño de cunetas laterales se realiza por el método racional y nos apoyamos en la ecuación de continuidad o de Manning, se considera una cuneta tipo de sección triangular, de 0.50 metros de altura y 1.00 metros de ancho (ver detalle de la sección típica), revestida de hormigón simple de $f'c=180$ Kg. /cm² y se aplica a un lado de la vía preferente mente en el lado del talud.

En el análisis de estas estructuras se ha considerado la siguiente expresión para el aporte de las aguas lluvia:

$$Q_t = Q_1 + Q_2$$

Donde:

Q_t = Caudal total a ser evacuado, m³/s.

Q_1 = Caudal aportado por el talud de corte, m³/s.

Q_2 = Caudal aportado por el semi ancho de la vía, m³/s.

Se empleará el método racional para determinar los caudales de diseño:

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

Dónde:

Q: Caudal de diseño m³/s.

C: Coeficiente de escorrentía.

I: Intensidad de la precipitación pluvial en mm/h.

A: área de la cuenca en hectáreas.

- **Determinación del caudal total a evacuar.**

Para conocer este caudal debemos conocer las zonas que aportan a la cuneta, básicamente son dos, la correspondiente al talud y a la calzada.

Para la obtención de caudales se utilizó el método racional con un coeficiente de escorrentía “C1” equivalente a 0.50 correspondientes a un tipo de suelo semipermeable, con cobertura vegetal de pastos y vegetación ligera, además una pendientes de terreno del 20%., y “C2” de 0.95, para Pavimentos de Hormigón u Hormigón Asfáltico.

Tabla 50. Coeficientes de escorrentía.

ÁREA DE DRENAJE O SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	
Pavimentos de Hormigón u hormigón asfáltico	0.75	0.95
Pavimentos de Macadán Asfáltico o Sup. de Grava Tratada	0.65	0.80
Pavimentos de Grava, Macadán, Adoquinados	0.25	0.60
Suelo Arenoso, Cultivado o con Escasa Vegetación	0.15	0.30
Suelo Arenoso, Bosques o Materiales Espesos	0.15	0.30
Grava, Ninguna o escasa Vegetación	0.20	0.40
Grava, Bosques o Matorrales Espesos	0.15	0.35
Suelo Arcilloso, Ninguna o Escasa Vegetación	0.35	0.75
Suelo Arcilloso, Bosques o Vegetación Abundante	0.25	0.60

Fuente: Manual de Diseño geométrico de Carreteras, México,1991

La intensidad de lluvia calculada para un período de lluvia de 10 años y un tiempo de concentración de 10 minutos es de “I” = 175.69 mm/hora.

El área considerada como aporte del talud de corte se ha considerado una altura promedio de 10 m y un semiancho de la vía equivale a una longitud de 3.60 m, de acuerdo a las secciones típicas adoptadas.

A continuación se presenta el cálculo de la longitud máxima aceptable en cunetas sin que se desborden.

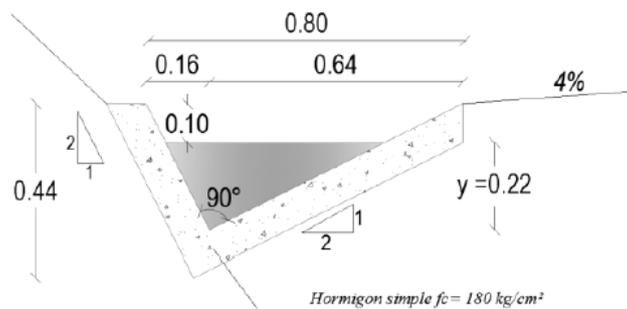
$$Q = \frac{((C1 \times A1 + C2 \times A2) \times I \times L \times 10^{-6})}{3.60}$$

$$Q = \frac{((0.50 \times 10 + 0.95 \times 3.60) \times 175.69 \times L \times 10^{-6})}{3.60}$$

$$Q = 0.0004109 \times L \quad (\text{EXPRESIÓN A})$$

Esta expresión se compara con la capacidad hidráulica de la cuneta propuesta; resultando dos expresiones que son la longitud y la velocidad admisible en función de la gradiente longitudinal; es de decir:

Ilustración 50. Sección Transversal de cuenta tipo lateral.



Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

En donde se obtiene:

A = 0.0611 m², área de la sección mojada

P = 0.74 m, perímetro mojado

R = A/ P = 0.0826 m, Radio hidráulico

n = 0.015, coeficiente de rugosidad para hormigón.

- **Ecuación del caudal.**

$$Q = V * A$$

Q = Descarga o caudal de diseño en m³/s.

V = Velocidad promedio en m/s.

A = Área de la sección transversal del flujo en m².

- **Ecuación de la velocidad.**

$$V = \frac{1}{n} x R^{\frac{2}{3}} x S^{\frac{1}{2}}$$

S = Pendiente longitudinal del canal en m/m.

n = Coeficiente de aspereza de Manning.

R = Radio hidráulico en m.

- **Cálculo del caudal en función de la pendiente.**

$$Q = \frac{1}{n} x R^{\frac{2}{3}} x S^{\frac{1}{2}} x A$$

$$Q = \frac{1}{0.015} x (0.0826)^{\frac{2}{3}} x S^{\frac{1}{2}} x 0.0611$$

$$Q = 0.773 x S^{\frac{1}{2}} \text{ (EXPRESIÓN B)}$$

Seguidamente, igualamos la expresión A con la expresión B y obtenemos:

$$0.0004109 x L = 0.773 x S^{\frac{1}{2}}$$

Despejamos L en función de la pendiente:

$$L = 1879.604 x S^{\frac{1}{2}}$$

Y la velocidad en función de la pendiente:

$$V = 12.64 x S^{\frac{1}{2}}$$

- **Velocidad admisible en función de la pendiente.**

$$V_{adm} = \frac{1}{n} x R^{\frac{2}{3}} x S^{\frac{1}{2}}$$

$$V_{adm} = \frac{1}{0.015} x (0.0826)^{\frac{2}{3}} x S^{\frac{1}{2}}$$

$$V_{adm} = 12.64 x S^{\frac{1}{2}}$$

$$V_{adm} = 4 \frac{m}{s}$$

- **Pendiente máxima del proyecto:**

$$V_{max} = \frac{1}{n} x R^{\frac{2}{3}} x S^{\frac{1}{2}}$$

$$4 = \frac{1}{0.015} x 0.0826^{\frac{2}{3}} x S^{\frac{1}{2}}$$

$$4 = 12.64 x S^{\frac{1}{2}}$$

$$S^{\frac{1}{2}} = \frac{4}{12.64}$$

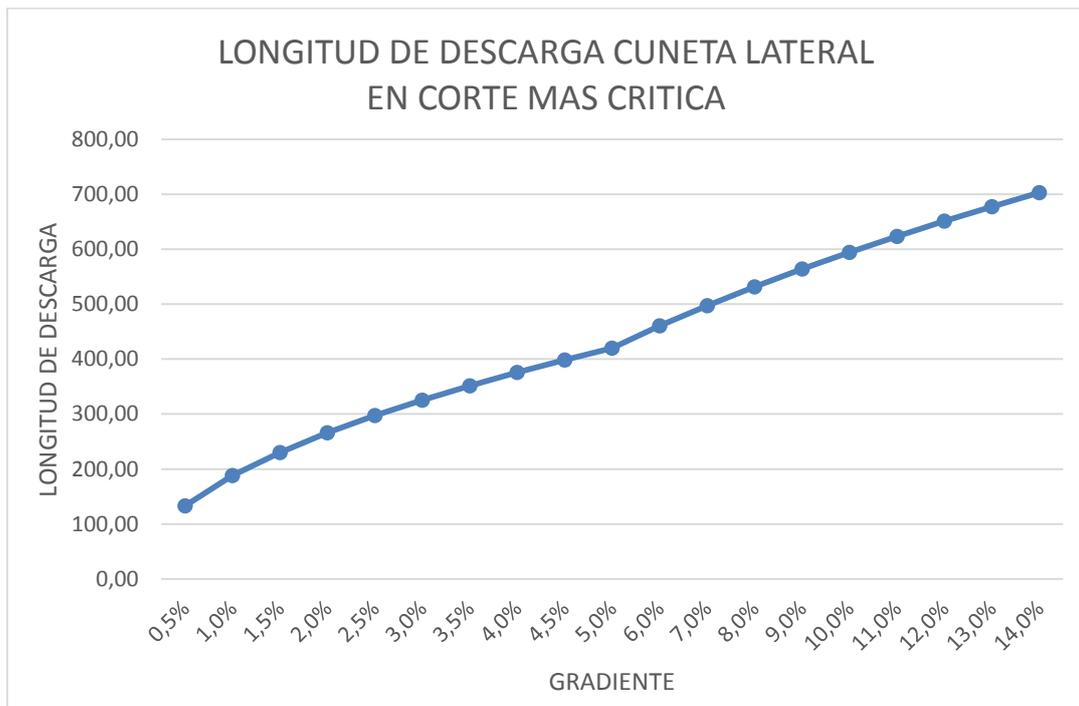
$$S = \left(\frac{4}{12.64} \right)^2$$

$$S = 10 \%$$

De tal modo que en la tabla se muestra los resultados de la capacidad de la cuneta lateral.

Tabla 51. Capacidad de la cuneta lateral propuesta.

GRADIENTE	V (m/s)	Q(m3/s)	L(m)
0.50%	0.89	0.055	132.91
1.00%	1.26	0.077	187.96
1.50%	1.55	0.095	230.20
2.00%	1.79	0.109	265.82
2.50%	2.00	0.122	297.19
3.00%	2.19	0.134	325.56
3.50%	2.36	0.144	351.64
4.00%	2.53	0.154	375.92
4.50%	2.68	0.164	398.72
5.00%	2.83	0.173	420.29
6.00%	3.10	0.189	460.41
7.00%	3.34	0.204	497.30
8.00%	3.58	0.218	531.63
9.00%	3.79	0.232	563.88
10.00%	4.00	0.244	594.38
11.00%	4.19	0.256	623.39
12.00%	4.38	0.268	651.11
13.00%	4.56	0.278	677.70
14.00%	4.73	0.289	703.28



Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

7.6.5. ESTUDIO DE SUELOS

El estudio de suelos es un parámetro predominante en el diseño de una vía debido a que influye directamente en el costo del proyecto, dependiendo de los resultados que se obtengan. Por tal motivo es necesario realizar un estudio minucioso de los suelos de la subrasante mediante ensayos de laboratorio, determinando así sus propiedades físicas. (Badillo, J., 1963)

7.6.5.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO DE SUELOS.

Conocer las características físicas, de los diferentes tipos de suelos, evaluando sus propiedades, por medio de toma de muestras de campo y ensayos de laboratorio como son: granulometría, límites de Atterberg y ensayo de Proctor estándar para definir la capacidad portante del suelo (C.B.R), y poder recomendar el tipo y profundidad de las cimentaciones del suelo para la nueva vía.

7.6.5.2. ALCANCE

El estudio de suelos para la vía comprende la determinación de parámetros de diseño del pavimento, valores de CBR.

Los ensayos únicamente se realizaron para la obtención del CBR de la subrasante.

7.6.5.3. TRABAJOS DE CAMPO.

- **Muestreo:**

Se procedió a realizar excavaciones en el eje de la vía a cielo abierto de 1,0m x 1,0m a una profundidad de 1,0m cada 1000 m en la vía a diseñarse, luego de realizar el respectivo replanteo, dando como resultado un total de 6 sondeos de todo el proyecto de la vía que conduce desde Cebollar Bajo a interceptar la Vía Navag – Columbe en el punto (Rayopungo - Yataloma).

Posteriormente las muestras han sido trasladadas al laboratorio para proceder a ejecutar los diferentes ensayos requeridos.

7.6.5.4. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la vía fueron evaluadas mediante ensayos de laboratorio en muestras representativas recuperadas durante el muestreo en las dos vías de acceso a diseñarse.

Los siguientes ensayos de laboratorio de las muestras tomadas en campo fueron realizados de acuerdo a las normas que se detallan en la tabla, a continuación:

Tabla 52. Ensayos de suelos realizados en el laboratorio

<i>ENSAYOS</i>	<i>NORMAS</i>
<i>Análisis Granulométrico</i>	<i>Norma INEN 695,696 – AASHTO T11-T27</i>
<i>Límites de Atterberg</i>	<i>Norma INEN 691- 692 – ASTM D 4318</i>
<i>Contenido de Humedad</i>	<i>Norma INEN 690 – ASTM D 2216</i>
<i>Proctor Estándar</i>	<i>Norma ASTM D 1557</i>
<i>Ensayo C.B.R.</i>	<i>Norma ASTM D 1883</i>

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

Los suelos fueron clasificados de acuerdo con el sistema universal de clasificación de suelos (S.U.C.S.), basados en los resultados de los ensayos de laboratorio.

7.6.5.4.1. GRANULOMETRÍA.

La granulometría es un proceso para determinar la proporción que participan los granos del suelo, en función de sus tamaños. Esa proporción se llama graduación del suelo y se denomina clasificación granulométrica a la medición y graduación, que se lleva a cabo de los granos de los suelos, con fines de análisis.

- **GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO.**

Es un proceso mecánico, mediante el cual, se separan las partículas de un suelo, en sus diferentes tamaños, denominando a la fracción menor (Tamiz No 200) como limo, Arcilla. Se lleva a cabo utilizando tamices en orden decreciente.

El método de determinación granulométrico más sencillo es obtener las partículas por una serie de mallas de distintos anchos de entramado, que actúen como filtros de los granos que se llama comúnmente columna de tamices.

Una vez obtenida la muestra, esta es secada en la estufa por 24 horas, se hace pasar por una serie de tamices, con tamaños decrecientes y conocidos, desde arriba hacia abajo. El primer tamiz, es el de mayor tamaño y es donde se inicia el tamizado.

Según la Norma INEN 695 Mecánica de suelos terminología, define a la granulometría, como la proporción de material de cada tamaño de partículas presentes en un determinado suelo.

El instrumental que se debe usar para este ensayo es: una balanza digital, bandeja, horno, tamices serie fina: N°4, 10, 40, 100 y 200.

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

- a. Tomar 500 gr de la muestra de suelo
- b. Añadir agua a la muestras y dejarla así de cuatro a seis horas.
- c. Colocar la muestra en el tamiz N° 200
- d. El agregado que retiene este tamiz se coloca en el horno por 24 horas
- e. Sacamos la muestra del horno y pesamos
- f. Armar la serie de tamices: N° 10, 40, 200 y bandeja
- g. Poner la muestra en los tamices
- h. Colocar los tamices en la tamizadora por 5 minutos
- i. Registrar los pesos acumulados de lo que retiene cada uno de los tamices
- j. Repetir este procedimiento para la siguiente muestra restantes
- k. Calcular y tabular los datos obtenidos.

- **CLASIFICACIÓN S.U.C.S. (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS).**

Este sistema clasifica los suelos en dos amplias categorías: “suelos de grano grueso que son de naturaleza tipo grava y arenosa con menos del 50% pasando la malla No. 200 y los suelos de grano fino con 50% o más pasando la malla No. 200.

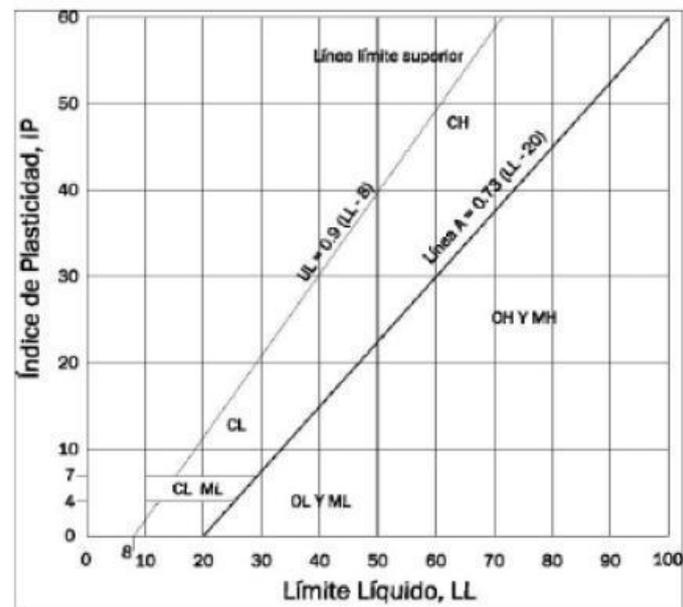
El método S.U.C.S, presenta diversa nomenclatura, para suelos granulares, las sigla G representa (grava), y así seguimos dándoles las siguientes nomenclaturas: S (arena), W (bien graduada) y P (mal graduada). Para suelos finos la nomenclatura es M (limo), C (arcilla),

H (alta compresibilidad) y L (baja compresibilidad). Y para los suelos orgánicos la sigla es Pt (turba). (Badillo, J., 1963)

El primer paso para clasificar consiste en identificar si es altamente orgánico o no. De serlo se anotan las primeras características como: textura, olor etc., y se identifica como turba (Pt); y, si no lo es, se continúa con el proceso con ayuda de pruebas de laboratorio, indicando si el suelo es grueso o fino.

- Suelos gruesos: son aquellos suelos que más del 50% de las partículas son retenidas en el tamiz N° 200. Un suelo grueso será grava. Si la mayor parte de la fracción gruesa queda retenida en el tamiz N°4 y se considera arena en el caso contrario.
- Suelos Finos: Son aquellos suelos que más del 50% de las partículas pasan el tamiz N°200. Para distinguir si la fracción fina es de carácter limoso o arcilloso se emplea la carta de plasticidad de casa grande.

Ilustración 50. Carta de plasticidad (S.U.C.S), casa grande.



Fuente: Mecánica de suelos Juárez Badillo.

Ilustración 51. Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S) ASTM D 2487.

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO		
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 Ⓞ	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD C_u : mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA C_c : entre 1 y 3. $C_u = D_{60} / D_{10}$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$		
			GP		Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.	
		* GM u	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo.	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.		
			GC		Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla.	
		ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4	SW	Asenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.	
				SP		Asenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.
	* SM u	Asenas limosas, mezclas de arena y limo.	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.			
		SC		Asenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.		
	SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 Ⓞ	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G - Grava, S - Arena, O - Suelo Orgánico, P - Turba, M - Limo C - Arcilla, W - Bien Graduada, P - Mal Graduada, L - Bajo Compresibilidad, H - Alta Compresibilidad	
				CL		Arcillas no orgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.
			OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.
				MH		
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50			CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.		LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.
				OH		
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		P	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.	LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.		
<p>DETERMINAR LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla No. 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO: SUELO: MÍNIMO 40% GW/GP/S/W/SP; MÁXIMO 12% GM/UC/S/M/S/C; ENTRE 20% Y 12%: CASOS DE FRONTERA QUE REQUIERAN EL USO DE SÍMBOLOS DOBLES **</p>				<p>CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)</p>		

** CLASIFICACIÓN DE FRONTERA- LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS; POR EJEMPLO GW-GC. MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.
 Ⓞ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.
 * LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS ÚNICAMENTE. LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFJO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUFJO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

Fuente: Mecánica de suelos Juárez Badillo – Rico Rodríguez

7.6.5.4.2. LÍMITES DE ATTERBERG.

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos, aunque su comportamiento varía a lo largo del tiempo.

El nombre de este, es debido al científico sueco Albert Mauritz Atterberg (1846-1916).

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

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

- **Límite Líquido.**

Casagrande demostró que el Límite Líquido (WL), podría ser definido como el contenido de agua para el cual un suelo tiene una resistencia al esfuerzo cortante de aproximadamente 0,025 kg/cm².

Según la Norma INEN 685, Mecánica de suelos terminología. Define al límite líquido como el contenido de agua de un suelo remoldeado, en el punto de transición entre los estados líquido y plástico.

Para realizar este ensayo se debe tener como instrumentos: una balanza de 8000 gr, un recipiente, 8 recipientes herméticos, horno de secado, agua destilada, vaso de precipitación de plástico graduado de 250 ml, espátula, equipo de casa grande.

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

- a. Calibrar el equipo de Casagrande de manera que, cuando la copa está localizada a su máxima altura, el calibrador de 10mm pase justamente ente ésta y la base.

- b. Tomar una muestra de alrededor de 250g de material que pase el tamiz No. 40.
- c. Añadir agua destilada a la muestra y mezclar completamente en la fuente, hasta obtener una pasta homogénea.
- d. Colocar una porción en la copa, sobre la parte que descansa la base, extenderla rápida y cuidadosamente con la espátula, cuidando que no queden atrapadas burbujas de aire.
- e. Nivelar el suelo con la espátula paralelamente a la base, de tal manera que tenga una profundidad de 10 mm en la sección de espesor máximo.
- f. Con el acanalador, realizar un canal en la muestra, evitando despegarla de la copa, para evitar la rotura de los lados del canal se permite hasta seis recorridos del acanalador.
- g. Girar el manubrio a una velocidad de 2 revoluciones por segundo, contar los golpes necesarios para que las dos mitades de la muestra se pongan en contacto al fondo del canal, en una distancia continua de alrededor de 10mm.
- h. Anotar el número de golpes para la primera determinación está entre 5-15, la segunda de 15-25, la tercera de 25-35 y el último punto de 35-45 golpes.
- i. Del lugar donde se juntan los bordes del canal, tomar con la espátula una porción de suelo de alrededor de 10g, colocar en un recipiente y determinar el contenido de agua.
- j. Repetir todo el procedimiento para la siguiente muestra.
- k. Calcular y tabular.

- **Límite Plástico.**

El límite plástico (WP) se define como el contenido de humedad para el cual cilindritos de 3mm. de diámetro no pueden ser moldeados sin que se rompan.

Según la Norma INEN 685 Mecánica de suelos terminología. Se define al Límite Plástico como el contenido de agua de un suelo remoldeado, en el punto de transición entre los estados líquido y sólido.

Para realizar este ensayo se debe utilizar los siguientes instrumentos: una balanza de 311 gr, un recipiente, espátula, 3 recipientes herméticos, agua destilada, vaso de precipitación de plástico graduado de 250 ml, horno de secado, placa de rolado.

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

- a. Si se realiza de manera conjunta con el límite líquido, tomar una muestra de alrededor de 30g de material que pase el tamiz No. 40.
- b. Se le añade agua destilada y se la mezcla completamente en la fuente, hasta obtener una pasta de suelo homogénea y plástica, en cantidad suficiente como para moldearla con los dedos como una bola.
- c. Tomar aproximadamente 10g de la muestra, moldearla entre los dedos, en una bola, luego amasar y rodar entre las palmas de las manos hasta que aparezcan en su superficie pequeñas fisuras.
- d. Rotar esta bola entre las puntas de los dedos y la placa de vidrio, hasta formar un rollo de 3mm de diámetro.
- e. Recoger las porciones desmenuzadas de los rollos de suelo en un recipiente hermético y determinar el contenido de agua.

- **Índice Plástico.**

Es la diferencia entre el valor del Límite Líquido y el valor del Límite Plástico, el índice plástico es una medida según el cual un suelo puede presentar, para cambios de humedad un amplio rango de resistencia cohesiva.

El índice de plasticidad puede estar bajo las siguientes condiciones:

- a) Cuando no puede determinarse el límite plástico, el índice de plasticidad debe informarse como No Plástico (NP).
- b) Cuando el límite plástico es igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad debe informarse como Cero.

7.6.5.4.3. ENSAYO PROCTOR ESTÁNDAR.

Ralph R. Proctor (1994-1962) publicó en 1933 sus resultados sobre los estudios de compactación, se comprendió la importancia de la compactación y el contenido de humedad óptimo del suelo.

El ensayo Proctor (Proctor en honor a quien lo desarrolló), es una prueba de laboratorio que sirve para determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco de un suelo compactado. (Badillo, J., 1963)

El principal objetivo de la compactación es mejorar las propiedades ingenieriles del material en algunos aspectos:

- Cuando un suelo esta compacto, aumenta su valor soporte y se hace más estable.
- Aumenta la resistencia al corte, y por consiguiente, mejorar la estabilidad, de terraplenes y la capacidad de carga de cimentaciones y pavimentos.
- Aumenta la capacidad para soportar cargas: Los vacíos producen debilidad del suelo e incapacidad para soportar cargas pesadas.
- Reduce el escurrimiento del agua: Un suelo compactado reduce la penetración de agua. El agua fluye y el drenaje puede entonces regularse.
- Reduce el esponjamiento y la contracción del suelo
- Disminuir la compresibilidad y, por consiguiente, reducir los asentamientos.
- Reducir el potencial de expansión, contracción o expansión por congelamiento.

- **Humedad óptima:**

La humedad óptima de compactación es aquella humedad (%de agua) para la cual la densidad del suelo es máxima, es decir qué cantidad de agua le hemos de añadir a un suelo para poderlo compactar al máximo con una energía concreta, Y se evalúa según la curva de compactación.

(Badillo, J., 1963)

Se debe prestar atención el momento de la compactación in situ, al contenido de agua del suelo, la humedad del ambiente, humedad de los agregados, temperatura, etc., ya que existen variaciones entre el resultado del laboratorio y al realizado en la obra aunque las variaciones no suelen ser muy grandes.

$$w = \frac{w1}{w + 100} \times 100$$

Donde:

W= peso unitario seco del suelo compactado, kg/ m³

W1= peso unitario húmedo del suelo compactado, kg/m³

- **Densidad máxima:**

La densidad (símbolo ρ) es una magnitud escalar referida masa por unidad de volumen de un material expresada en kilogramos por metro cúbico. Es la relación entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa, se expresa mediante la siguiente ecuación:

(Badillo, J., 1963)

$$\rho = \frac{W_{\text{peso}}}{V}$$

$$\rho_{\text{seca}} = \frac{\rho_{\text{humedad}}}{W \% + 100} \times 100$$

Donde:

ρ = densidad de la muestra compactada.

ρ_{seca} = Densidad de la muestra seca.

W% = porcentaje de contenido de humedad.

V = Volumen del cilindro de compactación.

W = peso de la muestra húmeda.

Para la realización del ensayo de Proctor estándar, consta de cuatro procedimientos alternativos que a continuación se detallan:

- **Método A:** Con un molde de 101,60 mm (4pulg) de diámetro y material pasante del tamiz 4,75 mm (N°4).
- **Método B:** Con un molde de 152,40 mm (6pulg) de diámetro y material pasante del tamiz 4,75 mm (N°4).
- **Método C:** Con un molde de 101,60 mm (4pulg) de diámetro y material pasante del tamiz 19,0 mm (¾ pulg).
- **Método D:** Con un molde de 152,40 mm (6pulg) de diámetro y material del tamiz 19,0 mm (¾ pulg).

Para el ensayo de compactación lo realizamos por el método D, anteriormente descrito.

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

- a. Se procede a medir la masa del recipiente metálico vacío.
- b. Colocamos el árido en el recipiente metálico con una masa de aproximadamente 5 kg.
- c. Añadir agua a la muestra con un porcentaje del 3% de humedad, es decir 120 ml de agua que se mide en la probeta graduada.
- d. Mezclar la muestra (árido + agua), de tal manera que quede homogénea.
- e. Colocar el agregado en el molde de Proctor, el cual se debe compactar en tres capas.
- f. Cada capa debe ser compactada con 25 golpes con el pisón metálico en tres capas distribuidas uniformemente.
- g. Retirar el collarín del Proctor, para luego enrazar con la utilización de la espátula.
- h. Limpiar los excesos del agregado que se encuentre en el molde de Proctor, para luego realizar la medición de la masa del molde de Proctor + masa del agregado.
- i. Retirar el agregado compactado del molde de Proctor.
- j. Realizar un corte vertical por el centro de la muestra compactada, tomar dos muestras en los recipientes metálicos pequeños, y proceder a pesar en gramos (gr).
- k. Colocar la nuestra muestra en el horno de secado durante 24 horas.
- l. La muestra compactada sobrante, añadirle más cantidad de agua, es decir que aumentamos el porcentaje de humedad, y sucesivamente hasta observar que la masa de la muestra disminuya.
- m. El procedimiento ya antes descrito se lo realiza con diferentes porcentajes de humedad 3%,6%,9%,12% etc., hasta observar que la masa en cierto momento caiga en ese momento se para el ensayo.
- n. Realizar las mediciones de la masa de la muestra secada al horno al día siguiente para realizar la tabulación de los resultados, graficar la curva densidad vs humedad y determinar la densidad máxima y la humedad óptima de la muestra.

7.6.5.4.4. ENSAYO CBR.

El ensayo de CBR (Ensayo de Relación de Soporte de california), consiste en someter una muestra representativa de una explanada, compactada y saturada de agua, a un ensayo de penetración con un pistón cilíndrico en el que se determina el índice CBR, a mayor índice de CBR, mayor es la capacidad de soporte de la explanada, en otras palabras este ensayo es un

método que mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos .

(Badillo, J., 1963)

El ensayo de CBR, se emplea en la caracterización de la resistencia del material de cimiento de una vía o de los diferentes materiales que se emplearan en un pavimento, con vista a dimensionar los espesores de los suelos que formarán parte del mismo empleando el método de diseño de pavimentos basado en dicho ensayo. Se ha comprobado que el CBR nos es recomendable para utilizar en espesores que hay que dar a la losa de hormigón en relación con el espesor total del pavimento, gracias a este ensayo se puede determinar la carga que puede recibir un suelo. Se han hecho cálculos para soportar ruedas de 4.1 Ton, 5.4 Ton, 27.2 Ton, 68.0 Ton.

La principal dificultad del método CBR es decidir en qué condiciones de humedad y densidad seca se va a efectuar el ensayo, con el fin de tener en cuenta los cambios que se pueden producir después de hormigonar y dejar lista la carretera. Sobre muestras inalteradas o para asegurar un buen comportamiento en los años, se sumerge totalmente la muestra, para darle un ambiente climático de las peores condiciones y así determinar la mejor densidad y humedad que debe tener un suelo.

El CBR se obtiene como la relación de la carga unitaria en (libras/pulgadas²), necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón, dentro de la muestra compactada de un suelo a un contenido de humedad y densidades dadas con respecto a la carga unitaria patrón requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material.

(Badillo, J., 1963)

La ecuación que describe es:

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria de ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} \times 100$$

- **CBR, Clasificación general usos, Sistema Unificado de Clasificación de los suelos y AASHTO.**

Tabla 53. CBR, Clasificación general usos.

CBR	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN	
			UNIFICADO	AASHTO
0 - 3	Muy Pobre	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A5,A6,A7
0 - 7	Pobre a regular	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6,A7
7 -20	Regular	Sub-Base	OL,CL,ML,SC,S	A2,A4,A6,A1
			M,SP	
20 -50	Bueno	Base - Sub-base	GM,GC,SW,SM	A16,A2-
			,SP,GP	5,A3,A2-6
> 50	Excelente	Base	GW,GM	

Fuente: AASHTO 1993 y S.U.C.S

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

- a. Seleccionamos una parte de muestra homogénea del suelo de 14Kg a ensayar, secas al ambiente.
- b. Tamizamos la muestra secada al ambiente por el tamiz # 3/4, en una bandeja metálica.
- c. Agregamos la cantidad de agua adecuada, de acuerdo al valor de humedad óptima encontrado en el ensayo proctor estándar.
- d. Colocamos el agua en la masa de suelo.
- e. Mezclamos el agua con el suelo de manera que forme una masa uniforme.
- f. Para tres moldes normalizados de 6", debidamente identificados, para 10, 25 y 56 golpes, determinamos su peso sin el collarín y medir su diámetro y profundidad.
- g. Medir la altura del disco espaciador
- h. Repetir los pasos, compactando cada probeta con 10,25 y 56 golpes por capa:
 - Sobre la base del molde ubicamos el disco espaciador y luego el cilindro y el collar.
 - Compactamos el suelo en 5 capas.
 - Retiramos el collar y enrasamos.

- Procedemos a pesar el molde con suelo compactado.
 - Una vez pesado el molde procedemos a colocar el papel filtro sobre la base e invertir el molde con el suelo ubicándolo en la base de la placa y atornillando bien el molde de manera que el suelo quede en contacto con el papel filtro.
 - Colocamos la placa metálica con el vástago ajustable, luego una pesa anular, encima una pesa ranurada.
- i. Cargar levemente el suelo y poner en cero los diales.
 - j. Para la serie normalizada de lecturas de penetración, anotar los valores del dial de cada carga.
 - k. Descargar la prensa, retirar el molde y obtener una muestra húmeda, con suelo e ambas caras y del centro de la probeta
 - l. Secar al horno y pesar la muestra al día siguiente.

7.6.5.5. RESULTADOS.

La tabulación de los ensayos se podrán observar en la sección de anexos parte 2: ANEXOS ENSAYOS DE SUELOS, realizados en el laboratorio por los autores de la presente tesis, en donde se muestran el resumen de todos los datos obtenidos además de los resultados finales a los que se llegó luego de proceder paso a paso con cada uno de los ensayos establecidos para el diseño vial.

7.6.5.5.1. MATERIALES ENCONTRADOS.

En el sector de estudio de obtuvimos muestras del suelo a una profundidad de 1,0 m clasificándoles como suelos ML (LIMO INORGÁNICO), siendo sub-rasantes regulares.

7.6.5.5.2. PROPIEDADES OBTENIDAS.

Partiendo de lo establecido en el método y clasificación SUCS; con los cálculos pertinentes que recomienda el estudio de suelos efectuados, obtuvimos los siguientes resultados para cada uno de los ejes viales en estudio:

Tabla 54. Propiedades obtenidas Vía Cebollar bajo-Yataloma

MUESTRA	Óptima Humedad (%)	Índice de plasticidad (%)	CLASIFICACIÓN SUCS 0-1,00 m	C.B.R %
1 Subrasante	8.00	27.50	ML	38.00
2 Subrasante	10.50	41.15	ML	33.50
3 Subrasante	9.20	31.71	ML	34.20
4 Subrasante	9.00	30.15	ML	33.00
5 Subrasante	9.50	31.02	ML	35.00
6 Subrasante	10.00	38.25	ML	33.30

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

7.6.5.5.3. ADOPCIÓN DEL CBR DE DISEÑO

Para adoptar el CBR de diseño, depende de la calidad de la sub rasante, para que los espesores de las distintas capas de la estructura tengan determinado espesor, se sigue el criterio de mejor calidad de la subrasante las capas de la estructura tendrán menor valor lo cual será menor el costo de la estructura del pavimento.

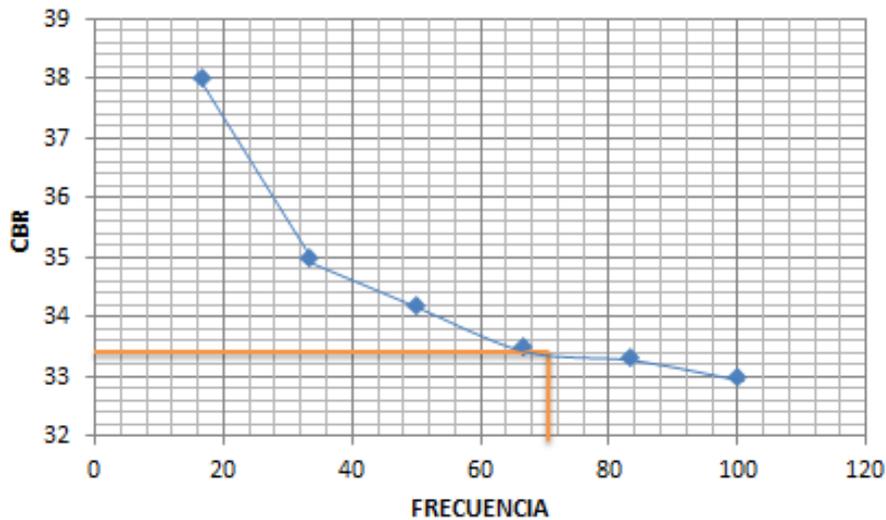
Para la vía de acceso el C.B.R de diseño se tiene:

Tabla 55. Cálculo de frecuencias para el CBR de la vía Cebollar bajo-Yataloma

NÚMERO	FRECUENCIA	CBR
6	100.00	33.00
5	83.33	33.30
4	66.67	33.50
3	50.00	34.20
2	33.33	35.00
1	16.67	38.00

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

Ilustración 52. Adopción del CBR de diseño para la vía Cebollar bajo-Yataloma



Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

En la vía Cebollar bajo-Yataloma para una frecuencia del 70%, el valor de CBR de diseño es 33.40 %.

7.6.6. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE.

Para el diseño de pavimentos debemos considerar dos parámetros fundamentales, el primero consiste en que sea funcional y el segundo es estructural.

En el primer caso se considera los parámetros de importancia del proyecto, la velocidad de la operación, la seguridad, el mantenimiento y los costos de inversión.

En el segundo caso consideramos los conceptos de resistencia, durabilidad, estabilidad volumétrica, compresibilidad, resistencia a la fatiga, capacidad portante, relación esfuerzo deformación, comportamiento frente a los factores ambientales, sistema constructivo y estrategia de rehabilitación de lo ya existente.

Para determinar los espesores de las capas para la estructura del pavimento se analizó aplicando el método AASHTO en la cual se considera características como el tránsito, subrasante ya existente, el índice de servicio esperado de la estructura así como las condiciones del ambiente bajo las cuales el pavimento estará sometido.

De acuerdo al Método de diseño de la AASHTO 1993, considerando diversos factores ambientales climáticos relacionados a niveles de precipitación, tráfico, humedad, agentes atmosféricos y naturales se cree adecuado el uso de pavimento flexible, compuesto por una Carpeta Asfáltica con mezcla elaborada en caliente, base granular clase 4 y subbase granular clase 3 para toda la longitud de la vía.

7.6.6.1. Adopción del C.B.R. de diseño.

Para determinar el espesor de las diferentes capas de la estructura del pavimento adoptaremos el CBR de diseño, ya que estos dependen de la calidad de la sub rasante, se considera que mientras mejor es la calidad de la subrasante las capas de la estructura del pavimento tendrán menor valor por lo tanto se considera un menor costo.

A partir de los ensayos de suelos en las vías, se obtuvo el valor de CBR de diseño igual a 33.40 %.

7.6.6.2. Método AASHTO para el diseño de pavimentos.

El pavimento que se va a desarrollar en el proyecto es tipo flexible, el cual está compuesto por tres capas: Capa de Rodadura (Grava o doble tratamiento superficial bituminoso), base (clase 4), subbase (Clase 3).

Para determinar los espesores del pavimento flexible usamos la siguiente fórmula:

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

Donde:

W18 = Número previsto de ejes equivalentes de 18 Kip (18000lb).

ZR = Nivel de confiabilidad R en la curva de distribución normalizada.

So = Desviación estándar.

SN = Número estructural.

ΔPSI= Índice de suficiencia o de servicio.

MR = Módulo de resiliencia de la subrasante.

7.6.6.2.1. Desarrollo paso a paso para determinar el número estructural del pavimento.

- **Cálculo del tráfico futuro para 20 años de los vehículos pesados.**

Tabla 56. Resumen del conteo de tráfico semanal de la Estación 1

TRÁFICO ACTUAL (TPDA)			
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
41	3	17	61
67.21%	4.92%	27.87%	100.00%

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

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

Donde:

Tf = Tráfico futuro

Ta = Tráfico actual

i = Tasa de crecimiento (3.10)

n = período de diseño

$$Tf_{20} = Ta \times (1 + i)^n$$

$$Tf_{20} = 41 \times (1 + 0.0310)^{20}$$

$$Tf_{20} = 76 \text{ veh\u00edculos}$$

Teniendo ya el número total de vehículos livianos para el período de diseño de 20 años procedemos a determinar el valor de carga equivalente para cada uno de los ejes viales.

7.6.6.2.2. Determinación del valor de carga equivalente.

Debemos convertir el tráfico a un número de ejes simples equivalentes a 18000 libras o 8180 kilogramos que debe soportar el pavimento durante el período de diseño de 20 años para esto es necesario determinar el factor de transformación que a su vez será la suma de los diferentes coeficientes o factores parciales correspondientes a cada tipo de vehículos a carga por ejes simples o ejes tándem, esta determinación se realiza únicamente con vehículos livianos ya que representa el mayor número de vehículos que circulan por la zona.

Tabla 57. Tabla de la Carga equivalente de 8180 kg, ejes simples.

Peso de ejes (kg)	%	Factor de carga equivalente	Carga equivalente de 8180 kg
< 3600	28.3	0.051	0.014
3600 - 7300	27.4	0.229	0.062
7300 - 9100	16.6	1	0.166
9100 - 10900	4.2	2.17	0.091
10900 - 13600	1.1	5.1	0.056
Total	77.6		0.389

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

El valor de carga equivalente de 8180 kg de la tabla de ejes simples se obtiene un valor equivalente de 0.389

Los siguientes valores fueron determinados de la tabla 5-A.5 Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, $P_t = 2.5$

Tabla 58. Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, $P_t = 2.5$.

TABLA 5-A.5 FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, EJES SIMPLES, $P_t = 2.5$

Carga / eje lb (kip)	Carga / eje (kN)	SN						
		1.0 (25.4)	2.0 (50.8)	3.0 (76.2)	4.0 (101.6)	5.0 (127.0)	6.0 (152.4)	
1400	2	8.9	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004
410	4	17.8	.003	.004	.004	.003	.002	.002
1818	6	26.7	.011	.017	.017	.013	.010	.009
2700	8	35.6	.032	.047	.051	.041	.034	.031
3626	10	44.5	.078	.102	.118	.102	.088	.080
4540	12	53.4	.168	.198	.229	.213	.189	.176
5454	14	62.3	.328	.358	.399	.388	.360	.342
6368	16	71.2	.591	.613	.646	.645	.623	.606
7282	18	80.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8182	20	89.0	1.61	1.57	1.49	1.47	1.51	1.55
9090	22	97.9	2.48	2.38	2.17	2.09	2.18	2.30
10000	24	106.8	3.69	3.49	3.09	2.89	3.03	3.27
10900	26	115.7	5.33	4.89	4.31	3.91	4.09	4.48
11800	28	124.6	7.49	6.98	5.90	5.21	5.39	5.98
12700	30	133.5	10.3	9.5	7.9	6.8	7.0	7.8
13600	32	142.4	13.9	12.8	10.5	8.8	8.9	10.0
14500	34	151.3	18.4	16.9	13.7	11.3	11.2	12.5
15400	36	160.0	24.0	22.0	17.7	14.4	13.9	15.5
16300	38	169.1	30.9	28.3	22.6	18.1	17.2	19.0
17200	40	178.0	39.3	35.9	28.5	22.5	21.1	23.0
18100	42	186.9	49.3	45.0	35.6	27.8	25.6	27.7
19000	44	195.8	61.3	55.9	44.0	34.0	31.0	33.1
20000	46	204.7	75.5	68.8	54.0	41.4	37.2	39.3
21000	48	213.6	92.2	83.9	65.7	50.1	44.5	46.5
22000	50	222.5	112.	102.	79.	60.	53.	55.

Fuente: Norma AASHTO 93

7.6.6.3.3. Determinación del valor de eje equivalente (W18).

- **Número de ejes equivalentes (W18).**- Para determinar el número de ejes equivalentes se pretende transformar el tráfico proyectado, para el período de diseño, a ejes equivalentes de 18000 lb principalmente de transporte pesado, marginando al transporte liviano que teóricamente no afectan a la estructura del pavimento flexible. Se aplicará la siguiente ecuación:

$$W18 = Dd \times DI \times EAL$$

Dónde:

Dd = Factor de distribución direccional, (por lo general se considera un valor de 0.5)

DI = Factor de distribución por carril.

EAL = Número de ejes equivalentes a 8.2 ton en el período de diseño.

Tabla 59. Factor de distribución por dirección.

FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR DIRECCIÓN	
Nº de carriles en ambas direcciones	Dd
2	0.5
4	0.45
6 o más	0.4

Fuente: Especificaciones AASHTO 93

Tabla 60. Factor de dirección por carril.

FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL	
Nº de carriles en ambas direcciones	Di
1	1
2	0.80 - 1.00
4	0.60 - 0.80
6 o más	0.50 - 0.75

Fuente: Especificaciones AASHTO 93

Los valores para la nueva apertura de los dos ejes viales emplearemos los siguientes valores:

Factor de distribución por dirección igual a 0.50

Factor de distribución por carril igual a 1.00

EAL = 2.88 (eje equivalente)

- **Cálculo del valor de Eje equivalente (W18) :**

$W18 = TPDA_{futuro} \times \text{días del año} \times \text{período de diseño} \times \text{factor de carga} \times \text{distribución por dirección} \times \text{distribución por carril} \times \text{eje equivalente}$

$$W18 = 108 \times 365 \times 20 \times 0.389 \times 0.5 \times 1.00 \times 2.88$$

$$W18 = 310776,77; \text{ carga de tráfico para 20 años}$$

7.6.6.3.4. Cálculo del módulo de resiliencia.

La guía AASHTO reconoce que muchas agencias no poseen los equipos para determinar el Mr y propone el uso de la conocida correlación con el CBR.

C.B.R. < 7,2% $Mr(p.s.i.) = 1500 \times CBR$

Si C.B.R. < 20% $Mr(p.s.i.) = 3000 \times CBR^{0.65}$

Si C.B.R. >20% $Mr(p.s.i.) = 4326 \times \ln(CBR) + 241$

- El C.B.R. obtenido para la subrasante de la vía es de 33.40 %, y se empleara la tercera expresión:

$$Mr = 4326 \times \ln(CBR) + 241$$

$$Mr = 4326 \times \ln(33.40) + 241$$

$$Mr = 15419.01 \text{ PSI}$$

- SUB- BASE CLASE 3.

Para el material pétreo de sub base clase 3, escogeremos la Cantera.

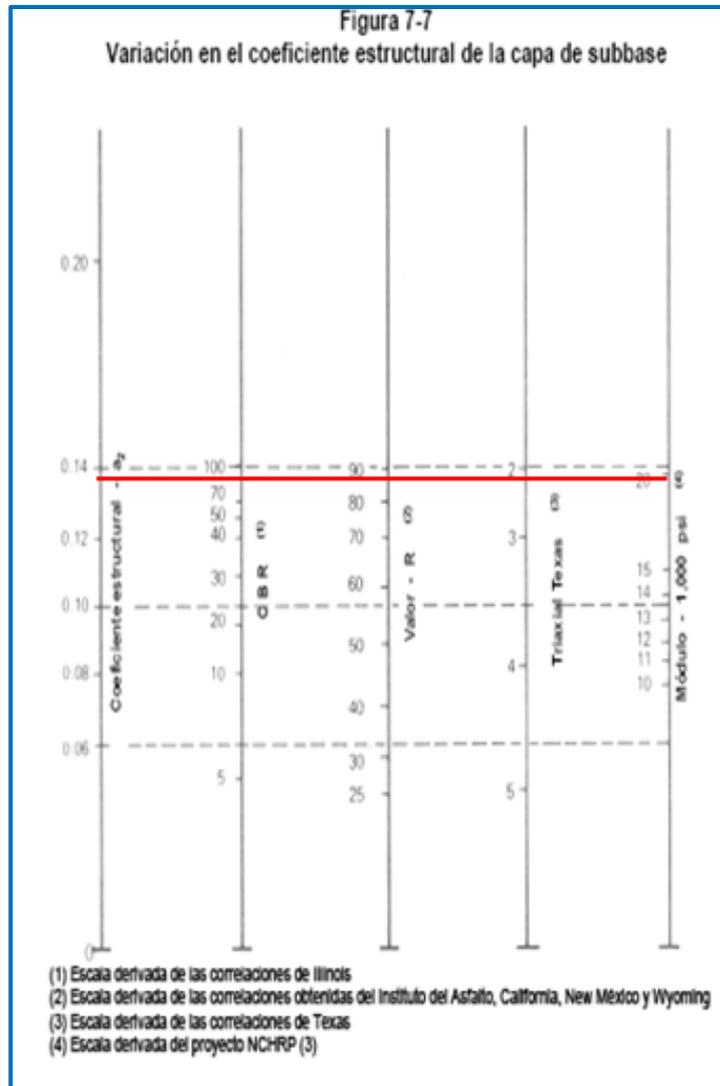
El CBR de la cantera es de 87.40% apta para explotar material de sub base clase 3.

$$Mr = 4326 \times \ln(CBR) + 241$$

$$Mr = 4326 \times \ln(87.40) + 241$$

$$Mr = 19580.36 \text{ PSI}$$

Ilustración 53. Variación en el coeficiente estructural de subbase



Fuente: Especificaciones AASHTO 93

Mediante correlación tenemos el valor de a3 igual a 0.138

- BASE CLASE 4.

Para el material pétreo de base clase 4, escogeremos la Cantera.

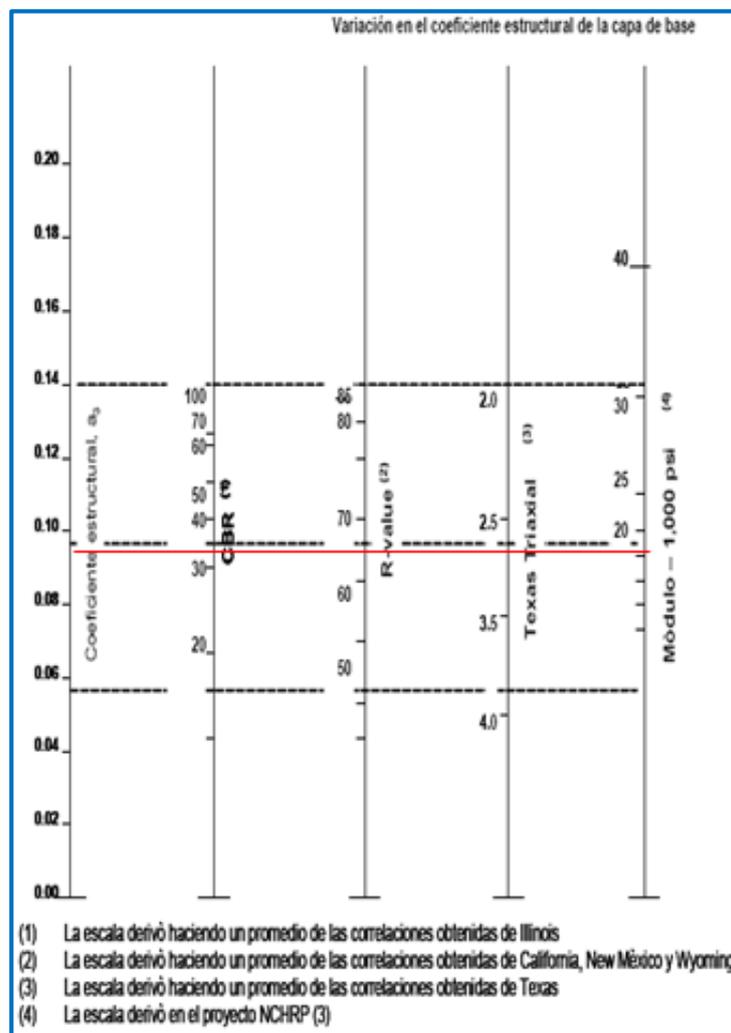
El CBR de la cantera es de 87.40% apta para explotar material de sub base clase 3.

$$Mr = 4326 \times \ln(CBR) + 241$$

$$Mr = 4326 \times \ln(87.40) + 241$$

$$Mr = 19580.36 \text{ PSI}$$

Ilustración 54. Variación en el coeficiente estructural de la base.



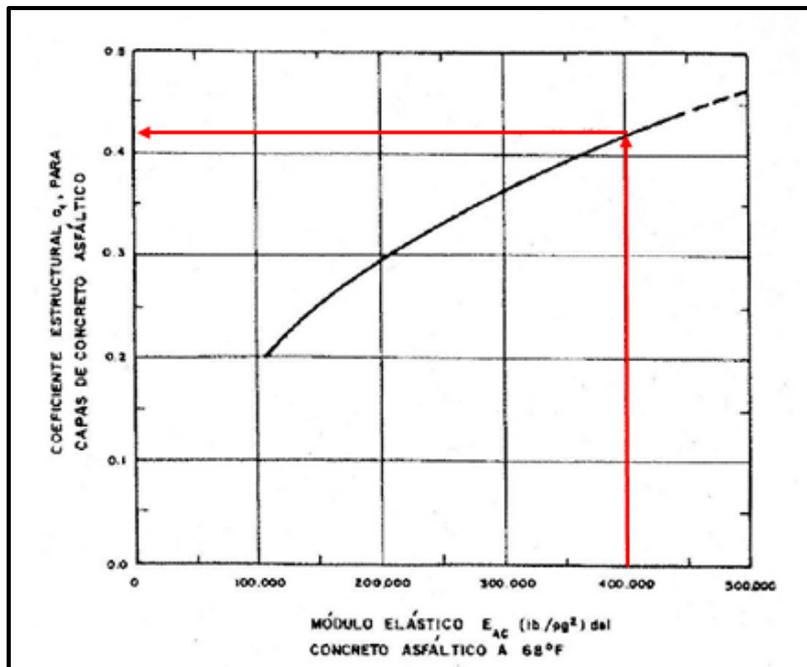
Fuente: Especificaciones AASHTO 93

Mediante correlación tenemos el valor de a_2 igual a 0,096.

- CARPETA ASFÁLTICA

Asumiremos un valor de Modulo de resiliencia de 400000 psi, lo cual nos da un valor del coeficiente estructural para la capa asfáltica de 0,420.

Ilustración 55. Variación en el coeficiente estructural de la base.



Fuente: Especificaciones AASHTO 93

7.6.6.3.5. Determinación del nivel de confiabilidad (Z_R)

Con el parámetro de Confiabilidad “ Z_R ”, se trata de llegar a cierto grado de certeza en el método de diseño, para asegurar que las diversas alternativas de la sección estructural que se obtengan durarán como mínimo el período de diseño.

Para el diseño utilizaremos los valores de la siguiente tabla:

Tabla 61. Nivel de confiabilidad en función del tipo de vía.

Confiabilidad R (%)	Desviación estándar normal (Zr)
50	0.00
60	-0.25
70	-0.52
75	-0.67
80	-0.84
85	-1.037
90	-1.282

Fuente: Especificaciones AASHTO 93

7.6.6.3.6. Determinación de la desviación estándar total.

Este parámetro está ligado directamente con la Confiabilidad (R), descrita anteriormente; habiéndolo determinado, en este paso deberá seleccionarse un valor S_o “Desviación Estándar Total” representativo de condiciones locales particulares, que considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito.

0.30 - 0.45 Pavimentos Rígidos

0.40 - 0.45 Pavimentos Flexibles

Escogemos un valor de desviación estándar de $S_o = 0.40$ para el diseño del pavimento flexible.

7.5.6.3.7. Cálculo del índice de servicialidad presente.

Un índice de servicialidad será de 4.2 cuando la capa de rodadura es nueva y deberá llegar hasta un mínimo de 2.5 por desgaste de la capa de rodadura, un valor menor que el indicado implicaría gastos económicos mientras que si nos mantenemos hasta un valor final de PSI de 2.5 simplemente se puede realizar un reapeo darle un mantenimiento a la vía y de esta manera estaríamos economizando la obra.

Se calcula con la siguiente expresión:

$$\Delta PSI = P_o - P_f$$

Dónde:

ΔPSI inicial = Inicio del Período = 4.2

ΔPSI Final = Fin del Período = 2.5

Por lo tanto;

$$\Delta PSI = P_o - P_f$$

$$\Delta PSI = 4.20 - 2.50$$

$$\Delta PSI = 1.70$$

7.6.6.3.8. Determinación de la capacidad del drenaje para remover la humedad.

Se presentan los valores recomendados para m2 y m3 (bases y sub-bases granulares sin estabilizar) en función de la calidad del drenaje y el porcentaje del tiempo a lo largo de un año, en el cual la estructura del pavimento pueda estar expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación.

Se asumiremos una calidad de drenaje regular, con un porcentaje de tiempo con la estructura expuesta a niveles de humedad próxima a la saturación de 5 - 25%, para las dos capas, por lo que el coeficiente de drenaje será m2 y m3 de 1.00 según la tabla adjunta.

Tabla 62. Factor de drenaje.

Calidad de Drenaje	Porcentaje de tiempo con la estructura expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menor 1 %	1 - 5 %	5 - 25 %	Mayor 25 %
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.2
Bueno	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	0.8
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.6
Muy Pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.4

Fuente: Norma AASHTO 93

7.6.6.3.9. Resumen de datos.

W18 = 310776, 77; carga de tráfico para 20 años

R = 70%; camino vecinal IV orden.

Mr = 15419.01 PSI

$$Z_R = -0.52$$

$$S_o = 0.40$$

$$\Delta PSI = 1.70$$

$$m_2 = m_3 = 1.00$$

7.6.6.3.10. Determinación del número estructural

Obtenido todos los datos para determinar el número estructural que es el objetivo principal al cual queremos llegar nos basaremos de los datos obtenidos y emplearemos el programa de la ecuación AASHTO 93 para pavimentos flexibles:

Ilustración 56. Número estructural AASHTO 93 para la Vía Cebollar bajo - Yataloma

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93". It is divided into several sections for data entry:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for "Pavimento flexible" (selected) and "Pavimento rígido".
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu set to "70 % Zr=-0.524" and a text box for "So" containing "0.40".
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for "PSI inicial" (4.2) and "PSI final" (2.5).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for "Mr" containing "15419.01 psi".
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for "Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)", "Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)", "Coeficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coeficiente de drenaje - (Cd)".
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for "Calcular SN" (selected) and "Calcular W18". A text box next to "Calcular SN" shows "W18 = 310776.77".
- Número Estructural:** A text box showing "SN = 1.88".
- Buttons:** "Calcular" and "Salir" buttons at the bottom.

Fuente: Norma AASHTO 93
Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

7.5.6.3.11. Determinación de los espesores del pavimento flexible.

Se utilizara la siguiente expresión para determinar los espesores de diseño:

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

Dónde:

SN = número estructural requerido.

a1, a2 y a3 = Coeficientes de capa representativos de carpeta, base y sub-base respectivamente.

D1, D2 y D3 = Espesor de la carpeta, base y sub-base respectivamente.

m2 y m3 = Coeficientes de drenaje para base y sub-base respectivamente.

- **CÁLCULO DE ESPESORES.**

Aplicando las fórmulas correspondientes y utilizando hojas de cálculo, ingresamos los datos y obtenemos los siguientes resultados.

Tabla 63. Cuadro de resumen de datos para el cálculo de espesores de pavimento de la vía Cebollar bajo - Yataloma

ESTUDIOS DEFINITIVOS DE LA VIA

VÍA QUE CONDUCE DESDE CEBOLLAR BAJO A INTERCEPTAR LA VIA NAVAG – COLUMBE EN EL PUNTO (RAYOPUNGO - YATALOMA) DISEÑO DE LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

DATOS :					
EJES ACUMULADOS 8,2 ton :	310,777	No. AÑOS :	20		
CONFIABILIDAD (%) :	70				
DESVIACION ESTANDAR :	-0.820				
ERROR ESTANDAR COMBINADO :	0.4	COEFICIENTES ESTRUCTURALES Y DRENAJE			
MODULO HOR. ASFALTICO (p.s.i.) :	400,000	a 1 :	0.420	m 1 :	x
MODULO DE LA BASE(p.s.i.) :	19,580	a 2 :	0.096	m 2 :	1.0
MODULO DE LA SUBBASE (p.s.i.) :	19,580	a 3 :	0.138	m 3 :	1.0
MODULO DE SUBRASANTE :	15,419				
PERDIDA TOTAL DE P S I :	1.7				

AJUSTE DEL SN1

NUMERO ESTRUCT REQUERIDO :	1.88
LOG (EJES ACUMULADOS) :	5.49
ECUACION DE COMPROBACION :	5.50

AJUSTE DEL SN2(BASE GRANULAR)

NUMERO ESTRUCT REQUERIDO :	1.440
LOG (EJES ACUMULADOS) :	5.49
ECUACION DE COMPROBACION :	5.09

AJUSTE DEL SN3(SUBBASE)

NUMERO ESTRUCT REQUERIDO :	1.440
LOG (EJES ACUMULADOS) :	5.49
ECUACION DE COMPROBACION :	5.09

DETERMINACION DE ESPESORES DE LA ESTRUCTURA:

CAPAS DEL PAVIMENTO	Número Estructural	Num. Estr. corregido	Espesor calculado	Espesor Adoptado (plg)	Espesor adoptado (cm)
CAPA ASFALTICA CON MEZCLA EN CALIENTE	D1* :		3.43	2.0	5.0
	SN1* :	0.84			
BASE GRANULAR CLASE 4	D2* :		6.25	5.0	12.5
	SN2* :	0.48			
SUBBASE GRANULAR CLASE 3	D3* :		4.06	7.0	17.5
	SN3* :	0.97			
TOTAL		2.29	13.74	14	35
		SN corr ≥ SN req	ok		

SIMBOLOGIA:

- ai : Coeficiente estructural de capa.
- Di : Espesor de la capa (plg).
- mi : Factor de drenaje.
- SNi* : Número estructural corregido (plg)

Elaborado por: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

La estructura de pavimento flexible para la vía de acceso queda establecida de la siguiente manera:

Carpeta asfáltica = 2 pulg. - 5.00cm

Base clase IV = 5 pulg. - 12.50 cm

Sub base Clase III = 7 pulg. - 17.50 cm

7.5.6.4. Propuesta de vía con pavimento flexible.

Para vías de cuarto orden, según la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003, establece para vías de cuarto orden que su tipo de calzada sea grava o doble tratamiento superficial bituminoso, a continuación se presenta el pavimento propuesto:

<i>Carpeta asfáltica =</i>	<i>2 pulg.</i>	<i>-</i>	<i>5.00 cm</i>
<i>Base clase IV =</i>	<i>5 pulg.</i>	<i>-</i>	<i>12.50 cm</i>
<i>Sub base Clase III =</i>	<i>7 pulg.</i>	<i>-</i>	<i>17.50 cm</i>

7.5.7. PRESUPUESTO REFERENCIAL

7.5.7.1. PRESUPUESTO REFERENCIAL

INSTITUCION: GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON COLTA

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma

UBICACION: PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

OFERENTE:

ELABORADO: Vinicio Caranqui, Jorge Mayanza

FECHA: 19 DE JUNIO DE 2017

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

COD.	RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
201	228 - 1 (1)	Movilización	glb	1,00	1.500,00	1.500,00
302-0	302-1	Desbroce, desbosque, limpieza	ha	4,76	241,53	1.149,68
2	1	REPLANTEO Y NIVELACION	km	5,29	240,64	1.272,99
303-2	303-2 (2)	Excavación en suelo	m ³	87.631,83	3,03	265.524,44
303-3	307-2 (1)	Excavación y relleno para estructuras	m ³	175,50	2,23	391,37
306-5	309-2 (2)	Transporte de material de excavación	m ³ /km	16.000,00	1,10	17.600,00
403	403-1	Sub base clase III. Incluye transporte	m ³	6.661,62	11,75	78.274,04
404	404-1	Base clase IV. Incluye transporte	m ³	4.758,30	15,70	74.705,31
405-1	405-1 (1)	Asfalto MC para imprimación rata 1.50 lt/m ²	lt	57.099,60	2,25	128.474,10
405-5	405-5	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e=5.00 cm	m ²	38.066,40	7,41	282.072,02
307-3	307-3 (1)	Excavación para cunetas y encauzamientos	m ³	2.643,50	2,26	5.974,31
503-2	503 (3)	Hormigón estructural de cemento Portland clase C. Incl. Encofrado (Cunetas)	m ³	655,59	145,99	95.709,58
503-5	503 (5)	Hormigón ciclopeo 60% HS y 40% Piedra Incl. Encofrado (Señalización)	m ³	2,80	99,10	277,48
600	607 - (1)	Tubería de metal corrugado D=1200 mm e=2,5 mm	ml	99,60	255,19	25.416,92
600-1	503 (2)	Hormigón estructural de cemento Portland clase B. Incl. Encofrado (Alcantarillas)	m ³	26,76	145,99	3.906,69
705-1	705 - (1)	Marcas de pavimento (pintura)	ml	15.861,00	3,44	54.561,84
708-5	708-5 (1)	Señal Vertical a lado carretera preventivas 0,75 x 0,75 m	u	42,00	159,45	6.696,90
708-6	708 - 5 (2)	Señal Vertical a lado carretera informativas 1,20 x 0,60 m	u	10,00	196,95	1.969,50
708-7	708 - 5 (3)	Señal Vertical a lado carretera reglamentarias D= 0,75 m	u	12,00	146,95	1.763,40
705-4	705 - (4)	Tachas reflectivas bidireccionales	u	2.644,00	6,79	17.952,76
711-0	708 - 5 (4)	Señalización Ambiental al lado de la carretera 1.80m x 1.20m	u	6,00	246,95	1.481,70
205-1	205 - (1)	Agua para control de polvo	mlin	1.427,49	3,48	4.967,67
					TOTAL:	1.071.642,70

SON : UN MILLÓN SETENTA Y UN MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y DOS, 70/100 DÓLARES

PLAZO TOTAL: 90 DIAS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES Y ESPECÍFICAS.

Referencia: ESPECIFICACIONES MOP-001-F-2002

- **LISTA DE EQUIPOS.**

Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
CUADRO AUXILIAR: TARIFA DE EQUIPOS

DESCRIPCION	COSTOxHORA	HORA-EQUIPO	COSTO TOTAL
Herramienta menor(% total)	6.410,52		6.410,52
Barredora autopropulsada	14,00	967,53	13.545,42
Camión pintura	8,00	396,53	3.172,24
Cargadora Frontal	25,00	152,27	3.806,75
Concretera	3,10	685,15	2.123,97
Distribuidor de Asfalto	40,00	571,00	22.840,00
Equipo manual de perforación	2,50	528,80	1.322,00
Motoniveladora	40,00	201,76	8.070,40
Motosierra	4,00	7,14	28,56
Planta asfáltica	110,00	152,27	16.749,70
Planta eléctrica 175 KVA	30,00	152,27	4.568,10
Retroexcavadora	35,00	1.075,77	37.651,95
Rodillo liso vibratorio	40,00	1.407,72	56.308,80
Rodillo neumático	40,00	152,27	6.090,80
Tanquero de agua	20,00	1.367,38	27.347,60
Terminadora de asfalto	105,00	152,27	15.988,35
Vibrador a gasolina	2,45	685,15	1.678,62
Volqueta	25,00	3.773,42	94.335,50
TOTAL:			322.039,28

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

- **LISTA DE MANO DE OBRA**

Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
CUADRO AUXILIAR: COSTOS DE MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CAT.	SAL.REALxHORA	HOR-HOMBRE	COSTO TOTAL
Topografo 2	C1	3,82	10,58	40,42
Cadenero	D2	3,45	21,16	73,00
Inspector de Obra	EO B3	3,83	723,27	2.770,12
Residente de obra	EO B3	3,84	6.002,87	23.051,02
Chofer Tanquero	EO C1	5,00	1.367,38	6.836,90
Chofer Volqueta	EO C1	5,00	618,67	3.093,35
Chofer para camiones	EO C1	4,84	396,53	1.919,21
Maestro mayor	EO C1	3,82	2.076,29	7.931,43
Operador Cargadora Frontal	EO C1	3,82	1.203,85	4.598,71
Operador Motoniveladora	EO C1	3,82	201,76	770,72
Operador Retroexcavadora	EO C1	3,82	1.075,77	4.109,44
Operador Rodillo	EO C2	3,64	1.559,98	5.678,33
Operador acabadora de pav asf	EO C2	3,64	1.522,66	5.542,48
Operador barredora autopropuls	EO C2	3,64	967,53	3.521,81
Operador distribuidor de Asfal	EO C2	3,64	571,00	2.078,44
Operador planta asfáltica	EO C2	3,64	152,27	554,26
Albañil	EO D2	3,45	1.385,24	4.779,08
Operador de equipo liviano	EO D2	3,64	7,14	25,99
Pintor	EO D2	3,45	793,05	2.736,02
Peón	EO E2	3,41	13.050,70	44.502,89
TOTAL:				124.613,62

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

- **LISTA DE MATERIALES.**

Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
CUADRO AUXILIAR: COSTOS DE MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Aditivo de adherencia	Lt	4,90	3.844,71	18.839,08
Agua	m3	1,25	299,21	374,01
Arena de río	m3	13,00	444,28	5.775,64
Asfalto	Lt	0,24	411.117,12	98.668,11
Asfalto MC-250	Lt	1,10	28.549,80	31.404,78
Base Clase 4	m3	7,95	5.709,96	45.394,18
Cemento Portland	Kg	0,15	239.343,30	35.901,50
Diesel	Lt	0,27	23.791,50	6.423,71
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA	u	85,00	10,58	899,30
Encofrado metálico para cuneta	ml	0,75	6.823,50	5.117,63
Estacas de madera	U	0,25	3.411,75	852,94
MOVILIZACIÓN EQUIPOS	Glb	1.200,00	1,00	1.200,00
Material para carpeta	m3	9,00	3.996,97	35.972,73
Microesfera	Kg	22,50	317,22	7.137,45
Pegamento epóxico	gl	54,00	79,32	4.283,28
Piedra	m3	15,00	1,12	16,80
Pintura termoplástico	gl	45,00	475,83	21.412,35
Ripio triturado	m3	13,00	649,71	8.446,23
Señal ambiental 1.80m*1.20m	U	190,00	6,00	1.140,00
Señal informativa 1.20m*0.60m	U	150,00	10,00	1.500,00
Señal preventiva 0.75*0.75m	U	120,00	42,00	5.040,00
Señal reglamentaria D=0.75 m	U	110,00	12,00	1.320,00
Sub base Clase 3	m3	5,77	7.993,94	46.125,03
Tabla de encofrado	U	2,40	0,28	0,67
Tacha reflectiva bidireccional	U	2,20	2.644,00	5.816,80
Tubería metálica D= 1500 mm, e	m	195,00	99,60	19.422,00

TOTAL: 408.484,22

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

- **SÍMBOLOS Y FÓRMULA POLINÓMICA.**

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma

UBICACIÓN: PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

DESCRIPCION DE SIMBOLOS Y FORMULA DE REAJUSTE

SIMBOLO	DESCRIPCION	COSTO DIRECTO	COEFICIENTE
E	EQUIPO	316.606,14	0,369
MA	MATERIALES ASFÁLTICOS	217.169,63	0,253
MO	MANO DE OBRA	126.255,96	0,147
MT	MATERIALES	149.502,64	0,174
TUB	TUBERIA	19.422,00	0,023
V	VARIOS	21.633,17	0,025
X	HERRAMIENTA MENOR	6.410,52	0,009
		=====	=====
		857.000,06	1,000

$$Pr=Po(0.460 E1/Eo + 0.152 MA1/MAo + 0.189 MO1/MOo + 0.154 MT1/MTo + 0.014 TUB1/TUBo + 0.021 V1/Vo + 0.010 X1/Xo)$$

FECHA: 19 DE JUNIO DE 2017

EN DONDE:

- Pr = Valor reajustado del anticipo o de la planilla.
 Po = Valor del anticipo o de la planilla calculada con las cantidades de obra ejecutado a los precios unitarios contractuales descontada la parte proporcional del anticipo, de haberlo pagado.
- Bo = Sueldos y salarios minimos de una cuadrilla tipo, fijados por Ley o Acuerdo Ministerial para las correspondientes ramas de actividad, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general que deban pagarse a todos los trabajadores en el país, exceptuando el porcentaje de la participación de los trabajadores en las utilidades de empresa, los viaticos, subsidios y beneficios de orden social: esta cuadrilla tipo estará conformada en base a los análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada, vigentes treinta días antes de la fecha de cierre para la presentación de la oferta que constará en el contrato.
- B1 = Sueldos y salarios minimos de una cuadrilla tipo, fijados por Ley o Acuerdo Ministerial para las correspondientes ramas de actividad, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general que deban pagarse a todos los trabajadores en el país, exceptuando el porcentaje de la participación de los trabajadores en las utilidades de empresa, los viaticos, subsidios y beneficios de orden social: esta cuadrilla tipo estará conformada en base a los análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada, vigentes a la fecha del pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.
- Co,Do,Eo...Zo: Los precios o índices de precios de los componentes principales vigentes 30 días antes de la fecha de cierre para la presentación de las ofertas, fecha que constará en el contrato.
- C1,D1,E1...Z1: Los precios o índices de precios de los componentes principales a la fecha del pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.
- Xo = Indice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra y a la falta de este, el indice de precios al consumidor treinta días antes de la fecha de cierre de la presentación de las ofertas, que constará en el contrato.
- X1 = Indice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra y a la falta de este, el indice de precios al consumidor a la fecha del pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.

• CUADRILLA TIPO.

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo -

UBICACIÓN: PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

CUADRILLA TIPO

DESCRIPCION	COST.DIRECT.	SRH	#HOR./HOM.	COEF.
ESTRUCTURA OCUPACIONAL B3	26.067,02	3,84	6.790,36	0,199
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1	30.686,43	3,82	7.306,07	0,213
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2	17.473,13	3,64	4.800,31	0,140
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2	7.574,68	3,45	2.195,17	0,065
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2	44.454,70	3,41	13.036,57	0,383
	=====		=====	=====
	126.255,96		34.128,48	1,000

7.5.7.1.1. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : REPLANTEO Y NIVELACION

UNIDAD: KM

ITEM : 1

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES: SE UTILIZARA TEODOLITO COMO EQUIPO DE PRESICION

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					5.42
EQUIPO DE TOPOGRAFIA	1.00	5.00	5.00	8.000	40.00
SUBTOTAL M					45.42
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
TOPÓGRAFO 2 EO C1	1.00	3.66	3.66	8.000	29.28
CADENERO EO D2	4.00	3.30	13.20	6.000	79.20
SUBTOTAL N					108.48
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
PINTURA, TACHUELAS, BROCHA, ETC		GLB	2.000	8.00	16.00
HITOS DE H.S. H=30 CM		U	4.000	1.00	4.00
ESTACAS DE MADERA		U	64.000	0.30	19.20
SUBTOTAL O					39.20
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					193.10
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00					48.28
OTROS INDIRECTOS(%)					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					241.38
VALOR UNITARIO					241.38

SON: DOSCIENTOS CUARENTA Y UN DÓLARES CON TREINTA Y OCHO CENTAVOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Movilización

UNIDAD: glb

ITEM : 228 - 1 (1)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2000.

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
Herramienta Menor 0% de M.O.					0.00	
SUBTOTAL M					0.00	
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL N						0.00
<i>MATERIALES</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>	
MOVILIZACIÓN EQUIPOS		Glb	1.000	1,200.00	1,200.00	
SUBTOTAL O					1,200.00	
<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>		
SUBTOTAL P					0.00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,200.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)	25.00
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,500.00
VALOR UNITARIO	1,500.00

SON: UN MIL QUINIENTOS DÓLARES

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Desbroce, desbosque, limpieza

UNIDAD: ha

ITEM : 302-1

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F2000

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.84
Motosierra	1.00	4.00	4.00	1.500	6.00
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.00	1.500	52.50
Volqueta	2.00	25.00	50.00	1.500	75.00
SUBTOTAL M					136.34

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer Volqueta	EO C1	2.00	5.00	10.00	1.500	15.00
Operador Retroexcavadora	EO C1	1.00	3.82	3.82	1.500	5.73
Peón	EO E2	6.00	3.41	20.46	1.500	30.69
Operador de equipo liviano	EO D2	1.00	3.64	3.64	1.500	5.46
SUBTOTAL N						56.88

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	193.22
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	48.31
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	241.53
VALOR UNITARIO	241.53

SON: DOSCIENTOS CUARENTA Y UN DÓLARES CON CINCUENTA Y TRES CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Excavación en suelo

UNIDAD: m³

ITEM : 303-2 (2)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2000

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.00	0.012	0.42
Volqueta	3.00	25.00	75.00	0.012	0.90
Rodillo liso vibratorio	1.00	40.00	40.00	0.012	0.48
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.012	0.24
SUBTOTAL M					2.06

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador Retroexcavadora	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.012	0.05
Operador Cargadora Frontal	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.012	0.05
Operador Rodillo	EO C2	1.00	3.64	3.64	0.012	0.04
Chofer Tanquero	EO C1	1.00	5.00	5.00	0.012	0.06
Peón	EO E2	4.00	3.41	13.64	0.012	0.16
SUBTOTAL N						0.36

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.42
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.61
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.03
VALOR UNITARIO	3.03

SON: TRES DÓLARES CON TRES CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Excavación y relleno para estructuras

UNIDAD: m³

ITEM : 307-2 (1)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2000

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.00	0.012	0.42
Volqueta	1.00	25.00	25.00	0.015	0.38
Rodillo liso vibratorio	1.00	40.00	40.00	0.012	0.48
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.010	0.20
SUBTOTAL M					1.49

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador Retroexcavadora	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.012	0.05
Chofer Volqueta	EO C1	1.00	5.00	5.00	0.015	0.08
Operador Rodillo	EO C2	1.00	3.64	3.64	0.012	0.04
Chofer Tanquero	EO C1	1.00	5.00	5.00	0.010	0.05
Peón	EO E2	2.00	3.41	6.82	0.010	0.07
SUBTOTAL N						0.29

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.78
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.45
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.23
VALOR UNITARIO	2.23

SON: DOS DÓLARES CON VEINTE Y TRES CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Transporte de material de excavación

UNIDAD: m³/km

ITEM : 309-2 (2)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2000

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01	
Volqueta	1.00	25.00	25.00	0.025	0.63	
SUBTOTAL M					0.64	
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Chofer Volqueta	EO C1	1.00	5.00	5.00	0.025	0.13
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.010	0.04
Peón	EO E2	2.00	3.41	6.82	0.010	0.07
SUBTOTAL N					0.24	
<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>		
SUBTOTAL O				0.00		
<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC. TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>		
SUBTOTAL P				0.00		

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.88
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.22
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.10
VALOR UNITARIO	1.10

SON: UN DÓLAR CON DIEZ CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Sub base clase III. Incluye transporte

UNIDAD: m³

ITEM : 403-1

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Motoniveladora	1.00	40.00	40.00	0.016	0.64
Rodillo liso vibratorio	1.00	40.00	40.00	0.016	0.64
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.015	0.30
Volqueta	1.00	25.00	25.00	0.016	0.40
SUBTOTAL M					2.00

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador Motoniveladora	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.016	0.06
Operador Rodillo	EO C2	1.00	3.64	3.64	0.016	0.06
Chofer Tanquero	EO C1	1.00	5.00	5.00	0.015	0.08
Chofer Volqueta	EO C1	1.00	5.00	5.00	0.016	0.08
Residente de obra	EO B3	1.00	3.84	3.84	0.010	0.04
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.015	0.06
Peón	EO E2	2.00	3.41	6.82	0.015	0.10
SUBTOTAL N						0.48

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Sub base Clase 3	m3	1.200	5.77	6.92
SUBTOTAL O				6.92

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	9.40
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	2.35
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	11.75
VALOR UNITARIO	11.75

SON: ONCE DÓLARES CON SETENTA Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Base clase IV. Incluye transporte

UNIDAD: m³

ITEM : 404-1

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
Motoniveladora	1.00	40.00	40.00	0.020	0.80
Rodillo liso vibratorio	1.00	40.00	40.00	0.020	0.80
Volqueta	1.00	25.00	25.00	0.020	0.50
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.015	0.30
SUBTOTAL M					2.43

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Operador Motoniveladora	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.020	0.08
Operador Rodillo	EO C2	1.00	3.64	3.64	0.020	0.07
Chofer Tanquero	EO C1	1.00	5.00	5.00	0.015	0.08
Chofer Volqueta	EO C1	1.00	5.00	5.00	0.020	0.10
Residente de obra	EO B3	1.00	3.84	3.84	0.010	0.04
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.020	0.08
Peón	EO E2	2.00	3.41	6.82	0.020	0.14
SUBTOTAL N						0.59

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Base Clase 4	m3	1.200	7.95	9.54
SUBTOTAL O				9.54

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC. TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	12.56
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	3.14
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	15.70
VALOR UNITARIO	15.70

SON: QUINCE DÓLARES CON SETENTA CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Asfalto MC para imprimación rata 1.50 lt/m2

UNIDAD: lt

ITEM : 405-1 (1)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
Distribuidor de Asfalto	1.00	40.00	40.00	0.010	0.40
Barredora autopropulsada	1.00	14.00	14.00	0.010	0.14
SUBTOTAL M					0.57

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de Obra	EO B3	1.00	3.83	3.83	0.010	0.04
Residente de obra	EO B3	1.00	3.84	3.84	0.100	0.38
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.010	0.04
Peón	EO E2	2.00	3.41	6.82	0.010	0.07
Operador distribuidor de Asfal	EO C2	1.00	3.64	3.64	0.010	0.04
Operador barredora autopropuls	EO C2	1.00	3.64	3.64	0.010	0.04
SUBTOTAL N					0.61	

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Asfalto MC-250	Lt	0.500	1.10	0.55
Diesel	Lt	0.250	0.27	0.07
SUBTOTAL O				0.62

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.80
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.45
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.25
VALOR UNITARIO	2.25

SON: DOS DÓLARES CON VEINTE Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e=5.00 cm

UNIDAD: m2

ITEM : 405-5

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Planta asfáltica	1.00	110.00	110.00	0.004	0.44
Planta eléctrica 175 KVA	1.00	30.00	30.00	0.004	0.12
Terminadora de asfalto	1.00	105.00	105.00	0.004	0.42
Rodillo liso vibratorio	1.00	40.00	40.00	0.004	0.16
Rodillo neumático	1.00	40.00	40.00	0.004	0.16
Cargadora Frontal	1.00	25.00	25.00	0.004	0.10
SUBTOTAL M					1.42

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador planta asfáltica	EO C2	1.00	3.64	3.64	0.004	0.01
Operador Rodillo	EO C2	2.00	3.64	7.28	0.004	0.03
Operador Cargadora Frontal	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.004	0.02
Operador acabadora de pav asf	EO C2	1.00	3.64	3.64	0.040	0.15
Inspector de Obra	EO B3	1.00	3.83	3.83	0.004	0.02
Residente de obra	EO B3	1.00	3.84	3.84	0.004	0.02
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.004	0.02
Peón	EO E2	10.00	3.41	34.10	0.004	0.14
SUBTOTAL N						0.41

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Asfalto	Lt	10.800	0.24	2.59
Material para carpeta	m3	0.105	9.00	0.95
Diesel	Lt	0.250	0.27	0.07
Aditivo de adherencia	Lt	0.101	4.90	0.49
SUBTOTAL O				4.10

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		5.93
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)	25.00	1.48
OTROS INDIRECTOS(%)		0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		7.41
VALOR UNITARIO		7.41

SON: SIETE DÓLARES CON CUARENTA Y UN CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Excavación para cunetas y encauzamientos

UNIDAD: m³

ITEM : 307-3 (1)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES: MOP 001-F 2000

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					
Moto Niveladora	1.00	40.00	40.00	0.045	1.80
SUBTOTAL M					1.80

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de obra	EO B3	1.00	3.84	3.84	0.010	0.00
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.010	0.00
Peón	EO E2	4.00	3.41	13.64	0.200	0.00
SUBTOTAL N						0.00

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC.TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.80
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.45
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.25
VALOR UNITARIO	2.25

SON: DOS DÓLARES CON VEINTE Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Hormigón estructural de cemento Portland clase C. Incl. Encofrado (Cunetas)

UNIDAD: m³

ITEM : 503 (3)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.39
Concreteira	1.00	3.10	3.10	1.000	3.10
Vibrador a gasolina	1.00	2.45	2.45	1.000	2.45
SUBTOTAL M					6.94

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.82	3.82	1.000	3.82
Albañil	EO D2	2.00	3.45	6.90	1.000	6.90
Peón	EO E2	5.00	3.41	17.05	1.000	17.05
SUBTOTAL N						27.77

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Cemento Portland	Kg	350.000	0.15	52.50
Arena de río	m3	0.650	13.00	8.45
Ripio triturado	m3	0.950	13.00	12.35
Agua	m3	0.020	1.25	0.03
Encofrado metálico para cuneta	ml	10.000	0.75	7.50
Estacas de madera	U	5.000	0.25	1.25
SUBTOTAL O				82.08

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC. TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	116.79
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	29.20
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	145.99
VALOR UNITARIO	145.99

SON: CIENTO CUARENTA Y CINCO DÓLARES CON NOVENTA Y NUEVE CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Hormigón ciclopeo 60% HS y 40% Piedra Incl. Encofrado (Señalización)

UNIDAD: m³

ITEM : 503 (5)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.39
Concreteira	1.00	3.10	3.10	1.000	3.10
Vibrador a gasolina	1.00	2.45	2.45	1.000	2.45
SUBTOTAL M					6.94

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.82	3.82	1.000	3.82
Albañil	EO D2	2.00	3.45	6.90	1.000	6.90
Peón	EO E2	5.00	3.41	17.05	1.000	17.05
SUBTOTAL N						27.77

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Cemento Portland	Kg	186.000	0.15	27.90
Arena de río	m3	0.270	13.00	3.51
Ripio triturado	m3	0.530	13.00	6.89
Agua	m3	0.020	1.25	0.03
Piedra	m3	0.400	15.00	6.00
Tabla de encofrado	U	0.100	2.40	0.24
SUBTOTAL O				44.57

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC. TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	79.28
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	19.82
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	99.10
VALOR UNITARIO	99.10

SON: NOVENTA Y NUEVE DÓLARES CON DIEZ CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Tubería de metal corrugado D=1200 mm e=2,5 mm

UNIDAD: ml

ITEM : 607 - (1)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.19
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.00	0.150	5.25
SUBTOTAL M					5.44

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.150	0.57
Albañil	EO D2	1.00	3.45	3.45	0.150	0.52
Peón	EO E2	4.00	3.41	13.64	0.150	2.05
Operador Retroexcavadora	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.150	0.57
SUBTOTAL N						3.71

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Tubería metálica D= 1500 mm, e	m	1.000	195.00	195.00
SUBTOTAL O				195.00

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC. TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	204.15
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	51.04
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	255.19
VALOR UNITARIO	255.19

SON: DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO DÓLARES CON DIECINUEVE CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Hormigón estructural de cemento Portland clase B. Incl. Encofrado (Alcantarillas)

UNIDAD: m³

ITEM : 503 (2)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.39
Concreteira	1.00	3.10	3.10	1.000	3.10
Vibrador a gasolina	1.00	2.45	2.45	1.000	2.45
SUBTOTAL M					6.94

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.82	3.82	1.000	3.82
Albañil	EO D2	2.00	3.45	6.90	1.000	6.90
Peón	EO E2	5.00	3.41	17.05	1.000	17.05
SUBTOTAL N						27.77

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Cemento Portland	Kg	350.000	0.15	52.50
Arena de río	m3	0.650	13.00	8.45
Ripio triturado	m3	0.950	13.00	12.35
Agua	m3	0.020	1.25	0.03
Encofrado metálico para cuneta	ml	10.000	0.75	7.50
Estacas de madera	U	5.000	0.25	1.25
SUBTOTAL O				82.08

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC. TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	116.79
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	29.20
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	145.99
VALOR UNITARIO	145.99

SON: CIENTO CUARENTA Y CINCO DÓLARES CON NOVENTA Y NUEVE CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Marcas de pavimento (pintura)

UNIDAD: ml

ITEM : 705 - (1)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Barredora autopropulsada	1.00	14.00	14.00	0.025	0.35
Camión pintura	1.00	8.00	8.00	0.025	0.20
SUBTOTAL M					0.57

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Operador barredora autopropuls	EO C2	1.00	3.64	3.64	0.025	0.09
Chofer para camiones	EO C1	1.00	4.84	4.84	0.025	0.12
Pintor	EO D2	2.00	3.45	6.90	0.025	0.17
SUBTOTAL N						0.38

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Pintura termoplástico	gl	0.030	45.00	1.35
Microesfera	Kg	0.020	22.50	0.45
SUBTOTAL O				1.80

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.75
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.69
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.44
VALOR UNITARIO	3.44

SON: TRES DÓLARES CON CUARENTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Señal Vertical a lado carretera preventivas 0,75 x 0,75 m

UNIDAD: u

ITEM : 708-5 (1)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.36	
SUBTOTAL M					0.36	
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.100	0.36
Peón	EO E2	2.00	3.41	6.82	1.000	6.82
SUBTOTAL N					7.20	
<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>		
Señal preventiva 0.75*0.75m	U	1.000	120.00	120.00		
SUBTOTAL O				120.00		
<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC. TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>		
SUBTOTAL P				0.00		

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	127.56
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	31.89
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	159.45
VALOR UNITARIO	159.45

SON: CIENTO CINCUENTA Y NUEVE DÓLARES CON CUARENTA Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Señal Vertical a lado carretera informativas 1,20 x 0,60 m

UNIDAD: u

ITEM : 708 - 5 (2)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.36	
SUBTOTAL M					0.36	
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.100	0.38
Peón	EO E2	2.00	3.41	6.82	1.000	6.82
SUBTOTAL N					7.20	
<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>		
Señal informativa 1.20m*0.60m	U	1.000	150.00	150.00		
SUBTOTAL O				150.00		
<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>		
SUBTOTAL P				0.00		
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					157.56	
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)					25.00	
OTROS INDIRECTOS(%)					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					196.95	
VALOR UNITARIO					196.95	

SON: CIENTO NOVENTA Y SEIS DÓLARES CON NOVENTA Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Señal Vertical a lado carretera reglamentarias D= 0,75 m

UNIDAD: u

ITEM : 708 - 5 (3)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.36
SUBTOTAL M						0.36
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.100	0.38
Peón	EO E2	2.00	3.41	6.82	1.000	6.82
SUBTOTAL N						7.20
<i>MATERIALES</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>	
Señal reglamentaria D=0.75 m		U	1.000	110.00	110.00	
SUBTOTAL O						110.00
<i>TRANSPORTE</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC. TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>	
SUBTOTAL P						0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	117.56
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	29.39
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	146.95
VALOR UNITARIO	146.95

SON: CIENTO CUARENTA Y SEIS DÓLARES CON NOVENTA Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Tachas reflectivas bidireccionales

UNIDAD: u

ITEM : 705 - (4)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.05	
Equipo manual de perforación	2.00	2.50	5.00	0.100	0.50	
SUBTOTAL M					0.55	
MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.100	0.38
Peón	EO E2	2.00	3.41	6.82	0.100	0.68
SUBTOTAL N					1.06	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Tacha reflectiva bidireccional	U	1.000	2.20	2.20		
Pegamento epóxico	gl	0.030	54.00	1.62		
SUBTOTAL O				3.82		
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC.TRANSP.	COSTO		
SUBTOTAL P				0.00		

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5.43
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	1.36
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.79
VALOR UNITARIO	6.79

SON: SEIS DÓLARES CON SETENTA Y NUEVE CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Señalización Ambiental al lado de la carretera 1.80m x 1.20m

UNIDAD: u

ITEM : 708 - 5 (4)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.36	
SUBTOTAL M					0.36	
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.82	3.82	0.100	0.38
Peón	EO E2	2.00	3.41	6.82	1.000	6.82
SUBTOTAL N					7.20	
<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>		
Señal ambiental 1.80m*1.20m	U	1.000	190.00	190.00		
SUBTOTAL O				190.00		
<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC. TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>		
SUBTOTAL P				0.00		

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	197.56
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	49.39
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	246.95
VALOR UNITARIO	246.95

SON: DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS DÓLARES CON NOVENTA Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Vía Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto Rayopungo - Yataloma-PARROQUIA SICALPA, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Agua para control de polvo

UNIDAD: mlin

ITEM : 205 - (1)

FECHA : 19 DE JUNIO DE 2017

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03	
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.100	2.00	
SUBTOTAL M					2.03	
MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer Tanquero	EO C1	1.00	5.00	5.00	0.100	0.50
SUBTOTAL N					0.50	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Agua	m3	0.200	1.25	0.25		
SUBTOTAL O				0.25		
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO		
SUBTOTAL P				0.00		

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.78
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.70
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.48
VALOR UNITARIO	3.48

SON: TRES DÓLARES CON CUARENTA Y OCHO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

7.5.7.1.2. VOLÚMENES DE OBRA

VÍA QUE CONDUCE DESDE CEBOLLAR BAJO A INTERCEPTAR LA VÍA NAVAG – COLUMBE EN EL PUNTO (RAYOPUNGO - YATALOMA)

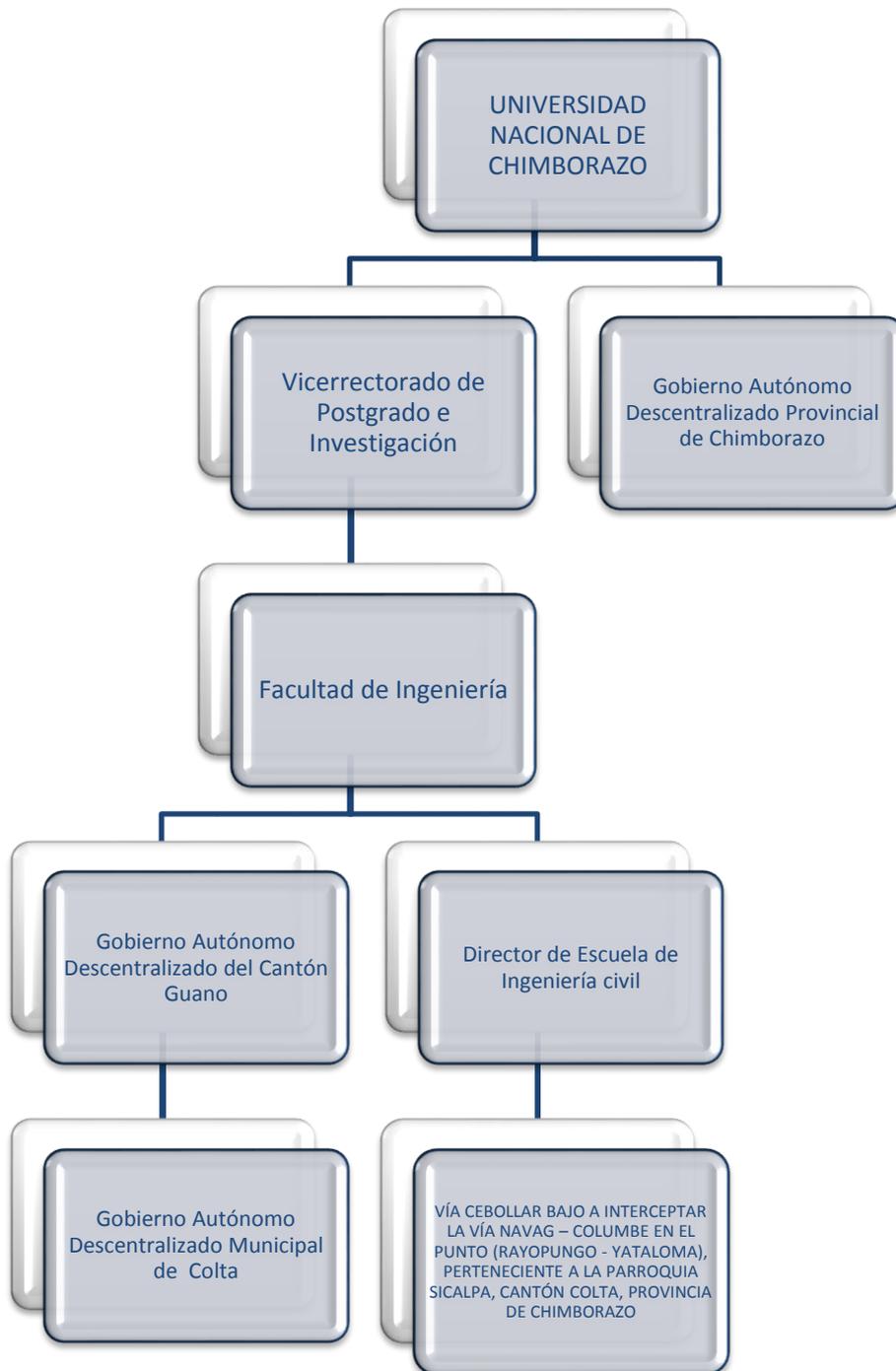
Movilización e Instalación					
Unidad:	global				
Ubicación / Descripción	Total				
Movilización e Instalación	1.00				
Total	1.00				
Desbroce, desbosque y limpieza					
Unidad:	ha				
Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Ancho (m)	Total (m ²)	Total (ha)	
VIA SICALPA	5,287.00	9.00	47,583.00	4.76	
			Total	4.76	
Replanteo y nivelacion					
Unidad:					
Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Longitud (Km)			
Replanteo y nivelacion	5,287.00	5.29			
Excavaciones sin clasificar (en suelo) y relleno					
Unidad:	m ³				
Ubicación / Descripción	Volumen (m ³)			Total (m ³)	
VIA SICALPA	87,631.83			87,631.83	
			Total	87,631.83	
Transporte de material de excavación					
Unidad:	m ³ /km				
Ramal	Volumen (m ³)	Distancia (km)	Factor de esponjamiento	Total (m ³ /km)	
VIA SICALPA	16,000.00		1.20	16,000.00	
			Total	16,000.00	
Ver curva de masas y anexos de movimiento de tierras					
Excavacion y relleno para estructuras					
Unidad:					
Ubicación / Descripción	Cantidad Unidad	Ancho (m)	Alto (m)	Largo (m)	Total (m ²)
VIA SICALPA	10.00	1.30	1.50	9.00	175.50
					175.50

Sub base clase 3				
Unidad:				
Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Total (m³)
VIA SICALPA	5,287.00	7.20	0.18	6,661.62
			Total	6,661.62
Base Clase 4				
Unidad: m³				
Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Total (m³)
VIA SICALPA	5,287.00	7.20	0.13	4,758.30
			Total	4,758.30
Imprimacion Asfalto RC-250 Rata 1,50 lt/m2				
Unidad: litros				
Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Ancho (m)	Rata (lt/m²)	Total (lt)
VIA SICALPA	5,287.00	7.20	1.50	57,099.60
			Total	57,099.60
Carpetas asfálticas e=5cm, mezclada en planta y en caliente				
Unidad: m²				
Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Ancho (m)	Total (m²)	
VIA SICALPA	5,287.00	7.20	38,066.40	
		Total	38,066.40	
Excavación cunetas.				
Unidad: m³				
Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Sección promedio (m²)	Total (m³)	Observaciones
Cunetas	10,574.00	0.25	2,643.50	Cunetas a dos lados
			Total	2,643.50
Hormigón Simple clase B f'c= 210 kg/cm2 Incluye encofrado				
Unidad: m³				
Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Sección (m²)	Total (m³)	Observaciones
Cunetas	10,574.00	0.062	655.59	
			Total	655.59
Hormigón Simple clase B f'c= 210 kg/cm2 Incluye encofrado				
Unidad: m³				
Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Sección (m²)	Total (m³)	Observaciones
Cabezas de Alcantarilla D=1200mm	10.00	2.68	26.76	
			Total	26.76
Hormigón Ciclopeo, 60% HS y 40% Piedra, Incluye encofrado				
Unidad: m³				
Ubicación / Descripción	Volumen (m³)	Volumen (m³)		
Varios	2.80	2.80		
		Total	2.80	

Señalización horizontal (marcas de pavimento)						
Unidad:		m				
Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Número de líneas	Total (m²)			
VIA SICALPA	5,287.00	3.00	15,861.00			
		Total	15,861.00			
Señalización vertical a lado carretera preventivas						
Unidad:		u				
Ubicación / Descripción	Numero de Señales		Total (u)			
VIA SICALPA	42.00		42.00			
		Total	42.00			
Señalización vertical a lado carretera informativas						
Unidad:		u				
Ubicación / Descripción	Numero de Señales		Total (u)			
VIA SICALPA	10.00		10.00			
		Total	10.00			
Señalización vertical a lado carretera reglamentarias						
Unidad:		u				
Ubicación / Descripción	Numero de Señales		Total (u)			
VIA SICALPA	12.00		12.00			
		Total	12.00			
Tachas reflectivas bidireccionales						
Unidad:		u				
Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Longitud entre tachas	Cantidad de Tachas		Cantidad Total	
			Laterales	Al Eje		
VIA SICALPA	5,287.00	6.00	1,762	881	2,644	
	0.00	6.00	0	0	0	
		Total			2,644	
Señalización vertical Ambientales						
Unidad:		u				
Ubicación / Descripción	Numero de Señales		Total (u)			
VIA SICALPA	6.00		6.00			
		Total	6.00			
Agua para control de polvo						
Unidad:		mil litros				
Ubicación / Descripción	Longitud (m)	Ancho (m)	Litros/m²	Frecuencia/día	Dias	Total miles de lt
VIA SICALPA	5,287.00	9.00	1.00	1.00	30.00	1,427.49
		Total	1,427.49			

5.11. ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL.

Ilustración 57. Organigrama Estructural: Universidad Nacional de Chimborazo – Proyecto de Investigación.



CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES

- La vía actual se encuentra sobre un terreno montañoso, no cuenta con sistema de drenaje, existen tramos con diferentes secciones transversales dando un promedio de 5.98 m, la capa de rodadura es de suelo natural.
- La vía actual tiene pendientes de hasta el 24.10 % por lo tanto no cumple con la pendiente máxima que establece la norma ecuatoriana vial. El diseño horizontal presenta radios mínimos de 5.37 m lo cual limita la circulación de transporte pesado, debido a la erosión del suelo tiene ausencia de peraltes y sobreancho.
- En el estudio de tráfico del proyecto: el TPDA actual = 61 (Vehículo/día) y TPDA proyecto = 108 (Vehículo/día), que corresponde a un camino agrícola/ forestal (C3: 0-500 vehículos) de acuerdo a la Norma Ecuatoriana Vial NEVI -12
- La velocidad de diseño para la vía es de 40 km/h por ser un camino agrícola/ forestal (C3: 0-500 vehículos) de acuerdo a la Norma Ecuatoriana Vial NEVI -12
- La velocidad de circulación es de 38.50 km/h , la cual deberá ser respetada por los usuarios para evitar toda clase de accidentes.
- El ancho de la calzada para la nueva vía de acceso será de 9,00 m repartidos en dos carriles de 3.00 m, cada uno con un espaldón de 0.60 m y dos cunetas laterales adyacentes de 0.90 m.
- La longitud máxima de tangente para el eje vial diseñado es de 500 metros.
- En la vía a diseñarse se utilizará un radio mínimo de curvatura igual 45.00 metros debido a la topografía del terreno.
- El peralte máximo en las curvas que se utilizará será el 8 %.
- El sobreancho en nuestro diseño se optara por el valor de 1.40 m por seguridad.

- Para el proyecto se utilizará la distancia de parada de 49.50 metros en bajadas y 41.20 metros en subidas.
- Para el proyecto se utilizará la distancia mínima de adelantamiento de 285 metros.
- Para el proyecto el índice de curvatura K para curvas verticales convexas es 84 y para las curvas verticales cóncavas 9 según la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP.
- Se cumplió con las normas y especificaciones técnicas para el diseño de señalización horizontal y vertical, para brindar funcionalidad a la vía y seguridad al transitarla.
- Para el diseño definitivo de la vía que conduce desde Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto (Rayopungo - Yataloma) en su totalidad contará con sistema de drenaje (en los dos sentidos), con una longitud de 10574 m de cunetas laterales revestidas con hormigón simple $f'c=180$ kg/cm² en los dos lados de la vía, cuyas descargas se realizan directamente a las alcantarillas diseñadas, por las cuales se produce el escurrimiento en forma natural, a fin de que no provoque ningún problema nuevo aguas abajo.
- Para el dimensionamiento hidráulico de cunetas, se adoptó una intensidad de lluvia correspondiente a un período de retorno de 10 años y la duración mínima del aguacero equivalente a 10 minutos.
- La sección transversal de la cuneta tipo lateral tendrá un espesor de 5 cm con un área de hormigón de 0.062 m²
- Se ha implementado 10 alcantarillas de 1.20 m de diámetro de tubería metálica a una distancia de 250 m para evacuar las aguas lluvias y mantener la estructura del pavimento en perfectas condiciones en cada uno de los ejes viales.

- Del ensayo de suelos las propiedades obtenidas en la vía son:

MUESTRA	Óptima Humedad (%)	Índice de plasticidad (%)	CLASIFICACIÓN SUCS 0-1,00 m	C.B.R %
1 Subrasante	8.00	27.50	ML	38.00
2 Subrasante	10.50	41.15	ML	33.50
3 Subrasante	9.20	31.71	ML	34.20
4 Subrasante	9.00	30.15	ML	33.00
5 Subrasante	9.50	31.02	ML	35.00
6 Subrasante	10.00	38.25	ML	33.30

- En la vía que conduce desde Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto (Rayopungo - Yataloma) para una frecuencia del 70%, el valor de CBR de diseño es 33.40 %.
- El número estructural requerido bajo las condiciones expuestas para el diseño definitivo es de 1.88
- La estructura de pavimento flexible para la vías de acceso que conduce desde Cebollar Bajo a interceptar la vía Navag – Columbe en el punto (Rayopungo - Yataloma), queda establecida de la siguiente manera:

Carpeta asfáltica = 2 pulg. - 5.00 cm
 Base clase IV = 5 pulg. - 12.50 cm
 Sub base Clase III = 7 pulg. - 17.50 cm

- El presupuesto referencial para la construcción alcanza el valor UN MILLÓN SETENTA Y UN MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y DOS, 70/100 DÓLARES

CAPÍTULO VIII

BIBLIOGRAFÍA

- INEN. (2011). *Instituto Ecuatoriano de Normalización (Señalización Vial Parte 2)*. Quito.
- INEN. (2011). *Instituto Ecuatoriano de Normalización (Señalización Vial Parte I)*. Quito.
- NEVI, 1. (2013). *Libro A Normas para estudios y Diseños Viales*. Quito: Volumen N 2.
- NEVI, 1. (2013). *Libro A “Procedimientos de Operación y Seguridad Vial”*. Quito: Volumen 5.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2002). MOP-001-F2022. *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes*. [TEXTO IMPRESO].
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*. [TEXTO IMPRESO].
- AASHTO. (1963). *Asociación Americana de Vías Estatales y Transporte Oficial AASHTO*
- AASHTO. (1993). *Diseño geométrico de vías AASHTO*.
- Clarkson, H., OGLESBY & LAURENCE HEWES., (1982). *Ingeniería de Carreteras*. Editorial continental S.A. México. [TEXTO IMPRESO].
- Agudelo, J., DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS, (2002), Editorial Colombia S.A. [TEXTO PDF].
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI).
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC)
- Badillo, J. (1963). *Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. [ELECTRÓNICO]. Tomo 1
Recuperado de:
<http://es.slideshare.net/alejandrocarrillo19/mecanica-de-suelos-juarez-badillo-15294009>
- Olivera, F. (2001). *Estructuración de Vías Terrestres*. Cía. Editorial Continental S.A. México. [DESCARGA DIGITAL].

Fiallos, L. (2014). *Estudio Hidrológico Quebrada Chocón*. [ELECTRÓNICO].

Recuperado de:

https://www.academia.edu/7809871/ESTUDIO_HIDROLOGICO_QUEBRADA_CHOCON

Consejo Nacional de Recursos Hídricos, Subproceso de Estudios y Regulaciones para la Administración del Agua. (2007). *ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CHAMBO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO HIDROLÓGICO*.

Recuperado de:

<http://myslide.es/documents/estudio-hidrologico-55a2388a60a51.html>

Neira L,(2011). *Diseño Geométrico de Viales y Trazado de Carreteras Para Técnicos de Formación Profesional*

Cardenas J, 2013. *Diseño Geométrico de Carreteras*

CAPÍTULO IX

ANEXOS

- 1. ANEXO 1: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE CEBOLLAR BAJO A INTERCEPTAR LA VÍA NAVAG – COLUMBE EN EL PUNTO (RAYOPUNGO - YATALOMA).**

2. ANEXO 2: ENSAYOS DE SUELOS REALIZADOS EN CEDICONS.

3. ANEXO 3: MODELO, ENCUESTA ORIGEN Y DESTINO

**4. ANEXO 4: PLANOS DEFINITIVOS DEL DISEÑO DE LA VÍA QUE
CONDUCE DESDE CEBOLLAR BAJO A INTERCEPTAR LA VÍA NAVAG –
COLUMBE EN EL PUNTO (RAYOPUNGO – YATALOMA)**

