



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

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

**MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TÍTULO DEL PROYECTO:**

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE UNE LA COMUNIDAD  
DE GALTEN - BARRIO CATEQUILLA CANTÓN CHAMBO”**

**AUTOR:**

**HENRY JAVIER BUR1 GUAMBI**

**DIRECTOR:**

**ING. ÁNGEL PAREDES.**

**RIOBAMBA - ECUADOR.**


**2016.**

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título “ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN – BARRIO CATEQUILLA, CANTÓN CHAMBO”, presentado por: Henry Javier Buri Guambi y dirigida por el: Ing. Ángel Paredes.

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. Víctor Velásquez  
Presidente del Tribunal



Firma

Ing. Ángel Paredes  
Director del Proyecto



Firma


Ing. Jorge Núñez  
Miembro del Tribunal



Firma

### **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a: Henry Javier Buri Guambi con C.I. 1718580549, e Ing. Ángel paredes Director del Proyecto; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Henry Javier Buri Guambi  
171858054-9

## **AGRADECIMIENTO**

A ti Padre mi mío, Gracias por darme las fuerzas y la valentía para cumplir este objetivo, esta meta tan anhelada y que al fin se cumplió, según tu voluntad, consiente estoy que sin ti, no lo hubiera logrado, me encomendé a ti Señor con plena seguridad y confianza, que me des las fuerzas que de ti provienen para cumplir este sueño, GRACIAS Señor porque no me has abandonado, estuviste ahí a mi lado alentándome en todo momento para que no me rindiera , con tu diestra me sostuviste y con tu amor me enseñaste. En nombre de tu Hijo Jesucristo.

¡ Gracias Señor, Gracias mi Dios, A TI TODO EL RECONOCIMIENTO y AGRADECIMIENTO ¡

“Pedid, y os darán; buscad, y hallareis; llamad, y os abrirán.

Porque todo el que pide, recibe; el que busca, halla; y al que llama, le abren.”

**Mateo 7:7,8**

---

## **DEDICATORIA**

Este importante logro, es Dedicado para ti mi Dios, a mi Familia, Margarita Guambi mi madre que con su amor, cariño y ternura estuvo siempre a mi lado en todo momento, apoyándome, a mi Padre Ángel Buri que con ejemplo me demostró que con esfuerzo y voluntad todo se puede, a mi hermana Anita, que con su alegría y gracia siempre me alentaba a luchar, a mi novia Tatty Chamorro, complemento perfecto en mi vida que el Señor puso en mi camino, que con sus tiernas caricias y amor incondicional, me motivaba a dar siempre lo mejor de mí, y a mi amigo Dennys Caiza, más que mi amigo un hermano, me brindaste una amistad pura y sincera, siempre deseándome lo mejor.

**¡A USTEDES MIS SERES AMADOS LES  
DEDICO ESTE LOGRO!**



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	XIII
SUMMARY .....	XV

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	2
1. MARCO REFERENCIAL:.....	2
1.1. PROBLEMATIZACIÓN:.....	2
1.1.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA. ....	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	2
1.3.1. OBJETIVO GENERAL. ....	2
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPÍTULO II .....	4
2. MARCO TEÓRICO:.....	4
2.1. ANTECEDENTES DEL TEMA.....	4
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
2.2.1. TIPOS DE TERRENOS. ....	4
2.2.1.1. CARRETERAS EN TERRENO PLANO.....	4
2.2.1.2. CARRETERAS EN TERRENO ONDULADO.....	5
2.2.1.3. CARRETERAS EN TERRENO MONTAÑOSO.....	5
2.2.1.4. CARRETERAS EN TERRENO ESCARPADO.....	5
2.2.2. NORMAS DE DISEÑO. ....	6
2.2.3. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO. ....	7
2.2.4. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	7
2.2.5. VELOCIDAD DE DISEÑO.....	7
2.2.6. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.....	8

2.2.7.	CURVAS HORIZONTALES.....	8
2.2.8.	CURVAS CIRCULARES.....	9
2.2.9.	RADIO MÍNIMO DE CURVATURA.....	9
2.2.10.	ESTABILIDAD DE VEHÍCULO EN LAS CURVAS.....	10
2.2.11.	ALINEAMIENTO VERTICAL.....	12
2.2.12.	GRADIENTES.....	12
2.2.12.1.	GRADIENTES MÍNIMAS.....	13
2.2.13.	CURVAS VERTICALES.....	13
2.2.13.1.	CURVAS VERTICALES CONVEXAS.....	13
2.2.13.2.	CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS.....	14
2.2.14.	UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	15
CAPÍTULO III.....		16
3.	MARCO METODOLOGÍA.....	16
3.1.	TIPO DE ESTUDIO.....	16
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	16
3.2.1.	DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA.....	16
3.2.1.1.	POBLACIÓN.....	16
3.2.1.2.	DISEÑO DE LA MUESTRA.....	16
3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	17
3.3.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	17
3.3.2.	VARIABLE DEPENDIENTE.....	18
3.4.	PROCEDIMIENTOS.....	18
3.4.1.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	18
3.4.2.	DISEÑO GEOMÉTRICO.....	18
3.4.3.	PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO.....	18
CAPÍTULO IV.....		19
4.	RESULTADOS.....	19
4.1.	ESTUDIOS PRELIMINARES.....	19
4.1.1.	UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	19
4.1.1.1.	Topografía.....	20
4.1.1.2.	Clima.....	20
4.1.1.3.	Hidrografía.....	20

4.1.1.4. Vialidad .....	20
4.1.2. POBLACIÓN .....	21
4.1.2.1. Información Demográfica .....	21
4.1.3. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA .....	22
4.1.4. ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	23
4.1.4.1. Producción Agrícola.....	23
4.1.4.2. Producción Pecuaria.....	23
4.1.4.3. Industria.....	25
4.1.4.4. Turismo.....	26
4.1.5. SITUACIÓN SOCIAL.....	26
4.1.5.1. Pobreza.....	26
4.1.5.2. Analfabetismo.....	27
4.1.6. SERVICIOS PÚBLICOS.....	28
4.1.6.1. Establecimientos Educativos.....	28
4.1.6.2. Salud Pública.....	30
4.1.6.3. Servicio de Transporte Público.....	32
4.1.6.4. Servicios Básicos.....	32
4.1.6.4.1. Energía Eléctrica .....	32
4.1.6.4.2. Telefonía.....	33
4.1.6.4.3. Servicio de Agua Potable.....	33
4.1.6.4.4. Eliminación de aguas servidas.....	33
4.1.6.4.5. Eliminación de desechos sólidos.....	33
4.1.7. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	34
4.1.7.1. Supuestos utilizados para el cálculo.....	34
4.1.7.2. Identificación, cuantificación y valoración de ingresos, beneficios y costos (de construcción, operación y mantenimiento).....	36
4.1.7.3. Flujos Financieros y Económicos .....	41
4.1.7.4. Indicadores Económicos y Sociales (VAN, TIR).....	41
4.1.7.5. Sostenibilidad económica-financiera.....	43
4.1.7.6. Conclusiones: .....	43
4.2. ESTUDIO DE TRÁFICO.....	44
4.2.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE TRÁFICO.....	44



4.2.1.1. General. ....	44
4.2.1.2. Específicos. ....	44
4.2.2. ALCANCE DEL ESTUDIO DE TRÁFICO.....	45
4.2.3. INVESTIGACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO. ....	45
4.2.4. CONTEO DE TRÁFICO. ....	48
4.2.5. ENCUESTA ORIGEN / DESTINO.....	54
4.2.6. CÁLCULO DEL TPDA.....	56
4.2.6.1. Tráfico Futuro. ....	56
4.2.6.2. Tráfico Atraído.....	58
4.2.6.3. Tráfico Generado.....	59
4.2.6.4. Tráfico por Desarrollo.....	59
4.2.3.5. TPDA del Proyecto. ....	60
4.2.7. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA.....	60
CAPÍTULO V .....	61
5. DISCUSIÓN.....	61
CAPÍTULO VI.....	63
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
6.1. CONCLUSIONES. ....	63
6.2. RECOMENDACIONES.....	63
CAPÍTULO VII .....	64
7.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	64
7.2. INTRODUCCIÓN. ....	64
7.3. OBJETIVOS.....	64
7.3.1. OBJETIVO GENERAL. ....	64
7.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO. ....	65
7.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA – TÉCNICA.....	65
7.4.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. ....	65
7.4.2. NORMAS DE DISEÑO.....	66
7.4.3. TRÁFICO.....	68
7.4.3.1. Tráfico promedio diario anual (TPDA).....	68
7.4.4. CÁLCULO DEL TPDA DEL PROYECTO.....	68
7.4.4.1. Tráfico Futuro. ....	69

7.4.4.2. Tráfico Atraído.....	70
7.4.4.3. Tráfico Generado.....	70
7.4.4.4. Tráfico por Desarrollo.....	70
7.4.4.5. TPDA del Proyecto.....	71
7.4.5. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA.....	71
7.4.6. VELOCIDAD DE DISEÑO.....	71
7.4.7. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.....	72
7.4.8. RELACIÓN ENTRE LA VELOCIDAD DE DISEÑO CON LA VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.....	73
7.4.9. SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO.....	74
7.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	76
7.5.1. DISEÑO HORIZONTAL.....	76
7.5.1.1. Factores que intervienen en el diseño horizontal de la vía.....	77
7.5.1.2. Diseño en planta.....	78
7.5.1.2.1. Definición de los elementos que forman parte de la geometría de la vía.....	78
7.5.1.3. Alineamiento horizontal.....	79
7.5.1.4. Curvas horizontales.....	79
7.5.1.5. Tangente intermedia mínima en curvas circulares.....	80
7.5.1.6. Tangente intermedia mínima en curvas espirales.....	81
7.5.1.7. Tangente intermedia mínima en caminos vecinales.....	82
7.5.1.8. Tangente máxima.....	82
7.5.1.9. Grado y Radio de Curvatura.....	82
7.5.1.10. Radio mínimo de curvatura horizontal.....	84
7.5.1.12. Peralte de curvas.....	86
7.5.1.13. Desarrollo del Peralte.....	90
7.5.1.13.1. Magnitud del peralte.....	90
7.5.1.13.2. Convención del peralte.....	91
7.5.1.13.3. Desarrollo del peralte.....	91
7.5.1.14. Longitud de transición.....	93
7.5.1.15. Longitud tangencial.....	95
7.5.1.16. Longitud total de transición.....	96
7.5.1.17. Desarrollo del peralte en curvas.....	97

7.5.1.18. Desarrollo del peralte en curvas espirales. ....	97
7.5.1.19. Curva circular simple. ....	99
7.5.1.20. Curvas de Transición.....	102
7.5.1.21. Sobreancho. ....	108
7.5.1.21.1 Magnitud del sobreancho. ....	109
7.5.1.21.2. Desarrollo del sobreancho en curvas circulares. ....	112
7.5.1.21.3. Desarrollo del sobreancho en curvas espirales.....	112
7.5.1.22. Espaldones.....	115
7.5.1.23. Sección transversal tipo.....	116
7.5.1.23.1. Elementos de la sección transversal tipo.....	118
7.5.1.24. Distancias de visibilidad en curvas horizontales.....	125
7.5.1.24.1. Distancia de visibilidad de parada de un vehículo. ....	127
7.5.1.24.2. Distancia de visibilidad de rebasamiento de un vehículo. ....	133
7.5.2.    DISEÑO VERTICAL. ....	138
7.5.2.1. Factores que intervienen en el diseño horizontal de la vía.....	138
7.5.2.1.1. Perfil. ....	139
7.5.2.1.2. Rasante.....	140
7.5.2.2. Pendientes máximas.....	140
7.5.2.3. Pendientes mínimas. ....	142
7.5.2.4. Longitud critica. ....	143
7.5.2.5. Curvas Verticales. ....	144
7.5.2.5.1. Elementos de una curva vertical.....	145
7.5.2.5.2. Curva vertical simétrica.....	145
7.5.2.5.3. Curva vertical simétrica.....	146
7.5.2.6. Curvas verticales convexas. ....	147
7.5.2.7. Curvas verticales cóncavas. ....	149
7.5.2.8. Longitud de la curva vertical. ....	152
7.5.2.9. Distancia de visibilidad en curvas verticales. ....	154
7.5.2.9.1. Curva vertical convexa. Distancia de visibilidad de parada.....	154
7.5.2.9.2. Curva vertical cóncava. Distancia de visibilidad de parada. ....	156
7.5.3.    ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL.....	158
7.5.3.1. Proyecto de señalización de tránsito. ....	158

7.5.3.1.1. Señalización temporal. ....	159
7.5.3.1.2. Señalización Permanente.....	161
7.5.3.2. Señalización horizontal. ....	162
7.5.4.3. Señalización vertical. ....	165
7.5.4.3.1. Ubicación de señales verticales:.....	170
7.5.4.4. Conclusiones y Recomendaciones. ....	172
7.5.4. ESTUDIO HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO DE ESTRUCTURAS DE ARTE MENOR. 173	
7.5.4.1. Información básica. ....	174
7.5.4.2. Generalidades. ....	174
7.5.4.3. Cartografía.....	175
7.5.4.4. Información meteorológica en la estación Chambo - Finca Guadalupe (M- 406) .....	176
7.5.4.5. Determinación del caudal. ....	180
7.5.4.5.1. Cálculo del caudal. ....	184
7.5.4.6. Tipos de Drenaje.....	185
7.5.6.7. Diseño de cunetas laterales. ....	185
7.5.6.8. Conclusiones y recomendaciones.....	190
7.5.5. ESTUDIO DE SUELOS ..... 192	
7.5.5.1. Trabajos de campo. ....	192
7.5.5.2. Ensayos de laboratorio. ....	192
7.5.5.2.1. Granulometría.....	193
7.5.5.2.2. Límites de atterberg.....	196
7.5.5.2.3. Ensayo Proctor Estándar. ....	200
7.5.5.2.4. Ensayo CBR. ....	203
7.5.5.3. Cálculos y Tabulación de resultados. ....	205
7.5.5.3.1. Tabulación de resultados abscisa 0 + 200 Km.....	205
7.5.5.3.1.1. Granulometría.....	205
7.5.5.3.1.2. Límites de Atterberg.....	207
7.5.5.3.2. Tabulación de resultados abscisa 0 + 400 Km.....	209
7.5.5.3.2.1. Granulometría.....	209
7.5.5.3.2.2. Límites de Atterberg.....	210

7.5.5.3.3. Tabulación de resultados abscisa 0 + 600 Km .....	213
7.5.5.3.3.1. Granulometría.....	213
7.5.5.3.3.2. Límites de Atterberg.....	214
7.5.5.3.3.3 Propiedades obtenidas .....	217
7.5.5.4.4. Tabulación de resultados ensayo de compactación: Proctor Estándar ..	218
7.5.5.4.5. Tabulación de resultados ensayo CBR.....	219
7.5.6.    DISEÑO DE PAVIMENTO ARTICULADO (ADOQUINADO) .....	222
7.5.6.1. Adopción del C.B.R. de diseño. ....	222
7.5.6.2. Método AASHTO aplicado al país en el diseño de pavimentos. ....	222
7.5.6.3. Desarrollo paso a paso para determinar el número estructural del pavimento .....	223
7.5.6.3.1. Determinación del valor de carga equivalente. ....	223
7.5.6.3.2. Determinación del valor e carga equivalente. ....	223
7.5.6.3.3. Determinación del valor de eje equivalente (W18).....	225
7.5.6.3.4. Cálculo del módulo de resiliencia. ....	226
7.5.6.3.5. Determinación del nivel de confiabilidad ( $Z_R$ ) .....	226
7.5.6.3.6. Determinación de la desviación estándar total. ....	227
7.5.6.3.7. Cálculo del índice de servicialidad presente. ....	227
7.5.6.3.8. Determinación de la capacidad del drenaje para remover la humedad ..	228
7.5.6.3.9. Resumen de datos.....	228
7.5.6.3.10. Determinación del número estructural .....	228
7.5.6.3.11. Determinación de los espesores del pavimento articulado.....	230
7.5.6.5.    Propuesta de vía con pavimento articulado (Adoquín).....	232
7.5.6.6.    Conclusiones y Recomendaciones.....	233
7.5.7.    PRESUPUESTO REFERENCIAL .....	235
7.5.8.    ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS .....	239
7.5.9.    CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO. ....	259
7.5.10.    ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES Y ESPECÍFICAS .....	261
7.5.11.    METODOLOGÍA DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN .....	294
7.5.12.    ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	297
7.5.12.1. Plan de manejo ambiental. ....	305
7.5.12.1.1. Marco legal.....	305
7.5.12.1.2. Descripción del proyecto.....	306

7.5.12.1.3. Descripción del proceso. ....	307
7.5.12.1.4. Descripción del área de implantación .....	308
7.5.12.1.5. Infraestructura social. ....	309
7.5.12.1.6. Principales impactos ambientales.....	311
7.5.12.1.7. Plan de prevención y mitigación de impactos.....	312
7.5.12.1.8. Plan de manejo de desechos sólidos.....	313
7.5.12.1.9. Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.....	314
7.5.12.1.10. Plan de relaciones comunitarias. ....	315
7.5.12.1.11. Plan de contingencias. ....	316
7.5.12.1.12. Plan de seguridad y salud ocupacional.....	318
7.5.12.1.13. Plan de monitoreo y seguimiento. ....	320
7.5.12.1.14. Plan de Rehabilitación.....	321
7.5.12.1.15. Plan de Cierre, Abandono y entrega del área. ....	322
7.5.12.2. Proceso de Participación Social. ....	323
7.5.12.3. Conclusiones: .....	325
7.6. DISEÑO ORGANIZACIONAL .....	326
CAPÍTULO VIII.....	327
BIBLIOGRAFÍA.....	327
CAPÍTULO IX.....	329
ANEXOS.....	329

## **ÍNDICE DE TABLAS**

TABLA 1. NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS .....	6
TABLA 2. VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MÁXIMAS. ....	12
TABLA 3. LONGITUDES MÍNIMAS DE CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS Y CONVEXAS. ....	14
TABLA 4. DISTANCIA DE RECORRIDO DESDE CHAMBO A OTROS SECTORES DEL CANTÓN.....	21
TABLA 5. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN SEGÚN EDADES.....	22
TABLA 6. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CANTÓN CHAMBO SEGÚN ÁREAS. ....	22
TABLA 7. TABLA DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DEL CANTÓN CHAMBO.....	23
TABLA 8. LUGARES TURÍSTICOS DEL CANTÓN CHAMBO.....	26
TABLA 9. ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DEL CANTÓN CHAMBO. ....	29
TABLA 10. SUB CENTRO DE SALUD. ....	31

TABLA 11. CONFORMACIÓN DE INGRESOS.....	34
TABLA 12. INCREMENTO DE INGRESOS VIDA ÚTIL DEL PROYECTO A 20 AÑOS. ....	35
TABLA 13. AHORRO A 20 AÑOS.....	36
TABLA 14. FACTORES DE INCREMENTO VÍAS EN MAL ESTADO.....	40
TABLA 15. ESTACIONES DE LOS REGISTROS DE LOS VEHÍCULOS. ....	45
TABLA 16. NOMENCLATURA DE LOS VEHÍCULOS.....	47
TABLA 17. TABLAS DE CONTEO DE TRÁFICO EN LA ESTACIÓN 1 MERCEDES MONCAYO.....	48
TABLA 18. TABLAS DE CONTEO DE TRÁFICO, ESTACIÓN 2: VÍA A GALTEN.....	51
TABLA 19. TRÁFICO DIARIO SEMANAL ESTACIÓN 1 CALLE MERCEDES MONCAYO. ....	53
TABLA 20. TRÁFICO DIARIO SEMANAL ESTACIÓN 2 VÍA A GALTEN.....	53
TABLA 21. RESUMEN DEL CONTEO DE TRÁFICO SEMANAL.....	54
TABLA 22. RESUMEN DE ORIGEN Y DESTINO.....	55
TABLA 23. TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR PARA CHIMBORAZO. ....	57
TABLA 24. DATOS PARA EL CÁLCULO DEL TRÁFICO FUTURO. ....	57
TABLA 25. DATOS PARA EL CÁLCULO DEL TRÁFICO FUTURO. ....	58
TABLA 26. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA.....	60
TABLA 27. NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS. ....	67
TABLA 28. TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR PARA CHIMBORAZO.....	69
TABLA 29. DATOS PARA EL CÁLCULO DEL TRÁFICO FUTURO. ....	69
TABLA 30. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA.....	71
TABLA 31. VELOCIDADES DE DISEÑO.....	72
TABLA 32. RELACIÓN ENTRE LAS VELOCIDADES DE DISEÑO Y CIRCULACIÓN.....	74
TABLA 33. ANCHOS DE CALZADA.....	75
TABLA 34. RADIO MÍNIMO DE CURVATURA EN FUNCIÓN DEL PERALTE Y COEFICIENTE DE FRICCIÓN. 83	
TABLA 35. RADIO MÍNIMO DE CURVATURA HORIZONTAL. ....	85
TABLA 36. DESARROLLO DEL PERALTE EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD.....	89
TABLA 37. DESARROLLO DEL PERALTE EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD.....	92
TABLA 38. GRADIENTE LONGITUDINAL (I), NECESARIA PARA EL DESARROLLO DEL PERALTE.....	94
TABLA 39. LONGITUD MÍNIMA DE TRANSICIÓN EN FUNCIÓN DEL PERALTE MÁXIMO “E” (VALORES RECOMENDADOS).....	98
TABLA 40. LONGITUD MÍNIMA DE TRANSICIÓN EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO.....	99
TABLA 41. CÁLCULOS Y ELEMENTOS DE LAS CURVAS HORIZONTALES.....	107
TABLA 42. ANCHO DEL PAVIMENTO EN TANGENTE.....	110

TABLA 43. VALORES DE SOBREALCHO PARA DIFERENTES VELOCIDADES DE DISEÑO, NÚMERO DE CARRILES 2; L = 6M; VARIACIÓN DEL VALOR DEL SOBREALCHO PARA EL VEHÍCULO DE DISEÑO. .....	113
TABLA 44. PERALTES, SOBREALCHOS Y LONGITUDES X, L PARA EL DESARROLLO, CAMINO VECINAL DE 2 CARRILES TIPO 5.....	114
TABLA 45. ANCHO DEL ESPALDÓN SEGÚN LA CLASE DE CARRETERA Y EL TPDA. ....	115
TABLA 46. PENDIENTE TRANSVERSAL PARTA ESPALDONES. ....	116
TABLA 47. ANCHO DE CALZADA SEGÚN LA CLASE DE CARRETERA. ....	119
TABLA 48. TIPOS DE SUPERFICIE DE RODADURA Y SU BOMBEO. ....	120
TABLA 49. CLASIFICACIÓN DE SUPERFICIE DE RODADURA. ....	125
TABLA 50. DISTANCIAS DE VISIBILIDAD DE PARADA, MÍNIMAS.....	131
TABLA 51. DISTANCIAS DE VISIBILIDAD DE PARADA, CONSIDERANDO LA GRADIENTE “G”, PARA DIFERENTES VELOCIDADES DE DISEÑO. ....	132
TABLA 52. COEFICIENTE DE FRICCIÓN LONGITUDINAL POR FRENADO PARA PAVIMENTOS SECOS Y MOJADOS.....	132
TABLA 53. DISTANCIAS DE VISIBILIDAD, PARA PAVIMENTOS MOJADOS.....	133
TABLA 54. DISTANCIA MÍNIMA DE VISIBILIDAD PARTA EL REBASAMIENTO DE UN VEHÍCULO RECOMENDADO POR EL MTOP .....	136
TABLA 55. VALORES PARA T1 Y T2 Y ACELERACIÓN EN EL REBASAMIENTO.....	136
TABLA 56. VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MÁXIMAS. ....	141
TABLA 57. PENDIENTES MÁXIMAS DE ACUERDO A LA VELOCIDAD DE DISEÑO. ....	142
TABLA 58. ÍNDICE K, PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL CONVEXA. ....	148
TABLA 59. CURVAS VERTICALES CONVEXAS MÍNIMAS.....	148
TABLA 60. VALORES MÍNIMOS DEL COEFICIENTE “K” CONVEXAS MÍNIMAS.....	149
TABLA 61. ÍNDICE PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL CÓNCAVA.....	151
TABLA 62. CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS MÍNIMAS. ....	151
TABLA 63. VALORES MÍNIMOS DEL COEFICIENTE “K”, CÓNCAVAS MÍNIMAS.....	152
TABLA 64. VALORES DE K, SEGÚN EL INV. ....	153
TABLA 65. VALORES K, PARA CURVAS VERTICALES CONVEXAS.....	155
TABLA 66. VALORES DE K, PARA CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS. ....	157
TABLA 67. CÁLCULO Y ELEMENTOS DE LAS CURVAS VERTICALES.....	157
TABLA 68. SEÑALES REGULATORIAS: VÍA BARRIO GALTEN - CATEQUILLA.....	166
TABLA 69. SEÑALES PREVENTIVAS: VÍA BARRIO GALTEN - CATEQUILLA.....	171
TABLA 70. CLASIFICACIÓN DE LAS CUENCAS POR SU ÁREA.....	175
TABLA 71. DATOS METEOROLÓGICOS: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL. ....	177



TABLA 72. DATOS METEOROLÓGICOS: HUMEDAD RELATIVA MEDIA .....	178
TABLA 73. DATOS METEOROLÓGICOS: PRECIPITACIÓN MENSUAL ANUAL. ....	179
TABLA 74. COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO. ....	181
TABLA 75. PERIODO DE RETORNOS EN AÑOS. ....	183
TABLA 76. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE APORTACIÓN.....	184
TABLA 77. COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA. ....	186
TABLA 78. SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS) ASTM D 2487.....	196
TABLA 79. TABLA GRANULOMÉTRICA ABCISA 0 +200. ....	206
TABLA 80. LÍMITE LÍQUIDO, ABCISA 0 +200.....	207
TABLA 81. LÍMITE PLÁSTICO. ....	207
TABLA 82. TABLA GRANULOMÉTRICA ABCISA 0 +400. ....	210
TABLA 83. LÍMITE LÍQUIDO, ABCISA 0 +200.....	211
TABLA 84. LÍMITE PLÁSTICO. ....	211
TABLA 85. TABLA GRANULOMÉTRICA ABCISA 0 +600. ....	214
TABLA 86. LÍMITE LÍQUIDO, ABCISA 0 +600.....	215
TABLA 87. LÍMITE PLÁSTICO. ....	215
TABLA 88. PROPIEDADES OBTENIDAS EN DIFERENTES ABCISAS, A LA PROFUNDIDAD DE UN METRO. .....	217
TABLA 89. FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, EJES SIMPLES, Pt = 2.5 .....	224
TABLA 90. FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR DIRECCIÓN.....	225
TABLA 91. FACTOR DE DIRECCIÓN POR CARRIL.....	225
TABLA 92. NIVEL DE CONFIABILIDAD EN FUNCIÓN DEL TIPO DE VIA.....	226
TABLA 93. FACTOR DE DRENAJE .....	228
TABLA 94. ESPESORES MÍNIMOS SUGERIDOS (CM).....	230
TABLA 95. VALORES A1, RECOMENDADOS POR LA AASHTO.....	231

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN POR ÁREAS.....	22
GRÁFICO 2. PRODUCCIÓN DE LECHE. ....	24
GRÁFICO 3. PRODUCCIÓN GANADERA. ....	24
GRÁFICO 4. ACTIVIDADES ECONÓMICAS DEL CANTÓN CHAMBO. ....	25
GRÁFICO 5. PORCENTAJE DE PERSONAS POBRES POR NBI INTERCENSAL 2001-2010.....	27
GRÁFICO 6. ÍNDICE DE ANALFABETISMO. ....	28

GRÁFICO 7. RESUMEN DE CONTEO DE TRÁFICO SEMANAL.....	54
GRÁFICO 8. TEMPERATURA MEDIA. ....	177
GRÁFICO 9. HUMEDAD RELATIVA MEDIA.....	178
GRÁFICO 10. PRECIPITACIÓN MEDIA. ....	179
GRÁFICO 11. DISTRIBUCIÓN DEL GUMBEL.....	182
GRÁFICO 12. CURVA – INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA (IDF). ESTACIÓN M406 – CHAMBO – FINCA GUADALUPE.....	182
GRÁFICO 13. CURVA GRANULOMÉTRICA ABCISA 0 +200.....	206
GRÁFICO 14. ABACO DE CASA GRANDE, ABCISA 0 +200. ....	209
GRÁFICO 15. CURVA GRANULOMÉTRICA ABCISA 0 +400.....	210
GRÁFICO 16. ABACO DE CASA GRANDE, ABCISA 0 +400. ....	213
GRÁFICO 17. CURVA GRANULOMÉTRICA ABCISA 0 +600.....	214
GRÁFICO 18. ABACO DE CASA GRANDE, ABCISA 0 +600. ....	217
GRÁFICO 19. DENSIDAD VS HUMEDAD. ....	219
GRÁFICO 20. PENETRACIONES VS DEFORMACIONES .....	221
GRÁFICO 21. DENSIDAD SECA VS VALORES C.B.R.....	221
GRÁFICO 22. ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ADOPTADA PARA EL PERIODO DE DISEÑO DE 20 AÑOS...	232

## **ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS**

FOTOGRAFÍA 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	15
FOTOGRAFÍA 2. UBICACIÓN DEL PROYECTO. ....	19
FOTOGRAFÍA 3. FOTOGRAFÍAS DE ALGUNOS CENTROS EDUCATIVOS DEL CANTÓN CHAMBO. ....	30
FOTOGRAFÍA 4. FOTOGRAFÍAS DE LOS CENTROS DE SALUD.....	31
FOTOGRAFÍA 5. TRANSPORTE PÚBLICO.....	32
FOTOGRAFÍA 6. CENTRAL TELEFÓNICA CNT.....	33
FOTOGRAFÍA 7. CROQUIS DE UBICACIÓN DEL PROYECTO. ....	46
FOTOGRAFÍA 8. EQUIPO DE CASA GRANDE.....	197

## RESUMEN

El siguiente estudio tiene como finalidad, realizar la apertura de la vía que une la *comunidad de Galten - Barrio Catequilla Cantón Chambo* – Provincia de Chimborazo, (Long. Aprox. 0+700 Km).

Para cumplir este objetivo, como primera parte nos dirigimos al lugar donde va hacer implantado el proyecto, para esto previamente se realizaron charlas de concientización y de los estudios preliminares que se va a desarrollar, es por tal motivo que el primer paso y el pilar más importante que se necesita, es la de realizar el trabajo de campo que es el levantamiento de la faja topografía, porque en ella se iniciará a proyectar el diseño definitivo vial

Posteriormente se realizó el estudio de tráfico, donde en este capítulo estableceremos mediante las normas de diseño que establecen el MTOP, la velocidad de diseño, ancho de vía, ancho de espaldones, radios mínimos de curvatura, coeficientes K para las curvas verticales, distancias de visibilidad de parada y de rebasamiento, gradientes máximas y mínimas y tipo de capa de rodadura. Obteniendo estos datos, se diseñó el proyecto horizontal y vertical

Para el proyecto de apertura de la vía se consideraron también lo siguientes estudios y diseños que deben incluir en el estudio: estudio de suelos, estudio hidrológico, diseño de obras de drenaje, estudio de señalización y seguridad vial, estudio de impacto ambiental.

Para concluir se realizó el presupuesto total de la obra, donde constará de su respectivo análisis de precios unitarios, donde se incluye en cada análisis, el costo del equipo a utilizar, mano de obra, materiales y transporte.

Finalmente se ejecutó el cronograma valorado de trabajo y así establecer el monto total de proyecto para la apertura de la vía.

## SUMMARY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CENTRO DE IDIOMAS



Lic. Luis Guadalupe



9 - Abril - 2016

### SUMMARY

The following study has as purpose; perform the opening of the road that will join the community of "Galten-Catequilla neighborhood" Province of "Chimborazo". (length. Approx. 0 +700 Km).

To meet this objective, as the first part we arrived to the place where the project was going to be implemented, for this beforehand lectures were given regarding the awareness and preliminary studies to be developed, for this reason the first step is the most important pillar that is needed, it is to perform the fieldwork that is lifting the belt topography, because in it will start the project final road design.

Later the traffic study where in this chapter shall be established by design standards was conducted from the MTOP, the design speed, gauge, width shoulders, minimum radii of curvature, coefficients K for vertical curves, stopping sight distances and overrun, maximum and minimum gradients and type of road surface. Obtaining these data, the horizontal and vertical project was designed

For the project of opening road the following studies and designs that are also considered should include: soil survey, hydrological study, design of drainage works, study signaling and road safety, environmental impact study.

To conclude the total budget of the work, which will consist of their respective analysis of unit prices, which is included in each analysis, the cost of equipment to use, labor, materials and transport is provided.

Finally the valued work schedule was ran and so establish total amount of the project for the road opening.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'L. Guadalupe'.



## INTRODUCCIÓN

Las vías de comunicación del Ecuador están pasando por un proceso y cambio radical, donde el Estado realiza una inversión importante en infraestructura vial, para lograr el desarrollo del País y así mejorar la economía, comercialización y producción del Ecuador.

El diseño de carreteras se basa en una primera parte, en antecedes, sobre fenómenos naturales, periodos de retorno de lluvias, fenómenos del niño, toda esta información ayuda al proyectista y diseñador a realizar un diseño óptimo de vías, con periodos de vida útil que cumplan normas y especificaciones, logrando una mejor movilidad y circulación durante este tiempo, sin causar inconvenientes a los usuarios.

El presenta tema de Tesis “Estudios Definitivos para la apertura de la vía que une la comunidad de Galten - Barrio Catequilla Cantón Chambo” – Provincia de Chimborazo, (Long. Aprox. 0+700 Km). Se enmarca en los parámetros de diseño del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), además de sus normas y especificaciones técnicas de diseño de carreteras vigentes y actualizadas que rigen en el país.

La necesidad de realizar el presente estudio de vía y posteriormente su construcción, es para mejorar la movilidad en el barrio Catequilla, acrecentar el turismo, mejorar la calidad de socio-económica del sector. Es por eso que el Director de Escuela de Ingeniería Civil, y con acuerdo del Ing. Luis A. Quishpi G. Concejal del GAD de Chambo, con fecha 14 de Abril del 2015, han observado esta necesidad y asigna como tema de tesis, la realización de este estudio, que con tanto anhelo, desean los moradores del sector, ya que ha sido ignorado durante mucho tiempo atrás, por las autoridades, ahora con este nuevo gobierno y planes de movilidad va hacer posible y será una realidad

Finalmente para lograr este objetivo, se necesita el documento principal y base, que constará de todos los temas y parámetros para realizar su apertura, como es estudio de tráfico, estudio de suelos, estudio hidrológico, diseño horizontal y vertical, diseño de obras de drenaje, señalización de tránsito, análisis de precios unitarios, y presupuesto total de la obra.

# **CAPÍTULO I**

## **1. MARCO REFERENCIAL:**

### **1.1.PROBLEMATIZACIÓN:**

#### **1.1.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.**

El Ecuador es un país que cuenta con una geografía muy irregular, es por este motivo que surge la necesidad, de recurrir a la construcción estructuras viales que garanticen una red de transporte seguro y contribuyendo al desarrollo social y económico del País.

Chambo al ser un cantón turístico y tener una gran afluencia de vehículos en épocas, en las que el turismo se incrementa de manera significativa, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Chambo, a fin de unir el Sector de Galten y el Barrio Catequilla, con el fin de mejorar la accesibilidad a los habitantes del sector, requieren del Estudio y diseño vial de la vía.

#### **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿Con el estudio y diseño de la vía que une la comunidad de Galten - Barrio Catequilla cantón Chambo, se pretende mejorar la vialidad en el sector?

#### **1.3.OBJETIVOS.**

##### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL.**

- Realizar el estudio y diseño de la vía que une la comunidad de Galten - Barrio Catequilla Cantón Chambo.

### **1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.**

- Realizar la topografía de la vía que une la comunidad de Galten - Barrio Catequilla cantón Chambo, longitud 0+700 Km. Para elaborar el plano de la superficie terrestre y así trazar la propuesta de diseño vial.
- Realizar el Estudio de Tráfico, Levantamiento Topográfico, Estudio de Suelos, Diseño de la Estructura del Pavimento, Diseño de Obras de Drenaje, Cálculo de Volúmenes de Obra, Presupuesto y Finalmente Cronograma de Ejecución.
- Realizar el diseño geométrico de la carretera, de acuerdo a las normas y especificaciones que establece el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

### **1.4.JUSTIFICACIÓN**

Este sector se caracteriza por su producción agrícola y pecuaria, sus pobladores han gestionado la ejecución de esta obra calificada, como prioritaria para que, sus comunidades se interrelacionen, generando un fortalecimiento de los comuneros tanto en la parte social como en la producción y por ende potencializar el turismo.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO:**

#### **2.1.ANTECEDENTES DEL TEMA.**

El GAD MUNICIPAL DE CHAMBO, mediante solicitud dirigida al Ing. Rodrigo Briones, Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo, con fecha 14 de Abril del 2015, en base a un convenio que vienen desarrollando con las comunidades del Cantón Chambo, y por intermedio de la Escuela de Ingeniería Civil, y personal respectivo les ayuden a realizar el estudio de la vida que une el sector del Galten – Barrio Catequilla, longitud aproximada 0+700 Km.

Por tal motivo esta solicitud, ha sido asignada para tema de tesis, para realizar la topografía y su respectivo diseño geométrico de vía, cumpliendo las normas y especificaciones regidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Con el fin de dar una mejor accesibilidad a los habitantes del sector, además de potencializar el turismo.

#### **2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.**

##### **2.2.1. TIPOS DE TERRENOS.**

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

##### **2.2.1.1. CARRETERAS EN TERRENO PLANO.**

Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos. Tiene una pendiente transversal de terreno natural de 0.5 %.



Existe un mínimo movimiento de tierras, por lo que no presenta dificultad ni en el trazado ni en la ejecución de la obra básica de la carretera. Las pendientes longitudinales de la vía son cercanas al 0%.

#### **2.2.1.2. CARRETERAS EN TERRENO ONDULADO.**

Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de la de los vehículos livianos, sin ocasionar que aquellos operen a velocidades sostenidas en pendiente por un intervalo de tiempo largo. La pendiente transversal de terreno natural varía de 5–25 %.

El movimiento de tierras es moderado, que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y la construcción de la obra básica de la carretera.

#### **2.2.1.3. CARRETERAS EN TERRENO MONTAÑOSO.**

Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a circular a velocidad sostenida en pendiente a lo largo de distancias considerables o durante intervalos frecuentes. La pendiente transversal de terreno natural varía de 25–75 %.

Las pendientes longitudinales y transversales son fuertes aunque no las máximas que se puedan presentar en una dirección dada. Hay dificultades en el trazado y construcción de la obra básica.

#### **2.2.1.4. CARRETERAS EN TERRENO ESCARPADO.**

Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en pendiente, que aquellas a la que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes. La pendiente transversal de terreno natural de 75 %.

## 2.2.2. NORMAS DE DISEÑO.

Las normas de diseños que se utilizaron para el presente estudio se refieren básicamente a las que constan en el Manual de Trazado Geométrico de Carreteras MTOP.

Tabla 1. Normas de diseño geométrico de carreteras

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE III 300 – 1 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE IV 100 – 300 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE V MENOS DE 100 TPDA <sup>(1)</sup>											
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA								
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M			
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 <sup>(9)</sup>	60	50	40	50	35	25 <sup>(9)</sup>	60	50	40	50	35	25 <sup>(9)</sup>
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 <sup>(9)</sup>	110	75	42	75	30	20 <sup>(9)</sup>
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25	70	55	40	55	35	25
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110	210	150	110			
<b>Peralte</b>	MAXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																	
<b>Coefficiente "K" para:</b> <sup>(2)</sup>																																				
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2	12	7	4	7	3	2
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3	13	10	6	10	5	3
Gradiente longitudinal <sup>(3)</sup> máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14	5	6	8	6	8	14
Gradiente longitudinal <sup>(4)</sup> mínima (%)	0,5%																																			
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 <sup>(8)</sup>											
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado											
Ancho de espaldones <sup>(5)</sup> estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---											
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						4,0											
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 <sup>(6)</sup> - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---											
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																			
<b>Puentes</b>	Carga de diseño HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																																			
	Ancho de la calzada (m) SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																																			
	Ancho de Aceras (m) <sup>(7)</sup> 0,50 m mínimo a cada lado																																			
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3° de la Ley de Caminos y el Art. 4° del Reglamento aplicativo de dicha Ley																																			
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																				

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras 2003 del MTOP.

### **2.2.3. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.**

Al aplicar las especificaciones que constan en el manual indicado, se ha tratado de escoger el orden adecuado de la vía según de volumen del 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, etc.)
- Alineamiento Horizontal.
- Alineamiento Vertical.

### **2.2.4. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.**

El alineamiento horizontal está compuesto por alineaciones rectas llamadas tangentes y por curvas circulares que las enlazan. El establecimiento del alineamiento horizontal depende de la topografía del terreno y de la hidrología, condiciones de drenaje, características técnicas de la sub-rasante y el potencial de los materiales locales.

En el proyecto de carreteras en planta, se consideran todos los elementos de diseño que garanticen la estabilidad de los vehículos que circulen por la misma a la velocidad de diseño, estos son: velocidad de diseño, velocidad de circulación, ancho de calzada, espaldones, pendientes longitudinales y transversales, radios mínimos de curvatura, condiciones de visibilidad, peraltes, sobre anchos.

### **2.2.5. VELOCIDAD DE DISEÑO.**

Es aquella velocidad que se escoge para diseñar la vía, se caracteriza por ser la máxima velocidad que circulan los vehículos en condiciones de seguridad.

Una vez seleccionada la velocidad de diseño, todos los elementos deberán relacionarse con ella para obtener un diseño equilibrado.

Se deberá tomar en cuenta para escoger la velocidad de diseño a:

- Tipo de terreno.
- Orden de vía.
- Volumen de tráfico.

### **2.2.6. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.**

Se la llama también velocidad de operación vehicular, es la que lleva un vehículo en un tramo específico de carretera, se obtiene de dividir la distancia recorrida por el vehículo para el tiempo empleado.

La velocidad de circulación según la AASHTO (American Association of Higways Officials). Se la puede determinar mediante las siguientes expresiones, dependiendo del tráfico existente en el proyecto:

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

$$V_c = 0.8V_d + 6.5$$

En donde:

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

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

### **2.2.7. CURVAS HORIZONTALES.**

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

### 2.2.8. CURVAS CIRCULARES.

Se hace indispensable en la configuración del alineamiento horizontal intercalar entre dos tangentes consecutivas un arco de una curva circular, que proporcionan el correspondiente cambio direccional al diseño vial, para la utilización de las curvas se tomara en cuenta las normas vigentes.

Las curvas circulares pueden ser simples, compuestos o reservas, por lo general la curva circular simple es la más utilizada, tanto las curvas compuestas y reversas se usa en casos especiales, en donde las bondades de la curva circular simple no puede satisfacer las necesidades del diseño.

### 2.2.9. RADIO MÍNIMO DE CURVATURA.

El radio mínimo de la curva horizontal es el radio más bajo el cual posibilita seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada. El valor de tal radio depende generalmente de la velocidad de diseño, del peralte máximo y del factor de fricción lateral máximo.

El radio mínimo de la curva circular se debe fijar, para asegurar que exista suficiente visibilidad y evitar el deslizamiento transversal. Se determinará mediante la ecuación:

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

**Dónde:**

R= Radio mínimo de la curvatura

V= Velocidad del proyecto

e= Peralte

f= Coeficiente de fricción transversal de acuerdo a la ecuación

f=0.000626V+0.19

Los radios mínimos se deben utilizar cuando las condiciones de diseño son críticas:

Cuando la topografía del terreno es montañosa se utilizara radios de 20 m. e incluso en sectores más críticos se establece utilizar radios hasta de 15 m.

Siendo inversa la relación entre el radio y el peralte, es lógico que el valor del radio mínimo corresponda al máximo valor del peralte. Con estas consideraciones se presenta el cuadro de relación velocidad de diseño con los valores límites del peralte y el coeficiente de fricción.

### **2.2.10. ESTABILIDAD DE VEHÍCULO EN LAS CURVAS.**

La fuerza centrífuga “F” se calcula según la siguiente fórmula:

$$F = \frac{m * V^2}{R} - \frac{P * V^2}{g * R}$$

#### **Dónde:**

P = Peso del Vehículo, Kg.

y = Velocidad de diseño, m/seg.

g = Aceleración de la gravedad = 9.78 m/seg<sup>2</sup>

R = Radio de la curva circular, m.

La inestabilidad debida a la fuerza centrífuga puede manifestarse de dos maneras: por deslizamientos o por volamiento.

El uso del peralte prevé comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre el camino en curvas horizontales. Para utilizar los valores máximos del peralte se debe tener presente los siguientes criterios a fin de evitar:

a.- Un rápido deterioro de la superficie de la calzada en caminos de tierra, sub-base y base, como consecuencia del flujo de aguas de lluvias sobre ella.

b.- Una distribución no simétrica del peso sobre las ruedas del vehículo, especialmente de camiones cargados.

c.- El resbalamiento dentro de la curva del vehículo que transita a una velocidad menor que la velocidad de diseño.

Por ello el peralte máximo para caminos vecinales es: 8% para caminos de clase 4,5 y 6. 10% para caminos de base con tratamiento superficial bituminoso (tipo 7) y empedrados (4E y 5E).

Empíricamente se ha determinado que  $f$  varía desde 0.16 a 0.40 según las normas AASHTO el valor de  $f$  para peralte se obtiene de:

$$f = 0.19 - 0.000626 V$$

En un análisis teórico se debe plantear la forma en que la fuerza centrífuga varía el valor cero (alineación recta) al valor  $f$  (curva de radio  $R$ ) para lo que se establece una distancia  $L$  en la que el vehículo circula con una velocidad constante  $V$ , durante un tiempo  $T$  tiempo necesario para variar el valor de la fuerza centrífuga de cero a  $F$ .

$$L_c = 0.036 * \frac{V^3}{R}$$

**Dónde:**

$L_c$  = Longitud de transición en metros

$V$  = Velocidad de diseño (KPH)

$R$  = Radio (m)

Cuando  $e$  máx. = 8% (peralte máximo)

### 2.2.11. ALINEAMIENTO VERTICAL.

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

La sección longitudinal del camino se compone de tramos rectos con pendientes, unidos por curvas verticales.

### 2.2.12. GRADIENTES.

En general, las gradientes a doparse dependen directamente de la topografía del terreno y los mismos deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos.

De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, en el cuadro siguiente se indican de manera general las gradientes medias máximas que pueden adoptarse.

En nuestro país el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) establece normas y especificaciones de diseño para caminos y carreteras las mismas que están tabuladas, estableciendo gradientes mínimas y máximas.

Tabla 2. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MÁXIMAS (Porcentaje)										
					Valor			Valor		
					Recomendable			Absoluto		
Clase de Carretera					L	O	M	L	O	M
R-Io	R-II	>	8.000	TPDA	2	3	4	3	4	6
I	3.000	a	8.000	TPDA	3	4	6	3	5	7
II	1.000	a	3.000	TPDA	3	4	7	4	6	8
III	300	a	1.000	TPDA	4	6	7	6	7	9
IV	100	a	300	TPDA	5	6	8	6	8	12
V	Menos de		100	TPDA	5	6	8	6	8	14

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras 2003 del MTO.



La a gradiente y longitud máxima, pueden adoptarse a los siguientes valores:

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

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

#### **2.2.12.1. GRADIENTES MÍNIMAS.**

La pendiente longitudinal mínima será generalmente 0.5%. Es posible adoptar una pendiente de 0.0% en terreno llano y en zonas de terraplén.

#### **2.2.13. CURVAS VERTICALES.**

Las rectas del perfil longitudinal deben enlazarse con curvas verticales que garanticen la visibilidad necesaria, drenaje satisfactorio y comodidad al usuario.

Las curvas verticales utilizadas en carreteras pueden ser arcos de circunferencias, parábolas, parábola cubica, de todas la más utilizada es la parábola de eje vertical porque simultáneamente sirve como curva de enlace y como transición de la curvatura, además que su forma se ajusta a la trayectoria de los vehículos para mayor comodidad.

Existen dos tipos de curvas verticales, las convexas y las cóncavas.

##### **2.2.13.1. CURVAS VERTICALES CONVEXAS.**

La longitud mínima de la curva vertical convexa se determina por medio de: distancia de visibilidad de parada de un vehículo, pendientes longitudinales y alturas del ojo del objeto.

En el diseño de curvas verticales convexas debe tomarse en cuenta también el criterio de comodidad en el viaje. Existe formulas simplificadas para el cálculo de la longitud de la curva con la siguiente expresión:

$$L_{cv} = K A$$

**Dónde:**

$L_{cv}$  = Longitud de curva vertical.

A = diferencia algébrica de gradientes.

K = Factor para la determinación de la longitud, específico para curvas convexas.

Utilizamos el valor de K de 7 como valor mínimo.

**2.2.13.2. CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS.**

En este tipo de curvas el diseño de su longitud está basado en la distancia de alcance de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad de parada.

Para el cálculo se utilizó la formula simplificada con la siguiente expresión

$$L_{cv} = K A$$

**Dónde:**

$L_{cv}$  = Longitud de curva vertical.

A = diferencia algébrica de gradientes.

K = Factor para la determinación de la longitud, específico para curvas cóncavas.

Utilizamos el valor de K de 10 como valor mínimo.

Existe una expresión simplificada para el cálculo de la longitud mínima que es:

$L_{min} = 0.70 V$ , es decir,  $0.70 \times 25 = 17.50$  metros.

Presentamos un cuadro resumen de la longitud mínima en función de la velocidad de diseño.

*Tabla 3. Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas y convexas.*

LONGITUDES MÍNIMAS DE CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS Y CONVEXAS						
VELOCIDAD DE DISEÑO (Km /h)	30	40	50	60	70	80
LONGITUD MÍNIMA	20	25	30	35	43	50

**Fuente:** Normas de diseño geométrico de carreteras 2003 del MTOP.

## 2.2.14. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

El Cantón Chambo está ubicado al noroeste de la provincia de Chimborazo, posee una superficie de 163 km<sup>2</sup>, que representan el 2.5% de la superficie de la provincia de Chimborazo. Los principales cursos de agua que cruzan el cantón son los ríos Chambo, Daldal y Timbul. Cuenta además con la laguna Rocón.

Situada a 8 km de la Ciudad de Riobamba hacia el este, se extiende en las faldas de los montes Quilimas y Cubillín de la Cordillera Oriental. Su altitud va desde los 2.400 a 4.730 msnm, con temperaturas que fluctúan entre 0 – 15° C. Limita al norte, al oeste y al sur con el cantón Riobamba, al este con la Provincia de Morona Santiago.

Este proyecto se encuentra ubicado en la Provincia de Chimborazo, Cantón Chambo, Parroquia Catequilla, Barrio Catequilla. Con coordenadas al Norte: 9808487, al Este: 769355, Elevación: 3000 msnm, Datum WGS84, Zona 17 Sur. Longitud aproximada de la vía que será motivo del estudio y diseño es de 0+700 kilómetros.

*Fotografía 1. Ubicación del proyecto.*



**Fuente:** Google Earth.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLOGÍA.

#### 3.1.TIPO DE ESTUDIO.

Para nuestro estudio, la fase que se aplicará para la obtención de datos, será una investigación de campo, ya que se necesita la recolección de datos, que se los obtendrá mediante el levantamiento topográfico, para posteriormente, ejecutar trabajo de gabinete donde se realizara el Estudio de Tráfico, Estudio de Suelos, Diseño Horizontal y Vertical de la Vía en Estudio , Diseño de la Estructura del Pavimento, Diseño de Obras de Drenaje, Cálculo de Volúmenes de Obra, Presupuesto y Finalmente Cronograma de Ejecución.

#### 3.2.POBLACIÓN Y MUESTRA.

##### 3.2.1. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

###### 3.2.1.1.POBLACIÓN.

**Población Finita.-** Porque está delimitada y el número de elementos que la integran se conoce por datos proporcionados Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2010).

**Marco muestral.-** Serán todos los 200 habitantes del barrio Catequilla.

###### 3.2.1.2.DISEÑO DE LA MUESTRA.

###### **Tipo de Muestra:**

Al azar.- La muestra será tomada al azar, por sorteo, todos los involucrados tendrán la misma posibilidad de ser seleccionados para el estudio de nuestra investigación ya que será un soporte adicional.

Tamaño de la Muestra para estimar la media con muestreo aleatorio:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

**Dónde:**

**n** = el tamaño de la muestra.

**N** = tamaño de la población.

$\sigma$  = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

**Z** = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del investigador.

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

$$n = \frac{200 \text{ hab} * 0.5^2 * 1.96^2}{(200\text{hab} - 1) * 0.09^2 + 0.5^2 * 1.96^2}$$

$$n = 75 \text{ encuestas}$$

**3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.****3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.**

Valoración del diseño geométrico vial utilizando las normas de diseño geométrico de vías del Ministerio de Transporte y Obras públicas para el estudio y diseño vial que une la comunidad de Galten, Barrió Catequilla, Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo.

### **3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE.**

Entregar un Estudio y Diseño vial óptimo, que cumpla con las normas y especificaciones técnicas establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, y prolongar así la vida útil de la vía que une la comunidad de Galten, Barrió Catequilla, Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo.

## **3.4.PROCEDIMIENTOS**

### **3.4.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.**

Se procederá a realizar el levantamiento de la faja topográfica de la carretera existente tomando en cuenta cada uno de los elementos viales, para el mismo se contará con los siguientes elementos.

- 1 Estación Total Modelo TRIMBLE M3
- 2 Bastones con sus respectivos prismas.
- 1 GPS GARMIN 25S2.
- Radio transmisores
- 1 Cámara fotográfica.
- Jalones, libretas de campo, estacas, clavos y pintura.
- Software CIVIL CAD 2014.

### **3.4.2. DISEÑO GEOMÉTRICO.**

Realizado el levantamiento topográfico se procederá a trazar el diseño de la carretera y todos sus elementos viales en el programa computacional AUTO CAD CIVIL 3D 2014, en conjunto se manejarán las Normas De Diseño Geométrico De Carreteras 2003 del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (MTOPE).

### **3.4.3. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO.**

Definido el diseño geométrico, diseño de estructura del pavimento, diseño de obras de drenaje, presupuesto y cronograma, se realizará el informe final del estudio, para su posterior aprobación.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS.

#### 4.1. ESTUDIOS PRELIMINARES.

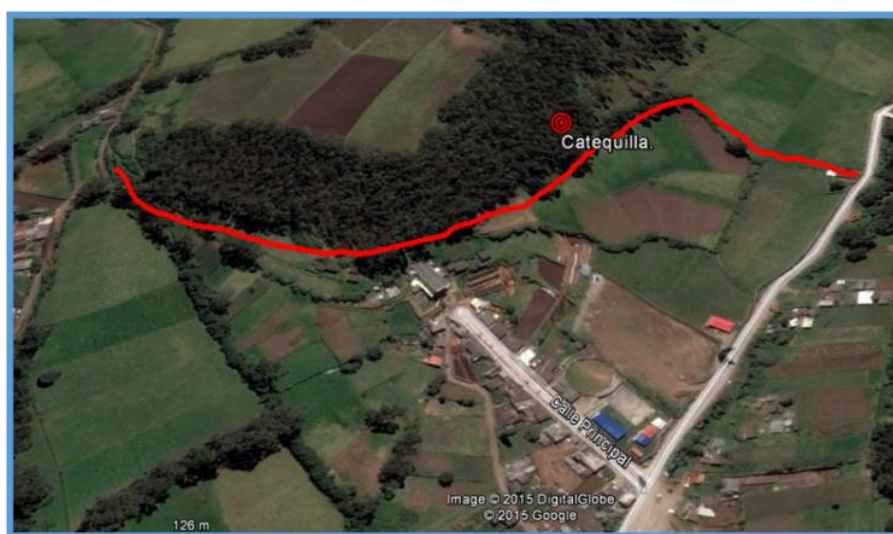
##### 4.1.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

El Cantón Chambo está ubicado al noroeste de la provincia de Chimborazo, posee una superficie de 163 km<sup>2</sup>, que representan el 2.5% de la superficie de la provincia de Chimborazo. Los principales cursos de agua que cruzan el cantón son los ríos Chambo, Daldal y Timbul. Cuenta además con la laguna Rocón.

Situada a 8 km de la Ciudad de Riobamba hacia el este, se extiende en las faldas de los montes Quilimas y Cubillín de la Cordillera Oriental. Su altitud va desde los 2.400 a 4.730 msnm, con temperaturas que fluctúan entre 0 – 15° C. Limita al norte, al oeste y al sur con el cantón Riobamba, al este con la Provincia de Morona Santiago.

Este proyecto se encuentra ubicado en la Provincia de Chimborazo, Cantón Chambo, Parroquia Catequilla, Barrio Catequilla. Con coordenadas al Norte: 9808487, al Este: 769355, Elevación: 3000 msnm, Datum WGS84, Zona 17 Sur. Longitud aproximada de la vía que será motivo del estudio y diseño es de 0+700 kilómetros.

*Fotografía 2. Ubicación del Proyecto.*



**Fuente:** Google Earth.

#### **4.1.1.1. Topografía**

Su topografía es variada, mientras una parte de su territorio que es la playa baja del Río Chambo q posee 2600 msnm, en su parte más alta alcanza los 4711 msnm cerca de los Cubillines, lo que evidencia su escarpada geografía.

#### **4.1.1.2. Clima**

Chambo se encuentra a una altura de 2600 a 4711 msnm con temperaturas que fluctúan entre los 0- 15° C y una precipitación promedio anual de 712 metros cúbicos. Conforme la clasificación de Teodoro Wolf, el cantón goza de tres pisos climáticos: Piso Templado Subandino, Piso Frío Andino, Piso Glacial.

#### **4.1.1.3. Hidrografía**

De los páramos de Achupallas, Tunducasa y Potrerillo se sirven principalmente de la Hacienda de Guayllamba y de los páramos de la Josefina nace el rio timbul y el rio dalda que desemboca en el rio Chambo.

La existencia de fuentes de agua que son aprovechadas para el uso de consumo humano como el barrio Catequilla, sector de nuestro estudio. El mismo que no presenta ninguna influencia directa en el trazado vial del proyecto en estudio.

#### **4.1.1.4. Vialidad**

Cuenta con una vía asfaltada de primer orden, que une la ciudad de Riobamba (8 Km), y que atraviesa la ciudad hasta el rio ulpán, podríamos decir que existen tres vías principales, la vía que se dirige a Quimiag, la vía a Catequilla y la vía a Pungala.

Para atender a los habitantes Chambo cuenta con su servicio de transporte público, existe la cooperativa Chambo con 21 unidades, además dos cooperativas de camionetas, reina del carmen y rey de los andes con aproximadamente 18 unidades, sirven al transporte de carga y rural, en cuanto a transportes pesados (camiones), las misma cooperativas cuentan con aproximadamente 15 unidades, viajan a la costa y hay dos frecuencias en la mañana y en la tarde.



Tabla 4. Distancia de recorrido desde Chambo a otros sectores del cantón.

DESDE CHAMBO A	LONGITUD Km
Airón	4 km
Asactus	2 km
Batan	2 km
Catequilla	2 km
Cubillines	13 km
Chuglin	3 km
El Rosario	9 km
Guayllabamba	7 km
Julquis	4 km
La pampa	2.5 km
Llucud Alto	7 km
Llucud Bajo	6 km
Pantaño	8.5 km
Quiñón	9 km
San Blas	2 km
San Francisco de Chambo	10 km
San Isidro	2.5 km
Shugal	2 km
Pantus grande	10 km
Titaicun	3.5 km
Ulpan	9.5 km
Yaculoma	4 km
Quintus	4 km
El vergel	3 km

Fuente: Guía turística de Chambo.

## 4.1.2. POBLACIÓN

### 4.1.2.1. Información Demográfica

El proyecto cuenta con una población beneficiaria directamente de 200 habitantes, frente una población beneficiaria global de 11.880 habitantes del Cantón Chambo, según el censo INEC del año 2010, con un crecimiento del 1.33%. La población de mujeres es ligeramente superior a la de los hombres, (población masculina: 5.66, población femenina: 6.23), Chambo es mayormente rural con un 65% de su población.

Tabla 5. Distribución de la Población según edades.

POBLACIÓN POR EDADES			
GRUPO DE EDADES	GÉNERO		TOTAL
	HOMBRES	MUJERES	
0 a 5 años	665	690	1355
6 a 14 años	1182	1142	2324
15 a 28 años	1501	1621	3122
29 a 49 años	1358	1535	2893
50 a 65 años	580	678	1258
66 años y más	374	559	933
<b>TOTAL</b>	<b>5660</b>	<b>6225</b>	<b>11885</b>

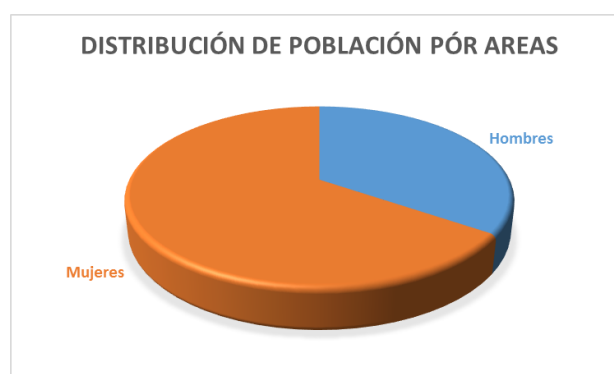
Fuente: Instituto de Estadística y Censos 2010.

Tabla 6. Distribución de la Población del Cantón Chambo según áreas.

PARROQUIAS	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	%
AREA URBANA	1744	2225	3969	34.53%
AREA RURAL	3916	4000	7916	65.47%
<b>TOTAL</b>	<b>5660</b>	<b>6225</b>	<b>11885</b>	<b>100%</b>

Fuente: Instituto de Estadística y Censos 2010.

Gráfico 1. Distribución de Población por Áreas.



Fuente: Instituto de Estadística y Censos 2010.

#### 4.1.3. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

La población económicamente activa PEA es del 58 % y se encuentra en el sector rural y el 42% en el sector urbano.

La Población económicamente activa se encuentra en el grupo de trabajadores agrícolas, en el sector de la construcción y artesanos.

#### **4.1.4. ACTIVIDADES ECONÓMICAS.**

##### **4.1.4.1. Producción Agrícola.**

La principal actividad económica del Cantón Chambo es la producción agrícola. A Chambo se la denomina “La Señora del Agro”, pues su clima diverso y agradable ofrece condiciones favorables. Es una zona eminentemente hortícola, la diversidad de suelos y condiciones climáticas son aptas para la producción, especialmente la cebolla blanca, col de repollo, coliflor, brócoli, romanesco, lechuga, rábano, remolacha, culantro.

Parte de esta producción es destinada para auto- subsistencia, pero el Cantón y sus agricultores producen para abastecer la demanda local, provincial y de otras ciudades como Ambato, Quito y Guayaquil, por ello la agricultura es uno de los ejes económicos de Chambo que debe ser fortalecido, buscando mecanismos que permitan darle un valor agregado a la producción agrícola.

*Tabla 7. Tabla de los principales cultivos del cantón Chambo.*

PRINCIPALES CULTIVOS
Cebolla blanca
Col
Coliflor
Brócoli
Romanesco
Lechuga
Rábano
Remolacha
Culantro

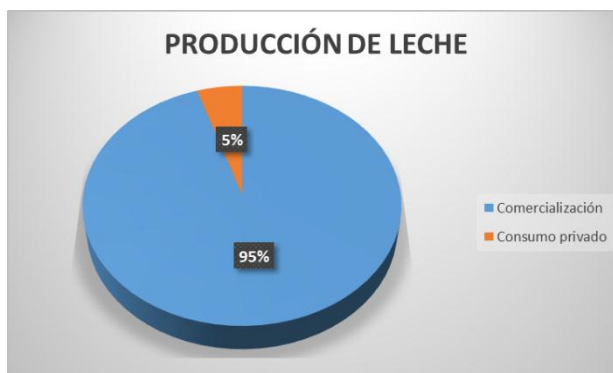
**Fuente:** Guía turística de Chambo.

##### **4.1.4.2. Producción Pecuaria.**

Es otra de las actividades destacadas en el Cantón. La extracción de leche, constituye uno de los importantes ingresos económicos permanentes de las familias. Las mujeres han ganado mucha experiencia y recursos económicos con la producción de especies menores, siendo esta una estrategia para solventar las demandas urgentes de sus familias. En el cantón Chambo predomina el manejo de ganado vacuno, porque su propósito fundamental es la producción de leche, una de las actividades de subsistencia importantes para el Cantón. La carne de los animales es vendida en un 50% y el otro 50% se utiliza para el consumo familiar.

Gráfico 2. Producción de leche.

PRODUCCIÓN DE LECHE	
Comercialización	95%
Consumo privado	5%



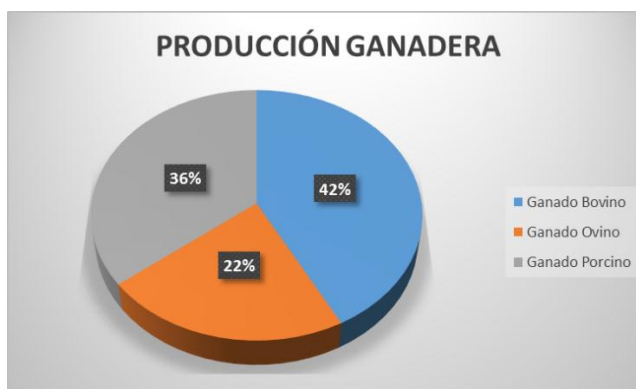
Fuente: Guía turística de Chambo.

La producción de leche por animal en promedio es de 6 litros/día, producción mediana que podría subir si existiera un mejoramiento genético de los animales, pues la producción más importante es la obtenida a través del cruce de razas, así como una buena alimentación de los animales, en tanto hoy la alimentación fundamental es más bien de pastos naturales. En la actualidad existen principalmente dos razas: la criolla y la de animales cruzados con la raza Holstein.

La comercialización del ganado, según el informe de productores directos, es comercializada de la siguiente forma:

Gráfico 3. Producción Ganadera.

PRODUCCIÓN GANADERA	
Ganado Bovino	42%
Ganado Ovino	22%
Ganado Porcino	36%



Fuente: Guía turística de Chambo.

#### 4.1.4.3. Industria.

La Industria de ladrillos y tejas: En Chambo el suelo es rico en minerales y propiedades arcillosas, por lo que se han convertido en unos de los principales rubros económicos del cantón. Una rápida mirada del área urbana, nos permite apreciar que alrededor de las viviendas se han implementado hornos de producción de ladrillos, donde se quema el material sin ningún proceso que permita evitar la contaminación ambiental. La falta de planificación territorial determina que estos hornos estén diseminados a lo largo de la cabecera cantonal. Junto a los hornos, se ven terrenos que a primera vista semejan verdaderas “piscinas”, pues el suelo, que es la materia prima de producción de los ladrillos, ha sido extraído en un promedio de tres metros de profundidad.

Si bien es importante resaltar el trabajo, laboriosidad y conocimiento de las familias ladrilleras, es importante pensar que esta no es una forma de producción sustentable, pues se está provocando un proceso de desgaste acelerado del suelo.

Gráfico 4. Actividades Económicas del Cantón Chambo.



Fuente: Guía turística de Chambo.

#### 4.1.4.4. Turismo.

Otras de las actividades que se desarrollan en el Cantón Chambo es el turismo ya que cuenta con algunos lugares para visitarlos y son:

Tabla 8. Lugares turísticos del cantón Chambo.

LUGARES TURISTICOS		
NOMBRE	UBICACIÓN	ACTIVIDADES
Complejo la Piscina	Ubicado al sureste de Chambo, vía a Guayllabamba, sobre una colina que es el mirador de la ciudad.	Aquí encontrará piscina de agua temperada, turco, sauna, hidromasajes, sala de juegos, etc.
La Pampa	Localizado a 5 minutos de Chambo	Ofrece canchas deportivas, juegos infantiles, toboganes, tarabita, pesca deportiva, paseo a caballo
El Vergel	Ubicado a cinco minutos de Chambo.	Cuenta con espacios verdes, canchas deportivas, juegos infantiles, granjas, etc
Santuario de Catequilla	A 2 Km, de la ciudad se levanta el santuario	Santuario en honor a la Virgen del Carmen, peregrinos de todo el Ecuador llegan a saludarla.
Aguas termales de Guayllabamba	A 12 km de Chambo, entre las comunidades de Guayllabamba y San Francisco se encuentra esta fuente de agua termal de origen volcánico.	Baños de aguas termales de origen volcánico

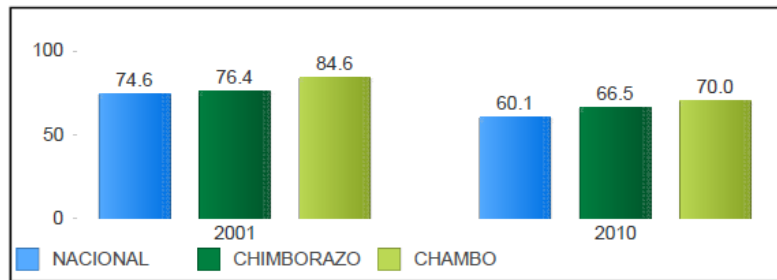
Fuente: Guía turística de Chambo.

#### 4.1.5. SITUACIÓN SOCIAL.

##### 4.1.5.1. Pobreza.

La pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas en el cantón Chambo es del 70 % de acuerdo a datos recogidos por el INEC en el año 2010, que en la realidad es preocupante, considerando que Chambo es una región agrícola y ganadera.

Gráfico 5. Porcentaje de Personas Pobres por NBI intercensal 2001-2010



Fuente: INEC 2010

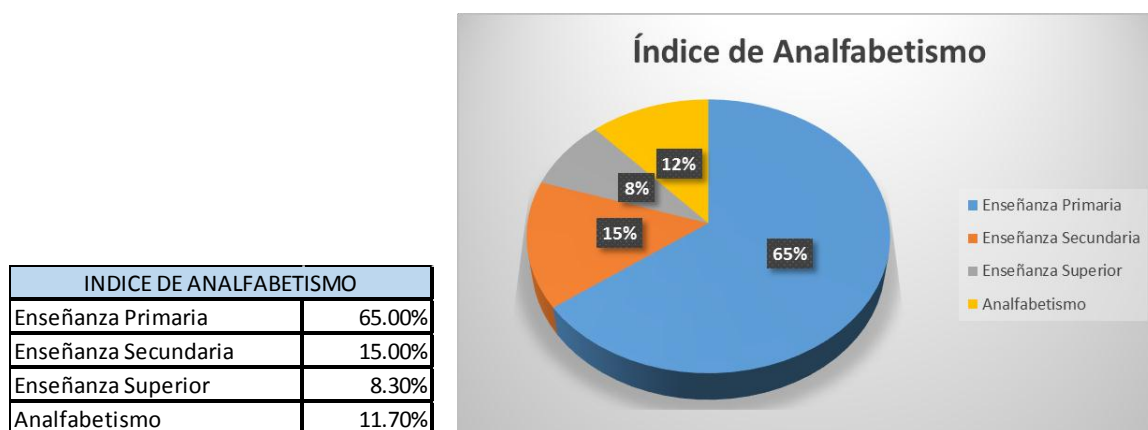
#### 4.1.5.2. Analfabetismo.

La educación es una de las áreas más vulnerables de la realidad nacional, en caso particular de Chambo los índices de analfabetismo, escolaridad, acceso a la educación escolar, profesionalización de la población son un reflejo de la pobreza, de la inequidad de género y de la desigualdad económica y social. Un pueblo que no invierte en educación no invierte en su desarrollo, Si bien el analfabetismo es de 11.7% habiendo una reducción de 6 puntos porcentuales, en el censo del 2001 el analfabetismo era de 17.65%, es preocupante que las mujeres sigan teniendo menores posibilidades de acceso a la educación en relación a los hombres.

De acuerdo a datos proporcionados por el Departamento de Estadísticas de la dirección de Educación de Riobamba, tan solo 81 niños se encuentran matriculados en el nivel pre primario a inicios del año lectivo 2005-2006.

Otro dato relevante es que de la población educada tan solo 65% tiene la enseñanza primaria completa, pero lo más sorprendente es que apenas el 15% tiene secundaria completa y un insignificante 8.30% tiene educación superior. Es decir, el problema está en llegar a culminar la enseñanza intermedia ya que es entre los 12 y 18 años de edad donde se produce la mayor deserción de estudiantes.

Gráfico 6. Índice de Analfabetismo.



Fuente: Guía turística de Chambo.

#### 4.1.6. SERVICIOS PÚBLICOS.

##### 4.1.6.1. Establecimientos Educativos.

En cuanto a infraestructura educativa la población según información levantada en el interior del cantón son:

- 4 registros de educación inicial
- 7 registros de centro infantil del buen vivir
- 1 registro de formación artesanal
- 9 registros de escuela fiscal mixta
- 2 registros de escuela particular
- 1 registro de colegio particular
- 1 registro de colegio nacional
- 1 registro de unidad educativa a distancia



Tabla 9. Establecimientos educativos del Cantón Chambo.

INFRAESTRUCTURA DE ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DEL CANTÓN CHAMBO	
N°	Nombre de la Unidad Educativa
1	Centro infantil del buen vivir alegres mañanitas
2	Centro infantil del buen vivir superación
3	Centro de formación artesanal Dr. Luis escobar Garcés
4	Institución educativa particular nueva generación
5	Colegio andes collage
6	Escuela fiscal mixta luz Elvira vallejo
7	Centro infantil del buen vivir amiguitos felices
8	Escuela fiscal mixta Jacinto collaguazo
9	Escuela fiscal mixta cacique achamba
10	Centro infantil del buen vivir rayitos de sol
11	Escuela fiscal mixta facundo bayas
12	Centro infantil del buen vivir flor del Carmelo
13	Centro de educación inicial corazón de Jesús 2
14	Escuela fiscal mixta lucia diaz guerrero
15	Centro infantil del buen vivir mi mundo feliz
16	Escuela fiscal mixta fray enryque vacas galindo
17	Escuela fiscal mixta diego donoso
18	Unidad educativa a distancia Chimborazo extensión guano
19	Centro infantil del buen vivir san juan evangelista
20	Centro de educación inicial Gabriel mistral
21	Escuela fiscal mixta Leopoldo Freire
22	Jardín fiscal maría guerrero Vásquez
23	Colegio nacional chambo
24	Centro de educación inicial el rosario
25	Escuela fiscal mixta de niñas mercedes Amelia guerrero
26	Escuela particular mixta Gabriel mistral

Fuente: INEC 2010.

Si observamos la información se puede apreciar que existe una buena cantidad de centros educativos, donde el 16% es analfabetismo por parte de las mujeres y un 6.7% analfabetismos por parte de los hombres, hay que tener en cuenta que el cantón Chambo está a 8km de distancia de la ciudad de Riobamba lo que ocasiona que gente del sector tenga que emigrar a la ciudad en busca de otros establecimientos Educativos para la enseñanza de sus hijos, el problema radica en que el 65% de la población solo recibe enseñanza primaria, en cambio que el 15% solo enseñanza secundaria y eso comprende en edad de 12 años, lo que significa que los jóvenes tengan que dedicarse a buscar trabajos, para el sustento de su hogar provocando no culminar

sus estudios en etapa secundaria, que se debe hacer, gracias al gobierno y a la actual presidencia del SR. Presidente Rafael Correa se ha logrado fomentar la educación y mejorar los establecimientos educativos públicos motivando a los padres de familia que les den una mejor educación a sus hijos.

*Fotografía 3. Fotografías de algunos centros educativos del cantón Chambo.*



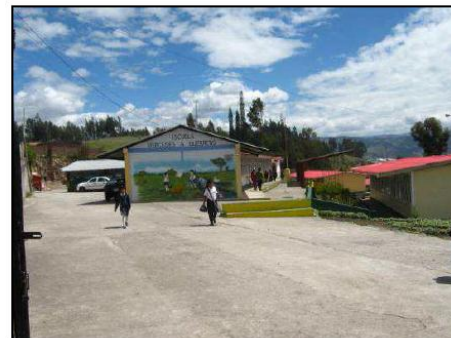
Escuela Fiscal J. Collaguazo



Colegio Andes Collage



CIBC Alegres Mañanitas



Escuela Mercedes Guerrero

Elaboró: Henry Buri.

#### **4.1.6.2. Salud Pública.**

Chambo presenta una oferta de salud que no satisface la demanda de la población del cantón Chambo, en infraestructura cuenta con dos subcentros de salud ubicados en la cabecera cantonal, en el barrio San Pedro de LLucud y en San Francisco.

El subcentro de salud de San Francisco se encuentra suspendido y sin personal médico, debido a la falta de garantías de seguridad ya que en el mes de mayo fueron robadas las instalaciones del centro.

Tabla 10. Sub centro de salud.

SERVICIOS DE SALUD		
LOCALIZACION	TIPO	CANTIDAD
Chambo	Subcentro de Salud	1
San Francisco	Subcentro de Salud	1
Llucud	Puesto de Salud	1

Fuente: INEC 2010.

Para la atención cuentan con dos médicos, dos odontólogos, cinco enfermeras y una laboratorista.

En el área de influencia existen una variedad de plantas medicinales, entre las principales tenemos las siguientes: manzanilla toronjil, llantén, ortiga, cola de caballo, matico, sábila, pelo de choclo, cedrón; todas estas plantas con propiedades curativas específicas y que han sido utilizadas durante miles de años y está al alcance de todos, contribuyendo a llevar a cabo una de las tradiciones que se mantiene en el tiempo, no obstante se va tomando límites en ciertos casos, viéndose obligados a acudir a los centros de salud en búsqueda de la medicina general.

Las enfermedades más comunes de la población son afecciones respiratorias, parasitosis, desnutrición, gastropatías, entre las más significativas.

Fotografía 4. Fotografías de los centros de salud.



Sub Centro San Francisco



Sub Centro de Salud Chambo

Fuente: Henry Buri.

### **4.1.6.3. Servicio de Transporte Público.**

Para atender a los habitantes Chambo cuenta con su servicio de transporte público, existe la cooperativa Chambo con 21 unidades, además dos cooperativas de camionetas, reina del carmen y rey de los andes con aproximadamente 18 unidades, sirven al transporte de carga y rural, en cuanto a transportes pesados (camiones), las misma cooperativas cuentan con aproximadamente 15 unidades, viajan a la costa y hay dos frecuencias en la mañana y en la tarde.

La red vial en el interior del cantón Chambo cuenta aproximadamente con un 40% de vías pavimentadas que conectan las principales zonas pobladas un 10% de caminos adoquinados que se encuentran en la zona urbana, un 30% de caminos lastrados y 20% de caminos de verano y senderos.

*Fotografía 5. Transporte Público.*



Cooperativa Chambo

Elaboró: Henry Buri.

### **4.1.6.4. Servicios Básicos**

#### **4.1.6.4.1. Energía Eléctrica**

El Cantón Chambo dispone de energía eléctrica permanente durante las 24 horas, la que es proporcionada por la Empresa Eléctrica Riobamba S.A.; la misma que abastece del sistema interconectado.

La generación eléctrica sirve para cubrir la demanda especialmente de tipo doméstico.

La infraestructura que cuenta es: 10 muestras a lo largo de la línea de transmisión eléctrica, trazada al este de los límites del cantón Chambo, en los poblados de Pantus Grande hasta Tunshi San Javieras.

La línea de transmisión eléctrica del cantón Chambo es: Línea de transmisión eléctrica Licto-Guaranda.

#### **4.1.6.4.2. Telefonía**

El Cantón Chambo dispone del servicio de telefonía fija y móvil: 2 antenas de telecomunicaciones, la una antena de telecomunicación Claro, y la otra antena de radio enlace, Además cuenta con la central telefónica de la Corporación nacional de telecomunicaciones CNT.

*Fotografía 6. Central Telefónica CNT.*



**Elaboró:** Henry Buri.

#### **4.1.6.4.3. Servicio de Agua Potable.**

El área de estudio posee un sistema agua entubada, en un 60 % de las viviendas conectadas a este importante elemento vital; y el 40 % en contraste al limitado acceso que tienen los pobladores.

#### **4.1.6.4.4. Eliminación de aguas servidas.**

La mayoría de las comunidades en estudio no disponen de un sistema de alcantarillado, en un 63% cuenta con alcantarillado sanitario, mientras que el 37% lo realiza a través de letrinas.

#### **4.1.6.4.5. Eliminación de desechos sólidos.**

En el Cantón Chambo, en la cabecera cantonal un 82% de las viviendas cuenta con el servicio de recolección de basura, mientras que el 18% no disponen de un sistema de eliminación de basura, así como tampoco de desechos sólidos, estos se los incinera en los terrenos utilizándolos como abono orgánico.

#### 4.1.7. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

##### ❖ Viabilidad Económica.

Con la apertura de la vía se aportaran los siguientes beneficios.

- Apoyo al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del barrio Catequilla.
- Generación de empleo en la ejecución del proyecto.
- Ahorro en gastos de transporte por saco de producción
- Ahorro por viaje y facilidad de ingreso de insumos para reactivar la producción agrícola y ganadera.

##### ❖ Viabilidad Financiera.

El presente proyecto no pretende el cobro por el servicio; este proyecto tiene el carácter de social debido a su intervención ya que este generará beneficios sociales y ahorros en diferentes gastos que en la actualidad lo realizan por efectos de no disponer de una vía en buen estado.

#### 4.1.7.1. Supuestos utilizados para el cálculo

Luego de la ejecución del presente proyecto por la facilidad de comunicación se pretende incentivar la producción, lo que generará que se incremente en al menos en un 5% sus ingresos mensuales; ingresos que en la actualidad promedian los 385 USD / familia, lo que se demuestra en la siguiente tabla

Tabla 11. Conformación de Ingresos.

Barrio	Promedio de ingresos (\$)	Conformación de Ingresos %				
		Agrícolas	Pecuarias	Industria	Turismo	Otros
Catequilla	385	47.60%	23.30%	20.60%	8.50%	0%
<b>PROMEDIO CHAMBO</b>	<b>400</b>	<b>0.476</b>	<b>0.233</b>	<b>0.206</b>	<b>0.085</b>	<b>0</b>

Fuente: GAD Chambo

La vida útil del proyecto está delimitada a 20 años, se tiene un valor de incremento de ingresos durante la vida útil equivalente a 346.500,00 USD. Este valor resulta de la diferencia entre los valores de ingresos mensuales de 385 USD por familia a 20 años, a este valor se pretende un incremento del 5% a sus ingresos mensuales por familia, es decir a 404.25 USD, esta diferencia de 19.25 USD multiplicada por el número de familias de la comunidad y proyectada a la vida útil del proyecto nos arroja un valor de (346.500,00 USD), como se detalla en el siguiente tabla.

Tabla 12. Incremento de ingresos vida útil del proyecto a 20 años.

Barrio	Promedio de Ingresos (\$) x fam/mes	N° Familias	Promedio de Ingresos Anuales	Incremento de Ingresos vida util del proyecto a 20 años
Catequilla	385	75	346500	<b>346500</b>
Incremento del 5%	19.25	75	17325	
Promedio de ingresos luego del proyecto	404.25	75	363825	

Fuente: GAD Chambo

- **Generación de empleo.**

Durante la ejecución del Proyecto se contratará mano de obra del sector para las diferentes actividades programadas; podemos mencionar que se pretende contratar a 30 trabajadores, los mismos que recibirán por su fuerza de trabajo por día un promedio de 25 USD y un total de 90 días (3 meses) de trabajo que se estiman para la apertura de la vía, lo que nos da un valor total de 67.500 USD.

- **Ahorro en gastos de transporte por saco de producción**

En la actualidad se paga desde el barrio Catequilla hasta la ciudad de Riobamba un promedio de 1,00 dólar por saco, si tenemos un total de 75 familias y cada familia saca al mercado un promedio anual de 450 sacos la comunidad gasta en transporte un valor de 33.750 USD; luego de ejecutar, se pretende que el valor de pasaje se mantenga y que como un valor referencial de ahorro podemos calcular que es de 0,40 ctvs. (Este valor por disponer de una vía directa a la comunidad) se tiene un valor de ahorro durante la vida útil del proyecto de 270.000 USD.

- **Ahorro por viaje y facilidad de ingreso de insumos para reactivar la producción agrícola y pecuaria**

Para poder valorar este rubro se ha creído conveniente valorar unidades (saco u otro) de insumos que se lo transporta desde la ciudad de Riobamba hasta el Barrio Catequilla. Para este cálculo tenemos como referencia un total de 75 familias y cada una transporta durante el año alrededor de 200 unidades a un valor de 1,00 USD/c.u. desde la ciudad de Riobamba, este nos da un valor de gasto anual a nivel del Barrio de 15.000 USD; luego de ejecutar el proyecto su costo se tendrá un ahorro de 0,40 ctv. Lo que nos da un total de ahorro al final de la vida útil del proyecto de 120,000 USD, ver el cuadro siguiente.

Tabla 13. Ahorro a 20 años

Barrio	N° Familias	Promedio de sacos/familia	Costo de Trans./saco USD (2015)	Costo de Trans./saco USD (2016)	Costo actual por transporte	Ahorro a futuro por transporte	Ahorro a 20 años
Producción (sacos)	75	450	1.00	0.40	33750	13500	270000
Insumos (sacos)	75	200	1.00	0.40	15000	6000	120000
Total							390000

Fuente: GAD Chambo

#### **4.1.7.2. Identificación, cuantificación y valoración de ingresos, beneficios y costos (de construcción, operación y mantenimiento).**

##### **❖ Costos de construcción.**

El principal objetivo de esta es cuantificar la información relativa al costo de construcción del a precios económicos.

La definición del costo de construcción o mejoramiento de la carretera para efectos de evaluación tiene el siguiente proceso:

- Identifica las actividades a ejecutar en cada uno de los tramos considerados y los costos de construcción en términos financieros para programar la inversión.



- Transforma los costos de construcción a precios de eficiencia, es decir, valorados en términos económicos, para el análisis de evaluación económica del proyecto y determinar su rentabilidad.

A medida que avance el estudio se determinará los de construcción.

#### ❖ **Costos de mantenimiento.**

A lo largo del tiempo es de vital importancia realizar una serie de trabajos en las carreteras para mantenerlas en buenas condiciones, de tal manera que se preserve el capital invertido en la construcción de las mismas con adecuados niveles de seguridad, conveniencia y servicio para los usuarios. Esto se debe a que los costos de reconstrucción son de tres a cinco veces mayor que los costos de rehabilitación y de mantenimiento, por consiguiente, no se debe permitir que el pavimento se deteriore hasta llegar a estar en malas condiciones perjudicando de esta manera a los usuarios. Por otro lado, en el “Manual of Uniform Highway Accounting Procedures” de la AASHTO definen al mantenimiento de carreteras como:

“..es el acto de preservarla, incluyendo todos sus elementos, así como a las facilidades y servicios que ella presta, en una condición tan cercana como sea posible a su condición original de construcción, o a su condición subsecuente mejorada, para proporcionar un transporte seguro, conveniente y económico”

Por esta razón, se realizan los mantenimientos, los cuales representan un costo elevado, y en donde se involucran una serie de actividades requeridas. En este caso se diferencian dos tipos de mantenimientos que se deben realizar en las carreteras a lo largo de su vida útil, el mantenimiento rutinario y el mantenimiento periódico.

El continuo mantenimiento que exigen las vías construidas deficientemente demuestra la necesidad de hacer carreteras que duren tanto como las edificaciones que las circundan. Cuando los presupuestos destinados a las obras públicas son devorados por el mantenimiento de estas en forma de cacheos, sellos y recarpeteos, la utilización del pavimento de concreto se convierte en la mejor alternativa por las garantías que ofrece en cuanto a durabilidad y solidez. En un

pavimento flexible (de asfalto), el mantenimiento debe ser permanente. En cambio, el pavimento rígido prácticamente no necesita de esos cuidados. Los costos de mantenimiento al final de la vida útil de un pavimento flexible (de 25 a 30 años), pueden llegar a ser cuatro o cinco veces más alto que los de uno rígido. La limpieza y resellado de las juntas, que constituye su mantenimiento normal, no produce desorganización o interrupción en el tránsito, y los cambios de superficie tampoco causan la inutilización temporal de la vía. Esto ayuda a que los costos del usuario también se mantengan bajos.

#### ❖ **Costos de operación.**

Son los gastos necesarios para mantener el buen funcionamiento del vehículos, en las vías de mal estado el vehículo empiezan a deteriorarse, producto del mal estado de la pista, y a sufrir serios daños en los neumáticos, ejes, amortiguadores y chasis; esto genera un aumento en los costos de operación de los vehículos.

El costo de operación de un camino se traduce en un concepto de costo monetario; esto es el consumo, en términos de dinero, que le representa al usuario, para operar en una determinada vía. Como costos operacionales tenemos:

- **Costos Variables:** Un costo variable o coste variable es aquel que se modifica de acuerdo a variaciones del volumen de producción (o nivel de actividad), se trata tanto de bienes como de servicios.
- **Costos Fijos:** Son aquellos costos que no son sensibles a pequeños cambios en los niveles de actividad de una empresa, sino que permanecen invariables ante esos cambios.
- **Otros Costos:** Son aquellos costos que se van presentando en el tiempo.
- **Costos Variables:** como costos variables tenemos:

❖ Peajes:

$$Peajes = \sum \text{valor de peajes de la ruta}$$

❖ Combustibles:

$$\text{consumo de combustible} = \frac{\text{Presio gasolina} \frac{\$}{\text{Gal}}}{\text{consumo} \frac{\text{Km}}{\text{Gal}}}$$

❖ Llantas:

$$\text{consumo de llantas} = \frac{\# \text{ llantas} * \text{Precio de las llantas}}{\text{Duracion de llantas en km}}$$

❖ Lubricantes:

$$\text{consumo de lubricantes} = \sum \frac{\# \text{ unidades de lubricantes} * \text{Precio de lubricantes}}{\text{Duracion de lubricante en km}}$$

❖ Mantenimiento:

$$\text{Mantenimiento} = \sum \frac{\$ \text{ Repueatos} * \$ \text{ Mano de obra}}{\# \text{ de km de reparacion}}$$

❖ Servicios de estación:

$$\text{Lavado o Engrase} = \sum \frac{\$ \text{ lavada} * \# \text{ de viajes al mes}}{\# \text{ de km promedio al mes}}$$

❖ Imprevistos:

$$\text{Imprevistos} = \% \sum \text{consumos}$$

❖ **Costos fijos seguros:**

- Seguro de automotores.

❖ **Salarios y prestaciones básicas:**

- Conductores
- Auxiliares
- Aporte al IESS

❖ Parqueadero:

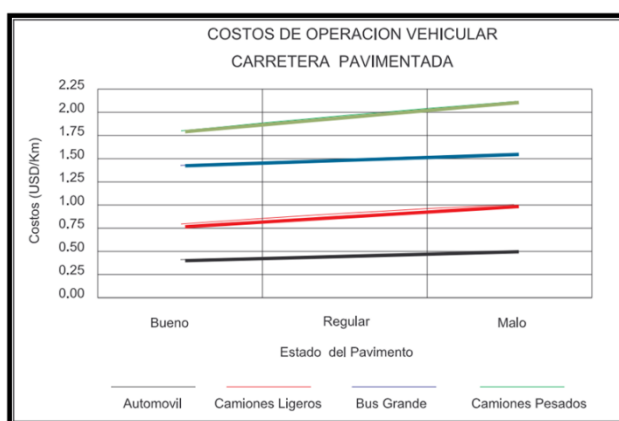
$$\text{Parqueadero} = \text{Valor diario} * \text{días del mes}$$

❖ Impuestos:

$$\text{IMP} = \frac{\% \text{ AVALUO}}{12}$$

Estos son las variables que se deben tener en cuenta, para mantener el buen funcionamiento del vehículo, funcionando de esta forma directamente proporcional si contamos con una buena vía y que cuente con un correcto mantenimiento, la vida útil de nuestro vehículo durara más, mientras que si contamos con una vía en mal estado, los costos de operación aumenta causando malestar en los usuarios.

Figura 1. Costos de operación vehicular, carretera pavimentada



Fuente: Instituto Nacional de Vías (INV)

Tabla 14. Factores de incremento vías en mal estado

INSUMO ANALIZADO	FACTOR DE INCREMENTO VIAS EN MAL ESTADO
COMBUSTIBLE	5%
REPUESTOS	26%
NEUMATICOS	18%
LUBRICANTES	20%
MANTENIMIENTO	15%

Fuente: Instituto Nacional de Vías (INV)

En resumen a lo expuesto en la tabla anterior, los costos de operación para vías en mal estado se incrementan en un 84 %.

#### 4.1.7.3. Flujos Financieros y Económicos

Siendo un proyecto de impacto social, y en vista que sus ingresos no van a financiar sus costos, estos rubros son asumidos por el GAD Provincial de Chimborazo.

#### 4.1.7.4. Indicadores Económicos y Sociales (VAN, TIR).

El Valor Actual Neto (VAN), con relación al aporte general del Estado tomando en cuenta una tasa de actualización del 12% nos arroja un valor positivo de 340,065.12, valor que determina que la sostenibilidad del Proyecto está garantizada durante el periodo de vida útil.

La Tasa Interna de Retorno (TIR), es igual a 45.16% que significa la rentabilidad media del Proyecto durante el periodo analizado de 20 años, representando por lo tanto la utilidad, pero sobre el aporte solicitado es de 3.07 USD, resultado de la relación beneficio costo. Esta tasa es atractiva puesto que el Proyecto es eminentemente social y más bien lo que queremos demostrar es su sostenibilidad.

❖ *Cálculos tipo:*

$$VAN = \frac{VF}{(1+i)^n} = \frac{51077.00}{(1+0.12)^1} = 45604.46$$

$$TIR = \frac{VAN * i}{VAN} * 100\% = \frac{45604.46 * 0.12}{45604.46} * 100 = 12 \%$$

$$\frac{B}{C} = \frac{VAN \text{ ingresos}}{VAN \text{ costos}} = \frac{504412.40}{16346.78} = 3.07 \text{ USD.}$$

CALCULO DEL VAN, TIR										
RUBROS	AÑOS									
	0	1	5	10	15	16	17	18	19	20
<b>INGRESOS</b>										
Contribución Especial de Mejoras		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cobro Impuesto al Rodaje		52213.00	61081.82	74315.38	90416.02	94032.66	97793.97	101705.73	105773.96	110004.92
valor residual		0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>52213.00</b>	<b>61081.82</b>	<b>74315.38</b>	<b>90416.02</b>	<b>94032.66</b>	<b>97793.97</b>	<b>101705.73</b>	<b>105773.96</b>	<b>110004.92</b>
<b>EGRESOS o COSTOS</b>										
Inversión	113600.00									
Mantenimiento (sin depreciación)	0	1136.00	1136.00	1136.00	1136.00	1136.00	1136.00	1136.00	1136.00	1136.00
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>113600.00</b>	<b>1136.00</b>	<b>1136.00</b>	<b>1136.00</b>	<b>1136.00</b>	<b>1136.00</b>	<b>1136.00</b>	<b>1136.00</b>	<b>1136.00</b>	<b>1136.00</b>
<b>F.N.C (I - C)</b>	<b>(113600.00)</b>	<b>51077.00</b>	<b>59945.82</b>	<b>73179.38</b>	<b>89280.02</b>	<b>92896.66</b>	<b>96657.97</b>	<b>100569.73</b>	<b>104637.96</b>	<b>108868.92</b>
tasa de descuento	12.00%									
<b>VA = VF/(1+i)^n</b>										
<b>VF/(1+i)^n</b>	(113600.00)	45604.46	34014.87	23561.80	16311.13	15153.46	14077.69	13078.05	12149.18	11286.09
<b>VANf =</b>	340065.62									
<b>TIRf =</b>	45.16%									
<b>B/Cf =</b>	3.07									
<b>VAN ingresos</b>	504412.40	dólares								
<b>VAN costos</b>	164346.78	dólares								

Elaboró: GAD Chambo

La evaluación económica del proyecto en las condiciones de análisis que han sido descritas y confrontando los flujos de costos y beneficios, arroja los resultados expresados en los siguientes indicadores:

<b>TIRE - TASA INTERNA DE RETORNO ECONÓMICA</b>	45.16 %
<b>VANE - VALOR ACTUAL NETO (Descontado al 12%)</b>	340,065.62 USD
<b>B/C - RELACIÓN BENEFICIO/COSTO (Descontada al 12%)</b>	3.07 USD

Para este caso se han hecho los cálculos para la opción de Adoquinado, de acuerdo a lo que indica las normas de diseño vial de carreteras MTOP 2003.

#### **4.1.7.5. Sostenibilidad económica-financiera.**

El presente proyecto por ser de carácter social y por sus características de obra de infraestructura, el GAD de la Provincia de Chimborazo, es el ente encargado de ejecutar obras de vialidad dentro de la provincia, esto basándose en el Plan Provincial de Chimborazo, Mediante su Departamento de Obras Publicas y su Unidad de Vialidad será la encargada de ejecutar obra de vialidad. Como contraparte los habitantes del barrio se encargarán mediante las mingas a realizar actividades de mantenimiento de la vía con un número mínimo de 2 veces en el año, esto garantizará su funcionalidad y servicio.

#### **4.1.7.6. Conclusiones:**

- El Valor Actual Neto obtenido es \$340,065.62 el cual es positivo puesto que el valor actual de la corriente de los ingresos (beneficios) es mayor al valor actual de la corriente de los costos, lo que significa, que los beneficios superan los costos a esa tasa de actualización por ende el presente proyecto se considera viable.
- Se ha obtenido una tasa interna de retorno de 45.16% la misma que es mayor a la tasa de actualización, lo que quiere decir, que el proyecto es económicamente viable.

- La relación Beneficio – Costo obtenida es de 3.07, la cual es mayor a 1.00, lo que indica que el valor actual de los ingresos (beneficios) es superior al valor actual de los costos, resultando ser un proyecto viable.
- Los resultados obtenidos en el Flujo Financiero y Económico, indican que el presente proyecto es económicamente viable y ejecutable, por ser un proyecto de corte social que no se puede hablar de recuperación de la inversión, ni rentabilidad, pero si es preciso resaltar que el proyecto tiene la capacidad de generar bienestar social para el barrio Catequilla y por ende a el cantón Chambo.

## **4.2. ESTUDIO DE TRÁFICO.**

### **4.2.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE TRÁFICO.**

#### **4.2.1.1. General.**

- Elaborar el estudio de tráfico para determinar el T.P.D.A. (tráfico promedio diario anual), a fin de unir el Sector de Galten y el Barrio Catequilla, con el fin de mejorar la accesibilidad a los habitantes del sector, (Cantón Chambo) que poseerá para su período de diseño (20 años).

#### **4.2.1.2. Específicos.**

- Obtener información de campo, a través de las siguientes actividades:
  - Conteo del tráfico vehicular en las estaciones preestablecidas, (Estación 1: Calle Mercedes Moncayo y Estación 2: Vía a Galten.
  - Velocidad de los Vehículos.
- Determinar el T.P.D.A. sobre la base de los resultados del conteo.
- Determinar la velocidad media de los vehículos que circulan por la vía.



#### 4.2.2. ALCANCE DEL ESTUDIO DE TRÁFICO.

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. En el Anexo se presenta el detalle de la metodología.

El Conteo de Tráfico se realizó en dos estaciones previamente identificadas y seleccionadas, en un período de cuatro días consecutivos de la semana y durante las 24 horas del día, desde el domingo 1 hasta el jueves 5 de Noviembre del 2015, para lo cual se determinaron dos estaciones, una de ellas se ubicó en el inicio de proyecto calle Mercedes Moncayo y la segunda en el final de proyecto, Vía a Galten.

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.

#### 4.2.3. INVESTIGACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO.

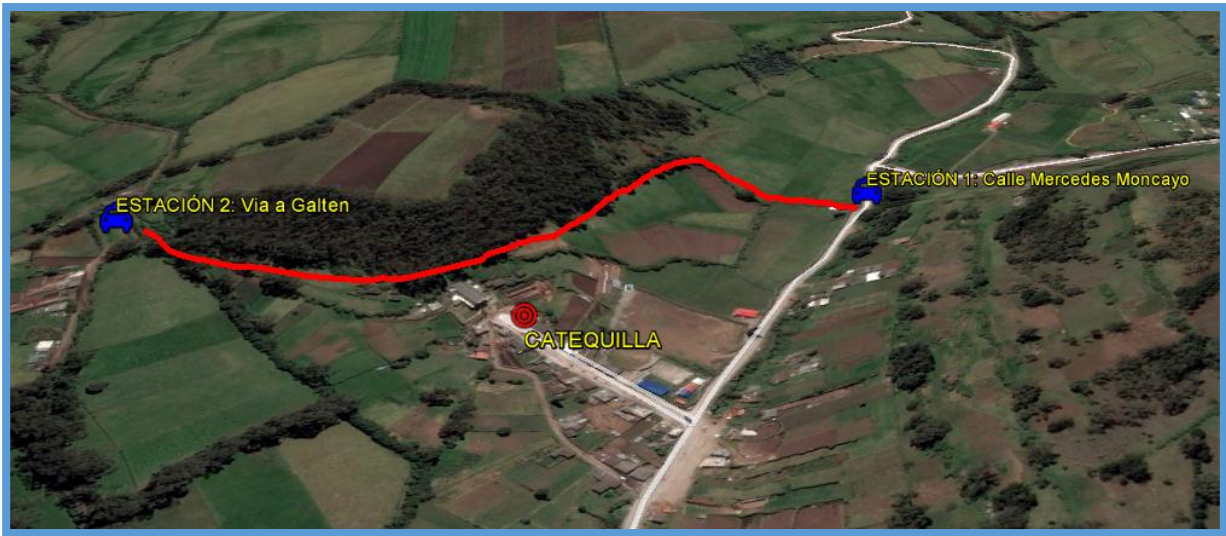
Cuando se desean conocer los volúmenes de tránsito que circulan por una vía, se debe realizar conteos manuales y/o automáticos, que permitan identificar el volumen actual de tráfico que posee la vía en estaciones ubicadas en sitios estratégicos del proyecto.

*Tabla 15. Estaciones de los registros de los vehículos.*

ESTACIONES DE REGISTRO DE LOS VEHICULOS					
ESTACIÓN	UBICACIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE CULMINACIÓN	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE
1	Calle Mercedes Moncayo	1 de Noviembre del 2015	5 de Noviembre del 2015	9808528	769279
2	Vía a Galten	1 de Noviembre del 2015	5 de Noviembre del 2015	9809116	769384

**Elaboró:** Henry Buri.













Fotografía 7. Croquis de Ubicación del Proyecto.



Fuente: Google Earth.

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

Tabla 16. Nomenclatura de los Vehículos.

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

Fuente: MTOP 2003.

#### 4.2.4. CONTEO DE TRÁFICO.

De los conteos volumétricos manuales, se obtiene la clasificación en los diferentes tipos de vehículos desglosados en: livianos, buses y camiones de 2 y 3 ejes; además de los no motorizados.

En las siguientes tablas se muestra, el conteo de tráfico por día y horas durante 4 días, incluido un domingo, el conteo se lo realizó, en las dos estaciones con ayuda del personal de la comunidad, se registraron los vehículos de ida y vuelta en las dos estaciones.

Tabla 17. Tablas de conteo de tráfico en la Estación 1 Mercedes Moncayo.

DOMINGO 1 - NOVIEMBRE - 2015					
ESTACIÓN 1 CALLE MERCEDES MONCAYO					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 - 7:00	2	0	0	1	3
7:00 - 8:00	2	0	0	2	4
8:00 - 9:00	1	0	0	0	1
10:00 - 11:00	2	0	0	0	2
11:00 - 12:00	2	0	0	0	2
12:00 - 13:00	1	0	0	0	1
13:00 - 14:00	2	0	0	0	2
14:00 - 15:00	1	0	0	0	1
15:00 - 16:00	1	0	0	0	1
16:00 - 17:00	1	0	0	0	1
17:00 - 18:00	2	0	0	0	2
Total	17	0	0	3	20

Elaboró: Henry Buri.

<b>LUNES 2 - NOVIEMBRE - 2015</b>					
<b>ESTACIÓN 1 CALLE MERCEDES MONCAYO</b>					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 - 7:00	3	0	0	0	3
7:00 - 8:00	2	0	0	0	2
8:00 - 9:00	4	0	1	0	5
10:00 - 11:00	2	0	0	0	2
11:00 - 12:00	5	0	0	0	5
12:00 - 13:00	3	0	0	0	3
13:00 - 14:00	3	0	0	0	3
14:00 - 15:00	3	0	0	0	3
15:00 - 16:00	2	0	0	0	2
16:00 - 17:00	2	0	0	0	2
17:00 - 18:00	2	0	0	0	2
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>32</b>

Elaboró: Henry Buri.

<b>MARTE 3 - NOVIEMBRE - 2015</b>					
<b>ESTACIÓN 1 CALLE MERCEDES MONCAYO</b>					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 - 7:00	4	0	0	5	9
7:00 - 8:00	2	0	0	0	2
8:00 - 9:00	3	0	1	0	4
10:00 - 11:00	2	0	0	2	4
11:00 - 12:00	2	0	0	0	2
12:00 - 13:00	3	0	0	0	3
13:00 - 14:00	4	0	0	3	7
14:00 - 15:00	5	0	0	0	5
15:00 - 16:00	2	0	1	4	7
16:00 - 17:00	2	0	0	0	2
17:00 - 18:00	2	0	0	0	2
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>47</b>

Elaboró: Henry Buri.

<b>MIÉRCOLES 4 - NOVIEMBRE - 2015</b>					
<b>ESTACIÓN 1 CALLE MERCEDES MONCAYO</b>					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 - 7:00	5	0	2	4	11
7:00 - 8:00	3	0	1	2	6
8:00 - 9:00	3	0	0	1	4
10:00 - 11:00	2	0	0	0	2
11:00 - 12:00	2	0	0	0	2
12:00 - 13:00	3	0	0	0	3
13:00 - 14:00	3	0	0	3	6
14:00 - 15:00	4	0	0	2	6
15:00 - 16:00	3	0	0	0	3
16:00 - 17:00	3	0	1	0	4
17:00 - 18:00	3	0	2	0	5
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>52</b>

Elaboró: Henry Buri.

<b>JUEVES 5 - NOVIEMBRE - 2015</b>					
<b>ESTACIÓN 1 CALLE MERCEDES MONCAYO</b>					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 - 7:00	4	0	1	3	8
7:00 - 8:00	3	0	2	3	8
8:00 - 9:00	2	0	0	2	4
10:00 - 11:00	3	0	0	0	3
11:00 - 12:00	3	0	0	0	3
12:00 - 13:00	3	0	0	0	3
13:00 - 14:00	2	0	0	1	3
14:00 - 15:00	2	0	0	1	3
15:00 - 16:00	4	0	1	0	5
16:00 - 17:00	4	0	2	0	6
17:00 - 18:00	2	0	0	0	2
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>48</b>

Elaboró: Henry Buri.

Tabla 18. Tablas de conteo de tráfico, Estación 2: vía a Galten

<b>DOMINGO 1 - NOVIEMBRE - 2015</b>					
<b>ESTACIÓN 2 VIA A GALTEN</b>					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 - 7:00	2	0	0	0	2
7:00 - 8:00	0	0	0	0	0
8:00 - 9:00	1	0	0	0	1
10:00 - 11:00	1	0	0	0	1
11:00 - 12:00	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	1	0	0	0	1
13:00 - 14:00	2	0	0	0	2
14:00 - 15:00	1	0	0	0	1
15:00 - 16:00	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00	1	0	0	0	1
17:00 - 18:00	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>

Elaboró: Henry Buri.

<b>LUNES 2 - NOVIEMBRE - 2015</b>					
<b>ESTACIÓN 2 VIA A GALTEN</b>					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 - 7:00	2	0	0	0	2
7:00 - 8:00	0	0	0	0	0
8:00 - 9:00	1	0	0	0	1
10:00 - 11:00	2	0	0	0	2
11:00 - 12:00	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	0	0	0	0	0
13:00 - 14:00	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	1	0	0	0	1
16:00 - 17:00	1	0	0	0	1
17:00 - 18:00	1	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>

Elaboró: Henry Buri.

Elaboró: Henry Buri.

<b>MARTE 3 - NOVIEMBRE - 2015</b>					
<b>ESTACIÓN 2 VIA A GALTEN</b>					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 - 7:00	2	0	0	0	2
7:00 - 8:00	1	0	0	0	1
8:00 - 9:00	1	0	0	0	1
10:00 - 11:00	1	0	0	0	1
11:00 - 12:00	1	0	0	0	1
12:00 - 13:00	1	0	0	0	1
13:00 - 14:00	2	0	0	0	2
14:00 - 15:00	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00	0	0	0	0	0
17:00 - 18:00	3	0	0	0	3
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>

<b>MIÉRCOLES 4 - NOVIEMBRE - 2015</b>					
<b>ESTACIÓN 2 VIA A GALTEN</b>					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 - 7:00	3	0	0	0	3
7:00 - 8:00	3	0	2	0	5
8:00 - 9:00	2	0	0	0	2
10:00 - 11:00	2	0	0	0	2
11:00 - 12:00	2	0	0	0	2
12:00 - 13:00	1	0	0	0	1
13:00 - 14:00	1	0	0	0	1
14:00 - 15:00	1	0	0	0	1
15:00 - 16:00	3	0	0	0	3
16:00 - 17:00	3	0	0	0	3
17:00 - 18:00	3	0	0	0	3
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>26</b>

Elaboró: Henry Buri.



JUEVES 5 - NOVIEMBRE - 2015					
ESTACIÓN 2 VIA A GALTEN					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 - 7:00	3	0	0	0	3
7:00 - 8:00	3	0	0	0	3
8:00 - 9:00	3	0	0	0	3
10:00 - 11:00	2	0	0	0	2
11:00 - 12:00	2	0	0	0	2
12:00 - 13:00	2	0	0	0	2
13:00 - 14:00	2	0	0	0	2
14:00 - 15:00	1	0	0	0	1
15:00 - 16:00	3	0	0	0	3
16:00 - 17:00	3	0	0	0	3
17:00 - 18:00	2	0	0	0	2
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>26</b>

Elaboró: Henry Buri.

Tabla 19. Tráfico diario semanal estación 1 calle Mercedes Moncayo.

TRÁFICO DIARIO SEMANAL ESTACIÓN 1 CALLE MERCEDES MONCAYO						
TIPOS DE VEHICULOS	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	PROMEDIO
LIVIANOS	17	31	31	34	32	29
BUSES	0	0	0	0	0	0
CAMIONES Y VOLQUETAS	0	1	2	6	6	3
NO MOTORIZADOS	3	0	14	12	10	8
TRÁFICO DIARIO	20	32	47	52	48	40

Elaboró: Henry Buri.

Tabla 20. Tráfico diario semanal estación 2 vía a Galten.

TRÁFICO DIARIO SEMANAL ESTACIÓN 2 VIA A GALTEN						
TIPOS DE VEHICULOS	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	PROMEDIO
LIVIANOS	9	8	12	24	26	16
BUSES	0	0	0	0	0	0
CAMIONES Y VOLQUETAS	0	0	0	2	0	0
NO MOTORIZADOS	0	0	0	0	0	0
TRÁFICO DIARIO	9	8	12	26	26	16

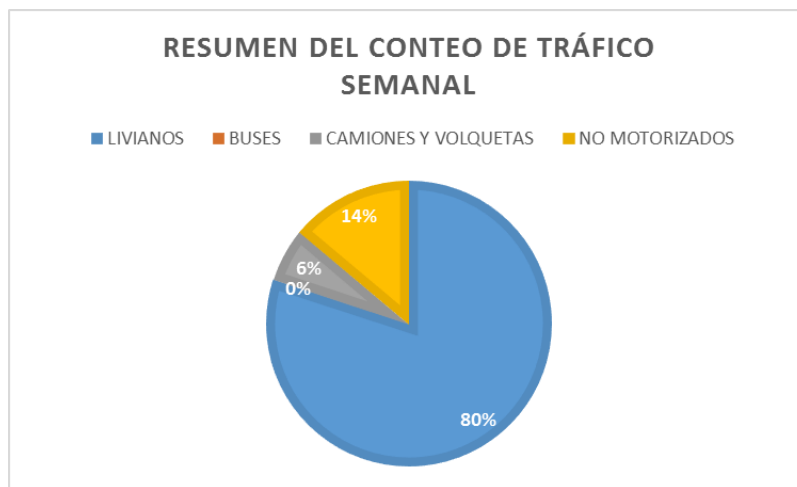
Elaboró: Henry Buri.

Tabla 21. Resumen del conteo de tráfico semanal.

RESUMEN DEL CONTEO DE DE VEHICULOS DIARIOS				
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
45	0	3	8	56
80%	0%	6%	14%	100%

Elaboró: Henry Buri.

Gráfico 7. Resumen de conteo de tráfico semanal.



Elaboró: Henry Buri.

#### 4.2.5. ENCUESTA ORIGEN / DESTINO.

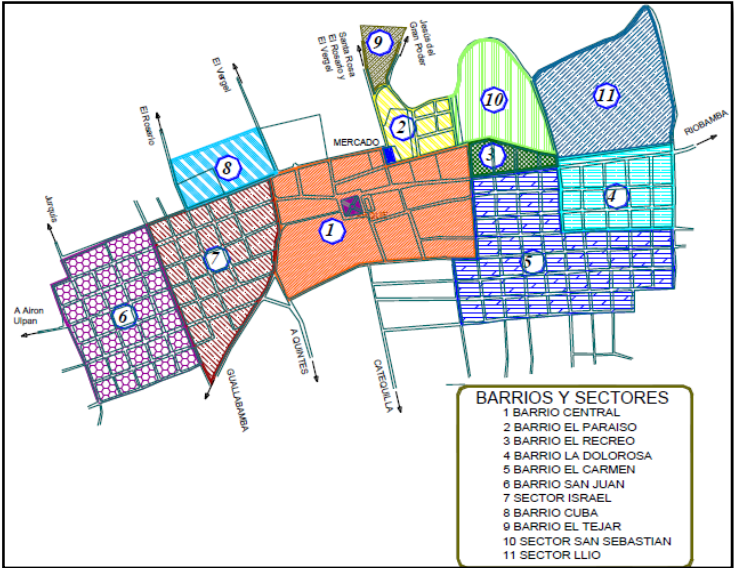
Al ser un proyecto de apertura va a contar con dos ingresos por lo que se decidió realizar dos estaciones, la primera calle Mercedes Moncayo y la segunda estación vía a Galten para en estas realizar las encuestas de O/D a los usuarios que posiblemente ingresarían y saldrían del proyecto, el objetivo de realizar las encuestas de O/D, es el de determinar el porcentaje de usuarios que ingresan a este sector de Catequilla, y quisieran acortar tiempos de viaje dirigiéndose a Galten, las encuestas se realizan para definir las características del tipo de vía requerida.

La información de las Encuestas de origen y destino realizadas el día domingo 15 de Noviembre del 2015, por ser considerado un día representativo donde los lugareños se desplazan al

Santuario de Catequilla, (según moradores del sector). Se presenta a continuación el siguiente grafico de los sectores y barrios del cantón Chambo,

El cantón está compuesto por dos sectores importantes: cabecera cantonal (sector urbano) y comunidades y barrios (sector rural).

Figura 2. Sectores y barrios del Cantón Chambo.



Fuente: Guía turística de Chambo.

Tabla 22. Resumen de Origen y Destino

RESUMEN DE ENCUESTAS DE ORIGEN DESTINO						
ORIGEN	DESTINO	LIVIANOS	BUS	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	Suma
Barrio Central	Catequilla	3	0	0	2	5
Barrio el Paraíso	Catequilla	2	0	0	0	2
Barrio el Recreo	Catequilla	3	0	0	0	3
Barrio la Dolorosa	Catequilla	3	0	0	0	3
Barrio el Carmen	Catequilla	2	0	0	1	3
Barrio San Juan	Catequilla	3	0	0	2	5
Sector Israel	Catequilla	2	0	0	0	2
Barrio Cuba	Catequilla	2	0	0	0	2
Barrio el Tejar	Catequilla	0	0	0	1	1
Sector San Sebastián	Catequilla	0	0	0	2	2
Sector Llio	Catequilla	0	0	0	0	0
						28

Elaboró: Henry Buri

De tal modo que el tráfico que ingresa o sale, en nuestro estudio de vía, viene dado por usuarios que se dirigen al sector de Catequilla en un 100%, cabe mencionar que el lugar es turístico, y cuando se realizan las ceremonias de eucaristía, moradores del sector se dirigen a Catequilla a rendirle culto a la Virgen.

#### **4.2.6. 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

Es importante que el conteo pueda ser manual o automático, el primero corresponde a estar en el sitio y poder apreciar la realidad del tráfico, con el cual se puede considerar muchos aspectos para el diseño de la vía. 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 calculara con la siguiente formula:

$$TPDA \text{ Proyecto} = TPDA \text{ futuro} + \text{Tráfico Atraído} + \text{Tráfico Generado} + \text{Tráfico por Desarrollo}$$

##### **4.2.6.1. Tráfico Futuro.**

Es el TPDA proyectado al número de años de la vida útil de la vía, en este caso el periodo de diseño que se lo hará para 20 años. Entonces con el estudio de tráfico realizado se puede estimar el tráfico futuro, para un determinado periodo de diseño.

$$TPDA \text{ FUTURO} = TPDA \text{ actual} \times (1 + i)^n$$

Donde:

*i* = índice de crecimiento anual

*n* = vida útil de la vía (numero en años)

Tabla 23. Tasa de crecimiento vehicular para Chimborazo.

TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR POR TIPOS			
PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2001 - 2008	4.37%	3.01%	2.75%
2008 - 2010	3.97%	2.86%	2.42%
2010 - 2015	3.44%	1.17%	2.90%
2015 - 2020	3.10%	1.05%	2.61%
2020 - 2030	2.82%	0.96%	2.39%
PROMEDIO	3.54%	1.81%	2.61%

Fuente: Unidad Administrativa de Chimborazo ANT (Agencia Nacional de Tránsito).

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas estima que la tasa de crecimiento vehicular en el Ecuador está en el orden de 7 al 14%, para nuestro proyecto vamos a determinar el tráfico futuro con los promedios del índice de crecimiento por tipos.

❖ **Estación 1. Calle Mercedes Moncayo.**

Tabla 24. Datos para el cálculo del tráfico futuro.

TIPO DE VEHICULO	TPDA ACTUAL	UNIDAD
LIVIANOS	29	Vehículo/día
BUSES	0	Vehículo/día
CAMIONES	3	Vehículo/día
Índice de crecimiento anual (Livianos)	3.54	%
Índice de crecimiento anual (Buses)	1.81	%
Índice de crecimiento anual (Camiones)	2.61	%

Elaboró: Henry Buri.

• **Tráfico futuro para 10 años.**

Periodo de diseño = 10 años

$$TPDA \text{ FUTURO} = TPDA \text{ actual} \times (1 + i)^n$$

$$TPDA \text{ FUTURO} = 40 \times (1 + 0.0354)^{10} + 0 \times (1 + 0.0181)^{10} + 3 \times (1 + 0.0261)^{10}$$

$$TPDA \text{ FUTURO} = 60 \frac{\text{vehiculos}}{\text{dia}}$$

• **Tráfico futuro para 20 años.**

Periodo de diseño = 20 años

$$TPDA \text{ FUTURO} = TPDA \text{ actual} \times (1 + i)^n$$

$$TPDA \text{ FUTURO} = 40 \times (1 + 0.0354)^{20} + 0 \times (1 + 0.0181)^{20} + 3 \times (1 + 0.0261)^{20}$$

$$TPDA \text{ FUTURO} = 85 \frac{\text{vehiculos}}{\text{dia}}$$

❖ **Estación 2. Vía a Galten.**

Tabla 25. Datos para el cálculo del tráfico futuro.

TIPO DE VEHICULO	TPDA ACTUAL	UNIDAD
LIVIANOS	16	Vehículo/día
BUSES	0	Vehículo/día
CAMIONES	0	Vehículo/día
Índice de crecimiento anual (Livianos)	3.54	%
Índice de crecimiento anual (Buses)	1.81	%
Índice de crecimiento anual (Camiones)	2.61	%

Fuente: Henry Buri.

• **Tráfico futuro para 10 años.**

*Periodo de diseño = 10 años*

$$TPDA\ FUTURO = TPDA\ actual \times (1 + i)^n$$

$$TPDA\ FUTURO = 16 \times (1 + 0.0354)^{10}$$

$$TPDA\ FUTURO = 23 \frac{vehiculos}{dia}$$

• **Tráfico futuro para 20 años.**

*Periodo de diseño = 20 años*

$$TPDA\ FUTURO = TPDA\ actual \times (1 + i)^n$$

$$TPDA\ FUTURO = 16 \times (1 + 0.0354)^{20}$$

$$TPDA\ FUTURO = 32 \frac{vehiculos}{dia}$$

**4.2.6.2. Tráfico Atraído.**

Es el tráfico desviado y varía del 10% al 30% del TPDA actual, proviene de vías existentes que se encuentran cerca del lugar del proyecto con el objeto de reducir costos de operación.

❖ **Estación 1. Calle Mercedes Moncayo.**

$$Tráfico\ Atraído = TPDA\ actual \times 30\%$$

$$Tráfico\ Atraído = 40 \times 30\%$$

$$Tráfico\ Atraído = 12 \frac{vehiculos}{dia}$$

❖ **Estación 2. Vía a Galten.**

$$Tráfico\ Atraído = TPDA\ actual \times 30\%$$

$$Tráfico\ Atraído = 16 \times 30\%$$

$$Tráfico\ Atraído = 5 \frac{vehiculos}{dia}$$

#### 4.2.6.3. Tráfico Generado.

Es el número de viajes que generaría la vía por influencia, de ninguna manera es mayor al 20% del TPDA actual. Este tráfico es acarreado por el mejoramiento de la vía, el cual se unen al tráfico actual y se producen durante los primeros 2 o 3 años de la vida útil de la vía.

##### ❖ Estación 1. Calle Mercedes Moncayo.

$$\text{Tráfico Generado} = \text{TPDA actual} \times 20\%$$

$$\text{Tráfico Generado} = 40 \times 20\%$$

$$\text{Tráfico Generado} = 8 \frac{\text{vehiculos}}{\text{dia}}$$

##### ❖ Estación 2. Vía a Galten.

$$\text{Tráfico Generado} = \text{TPDA actual} \times 20\%$$

$$\text{Tráfico Generado} = 16 \times 20\%$$

$$\text{Tráfico Generado} = 3.2 \frac{\text{vehiculos}}{\text{dia}}$$

#### 4.2.6.4. Tráfico por Desarrollo.

Se produce por la incorporación de nuevas áreas de producción, varía entre 5% al 7% del tráfico de los vehículos. Básicamente en este sector que es netamente agrícola y ganadero se estima que tendrá un crecimiento económico y esto generará un incremento de vehículos en la vía.

$$\text{Tráfico por Desarrollo} = (5- 7) * (\# \text{ de Vehículos que actualmente salen cargados}).$$

Entonces:

Actualmente salen vehículos cargados = 12 Vehículos

Adoptamos el 5% del incremento que podría generarse.

$$\text{Tráfico por Desarrollo} = 3 \times 7$$

$$\text{Tráfico por Desarrollo} = 21$$

$$\text{Tráfico por Desarrollo} = 21 \frac{\text{vehiculos}}{\text{dia}}$$

#### 4.2.3.5. TPDA del Proyecto.

##### ❖ Estación 1. Calle Mercedes Moncayo.

$TPDA \text{ Proyecto} = TPDA \text{ futuro} + \text{Tráfico Atraído} + \text{Tráfico Generado} + \text{Tráfico por Desarrollo}$

$$TPDA \text{ Proyecto} = 85 + 12 + 8 + 21$$

$$TPDA \text{ Proyecto} = 126 \frac{\text{vehiculos}}{\text{dia}}$$

##### ❖ Estación 2. Vía a Galten.

$TPDA \text{ Proyecto} = TPDA \text{ futuro} + \text{Tráfico Atraído} + \text{Tráfico Generado} + \text{Tráfico por Desarrollo}$

$$TPDA \text{ Proyecto} = 32 + 5 + 3.2 + 21$$

$$TPDA \text{ Proyecto} = 61 \frac{\text{vehiculos}}{\text{dia}}$$

#### 4.2.7. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA.

Con los resultados obtenidos del cálculo del tráfico diario y determinado los parámetros para el cálculo del TPDA del proyecto, éste pertenece a un TPDA actual = 56 (Vehículo/día) y TPDA proyecto = 126 (Vehículo/día), que corresponde a una vía de Cuarto Orden – Vecinal (IV) propiamente a las normas establecidas por el MTOP.

Tabla 26. Clasificación de la vía.

CLASIFICACIÓN DE TRAFICO HASTA 20AÑOS		
TIPO DE CARRETERA	ORDEN	CARRETERAS TPDA
Autopista	RI-RII	Mayores de 8000 vehículos
Vías Colectivas	I	De 3000 a 8000 vehículos
	II	De 1000 a 3000 vehículos
	III	De 300 a 1000 vehículos
Caminos Vecinales	IV	De 100 a 300 vehículos
	V	menores a 100 vehículos

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.



## CAPÍTULO V

### 5. DISCUSIÓN.

Para realizar la apertura de la vía que va a unir el sector de Galten con el barrio Catequilla se tomó en cuenta los factores más importantes como son: la producción agrícola y ganadera del sector, industria, el sector turístico de la zona, y la frecuencia de los moradores al santuario de Catequilla.

Para determinar el T.P.D.A, lo ideal fue disponer de los datos de dos estaciones de conteo permanente que permitan conocer las variaciones diarias, y estacionales. Además convendría disponer del registro de datos de un período de varios años que proporcione una base confiable para pronosticar el crecimiento de tráfico que se puede esperar en el futuro.

Como no es usual ni práctico tener estaciones permanentes en todas las rutas, se puede estimar en una primera semana el T.P.D.A, semanal, efectuando montajes por muestreo de 12 horas diarias, durante 4 días incluyendo un sábado y domingo. En lo posible, las muestras semanales que se obtengan deberán corresponder a los meses y semanas más representativos del año, con el objeto de tomar en cuenta las variaciones estacionales máximas y mínimas.

Los resultados que se obtienen en las investigaciones de campo, son procesados con el objeto de determinar la clase de carretera usando para el mismo el T.P.D.A, arrojando como resultado una carretera de Clase IV (Tipo Vecinal) caracterizada por la zona rural existente en la zona, muchos de estos parámetros nos ayudan a determinar qué cantidad de flujo vehicular puede existir en el futuro y así poder plantear mejoras o nuevos diseños.

La predicción de tráfico sirve, además, para indicar cuando una carretera debe mejorar su superficie de rodadura o para aumentar su capacidad; esto se hace mediante la comparación entre el flujo máximo que puede soportar una carretera. En la realización de los estudios para el diseño geométrico de un camino es de suma importancia la topografía del terreno, siendo este un factor determinante en la elección de los valores de los diferentes parámetros en su diseño.

Con los resultados obtenidos del cálculo del tráfico diario y determinado los parámetros para el cálculo del TPDA del proyecto, éste pertenece a un TPDA actual = 32 (Vehículo/día) y TPDA proyecto = 102 (Vehículo/día), que corresponde a una vía de Cuarto Orden (IV).

Mediante normas establecidas por el M.T.O.P y con el conteo vehicular se determina que el TPDA proyectado se encuentra entre 100 -300 vehículos por día que corresponde a una vía de cuarto (IV) orden.

Referente a la velocidad de diseño en el estado actual de la carretera la misma que se eligió en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor fue de 50 K.P.H. este es el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos.

Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical, sección transversal básica, sobre anchos y peraltes. Todo el diseño geométrico de la vía, se basara en las normas de diseño geométrico de carreteras del MTOP, cumpliendo con la velocidad de diseño, radios mínimos de curvatura, gradientes máximas y mínimas

Contando con el diseño geométrico, el siguiente paso, es calcular los volúmenes de obra, movimientos de tierras, y finalmente realizar el presupuesto y cronograma valorado de trabajo.

## **CAPÍTULO VI**

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **6.1. CONCLUSIONES.**

- Con los resultados obtenidos del cálculo del tráfico diario y determinado los parámetros para el cálculo del T.P.D.A del proyecto éste corresponde aun TPDA actual= 32 vehículos/día. y un TPDA proyectado de = 102 vehículos/día.
  
- Mediante normas establecidas por el M.T.O.P y con el conteo vehicular se determina que el TPDA proyectado se encuentra entre 100-300 vehículos por día que corresponde a una vía de Cuarto Orden (IV).
  
- Referente a la velocidad de diseño en el estado actual de la carretera la misma que se eligió en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito su valor fue de 50 K.P.H. este es el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical, sección transversal básica, sobre anchos y peraltes.

#### **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 de cuarto orden (IV).
  
- Se recomienda 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 recomienda, como capa de rodadura la colocación de pavimento articulado (adoquinado vehicular), ya que el consejo provincial de Chimborazo por administración directa realizara la apertura de la vía, con esto se abaratarían los costos de construcción y se dará una mejor estética a la carretera.

## **CAPÍTULO VII**

### **7.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA.**

*Estudios Definitivos para la apertura de la “vía que une la comunidad de Galten - Barrio Catequilla Cantón Chambo” – Provincia de Chimborazo, (Long. Aprox. 0+700 Km).*

### **7.2. INTRODUCCIÓN.**

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma se basa entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico.

El diseño geométrico de una vía es el proceso que correlaciona elementos físicos tales como: alineaciones, pendientes, distancia de visibilidad, radios de curvatura, peralte, sobre anchos, y las características de operación como son: la facilidad de frenado, aceleración, condiciones de funcionalidad como son: seguridad y confort.

Otro de los factores básicos del diseño geométrico es la topografía del terreno sobre la que se desarrolla el proyecto, Para el diseño de la vía también es necesario conocer la información topográfica, de tal manera que se pueda dibujar el plano topográfico y determinar el trazado del polígono definitivo, el mismo que respetará el paso por los puntos obligados, además de las normas y especificaciones técnicas establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

### **7.3. OBJETIVOS.**

#### **7.3.1. OBJETIVO GENERAL.**

- Proveer el estudio y diseño de la vía que une la comunidad de Galten - Barrio Catequilla Cantón Chambo.

### **7.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.**

- Realizar la topografía de la vía que une la comunidad de Galten - Barrio Catequilla cantón Chambo, longitud 0+700 Km. Para elaborar el plano de la superficie terrestre y así diseñar el alineamiento horizontal y alineamiento vertical.
- Diseñar de la carretera, de acuerdo a las normas y especificaciones que establece el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- Realizar el Estudio de Tráfico, Estudio de Suelos, Estudio Hidráulico e Hidrológico Diseño de Obras de Drenaje, Presupuesto, Análisis de Precios Unitarios, Cronograma de Ejecución y finalmente Estudio Ambiental.

### **7.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA – TÉCNICA.**

#### **7.4.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.**

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 la apertura de la vía.
2. Colocación de BM y referencias del proyecto.
3. Partiendo de la información de campo se procedió a realizar los planos generales de planta, perfil y secciones transversales.

El trabajo se inició en el Barrio Catequilla punto que cuenta con coordenadas ya mencionadas, y tiene como punto de llegada vía a Galten, la longitud total es 0+700 KM entre los puntos mencionados, siguiendo por el camino actual, en cuya trayectoria se encontró que la topografía es casi regular con terreno montañoso, no posee taludes muy altos.

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 0+700 KM, que nos permitirá realizar el diseño geométrico.

Cabe anotar también 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.

#### **7.4.2. NORMAS DE DISEÑO.**

Las normas de diseño que se utilizaron para el presente estudio se refieren básicamente a las que constan en el Manual de Trazado Geométrico de Carreteras MOP como son:

- Manual de diseño de carreteras, Ministerio de Obras Públicas del Ecuador.
- 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.

De acuerdo a las especificaciones técnicas indicadas y el TPDA de diseño recomendados son los siguientes para vías de Clase IV.

Tabla 27. Normas de diseño geométrico de carreteras.

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE III 300 – 1 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE IV 100 – 300 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE V MENOS DE 100 TPDA <sup>(1)</sup>											
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA								
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 <sup>(2)</sup>	60	50	40	50	35	25 <sup>(2)</sup>	60	50	40	50	35	25 <sup>(2)</sup>
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	80	20 <sup>(2)</sup>	75	80	20 <sup>(2)</sup>			
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25	70	55	40			
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110	290	210	150			
<b>Peralte</b>	MÁXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																	
<b>Coefficiente "K" para:</b> <sup>(2)</sup>																																				
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2	12	7	4			
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3	13	10	6			
Gradiente longitudinal <sup>(3)</sup> máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14	5	6	8			
Gradiente longitudinal <sup>(4)</sup> mínima (%)	0,5%																																			
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 <sup>(5)</sup>											
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado											
Ancho de espaldones <sup>(5)</sup> estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---											
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						4,0											
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 <sup>(6)</sup> - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---											
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																			
Puentes	Carga de diseño						HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																													
	Ancho de la calzada (m)						SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																													
	Ancho de Aceras (m) <sup>(7)</sup>						0,50 m mínimo a cada lado																													
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3° de la Ley de Caminos y el Art. 4° del Reglamento aplicativo de dicha Ley																																			
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																				

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras 2003 del MTOP.

### **7.4.3. TRÁFICO.**

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico.

#### **7.4.3.1. Tráfico promedio diario anual (TPDA).**

El TPDA, 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 en una semana, durante una semana por trimestre mediante los volúmenes de tránsito durante los días feriados.

El conteo puede ser manual o automático.

##### **- Contadores Automáticos.**

Los fijos, que se instalan como estructura empotrada en las casetas de peaje éste trabaja de la siguiente manera, por cada dos impulsos recibidos registran un vehículo.

##### **- Contadores Manuales.**

Se realiza un conteo manual visual, clasificatorio, el cual se divisan los vehículos; livianos, buses y pesados (2 o más ejes) durante siete días consecutivos.

### **7.4.4. CÁLCULO DEL TPDA DEL PROYECTO.**

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 el cálculo del TPDA del proyecto se calculara con la siguiente formula:

$$TPDA \text{ Proyecto} = TPDA \text{ futuro} + \text{Tráfico Atraído} + \text{Tráfico Generado} + \text{Tráfico por Desarrollo}$$



#### 7.4.4.1. Tráfico Futuro.

Es el TPDA proyectado al número de años de la vida útil de la vía, en este caso el periodo de diseño que se lo hará para 20 años. Entonces con el estudio de tráfico realizado se puede estimar el tráfico futuro, para un determinado periodo de diseño.

$$TPDA\ FUTURO = TPDA\ actual \times (1 + i)^n$$

Donde:

$i$  = índice de crecimiento anual

$n$  = vida útil de la vía (numero en años)

Tabla 28. Tasa de crecimiento vehicular para Chimborazo.

TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR POR TIPOS			
PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2001 - 2008	4.37%	3.01%	2.75%
2008 - 2010	3.97%	2.86%	2.42%
2010 - 2015	3.44%	1.17%	2.90%
2015 - 2020	3.10%	1.05%	2.61%
2020 - 2030	2.82%	0.96%	2.39%
PROMEDIO	3.54%	1.81%	2.61%

Fuente: Unidad Administrativa de Chimborazo ANT (Agencia Nacional de Tránsito).

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas estima que la tasa de crecimiento vehicular en el Ecuador está en el orden de 7 al 14%, para nuestro proyecto vamos a determinar el tráfico futuro con los promedios del índice de crecimiento por tipos.

Tabla 29. Datos para el cálculo del tráfico futuro.

TIPO DE VEHICULO	TPDA ACTUAL	UNIDAD
LIVIANOS	29	Vehículo/día
BUSES	0	Vehículo/día
CAMIONES	3	Vehículo/día
Índice de crecimiento anual (Livianos)	3.54	%
Índice de crecimiento anual (Buses)	1.81	%
Índice de crecimiento anual (Camiones)	2.61	%

Elaboró: Henry Buri.

- **Tráfico futuro para 20 años.**

*Periodo de diseño = 20 años*

$$TPDA\ FUTURO = TPDA\ actual \times (1 + i)^n$$

$$TPDA\ FUTURO = 40 \times (1 + 0.0354)^{20} + 0 \times (1 + 0.0181)^{20} + 3 \times (1 + 0.0261)^{20}$$

$$TPDA\ FUTURO = 85 \frac{vehiculos}{dia}$$

#### **7.4.4.2. Tráfico Atraído.**

Es el tráfico desviado y varía del 10% al 30% del TPDA actual, proviene de vías existentes que se encuentran cerca del lugar del proyecto con el objeto de reducir costos de operación.

$$Tráfico\ Atraído = TPDA\ actual \times 10\%$$

$$Tráfico\ Atraído = 40 \times 30\%$$

$$Tráfico\ Atraído = 12 \frac{vehiculos}{dia}$$

#### **7.4.4.3. Tráfico Generado.**

Es el número de viajes que generaría la vía por influencia, de ninguna manera es mayor al 20% del TPDA actual. Este tráfico es acarreado por el mejoramiento de la vía, el cual se unen al tráfico actual y se producen durante los primeros 2 o 3 años de la vida útil de la vía.

$$Tráfico\ Generado = TPDA\ actual \times 20\%$$

$$Tráfico\ Generado = 40 \times 20\%$$

$$Tráfico\ Generado = 8 \frac{vehiculos}{dia}$$

#### **7.4.4.4. Tráfico por Desarrollo.**

Se produce por la incorporación de nuevas áreas de producción, varía entre 5 al 7 del tráfico de los vehículos. Básicamente en este sector que es netamente agrícola y ganadero se estima que tendrá un crecimiento económico y esto generará un incremento de vehículos en la vía.

$$Tráfico\ por\ Desarrollo = (5 - 7) * (\# \text{ de Vehículos que actualmente salen cargados})$$

Entonces:

Actualmente salen vehículos cargados = 12 Vehículos

Adoptamos el 5% del incremento que podría generarse.

$$\text{Tráfico por Desarrollo} = 3 \times 7$$

$$\text{Tráfico por Desarrollo} = 21$$

$$\text{Tráfico por Desarrollo} = 21 \frac{\text{vehiculos}}{\text{dia}}$$

#### 7.4.4.5. TPDA del Proyecto.

$$\text{TPDA Proyecto} = \text{TPDA futuro} + \text{Tráfico Atraído} + \text{Tráfico Generado} + \text{Tráfico por Desarrollo}$$

$$\text{TPDA Proyecto} = 85 + 12 + 8 + 21$$

$$\text{TPDA Proyecto} = 126 \frac{\text{vehiculos}}{\text{dia}}$$

#### 7.4.5. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA.

Con los resultados obtenidos del cálculo del tráfico diario y determinado los parámetros para el cálculo del TPDA del proyecto, éste pertenece a un TPDA actual = 56 (Vehículo/día) y TPDA proyecto = 126 (Vehículo/día), que corresponde a una vía de cuarto Orden – Vecinal (IV) propiamente a las normas establecidas por el MTOP.

Tabla 30. Clasificación de la vía.

CLASIFICACIÓN DE TRAFICO HASTA 20AÑOS		
TIPO DE CARRETERA	ORDEN	CARRETERAS TPDA
Autopista	RI-RII	Mayores de 8000 vehículos
Vías Colectivas	I	De 3000 a 8000 vehículos
	II	De 1000 a 3000 vehículos
	III	De 300 a 1000 vehículos
Caminos Vecinales	IV	De 100 a 300 vehículos
	V	menores a 100 vehículos

Fuente: Instituto Nacional de Vías (INV).

#### 7.4.6. VELOCIDAD DE DISEÑO.

La velocidad de diseño debe seleccionarse para el tramo de carreteras más desfavorables, todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado. Siempre que sea posible se aconseja usar valores de diseños mayores a los mínimos establecidos. Se deberá tomar en cuenta para escoger la velocidad de diseño lo siguiente:

- 1) Tipo de terreno.
- 2) Orden de vía.
- 3) Volumen de tráfico.

Los caminos vecinales en cambio, se diseñan para bajas velocidades, debido a que soportan poco tránsito y por lo tanto, no se justifica la adopción de velocidades de diseño mayores que impliquen un considerable incremento de los volúmenes de empedrado y tierra, encareciendo la construcción de los mismos.

Tabla 31. Velocidades de Diseño.

VELOCIDADES DE DISEÑO ADOPTADAS POR EL MTOP EN K.P.H						
TIPO	RECOMENDABLE			ABSOLUTAS		
	LL	O	M	LL	O	M
R1 o R2 TPDA >8000	120	110	90	110	90	80
I 3000 - 8000 TPDA	110	100	80	100	80	60
II 1000 - 3000 TPDA	100	90	70	90	80	50
III 300 - 1000 TPDA	90	80	60	80	60	40
IV 100 - 300 TPDA	80	60	<b>50</b>	60	35	25
V < 100 TPDA	60	50	40	50	35	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

La velocidad de diseño para nuestro diseño actual es de **50 K.P.H**

#### 7.4.7. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.

La velocidad de circulación según la AASHTO (American Association of State Highways Officials) se la puede determinar mediante las siguientes expresiones, dependiendo del tráfico existente en el proyecto:

Para volúmenes de tráfico bajos (TPDA < 100) se usará la siguiente ecuación:

$$V_c = 0.8 V_d + 6.5$$

En donde:

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

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

En el proyecto:

T.P.D.A. = 102 Vehículos / día

$$V_c = 0.8 V_d + 6.5$$

$$V_c = 0.8 (50) + 6.5$$

$$V_c = 46.5 \text{ k. P. H.}$$

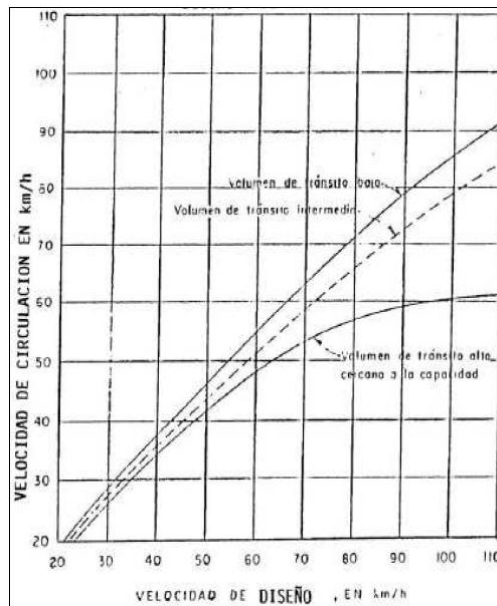
Donde la velocidad de circulación actual equivale a 46.5 K.P.H

#### **7.4.8. RELACIÓN ENTRE LA VELOCIDAD DE DISEÑO CON LA VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.**

La relación general entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño se ilustra a continuación. En dicho grafico se visualiza que conforme el volumen de tránsito aumenta, la velocidad de circulación disminuye debido a la interferencia que se produce entre los vehículos. Si el volumen de tránsito excede el nivel intermedio, la velocidad de circulación disminuye aún más y en el caso extremo, cuando el volumen es igual a la capacidad del camino, la velocidad de los vehículos está determinada más por el grado de saturación del tránsito que por la velocidad de diseño.

La relación entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño para volúmenes de tránsito altos no se utiliza para fines de diseño, siendo su carácter solamente ilustrativo. Todo camino debe diseñarse para que circulen por él volúmenes de tránsito que no estén sujetos al grado de saturación que representa la curva inferior, de volumen de tránsito alto.

Figura 3. Relación entre las velocidades de diseño y de circulación.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

Tabla 32. Relación entre las velocidades de diseño y circulación.

VELOCIDAD DE DISEÑO EN K.P.H	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN		
	VOLUMEN DE TRÁNSITO BAJO	VOLUMEN DE TRÁNSITO INTERMEDIO	VOLUMEN DE TRÁNSITO ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

#### 7.4.9. SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO.

Es un corte transversal del plano horizontal, define elementos del camino y su disposición con relación al terreno, además se encuentran los parterres, bordillos y aceras que constan en los planos y regulan la construcción de una carretera.

Y acorde con los requerimientos del proyecto y con las Normas que tiene vigente el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, aplicadas a las necesidades del Proyecto, se ha establecido

únicamente una Sección Típica que va a lo largo del tramo desde el inicio del proyecto hasta la abscisa 0+683.66 Km que corresponde al final del proyecto la cual se indicará a continuación.

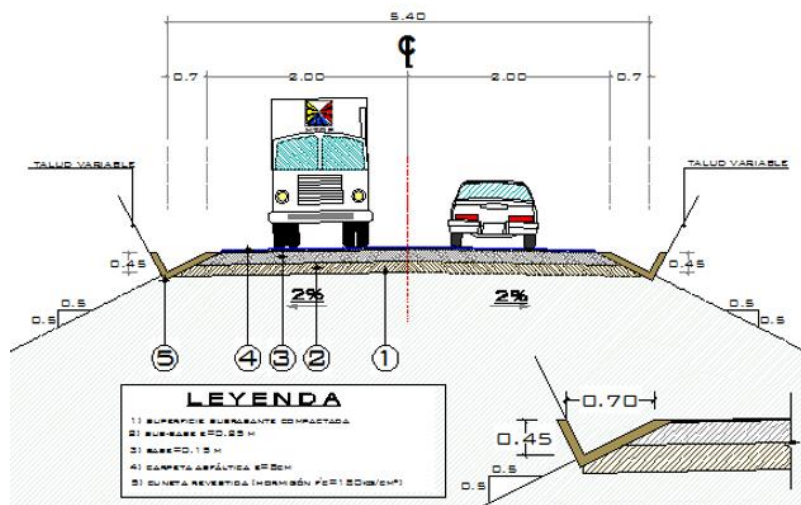
Tabla 33. Anchos de Calzada.

CLASE DE CARRETERA					ANCHO DE LA CALZADA EN (M)	
					RECOMENDABLE	ABSOLUTA
R-I	R-II	>	8000	TPDA	7.30	7.30
I	3000	a	8000	TPDA	7.30	7.30
II	1000	a	3000	TPDA	7.30	6.50
III	300	a	1000	TPDA	6.70	6.00
<b>IV</b>	<b>100</b>	<b>a</b>	<b>300</b>	<b>TPDA</b>	<b>6.00</b>	<b>6.00</b>
V	Menos de		100	TPDA	4.00	4.00

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

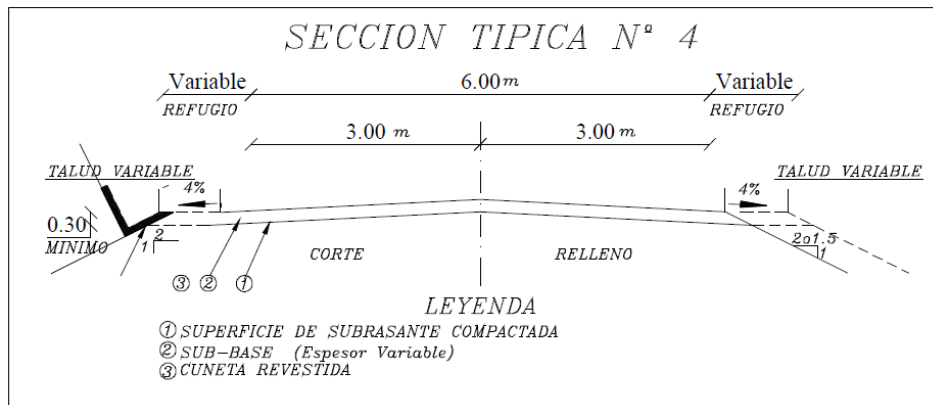
- **Sección Transversal.-** Comprende el ancho de la vía, bordillos y aceras.
- **Obra Básica.-** Comprende la sección transversal el talud de corte y relleno.
- **Calzada.-** Es el sector de la sección transversal del camino destinada a la circulación de los diferentes vehículos que ocupen la vía.
- **Eje del Camino.-** Es la línea media construida en la calzada.
- **Línea de Rasante.-** Es el nivel en donde debe quedar el eje de la vía una vez terminada la construcción incluido el pavimento de la calzada.

Figura 4. Sección típica para una vía de IV orden.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003

Figura 5. Sección típica.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

## 7.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.

La propuesta consiste en el Diseño Geométrico de la vía, alineamiento horizontal y alineamiento vertical y sus respectivos planos, además del Estudio de Suelos, Diseño del Pavimento, Estudio Hidráulico, Diseño de Cunetas, Señalización de Tránsito y sus respectivos planos, Análisis de Precios Unitario, Presupuesto Total y finalmente el Cronograma valorado de la obra

### 7.5.1. DISEÑO HORIZONTAL.

Los elementos que integran esta proyección son las tangentes y las curvas, sean estas circulares o de transición.

La proyección del eje en un tramo recto, define la tangente y el enlace de dos tangentes consecutivas de rumbos diferentes se efectúa por medio de una curva.

El establecimiento del alineamiento horizontal depende de: la topografía y características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales.



### **7.5.1.1. Factores que intervienen en el diseño horizontal de la vía.**

Las características y limitaciones de los vehículos y de los conductores, deben regir el diseño horizontal de la vía, misma que debe ser eficiente en el día y la noche, en tiempo bueno y tiempo malo, y satisfacer el tráfico actual y futuro.

Los factores que intervienen en el diseño de una vía son:

- 1.- Factor humano.
- 2.- Factor vehicular.
- 3.- Factor vial.

- **Factor Humano:**

Limitaciones físicas: eficiencia, visión, cálculo, percepción, reacción y fatiga. Características del conductor: después que los ojos de una persona registran un obstáculo, hay un tiempo hasta que se produce la reacción muscular adecuada, el mismo que se denomina tiempo de reacción, este valor varía según la persona y su estado físico. A este se suma el tiempo de percepción, el tiempo resultante oscila de 2 a 3 seg.

- **Factor Vehicular.**

- **Limitaciones de diseño.-** Los vehículos dependiendo del trabajo en el que se requiera, presentan sus propias características de diseño, que son: largo, ancho, alto, peso y potencia.
- **Limitaciones de operación.-** Las dimensiones propias de cada vehículo, influye en las dificultades de maniobra, tales como: visibilidad, velocidad, radio de giro y funcionamiento.

- **Factor Vial.**

- Velocidad de diseño.
- Radio de curvatura.
- Distancias de Visibilidad.
- Gradientes
- Sobreechornos.

- Espaldones.
- Drenajes
- Señalamientos.

#### **7.5.1.2. Diseño en planta.**

El diseño en planta de una carretera está compuesto fundamentalmente de rectas y curvas, en las rectas es posible lograr un movimiento uniforme del vehículo, buena visibilidad para el conductor, seguridad y un menor consumo de combustible; las rectas presentan problemas para la circulación vehicular cuando son excesivamente largas, la monotonía produce cansancio constituyéndose en un peligro, pudiendo influir en los valores de los tiempos de reacción y percepción.

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

##### **7.5.1.2.1. Definición de los elementos que forman parte de la geometría de la vía.**

- **Eje del camino:** Es la línea media contenida en la calzada.
- **Calzada:** Es el sector de la sección transversal del camino destinado a la circulación de los vehículos.
- **Espaldón:** Es el sector de la sección transversal que limita con la calzada y el inicio de cunetas.
- **Cuneta:** Es el sector de la sección transversal dispuesto para recoger y conducir el agua proveniente de la precipitaciones.
- **Obra Básica:** Se designa con este nombre al cuerpo del camino que incluye a más de la sección transversal, el ancho de los taludes.

### **7.5.1.3. Alineamiento horizontal.**

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

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad directriz. La velocidad directriz, a su vez, controla la distancia de visibilidad.

Los elementos que integran esta proyección son:

- Tangentes
- Curvas

La proyección del eje en un tramo recto, define la tangente y el enlace de dos tangentes consecutivas de rumbos diferentes se efectúa por medio de una curva.

El establecimiento del alineamiento horizontal depende de:

- La topografía
- Características hidrológicas del terreno
- Condiciones del drenaje
- Características técnicas de las subrasante
- Potencial de los materiales locales.

### **7.5.1.4. Curvas horizontales.**

El alineamiento horizontal está constituido por una serie de líneas rectas, definidas por la línea preliminar, enlazados por curvas circulares o curvas de grado de curvatura variable de modo que permitan una transición suave y segura al pasar de tramos rectos a tramos curvos o viceversa. Los tramos rectos que permanecen luego de emplear las curvas de enlace se denominan también tramos en tangente y pueden llegar a ser nulos, es decir, que una curva de enlace quede completamente unida a la siguiente.

Al cambiar la dirección de un alineamiento horizontal se hace necesario, colocar curvas, con lo cual se modifica el rumbo de la vía y se acerca o se aleja este del rumbo general que se requiere para unir el punto inicial con el final.

Este cambio de dirección es necesario realizarse por factores diferentes:

Topográfico: Con el fin de acomodar el alineamiento a la topografía y evitar cortes o rellenos excesivos, minimizando costos y evitando inestabilidades en los cortes o en los rellenos.

Construcciones existentes y futuras: Para lograr salvar inmuebles existentes que tienen los terrenos por donde pasa la vía.

Hidráulico: Permitiendo cruzar una corriente de agua mediante una estructura de modo que quede construida en un buen sitio.

#### **7.5.1.5. Tangente intermedia mínima en curvas circulares.**

Forman la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI. La tangente intermedia mínima entre 2 curvas circulares consecutivas, se determinan de la siguiente manera:

$$T_{min} = \frac{2}{3}(L_a + L_p) + 2X$$

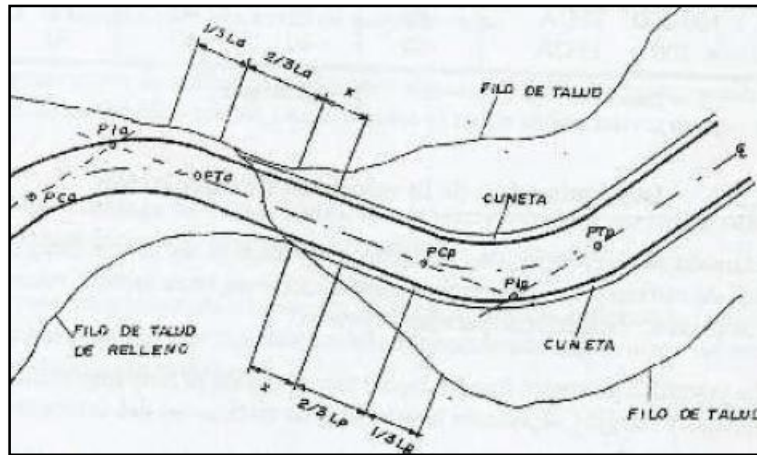
*Donde:*

*L<sub>a</sub> = longitud de desarrollo del peralte (curva interior)*

*L<sub>p</sub> = Longitud de desarrollo del peralte (curva posterior)*

*X = distancia de seguridad en tangente para realizar el giro de su posición inclinada por el bombeo a la posición horizontal.*

Figura 6. Tangente intermedia mínima entre dos curvas.



Fuente: Proyecto, contratación y Mantenimiento de caminos, Pio Cuevas Moreno.

### 7.5.1.6. Tangente intermedia mínima en curvas espirales.

El MTOP recomienda en este caso, una tangente intermedia mínima dada por:

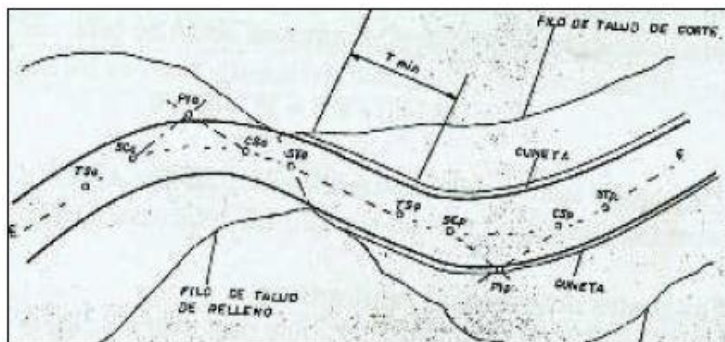
$$T_{min} = \frac{L_{Ta} + L_{Tp}}{2} \times 10$$

Donde:

$L_{Ta}$  = longitud de desarrollo del peralte (curva interior)

$L_{Tp}$  = longitud de desarrollo del peralte (curva posterior)

Figura 7. Tangente intermedia mínima en curvas espirales.



Fuente: Proyecto, contratación y Mantenimiento de caminos, Pio Cuevas Moreno.

#### **7.5.1.7. Tangente intermedia mínima en caminos vecinales.**

Cuando existe en la topografía condiciones críticas en el diseño geométrico, para unir las curvas horizontales, es decir el tramo entre el PT de la una curva con el PC de la siguiente curva.

El tramo recto entre dos curvas horizontales consecutivas habrá de ser por lo menos 70 m. para caminos tipo 4, 5 y 6 será de 90 m. En terreno montañoso este tramo recto deberá ser por lo menos 40 m. para todas las clases de caminos.

La longitud de esta tangente es de 2 a 3 veces la longitud del vehículo tipo en nuestro caso es de 20 m.

#### **7.5.1.8. Tangente máxima.**

Para evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramiento, excesos de velocidad, etc., es deseable limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas, siendo la forma determinar la tangente máxima de la siguiente manera.

$$L_{max} = 20 \times Vd$$

$$L_{max} = 20 \times 50$$

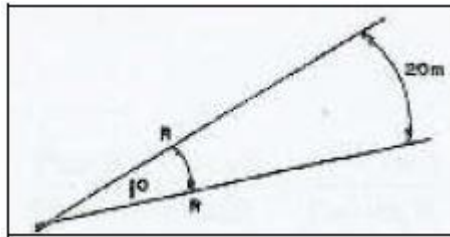
$$L_{max} = 1000 \text{ m}$$

$$L_{max} = \text{Tangente máxima}$$

#### **7.5.1.9. Grado y Radio de Curvatura**

Para determinar el radio de curva en metros, correspondiente a un ángulo central de 1° que abarca una longitud de arco de 20m es necesario plantear una proporción que relacione, la longitud parcial del arco con la longitud total de la circunferencia, así como el grado de curva del arco de curva con respecto a la longitud de la circunferencia:

Figura 8. Grado de curvatura



Fuente: Proyecto, contratación y Mantenimiento de caminos, Pio Cuevas Moreno

$$Gc = \frac{20 \times 360}{2\pi R} = \frac{1145.92}{R}$$

Igualando ambas expresiones para el radio tenemos:

$$\frac{V^2}{127(e + f)} = \frac{1145.92}{Gc}$$

$$Gc = \frac{145532(e + f)}{V^2}$$

Radio de curvatura: es el radio de la curva circular y se identifica como “Rc” su fórmula en función del grado de la curvatura es:

$$Rc = \frac{1145.92}{Gc}$$

Tabla 34. Radio mínimo de curvatura en función del peralte y coeficiente de fricción.

VELOCIDAD DE DISEÑO	RADIO MINIMO CALCULADO					RADIO RECOMENDADO			
	f	e = 0.10	e = 0.08	e = 0.06	e = 0.04	e = 0.10	e = 0.08	e = 0.06	e = 0.04
20	0.350		7.32	7.65	8.08		16	20	20
25	0.316		12.48	13.12	15.86		20	25	25
30	0.284		10.47	20.5	21.87		25	30	30
35	0.255		26.29	30.62	32.2		30	35	36
40	0.221		41.85	44.83	48.27		42	45	60
45	0.200		55.75	59.94	64.82		58	60	86
50	0.190		<b>72.01</b>	<b>78.74</b>	<b>86.68</b>		<b>75</b>	<b>80</b>	<b>90</b>
60	0.165	106.97	115.7	126.95	138.28	110	120	130	140
70	0.160	164.95	157.75	183.73	205.07	180	170	186	205
80	0.140	200.97	229.08	251.92	298.97	210	230	256	260
90	0.134	272.58	298.04	326.76	380.55	275	300	330	370
100	0.130	342.35	374.95	414.42	463.16	360	375	415	465

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003

- **Para el proyecto:**

*Datos:*

$$e = 8\% \text{ peralte}$$

$$f = 0.190 \text{ coeficiente de fricción}$$

$$Vd = 50 \text{ KPH}$$

*Cálculos:*

$$Gc = \frac{145532 (e + f)}{V^2}$$

$$Gc = \frac{145532 (0.08 + 0.190)}{50^2}$$

$$Gc = 15.72^\circ \text{ grado de curvatura}$$

Entonces:

$$Rc = \frac{1145.92}{Gc}$$

$$Rc = \frac{1145.92}{15.72^\circ}$$

$$Rc = 72.89 \approx 73 \text{ metros radio de curvatura}$$

#### **7.5.1.10. Radio mínimo de curvatura horizontal.**

El radio mínimo de las curvas horizontales es un valor límite para una velocidad de diseño dada y se lo determina al máximo peralte admisible y coeficiente de rozamiento transversal. El radio mínimo de la curva circular se debe fijar para asegurar que exista suficiente visibilidad y evitar el deslizamiento transversal.

El radio mínimo en condiciones de seguridad puede obtenerse con la siguiente fórmula:



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

Donde:

$R$  = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

$V$  = Velocidad de diseño, Km/h.

$f$  = Coeficiente de fricción lateral.

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

Estos valores de  $f$  varían en un rango de 0,15 a 0,40, De acuerdo con las experiencias de la: AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Oficiales), el valor de  $f$  correspondiente al peralte viene dado por:

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

Siendo inversa la relación entre el radio y el peralte, es obvio que el valor del radio mínimo corresponde al máximo valor del peralte.

El MTOP presenta un cuadro para determinar el radio mínimo de curvatura de acuerdo a la clase de camino que se tenga.

Tabla 35. Radio mínimo de curvatura horizontal.

NORMAS	CLASE III 300 - 1000 TPDA						CLASE IV 100 - 300 TPDA						CLASE V MENOR DE 100 TPDA					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
<b>VELOCIDAD DE DISEÑO</b>	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25	60	50	40	50	35	25
<b>RADIO MINIMO DE CURVATURA HORIZONTAL</b>	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	10	75	42	75	30	20

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

Los radios mínimos se deben utilizar cuando las condiciones de diseño son críticas: Cuando la topografía del terreno es montañosa, en las aproximaciones a los cauces de accidentes orográficos e hidrográficos, en intersecciones comunes entre sí y en vías urbanas.

- **Para nuestro proyecto:**

- *Coefficiente de fricción:*

$$f = 0.19 - 0.000626 \times Vd$$

$$f = 0.19 - 0.000626 \times 50$$

$$f = 0.160$$

- *Radio mínimo de curvatura.*

*Datos:*

$$V = 40 \text{ KPH}$$

$$e \text{ max} = 8\% \text{ tipo IV}$$

$$f = 0.160$$

*Entonces:*

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

$$R = \frac{50^2}{127 (0.08 + 0.160)}$$

$$R = 72 \text{ m Radio mínimo de curvatura}$$

- *Para el proyecto se utilizara un radio mínimo de 75 metros de acuerdo a la tabla 35.*

#### **7.5.1.12. Peralte de curvas.**

Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga "F". Esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (P) del vehículo, debido al peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada. Cuando el vehículo ingresa a una curva está sujeto a la acción de la fuerza centrífuga que tiende a voltearlo o sacarlo de su vía de circulación. Se conoce la fuerza centrífuga crece con el cuadrado de la velocidad y es inversa al valor del radio de la curvatura.

$$F = \frac{m \times v^2}{R} = \frac{P \times V^2}{g \times R}$$

*Donde:*

*F = fuerza centrífuga*

*g = aceleración de la gravedad (m/seg<sup>2</sup>)*

*R = Radio de curvatura (m)*

*P = peso del vehículo (Kg)*

*V = velocidad de diseño (m/seg)*

Si el camino se mantiene transversalmente horizontal, la fuerza centrífuga F, sería absorbida exclusivamente por el peso del vehículo y el rozamiento por rotación. Esto conduce a la conclusión de que es necesario introducir el peralte de la curva, para lo cual se da al camino una inclinación transversal, de tal manera que sea ésta inclinación la que absorba parte del valor de la fuerza centrífuga.

Si se introduce el peralte en la curva, dándole una sobre elevación H al borde exterior, aparecerán fuerzas que fijarán el vehículo a la calzada.

Donde la fórmula para el cálculo del peralte después de hacer varios análisis es la siguiente:

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

*Donde:*

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

*V = Velocidad de diseño, Km/h.*

*R = Radio de la curva, m.*

*f = Máximo coeficiente de fricción lateral.*

**- Entonces nuestro peralte de diseño es:**

Datos:

**V = 50 KPH**

**R = 72 radio mínimo de curvatura**

**f = 0.190 coeficiente de fricción**

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

$$e = \frac{50^2}{127 \times 72} - 0.190$$

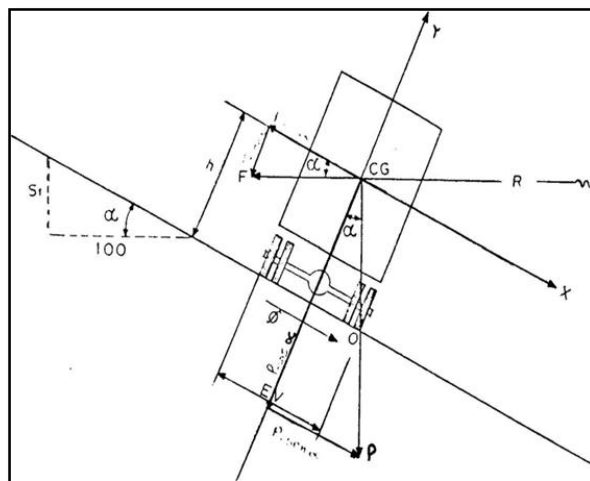
$$e = 0.083 \approx 0.08 \text{ el peralte de diseño que se optara sera del } 8\%$$

La inestabilidad debida a la fuerza centrífuga puede manifestarse de dos maneras: por deslizamientos o por volcamiento.

Además es la pendiente adicional que se coloca en la sección transversal de la vía, en tramos de curvas horizontales, cuya función es de proporcionar estabilidad al vehículo sin que se produzca volcamiento, ya que es afectado por la acción de la fuerza centrífuga; esto se logra sobre elevando el carril exterior de la calzada y por efecto del peso propio del vehículo permanece estable, gracias al coeficiente de fricción transversal.

Pero si es mayor el desplazamiento o el volcamiento, es necesario a peraltar la curva, dando al camino una inclinación transversal de tal manera que su inclinación la absorba parte de la fuerza centrífuga y no confiar exclusivamente al factor rozamiento porque se conduce a valores de radios de curvatura muy grandes.

Figura 9. Estabilidad del vehículo en las vías.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

Tabla 36. Desarrollo del peralte en función de la velocidad.

VELOCIDAD DE DISEÑO KPH	GRADIENTE LONG. NECESARIA PARA EL DESARROLLO DEL PERALTE (%)	RECOMENDACIÓN DEL AUTOR MÁXIMO VALOR
30	-----	0,80
40	70	0,80
50	70	0.8
60	60	0,70
70	55	0,70
80	50	0,60
90	47	0,60
100	43	0,50
110	40	0,50

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

El MTOP, recomienda para el cálculo de la longitud de la curva de transición la siguiente ecuación:

$$L_e = 0.036 \times \frac{V^3}{R}$$

Donde:

***L<sub>e</sub>*** = Longitud de transición.

***V*** = Velocidad en KPH.

***R*** = Radio de Curvatura.

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

Cuando e máx. = 8% (peralté máximo)

$$L_e = 0.036 \times \frac{V^3}{R}$$

$$L_e = 0.036 \times \frac{50^3}{72}$$

$$L_e = 62.5 \text{ m} \approx 63 \text{ metros longitud de transición}$$

### **7.5.1.13. Desarrollo del Peralte.**

#### **7.5.1.13.1. Magnitud del peralte.**

El uso del peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre el camino en curvas horizontales, sin embargo el valor del peralte no debe sobrepasar el máximo del 10% ya que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja velocidad.

Debido a estas limitaciones de orden práctico, no es posible compensar totalmente con el peralte la acción de la fuerza centrífuga en las curvas pronunciadas, siendo necesario recurrir a la fricción, para que sumado al efecto del peralte, impida el deslizamiento lateral del vehículo, lo cual se lo contrarresta al aumentar el rozamiento lateral.

En base a investigaciones realizadas, se ha adoptado el criterio de contrarrestar con el peralte aproximadamente el 55% de la fuerza centrífuga; el restante 45% lo absorbe la fricción lateral.

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

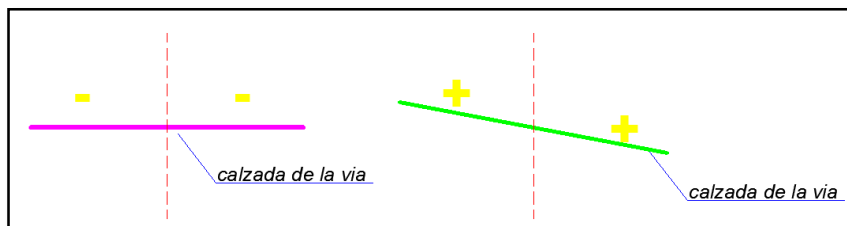
Para utilizar los valores máximos del peralte deben tenerse en cuanto los siguientes criterios a fin de evitar:

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

### 7.5.1.13.2. Convención del peralte.

El peralte positivo corresponde cuando se levanta el borde con respecto al eje y negativo al que lo baja. Es importante tener en cuenta que en una curva el peralte eleva el borde externo y descende el eje interno. El borde externo es el opuesto al centro de la curva mientras que el borde interno está ubicado hacia el centro de la curva.

Figura 10. Convención del peralte.

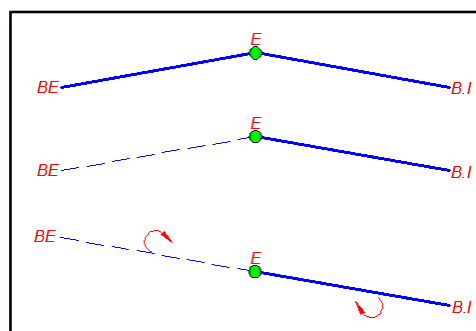


Elaboró: Henry Buri.

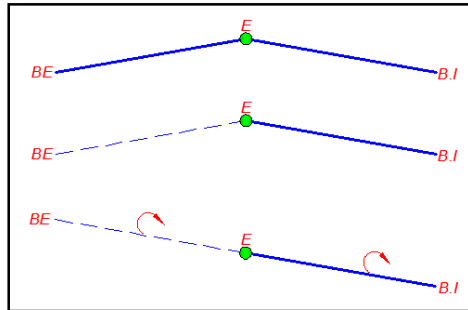
### 7.5.1.13.3. Desarrollo del peralte.

Cuando se presenta en el alineamiento horizontal una curva es necesario modificar la inclinación transversal desde el bombeo hasta el peralte hasta el bombeo nuevamente. Esta modificación en la inclinación transversal, que se debe realizar a lo largo de una longitud apropiada, se denomina transición del peralte y se puede desarrollar de tres maneras:

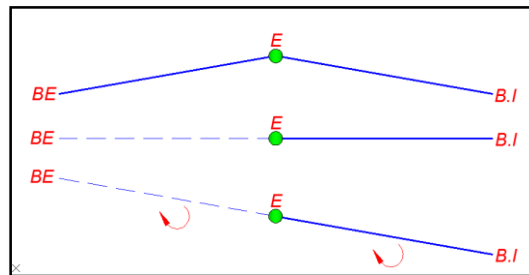
**1.- Girando el pavimento de la calzada alrededor de su línea central o eje:** Es el más empleado ya que permite un desarrollo más armónico, provoca menor distorsión de los bordes de la corona y no altera el diseño de la rasante



**2. Girando el pavimento alrededor de su borde interior:** Se emplea para mejorar la visibilidad de la curva o para evitar dificultades en el drenaje superficial de la carretera, en secciones en corte. Origina cambios en la rasante de la vía.



**3. Girando el pavimento alrededor de su borde exterior:** Se usa cuando se quiere destacar la apariencia del trazado. Es el menos utilizado y el que genera mayores cambios en la rasante.



Las normas del MTOP dan los siguientes valores.

Tabla 37. Desarrollo del peralte en función de la velocidad.

VELOCIDAD DE DISEÑO KPH	RECOMENDACIÓN DEL AUTOR MÁXIMO VALOR
30	0,80
40	0,80
50	0,8
60	0,70
70	0,70
80	0,60
90	0,60
100	0,50
110	0,50

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.



#### 7.5.1.14. Longitud de transición.

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

- La diferencia entre las pendientes longitudinales de los bordes y el eje de la calzada, no debe ser mayor a los valores máximos indicados en tabla 34.
- La longitud de transición según el primer criterio debe ser mayor a la distancia necesaria de un vehículo que transita a una velocidad de diseño determinada durante 2 segundos es decir:

$$Le = 0.56 \times Vd \text{ (KPH)}$$

$$Le = 0.56 \times 50 \text{ KPH}$$

$$Le = 23 \text{ m}$$

Este valor es considerado como mínimo absoluto que puede utilizarse solamente para caminos con relieve montañoso difícil, especialmente en las zonas de estribaciones y cruce de la cordillera de los Andes.

La longitud de transición para caminos de 4 y 6 carriles se incrementa en 1,5 y 2,5 veces con respecto a la longitud para caminos de 2 carriles.

El método que se adopte depende en gran parte de la topografía del terreno y de las facilidades de drenaje. En función de estas consideraciones, el cálculo efectivo para la longitud total del desarrollo del peralte se lo realiza de la siguiente manera:

- a. Se determina si la transición del peralte la hacemos a lo largo de una curva de enlace. Si es así, se calcula la longitud de esta curva., Y

$$L_{\text{máx}} = (24 \times R)^{0.5}$$

$$L_{\text{máx}} = (24 \times 72)^{0.5}$$

$$L_{\text{máx}} = 41.56 \text{ m} \approx 42 \text{ m}$$

- b. Se calcula el valor de la sobrelevación que produce el peralte “e”

$$h = e \times b$$

Donde:

*h* = sobrelevación, m

*e* = peralte, %

*a* = ancho de la calzada en, m

\* es para caso de giro alrededor del eje

$$h = e \times a$$

$$h = 0.08 \times 9.00m$$

$$h = 0.72m$$

- c. Se calcula la longitud “L” de desarrollo del peralte en función de la gradiente de borde “i”, cuyo valor se obtiene en función de la velocidad de diseño y se representa en la siguiente tabla:

Tabla 38. Gradiente longitudinal (i), necesaria para el desarrollo del peralte.

VELOCIDAD DE DISEÑO KPH	VALOR DE (i), %	MAXIMA PENDIENTE EQUIVALENTE
20	0.800	1:125
25	0.775	1:129
30	0.750	1:133
35	0.725	1:138
40	0.700	1:143
<b>50</b>	<b>0.650</b>	<b>1:154</b>
60	0.600	1:167
70	0.550	1:182
80	0.500	1:200
90	0.470	1:213
100	0.430	1:233
110	0.400	1:250
120	0.370	1:270

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

La fórmula para calcular la longitud de desarrollo es:

$$L = \frac{e \times a}{2 \times i}$$

Donde:

$i$  = gradiente de longitudinal

$e$  = peralte

$a$  = ancho de la calzada

- **Cálculos tipo:**

Datos:

$$i = 0.007$$

$$e = 0.08$$

$$a = 6 \text{ m}$$

$$L = \frac{e \times a}{2 \times i}$$

$$L = \frac{0.08 \times 6}{2 \times 0.007}$$

$$L = 34.28 \text{ m} \approx 34 \text{ m}$$

#### 7.5.1.15. Longitud tangencial.

Es la longitud necesaria para empezar a inclinar transversalmente la calzada en la tangente a partir de un punto anterior al TE de la curva espiral que se va a peraltar o, en el caso de la curva circular de un punto anterior al inicio de la transición de tal manera que la faja exterior de la calzada pase de su posición inclinada por el bombeo a la posición horizontal en el punto de inicio de la transición.

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

$$X = \frac{p \times a}{2 \times i}$$

Donde:

$i$  = gradiente de longitudinal

$p$  = pendiente transversal del camino, generalmente del 2%

$a$  = ancho de la calzada

- **Cálculos tipo:**

Datos:

$$i = 0.007$$

$$p = 0.02$$

$$a = 6 \text{ m}$$

$$X = \frac{p \times a}{2 \times i}$$

$$X = \frac{0.02 \times 6}{2 \times 0.007}$$

$$X = 8.00 \text{ m}$$

### 7.5.1.16. Longitud total de transición.

Finalmente se estable la longitud total de transición.

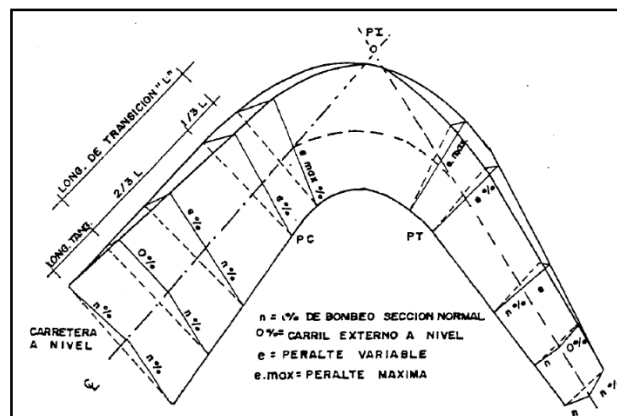
$$L_T = L + X$$

$$L_T = 34 + 8$$

$$L_T = 42 \text{ metros longitud total de transición}$$

El desarrollo del peralte, para el caso que se usen espirales se los hace dentro de la longitud de la espiral, a lo largo de toda su magnitud, repartiendo el sobreancho mitad hacia el lado externo y mitad hacia el interno. Cuando el desarrollo del peralte se lo hace sin la curva de enlace, la longitud de transición se ubica 2/3 en la alineación recta y el 1/3 dentro de la curva circular. Para casos difíciles (sin espirales), el peralte puede desarrollarse la mitad (0.5 L) en la recta y la mitad en curva circular.

Figura 11. Transición del peralte en perspectiva.

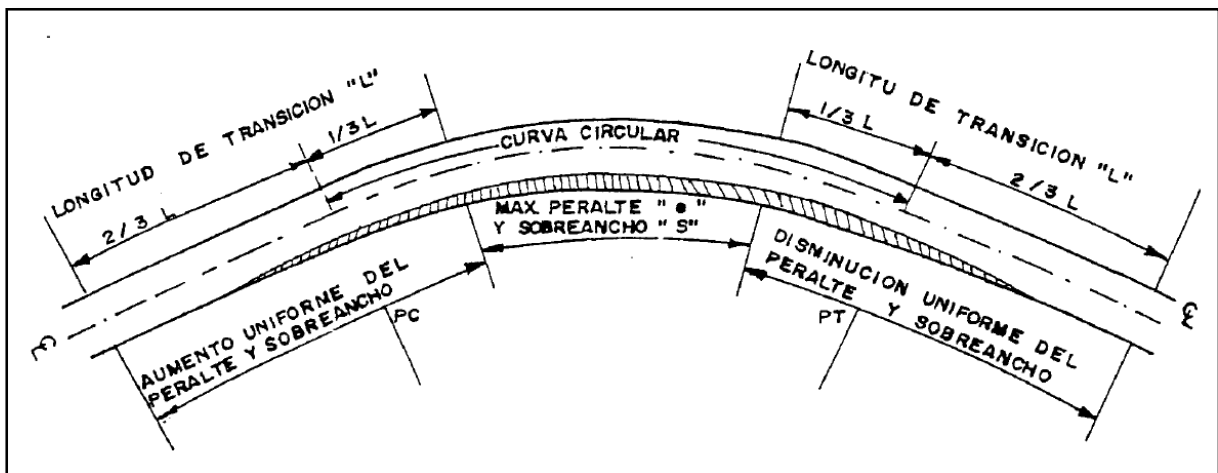


Fuente: Proyecto, contratación y Mantenimiento de caminos, Pio Cuevas Moreno.

### 7.5.1.17. Desarrollo del peralte en curvas

En las curvas circulares, la transición del peralte se desarrolla una parte en tangente y otra parte en la curva. Por lo general  $2/3$ , dentro de la tangente y  $1/3$  dentro de la curva, lo cual constituye un diseño más seguro. El desarrollo del peralte, para el caso que se usen espirales se los hace dentro de la longitud de la espiral, a lo largo de toda su magnitud.

Figura 12. Transición del peralte y sobre ancho de una curva circular en planta.



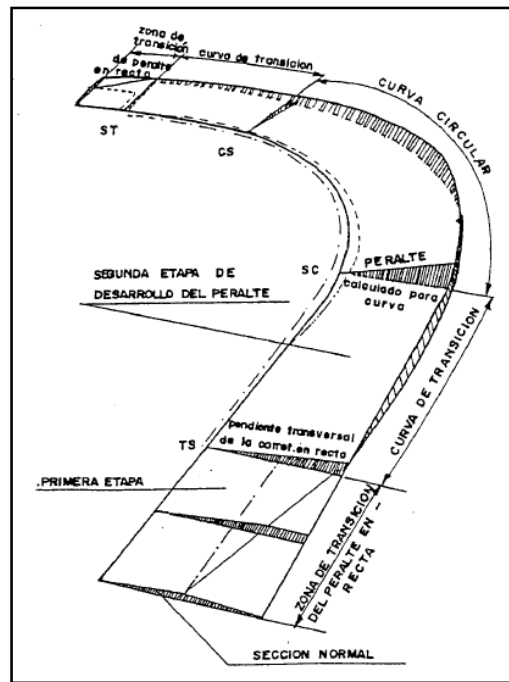
Fuente: Proyecto, contratación y Mantenimiento de caminos, Pio Cuevas Moreno.

### 7.5.1.18. Desarrollo del peralte en curvas espirales.

El desarrollo de transición tiene dos etapas:

- En la primera hasta el TS o ST se produce el giro del plano de la sección transversal (calzada) hasta que el borde externo (carril) exterior quede a nivel de la horizontal y la otra mitad de la calzada con la pendiente transversal normal; 2%.
- En la segunda etapa, el carril exterior a nivel con la horizontal empieza a levantarse gradualmente hasta alcanzar la sobre elevación máxima de la curva de transición en los puntos SC o CS, dada por  $h$  y que es la misma para los 2 lados a a partir del eje del camino, la longitud total sobre la que tiene lugar la transición del peralte en esta segunda etapa está dada por  $L$ .

Figura 13. Transición del peralte y sobreebanco de una curva espiral.



Fuente: Proyecto, contratación y Mantenimiento de caminos, Pio Cuevas Moreno.

Tabla 39. Longitud mínima de transición en función del peralte máximo "e" (valores recomendados).

Velocidad de diseño km/h	Pendiente de Borde %	Ancho de calzada (6,00 m (2 x 3,00 m))				Valor de la Longitud Tangencial			
		e				e			
		0,10	0,08	0,06	0,04	0,10	0,08	0,06	0,04
Bombeo = 4 %									
20	0,800		30	23	15		15	15	15
25	0,775		31	23	15		15	15	15
30	0,750		32	24	16		16	16	16
35	0,725		33	25	17		17	17	17
40	0,700		34	26	17		17	17	17
45	0,675		36	27	18		18	18	18
50	0,650		37	28	18		18	18	18
60	0,600	50	40	30	20	20	20	20	20
70	0,550	55	44	33	22	22	22	22	22
80	0,500	60	48	36	24	24	24	24	24
90	0,470	64	51	38	26	26	26	26	26
100	0,430	70	56	42	28	28	28	28	28
110	0,400	75	60	45	30	30	30	30	30
120	0,370	81	65	49	32	32	32	32	32

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

Tabla 40. Longitud mínima de transición en función de la velocidad de diseño.

Velocidad de diseño km/h	Pendiente de Borde %	Transición mínima absoluta m	Longitud Tangencial			
			Valor mínimo absoluto e			
			0,10	0,08	0,06	0,04
Bombeo = 2 %						
20	0,800	11		3	4	6
25	0,775	14		4	5	7
30	0,750	17		4	6	8
35	0,725	20		5	7	10
40	0,700	22		6	7	11
45	0,675	25		6	8	13
50	0,650	28		7	9	14
60	0,600	34	7	8	11	17
70	0,550	39	8	10	13	20
80	0,500	45	9	11	15	22
90	0,470	50	10	13	17	25
100	0,430	56	11	14	19	28
110	0,400	62	12	15	21	31
120	0,370	67	13	17	22	34

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

#### 7.5.1.19. Curva circular simple.

Es aquella que está formada por un solo arco de circunferencia la cual une dos alineamientos rectos llamados tangentes.

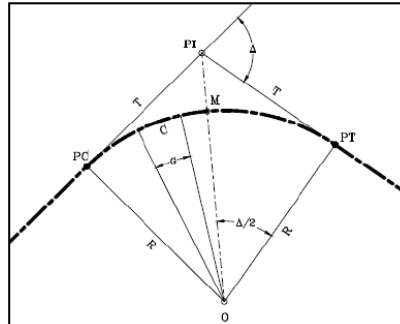
En una curva circular la curvatura es constante. Para definir una curva circular se parte de dos elementos conocidos, siendo uno de ellos el ángulo de deflexión, definido como aquel que se mide entre un alineamiento y la prolongación del alineamiento anterior, corresponde al ángulo central de la curva necesaria para entrelazar los dos alineamientos geométricos. Este ángulo es usualmente llamado delta “ $\Delta$ ” de la curva.

Cuando el ángulo de deflexión o delta se mide en el sentido de las agujas del reloj, a partir de la prolongación del alineamiento anterior se llamará derecho, mientras que si se mide en sentido anti horario será izquierdo.

El punto de tangencia entre el círculo y la recta, correspondiente al inicio de la curva, se denomina PC y el punto de tangencia donde termina la curva es el PT. Se llama tangente, T, al segmento PI-PC, que es igual al segmento PI - PT. Si se trazan las normales a la poligonal en el PC y en el PT se interceptarán en el punto O, centro de la curva. El ángulo PC.O.PT es igual

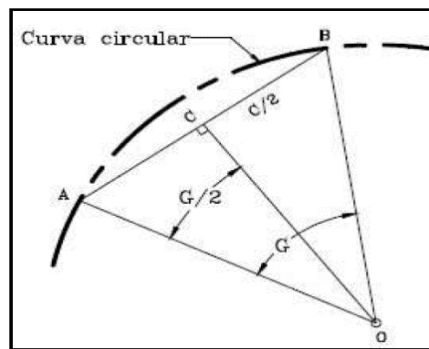
al ángulo de deflexión delta. De la figura se deduce que los ángulos PC.O.PI y PT.O.PI son iguales y equivalentes a  $\Delta/2$ .

Figura 14. Curva circular simple.



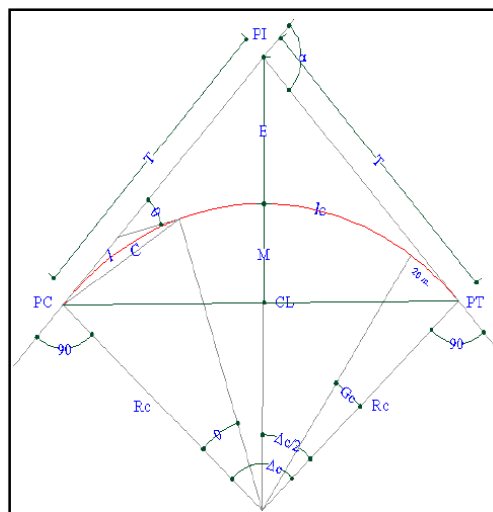
Fuente: Manual de Diseño de Carreteras MTOP 2003.

Figura 15. Curva circular simple 1.



Fuente: Manual de Diseño de Carreteras MTOP 2003.

Figura 16. Elementos de una curva circular simple.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.



<b>Nomenclatura de la curva circular simple</b>	
<b>PI</b>	<i>Punto de intersección de la prolongación de las tangentes</i>
<b>PC</b>	<i>Punto en donde empieza la curva simple</i>
<b>PT</b>	<i>Punto en donde termina la curva simple</i>
<b><math>\alpha</math></b>	<i>Ángulo de deflexión de las tangentes</i>
<b><math>\Delta c</math></b>	<i>Ángulo central de la curva circular</i>
<b><math>\theta</math></b>	<i>Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular</i>
<b>Gc</b>	<i>Grado de curvatura de la curva circular</i>
<b>Rc</b>	<i>Radio de la curva circular</i>
<b>T</b>	<i>Tangente de la curva circular o subtangente</i>
<b>E</b>	<i>External</i>
<b>M</b>	<i>Media Ordenada</i>
<b>C</b>	<i>Cuerda</i>
<b>Cl</b>	<i>Cuerda Larga</i>
<b>l</b>	<i>Longitud de un Arco</i>
<b>le</b>	<i>Longitud de la curva circular</i>

- **Fórmulas utilizadas para el cálculo de las curvas circulares.**

- Para hallar la tangente.

$$T = Rc \times \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right)$$

- Para hallar la External.

$$E = Rc \times \left(\sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1\right)$$

- Para hallar la flecha.

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

- Para hallar la cuerda.

$$C = 2 \times Rc \times \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

- Para hallar la longitud de la curva.

$$L = \pi \times Rc \times \left(\frac{\Delta}{180}\right)$$

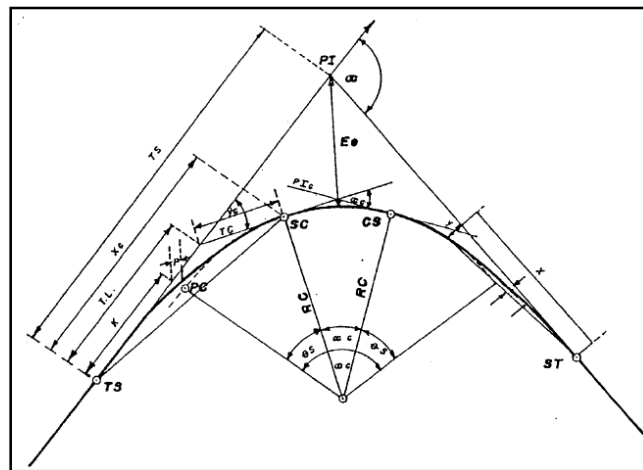
### 7.5.1.20. Curvas de Transición.

Son las curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el del sobre ancho. La característica principal es que a lo largo de la curva de transición, se efectúa de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito en la tangente hasta llegar al radio de la curva circular. Se puede adoptar curvas espirales cuando se considere necesario o para la construcción de una nueva vía sin incurrir en los costos de construcción.

Son ventajosas principalmente en ferrocarriles y carreteras de alta velocidad, por que mejoran la operación de los vehículos y la comodidad de los pasajeros, concretamente sus ventajas son las siguientes:

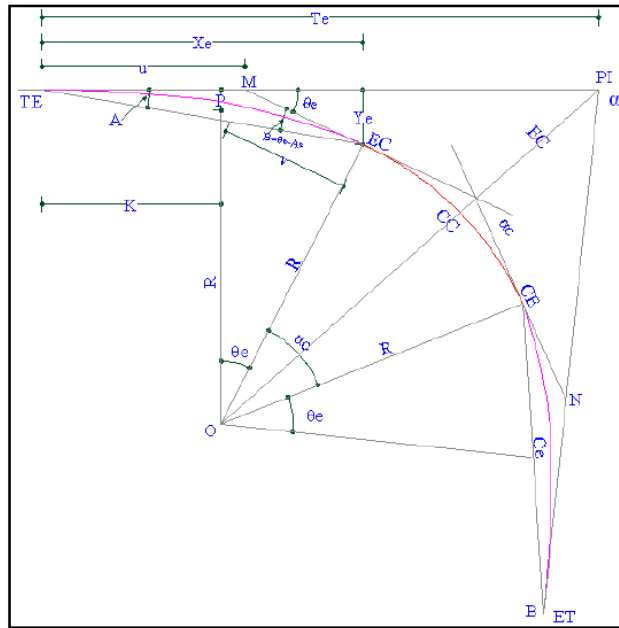
- Hace más cómoda la operación de los vehículos, al hacer que la fuerza centrífuga, varíe lentamente desde cero, hasta su valor máximo o viceversa.
- Permite desarrollar gradualmente el peralte de la curva con el fin de acomodarlo a la variación de la fuerza centrífuga.
- En las carreteras reduce la tendencia de los vehículos a desviarse de su carril, porque hacen que la vía se acomode mejor a la trayectoria natural de los vehículos con lo cual se mejora la seguridad del tránsito.

Figura 17. Curva de transición.



Fuente: Contratación y Mantenimiento de Caminos Pío Cuevas Moreno.

Figura 18. Elementos de una curva espiral de transición



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003

Nomenclatura de la curva espiral de transición	
<b>PI</b>	Punto de intersección de las alineaciones.
<b>TE</b>	Punto de cambio de tangentes a espiral.
<b>EC</b>	Punto de cambio del arco espiral a círculo.
<b>CE</b>	Punto de cambio del arco círculo a espiral.
<b>Le</b>	Longitud del arco espiral.
<b>LT</b>	Longitud total medida desde TE y ET
<b>L</b>	Longitud desde el TE en cualquier punto de la curva espiral
<b>qe</b>	Ángulo al centro de la espiral de longitud Le.
<b>A</b>	Parámetro de la clotoide, característico de la misma.
<b>Ae</b>	Ángulo de la desviación de la espiral en el TE, desde la Tangente principal a un punto de la curva.
<b>Be</b>	Ángulo de la desviación de la espiral en el EC, desde la Tangente principal a un punto de la curva.
<b>Re</b>	Radio en cualquier punto de la espiral.
<b>R</b>	Radio de la curvatura del arco circular.
<b>a</b>	Ángulo de deflexión de las tangentes principales.
<b>ac</b>	Ángulo al centro del arco circular EC y CE
<b>X,Y</b>	Coordenadas rectangulares de cualquier punto de la espiral, con origen en TE y el eje de la abscisas la tangente principal.
<b>Xe, Ye</b>	Coordenadas del EC.
<b>Te</b>	Longitud de la tangente principal = distancia entre PI y ET y entre PI y TE.
<b>Ee</b>	External del arco compuesto.
<b>u</b>	Tangente larga de la espiral, coordenada de EC.
<b>v</b>	Tangente corta de la espiral, coordenada de EC.
<b>Ce</b>	cuerda larga de la espiral.
<b>K</b>	Abscisa del PC desplazado medida desde TE.
<b>p</b>	Ordenada del PC desplazado medida desde TE.

- ***Fórmulas utilizadas para el cálculo de las curvas de transición.***

- Para hallar la longitud del arco de la espiral.

$$Le = \frac{A^2}{R}$$

- Para hallar Radio de la espiral.

$$Re = \frac{R \times Le}{L} = \alpha$$

- Para hallar el Angulo al centro de la espiral, en radianes

$$\delta e = \frac{Le}{2R}$$

- Para hallar el Angulo de deflexión entre las tangentes de la espiral

$$\theta e = \frac{180 \times \delta e}{\pi} \quad \text{o} \quad \theta e = \frac{90 \times Le}{\pi \times R}$$

- Para hallar el Angulo de desviación de la tangente y la cuerda larga en TE

$$Ae = \left( \left( \frac{\theta e}{3} \right) - \theta e \times 8.3 \times 10^{-7} \right)$$

- Para hallar el Angulo de desviación de la cuerda larga y tangente corta en CE

$$B = \theta e - Ae$$

- ***Coordenadas en un punto cualquiera de la espiral.***

- Tomando como eje x las tangentes principales y las ordenadas perpendicular a este como origen EC y ET.

$$Xe = Le \left( 1 - \left( \left( \frac{\delta e^2}{10} \right) + \left( \frac{\delta e^4}{216} \right) + \left( \frac{\delta e^6}{9360} \right) + \left( \frac{\delta e^8}{685440} \right) \right) \right)$$

$$Ye = Le \left( \left( \frac{\delta e}{3} \right) - \left( \frac{\delta e^3}{42} \right) + \left( \frac{\delta e^5}{1320} \right) - \left( \frac{\delta e^7}{75600} \right) \right)$$

- **Longitudes del punto Ec con respecto a TE Y ET.**

$$u = Xe - \left( \frac{Ye}{\tan \theta e} \right)$$

$$v = \frac{Ye}{\sin \theta e}$$

- **Coordenadas del PC con respecto a TE o ET.**

$$P = Ye - R (1 - \cos \theta e)$$

$$K = Xe - R (\sin \theta e)$$

- **Curvas simétricas – tangente principal de la espiral.**

$$Te = (R + P) \times \tan \left( \frac{\alpha}{2} \right) + K$$

- **Ángulo de deflexión de la curva circular.**

$$\alpha c = \alpha - 2\theta e$$

- **Longitud de la curva circular.**

$$Lc = \pi \times R \times \left( \frac{\alpha c}{180} \right)$$

- Longitud total.

$$LT = \pi \times R \times \left(\frac{\alpha}{180}\right) + Le$$

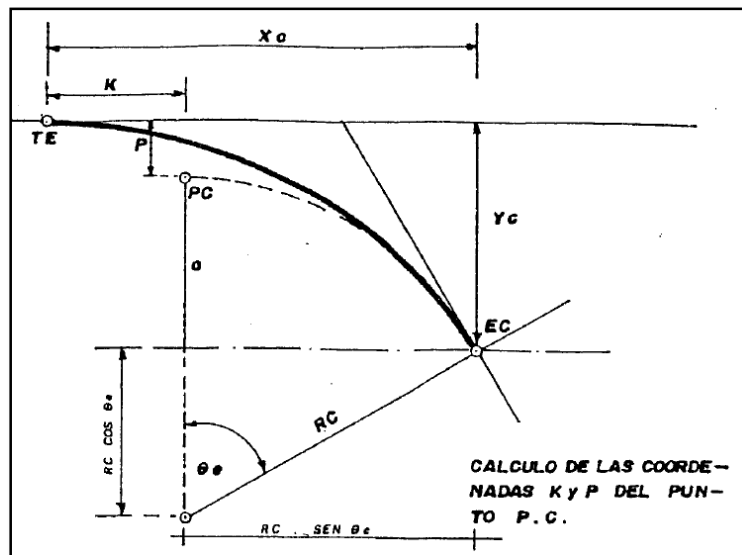
$$EC = TE + Le$$

$$CE = EC + Le$$

$$ET = CE + Le$$

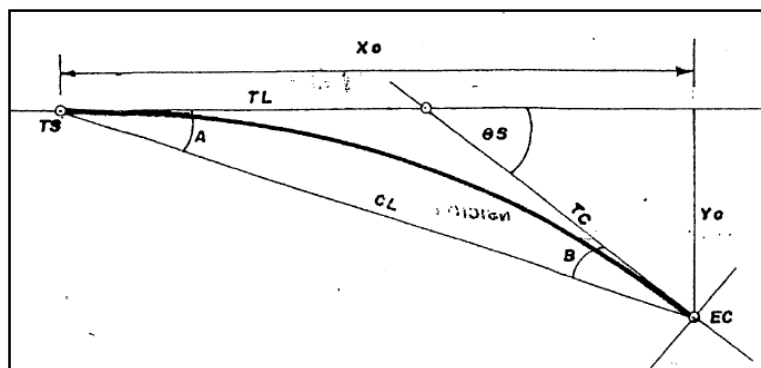
$$ET = TE + LT$$

Figura 19. Coordenadas K y P del PC.



Fuente: Contratación y Mantenimiento de Caminos Pio Cuevas Moreno.

Figura 20. Tangente corta y larga de la espiral.



Fuente: Contratación y Mantenimiento de Caminos Pio Cuevas Moreno.

Tabla 41. Cálculos y elementos de las curvas horizontales.

RESUMEN ELEMENTOS DE LA CURVAS													
NÚMERO	DELTA (Δ)	RADIO	LONGITUD CURVA/TANGENTE	CUERDA (m)	EXTERNAL (m)	PI	PC	PT	PERALTE (%)	SOBREANCHO (m)	PC(E,N)	PI(E,N)	PT (E,N)
TAN: 1			27.72										
C1	11.1685	80.00	15.59	15.569	7.822	0+035.54	0+027.72	0+043.31	8	1.00	769353.1802,9809070.5189	769351.3178,9809062.9220	769348.0192,9809055.8297
TAN: 2			124.28										
C2	62.1623	80.00	86.79	82.600	48.223	0+215.82	0+167.59	0+254.39	8	1.00	769295.6074,9808943.1401	769275.2708,9808899.4148	769304.4393,9808861.0134
TAN: 3			220.25										
C3	98.8383	30.00	51.75	45.569	35.025	0+509.66	0+474.64	0+526.39	8	1.00	769437.6612,9808685.6221	769458.8468,9808657.7306	769428.0314,9808641.0819
TAN: 4			41.26										
C4	36.1804	80.00	50.52	49.682	26.133	0+593.79	0+567.65	0+618.17	8	1.00	769391.7276,9808621.4682	769368.7357,9808609.0464	769357.5105,9808585.4472
TAN: 5			65.49										

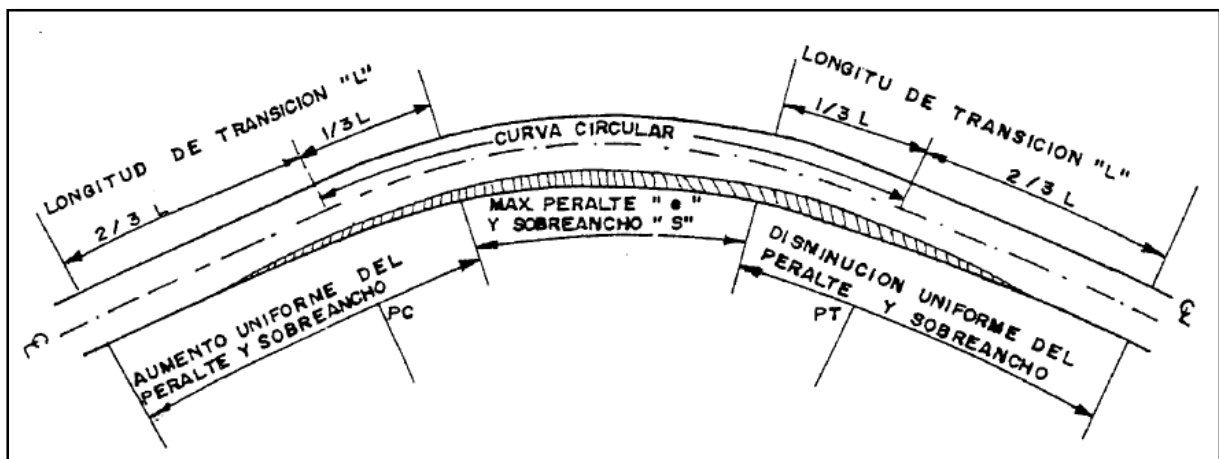
Elaboró: Henry Buri.

### 7.5.1.21. Sobreancho.

Cuando un vehículo circula sobre una curva horizontal sus ruedas traseras describen una trayectoria diferente a la de las ruedas delanteras. Dicha trayectoria corresponde a un arco de radio menor, es decir, que la rueda interna del eje posterior tiende a salirse de la vía.

Cuando un automotor pasa a través de una curva, el ancho de la sección transversal, ocupa mayor ancho, que aquel cuando circula en tangente, por lo que se debe dar un ancho adicional a la sección, curva conocida como sobre ancho, con esto evitamos que el conductor invada el carril contrario y se da una mejor condición de operación de los vehículos.

Figura 21. Transición del peralte y sobreancho en condiciones de seguridad.



Fuente: Contratación y Mantenimiento de Caminos Pío Cuevas Moreno.

El objetivo principal del sobreancho es permitir que la facilidad de operación de los vehículos que entran en las curvas, sea comparable a la que se obtiene en la recta, El sobreancho además de seguridad en la operación vehicular, proporciona mayor visibilidad y evita la dificultad que tienen los conductores de mantener los vehículos en el carril de circulación, especialmente cuando las curvas son cerradas.

Las curvas amplias de radio mayor a 300 m, no necesitan ensancharse, en cambio el sobreancho es indispensable en caminos vecinales y carreteras con anchos de vía, menores a 3.6 metros.



### 7.5.1.21.1 Magnitud del sobreancho.

El MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas) en las normas de diseño recomienda el cálculo del sobre ancho con las siguientes expresiones:

$$W = A_c - A_t$$
$$A_c = 2 \times (U + C) + F_A + Z$$

Donde:

*W* = Sobre ancho expresado en metros

*A<sub>c</sub>* = Ancho total necesario para la curva expresado en metros.

*A<sub>t</sub>* = Ancho de pavimento en tangente expresado en metros.

*U* = Ancho de la huella del vehículo entre las caras externas de las llantas en metros.

*C* = Separación libre entre 2 vehículos, se asume 0,60 a 0,70 m.

*F<sub>A</sub>* = Ancho adicional requerido en la curva para la parte de la carrocería del vehículo.

*Z* = Ancho adicional necesario en las curvas para la maniobra del vehículo en metros.

#### Procedimiento para calcular el sobreancho

- **Determinación del ancho del vehículo de diseño.**

$$U = u + R - \sqrt{R^2 + L^2}$$
$$U = 2.45 + R - \sqrt{R^2 + 6.1^2}$$
$$U = 2.45 + R - \sqrt{R^2 + 37.21}$$

Donde:

*u* = Ancho normal de un vehículo el mismo que varía de 2,45 m a 2,60 m

*L* = La distancia entre el eje anterior y el eje posterior se asume 6,10 m

*R* = Radio de la curva

- **Determinación de la separación libre, espacio lateral que necesita cada vehículo se, asumen los siguientes valores.**

Tabla 42. Ancho del pavimento en tangente.

Ancho del pavimento en tangente (m), At	Valor de C
At ( 6.00 m )	0.60
At ( 6.50 m )	0.70
At ( 6.70 m )	0.75
At ( 7.30 m )	0.90

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

- **Determinación del ancho adicional requerido en la curva para la parte de la carrocería del vehículo.**

$$F_A = \sqrt{R^2 + A ( 2L + A )} - R$$

A= Longitud en cantiléver, (esquina externa y el eje correspondiente 1.22m)

$$F_A = \sqrt{R^2 + 1.22 ( 2.61 + 1.22 )} - R$$

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

- **Determinación del ancho adicional necesario en las curvas para la maniobra del vehículo en metros.**

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

Los sobrecanchos en las curvas, están determinados por el ancho del pavimento en tangente, el valor recomendado como sobrecancho para carreteras con anchos de 7.30 y radios de curvatura mayores a 175m, es de 0.60m

- Para el proyecto el sobreebanco será de:

Datos:

$$V_d = 50 \text{ KPH}$$

$$\text{Radio mínimo} = 72\text{m}$$

$$e = 8 \%$$

$$A_t = 6.00$$

$$c = 0.60$$

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

$$U = 2.45 + 72 - \sqrt{72^2 + 37.21}$$

$$U = 2.19$$

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

$$F_A = \sqrt{72^2 + 16.37} - 72$$

$$F_A = 0.11$$

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

$$Z = \frac{50}{10 \times \sqrt{72}}$$

$$Z = 0.59$$

$$A_c = 2 \times (U + C) + F_A + Z$$

$$A_c = 2 \times (2.19 + 0.60) + 0.11 + 0.59$$

$$A_c = 6.28\text{m}$$

$$W = A_c - A_t$$

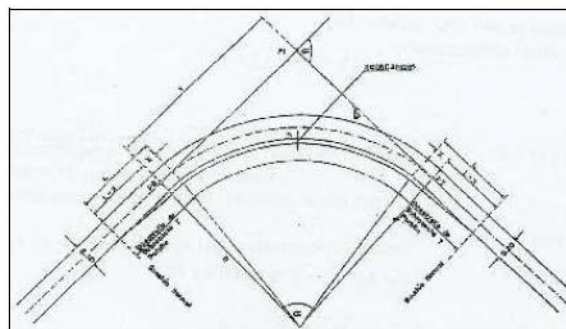
$$W = 6.28 - 6.00$$

$W = 0.28$ , según el cálculo las curvas necesitan un sobreebanco de 28 cm, este valor es inferior a los indicados en tabla 38, por lo tanto se optara por el valor de 1.00 m, adoptado de la tabla 43.

### 7.5.1.21.2. Desarrollo del sobreancho en curvas circulares.

La transición del sobreancho en curvas circulares debe ser por razones de apariencia y utilidad en forma suave y gradual, debiendo realizarse en el borde interior de la calzada a  $2/3$  en la tangente y  $1/3$  dentro de la curva, y cuando exista en curva espiral el sobre ancho se realiza el 50% hacia el interior de la curva y el 50% hacia el exterior, a lo largo de la longitud de la espiral.

Figura 22. Desarrollo del sobreancho en curvas circulares.



Fuente: Contratación y Mantenimiento de Caminos Pio Cuevas Moreno

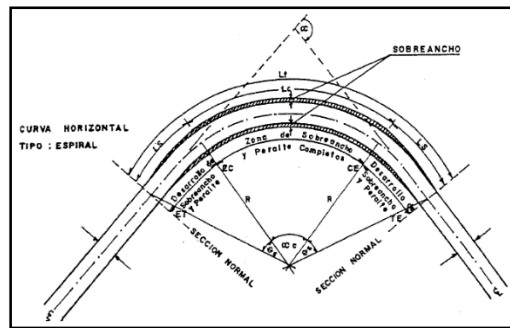
### 7.5.1.21.3. Desarrollo del sobreancho en curvas espirales.

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

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

- En los alineamientos sin espirales, el ensanchamiento debe realizarse progresivamente a lo largo de la longitud de desarrollo del peralte, esto es, 2/3 en la tangente y 1/3 dentro de la curva, y en casos difíciles, 50 por ciento en la tangente y 50 por ciento dentro de la curva.
- Para el caso del alineamiento con curvas espirales, el ensanchamiento se lo distribuye a lo largo de la longitud de la espiral, obteniéndose la magnitud total de dicho ensanchamiento en el punto espiral-circular (EC).

Figura 23. Desarrollo del sobreebancho en curva espiral.



Fuente: Contratación y Mantenimiento de Caminos Pío Cuevas Moreno.

Tabla 43. Valores de sobreebancho para diferentes velocidades de diseño, número de carriles 2; L = 6m; Variación del valor del sobreebancho para el vehículo de diseño.

Radio(m)	20	25	30	35	40	45	50
18							
20	2,29	2,40					
25	1,86	1,96					
30	1,58	1,67	2,06	2,16			
35	1,37	1,46	1,54	1,63			
40	1,22	1,30	1,38	1,46			
42	1,17	1,25	1,32	1,40	1,48		
50	1,01	1,08	1,15	1,22	1,29		
56	0,91	0,98	1,05	1,11	1,18	1,25	
60	0,86	0,92	0,99	1,05	1,12	1,18	
70	0,75	0,81	0,87	0,93	0,99	1,05	
75	0,71	0,77	0,83	0,88	0,94	1,00	1,06
80	0,67	0,73	0,79	0,84	0,90	0,95	1,01
85	0,64	0,70	0,75	0,80	0,86	0,91	0,97
90	0,61	0,66	0,72	0,77	0,82	0,87	0,93
100	0,56	0,61	0,66	0,71	0,76	0,81	0,86
110	0,52	0,57	0,61	0,66	0,71	0,76	0,80
120	0,48	0,53	0,57	0,62	0,67	0,71	0,76
130	0,45	0,50	0,54	0,58	0,63	0,67	0,72
140	0,43	0,47	0,51	0,55	0,60	0,64	0,68
150	0,40	0,44	0,48	0,53	0,57	0,61	0,65
160	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,62
180	0,35	0,39	0,42	0,46	0,50	0,54	0,57
200	0,32	0,36	0,39	0,43	0,46	0,50	0,53
210	0,31	0,34	0,38	0,41	0,45	0,48	0,52
230		0,32	0,35	0,39	0,42	0,45	0,49
250		0,30	0,33	0,37	0,40	0,43	0,46
275			0,31	0,34	0,37	0,40	0,43
300				0,32	0,35	0,38	0,41
315				0,31	0,34	0,37	0,40
330				0,30	0,33	0,36	0,38
350					0,32	0,34	0,37
375					0,30	0,33	0,35
400						0,32	0,34
450							0,32
500							0,30

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003

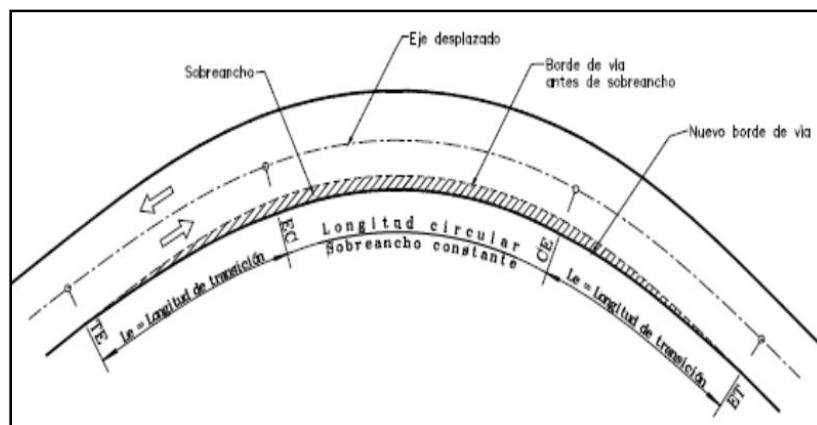
Donde L = es la longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo

Tabla 44. Peraltes, sobreeanchos y longitudes X, L para el desarrollo, camino vecinal de 2 carriles tipo 5.

S.N = Sección Normal		C.P = Curva con Peralte			
<p>DIAGRAMA DE TRANSICIÓN DEL PERALTE CURVA CIRCULAR</p>		<p>TRANSICIÓN DEL PERALTE Y SOBEEANCHO CURVA CIRCULAR</p>			
Velocidad de diseño (Kph)	50	Gradiente Longitudinal	0,65		
Ancho de vía (m)	6,00	Pendiente de la vía (%)	4,00		
		Peralte máximo (%)	8,00		
Radio (m)	Peralte (%)	Sobreeancho (m)	Longitud X (m)	Longitud de transición L (m)	
				Mínima	Máxima
80	8,0	1,08	18	37	50
90	7,0	0,98	18	32	43
100	6,0	0,90	18	28	36
125	4,5	0,77	18	21	28
150	4,0	0,67	18	18	23
175	4,0	0,60	18	18	22
200	4,0	0,55	18	18	22
225	4,0	0,50	18	18	22
250	4,0	0,46	18	18	21
275	4,0	0,44	18	18	21
300	4,0	0,41	18	18	21
325	4,0	0,38	18	18	21
350	4,0	0,36	18	18	21
360	S.N				

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003

Figura 24. Transición del sobreeancho en curva espiral.



Fuente: Contratación y Mantenimiento de Caminos Pio Cuevas Moreno.

### 7.5.1.22. Espaldones.

- Las principales funciones de los espaldones son las siguientes:
  - Provisión de espacio para el estacionamiento temporal de vehículos fuera de la superficie de rodadura fija, a fin de evitar accidentes.
  - Provisión de una sensación de amplitud para el conductor, contribuyendo a una mayor facilidad de operación, libre de tensión nerviosa.
  - Mejoramiento de la distancia de visibilidad en curvas horizontales.
  - Mejoramiento de la capacidad de la carretera, facilitando una velocidad uniforme.
  - Soporte lateral del pavimento.
  - Provisión de espacio para la colocación de señales de tráfico y guarda caminos, sin provocar interferencia alguna.
- *Como funciones complementarias de los espaldones pueden señalarse las siguientes:*
    - La descarga del agua se escurre por la superficie de rodadura, está alejada del borde del pavimento, reduciendo al mínimo la infiltración y evitando así el deterioro y la rotura del mismo.
    - Mejoramiento de la apariencia estética de la carretera.
    - Provisión de espacio para trabajos de mantenimiento.

El diseño de los espaldones está vinculado con el orden o tipo de carretera y con la topografía del terreno. Siguiendo las normas respectivas el MTOP nos proporciona el siguiente cuadro:

Tabla 45. Ancho del espaldón según la clase de carretera y el TPDA.

TPDA	CLASE DE CARRETERA	ANCHO DE LOS ESPALDONES (m)					
		RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
		LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO	LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
MAS DE 8000	R-I R-II	3.00	3.00	2.50	3.00	3.00	2.00
DE 3000 A 8000	I	2.50	2.50	2.00	2.50	2.50	1.50
DE 1000 A 3000	II	2.50	2.50	1.50	2.50	2.50	1.00
DE 300 A 1000	III	2.00	1.50	1.00	1.50	1.50	0.50
<b>DE 100 A 300</b>	IV	0.60	0.60	<b>0.60</b>	0.60	0.60	<b>0.60</b>
MENOS DE 100	V	Una parte del soporte lateral esta incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldon como tal)					

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

Tabla 46. Pendiente transversal para espaldones.

PENDIENTE TRANSVERSAL PARA ESPALDONES		
CLASE DE CARRETERA	TIPO DE SUPERFICIE	GRADIENTE TRANSVERSAL (PORCENTAJE)
R-I R-II > 8000 TPDA	Carpeta de concreto asfáltico	4.00
I 3000 A 8000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o carpeta	4.00
II 1000 A 3000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o superficie estabilizada	4.00
III 300 A 1000 TPDA	Superficie estabilizada, grava o capa granular	4.00
<b>IV 100 A 300 TPDA</b>	<b>Superficie estabilizada, grava o capa granular</b>	<b>4.00</b>
V Menos de 100 TPDA	Superficie estabilizada, grava o capa granular	4.00

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

### 7.5.1.23. Sección transversal tipo.

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

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

- Calzada
- Espaldones
- Taludes
- Cunetas.

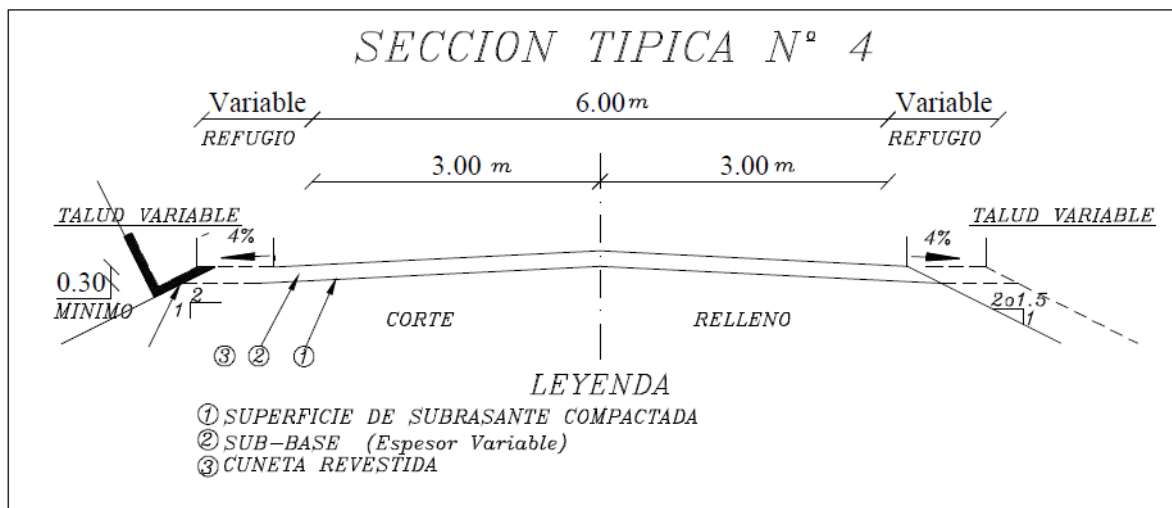
En vías con características topográficas de montaña se recomienda colocar la cuneta a 30 cm. De profundidad con respecto a la rasante y no de la subrasante para esto habrá que necesariamente revestir la cuneta para proteger el pavimento del camino. Con la cuneta así ubicada, la lateral del corte será menor y por ende, será menor el volumen del movimiento de tierras, lo que abarata los costos de construcción.



El ancho del pavimento se determina en función del volumen y composición del tráfico (dimensiones del vehículo de diseño) y de las características del terreno. Para un alto volumen de tráfico o, para una alta velocidad de diseño, se impone la provisión del máximo ancho de pavimento económicamente factible. Para un volumen de tráfico bajo o para una velocidad de diseño bajo, el ancho de pavimento debe ser el mínimo permisible. En el caso de volúmenes de Tráfico intermedios o velocidades de diseño moderadas, para los cuales se contemplan pavimentos o velocidades de diseño moderadas, para los cuales se contemplan pavimentos de tipo superficial bituminoso o superficiales de rodadura de grava, el ancho debe ser suficiente como para evitar el deterioro de dicha superficie por efecto de la repetición de las cargas de los vehículos sobre las mismas huellas.

Acorde con los requerimientos del proyecto y con las Normas que tiene vigente el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, aplicadas a las necesidades del Proyecto, se ha establecido únicamente una Sección Típica que va a lo largo del tramo desde el inicio del proyecto hasta la abscisa 0+683.66 Km que corresponde al final del proyecto la cual se indicará a continuación.

Figura 25. Sección típica para una vía de IV orden.

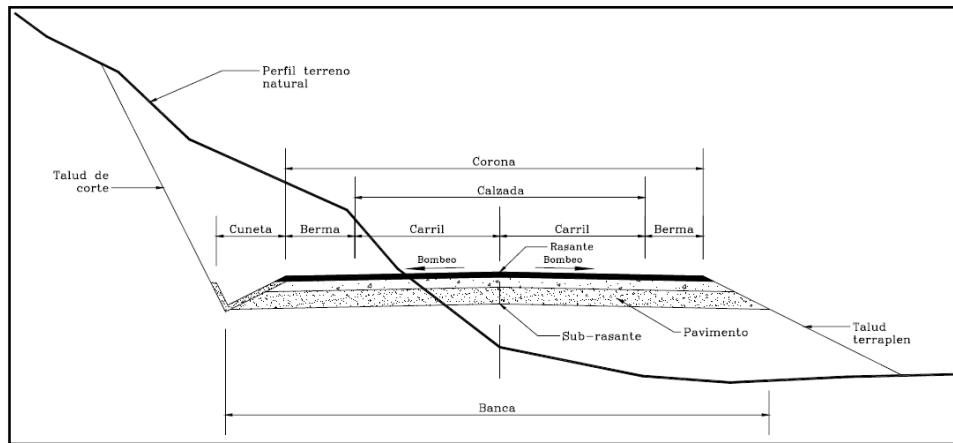


Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

### 7.5.1.23.1. Elementos de la sección transversal tipo.

Los elementos que conforman y definen la sección transversal son: calzada (ancho de zona o derecho de vía), banca, corona, bermas, separador, carriles especiales, bordillos, andenes, cunetas, defensas, taludes y elementos complementarios.

Figura 26. Sección Transversal de Cuarto Orden (IV)



Fuente: Manual de Diseño de Carreteras MTOP 2003.

- **Calzada.** La calzada es la parte de la corona destinada a la circulación de vehículos y compuesta por dos o más carriles y uno o dos sentidos de circulación. Se entiende por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos. El ancho de calzada definido en un proyecto se refiere al ancho en tramo recto del alineamiento horizontal. Cuando se trata de tramos curvos el ancho puede aumentar y el exceso requerido se denomina sobreancho. Los valores mínimos recomendados están en función del tipo de carretera, del tipo de terreno y de la velocidad de diseño. El ancho de la calzada en tramo recto lo determina el nivel de servicio deseado al finalizar el período de diseño o en un determinado año de la vida de la carretera. Tanto el ancho como el número de carriles se definen por medio de un análisis de capacidad y niveles de servicio. Los anchos de carril más usuales son: 7.30 m, 6.70 m, 6.00 m, 5.70 m y 4.00 m y normalmente se proyectan dos, tres o cuatro carriles por calzada. En la siguiente tabla se muestran los anchos de calzada determinado por el TPDA, según el MTOP.

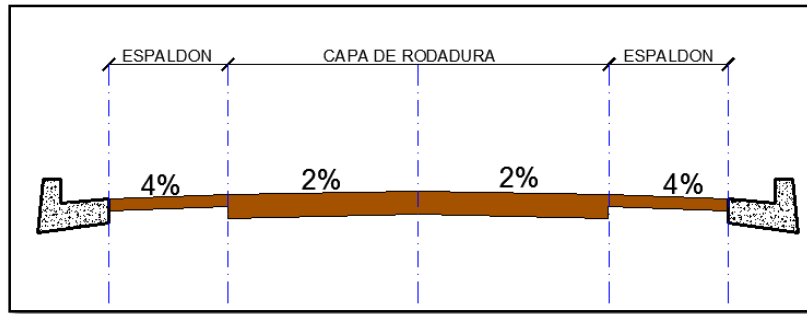
Tabla 47. Ancho de calzada según la clase de carretera.

CLASE DE CARRETERA					ANCHO DE LA CALZADA EN (M)	
					RECOMENDABLE	ABSOLUTA
R-I	R-II	>	8000	TPDA	7.30	7.30
I	3000	a	8000	TPDA	7.30	7.30
II	1000	a	3000	TPDA	7.30	6.50
III	300	a	1000	TPDA	6.70	6.00
<b>IV</b>	100	a	300	TPDA	<b>6.00</b>	<b>6.00</b>
V	Menos de		100	TPDA	4.00	4.00

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

- **Banca.** Es la distancia horizontal, perpendicular al eje, entre los bordes internos de los taludes. Su ancho depende de otros elementos.
- **Corona.** Se trata de la superficie de la carretera comprendida entre los bordes externos de las bermas, o sea las aristas superiores de los taludes del terraplén y/o las interiores de las cunetas. En la sección transversal está representada por una línea. Los elementos que definen la corona son: rasante, pendiente transversal, calzada y bermas.
- **Rasante.** En la sección transversal está representada por un punto que indica la altura de la superficie de acabado final de la vía en el eje. En el diseño vertical corresponde a una línea, que al interceptarla con un plano vertical perpendicular al eje se obtiene el mencionado punto.
- **Pendiente transversal:** Es necesario dar al camino una pendiente transversal que permita el escurrimiento de las aguas lluvias de la calzada y en los espaldones, es decir hay que dar lo que se denomina bombeo del camino. Esta pendiente puede variar dependiendo del tipo de pavimento, siendo recomendada para la calzada el 2% para pavimentos con capa de rodadura asfáltica y 4% para revestimiento rugoso como afirmado o empedrado, los espaldones deben tener una pendiente del 4% como norma general.

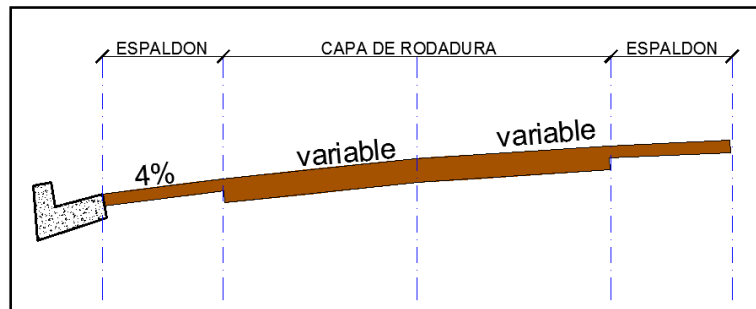
Figura 27. Bombeo en sección tangente.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

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

Figura 28. Bombeo en sección curva.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

✓ En el presente proyecto se empleara una pendiente transversal del 2% para el bombeo.

Tabla 48. Tipos de superficie de rodadura y su bombeo.

	TIPOS DE SUPERFICIE	BOMBEO (%)
MUY BUENO	Superficie con cemento hidráulico, asfáltico tendido con extendidora mecánica.	1,00 a 2,00
BUENO	Superficie con mezcla asfáltica con motoconformadora carpeta de riego.	1,50 a 3,00
REGULAR O MALA	Superficie de tierra o grava.	2,00 a 4,00

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

- **Bermas o Espaldones** Las bermas son las fajas longitudinales contiguas a ambos lados de la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros de la carretera. Las bermas pueden estar construidas al mismo nivel de la calzada o un poco más bajo que esta. Lo ideal es que la calzada y las bermas conformen un único elemento y solo estén separadas por la línea de borde de calzada. Este tipo de construcción brinda una mayor seguridad al conductor y genera una mejor apariencia. El hecho de que estén a un nivel más bajo favorece la seguridad de los peatones ya que esta diferencia de nivel condiciona a los conductores a no invadir la berma principalmente en las curvas derechas.

✓ *Las funciones y ventajas principales de los Espaldones.*

- ❖ Brinda seguridad al usuario de la carretera al proporcionarle un ancho adicional fuera de la calzada, en el que puede eludir accidentes potenciales o reducir su severidad.
- ❖ Estacionamiento provisional
- ❖ Protege la calzada contra humedad y posibles erosiones
- ❖ Da confinamiento al pavimento.
- ❖ Mejorar la visibilidad en los tramos en curva.
- ❖ Facilitar los trabajos de mantenimiento.
- ❖ Proporcionar mejor apariencia a la carretera.
- ❖ Separar los obstáculos del borde de la calzada.

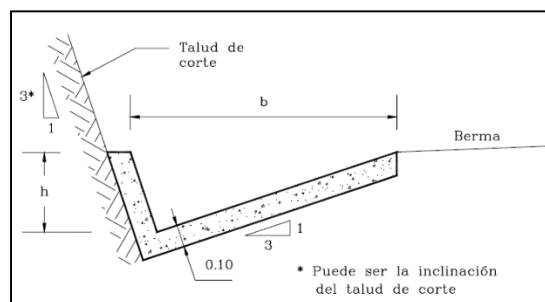
✓ *En el presente proyecto se empleara un ancho de espaldones de 0.70 m, valor asumido, por cuestiones de seguridad, y una pendiente del 4% para los espaldones.*

- **Cunetas.** Son zanjas abiertas y longitudinales, construidas en concreto o en tierra, que tienen la función de recoger y canalizar las aguas superficiales y de infiltración y conducirlas hasta un punto de fácil evacuación. Las dimensiones de una cuneta se deducen de cálculos hidrológicos e hidráulicos que tienen en cuenta la intensidad de lluvia prevista, naturaleza del terreno, pendiente de la cuneta, área drenada, material y forma de la cuneta, etc. Normalmente la cuneta presenta la misma pendiente

longitudinal de la vía, pero en tramos de baja pendiente de la rasante y en situación de corte se requiere, principalmente en zonas lluviosas, especificar una pendiente longitudinal mayor a la cuneta con el fin de reducir el ancho de esta y el costo de explanación. Hidráulicamente la cuneta semicircular o trapezoidal presenta un mejor comportamiento que una cuneta triangular. Pero por razones de seguridad, facilidad en la construcción y en la limpieza de esta, se prefiere en carreteras el uso de la cuneta triangular.

La inclinación de la cuneta hacia el lado de la berma debe ser relativamente suave para evitar daños en los vehículos que caigan en ella y además para facilitar su limpieza. La inclinación hacia el lado del talud normalmente es el inverso de la primera inclinación o la correspondiente al talud de corte. En el siguiente grafico se tiene una cuneta con inclinación 3:1 hacia el lado de la berma y 1:3 hacia el lado del talud.

Figura 29. Cuneta tipo.



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Colombiano

✓ *El diseño de las cunetas, se detallaran en el estudio hidráulico*

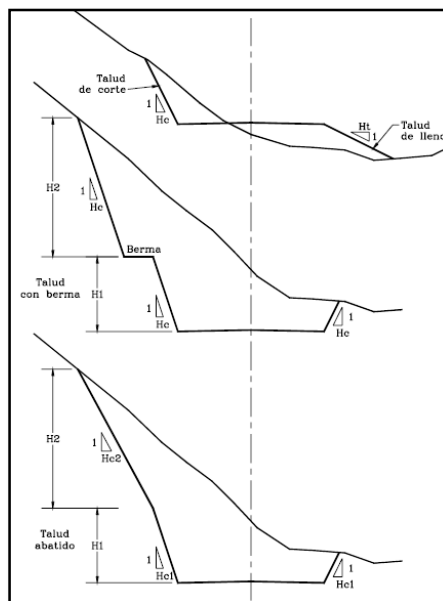
- **Taludes.** Los taludes son los planos laterales que delimitan la explanación de la carretera. La inclinación de un talud se mide por la tangente del ángulo que forman tales planos con la vertical, en cada sección de la vía, y se designa en tanto por uno, donde la unidad es en el sentido vertical los taludes para el proyecto será de 1.5H:1V

✓ *La inclinación de un talud esta función de dos elementos:*

- ❖ Tipo de suelo: Dependiendo del tipo de suelo, sus características y propiedades, se define luego de un estudio geotécnico de estabilidad de taludes cual debe ser la inclinación apropiada para que el talud sea estable. Cuando se trata de roca la inclinación suele ser mucho mayor que para taludes en material común.
- ❖ Altura del talud: A mayor altura del corte o terraplén se requiere una menor inclinación del talud. Aún para un mismo tipo de suelo la inclinación suele variar para diferentes rangos de altura. El estudio geotécnico determinará cual es la inclinación adecuada de un talud en función de la altura de este.

La geometría de un talud de corte puede tener diferentes formas de acuerdo a los resultados de los estudios geotécnicos correspondientes. Un talud de corte puede ser abatido, o sea que su inclinación puede variar a partir de una altura determinada o también puede requerir una berma o terraza intermedia para dar una mayor estabilidad. Estos diseños aunque mejoran el comportamiento de un talud son demasiados costosos. En el siguiente grafico se presentan diferentes tipos de taludes.

Figura 30. Tipos de taludes.



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Colombiano

- **Defensas:** son elementos que se instalan usualmente dentro de la sección transversal de una carretera. Estas proporcionan a los ocupantes de los vehículos un cierto grado de protección contra algunas de las estructuras potencialmente peligrosas que pueden erigirse dentro de la plataforma de la vía y de sus zonas adyacentes.

La función principal de las defensas que se instalan a lo largo de los bordes de una carretera, es la de devolver a su trayectoria normal al vehículo que se ha salido accidentalmente de la calzada.

- **Tipo de superficie de rodadura** La relación entre el tipo de superficie de rodadura y el diseño geométrico tiene importancia en lo referente a que no se deforme superficie y a la facilidad de escurrimiento de las aguas que ésta ofrezca, así como a la influencia ejercida en la operación de los vehículos.

Los pavimentos de alto grado estructural, siendo indeformables, no se deterioran fácilmente en sus bordes y su superficie lisa ofrece poca resistencia de fricción para el escurrimiento de las aguas, permitiendo gradientes transversales mínimas. Al contrario, los pavimentos de bajo grado estructural con superficies de granulometría abierta, deben tener gradientes transversales más pronunciadas, para facilitar el escurrimiento de las aguas y evitar el ablandamiento de la superficie.

El tipo de superficie de rodadura que se adopte depende en gran parte de la velocidad de diseño escogida, de la cual dependen varias características del diseño general, teniendo en cuenta que las superficies lisas, planas e indeformables favorecen altas velocidades de operación por parte de los conductores.

Las superficies de rodadura de la calzada se clasifican según el tipo estructural, correspondiente a las cinco clases de carreteras, como se indica en la tabla siguiente:



Tabla 49. Clasificación de superficie de rodadura.

CLASIFICACIÓN DE SUPERFICIE DE RODADURA		
CLASE DE CARRETERA	TIPO DE SUPERFICIE	PENDIENTE TRANSVERSAL (PORCENTAJE)
R-I R-II > 8000 TPDA	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1.5 - 2
I 3000 A 8000 TPDA	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1.5 - 2
II 1000 A 3000 TPDA	Grado estructural intermedio	2
III 300 A 1000 TPDA	Bajo grado estructural: Doble Tratamiento Superficial Bituminoso	2
<b>IV 100 A 300 TPDA</b>	<b>Grava o Doble Tratamiento Superficial Bituminoso, Adoquinado</b>	<b>2 - 2.5 - 4</b>
V Menos de 100 TPDA	Grava, Empedrado, Tierra	4

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

#### 7.5.1.24. Distancias de visibilidad en curvas horizontales.

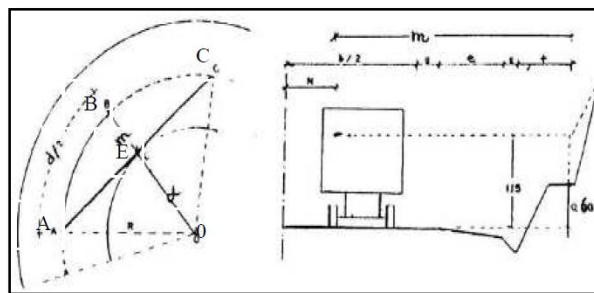
La capacidad de visibilidad es de importancia en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una carretera, de ahí que a la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él, se le llame distancia de visibilidad.

La distancia de visibilidad se discute en dos aspectos:

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

La existencia de obstáculos laterales, tales como murallas, taludes en corte, edificios, etc., sobre el borde interno de las curvas, requiere la provisión de una adecuada distancia de visibilidad

Figura 31. Distancia de visibilidad en curvas horizontales.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

Del análisis del arco ABC del figura anterior, se desprende que el mismo representa la distancia de visibilidad de parada “d” y corresponde a la curva de radio R, que recorre al vehículo. Por otro lado, la recta AC representa la visibilidad del conductor que pasará tangente al talud en el punto asumido a una altura de 1,15 m. sobre el nivel de la calzada. Aproximando el semiarco AB a una recta, de los triángulos ABE y AEO se desprende:

$$AE^2 = \left(\frac{d}{2}\right)^2 - m^2 = R^2 - (R - m)^2$$

$$\frac{d^2}{4} m^2 = R^2 - R^2 + 2Rm - m^2$$

$$R = \frac{d^2}{8m}$$

El valor de “m” depende de la sección transversal diseñada o adoptada para el camino en estudio:

$$m = \frac{b}{2} + g - N + e + c + t$$

*Donde:*

***m** = Distancia visual horizontal en la curva, m.*

***b/2** = Semiancho de la calzada, m*

***g** = Sobreancho de la curva, m*

***N** = Distancia del eje de la vía al ojo del conductor, mínimo = 0,80 m*

***e** = Valor del espaldón, m.*

***c** = Ancho generado por la cuneta, m.*

***t** = Ancho generado por el talud medido desde el nivel de la calzada a 1,15 m de altura, m.*

Calculados los valores d y m se puede determinar el menor radio que debe tener una curva, para dentro de las condiciones previstas para el diseño se asegure el factor de visibilidad al frenado.

**CÁLCULO** Tipo:

*Datos:*

*b = 6m*

$g = 1.00 \text{ m}$  (valor de la tabla 38)

$e = 0.60 \text{ m}$  (valor asumido de acuerdo a los valores de la tabla 40)

$c = 0.80 \text{ m}$

$t = 1.20 \text{ m}$

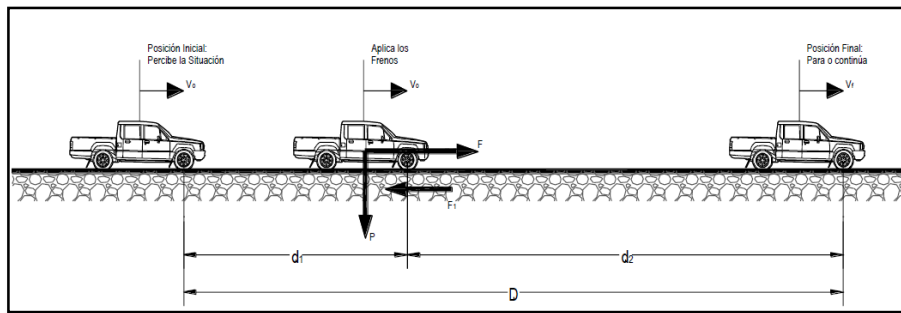
$$m = \frac{b}{2} + g - N + e + c + t$$
$$m = \frac{6}{2} + 1.00 - 0.80 + 0.60 + 0.80 + 1.20$$
$$m = 7.40 \text{ m}$$

#### **7.5.1.24.1. Distancia de visibilidad de parada de un vehículo.**

Esta es la distancia requerida por un conductor para detener su vehículo en marcha, cuando surge una situación de peligro o percibe un objeto imprevisto delante de su recorrido. Es la 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

La distancia de visibilidad de parada “dp”, tiene dos componentes, la distancia de percepción y la reacción del conductor, que está ligada por el estado de alerta y la habilidad del conductor y se identifica como “d1”, más la distancia de frenado que se denomina “d2”. La primera es la distancia recorrida por el vehículo desde el momento que el conductor percibe el peligro hasta que se aplica el pedal del freno, y la segunda, es la distancia que se necesita para detener el vehículo después de la acción anterior. El tiempo de reacción para efectuar el freno es el intervalo que ocurre desde el instante en que el conductor percibe la existencia de un objeto o peligro en la carretera adelante, hasta que el conductor logra reaccionar aplicando los frenos. Los cuatro componentes de la reacción en respuesta a un estímulo exterior se conocen por sus iniciales PIEV, que significan percepción, intelección, emoción y voluntad. Diversos estudios sobre el comportamiento de los conductores han permitido seleccionar un tiempo de reacción de 2.5 segundos, que se considera apropiado para situaciones complejas.

Figura 32. Distancia de parada.



Fuente: Norma ecuatoriana vial NEVI-12-MTOP.

La mínima distancia de visibilidad ( $d$ ) para la parada de un vehículo es igual a la suma de dos distancias.

$$dp = d1 + d2$$

Donde:

$dp$  = Distancia de visibilidad

$d1$  = Distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor ve el obstáculo

$d2$  = Distancia de frenado, recorrida durante el tiempo de percepción más la reacción

La distancia de visibilidad de parada en su primer componente,  $d1$ , se calcula involucrando la velocidad y el tiempo de percepción y reacción del conductor, mediante la siguiente expresión matemática:

$$d1 = 0.278 \times Vc \times t$$

Donde:

$d1$  = distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, expresada en metros.

$Vc$  = velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km./h.

$t$  = tiempo de percepción y reacción, que ya se indico es de 2.5 seg.

- Para nuestro caso  $d1$  es:

Datos:

$Vc = 50$  KPH

$t = 2.5$  seg

$$d1 = 0.278 \times Vc \times t$$

$$d1 = 0.278 \times 50 \text{ KPH} \times 2.5 \text{ seg}$$

$$d1 = 34.75 \text{ m} \approx 35 \text{ m}$$

La distancia de frenado se calcula utilizando la fórmula de la “carga dinámica” y tomando en cuenta la acción de la fricción desarrollada entre las llantas y la calzada, es decir que:

$$d2 = \frac{P \times Vc^2}{2g}$$

*Donde:*

*d2 = distancia de frenado sobre la calzada a nivel, expresada en metros.*

*f = coeficiente de fricción longitudinal.*

*Vc = velocidad del vehículo al momento de aplicar los frenos, expresada en metros por segundo.*

*P = Peso del vehículo.*

*g = aceleración de la gravedad, en el Ecuador igual a 9,78 m/s*

Expresando Vc en kilómetros por hora y para una gradiente longitudinal horizontal, la fórmula anterior se convierte en:

$$d2 = \frac{Vc^2}{254 \times f}$$

El factor *f* no es único, es un valor experimental que decrece en proporción inversa a las velocidades y está sujeto a cambios tomando en cuenta la influencia de las siguientes variables.

- Diseño y espesor de la huella de la llanta, resistencia a la deformación y dureza del material de la huella
- Condiciones y tipos de superficies de rodamiento de las carreteras
- Condiciones meteorológicas
- Eficiencia de los frenos y del sistema de frenos del vehículo

Las investigaciones y la experiencia indican que el factor debe seleccionarse para reflejar las condiciones más adversas, por lo que los valores de  $f$ , están referidos a pavimentos húmedos, llantas en diferentes condiciones de desgaste y diferencias en las calidades de los conductores y sus vehículos. Las velocidades promedios de ruedo, en lugar de las velocidades de diseño, son otras referencias adicionales para escoger valores apropiados para el factor  $f$ .

Las gradientes influyen en la distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, en lo que se refiere a la distancia de frenado. Para tomar en cuenta el efecto de las pendientes, hay que modificar el denominador de la formula anterior, obteniendo la siguiente expresión.

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 \times (f \pm G)}$$

*Donde:*

$G$  = porcentaje de la pendiente dividida entre 100, siendo positiva la pendiente de ascenso (+) y negativa (-) la de bajada.

Las pruebas realizadas por la AASHTO indican que el coeficiente de fricción longitudinal ( $f$ ) no es el mismo para las diferentes velocidades, pues decrece conforme aumenta la velocidad, dependiendo también de varios otros elementos, tales como la presión del aire de las llantas, para lo cual se plantea la siguiente fórmula para calcular el coeficiente de fricción.

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

En el proyecto:

*Datos:*

$$V_c = 50 \text{ KPH}$$

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

$$f = \frac{1.15}{50^{0.3}}$$

$$f = 0.36$$

- *Para nuestro caso d2 es:*

*Datos:*

$$V_c = 50 \text{ KPH}$$

$$f = 0.36$$

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 \times (f \pm G)}$$

$$d_2 = \frac{50^2}{254 \times 0.36}$$

$$d_2 = 27.34m \approx 27 m$$

- *La distancia de parada es:*

$$dp = d_1 + d_2$$

$$dp = 35 m + 27 m$$

$$dp = 62m$$

*Por lo tanto, para el proyecto se utilizara la distancia de parada de 62m.*

*Tabla 50. Distancias de visibilidad de parada, mínimas.*

VEL.DIS KM/H	VEL.CIRC KM/H	TIEMPO DE PERCEPCIÓ N	COEFICIENTE DE FRICCIÓN (f)	DISTANCIA RECORRIDA d1 (m)	DISTANCIA DE FREANDO d2 (m)	DISTANCIA DE PARADA CALCULADO (dp)	DISTANCIA DE PARADA ASUMIDO (dp)
40	39	2.5	0.38	27.3	15.63	42.93	45
<b>50</b>	<b>47</b>	<b>2.5</b>	<b>0.36</b>	<b>32.9</b>	<b>24</b>	<b>56.90</b>	<b>60</b>
60	55	2.5	0.35	38.5	34.41	72.91	75
70	63	2.5	0.33	44.1	47.06	91.16	90
80	71	2.5	0.32	49.7	62	111.70	115
90	79	2.5	0.31	55.3	79.26	134.56	135
100	87	2.5	0.30	60.9	99	159.90	160
110	95	2.5	0.30	66.5	121.26	187.76	190
120	103	2.5	0.29	72.1	146.04	218.14	220

**Fuente:** Contratación y Mantenimiento de Caminos Pío Cuevas Moreno.

Tabla 51. Distancias de visibilidad de parada, considerando la gradiente “G”, para diferentes velocidades de diseño.

VELOCIDAD DE DISEÑO KM/H	DISTANCIA DE PARADA EN BAJADAS (m)			DISTANCIA DE PARADA EN SUBIDAS (m)		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
30	30.40	31.20	32.20	29.00	28.50	28.00
40	45.70	47.50	49.50	43.20	42.10	41.20
50	65.50	68.60	72.60	55.50	53.80	52.40
60	88.90	94.20	100.80	71.30	68.70	66.60
70	117.50	125.80	136.30	89.70	85.90	82.80
80	148.80	160.50	175.50	107.10	102.20	98.10
90	180.60	195.40	214.40	124.20	118.80	113.40
100	220.80	240.60	256.90	147.90	140.30	133.90
110	267.00	292.90	327.10	168.40	159.10	151.30

Fuente: Norma ecuatoriana vial NEVI-12-MTOP.

Tabla 52. Coeficiente de fricción longitudinal por frenado para pavimentos secos y mojados.

COEFICIENTE DE FRICCIÓN LONGITUDINAL POR FRENADO PARA PAVIMENTOS SECOS Y MOJADOS		
VEL.DIS KM/H	PAVIMENTO MOJADO (f)	PAVIMENTO SECO (f)
40	0.38	0.65
50	0.36	0.62
60	0.35	0.60
70	0.33	0.59
80	0.32	0.58
90	0.31	0.56
100	0.30	0.55
110	0.30	0.55
120	0.29	0.55

Fuente: Contratación y Mantenimiento de Caminos Pio Cuevas Moreno.

El manual de diseño geométrico de carreteras del MTOP, recomienda los siguientes valores de diseño para pavimentos mojados en la siguiente tabla, de acuerdo al tipo de carretera dado por el TPDA, y las condiciones topográficas del terreno, distinguiendo entre terrenos llanos, ondulados y montañosos.



Tabla 53. Distancias de visibilidad, para pavimentos mojados.

DISTANCIAS DE VISIBILIDAD DE PARADA PARA PAVIMENTOS MOJADOS; SEGÚN EL TPDA						
CLASE DE CARRETERA	PAVIMENTOS MOJADOS					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
	LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO	LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
R-I R-II > 8000 TPDA	220	190	140	190	160	110
I 3000 A 8000 TPDA	190	160	110	160	110	90
II 1000 A 3000 TPDA	190	160	110	160	110	75
III 300 A 1000 TPDA	160	110	75	140	90	60
<b>IV 100 A 300 TPDA</b>	140	90	<b>75</b>	110	75	<b>45</b>
V Menos de 100 TPDA	90	75	60	60	45	45

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

#### 7.5.1.24.2. Distancia de visibilidad de rebasamiento de un vehículo.

La 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 un 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 retomar a su carril si percibe, por la proximidad del vehículo opuesto, que no alcanza a realizar la maniobra completa de adelantamiento.

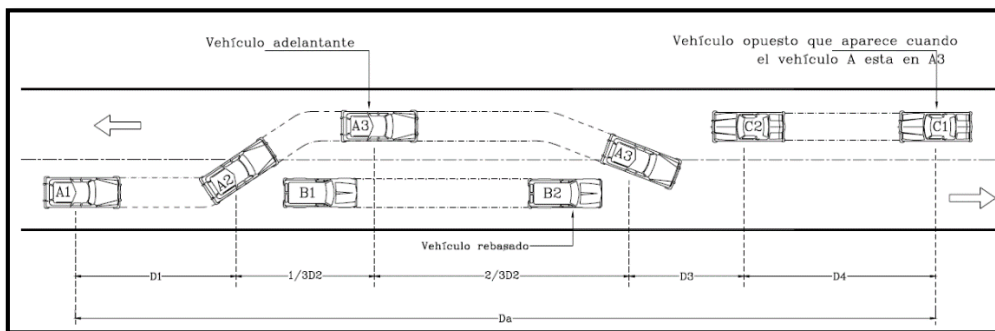
Por lo general, se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente. Usualmente, los valores de diseño para el rebasamiento son suficientes para facilitar ocasionalmente rebasamientos múltiples. Para el cálculo de la distancia mínima de rebasamiento en carreteras de dos carriles, se asume lo siguiente:

1. El vehículo que es rebasado circula a una velocidad uniforme.
2. El vehículo que rebasa viaja a esta velocidad uniforme, mientras espera una oportunidad para rebasar.
3. Cuando el conductor está rebasando, acelera hasta alcanzar un promedio de velocidad de 15 kilómetros por hora más rápido que el otro vehículo que está siendo rebasado.
4. Debe existir una distancia de seguridad entre el vehículo que se aproxima en sentido contrario y el que efectúa la maniobra de adelantamiento.

5. El vehículo que viaja en sentido contrario y el que efectúa la maniobra de rebase van a la misma velocidad promedio.
6. La velocidad del vehículo que es rebasado es la velocidad de marcha promedio a la capacidad de diseño de la vía
7. Esta distancia de visibilidad para adelantamiento, se diseña para carreteras de dos carriles de circulación.

La distancia de visibilidad de adelantamiento o rebase es la sumatoria de cuatro distancias separadas que se muestran en la siguiente imagen.

Figura 33. Distancia de adelantamiento en carreteras de dos carriles, dos sentidos.



Fuente: Contratación y Mantenimiento de Caminos Pio Cuevas Moreno.

El vehículo A corresponde al vehículo que realiza la maniobra de adelantamiento, el vehículo B el que va a ser adelantado mientras que el vehículo C el que viene en sentido contrario.

- **D1:** Corresponde a la distancia recorrida durante el tiempo de percepción – reacción. Este tiempo es el que transcurre desde el momento en que el conductor de acuerdo a la visibilidad existente considera la posibilidad de adelantar, observa hacia adelante y toma la decisión de hacerlo, y se calcula utilizando la siguiente ecuación.

$$D1 = 0.278 \times t_1 \left( v - m + \frac{a \times t_1}{2} \right)$$

Donde:

$v$  = velocidad promedio del vehículo que rebasa, kilómetros por hora.

$t_1$  = tiempo de maniobra inicial, segundos.

*a* = aceleración promedio del vehículo que efectúa el rebase, en kilómetros por hora por segundo, durante el inicio de la maniobra.

*m* = diferencia de velocidad entre el vehículo que es rebasado y el que rebasa, kilómetros por hora.

Los valores de “t1” y “a” dependen de las velocidades de operación y se presentan en unja tabla más adelante.

- **D2:** Se trata de la distancia recorrida por el vehículo desde que deja su carril hasta que regresa a este, luego de adelantar el vehículo. Esta distancia se ha dividido a su vez en dos. La primera equivalente a 1/3, corresponde a la distancia recorrida, hasta que el vehículo cambia al carril contrario y la segunda igual a los 2/3 restantes, la correspondiente a la distancia recorrida desde que invade el carril contrario hasta que regresa a su carril, y se calcula utilizando la siguiente ecuación.

$$D2 = 0.278 \times v \times t_2$$

*Donde:*

*v* = velocidad promedio del vehículo que ejecuta el adelantamiento, kilómetros por hora.

*t2* = tiempo de ocupación del carril opuesto, segundos

- **D3:** Se considera como una distancia de seguridad, estiman su valor dependiendo de grupos de velocidades y su valor promedio variando entre 30 y 90 metros.
- **D4:** Es la distancia recorrida por el vehículo que se desplaza en sentido contrario y se estima que es igual a 2/3 de D2. Se debe tener en cuenta que si un conductor que intenta adelantar y antes de que cambie completamente de carril aparece un vehículo en sentido contrario, lo más normal sería que desistiera de adelantar. Si por el contrario el vehículo se encuentra completamente sobre el carril opuesto y enfrenteado al vehículo que está adelantando, en este caso lo usual debe ser que complete su maniobra de adelantamiento. Por esta razón se toma D4 como 2/3 de D2 ya que las dos velocidades son iguales y se emplean el mismo tiempo y se calcula utilizando la siguiente ecuación.

$$D4 = 0.18 \times v \times t_2$$

Donde:

$v$  = velocidad promedio del vehículo que ejecuta el adelantamiento, kilómetros por hora.

$t_2$  = tiempo de ocupación del carril opuesto, segundos

Finalmente para hallar la distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo es igual a la suma de las cuatro distancias explicadas anteriormente.

$$DVR = D1 + D2 + D3 + D4$$

Tabla 54. Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo recomendado por el MTOP

VELOCIDAD DE DISEÑO KM/H	VELOCIDAD DE LOS VEHICULOS KM/H		DISTANCIA MINIMA DE REBASAMIENTO (m)	
	REBASANDO	REBASANTE	CALCULADA	RECOMENDADA
25	24	40		(80)
30	28	44		(80)
35	33	49		(80)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
<b>50</b>	<b>43</b>	<b>59</b>	<b>345</b>	<b>345 (210)</b>
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830
120	94	110	831	830

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003

Tabla 55. Valores para  $t_1$  y  $t_2$  y aceleración en el rebasamiento.

Grupo de velocidades (kph)	48-64	64-80	80-96	96-112
Velocidad promedio para rebasamiento (kph)	56,00	70,00	84,00	99,00
<b>Maniobra inicial:</b>				
a = aceleración promedio (kph/seg.)	2,24	2,29	2,35	2,40
$t_1$ = tiempo (sea)	3,60	4,00	4,30	4,50
d1 = distancia recorrida (m)	44,00	66,00	88,00	112,00
<b>Ocupación del carril del lado izquierdo:</b>				
$t_2$ = tiempo (seg.)	9,30	10,00	10,70	11,30
d2 = distancia recorrida (m)	145,00	196,00	251,00	313,00
<b>Vehículo opuesto:</b>				
d3 = distancia libre entre el vehículo rebasante y el vehículo opuesto	30,00	55,00	76,00	91,00
d4 = distancia recorrida (m)	30,00	55,00	76,00	91,00
<b>Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)</b>				
<b><math>d_r = d1 + d2 + d3 + d4</math></b>	<b>316</b>	<b>448</b>	<b>583</b>	<b>725</b>

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

- *En el proyecto se obtendrá la distancia de visibilidad para el rebasamiento*

*Datos:*

$$V_{\text{rebasante}} = 59 \text{ KPH}$$

$$V_{\text{rebasado}} = 43 \text{ KPH}$$

$$a = 2.24 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$t_1 = 3.6 \text{ seg}$$

$$t_2 = 9.30 \text{ seg}$$

$$m = 59 - 43 = 16 \text{ m}$$

$$D1 = 0.278 \times t_1 \left( v - m + \frac{a \times t_1}{2} \right)$$

$$D1 = 0.278 \times 3.6 \left( 59 - 16 + \frac{2.24 \times 3.6}{2} \right)$$

$$\mathbf{D1 = 47.07m}$$

$$D2 = 0.278 \times v \times t_2$$

$$D2 = 0.278 \times 59 \times 9.30$$

$$\mathbf{D2 = 152.54m}$$

$$D3 = 30 \text{ a } 90 \text{ m}$$

$$D3 = 30 \text{ m (asumido)}$$

$$D4 = 0.18 \times 59 \times 9.30$$

$$\mathbf{D4 = 98.77m}$$

- ❖ *Distancia de visibilidad para el rebasamiento*

$$DVR = D1 + D2 + D3 + D4$$

$$DVR = 47.07 + 152.54 + 30 + 98.77$$

$$DVR = 328.38 \text{ (calculado)} \approx 330 \text{ m}$$

Para nuestro proyecto el valor de la distancia de visibilidad de rebasamiento está por sobre del mínimo 150 m recomendado en las especificaciones del MTOP. Por lo tanto se utilizará la distancia de rebasamiento  $DVR = 330 \text{ m}$

## 7.5.2. DISEÑO VERTICAL.

El alineamiento vertical de una vía es la proyección del eje de esta sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido al paralelismo se muestra la longitud real de la vía a lo largo del eje. El eje en este alineamiento se llama Rasante Original.

En el diseño vertical, el perfil longitudinal conforma la rasante que está constituida por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas a los cuales dichas rectas son tangentes.

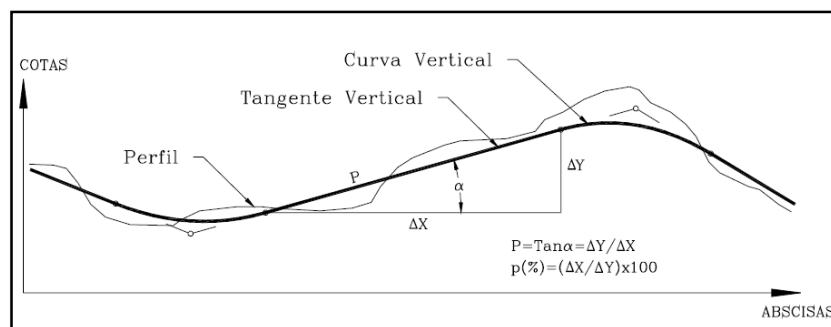
Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten conformar una transición entre pendientes de distinta magnitud, eliminando el quiebre brusco de la rasante. El diseño de estas curvas asegura distancias de visibilidad adecuadas.

Por lo tanto en este diseño se trata de las pendientes longitudinales y las curvas que las enlazan. Estas pendientes deben diseñarse dentro de valores mínimos que dependen de varios factores.

### 7.5.2.1. Factores que intervienen en el diseño horizontal de la vía.

El alineamiento vertical de una vía compuesto por dos elementos principales: rasante y perfil. La rasante a su vez está compuesta por una serie de tramos rectos, llamados tangentes, enlazados entre sí por curvas. La longitud de todos los elementos del alineamiento vertical se consideran sobre la proyección horizontal, es decir, en ningún momento se consideran distancias inclinadas.

Figura 34. Elementos del alineamiento vertical.



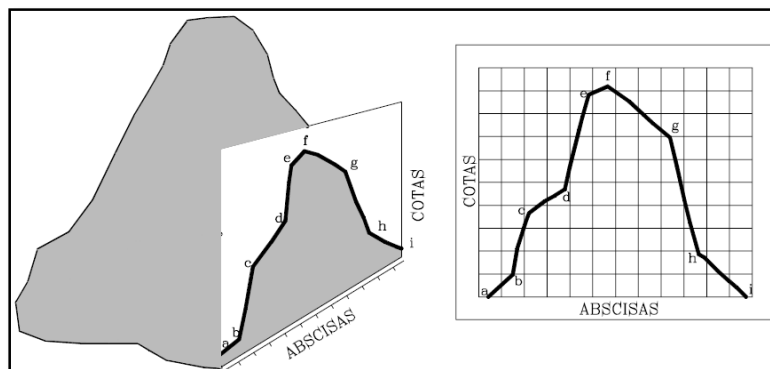
Fuente: Diseño Geométrico de Vías Agudelo Ospina, John Jairo.

### 7.5.2.1.1. Perfil.

El perfil del alineamiento vertical de una vía corresponde generalmente al eje de esta y se puede determinar a partir de una topografía o por medio de una nivelación de precisión. Cuando el eje de un proyecto se localiza en el terreno este debe ser nivelado con el fin de obtener el perfil de dicho terreno y sobre este proyectar la rasante más adecuada.

El diseño vertical o de rasante se realiza con base en el perfil del terreno a lo largo del eje de la vía. Dicho perfil es un gráfico de las cotas del proyecto, donde el eje horizontal corresponde a las abscisas y el eje vertical corresponde a las cotas, dibujadas de izquierda a derecha.

Figura 35. Perfil del terreno.



Fuente: Diseño Geométrico de Vías Agudelo Ospina, John Jairo.

Este perfil debe presentar elevaciones reales, es decir con respecto al nivel medio del mar. Para obtener estas elevaciones reales se debe partir la nivelación desde un NP (nivel de precisión), que corresponde a una placa oficial del Instituto Geográfico Militar (IGM) y de la cual se conoce su altura real.

A lo largo de la nivelación del eje se debe dejar cada 500 metros un BM, con el fin de controlar las cotas durante la construcción, además de permitir verificar la contra nivelación del eje. El error de cierre permitido en una nivelación para una vía es:

$$error_{max} = 1.2 \sqrt{K}$$

Donde:

$K$  = Distancia entre BM, expresada en kilómetros.

$e_{max}$  = error admisible en cm.

Quiere decir que entre dos BM consecutivos, en la nivelación de una vía, el error máximo permisible es:

$$error_{max} = 1.2 \sqrt{K} = 1.2 \sqrt{0.5} = 0.84cm$$

#### 7.5.2.1.2. Rasante.

Compuesta por tangentes y curvas. Las Tangentes tienen su respectiva longitud, la cual es tomada sobre la proyección horizontal ( $\Delta X$ ) y una pendiente ( $p$ ) definida y calculada expresada normalmente en porcentaje. Dicha pendiente se encuentra entre un valor mínimo y máximo que depende principalmente del tipo de terreno, el tipo de vía, la velocidad de diseño y la composición vehicular que podría tener la vía.

Por su parte la curva vertical que permite enlazar dos tangentes verticales consecutivas, y que corresponde a una parábola, brinda las siguientes ventajas:

- ❖ Permite un cambio gradual de pendiente desde la tangente de entrada hasta la tangente de salida.
- ❖ Facilita la operación vehicular de una manera cómoda y segura
- ❖ Brinda una apariencia agradable.
- ❖ Permite un adecuado drenaje.

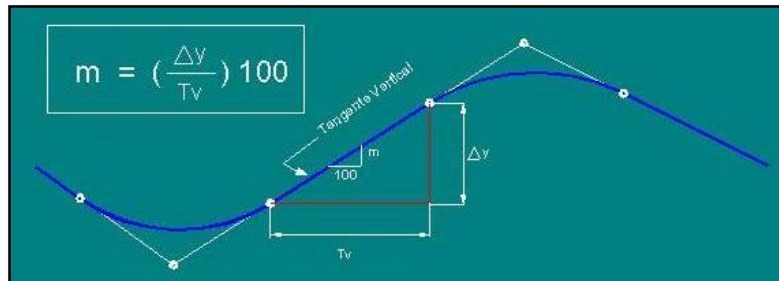
#### 7.5.2.2. Pendientes máximas

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



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

Figura 36. Diseño vertical



Fuente: Diseño Geométrico de Vías Terrestre Pablo Paro

La gradiente "m" de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia horizontal entre dos puntos de la misma.

Tabla 56. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.

TPDA	CLASE DE CARRETERA	VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MAXIMAS (%)					
		RECOMENDABLE			ABSOLUTO		
		LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO	LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
MAS DE 8000	RI - R-II	2	3	4	3	4	6
DE 3000 A 8000	I	3	4	6	3	5	7
DE 1000 A 3000	II	3	4	7	4	6	8
DE 300 A 100	III	4	6	7	6	7	9
DE 100 A 300	IV	5	6	<b>8</b>	6	8	<b>10</b>
MENOS DE 100	V	5	6	8	6	8	14

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

Las pendientes altas aumentan cuando los recorridos son largos o cuando los volúmenes reducen la posibilidad de rebasamiento, por esto se ha normalizado la longitud crítica de gradiente. Cuando sea imprescindible utilizar gradientes altas se debe procurar que sea en tramos cortos.

En los tramos en corte se evitara 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 al 2%

Tabla 57. Pendientes máximas de acuerdo a la velocidad de diseño.

VELOCIDAD DE DISEÑO KM/H	PENDIENTES MAXIMAS DE ACUERDO A LA VELOCIDAD DE DISEÑO		
	LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
20	8	9	10
30	8	9	10
40	8	9	10
50	8	8	8
60	8	8	8
70	7	7	7
80	7	7	7
90	6	6	6
100	6	5	5
110	5	5	5

**Fuente:** Norma ecuatoriana vial NEVI-12-MTOP.

En caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor del 5%, se proyectara, aproximadamente cada tres kilómetros, un tramo de descanso de una longitud no menor de 500m, con pendiente no mayor de 2. Se determina la frecuencia y la ubicación de estos tramos de descanso de manera que se consigan las mayores ventajas y los menores incrementos del costo de construcción.

En general, cuando en la construcción de carreteras se emplee pendientes mayores al 10%, se recomienda que el tramo con esta pendiente no exceda 180m. Distancias mayores requieren un análisis en conformidad con el tipo de tráfico que circula por la vía

Es deseable que la máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2000 m no supere el 6%. Las pendientes máximas que se indican en la tabla 52, son aplicables.

En curvas con radios menores a 50m de longitud debe evitarse pendientes en exceso a 8%, debido a que la pendiente en el lado interior de la curva se incrementa muy significativamente

### 7.5.2.3. 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.

#### 7.5.2.4. Longitud crítica.

El término “longitud crítica de gradiente” se usa para indicar la longitud máxima de gradiente cuesta arriba, sobre la cual puede operar un camión representativo cargado, sin mayor reducción de su velocidad y, consecuentemente, sin producir interferencias mayores en el flujo de tráfico.

Para una gradiente dada, y con volúmenes de tráfico considerables, longitudes menores que la crítica favorecen una operación aceptable, y viceversa.

Con el fin de poder mantener una operación satisfactoria en carreteras con gradientes que tienen longitudes mayores que la crítica, y con bastante tráfico, es necesario hacer correcciones en el diseño, tales como el cambio de localización para reducir las gradientes o añadir un carril de ascenso adicional para los camiones y vehículos pesados.

Esto es particularmente imperativo en las carreteras que atraviesan la cordillera de los Andes. Los datos de longitud crítica de gradiente se usan en conjunto con otras consideraciones, tales como el volumen de tráfico en relación con la capacidad de la carretera, con el objeto de determinar sitios donde se necesitan carriles adicionales.

Para establecer los valores de diseño de las longitudes críticas de gradiente, se asume lo siguiente:

- ❖ La longitud crítica de gradiente es variable de acuerdo con la disminución de la velocidad del vehículo que circula cuesta arriba; esto es, a menor reducción de la velocidad se tiene una mayor longitud crítica de gradiente.
- ❖ Se establece una base común en la reducción de la velocidad, fijándola en 25 KPH, para efectos de la determinación de la longitud de la gradiente crítica promedio.

Para calcular la longitud crítica de gradiente se tiene la siguiente fórmula:

$$G\% = \frac{240}{Lc^{0.705}}$$

*Donde:*

*Lc = longitud crítica de la gradiente*

*G = gradiente cuesta arriba expresada en porcentaje*

Según especificaciones la gradiente y longitud máxima varían de acuerdo a los valores:

Longitud de 1000 m, para gradientes del 8 – 10%.

Longitud de 800 m, para gradientes del 10 – 12%.

Longitud de 500 m, para gradientes del 12 – 14%.

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1 por ciento, en terrenos ondulados y montañosos, a fin de reducir los costos de construcción, para las vías de I, II, III clase.

#### **7.5.2.5. Curvas Verticales.**

Las curvas verticales se usan para dar transiciones suaves entre los cambios de pendiente o tangentes, los mismos que pueden ser circulares, parabólicas cuadráticas y parabólicas cúbicas. Las curvas verticales, deben proporcionar distancias de visibilidad adecuadas sobre crestas y hondonadas. La visibilidad, es uno de los parámetros fundamentales en el diseño de las curvas verticales, porque permite al usuario detenerse, antes de llegar a un obstáculo ubicado en la vía; o cuando, se encuentre con un vehículo que circula en sentido contrario.

Las curvas verticales se clasifican en cóncavas y convexas: En las curvas convexas gobierna la distancia de parada segura, mientras que en las curvas cóncavas prima la distancia visual de luz delantera. En las rasantes que superan cierto valor, las curvas verticales deberán cumplir con las condiciones mínimas determinadas para el diseño.

La longitud mínima se calcula con la siguiente fórmula:

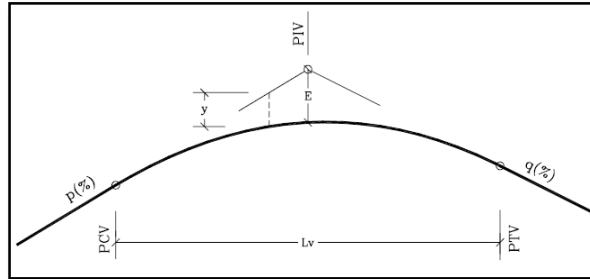
$$L_{cv \min} = 0.60 \times Vd$$

$$L_{cv \min} = 0.60 \times 50$$

$$L_{cv \min} = 30 \text{ metros.}$$

### 7.5.2.5.1. Elementos de una curva vertical.

Figura 37. Elementos de una curva vertical.



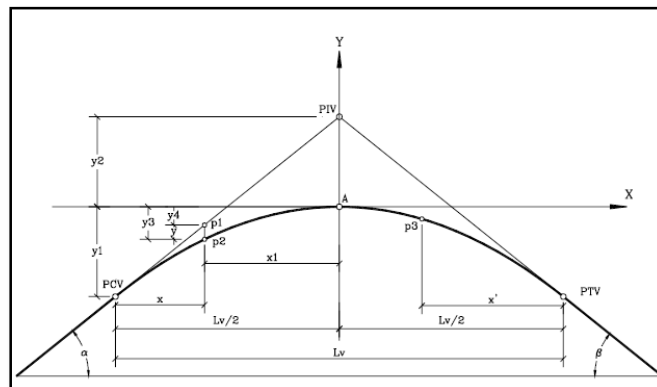
Fuente: Diseño Geométrico de Vías Agudelo Ospina, John Jairo.

<b>ELEMENTOS QUE CONFORMA UNA CURVA VERTICAL</b>	
PCV	Principio de curva vertical
PIV	Punto de intersección vertical
PTV	Principio de tangente vertical. Final de la curva vertical
E	Externa. Distancia vertical entre el PIV y la curva vertical
Lv	Longitud de curva vertical
p(%)	Pendiente inicial o de llegada expresada en porcentaje
q(%)	Pendiente final o de salida expresada en porcentaje
y	Corrección vertical
A	Diferencia algebraica de pendientes = $q - p$

### 7.5.2.5.2. Curva vertical simétrica.

Se denomina curva vertical simétrica aquella donde la proyección horizontal de la distancia PCV – PIV es igual a la proyección horizontal de la distancia PIV – PTV. En el siguiente gráfico se tiene una parábola cuyo eje vertical y eje horizontal se cruzan en el punto A, definiéndolo como el origen de coordenadas cartesianas (0,0).

Figura 38. Curva vertical simétrica.

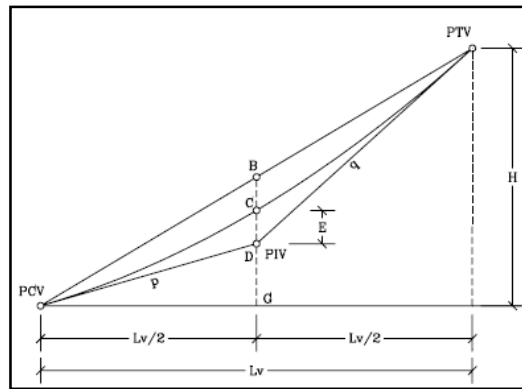


Fuente: Diseño Geométrico de Vías Agudelo Ospina, John Jairo.

La distancia  $y_1$  se denomina flecha mientras  $y_2$  se conoce como externa, por lo tanto en una parábola simétrica la externa es igual a la flecha.

En la siguiente imagen, también se tiene otra curva vertical simétrica. Donde la distancia del PCV – PIV, es igual a la distancia del PIV- PTV

Figura 39. Curva vertical simétrica 2.

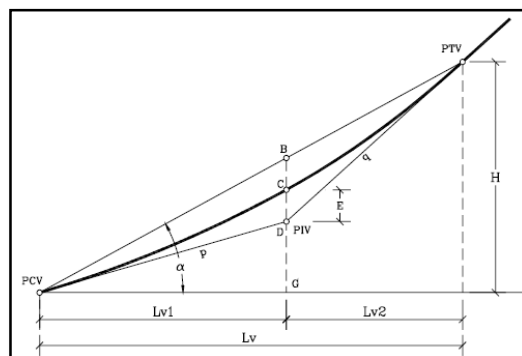


Fuente: Diseño Geométrico de Vías Agudelo Ospina, John Jairo.

### 7.5.2.5.3. Curva vertical simétrica.

La curva vertical asimétrica es aquella donde las proyecciones de las dos tangentes de la curva son de diferente longitud. En otras palabras, es la curva vertical donde la proyección horizontal de la distancia PCV a PIV es diferente a la proyección horizontal de la distancia PIV a PTV. Este tipo de curva es utilizado cuando alguna de las tangentes de la curva está restringida por algún motivo o requiere que la curva se ajuste a una superficie existente, que solo la curva asimétrica podría satisfacer esta necesidad.

Figura 40. Curva vertical asimétrica.



Fuente: Diseño Geométrico de Vías Agudelo Ospina, John Jairo.

### 7.5.2.6. Curvas verticales convexas.

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

$$L_{cv} = \frac{AD \times S^2}{426}$$

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

$$L_{cv} = K \times AD$$

Donde:

*L<sub>cv</sub>* = Longitud de la curva vertical

*AD* = Diferencia algebraica de gradientes

*S* = Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros

*K* = Factor para la determinación de la longitud, específico para curvas convexas.

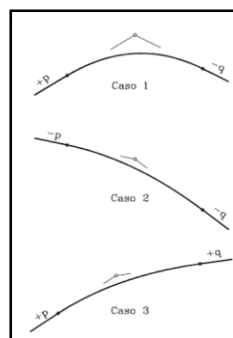
#### Las curvas verticales convexas presentan tres casos:

Caso 1:  $p > 0, q < 0$

Caso 2:  $p < 0, q < 0, p > q$

Caso 3:  $p > 0, q > 0, p > q$

Figura 41. Casos curva vertical convexa



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

La curva del Caso 1, cuando las pendientes tienen diferente signo, presenta a lo largo de su trayectoria un punto de cota máxima, mientras que para los otros dos casos, 2 y 3, el punto de cota máxima de la curva estaría ubicado al principio y al final de esta, respectivamente.

Tabla 58. 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 ecuatoriana vial NEVI-12-MTOP.

Tabla 59. Curvas verticales convexas mínimas.

VALORES MÍNIMOS DE DISEÑO DEL COEFICIENTE "K" PARA LAS DETERMINACIONES DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES CÓNVEVAS MÍNIMAS										
CLASE DE CARRETERA					VALOR RECOMENDABLES			VALOR ABSOLUTAS		
					LL	O	M	LL	O	M
R - I	R - II	>	8000	TPDA	115	80	43	80	43	28
I	3000	a	8000	TPDA	80	60	28	60	28	12
II	1000	a	3000	TPDA	60	43	19	43	28	7
III	300	a	1000	TPDA	43	28	12	28	12	4
IV	100	a	300	TPDA	28	12	7	12	3	2
V	menos de		100	TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.



Tabla 60. Valores mínimos del coeficiente "K" convexas mínimas.

CURVAS VERTICALES CONVEXAS MINIMAS			
VELOCIDAD DE DISEÑO	DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA "S"	COEFICIENTE $K = S^2/246$	
		KPH	(m)
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	1
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
<b>50</b>	<b>55</b>	<b>7.10</b>	<b>7</b>
60	70	11.50	12
70	90	19.01	19
80	110	28.40	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

En el proyecto:

El factor de coeficiente mínimo será igual a: **K=7.00**, para terreno montañoso

**7.5.2.7. Curvas verticales cóncavas.**

Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo.

La siguiente fórmula indica la relación entre la longitud de la curva, la diferencia algebraica de gradientes y la distancia de visibilidad de parada. En este tipo de curvas el diseño de su longitud está basado en la distancia de alcance de rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de la visibilidad de parada.

$$Lcv = \frac{AD \times S^2}{122 + 3.5 S}$$

Donde:

*Lcv* = Longitud de curva vertical

*AD* = Diferencia algebraica de gradientes

*S* = Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros

*K* = Factor para la determinación de la longitud, específico para curvas cóncavas

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

$$Lcv = K \times AD$$

Donde:

*Lcv* = Longitud de la curva vertical

*AD* = Diferencia algebraica de gradientes

*K* = Factor para la determinación de la longitud, específico para curvas cóncavas

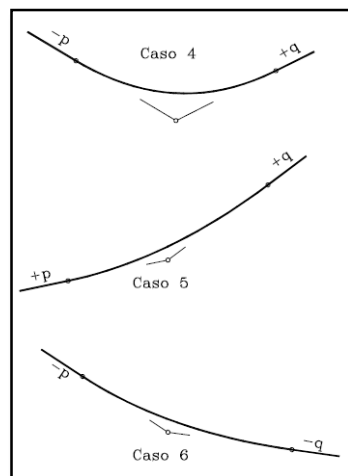
**Las curvas verticales convexas presentan tres casos:**

Caso 4:  $p < 0, q > 0$

Caso 5:  $p > 0, q > 0, p < q$

Caso 6:  $p < 0, q < 0, p < q$

Figura 42. Casos curva vertical cóncava



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

Para este tipo de curva, existe en el Caso 4, un punto en la curva donde se presenta la cota mínima. Los otros dos casos, 5 y 6, presentan su cota mínima sobre la curva al principio y al final de esta, respectivamente.

Tabla 61. Índice 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 ecuatoriana vial NEVI-12-MTOP.

Tabla 62. Curvas verticales cóncavas mínimas.

CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS MÍNIMAS			
VELOCIDAD DE DISEÑO	DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA "S"	COEFICIENTE $K = S^2/122 + 3.5S$	
KPH	(m)	CALCULADO	REDONDEADO
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

Tabla 63. Valores mínimos del coeficiente "K", cóncavas mínimas

VALORES MÍNIMOS DE DISEÑO DEL COEFICIENTE "K" PARA LAS DETERMINACIONES DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS MÍNIMAS										
CLASE DE CARRETERA					VALOR			VALOR		
					RECOMENDABLES			ABSOLUTAS		
					LL	O	M	LL	O	M
R - I	R - II	>	8000	TPDA	115	80	43	80	43	28
I	3000	a	8000	TPDA	80	60	28	60	28	12
II	1000	a	3000	TPDA	60	43	19	43	28	7
III	300	a	1000	TPDA	43	28	12	28	12	4
IV	100	a	300	TPDA	28	12	7	12	3	2
V	menos	de	100	TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

En el proyecto:

El factor de coeficiente mínimo será igual a:  $K = 10.00$ , para terreno montañoso

#### 7.5.2.8. Longitud de la curva vertical.

La longitud de la curva vertical debe tener un valor tal que, brinde una apropiada comodidad, permita la adecuada visibilidad de parada, suministre una buena apariencia a la vía,.

Para definir cuál será la longitud de la curva vertical, es importante definir el valor "**K**", de modo que al multiplicarlo por la diferencia algebraica de pendientes se obtenía la longitud de curva vertical que garantizará la suficiente visibilidad de parada. Este valor de "**K**", que depende del tipo de curva, cóncava o convexa, y de la velocidad de diseño, se puede definir como la variación de longitud por unidad de pendiente.

Se tiene entonces que la longitud mínima de curva es:

$$L_{cv} = K \times AD$$

Donde:

$L_{cv}$  = Longitud de la curva vertical (m)

$AD$  = Diferencia algebraica de gradientes

$K$  = Factor para la determinación de la longitud, específico para curvas cóncavas ( %)

Por lo tanto:

$$K = \frac{Lcv}{AD}$$

Significa la longitud requerida de curva para efectuar un cambio de pendiente del 1%. Por ejemplo si se tiene una curva vertical de 80 metros y las pendientes son  $p=3\%$  y  $q=-5.0\%$ , entonces:

$$K = \frac{80}{-5 - 3} = 10m/\%$$

Significa que para la curva en cuestión se requieren 10 metros de distancia horizontal para cambiar 1% de pendiente.

En algunos casos la diferencia algebraica de pendientes puede ser muy pequeña, lo que arrojaría una longitud de curva muy corta. En estos casos donde por visibilidad se requiere una longitud demasiado pequeña se debe especificar por razones de estética una longitud mínima, que varía de acuerdo a la velocidad de diseño. Dada la gran importancia del coeficiente  $K$ , a continuación se presenta la tabla con los valores de éste, de acuerdo al tipo de curva y la velocidad de diseño, según el INV. También aparecen los valores mínimos recomendados de longitud de curva vertical que se deben de usar cuando  $K \cdot AD$  están por debajo de dicho valor.

Tabla 64. Valores de  $K$ , según el INV.

VALORES DE K PARA CURVAS VERTICALES			
VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)	CURVAS CÓNCAVAS	CURVAS CONVEXAS	LONGITUD MÍNIMA
30	4	2	30
40	7	4	30
50	10	8	40
60	15	13	50
70	20	20	50
80	25	31	60
90	31	44	70
100	37	58	70
120	56	117	90

Fuente: Diseño Geométrico de Vías Agudelo Ospina, John Jairo.

Para valores de por encima de 50 se recomienda tener cuidado con el drenaje de la vía, principalmente cuando se tienen pendientes contrarias. Esto se debe a que para valores de  $K$  superiores a 50 la curva tiende a ser plana en su parte central dificultando así el drenaje de la vía.

#### 7.5.2.9. Distancia de visibilidad en curvas verticales.

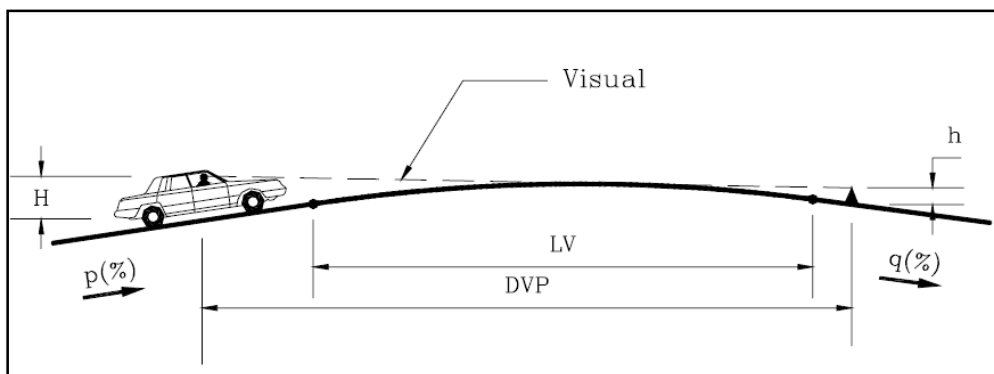
Cuando se lleva a cabo el diseño de la rasante de una vía es necesario asumir o determinar la longitud apropiada de cada una de las curvas verticales que conforman dicha rasante. Esta longitud debe ser tal que además de brindar comodidad y suministrar una agradable apariencia y un adecuado drenaje, garantice la suficiente seguridad al menos en lo que respecta a la distancia de visibilidad de parada. Se hace entonces necesario determinar la longitud mínima de la curva vertical de modo que a lo largo de esta y en sus proximidades se tenga siempre la distancia de visibilidad de parada.

Para determina esta longitud se debe tener en cuenta si se trata de una curva vertical cóncava o una curva vertical convexa ya que las condiciones de visibilidad son diferentes. A su vez cada tipo de curva presenta dos casos; el primero cuando tanto el vehículo como el obstáculo se encuentran por fuera de la curva vertical y el segundo cuando ambos se encuentran ubicados dentro de la curva vertical.

##### 7.5.2.9.1. Curva vertical convexa. Distancia de visibilidad de parada.

Esta curva debe tener mayor longitud vertical. Para este caso se tiene la siguiente imagen, donde presenta los siguientes elementos.

Figura 43. Visibilidad en curva vertical convexa con  $DVP > LV$ .



Fuente: Diseño Geométrico de Vías Agudelo Ospina, John Jairo

Donde:

$L_v$  = Longitud curva vertical en metros

$DVP$  = Distancia de visibilidad de parada requerida en metros

$p$  = Pendiente inicial en porcentaje

$q$  = Pendiente final en porcentaje

$A$  = Diferencia algebraica de pendientes en porcentaje

$H$  = Altura del ojo del conductor = 1.15 m

$h$  = Altura del obstáculo = 0.15 m

Como la distancia de visibilidad de parada depende directamente de la velocidad de diseño, se podría decir que:

$$L_{cv} = K \times AD$$

Donde:

$$K = \frac{(DVP)^2}{425}$$

Significa que para cada valor de velocidad de diseño, tendremos un valor de K, el cual nos sirve para calcular multiplicando por la diferencia algebraica de pendientes, la longitud mínima de la curva vertical convexa, de modo que se cumpla la distancia de visibilidad de parada.

Tabla 65. Valores K, para curvas verticales convexas.

VALORES DE K PARA CURVAS VERTICALES CONVEXAS - AASHTO			
VELOCIDAD DE DISEÑO KPH	CURVAS CONVEXAS K (Minimo)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA	LONGITUD MINIMA
30	3	30	20
40	5	40	25
<b>50</b>	<b>7</b>	<b>55</b>	<b>30</b>
60	14	70	35
70	22	90	40
80	32	110	45
90	43	135	50
100	62	160	55

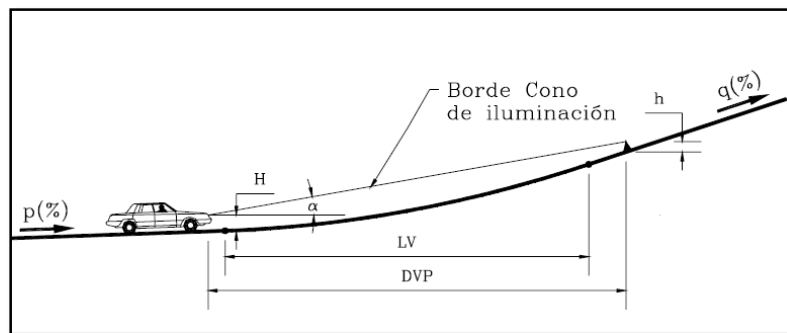
Fuente: Diseño Geométrico de vías AASHTO.

### 7.5.2.9.2. Curva vertical cóncava. Distancia de visibilidad de parada.

El análisis para la curva vertical cóncava se realiza teniendo en cuenta la visibilidad nocturna donde la iluminación producida por las luces delanteras del vehículo juega un papel importante. La visibilidad diurna no representa ningún problema ya que todo conductor ubicado dentro de una curva vertical cóncava siempre tendrá la visibilidad necesaria para su seguridad a menos que dentro de la curva vertical este ubicada una curva horizontal. En vías urbanas donde existe iluminación artificial la longitud mínima de la curva vertical se rige más bien por la comodidad en la marcha y la estética.

Esta curva debe tener mayor longitud vertical. Para este caso se tiene la siguiente imagen, donde presenta los siguientes elementos.

Figura 44. Visibilidad en curva vertical cóncava con  $DVP > LV$ .



Fuente: Diseño Geométrico de Vías Agudelo Ospina, John Jairo.

Donde:

$L_v$  = Longitud curva vertical en metros

$DVP$  = Distancia de visibilidad de parada requerida en metros

$p$  = Pendiente inicial en porcentaje

$q$  = Pendiente final en porcentaje

$A$  = Diferencia algebraica de pendientes en porcentaje

$H$  = Altura de las luces delanteras del vehículo = 0.60 m

$h$  = Altura del obstáculo = 0.15 m

$\alpha$  = Angulo formado por el borde del cono de iluminación y el eje prolongado del faro =  $1^\circ$



Donde:

$$K = \frac{(DVP)^2}{120 + 3.5 DVP}$$

Significa que para cada valor de velocidad de diseño, tendremos un valor de K, el cual nos sirve para calcular multiplicando por la diferencia algebraica de pendientes, la longitud mínima de la curva vertical cóncava, de modo que se cumpla la distancia de visibilidad de parada.

Tabla 66. Valores de K, para curvas verticales cóncavas.

VALORES DE K PARA CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS - AASHTO			
VELOCIDAD DE DISEÑO KPH	CURVAS CÓNCAVAS K (Mínimo)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA	LONGITUD MÍNIMA
30	4	30	20
40	8	40	25
<b>50</b>	<b>10</b>	<b>55</b>	<b>30</b>
60	15	70	35
70	20	90	40
80	25	110	45
90	30	135	50
100	37	160	55

Fuente: Diseño Geométrico de vías AASHTO.

Tabla 67. Cálculo y elementos de las curvas verticales.

Tipo de Curva Vertical: Curva Convexa 1			
PVC Abscisa:	0+166.57	Elevación:	3665.944m
PVI Abscisa:	0+231.43	Elevación:	3672.430m
PVT Abscisa:	0+296.30	Elevación:	3671.531m
Gradiente 1:	10.00%	Gradiente 2:	1.39%
Diferencia de Gradientes:	11.39%	Factor K:	11.394m
Longitud de la Curva	129.728m	Radio de Curvatura	1139.365m
Longitud de Rebasamiento:	200.677m	Longitud de Parada:	123.060m

Elaboró: Henry Buri.

Tipo de Curva Vertical: Curva Convexa 2			
PVC Abscisa:	0+376.40	Elevación:	3670.421m
PVI Abscisa:	0+426.40	Elevación:	3669.728m
PVT Abscisa:	0+476.40	Elevación:	3666.480m
Gradiente 1:	1.39%	Gradiente 2:	6.50%
Diferencia de Gradientes:	5.11%	Factor K:	19.570m
Longitud de la Curva	100.000m	Radio de Curvatura	1957.040m
Longitud de Rebasamiento:	352.629m	Longitud de Parada:	180.060m

Elaboró: Henry Buri.

### **7.5.3. ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL**

#### **❖ OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE TRÁFICO.**

##### **General.**

- El objetivo de este estudio es desarrollar el proyecto de señalización de tránsito del tramo vial comprendido entre Galten y el Barrio Catequilla, como complemento del proyecto de rehabilitación de la carretera existente.

##### **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.

#### **❖ 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.

##### **7.5.3.1. 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.

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

- Señalización Temporal
- Señalización Permanente

#### **7.5.3.1.1. 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.
  - Identificación de áreas de operación, almacenamiento, acopio, disposición de desechos, parqueo, espera, servicios, etc.
  - Acciones inmediatas en caso de contingencias.
  - Deberes y derechos de los trabajadores.
  - Normas de respeto al ambiente, higiene, recomendaciones de comportamiento, etc.
  - La rotulación de carácter general se ubicará en los sitios de concentración de personal.

### 7.5.3.1.2. 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. (Ver Planos).

### 7.5.3.2. Señalización horizontal.

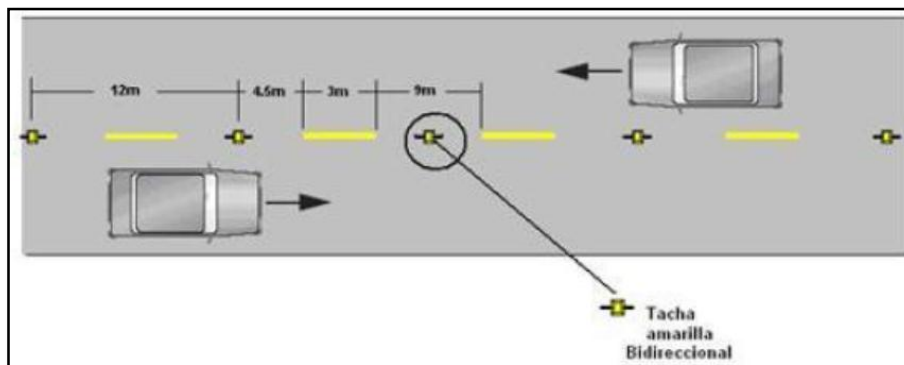
La señalización horizontal corresponde a las rayas, símbolos y letras que se colocan o se pintan sobre los pavimentos, estructuras u objetos dentro o adyacentes a las vías, con el fin de informar a los usuarios, prevenir ciertos riesgos y regular o canalizar el tránsito.

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.

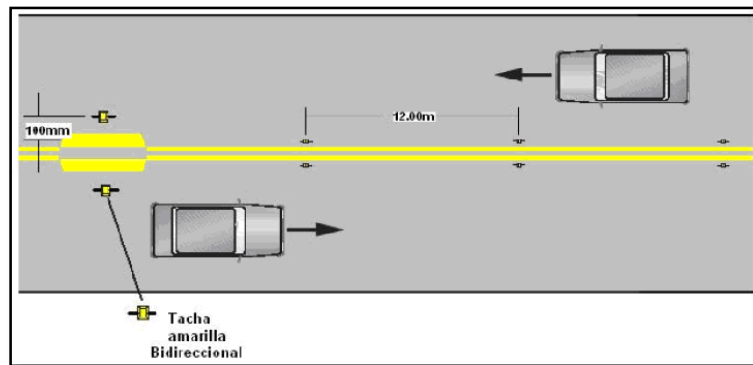
Figura 45. Línea segmentada de separación de circulación opuesta.



**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.

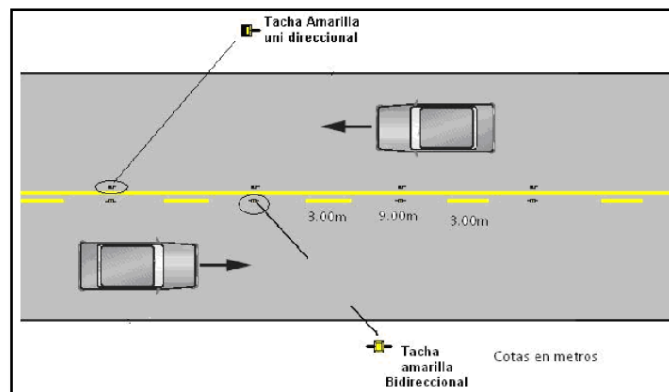
Figura 46. Doble línea continua



**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.

Figura 47. Línea mixta



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

- En todos 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.

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 4,50 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.

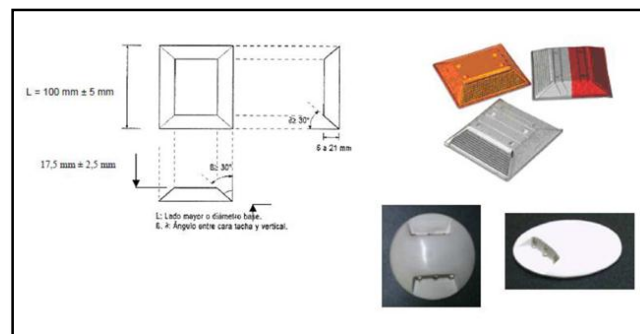
#### ❖ **Indicadores de kilometraje:**

Con el fin de que el usuario de la vía se informe sobre el recorrido que realiza, se colocarán mojones indicadores de kilometraje, que son estructuras de hormigón de 1m de alto, 0.20 m x 0.20 m, que contienen el kilometraje en su cara frontal.

#### ❖ **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.

*Figura 48. Tachas reflectivas.*



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



### 7.5.4.3. 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 LÍMITEN 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:

#### ❖ Señales reglamentarias (código R).

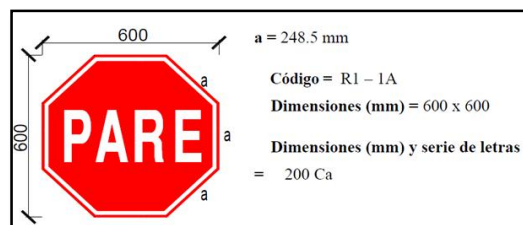
Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito.

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

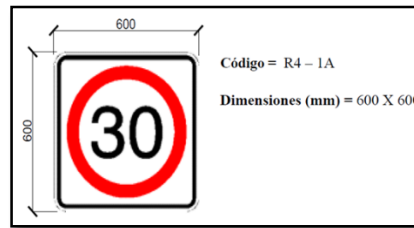
Figura 49. Señalización vertical: Pare.



**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 50km/h.

Figura 50. 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.

Tabla 68. Señales Regulatorias: Vía Barrio Galten - Catequilla

N°	ABSCISA	SEÑAL
<b>DIRECCIÓN GALTEN-CATEQUILA</b>		
1	0+000.00	Rotulo: Pare
2	0+360.00	Rotulo: Velocidad maxima
<b>DIRECCIÓN CATEQUILA - GALTEN</b>		
4	0+360.00	Rotulo: Velocidad maxima
5	0+683.66	Rotulo: Pare

Elaboro: Henry Buri.

❖ **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.

Figura 51. Curva peligrosa a la derecha y curva peligrosa a la izquierda.

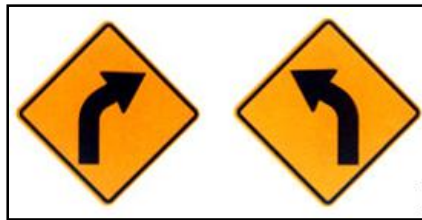


Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

- **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 y para aquellas de radio entre 80 y 300m.

Figura 52. 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.

Figura 53. 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.

Figura 54. 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.

- **Bifurcación derecha y bifurcación izquierda:**

Estas señales se emplearán para advertir al conductor la proximidad a una bifurcación de la vía por el costado izquierdo o derecho de la misma. Estas señales deberán complementarse con las señales “Pare”o“Ceda el paso”.

Estas señales deberán ser utilizadas en todas las vías interceptantes o concurrentes con el fin de advertir, a los conductores que transitan por ellas, de las condiciones del cruce, empalme o bifurcación a encontrar.

Figura 55. Bifurcación izquierda y bifurcación derecha.



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

### ❖ 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 confirmación de jurisdicción vial (Número de corredor vial), nombre de las vías, de poblados, etc. (I1-3)
- ✓ Serie información para autopistas (I1-4)
- ✓ Series diagramáticas (I1-5)
- ✓ Serie de postes de kilometraje (D1-7)

Figura 56. Señales informativas.

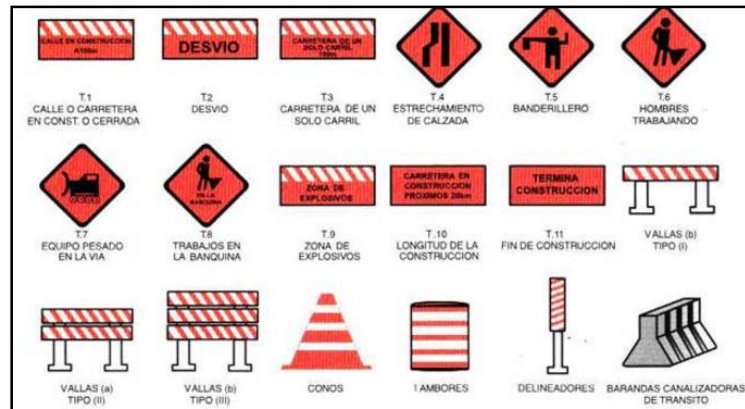


Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

❖ **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.

Figura 57. Señales verticales de trabajos en la vía.

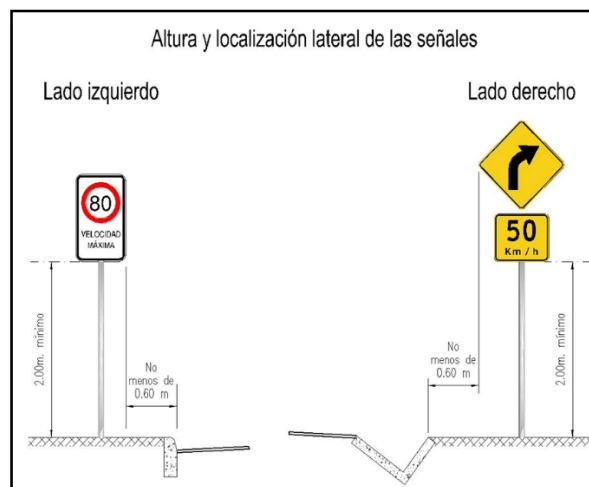


Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

**7.5.4.3.1. 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.

Figura 58. Altura y localización lateral de las señales.



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

En caso de que la visibilidad al lado derecho no sea completa, debe colocarse una señal adicional a la izquierda de la vía.

La altura de la señal medida desde su extremo inferior, hasta la cota del borde del pavimento, no será menor de 1,50 m. La distancia horizontal de la señal medida desde su extremo interior, hasta el borde de la cuneta no será menor que 0,60 cm.

Las señales preventivas se colocarán antes del riesgo que traten de prevenir a 20 m, de acuerdo a la velocidad de operación del proyecto 50KPH.

Tomando en cuenta las consideraciones antes descritas, se ubicará la señalización preventiva de la vía que une la comunidad del Galten – barrio Catequilla, en las abscisas que se describen en las tablas siguientes:

*Tabla 69. Señales preventivas: Vía Barrio Galten - Catequilla*

N°	ABSCISA	SEÑAL
<b>DIRECCIÓN GALTEN-CATEQUILA</b>		
1	0+000.00	Rotulo: Limite de velocidad
2	0+020.00	Rotulo: Curva pronunciada a la derecha
3	0+140.00	Rotulo: Curva pronunciada a la izquierda
4	0+400.00	Rotulo: Curva peligrosa a la derecha
5	0+550.00	Rotulo: Curva pronunciada a la izquierda
<b>DIRECCIÓN CATEQUILA - GALTEN</b>		
6	0+620.00	Rotulo: Curva pronunciada a la derecha
7	0+560.00	Rotulo: Curva peligrosa a la izquierda
8	0+310.00	Rotulo: Curva pronunciada a la derecha
9	0+080.00	Rotulo: Curva pronunciada a la izquierda

Elaboro: Henry Buri.

#### ❖ 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

Los rótulos se colocarán en puntos importantes como entradas y salidas de poblaciones, sitios turísticos, bosques, etc.

Serán montados sobre tubos de hierro de diámetro 3", con una longitud de 2,30 m desde el suelo, las placas serán de forma rectangular, con fondo verde y letras blancas.

#### **7.5.4.4. Conclusiones y Recomendaciones.**

##### **❖ Conclusiones:**

- 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.
- Es muy importante para la eficiente operación de la vía, que todos los dispositivos para el control de tránsito diseñado y propuesto en los planos, sean implementados luego de la construcción de la carretera.

##### **❖ Recomendaciones.**

- Mantener un programa de conservación y reposición de señales que podrían perderse por accidentes o robo.
- Mantener un programa de monitoreo de las condiciones de circulación, accidentabilidad y la funcionalidad de las señales de tránsito, para que éstas sean reubicadas o cambiadas y de ser el caso, incrementar señales para una eficiente operación vehicular.



#### **7.5.4. ESTUDIO HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO DE ESTRUCTURAS DE ARTE MENOR.**

##### **❖ DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:**

El Gobierno Provincial de Chimborazo, como parte de su programación de intervención de carreteras a nivel de la Provincia, dentro de su política de integrar a todos sus poblaciones; y, teniendo en cuenta la importancia de carácter local que representa como parte del mismo, ha previsto la elaboración de los ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VÍA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN – BARRIO CATEQUILLA PERTENECIENTE AL CANTÓN CHAMBO, dentro del cual está el análisis Hidráulico e Hidrológico de Arte Menor, que consiste en realizar el sistema de drenaje de la vía 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.

Tanto en los sistemas de drenaje superficial como subterráneo, no sería posible su dimensionamiento sin la contribución de la hidrología e hidráulica, pues ésta servirá para determinar los caudales de diseño, mismos que deberán ser captados, conducidos y evacuados.

##### **❖ OBJETIVOS.**

- 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) del año 2012, 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 la vía en estudio.

#### **7.5.4.1. Información básica.**

Como en el área del estudio no se cuenta con estaciones meteorológicas, se ha empleado La información, emitida por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) del año 2012.

Para la consecución del presente estudio, se dispondrá entonces de la siguiente información:

- Cartas topográficas inherentes al proyecto, mismas que fueron proporcionadas por el IGM
- Levantamientos topográficos de la zona de estudio
- Datos meteorológicos, proporcionados por el INAMHI
- Normas de Diseño Geométrico MOP 2003 (CAP IX – Drenaje Vial)

Al no haber registros, inventarios ni estudios de drenaje del sector, por esta razón, el presente estudio toma por aproximación al área de influencia, además tomarán las informaciones hidrográficas, de estaciones con características similares (Estación Pluviométrica de Riobamba la Politécnica) debido a que en la zona de influencia no existe dicha información.

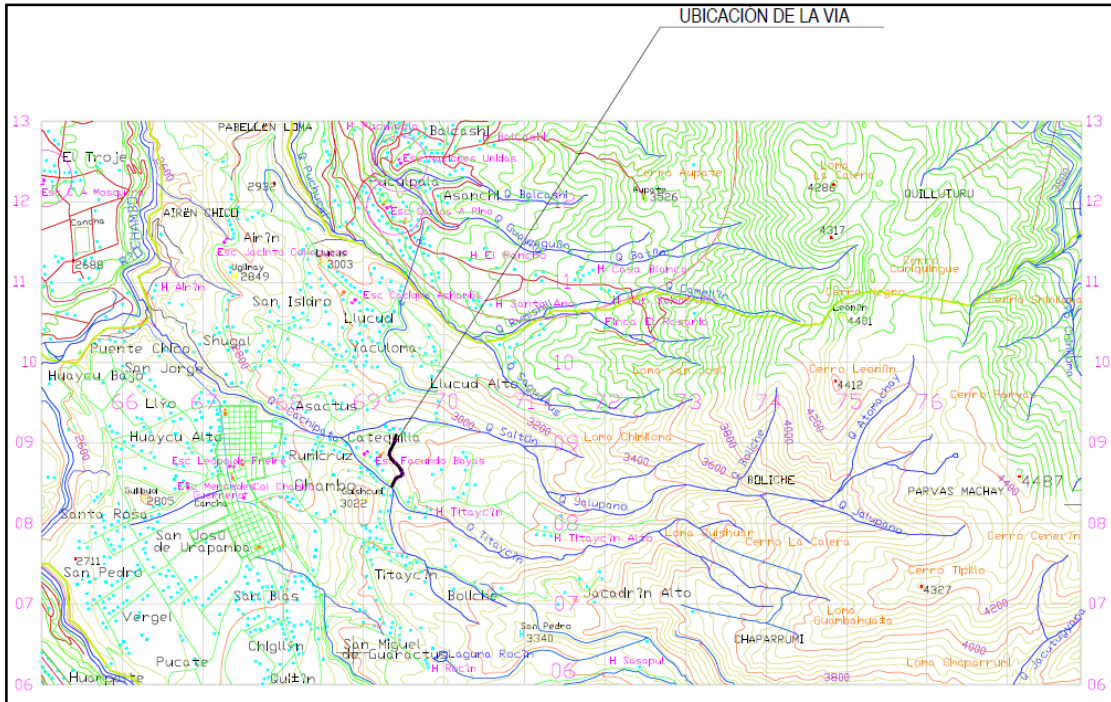
#### **7.5.4.2. Generalidades.**

Este proyecto se encuentra ubicado en la Provincia de Chimborazo, Cantón Chambo, Parroquia Catequilla, Barrio Catequilla. Con coordenadas al Norte: 9808487, al Este: 769355, Elevación: 3000 msnm, Datum WGS84, Zona 17 Sur.

### 7.5.4.3. Cartografía.

La vía en estudio se ubica íntegramente en el mapa del Instituto Geográfico Militar, carta a escala 1:50.000, que abarca el área de influencia del proyecto vial, existiendo además la faja topográfica en escala 1:1000.

Figura 59. Carta Topográfica – Cantan Chambo.



Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM)

### ❖ Clasificación de cuencas según su tamaño.

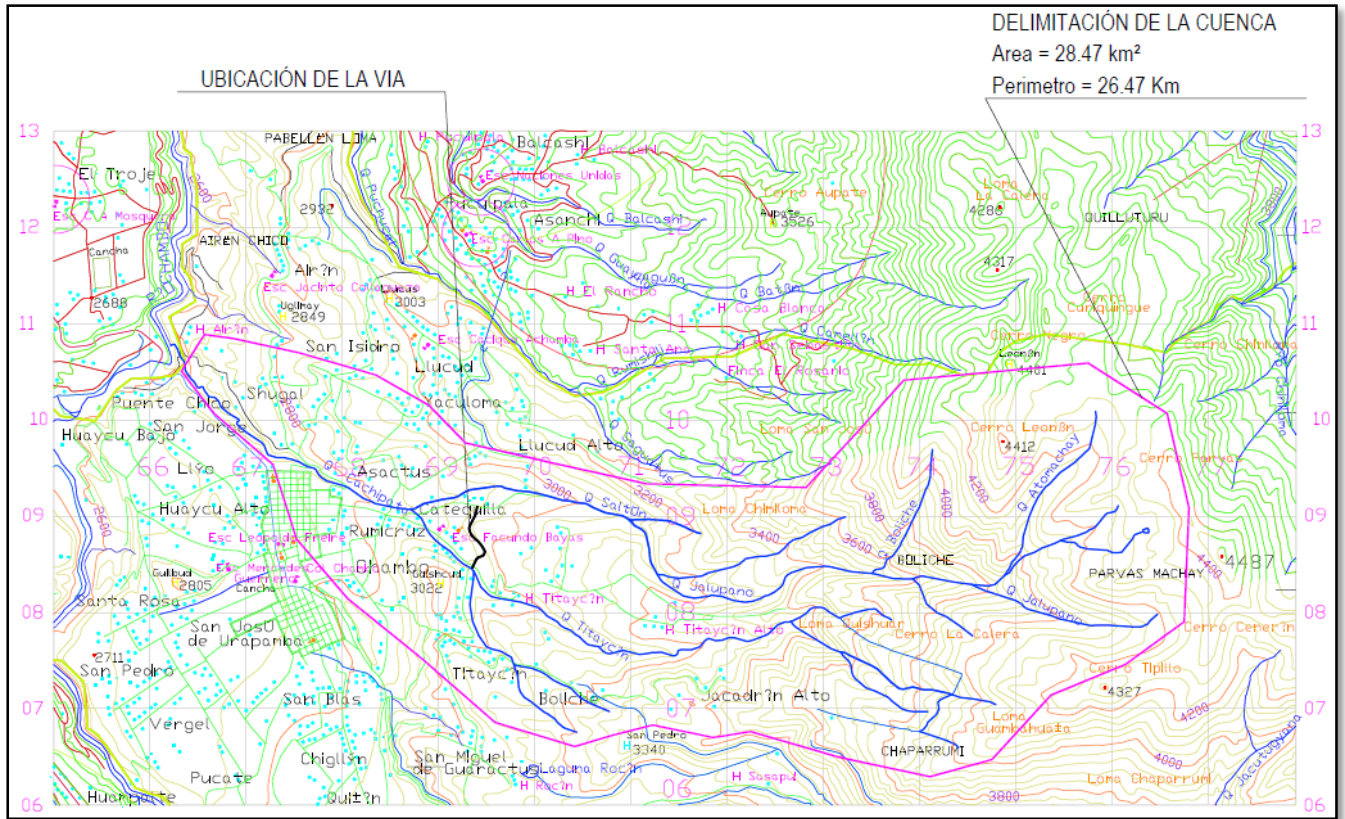
Tabla 70. Clasificación de las cuencas por su área.

CLASES DE TAMAÑOS DE CUENCAS (KM <sup>2</sup> )	
Rango de áreas	Clases de tamaños
5KM <sup>2</sup> o menos	Unidad
5 - 20 KM <sup>2</sup>	Sector
20 - 100 KM <sup>2</sup>	Microcuenca
100 - 300 KM <sup>2</sup>	Subcuenca
Mayor de 300 KM <sup>2</sup>	Cuenca

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

- **Delimitación de la microcuenca**

Figura 60. Delimitación de la cuenca hidrográfica.



Elaboró: Henry Buri.

#### 7.5.4.4. Información meteorológica en la estación Chambo - Finca Guadalupe (M-406)

- ❖ **Bioclima:**

Los datos que contamos para el análisis de los aspectos climatológicos que inciden directamente en el diseño hidráulico son los registros estadísticos de las estaciones meteorológicas más cercanas ubicadas en Chambo – Finca Guadalupe (M-134), con información climatológica dentro del periodo de los años 1976 a 1990 (14 años), localizada en las coordenadas Latitud: 1° 42' 42" S, Longitud: 78° 36' 5" W.

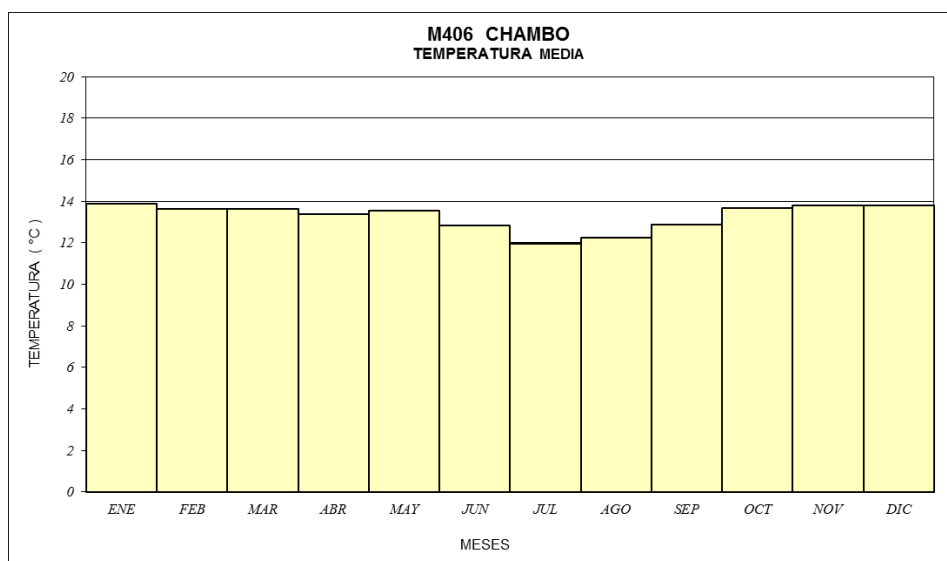
❖ **Temperatura:**

Tabla 71. Datos meteorológicos: Temperatura media mensual.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA PROYECTO HiBAm TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C) SERIES DE DATOS METEOROLOGICOS													
NOMBRE: CHAMBO PERIODO: 1980 - 1991			LATITUD: 1° 42' 42" S LONGITUD: 78° 36' 5" W			CODIGO: M134			ELEVACION: 2640				
VALORES MENSUALES													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1980	14.5	14.3	13.6	14.0	13.8	13.0	12.2	12.4	13.4	13.4	14.0	14.3	13.6
1981	14.0	13.6	14.1		13.9	12.9	11.2	12.6	13.0	14.3	14.6	14.1	13.6
1982	14.0	14.4	14.6	13.8	13.5	13.1	11.9	12.1	13.2	13.8	14.1	14.2	13.6
1983	14.7	14.1	14.6	14.1	14.0	13.6	12.6	12.4	12.3	13.2	14.3	13.7	13.6
1984	13.0	12.9	13.3	13.2	13.3	12.4	11.5	12.8	12.5	13.7	13.1	13.3	12.9
1985	14.0	12.7	13.6	14.0	12.9	12.2	11.2	12.8	12.9	13.9	13.4	13.4	13.1
1986	13.6	13.5	13.1	13.2	13.4	12.1	11.4	12.5	13.0	14.0	13.8	13.2	13.1
1987	14.0	13.3	14.1	13.4	13.7	13.1	12.7	10.5	13.5	14.0	14.1	13.6	13.3
1988	13.8	13.6	13.0	13.3	13.8	13.1	12.4	12.6	12.3	13.2	13.3	14.5	13.2
1989	13.2	13.0	12.5	11.4	13.0	12.3	12.3	12.8	12.6				
1990		14.5	13.5										
1991						13.6	12.0	11.4	12.9	13.2	13.3		
media	13.9	13.6	13.6	13.4	13.5	12.9	11.9	12.3	12.9	13.7	13.8	13.8	13.3
mínima	13.0	12.7	12.5	11.4	12.9	12.1	11.2	10.5	12.3	13.2	13.1	13.2	
máxima	14.7	14.5	14.6	14.1	14.0	13.6	12.7	12.8	13.5	14.3	14.6	14.5	

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

Gráfico 8. Temperatura media.



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

La temperatura media anual registra 13.3 °C

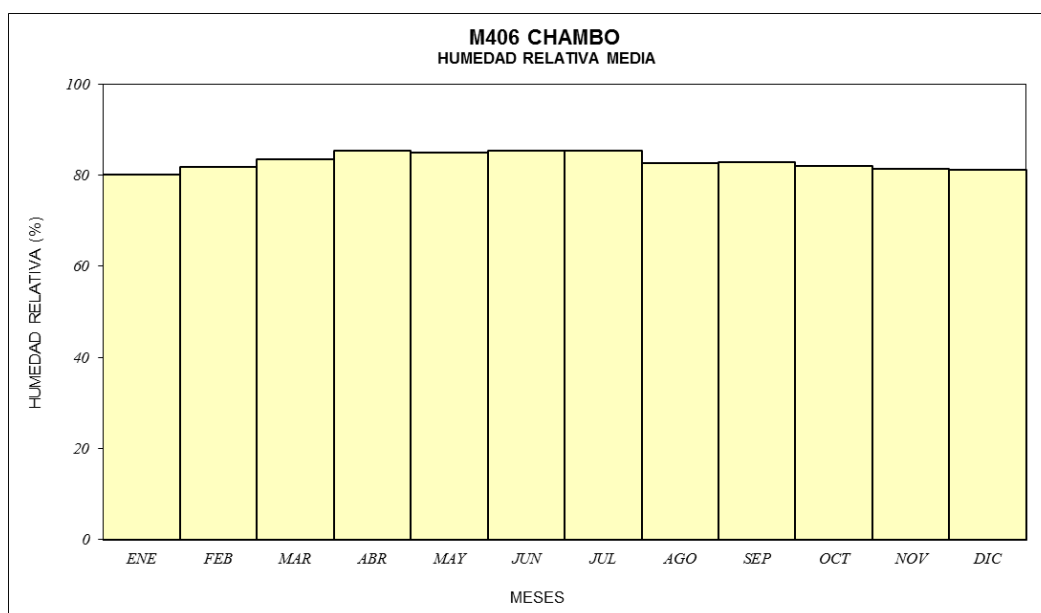
❖ **Humedad Relativa:**

Tabla 72. Datos meteorológicos: Humedad relativa media

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA PROYECTO HiBAm HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (%) SERIES DE DATOS METEOROLOGICOS													
NOMBRE: CHAMBO				CODIGO: M406				ELEVACION: 2640					
PERIODO: 1980 - 1991 LATITUD: 1° 42' 42" S LONGITUD: 78° 36' 5" W													
VALORES MENSUALES													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1980	74	75	79	79	79	79	79	76	75	81	78	76	78
1981	76	80	84	83	80	80	84	78	76	78	78	80	80
1982	78	77	80	85	85	83	84	83	82	82	86	88	83
1983	86	87	87	90	92	85	83	84	86	86	80	83	86
1984	84	88	86	89	86	92	90	83	89	86	82	85	87
1985	80	80	82	81	87	88	88	83	80	71	76	80	81
1986	79	82	81	85	82	85	86	84	85	82	81	84	83
1987	79	85	83	88	88	84	85	83	82	82	80	82	83
1988	81	85	85	89	84	85	88	85	86	86	87	76	85
1989	84	84	86	85	87	91	88	87	85	84	83	78	85
1990		78	85										
1991						88	83	84	85	83	83		
media	80	82	83	85	85	85	85	83	83	82	81	81	83
mínima	74	75	79	79	79	79	79	76	75	71	76	76	
máxima	86	88	87	90	92	92	90	87	89	86	87	88	

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

Gráfico 9. Humedad relativa media.



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

La humedad relativa media oscila entre el 68 – 80%

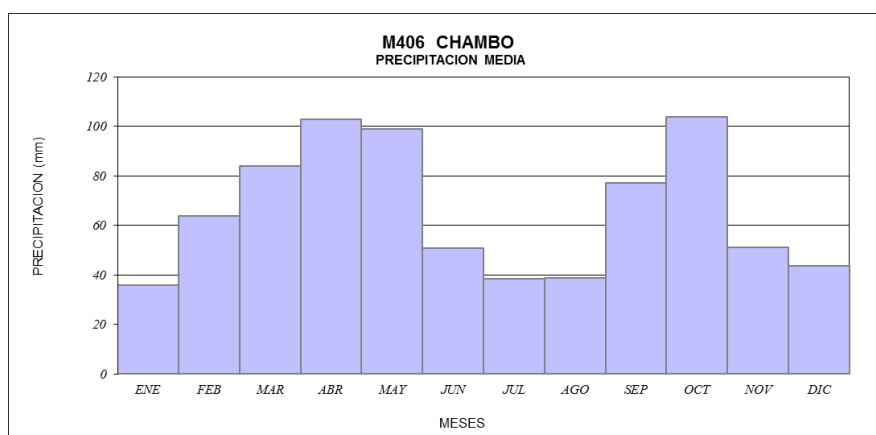
❖ **Precipitación anual mensual.**

Tabla 73. Datos meteorológicos: Precipitación mensual anual.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA													
PROYECTO HiBAm													
PRECIPITACION MENSUAL (mm)													
SERIES DE DATOS METEOROLOGICOS													
NOMBRE: CHAMBO-FINCA GUADALUPE						CODIGO: M406							
PERIODO: 1975 - 1990			LATITUD: 1° 42' 42" S			LONGITUD: 78° 36' 5" W			ELEVACION: 2640				
VALORES MENSUALES													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA
1975												35.5	
1976	30.1	41.7	63.8	33.9	73.0	41.7	42.7	42.1	38.9	27.3	77.8	37.0	550.0
1977	33.6	33.8	46.9	29.1	17.2	52.3	9.9	94.6	188.6	118.7	14.3		
1978	16.5	37.1	36.2	198.2	123.6	48.2	20.3	13.7	142.8	14.0	13.2	65.8	729.6
1979	12.8	88.0	102.9	82.3	75.9	16.8	3.3	21.4	53.5	94.4	44.6	7.3	603.2
1980	44.2	66.8	38.1	47.7	25.7	30.9	25.1	27.8	22.1	82.1	88.1	57.7	556.3
1981	21.5	40.6	88.6	57.8	48.4	16.4	45.2						
1982							27.7	19.4	20.1	64.0	88.4	131.5	
1983	82.2	84.1	155.3	304.4	302.9								
1984								30.4	99.4	49.0	52.7	19.9	
1985	18.4	9.2	17.0	38.7	153.7	11.2	25.0	53.9	47.5	65.8	39.0	51.7	531.1
1986	29.5		57.7	105.4	61.5	27.8	44.4	23.9	58.3	136.8	93.9	47.1	
1987	9.0	89.3	101.3	134.5	96.5	10.6	42.6	31.1	59.6	134.5	36.7	20.0	765.7
1988	27.0	109.2	154.9	109.1		90.4	77.7	54.1	55.8	137.3		46.7	
1989	84.4	100.3	263.6	88.5		212.3	97.4	51.7	139.2	323.8	13.8	5.9	
1990	58.7	64.8	35.4	61.2									
media	36.0	63.7	83.9	102.8	98.9	50.8	38.4	38.7	77.2	104.0	51.1	43.8	789.3
minima	9.0	9.2	17.0	29.1	17.2	10.6	3.3	13.7	20.1	14.0	13.2	5.9	
maxima	84.4	109.2	263.6	304.4	302.9	212.3	97.4	94.6	188.6	323.8	93.9	131.5	

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

Gráfico 10. Precipitación media.



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

- Presenta una precipitación anual desde 131.5 a 789.3 mm.
- Presenta una precipitación mensual desde 14 a 104 mm.
- Precipitación máxima diaria desde 9.00 hasta 84.40 mm.

#### **7.5.4.5.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 Km<sup>2</sup>) de acuerdo a la siguiente expresión:

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

*Donde:*

**Q:** Caudal de diseño m<sup>3</sup>/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 Km<sup>2</sup>.

#### **❖ 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 escorrentía pico y la tasa de lluvia para cuenca de drenaje, lo cual difiere con la realidad con un cierto grado de relatividad.

El coeficiente de escorrentía también depende de las características, condiciones del suelo, tipo de área urbana o rural, pendiente del terreno.

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



Tabla 74. Coeficientes de escurrimiento.

COBERTURA VEGETAL		PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 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, VEGETACIÓN DENSA	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 estudio se va adoptar un valor de  $C = 0.50$ , para pastos y vegetación ligera.

#### ❖ 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

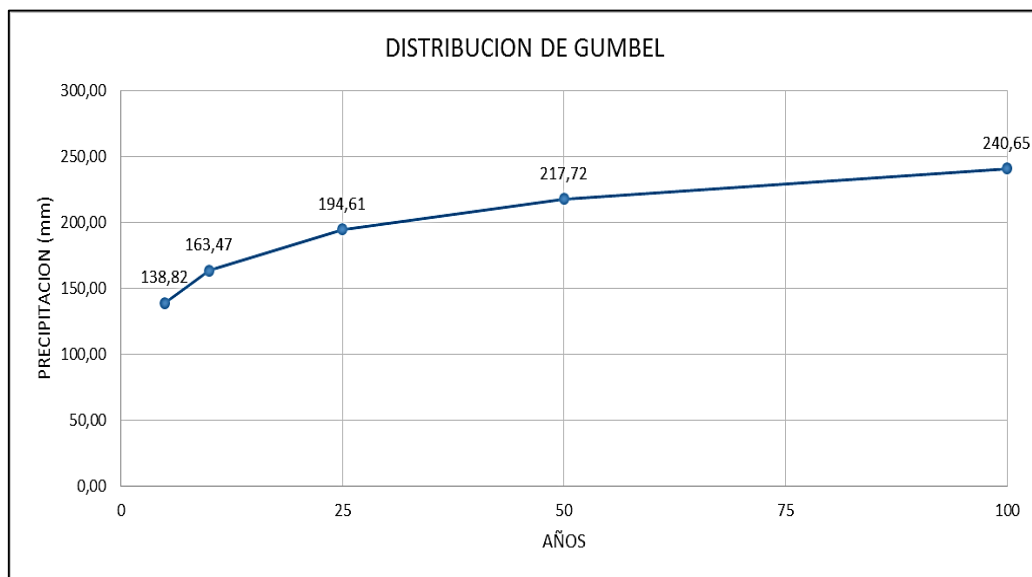
$I$ = intensidad de la precipitación

#### ❖ Intensidad de precipitación.

Los datos meteorológicos necesarios para el cálculo de las crecidas, consisten en las intensidades de diseño para diferentes periodos de retorno, considerando duraciones del mismo orden de magnitud que los tiempos de concentración de cada subcuenca.

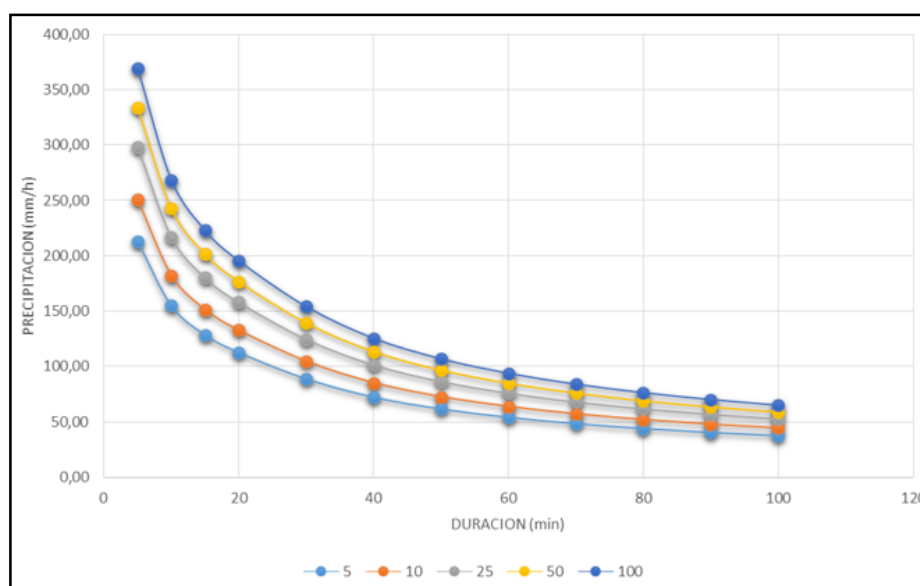
El cálculo se efectuó a partir de las intensidades obtenidas de las curvas Intensidad - Duración - Frecuencia elaboradas con la ecuación de Intensidades Máximas (ZONA 16), sobre la base de los datos generados por el Estudio de Lluvias Intensas publicado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) en 1999.

Gráfico 11. Distribución del Gumbel.



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

Gráfico 12. Curva - intensidad - duración - frecuencia (IDF). Estación M406 - Chambo - Finca Guadalupe



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

❖ **Período de retorno.**

El sistema menor de drenaje, deberá ser diseñado para un periodo de retorno mínimo de 10 años. El período de retorno está en función de la importancia económica. El sistema de drenaje deberá ser diseñado para un periodo de retorno de 25 años. Sin embargo el diseñador podrá proponer periodos de mayores a los mencionados, según su criterio le indique que hay mérito para postular un mayor margen de seguridad debido al valor económico.

*Tabla 75. Periodo de retornos en años.*

PERIODO DE RETORNO T (AÑOS)					
Duración (min)	Periodo 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).

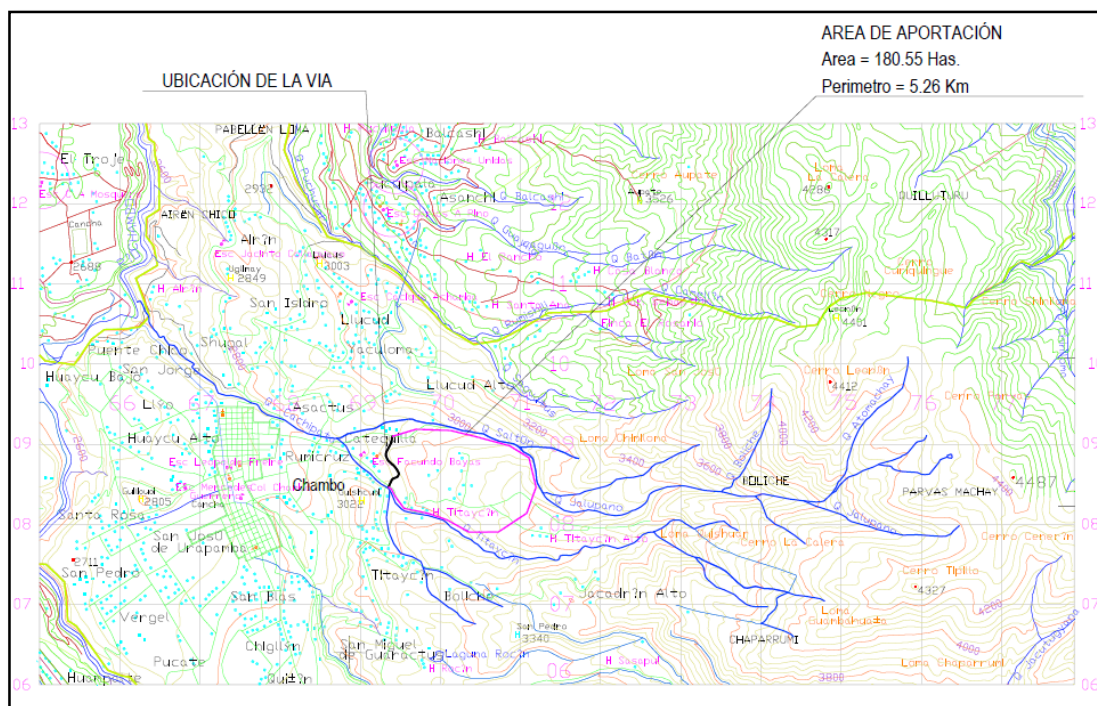
❖ **Áreas de aportación.**

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 los ductos y 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.

Tabla 76. Delimitación del área de aportación.



Elaboró: Henry Buri.

#### 7.5.4.5.1. Cálculo del caudal.

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

Datos:

$C = 0.50$  adimensional, valor extraído de la tabla 71

$I = 151 \text{ mm/h}$ , valor extraído del grafico 12, para un período de retorno de 10 años

$A = 1.80 \text{ Km}^2$ .

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

$$Q = \frac{0.50 * 151 * 1.80}{360}$$

$$Q = 0.377 \frac{m^3}{s} \approx 0.38 \frac{m^3}{s}$$

- De acuerdo al cálculo, nuestro caudal de diseño para dimensionar las obras de drenaje es de  $0.38 \text{ m}^3/\text{s}$

#### 7.5.4.6. 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.

#### 7.5.6.7. Diseño de cunetas laterales.

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 0.40 metros de altura y 0.80 metros de ancho (ver detalle de la sección típica), revestida de hormigón simple de  $f'c=180 \text{ Kg. /cm}^2$  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:

$Qt$  = Caudal total a ser evacuado, m<sup>3</sup>/s.

$Q1$  = Caudal aportado por el talud de corte, m<sup>3</sup>/s.

$Q2$  = Caudal aportado por el semi ancho de la vía, m<sup>3</sup>/s.

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

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

Donde:

$Q$  = Caudal en m<sup>3</sup>/s.

$C$  = Coeficiente de escorrentía.

$I$  = Intensidad de precipitación pluvial en mm/h.

$A$  = Área de aportación en ha

#### ❖ 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 0.30 para un suelo arenoso, cultivado o con escasa vegetación, y “C2” de 0.60, para adoquinados de la calzada. Ver valores en la tabla 74.

Tabla 77. Coeficientes de escorrentía.

AREA DE DRAJAJE O SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	
Pavimentos de Hormigón u hormigón asfáltico	0.75	0.95
Pavimentos de Macadán Asfáltico o Sup. de Grava Tratada	0.65	0.80
<b>Pavimentos de Grava, Macadán, Adoquinados</b>	0.25	<b>0.60</b>
<b>Suelo Arenoso, Cultivado o con Escasa Vegetación</b>	0.15	<b>0.30</b>
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:** Contratación y Mantenimiento de Caminos Pio Cuevas Moreno.

La intensidad de lluvia calculada para un periodo de lluvia de 10 años y un tiempo de concentración de 20 minutos es de “I” = 151 mm/hora

El área considerada como aporte del talud de corte se ha considerado una altura promedio de 5 m y un semi-ancho de la vía equivale a una longitud de 3 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.

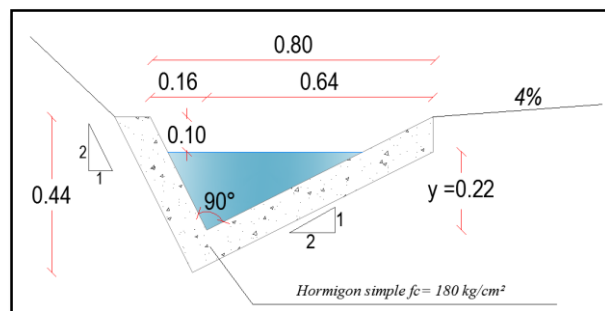
$$Q = \frac{((C1 * A1 + C2 * A2) * I * L * E^6)}{3.60}$$

$$Q = \frac{((0.30 * 5 + 0.60 * 3) * 151 * L * E^6)}{3.60}$$

$$Q = 0.00014 * L \text{ (Expresión A)}$$

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:

*Figura 61. Sección Transversal de cuenta tipo lateral.*



**Elaboró:** Henry Buri.

*En donde se obtiene:*

**A** = 0.0611 m<sup>2</sup>, área de la sección mojada

**P** = 0.74 m, perímetro mojado

**R** = A/ P = 0.0826 m, Radio hidráulico

**n** = 0.013, coeficiente de rugosidad para hormigón.

- **Ecuación de velocidad:**

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

**Q** = Descarga o caudal de diseño en m<sup>3</sup>/s.

**V** = Velocidad promedio en m/s.

**A** = Área de la sección transversal del flujo en m<sup>2</sup>.

**S** = Pendiente longitudinal del canal en m/m.

**n** = Coeficiente de aspereza de Manning.

**R** = Radio hidráulico en m.

- **Ecuación el caudal:**

$$Q = V * A$$

- **Longitud en función de la pendiente.**

$$Q = V * A$$

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

$$Q = \frac{1}{0.013} * 0.0826^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * 0.0611$$

$$Q = 0.89 * S^{\frac{1}{2}} \text{ (Expresión B)}$$

- Igualamos la expresión A con la expresión B y obtenemos:

$$0.00014 * L = 0.89 * S^{\frac{1}{2}}$$



$$L = 6357.14 * S^{\frac{1}{2}}$$

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

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

$$V_{adm} = \frac{1}{0.013} * 0.0826^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$V_{adm} = 14.59 * S^{\frac{1}{2}}$$

$$V_{max} = 4 \text{ m/s}$$

- **Pendiente máxima del proyecto:**

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

$$4 = \frac{1}{0.013} * 0.0826^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$4 = 14.59 * S^{\frac{1}{2}}$$

$$S^{\frac{1}{2}} = \frac{4}{14.59}$$

$$S = \left( \frac{4}{14.59} \right)^2$$

$$S \text{ máx} = 7.52 \% \approx 8 \%$$

De tal modo que en la Tabla se muestra los resultados de la capacidad de la cuneta lateral propuesta:

Figura 62. Capacidad de la cuneta lateral propuesta.

GRADIENTE %	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL Q Adm (m <sup>3</sup> /s)	LONGITUD MÁX. (m)	LONGITUD REDONDEADA
0.10	0.46	0.03	201.03	202
0.20	0.65	0.04	284.30	286
0.30	0.80	0.05	348.19	350
0.40	0.92	0.06	402.06	404
0.50	1.03	0.06	449.97	450
0.70	1.22	0.07	531.88	532
0.80	1.30	0.08	568.60	570
1.00	1.46	0.09	635.71	636
2.00	2.06	0.13	899.04	900
2.50	2.31	0.14	1005.15	1006
3.00	2.53	0.15	1101.09	1102
3.50	2.73	0.17	1189.31	1190
4.00	2.92	0.18	1271.43	1272
4.50	3.09	0.19	1348.55	1350
5.00	3.26	0.20	1421.50	1422
5.50	3.42	0.21	1490.88	1492
6.00	3.57	0.22	1557.17	1558
6.50	3.72	0.23	1620.76	1622
7.00	3.86	0.24	1681.94	1682
7.50	4.00	0.24	1740.97	1742
8.00	4.13	0.25	1798.07	1800

Elaboró: Henry Buri.

La pendiente máxima del proyecto se le redondea al 8%, con un caudal de 0.0982 m<sup>3</sup>/s, que está por debajo de la capacidad máxima de 0.25 m<sup>3</sup>/s, del caudal de diseño, cumpliendo así con la capacidad que soporta la cuneta, a una longitud de 1800 metros y a una velocidad de 1.60 m/s que también es inferior a la velocidad máxima de 4 m/s.

#### 7.5.6.8. Conclusiones y recomendaciones.

##### ❖ Conclusiones.

- Para el cálculo de caudales se adoptó un período de retorno equivalente a 10 años para el dimensionamiento de las cunetas.

- El coeficiente de escorrentía fue adoptado en cada caso particular en dependencia del tipo de suelo, gradiente del terreno, condiciones de permeabilidad, uso del suelo y cobertura vegetal del entorno.
- La velocidad máxima de escurrimiento del agua se ha limitado en el diseño hidráulico a 4,00 m/s en superficies de hormigón, zampeados y metálicas.
- La capacidad hidráulica de las secciones triangulares adoptadas para las cunetas laterales se ha calculado sobre la base de la máxima escorrentía superficial esperada en los límites de la calzada y derecho de vía.
- En lo que respecta al drenaje longitudinal éste se mejorará con la implantación de cunetas laterales revestidas en hormigón simple a ambos costados de la apertura de la vía.
- En el presenta proyecto no incluye alcantarillas transversales, ya que la longitud de la vía es de 0+683.66 Km, y según norma se debe implementar una alcantarilla cada 500 0 700 metros y sobre todo desembocarlas a una quebrada, en el lugar no cuenta con una quebrada, por lo que el agua superficial puede ser evacuada tranquilamente por las cunetas laterales y ser captadas por la Calle Mercedes Moncayo en donde se une la vía en estudio.

❖ **Recomendaciones.**

- Se recomienda realizar periódicas campañas de limpieza por parte de la entidad encargada del mantenimiento vial en las estructuras pertenecientes al sistema de drenaje superficial propuesto en actual estudio.

### **7.5.5. 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.

#### **❖ 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.

#### **7.5.5.1. Trabajos de campo.**

- **Muestreo:**

Se realizó excavaciones de pozos a cielo abierto de 1,00 metro de profundidad cada 200 metros, aproximadamente, dando como resultado un total de 3 sondeos.

En las muestras alteradas de la sub-rasante se realizó ensayos de: granulometría, límites de atterberg, a partir del cual se procedió a realizar la clasificación SUCS de los suelos.

#### **7.5.5.2. 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 a lo largo de ruta del proyecto.

Los siguientes ensayos de laboratorio fueron realizados en las diferentes muestras alteradas obtenidas:

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

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

#### **7.5.5.2.1. Granulometría.**

Los suelos deben identificarse y clasificarse con una buena descripción de campo y/o laboratorio, mediante observaciones, pruebas o ensayos sencillos que permiten seleccionar los ensayos de laboratorio fijando el tipo, calidad y cantidad de la muestra.

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.

Se denomina clasificación granulométrica a la medición y graduación, que se lleva a cabo de los granos de los suelos, con fines de análisis.

El análisis granulométrico, al cual se somete un suelo es de mucha ayuda para la construcción de proyectos de carreteras.

### ❖ **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 Noma INEN 685 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.

#### **A continuación se describe el procedimiento de ensayo:**

- 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° 4, 10, 40, 100, 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 cuatro muestras restantes
- k. Calcular y tabular los datos obtenidos.

### ❖ Clasificación SUC (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS).

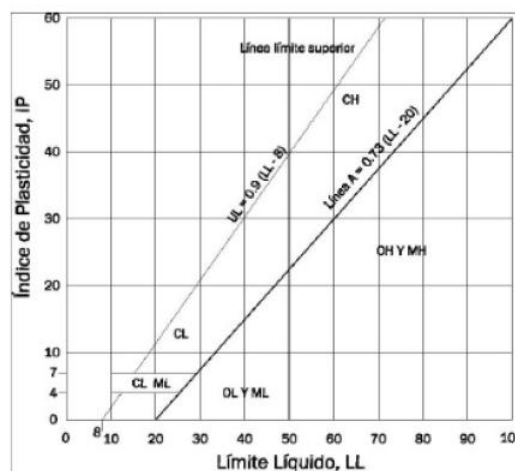
Este sistema clasifica los suelos en dos amplias categorías: “suelos de grano grueso que son de naturaleza tipo grava y arenosa con menos del 50% pasando la malla No. 200 y los suelos de grano fino con 50% o más pasando la malla No. 200.

El método SUCS, presenta diversas 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). 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 continua 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.

Figura 63. Carta de plasticidad (SUCS), casa grande.



Fuente: Mecánica de suelos Juárez Badillo.

Tabla 78. Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) ASTM D 2487

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO	
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 @ Las partículas de 0.075 mm de diámetro (la malla No.200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	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	<p>DETERMINARSE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA, DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (baseado que pasa por la malla No. 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE: Menos del 5% GW/GP/SP; más del 12% OM/GC/SM/SC. Entre 2% y 12%; Casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles **</p> <p>COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD <math>C_u</math>: mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA <math>C_c</math>: entre 1 y 3. <math>C_u = D_{60} / D_{10}</math>      <math>C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})</math></p> <p>NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.      Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.</p> <p><math>C_u = D_{60} / D_{10}</math> mayor de 6 ; <math>C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})</math> entre 1 y 3.</p> <p>No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.      Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.</p>	
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos		
		GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo		
		GU			
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla		
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4	ARENA LIMPÍA Poco o nada de partículas finas	SW		Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.
			SP		Arenas mal graduadas, arenas con gravas, con poca o nada de finos.
		SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		
		SU			
		SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.		
SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 @ Las partículas de 0.075 mm de diámetro (la malla No.200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	<p>G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Liano C – Arcilla, W – Bien Graduado, P – Mal Graduado, L – Bnjo Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad</p> <p><b>CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)</b></p>	
		CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pedregas.		
		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		
	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diamonáceos, más elásticos.		
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.		
		OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.		
	SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	P	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.		

\*\* 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 SUFLUJO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUFLUJO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

Fuente: Mecánica de suelos Juárez Badillo – Rico Rodríguez

### 7.5.5.2.2. 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/cm<sup>2</sup>.

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.

*Fotografía 8. Equipo de casa grande.*



**Elaboró:** Henry Buri.

**A continuación se describe el procedimiento de ensayo:**

- 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 cuatro muestras restantes.
- 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 plástico 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.

**A continuación se describe el procedimiento de ensayo:**

- 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.

### **7.5.5.2.3. 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.

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.

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.

$$W = \frac{w1}{w + 100} * 100$$

*Donde:*

**W**= peso unitario seco del suelo compactado, kg/ m<sup>3</sup>

**W1**= peso unitario húmedo del suelo compactado, kg/m<sup>3</sup>

❖ **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.

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

$$\delta_{\text{seca}} = \frac{\delta \text{ Humeda}}{w \% + 100} * 100$$

*Donde:*

**δ** = densidad de la muestra compactada.

**δ 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 A, anteriormente descrito.

**A continuación se describe el procedimiento de ensayo:**

- 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.

#### **7.5.5.2.4. 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 o punzamiento 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 .

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.

Esta última hace referencia a las ruedas de avión a gran escala, cuando se proyectan nuevas carreteras o se hace un mejoramiento de esta, la principal dificultad del método CBR es decidir en qué condiciones de humedad y densidad seca se ha de 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 (Lbs./pulq<sup>2</sup>), 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.

En forma de ecuación esto es:

$$CBR = \frac{\text{Carga Unitaria del Ensayo}}{\text{Carga unitaria Patrón}} \times 100$$

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

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 M,SP	A2,A4,A6,A1
20 -50	Bueno	Base - Sub-base	GM,GC,SW,SM ,SP,GP	A16,A2- 5,A3,A2-6
> 50	Excelente	Base	GW,GM	

**A continuación se describe el procedimiento de ensayo:**

- 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 # %, 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.

### 7.5.5.3. Cálculos y Tabulación de resultados.

#### 7.5.5.3.1. Tabulación de resultados abscisa 0 + 200 Km

##### 7.5.5.3.1.1. Granulometría.


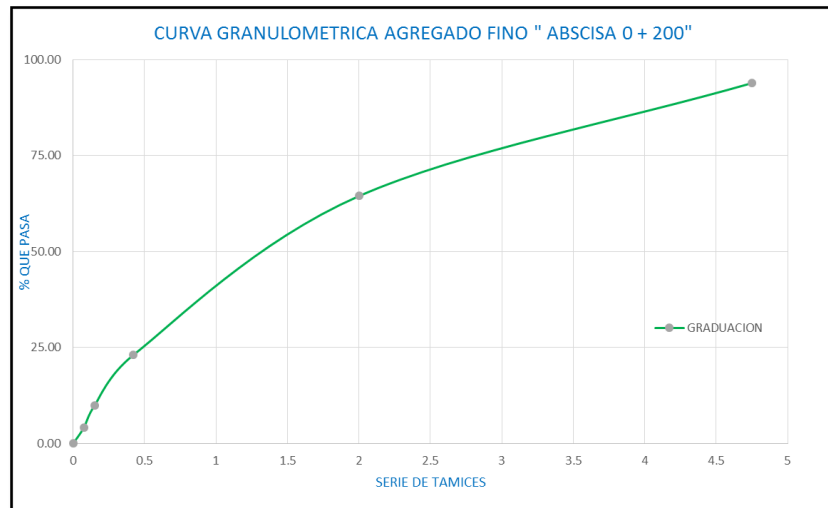
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 			
<b>TIPO DE ENSAYO:</b>	<b>GRANULOMETRÍA</b>		
<b>REALIZADO POR:</b>	Henry Javier Buri Guambi		
<b>UBICACIÓN:</b>	Provincia de Chimborazo - Cantón Chambo - Barrio cate quilla		
<b>MUESTRA:</b>	Muestra # 1	<b>ABSCISA :</b>	0+200
<b>FECHA DE MUESTREO :</b>	02/11/2015	<b>HORA:</b>	9:00 AM
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	16/11/2015	<b>HORA:</b>	8:30 AM
<b>TABULACIÓN DE DATOS</b>			

Tabla 79. Tabla granulométrica abscisa 0 +200.

<b>Masa del recipiente</b>	393	gr								
<b>Masa Inicial</b>	500	gr								
Serie de Tamizes	Retenido parcial + masa del recipiente A = (gr)		Retenido Parcial - masa del recipiente B = A-M (gr)		Promedio Retenido parcial (gr)	Promedio Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Límites especificados Serie de finos	
	1° Lectura	2° Lectura	1° Lectura	2° Lectura					Límite Inferior	Límite Superior
N ° 4	425	422	32	29	30.5	30.5	6.11	93.89	95	100
N ° 10	539	541	146	148	147.0	177.5	35.54	64.46	50	85
N ° 40	601	599	208	206	207.0	384.5	76.98	23.02	25	60
N ° 100	459	458	66	65	65.5	450.0	90.09	9.91	5	30
N ° 200	422	422	29	29	29.0	479.0	95.90	4.10	0	10
<b>Bandeja</b>	412	415	19	22	20.5	499.5	100.00	0.00		
<b>Total</b>			500	499	499.5					
<b>Modulo de Finura =</b>	<b>3.05</b>									


Elaboró: Henry Buri.

Gráfico 13. Curva granulométrica abscisa 0 +200.



Elaboró: Henry Buri.

### 7.5.5.3.1.2. Límites de Atterberg.

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 			
ENSAYO:	<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>		
METODO DE ENSAYO :	ASTM D 4318		
REALIZADO POR:	Henry Javier Buri Guambi		
ORIGEN DE LA MUESTRA:	Provincia de Chimborazo - Cantón Chambo - Barrio Catequilla		
MUESTRA:	Muestra # 1 - Agregado fino	ABSCISA :	0+200
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA :	Material de subrasante		
CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Secado al aire antes y durante la preparación		
FECHA DE MUESTREO :	02/11/2015	HORA:	9:00 AM
FECHA DE ENSAYO:	18/11/2015	HORA:	8:30 AM
<b>TABULACIÓN DE DATOS</b>			

#### ❖ *Límite líquido:*

Tabla 80. Límite líquido, abscisa 0 +200.

LIMITE LIQUIDO						
Nº de golpes	Cápsula	Peso cápsula (g)	Peso capsula + suelo húmedo (g)	Peso capsula + suelo seco (g)	% Humedad	Promedio (%) Humedad
45	A1	18.10	24.40	23.52	16.24	16.129
	A2	18.30	24.60	23.73	16.02	
30	B1	18.20	24.90	23.75	20.72	20.360
	B2	14.60	21.50	20.35	20.00	
20	C1	17.50	24.40	23.08	23.66	23.567
	C2	13.70	20.80	19.45	23.48	
12	D1	18.30	25.60	24.11	25.65	25.85
	D2	14.60	22.10	20.55	26.05	
7	E1	18.40	26.20	24.91	19.82	27.80
	E2	18.20	26.70	24.46	35.78	
<b>Límite Líquido a los 25 Golpes : 22 %</b>						

Elaboró: Henry Buri.

#### ❖ *Límite Plástico:*

Tabla 81. Límite plástico.

LIMITE PLÁSTICO					
Cápsula	Peso cápsula (g)	Peso capsula + suelo húmedo (g)	Peso capsula + suelo seco (g)	% Humedad	Promedio (%) Humedad
H1	18.00	18.70	18.68	2.94	11.16
H2	18.30	18.68	18.63	15.15	
H3	14.30	14.60	14.56	15.38	

Elaboró: Henry Buri.

❖ **Índice de Plasticidad.**

Índice de Plasticidad = Límite Líquido – Límite Plástico

Índice de Plasticidad = 22% - 11.16%

Índice de Plasticidad = 10.84 ≈ **11.00 %**

CÁLCULO DEL ÍNDICE PLASTICIDAD	
LP	11.16
LL	22.00
IP	<b>11</b>

❖ **Datos para la clasificación SUCS, Granulometría y Límites de Atterberg.**

Con los datos calculados de los ensayos realizados de granulometría y límites de atterberg se obtuvo los siguientes datos.

MUESTRA SUELO	% Grava	% Arena	% Finos	LIMITE LIQUIDO (LL)	LIMITE PLÁSTICO (LP)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)
<b>Abscisa 0 +200</b>	0.00	95.90	4.10	22.00	11.16	11.00

Según EL Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) ASTM D 2487, nos da los criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayos de laboratorio.

- La muestra de suelo tomado de la abscisa 0 +200, se clasifica según el SUCS como una arena ya que más del 50% de la muestra pasa la malla No. 4, es una Arena limpia , menos del 5%, pasa la malla NO. 200, siendo una arena mal graduada SP

Arenas El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla No. 4	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien graduada
		$Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal graduada
	Arenas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
		IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
	Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien graduada con limo
		Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC	Arena bien graduada con arcilla
		Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal graduada con limo
	Cumple los criterios para SP y SC	SP-SC	Arena mal graduada con arcilla	

- Para determinar si la muestra se encuentra sobre o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad, utilizamos la siguiente fórmula:

$$Ipa = 0.73 (LL - 20)$$

$$Ipa = 0.73 (22 - 20)$$

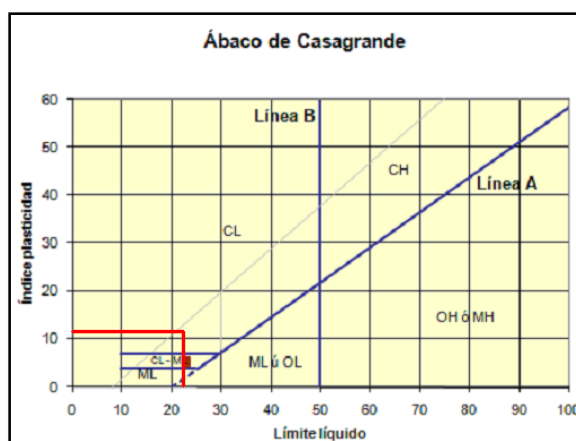
$$Ipa = 1.46$$

Si  $Ipa > Ip$ , del suelo en estudio, se encuentra por debajo de la línea "A", de lo contrario por encima de la línea "A"; en nuestro caso  $Ipa < Ip$  por lo que la MUESTRA #1 DE LA ABSCISA 0+200, se encuentra encima de la línea "A".

- **Resultado :**

La muestra del suelo de Subrasante de la abscisa 0 +200, se clasifico como una arcilla de baja plasticidad CL, con Límite Líquido de 22 e Índice de plasticidad de 11, como se observa en el ábaco de casa grande.

Gráfico 14. Abaco de casa grande, abscisa 0 +200.



Elaboró: Henry Buri.

### 7.5.5.3.2. Tabulación de resultados abscisa 0 + 400 Km

#### 7.5.5.3.2.1. Granulometría.



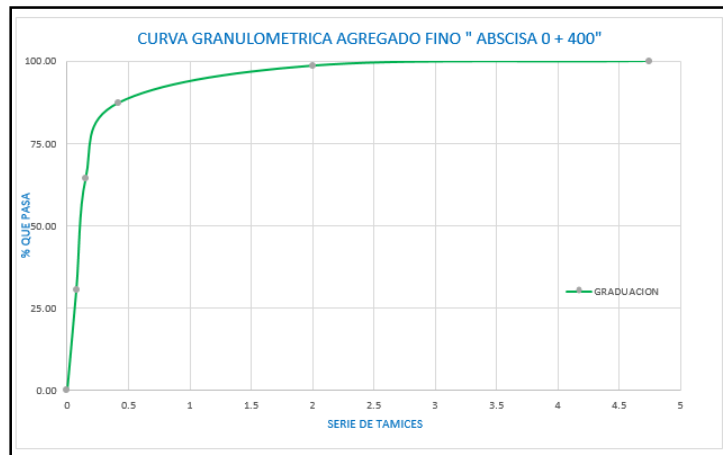
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 			
TIPO DE ENSAYO:	<b>GRANULOMETRÍA</b>		
REALIZADO POR:	Henry Javier Buri Guambi		
UBICACIÓN:	Provincia de Chimborazo - Cantón Chambo - Barrio cate quilla		
MUESTRA:	Muestra # 2	ABSCISA :	0+400
FECHA DE MUESTREO :	02/11/2015	HORA:	9:00 AM
FECHA DE ENSAYO:	16/11/2015	HORA:	10:30 AM
<b>TABULACIÓN DE DATOS</b>			

Tabla 82. Tabla granulométrica abscisa 0 +400.

Masa del recipiente	393	gr								
Masa Inicial	500	gr								
Serie de Tamizes	Retenido parcial + masa del recipiente A = (gr)		Retenido Parcial - masa del recipiente B = A-M (gr)		Promedio Retenido parcial (gr)	Promedio Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Límites especificados Serie de finos	
	1° Lectura	2° Lectura	1° Lectura	2° Lectura					Límite Inferior	Límite Superior
N ° 4	393	393	0	0	0.0	0.0	0.00	100.00	95	100
N ° 10	410	415	17	22	19.5	19.5	1.44	98.56	50	85
N ° 40	545	545	152	152	152.0	171.5	12.66	87.34	25	60
N ° 100	700	710	307	317	312.0	483.5	35.68	64.32	5	30
N ° 200	850	850	457	457	457.0	940.5	69.41	30.59	0	10
Bandeja	1200	415	807	22	414.5	1355.0	100.00	0.00		
Total			1740	970	1355.0					
Modulo de Finura =	1.19									



Elaboró: Henry Buri.

Gráfico 15. Curva granulométrica abscisa 0 +400.



Elaboró: Henry Buri.

### 7.5.5.3.2.2. Límites de Atterberg.

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 	
ENSAYO:	<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>
METODO DE ENSAYO :	ASTM D 4318
REALIZADO POR:	Henry Javier Buri Guambi
ORIGEN DE LA MUESTRA:	Provincia de Chimborazo - Cantón Chambo - Barrio Catequilla
MUESTRA:	Muestra # 2 - Agregado fino <b>ABSCISA :</b> 0+400
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA :	Material de subrasante
CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Secado al aire antes y durante la preparación
FECHA DE MUESTREO :	02/11/2015 <b>HORA:</b> 9:00 AM
FECHA DE ENSAYO:	18/11/2015 <b>HORA:</b> 3:30 PM
<b>TABULACIÓN DE DATOS</b>	

❖ **Límite líquido:**

Tabla 83. Límite líquido, abscisa 0 +200.

LIMITE LIQUIDO						
Nº de golpes	Cápsula	Peso cápsula (g)	Peso capsula + suelo húmedo (g)	Peso capsula + suelo seco (g)	% Humedad	Promedio (%) Humedad
45	A1	7.10	20.00	18.40	14.16	23.580
	A2	7.20	20.50	17.20	33.00	
30	B1	7.10	21.30	18.50	24.56	25.113
	B2	7.30	21.50	18.60	25.66	
20	C1	7.10	19.20	16.50	28.72	26.862
	C2	7.20	19.20	16.80	25.00	
12	D1	7.10	20.30	16.80	36.08	28.89
	D2	7.20	20.10	17.80	21.70	
7	E1	7.10	20.00	16.80	32.99	29.23
	E2	7.20	20.50	17.80	25.47	
					<b>Límite Líquido a los 25 Golpes : 26 %</b>	

Elaboró: Henry Buri.

❖ **Límite Plástico:**

Tabla 84. Límite plástico.

LIMITE PLÁSTICO					
Cápsula	Peso cápsula (g)	Peso capsula + suelo húmedo (g)	Peso capsula + suelo seco (g)	% Humedad	Promedio (%) Humedad
H1	7.13	8.05	7.90	19.48	15.01
H2	7.13	8.00	7.95	6.10	
H3	7.32	7.75	7.68	19.44	

Elaboró: Henry Buri.

❖ **Índice de Plasticidad.**

Índice de Plasticidad = Límite Líquido – Límite Plástico

Índice de Plasticidad = 26% - 15%

Índice de Plasticidad = **11.00 %**

CÁLCULO DEL ÍNDICE PLASTICIDAD	
LP	15.01
LL	25.98
IP	11

❖ **Datos para la clasificación SUCS, Granulometría y Límites de Atterberg.**

Con los datos calculados de los ensayos realizados de granulometría y límites de atterberg se obtuvo los siguientes datos.

MUESTRA SUELO	% Grava	% Arena	% Finos	LIMITE LIQUIDO (LL)	LIMITE PLÁSTICO (LP)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)
Abscisa 0 + 400	0.00	65.30	30.59	25.98	15.01	11.00

- La muestra de suelo tomado de la abscisa 0 +400, se clasifica según el SUCS como una arena ya que más del 50% de la muestra pasa la malla No. 4, es una Arena con finos, más del 12%, pasa la malla N° 200, con IP mayor a 7, arriba de la línea "A", siendo una arena arcillosa, SC.

<b>Arenas</b> El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla No. 4	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien graduada
		$Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal graduada
	Arenas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
		IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
	Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien graduada con limo
		Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC	Arena bien graduada con arcilla
		Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal graduada con limo
		Cumple los criterios para SP y SC	SP-SC	Arena mal graduada con arcilla

- Para determinar si la muestra se encuentra sobre o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad, utilizamos la siguiente fórmula:

$$Ipa = 0.73 (LL - 20)$$

$$Ipa = 0.73 (25 - 20)$$

$$Ipa = 3.65$$

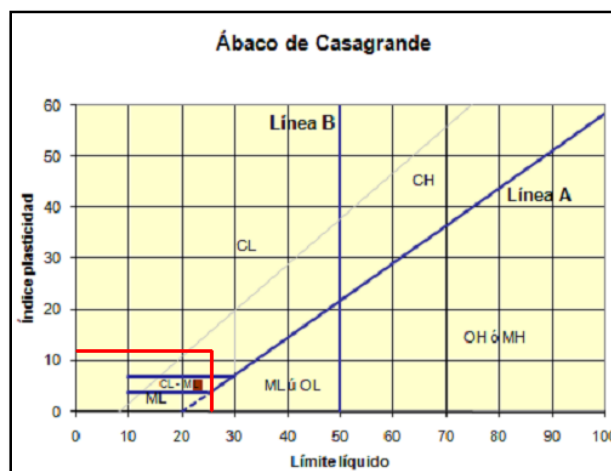


Si  $I_p > I_p$ , del suelo en estudio, se encuentra por debajo de la línea "A", de lo contrario por encima de la línea "A"; en nuestro caso  $I_p < I_p$  por lo que la MUESTRA #2 DE LA ABSCISA 0+400, se encuentra encima de la línea "A".

- **Resultado :**

La muestra del suelo de Subrasante de la abscisa 0 +400, se clasifico como una arcilla de baja plasticidad CL, con Límite Líquido de 26 e Índice de plasticidad de 11, como se observa en el ábaco de casa grande.

Gráfico 16. Abaco de casa grande, abscisa 0 +400.



Elaboró: Henry Buri.

### 7.5.5.3.3. Tabulación de resultados abscisa 0 + 600 Km

#### 7.5.5.3.3.1. Granulometría.

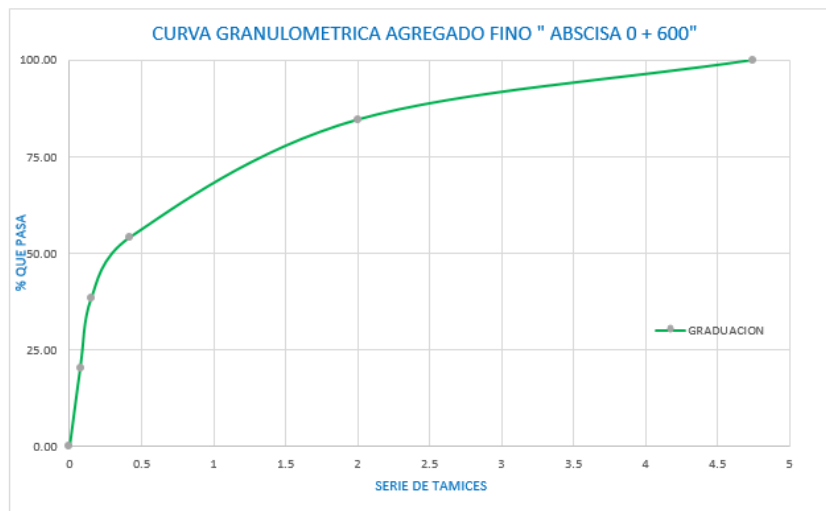
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL			
TIPO DE ENSAYO:	GRANULOMETRÍA		
REALIZADO POR:	Henry Javier Buri Guambi		
UBICACIÓN:	Provincia de Chimborazo - Cantón Chambo - Barrio Catequilla		
MUESTRA:	Muestra # 3	ABSCISA :	0+600
FECHA DE MUESTREO :	02/11/2015	HORA:	9:00 AM
FECHA DE ENSAYO:	16/11/2015	HORA:	3:00 PM
TABULACIÓN DE DATOS			

Tabla 85. Tabla granulométrica abscisa 0 +600.

Masa del recipiente	393	gr								
Masa Inicial	500	gr								
Serie de Tamizes	Retenido parcial + masa del recipiente A = (gr)		Retenido Parcial - masa del recipiente B = A-M (gr)		Promedio Retenido parcial (gr)	Promedio Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Límites especificados Serie de finos	
	1° Lectura	2° Lectura	1° Lectura	2° Lectura					Límite Inferior	Límite Superior
N ° 4	393	393	0	0	0.0	0.0	0.00	100.00	95	100
N ° 10	600	610	207	217	212.0	212.0	15.45	84.55	50	85
N ° 40	800	820	407	427	417.0	629.0	45.83	54.17	25	60
N ° 100	600	620	207	227	217.0	846.0	61.64	38.36	5	30
N ° 200	630	650	237	257	247.0	1093.0	79.64	20.36	0	10
Bandeja	930	415	537	22	279.5	1372.5	100.00	0.00		
Total			1595	1150	1372.5					
Modulo de Finura =	2.03									



Elaboró: Henry Buri.

Gráfico 17. Curva granulométrica abscisa 0 +600.



Elaboró: Henry Buri.

### 7.5.5.3.3.2. Límites de Atterberg.

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 			
ENSAYO:	<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>		
METODO DE ENSAYO :	ASTM D 4318		
REALIZADO POR:	Henry Javier Buri Guambi		
ORIGEN DE LA MUESTRA:	Provincia de Chimborazo - Cantón Chambo - Barrio Catequilla		
MUESTRA:	Muestra # 3 - Agregado fino	ABSCISA :	0+600
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA :	Material de subrasante		
CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Secado al aire antes y durante la preparación		
FECHA DE MUESTREO :	02/11/2015	HORA:	9:00 AM
FECHA DE ENSAYO:	19/11/2015	HORA:	8:30 AM
<b>TABULACIÓN DE DATOS</b>			

❖ *Límite líquido:*

Tabla 86. Límite líquido, abscisa 0 +600.

LÍMITE LIQUIDO						
Nº de golpes	Cápsula	Peso cápsula (g)	Peso capsula + suelo húmedo (g)	Peso capsula + suelo seco (g)	% Humedad	Promedio (%) Humedad
45	A1	18.34	30.51	27.40	34.33	33.266
	A2	18.34	30.45	27.50	32.21	
30	B1	18.25	29.10	26.30	34.78	34.372
	B2	18.25	28.90	26.20	33.96	
20	C1	18.25	32.80	29.00	35.35	35.723
	C2	18.25	32.20	28.50	36.10	
12	D1	18.36	30.81	27.49	36.36	38.60
	D2	18.36	30.81	27.20	40.84	
7	E1	18.25	29.10	25.30	53.90	43.30
	E2	18.25	28.80	26.20	32.70	
<b>Límite Líquido a los 25 Golpes : 35 %</b>						

Elaboró: Henry Buri.

❖ *Límite Plástico:*

Tabla 87. Límite plástico.

LÍMITE PLÁSTICO					
Cápsula	Peso cápsula (g)	Peso capsula + suelo húmedo (g)	Peso capsula + suelo seco (g)	% Humedad	Promedio (%) Humedad
H1	7.08	9.34	9.10	11.88	20.97
H2	7.47	10.62	9.95	27.02	
H3	6.76	10.53	9.80	24.01	

Elaboró: Henry Buri.

❖ *Índice de Plasticidad.*

Índice de Plasticidad = Límite Líquido – Límite Plástico

Índice de Plasticidad = 35% - 21%

Índice de Plasticidad = **14.00 %**

CÁLCULO DEL ÍNDICE PLASTICIDAD	
LP	20.97
LL	35.04
IP	<b>14</b>

❖ **Datos para la clasificación SUCS, Granulometría y Límites de Atterberg.**

Con los datos calculados de los ensayos realizados de granulometría y límites de atterberg se obtuvo los siguientes datos.

MUESTRA SUELO	% Grava	% Arena	% Finos	LIMITE LIQUIDO (LL)	LIMITE PLÁSTICO (LP)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)
<b>Abscisa 0 + 600</b>	0.00	79.64	20.36	35.00	21.00	14.00

- La muestra de suelo tomado de la abscisa 0 +600, se clasifica según el SUCS como una arena ya que más del 50% de la muestra pasa la malla No. 4, es una Arena con finos, más del 12%, pasa la malla N° 200, con IP mayor a 7, arriba de la línea "A", siendo una arena arcillosa, SC.

<b>Arenas</b> El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla No. 4	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	Cu ≥ 6 y 1 ≤ Cc ≤ 3	SW	Arena bien graduada
		Cu < 6 y 1 > Cc > 3	SP	Arena mal graduada
		IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
	Arenas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
		Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien graduada con limo
		Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC	Arena bien graduada con arcilla
	Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal graduada con limo
		Cumple los criterios para SP y SC	SP-SC	Arena mal graduada con arcilla

- Para determinar si la muestra se encuentra sobre o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad, utilizamos la siguiente fórmula:

$$Ipa = 0.73 ( LL - 20 )$$

$$Ipa = 0.73 ( 35 - 20 )$$

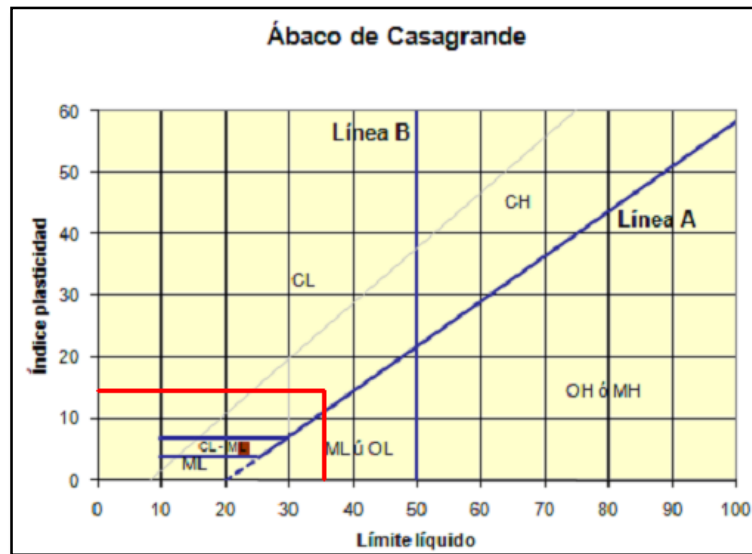
$$Ipa = 11$$

Si  $Ipa > Ip$ , del suelo en estudio, se encuentra por debajo de la línea "A", de lo contrario por encima de la línea "A"; en nuestro caso  $Ipa < Ip$  por lo que la MUESTRA #3 DE LA ABSCISA 0+600, se encuentra encima de la línea "A".

• **Resultado :**

La muestra del suelo de Subrasante de la abscisa 0 +600, se clasifico como una arcilla de baja plasticidad CL, con Límite Líquido de 35 e Índice de plasticidad de 14, como se observa en el ábaco de casa grande.

Gráfico 18. Abaco de casa grande, abscisa 0 +600.



Elaboró: Henry Buri.

### 7.5.5.3.3 Propiedades obtenidas

Partiendo de lo establecido en el método y clarificación SUCS; con los cálculos pertinentes que recomienda el estudio de suelos, obtenemos los siguientes resultados.



Tabla 88. Propiedades obtenidas en diferentes abscisas, a la profundidad de un metro.

ABSCISA	LIMITE LIQUIDO (LL)	LIMITE PLÁSTICO (LP)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	CLASIFICACIÓN SUCS FINOS	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN SUCS GRUESOS	DESCRIPCIÓN
0+200	22	11	11	CL	Arcilla de baja plasticidad	SP	Arena mal graduada
0+400	25	15	11	CL	Arcilla de baja plasticidad	SC	Arena arcillosa
0+600	35	21	14	CL	Arcilla de baja plasticidad	SC	Arena arcillosa

Elaboró: Henry Buri.

- El tipo de suelo que se obtuvo es una arena arcillosa de baja plasticidad.

#### 7.5.5.4.4. Tabulación de resultados ensayo de compactación: Proctor Estándar.

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
<b>PROYECTO:</b> Apertura de la Vía Comunidad de Galten - Barrio Catequilla <b>ABSCISA:</b> 0+300 <b>MÉTODO:</b> Proctor Modificado - ASTM 1557, Método D	<b>PROFUNDIDA:</b> 1,00 m <b>PROCEDENCIA:</b> Sub-Rasante <b>Muestra N°</b> 1

GOLPES POR CAPA	56 GOLPES
N° DE CAPAS	3 CAPAS
PESO DEL MARTILLO	10 Lb
ALTURA DE CAIDA	18 PIG
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Material Subrasante
DIAMETRO DEL MOLDE	6"
VOLUMEN EN (cm <sup>3</sup> )	2169
PESO DEL MOLDE	6410

DATOS PARA LA CURVA			
MUESTRA N°	2	3	4
P. MOLDE + SUELO (gr.)	10148	10343	10306
PESO MOLDE (gr.)	6410	6410	6410
PESO SUELO (gr.)	3738	3933	3896
CONT.PROM. AGUA %	125,54	128,04	131,60
DENS. HUM. (gr) cm <sup>3</sup>	1,723	1,813	1,796
DENS. SECA (gr.)cm <sup>3</sup>	1,373	1,416	1,365

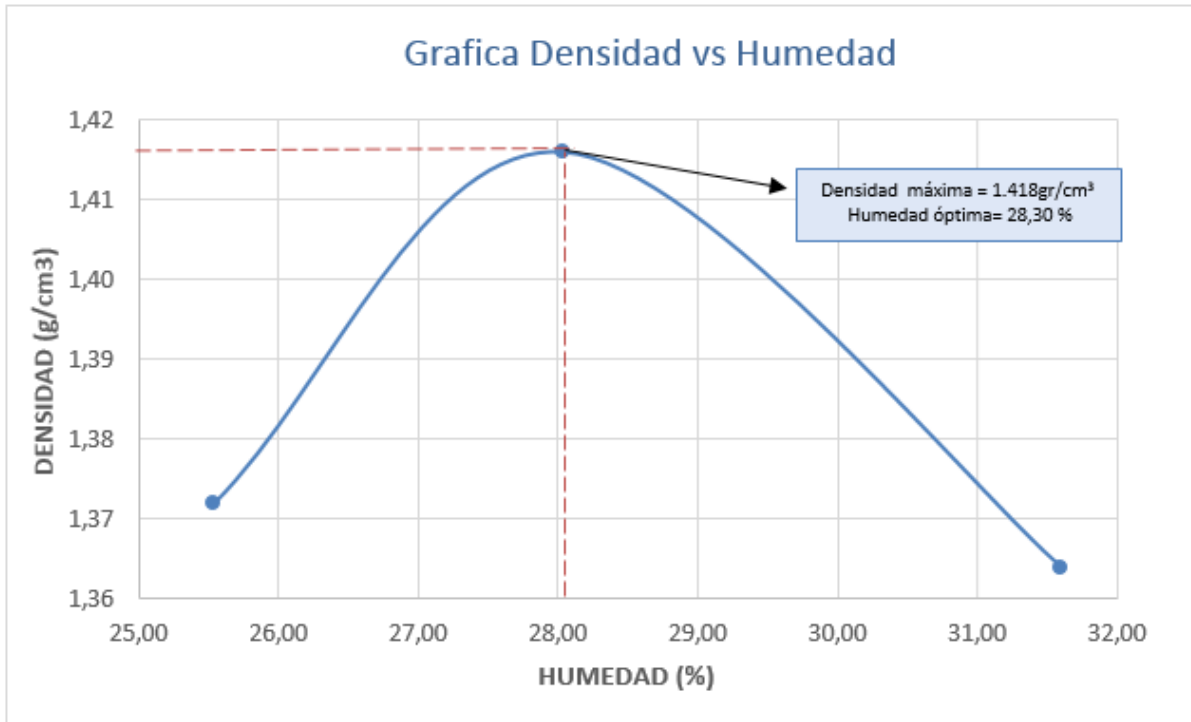
CONTENIDO DE AGUA						
MUESTRA N°	2		3		4	
RECIPIENTE N° (TARA)	H	5	7	A	42	8
TARA + SUELO H. (gr.)	46,10	44,30	48,30	46,20	53,20	52,50
TAR + SUELO S. (gr.)	40,00	38,50	41,30	39,60	44,30	43,80
PESO TARA	16,00	15,90	16,30	16,10	16,10	16,30
CONT. DE AGUA %	25,42	25,66	28,00	28,09	31,56	31,64
CONT. PROM. AGUA %	25,54		28,04		31,60	

#### ❖ Tabla para graficar la curva densidad vs humedad

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
DENSIDAD VS HUMEDAD	
1,37	25,54
1,42	28,04
1,36	31,60

Elaboró: Henry Buri.

Gráfico 19. Densidad vs Humedad.



Elaboró: Henry Buri.

- Se llegó a determinar que la densidad máxima es de 1.418 gr/cm<sup>3</sup> y la cantidad de agua óptima que se añadirá a la vía para obtener una buena compactación es del 28.30%.

#### 7.5.5.4.5. Tabulación de resultados ensayo CBR

ENSAYO C.B.R.						
Molde Nro.	8		9		200	
Numero de capas	5		5		5	
Nº De Golpes Por capa	61		27		11	
	Antes del Remoj	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo
Peso muestra Humeda + molde (gr)	12321	12544	11174	11466	10027	10405
Peso del molde (gr)	6205	6205	6284	6284	6342	6342
Peso muestra Húmeda gr	6116	6339	4890	5182	3685	4063
Volúmen del molde cm <sup>3</sup>	3266	3266	3266	3266	3266	3266
Densidad Húmeda gr/ cm <sup>3</sup>	1,873	1,941	1,497	1,587	1,128	1,244
Densidad Seca gr/ cm <sup>3</sup>	1,498	1,457	1,199	1,204	0,901	0,909

Elaboró: Henry Buri.

CONTENIDO DE HUMEDAD CBR												
Tarro N°	108	6	42	V	V	25	103	108	5	1001	25	26
Peso muestra Humeda + tarro ( gr )	57,50	56,00	44,60	42,80	57,80	56,80	51,90	51,20	55,40	53,10	50,30	50,40
Peso muestra seca + tarro ( gr )	49,30	47,90	37,40	36,00	49,30	48,70	42,30	43,70	47,50	45,60	41,10	41,10
Peso muestra Húmeda (gr)	8,20	8,10	7,20	6,80	8,50	8,10	9,60	7,50	7,90	7,50	9,20	9,30
Peso del tarro (gr)	16,10	15,90	16,10	15,20	15,20	16,20	15,90	16,10	16,20	15,90	16,20	15,90
Peso muestra seca ( gr )	33,20	32,00	21,30	20,80	34,10	32,50	26,40	27,60	31,30	29,70	24,90	25,20
Contenido de Humedad	24,70	25,31	33,80	32,69	24,93	24,92	36,36	27,17	25,24	25,25	36,95	36,90
Promedio contenido de Humedad	25,01		33,25		24,92		31,77		25,25		36,93	

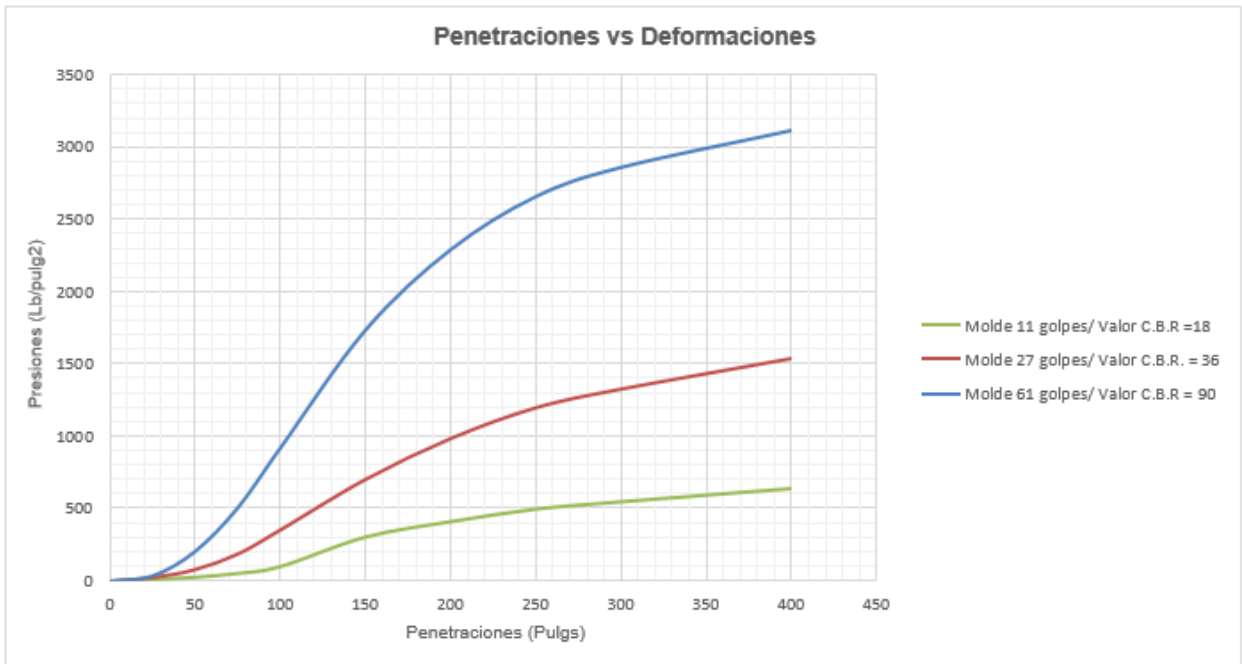
EXPANSIÓN DEL SUELO						
Molde N°	8		9		200	
Número de golpes por capa	61		27		11	
Tiempo Transcurrido (Días)	Lectura del deformimetro (plg)	% Expansión	Lectura del deformimetro (plg)	% Expansión	Lectura del deformimetro (plg)	% Expansión
0						
1	0,022	0,044	0,037	0,074	0,048	0,096
2	0,040	0,080	0,061	0,122	0,079	0,158
3	0,080	0,160	0,096	0,192	0,122	0,244
4	0,120	0,240	0,148	0,296	0,186	0,372
5	0,170	0,340	0,205	0,41	0,245	0,490

Penetración mm	Molde N° 8					Molde N° 9					Molde N° 200				
	CARG (Lb)	Presiones (Lb/plg2)	Presiones corregidas (Lb/plg2)	Presiones estandar (Lb/plg2)	valores de CBR (%)	CARG (Lb)	Presiones (Lb/plg2)	Presiones corregidas (Lb/plg2)	Presiones estandar (Lb/plg2)	valores de CBR (%)	CARG (Lb)	Presiones (Lb/plg2)	Presiones corregidas (Lb/plg2)	Presiones estandar (Lb/plg2)	valores de CBR (%)
0		0					0					0			
25		36					25					11			
50		205					80					27			
75		506					187					53			
100		920	800	1000	80		354	360	1000	36		99	180	1000	18
150		1737					704					300			
200		2294					987					405			
250		2661					1200					490			
300		2863					1329					540			
400		3119					1541					630			
500		3369					1732					721			

Elaboró: Henry Buri.



Gráfico 20. Penetraciones vs Deformaciones



Elaboró: Henry Buri.

Gráfico 21. Densidad seca vs Valores C.B.R



Elaboró: Henry Buri.

El valor de C.B.R, al 95% de su máxima densidad es del = 59%

### 7.5.6. DISEÑO DE PAVIMENTO ARTICULADO (ADOQUINADO)

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 articulado (adoquinado), 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.

#### 7.5.6.1. 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.

- El valor de C.B.R, al 95% de su máxima densidad es de = 59%

#### 7.5.6.2. Método AASHTO aplicado al país en el diseño de pavimentos.

El pavimento que se va a desarrollar en el proyecto es de tipo articulado, el cual está compuesto por tres capas: Capa de Rodadura (Adoquin), base (arena) y subbase (Granular). 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.

$\Delta$ PSI= Índice de suficiencia o de servicio.

MR = Módulo de resiliencia de la subrasante.

### **7.5.6.3. Desarrollo paso a paso para determinar el número estructural del pavimento**

#### **❖ Cálculo del tráfico futuro para 20 años**

Total de vehículos entre livianos = 102 vehículos

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

*Donde:*

Tf = Tráfico futuro

Ta = Tráfico actual

i = Tasa de crecimiento (3.44 valor tomado de la tabla 23)

n = periodo de diseño

$$Tf_{20} = 102 (1 + 0.0344)^{20} = 201 \text{ Vehiculos}$$

Teniendo ya el número total de vehículos livianos para el periodo de diseño de 20 años procedemos a determinar el valor de carga equivalente.

#### **7.5.6.3.2. 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 periodo 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 de la Carga equivalente de 8180 kg, ejes simples**

Peso de ejes en 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

Elaboró: Henry Buri.

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, Pt = 2.5

Tabla 89. Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, Pt = 2.5

Carga /eje (kips) (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)	
2	8.9	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004
4	17.8	.003	.004	.004	.003	.002	.002
6	26.7	.011	.017	.017	.013	.010	.009
8	35.6	.032	.047	.051	.041	.034	.031
10	44.5	.078	.102	.118	.102	.088	.080
12	53.4	.168	.198	.229	.213	.189	.176
14	62.3	.328	.358	.399	.388	.360	.342
16	71.2	.591	.613	.646	.645	.623	.606
18	80.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	89.0	1.61	1.57	1.49	1.47	1.51	1.55
22	97.9	2.48	2.38	2.17	2.09	2.18	2.30
24	106.8	3.69	3.49	3.09	2.89	3.03	3.27
26	115.7	5.33	4.99	4.31	3.91	4.09	4.48
28	124.6	7.49	6.98	5.90	5.21	5.39	5.98
30	133.5	10.3	9.5	7.9	6.8	7.0	7.8
32	142.4	13.9	12.8	10.5	8.8	8.9	10.0
34	151.3	18.4	16.9	13.7	11.3	11.2	12.5
36	160.0	24.0	22.0	17.7	14.4	13.9	15.5
38	169.1	30.9	28.3	22.6	18.1	17.2	19.0
40	178.0	39.3	35.9	28.5	22.5	21.1	23.0
42	186.9	49.3	45.0	35.6	27.8	25.6	27.7
44	195.8	61.3	55.9	44.0	34.0	31.0	33.1
46	204.7	75.5	68.8	54.0	41.4	37.2	39.3
48	213.6	92.2	83.9	65.7	50.1	44.5	46.5
50	222.5	112.	102.	79.	60.	53.	55.

Fuente: Norma AASHTO 93

### 7.5.6.3.3. Determinación del valor de eje equivalente (W18)

- **Numero 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:

$$W18 = Dd * DI * EAL$$

Donde:

**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 90. Factor de distribución por dirección

FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR DIRECCION	
N° de carriles en ambas direcciones	Dd
2	0.5
4	0.45
6 o más	0.4

Fuente: Especificaciones AASHTO 93

Tabla 91. Factor de dirección por carril

FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL	
N° 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 la vía 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

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

$$W_{18} = 201 * 365 * 20 * 0.389 * 0.5 * 2.88$$

$$W_{18} = 821922.76 \approx 0.82 \times 10^6 ; \text{carga de tráfico para 20 años}$$

**7.5.6.3.4. 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 x CBR
Si C.B.R. < 20%	Mr(p.s.i.) = 3000 x CBR <sup>0.65</sup>
Si C.B.R. >20%	Mr(p.s.i.) = 4326 x ln(CBR) + 241

- El C.B.R. obtenido fue del 59%, por lo tanto es mayor al 20 %, por lo tanto se empleara la segunda expresión.

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

$$Mr = 4326 * \ln(59) + 241$$

$$Mr = 17880.43 \text{ PSI}$$

**7.5.6.3.5. Determinación del nivel de confiabilidad (Z<sub>R</sub>)**

Con el parámetro de Confiabilidad “Z<sub>R</sub>”, 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 92. Nivel de confiabilidad en función del tipo de vía.*

Confiabilidad R (%)	Desviación estandar normal ( Z <sub>r</sub> )
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

Para la vía en estudio optaremos por un valor de confiabilidad del 85% y su valor de desviación estándar  $Z_R = -1.037$

#### **7.5.6.3.6. 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  $S_o = 0.40$

#### **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 recapeo darle un mantenimiento a la vía y de esta manera estaríamos economizando la obra. Se calcula con la siguiente expresión:

$$\Delta PSI = P_o - P_f$$

*Donde:*

$\Delta PSI$  inicial = Inicio del Periodo = 4.2

$\Delta PSI$  Final = Fin del Periodo = 2.5

Por lo tanto el índice de servicio  $\Delta PSI = 1.7$

### 7.5.6.3.8. 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 93. 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

### 7.5.6.3.9. Resumen de datos.

$$W_{18} = 0.82 * 10^6$$

$$R = 85 \%$$

$$Mr = 17880.43 \text{ PSI}$$

$$Z_r = -1.037$$

$$S_o = 0.40$$

$$\Delta PSI = 1.7$$

$$m_{base} = 1$$

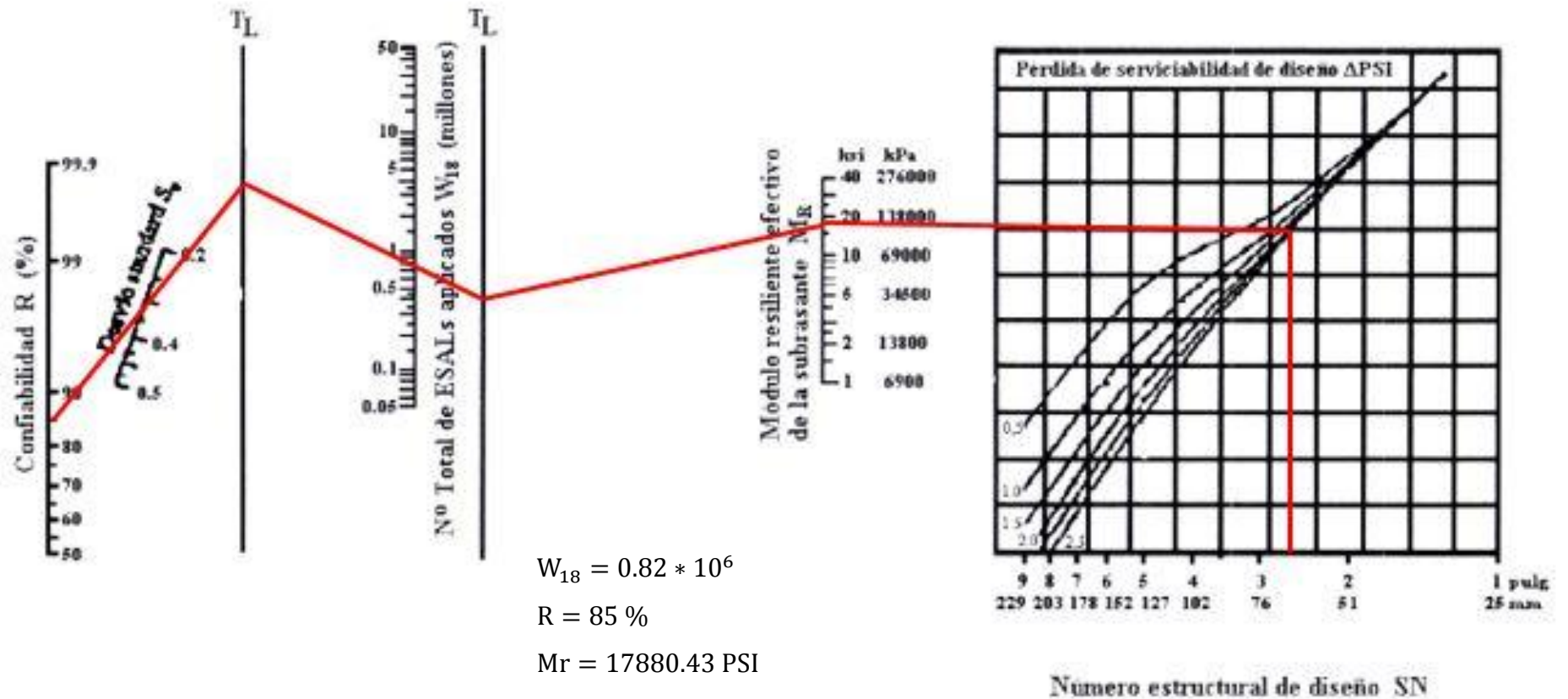
$$m_{sub} - base = 1$$

### 7.5.6.3.10. 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 nomograma de diseño para pavimentos flexibles.



❖ Nomograma de diseño para pavimentos flexibles.



$$W_{18} = 0.82 \times 10^6$$

$$R = 85 \%$$

$$M_r = 17880.43 \text{ PSI}$$

$$Z_r = -1.037$$

$$S_o = 0.40$$

$$\Delta PSI = 1.7$$

$$\text{Solución SN} = 2.7$$

### 7.5.6.3.11. Determinación de los espesores del pavimento articulado

Se utilizara la siguiente expresión para determinar los espesores de diseño

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Donde:

**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.

Con la siguiente formula descrita anteriormente vamos a determinar los espesores para la capa de rodadura, base y sub-base respectivamente.

#### ❖ OBTENCIÓN DE DATOS

- Los datos de m2 y m3 se determinan con la siguiente tabla 93, valores recomendados por la AASHTO.
  - ✓ Se escogió un valor de calidad de drenaje bueno mayor al 25% para los coeficientes de drenaje para base y sub-base respectivamente m2 y m3 un valor de 1.
- En tabla 94, determinaremos los valores de espesor de la carpeta, base y sub-base para D1 = 3” y D2 = 2” pulgadas y dejamos como incógnita D3, para verificar que según los datos obtenidos obtengas un valor de espesor adecuado para los datos propuestos.

Tabla 94. Espesores mínimos sugeridos (cm)

ESPESORES MÍNIMOS SUGERIDOS (cm)		
Número de ESAL's	Carpeta Asfáltica	Base Granular
< 150.00	5.00	10.00
< 500.00	6.50	10.00
< 2.000.000	7.50	15.00
< 7.000.000	9.00	15.00
> 7.000.000	10.00	15.00
>10.000.000		20.00

Fuente: Norma AASHTO 93

- Para determinar los valores de coeficientes de capa representativos de carpeta, base y sub-base respectivamente,  $a_1$ ,  $a_2$  y  $a_3$  nos valemos de la siguiente tabla coeficientes para los diferentes tipos de materiales.

Tabla 95. Valores  $A_1$ , Recomendados por la AASHTO

VALORES $A_1$ RECOMENDADOS (AASHTO)			
CLASE DE MATERIAL	NORMAS	$a_1$ ( $\text{cm}^{-1}$ )	$a_1$ (pulg)
<b>CAPA DE SUPERFICIE</b>			
Concreto Asfáltico	Estabilidad de Marshal 1000 - 1800 lbs	0.134 0.173	0.34 0.44
Arena Asfáltica	Estabilidad de Marshal 500 - 800 lbs	0.079 0.118	0.20 0.30
Carpeta Bituminosa mezclada en el camino	Estabilidad de Marshal 500 - 800 lbs	0.059 0.098	0.15 0.25
<b>CAPA DE BASE</b>			
Agregados triturados, graduados uniformemente	PI: 0 - 4 CBR > 100 %	0.047 0.055	0.12 0.14
Grava graduada uniformemente	PI: 0 - 4 CBR > 30 - 80 %	0.028 0.051	0.07 0.13
Concreto Asfáltico	Estabilidad de Marshal 1000 - 1800 lbs	0.098 0.138	0.25 0.35
Arena Asfáltica	Estabilidad de Marshal 500 - 800 lbs	0.059 0.098	0.15 0.25
Agregado grueso estabilizado con cemento	Resistencia a la compresión 28 -46 kg/cm <sup>2</sup>	0.079 0.138	0.20 0.35
Agregado grueso estabilizado con cal	Resistencia a la compresión 7 kg/cm <sup>2</sup>	0.059 0.118	0.15 0.30
Suelo - cemento	Resistencia a la compresión 18 -32 kg/cm <sup>2</sup>	0.047 0.079	0.12 0.20
<b>CAPA DE SUB -BASE</b>			
Arena - Grava graduada uniformemente	PI: 0 - 6 CBR > 30	0.035 0.043	0.09 0.11
Suelo - Cemento	Resistencia a la compresión 18 - 32 kg/cm <sup>2</sup>	0.059 0.071	0.15 0.18
Suelo - Cal	Resistencia a la compresión 6 kg/cm <sup>2</sup>	0.059 0.071	0.15 0.18
<b>MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE</b>			
Arena o suelo seleccionado	PI: 0 - 10	0.020 0.035	0.05 0.09
Suelo con cal	3 % mínimo de cal en peso de los suelos	0.028 0.039	0.07 0.10
<b>TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO</b>			
Triple riego	* = Usar estos valores para los diferentes tipos de tratamiento bituminoso, sin calcular espesores	0.4 cm	
Doble riego		0.25 cm	
Simple riego		0.15 cm	

Fuente: Norma AASHTO 93

Ya que la propuesta es pavimento articulado, el valor de  $a_1$  se le asume de = 0.39 y  $a_2 = 0.23$  y solo se despejara de la fórmula de obtención de espesores la variable  $D_3$ , valor que se requiere para el espesor de sub-base

❖ **Resumen de datos para obtener el espesor D3**

SN = 2.7	a2 = 0.23	a3 = 0.10
a1 = 0.39	D2 = 2" pulgadas	D3 = ?
D1 = 3" pulgadas	m2 = 1.0	m3 = 1.0

❖ **Calculando el espesor D3 valor de sub-base que se requiere:**

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

$$2.7 = 0.39 \times 3" + 0.23 \times 2" \times 1.0 + 0.10 \times D_3 \times 1.0$$

$$1.63 + 0.10 D_3 = 2.7$$

$$D_3 = \frac{2.7 - 1.63}{0.10}$$

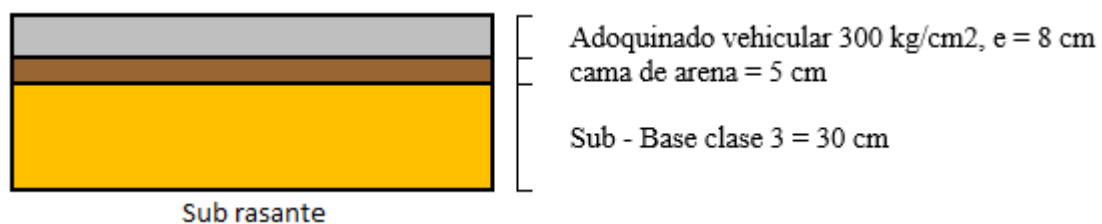
$$D_3 = 11 \text{ plg} \approx \text{transformando a cm} = 27.94 \approx 30 \text{ cm}$$

- *El valor que se adoptara es de 30 cm para sub – base es considerado un valor aceptable de acuerdo al cálculo obtenido para un periodo de diseño de 20 años.*

**7.5.6.5. Propuesta de vía con pavimento articulado (Adoquín).**

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 empedrado, capa granular, para mejor estética de la misma será pavimento articulado o llamado adoquinado para alto tráfico, a continuación se presenta el grafico de los espesores adoptados.

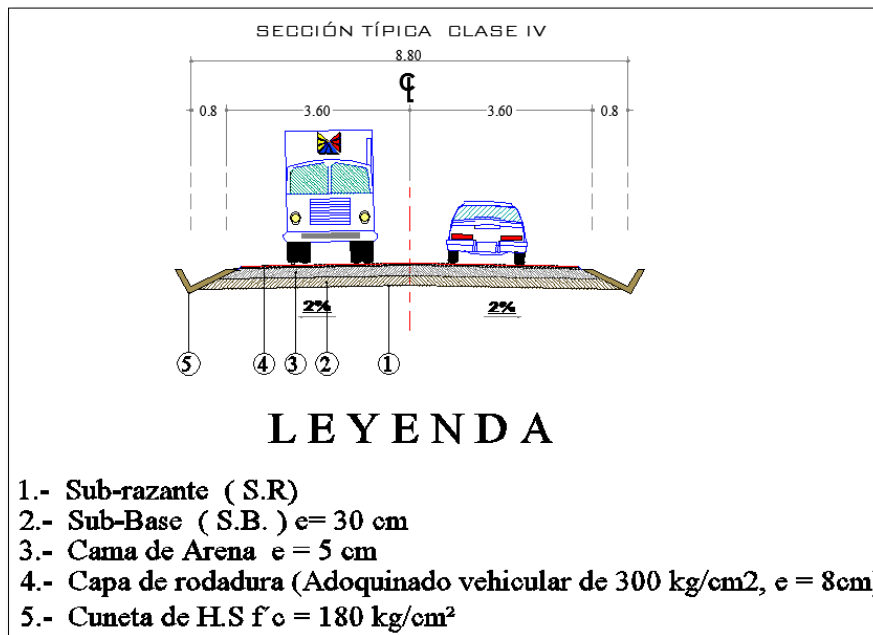
Gráfico 22. Estructura de pavimento adoptada para el periodo de diseño de 20 años



Elaboró: Henry Buri.

La nueva estructura del pavimento para el periodo de diseño de 20 años presenta: sub-base (espesor = 30 cm), base (cama de arena espesor = 5 cm), y capa de rodadura (adoquín vehicular de 300 kg/cm<sup>2</sup>). A continuación se presenta la sección tipo con los espesores adoptados para que funcione en buenas condiciones durante su vida útil.

Figura 64. Propuesta en sección transversal con pavimento articulado.



Elaboró: Henry Buri.

#### 7.5.6.6. Conclusiones y Recomendaciones.

##### ❖ Conclusiones.

- Con los datos obtenidos, el índice de plasticidad es mayor a 10, lo que según la condición que, se describe para índices de plasticidad mayores a 10, se debe mezclar con otro conglomerado para de esa manera reducir el índice de plasticidad. No obstante el suelo presenta buenas características para ser aceptada como suelo de subrasante.
- La clasificación del suelo que se obtuvo, es una arena arcillosa de baja plasticidad, de una consistencia semisólida, su comportamiento mecánico es aceptable y con lo que se observó en campo y en el laboratorio, la subrasante de la vía, es óptima para asentar

sobre esas mismas condiciones, la calzada tipo que se propone es un pavimento articulado (adoquinado) para tráfico de vías de cuarto orden.

- Para darle una mejor estabilidad de subrasante al suelo, y garantizar una buena estabilidad, la humedad óptima será del 28.30% para obtener una mejor compactación del suelo de subrasante y así asentar sobre esta la estructura del pavimento
- Se determinó que para el periodo de diseño de 20 años y realizando todo el procedimiento de cálculo se llegó a determinar el número estructural del pavimento para los próximos de 20 años obteniendo un  $NE = 2.7$
- Con el valor obtenido del Ensayo C.B.R que fue del 59%, y realizando el procedimiento de cálculo para determinar sus espesores, se concluye que los valores para un periodo de diseño de 20 años: sub-base (espesor = 30 cm), base (cama de arena espesor = 5 cm), y capa de rodadura (adoquín vehicular de 300 kg/cm<sup>2</sup>).

❖ **Recomendaciones:**

- Al momento de realizar la compactación de la vía in situ, se debe tener muy en cuenta las condiciones climáticas de lluvia, para de esta manera asegurar la compactación del suelo en su humedad óptima y no saturar la misma.
- Para inspeccionar la compactación del suelo, el fiscalizador deberá controlar que la vía tenga la densidad máxima y humedad óptima., de esta manera nos aseguramos que la vía se encuentra estable, para colocar la capa de rodadura que en este caso será adoquín.
- Para controlar la calidad de los materiales, el fiscalizador deberá ejecutar los respectivos ensayos de suelos de granulometrías, límites de atterberg, Proctor y CBR, para la conformación de la estructura del pavimento.

## 7.5.7. PRESUPUESTO REFERENCIAL

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
<u>RUBRO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>P.UNITARIO</u>	<u>P.TOTAL</u>
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					
228	Movilización y Desmovilización	GBL	1,00	1800,00	1800,00
302-1	Desbroce, desbosque limpieza	Ha.	0,61	388,39	235,83
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
303-2(1)	Excavación en suelo	M3	20460,83	2,35	47993,43
309-2(2)	Transporte de material de excavación (Transporte libre 500M)	M3-KM	24553,00	0,43	10667,66
<b>CALZADA</b>					
403-1	Sub Base Clase 3	M3	1260,00	10,45	13160,90
309-9(2)	Transporte de material sub base clase 3	M3-KM	1242,00	0,35	431,69
10	Adoquinado Vehicular 300 kg/cm2, Incluye Transporte	M2	4104,00	7,19	29524,38
<b>DRENAJE</b>					
511-1(4)	Hormigon de 180 Kg/cm2 para cunetas, incluye encofrado	M3	150,48	96,74	14556,76
<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>					
215	Agua para control de polvo	GLN	684,00	1,12	765,36
220-(1)	Charlas de impacto ambiental y concientización	U	1,00	126,25	126,25
710 - (a)	Cinta plasticas de peligro	ML	684,00	0,35	241,24
711	Señalización ambiental	U	2,00	52,86	105,71
<b>SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA</b>					
710-2	Via en construcción 1.20x1.60M	U	2,00	60,00	120,00
710-1	Hombres trabajando	U	4,00	30,00	120,00
<b>SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDA</b>					
708-5	Señales Regulatorias	U	4,00	147,88	591,51
708-6	Señales Preventivas	U	9,00	147,88	1330,91
708-7	Señales informativas	U	2,00	147,88	295,76
705-(1)	Marca del pavimento (pintura - dis continua central de 15cm y lineas de borde de 10 cm	M	2070,00	2,89	5984,37
705-(4)	Marcas sobresalientes del pavimento (Bidireccionales)	U	120,00	4,50	540,55
705-(4)	Marcas sobresalientes del pavimento (Unireccionales)	U	60,00	4,10	246,28
<b>TOTAL :</b>					<b>128838,60</b>

SON: CIENTO VEINTE Y OCHO MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y OCHO CON SESENTA . USD

NOTA : ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

❖ *Lista de Equipos.*

**LISTA DE EQUIPOS**

DESCRIPCION	COSTOxHORA	HORA-EQUIPO	COSTO TOTAL
Herramienta menor(% total)	19.32		19.32
CAMION PINTURA	5.00	1250.00	6250.00
CARGADORA FRONTAL	3.66	2160.00	7905.60
CONCRETERA	3.10	2100.00	6510.00
EQUIPO DE PINTURA	3.50	96.00	336.00
ESCOBA AUTOPROPULSADA	3.00	96.00	288.00
ESTACION TOTAL	5.00	96.00	480.00
FRESADORA	3.66	1150.00	4209.00
MOTONIVELADORA	3.66	2160.00	7905.60
NIVEL	4.00	96.48	385.92
RETROEXCAVADORA	3.66	720.00	2635.20
RODILLO VIBRATORIO LISO	3.66	1250.00	4575.00
TANQUERO	3.66	1250.00	4575.00
VIBRADOR	2.42	94.50	228.69
VOLQUETA	3.66	2160.00	7905.60

TOTAL: 54208.93

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

❖ *Lista de Mano de Obra.*

**LISTA DE MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CAT.	SAL.REALxHORA	HOR-HOMBRE	COSTO TOTAL
AMBIENTALISTA (CONFERENCISTA)	EO B1	5.00	10.00	50.00
TOPOGRAFO 2	EO C1	3.66	48.00	175.68
MAESTRO DE OBRA	EO C2	3.66	650.00	2379.00
ALBAÑIL	EO D2	3.30	680.00	2244.00
CADENERO	EO D2	3.30	48.00	158.40
PINTOR	EO D2	3.30	100.00	330.00
AYUDANTE	EO E2	3.30	400.20	1320.66
PEON	EO E2	3.26	680.00	2216.80
CARGADORA FRONTAL	OP C1	3.66	680.00	2488.80
EXCAVADORA	OP C1	3.66	300.25	1098.92
MOTONIVELADORA	OP C1	3.66	90.00	329.40
OPERADOR DE MAQUINARIA	OP C2	3.66	150.00	549.00
RODILLO AUTOPROPULSADO	OP C2	3.66	90.00	329.40
AYUDANTE DE MAQUINARIA	ST C3	3.30	85.00	280.50
CHOFER LICENCIA TIPO E	TE C1	3.66	680.00	2488.80

TOTAL: 16439.36

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



❖ *Lista de Materiales.*

**LISTA DE MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO TOTAL
ADOQUIN	M2	0.10	4140.00	414.00
AGUA	M3	1.00	690.00	690.00
ARENA PARA HORMIGON	M3	13.00	410.40	5335.20
AREANA PARA ADOQUINADO	M3	0.10	410.40	41.04
CEMENTO PORTLAND	KG	7.54	410.40	3094.42
CHARLAS DE ADIESTRAMIENTO	GLB	126.25	1.00	126.25
CINTA DE SEGURIDAD COLORES	M	0.25	690.00	172.50
CLAVOS	KG	0.25	500.00	125.00
ENCOFRADO METALICO CUNETAS	ML	0.75	1400.00	1050.00
EQUIPO DE PROYECCION	U	50.00	2.00	100.00
ESTACAS DE MADERA	U	0.25	201.00	50.25
LAMINAS, DIAPOSITIVAS Y PAPELERIA	GLB	50.00	2.00	100.00
MICROESFERA	KG	22.04	200.00	4408.00
MOJONES DE HORMIGON	U	0.50	12.00	6.00
MOVILIZACION EQUIPOS	GLB	1800.00	1.00	1800.00
PINTURA TERMOPLASTICA	GLN	45.00	410.40	18468.00
RIPIO PARA HORMIGON	M3	13.00	410.40	5335.20
SEÑAL INFORMATIVA 2.10X2.10M	U	110.00	2.00	220.00
SEÑAL PREVENTIVA DE 0.60X0.60M	U	110.00	15.00	1650.00
SEÑAL PREVENTIVA HOMBRES TRABAJANDO 0.60X0.60	U	30.00	2.00	60.00
SEÑAL PREVENTIVA VIA EN CONSTRUCCION 1.20X0.60M	U	30.00	2.00	60.00
SEÑAL REGULATORIA DE 0.60X0.60M	U	110.00	6.00	660.00
SEÑALES AMBIENTALES	U	30.00	2.00	60.00
SUB BASE CLASE 3	M3	10.45	690.00	7210.50
VARIOS	GLB	12.50	20.00	250.00
			<b>TOTAL:</b>	<b>51486.36</b>

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

❖ *Descripción de Símbolos y Formula de reajuste.*

DESCRIPCION DE SIMBOLOS Y FORMULA DE REAJUSTE			
SIMBOLO	DESCRIPCION	COSTO DIRECTO	COEFICIENTE
A	ACERO EN BARRAS		
B	MANO DE OBRA	16439.36	0.132
E	EQUIPO Y MAQUINARIA	54208.93	0.445
P	MATERIALES	51486.36	0.413
X	VARIOS	2565.35	0.010
		=====	=====
		124700.00	1.000

$$Pr=Po(0.000 A1/Ao + 0.132 B1/Bo + 0.445 E1/Eo + 0.413 P1/Po + 0.01 X1/Xo)$$

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 = Índice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra y a la falta de este, el índice de precios al consumidor treinta días antes de la fecha de cierre de la presentación de las ofertas, que constará en el contrato.
- X1 = Índice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra y a la falta de este, el índice de precios al consumidor a la fecha del pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.
- *El análisis de precios unitarios, está elaborado sin costos indirectos y utilidades, por ser el GAD Provincial de Chimborazo, quien asumirá la construcción de la vía por administración directa*
  - *La distancia de acarreo de material de desalojo, de acuerdo al oficio sin número con fecha 21 de febrero del 2016, y contestada el 14 de abril del 2016, asigna como escombreras predios municipales y particulares, por tal motivo se certifica que se cuenta con sitios identificados como escombreras.*
  - *La distancia de transporte de material de sub-base será de 12 km hasta el epicentro del proyecto, La mina está Ubicada en el Cantón Riobamba, Parroquia Maldonado, Barrio San Clemente, Sector minas de Cerro Negro. Coordenadas UTM WGS 84, Norte: 9815593.39, Sur: 765240.23 y Elevación de 2770 msnm*

## 7.5.8. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO  
DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION

UNIDAD: GBL

ITEM : 228

FECHA : FEBRERO 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>

=====

SUBTOTAL M

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
						0.00

=====

SUBTOTAL N

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
						0.00

=====

SUBTOTAL O

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
MOVILIZACION EQUIPOS			GLB	1.00	1800.00	1800.00

=====

SUBTOTAL P

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>1800.00</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	0	0.00
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>		0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>1800.00</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>		<b>1800.00</b>

SON: MIL OCHOCIENTOS DOLARES

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO  
DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : DESBROCE , DESBOSQUE Y LIMPIEZA

UNIDAD: Ha

ITEM : 302- 1

FECHA : FEBRERO 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						14.14
Cargador Frontal		1.00	3.66	3.66	5.00	18.30
Retroexcavadora		1.00	3.66	3.66	5.00	18.30
Volqueta		3.00	3.66	10.98	5.00	54.90

=====

**SUBTOTAL M** 105.64

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Chofer Volqueta		3.00	4.79	14.37	5.00	71.85
Operador de Maquinaria		2.00	4.79	9.58	5.00	47.90
Peón		10.00	3.26	32.60	5.00	163.00

=====

**SUBTOTAL N** 282.75

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
						0.00
						0.00

=====

**SUBTOTAL O** 0.00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>

=====

**SUBTOTAL P** 0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	388.39
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	0
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	388.39
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>388.39</b>

SON: TRECIENTOS OCHENTA Y OCHO CON TREINTA Y NUEVE CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
 BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : EXCAVACIÓN EN SUELO  
 UNIDAD: M3  
 ITEM : 303 - 2(1)  
 FECHA : FEBRERO 2016  
 ESPECIFICACIONES:

<b>EQUIPO/ DESCRIPCION</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.07
Cargador Frontal		1.00	3.66	3.66	0.05	0.18
Retroexcavadora		1.00	3.66	3.66	0.05	0.18
Volqueta		3.00	3.66	10.98	0.05	0.55

=====

**SUBTOTAL M** 0.98

<b>MANO DE OBRA DESCRIPCION</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HR</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
Chofer de Volqueta		3.00	4.79	14.37	0.05	0.72
Operador de Maquinaria		2.00	4.79	9.58	0.05	0.48
Ayudante de Maquinaria		1.00	3.30	3.30	0.05	0.17

=====

**SUBTOTAL N** 1.36

<b>MATERIALES DESCRIPCION</b>			<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO</b>
						0.00
						0.00

=====

**SUBTOTAL O** 0.00

<b>TRANSPORTE DESCRIPCION</b>			<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO</b>

=====

**SUBTOTAL P** 0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>2.35</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	0	<b>0.00</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>		<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>2.35</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>		<b>2.35</b>

SON: DOS DOLARES CON TREINTA Y CINCO CENTAVOS  
 NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
 BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : TRANORTE DE MATERIAL DE ESCAVACIÓN ( TRANSPORTE LIBRE 500M)

UNIDAD: M3 - KM

ITEM : 309 - 2(2)

FECHA : FEBRERO 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</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	3.66	3.66	0.05	0.18

=====

SUBTOTAL M 0.19

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Chofer de Volqueta		1.00	4.79	4.79	0.05	0.24
						0.00

=====

SUBTOTAL N 0.24

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
						0.00
						0.00

=====

SUBTOTAL O 0.00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>

=====

SUBTOTAL P 0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>0.43</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>0</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>0.43</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>0.43</b>

SON: CUARENTA Y TRES CENTAVOS DE DÓLAR

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
 BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : SUB BASE CLASE 3  
 UNIDAD: M3  
 ITEM : 403-1  
 FECHA : FEBRERO 2016  
 ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.15
Motoniveladora		1.00	3.66	3.66	0.12	0.44
Rodillo vibratorio liso		1.00	3.66	3.66	0.12	0.44
Tanquero		1.00	3.66	3.66	0.12	0.44

=====

**SUBTOTAL M** 0.59

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Operador de Maquinaria		2.00	3.66	7.32	0.12	0.88
Chofer licencia tipo E		1.00	3.66	3.66	0.12	0.44
Peón		2.00	3.26	6.52	0.12	0.78
Ayudante de Maquinaria		1.00	3.30	3.30	0.12	0.40
Maestro de obra		1.00	3.66	3.66	0.12	0.44

=====

**SUBTOTAL N** 2.94

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Sub - base clase 3			M3	1.20	5.77	6.92
						0.00

=====

**SUBTOTAL O** 6.92

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>

=====

**SUBTOTAL P** 0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>10.45</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>0</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>10.45</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>10.45</b>

SON: DIEZ DÓLARES CON CUARENTA Y CINCO CENTAVOS  
 NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO  
DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : TRANSPORTE DE MATERIAL SUB BASE CLASE 3  
UNIDAD: M3 - KM  
ITEM : 309 - 9(2)  
FECHA : FEBRERO 2016  
ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</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	3.66	3.66	0.04	0.15

=====

SUBTOTAL M 0.16

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Chofer de Volqueta		1.00	4.79	4.79	0.04	0.19
						0.00

=====

SUBTOTAL N 0.19

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
				0.00	0.00	0.00
						0.00

=====

SUBTOTAL O 0.00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>

=====

SUBTOTAL P 0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>0.35</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>0</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>0.35</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>0.35</b>

SON: TREINTA Y CINCO CENTAVOS DE DÓLAR  
NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
 BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : ADOQUINADO VEHICULAR 300 KG/CM2, INCLUYE TRANSPORTE

UNIDAD: M2 - KM

ITEM : 10

FECHA : FEBRERO 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.07

=====

**SUBTOTAL M** 0.07

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Albañil		1.00	3.30	3.30	0.10	0.33
Peón		2.00	3.26	6.52	0.10	0.65
Chofer de Plataforma		1.00	4.79	4.79	0.10	0.48

=====

**SUBTOTAL N** 1.46

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Adoquin Vehicular 300 Kg/cm2, e= 8cm			U	16.00	0.35	5.60
arena e = 5cm			M3	0.20	0.15	0.03
Emporado			M3	0.20	0.15	0.03

=====

**SUBTOTAL O** 5.66

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
Plataforma			U	3.66	0.10	0.37

=====

**SUBTOTAL P** 0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>7.19</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>0</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>7.19</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>7.19</b>

SON: SIETE DOLARES CON DIECINUEVE CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
 BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : HORMIGON DE 180 KG/CM2 PARA CUNETAS

UNIDAD: M3

ITEM : 511-1(4)

FECHA : FEBRERO 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						1.33
Concretera		1.00	3.10	3.10	1.00	3.10
Vibrador a gasolina		1.00	2.42	2.42	1.00	2.42

=====

**SUBTOTAL M** 6.85

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro de Obra		1.00	3.66	3.66	1.00	3.66
Albañil		2.00	3.30	6.60	1.00	6.60
Peón		5.00	3.26	16.30	1.00	16.30

=====

**SUBTOTAL N** 26.56

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Cemento Portland			KG	350.00	0.10	35.00
Arena de rio			m3	0.65	13.00	8.45
Ripio triturado			m3	0.95	13.00	12.35
Agua			m3	0.02	1.25	0.03
Encofrado metalico para cunetas			ml	10.00	0.75	7.50
Estacas			U	5.00	0.25	1.25

=====

**SUBTOTAL O** 63.33

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
-----------------------------------	--	--	---------------	-----------------	---------------	--------------

=====

**SUBTOTAL P** 0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>96.74</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	0	<b>0.00</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>		<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>96.74</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>		<b>96.74</b>

SON: NOVENTA Y SEIS DOLARES CON SETENTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
 BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : AGUA PARA CONTROL DE POLVO

UNIDAD: GLN

ITEM : 215

FECHA : FEBRERO 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO / DESCRIPCION</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
Tanquero		1.00	3.66	3.66	0.10	0.37

=====

**SUBTOTAL M** 0.39

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Chofer Licencia tipo E		1.00	4.79	4.79	0.10	0.48

=====

**SUBTOTAL N** 0.48

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Agua			GLN	0.20	1.25	0.25

=====

**SUBTOTAL O** 0.25

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>

=====

**SUBTOTAL P** 0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>1.12</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>0</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>1.12</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>1.12</b>

SON: UN DÓLAR CON DOCE CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
 BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : CHARLAS DE IMPACTO MABIENTAL Y CONCIENTIZACIÓN

UNIDAD: U

ITEM : 220-(1)

FECHA : FEBRERO 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						1.25

=====

**SUBTOTAL M** 1.25

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Ambientalista conferesista		1.00	5.00	5.00	5.00	25.00

=====

**SUBTOTAL N** 25.00

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Equipo de proyección			U	1.00	50.00	50.00
Laminas, diapositivas y papelera			GLB	1.00	50.00	50.00

=====

**SUBTOTAL O** 100.00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>

=====

**SUBTOTAL P** 0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>126.25</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>0</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>126.25</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>126.25</b>

SON: CIENTO VEINTE Y SEIS CON VEINTE Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO  
DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS  
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : CINTAS PLASTICAS DE PELIGRO

UNIDAD: M

ITEM : 710-(a)

FECHA : FEBRERO 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.00

=====

SUBTOTAL M 0.00

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Peón		1.00	3.26	3.26	0.03	0.10

=====

SUBTOTAL N 0.10

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Cinta de seguridad			M	1.00	0.25	0.25

=====

SUBTOTAL O 0.25

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>

=====

SUBTOTAL P 0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>0.35</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>0.35</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>0.35</b>

SON: TREINTA Y CINCO CENTAVOS DE DÓLAR

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
 BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL 2.40 x 1.20m

UNIDAD: U

ITEM : 711

FECHA : FEBRERO 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</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

=====

**SUBTOTAL M** 0,01

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Peón		2,00	3,26	6,52	0,03	0,20

=====

**SUBTOTAL N** 0,20

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Señal ambiental			M	1,00	30,00	30,00
Cinta empaque			M	1,00	1,50	1,50
Tabla triplex 2.44x1.22m			M	1,00	18,66	18,66
Clavos			Kg	1,00	0,25	0,25
Pingos de eucalipto			U	2,00	1,12	2,24

=====

**SUBTOTAL O** 52,65

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>

=====

**SUBTOTAL P** 0,00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>52,86</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>0</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0,00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>52,86</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>52,86</b>

SON: CINCUENTA Y DOS DOLARES CON OCHENTA Y SEIS CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
 BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : VIA EN CONSTRUCCIÓN 1.20x0.60m

UNIDAD: U

ITEM : 710-2

FECHA : FEBRERO 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.00

=====

**SUBTOTAL M** 0.00

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>

=====

**SUBTOTAL N** 0.00

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Señal preventiva via en construcción 1.20x0.60m			M	1.00	60.00	60.00

=====

**SUBTOTAL O** 60.00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>

=====

**SUBTOTAL P** 0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>60.00</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>0</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>60.00</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>60.00</b>

SON: SESENTA DOLARES

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
 BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : HOMBRES TRABAJANDO 0.60x0.60m

UNIDAD: U

ITEM : 710-1

FECHA : FEBRERO 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.00

=====

**SUBTOTAL M** 0.00

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>

=====

**SUBTOTAL N** 0.00

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Señal preventiva a hombres trabajando 0.60x0.60m			M	1.00	30.00	30.00

=====

**SUBTOTAL O** 30.00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>

=====

**SUBTOTAL P** 0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>30.00</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>0.00</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>30.00</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>30.00</b>

SON: TREINTA DOLARES

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
 BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : SEÑALES REGULATORIAS  
 UNIDAD: U  
 ITEM : 708-5  
 FECHA : FEBRERO 2016  
 ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0,51
Concreteira		1,00	3,10	3,10	1,00	3,10
Vibrador a gasolina		1,00	2,42	2,42	1,00	2,42

=====

**SUBTOTAL M** 6,03

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro de Obra		1,00	3,66	3,66	1,00	3,66
Albañil		1,00	3,30	3,30	1,00	3,30
Peón		1,00	3,26	3,26	1,00	3,26

=====

**SUBTOTAL N** 10,22

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Cemento Portland			KG	24,00	0,25	6,00
Arena de rio			m3	0,35	13,00	4,55
Ripio triturado			m3	0,85	13,00	11,05
Agua			m3	0,02	1,25	0,03
Señal regulatorias 0.60x0.60m			U	1,00	110,00	110,00

=====

**SUBTOTAL O** 131,63

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>

=====

**SUBTOTAL P** 0,00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	147,88
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	0
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	0,00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	147,88
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>147,88</b>

SON: CIENTO CUARENTA Y SIETE CON OCHENTA Y OCHO CENTAVOS  
 NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
 BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : SEÑALES PREVENTIVAS

UNIDAD: U

ITEM : 708-6

FECHA : FEBRERO 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0,51
Concretera		1,00	3,10	3,10	1,00	3,10
Vibrador a gasolina		1,00	2,42	2,42	1,00	2,42

=====

**SUBTOTAL M** 6,03

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro de Obra		1,00	3,66	3,66	1,00	3,66
Albañil		1,00	3,30	3,30	1,00	3,30
Peón		1,00	3,26	3,26	1,00	3,26

=====

**SUBTOTAL N** 10,22

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Cemento Portland			KG	24,00	0,25	6,00
Arena de rio			m3	0,35	13,00	4,55
Ripio triturado			m3	0,85	13,00	11,05
Agua			m3	0,02	1,25	0,03
Señal preventiva 0.60x0.60m			U	1,00	110,00	110,00

=====

**SUBTOTAL O** 131,63

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
-----------------------------------	--	--	---------------	-----------------	---------------	--------------

=====

**SUBTOTAL P** 0,00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>147,88</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>0</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0,00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>147,88</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>147,88</b>

SON: CIENTO CUARENTA Y SIETE CON OCHENTA Y OCHO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
 BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : SEÑALES INFORMATIVAS  
 UNIDAD: U  
 ITEM : 708-7  
 FECHA : FEBRERO 2016  
 ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0,51
Concreteira		1,00	3,10	3,10	1,00	3,10
Vibrador a gasolina		1,00	2,42	2,42	1,00	2,42

=====

**SUBTOTAL M** 6,03

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro de Obra		1,00	3,66	3,66	1,00	3,66
Albañil		1,00	3,30	3,30	1,00	3,30
Peón		1,00	3,26	3,26	1,00	3,26

=====

**SUBTOTAL N** 10,22

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Cemento Portland			KG	24,00	0,25	6,00
Arena de rio			m3	0,35	13,00	4,55
Ripio triturado			m3	0,85	13,00	11,05
Agua			m3	0,02	1,25	0,03
Señal informativa 0.60x0.60m			U	1,00	110,00	110,00

=====

**SUBTOTAL O** 131,63

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
-----------------------------------	--	--	---------------	-----------------	---------------	--------------

=====

**SUBTOTAL P** 0,00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>147,88</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>0</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0,00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>147,88</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>147,88</b>

SON: CIENTO CUARENTA Y SIETE CON OCHENTA Y OCHO CENTAVOS  
 NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
 BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : MARCA DEL PAVIMENTO (PINTURA - DISCONTINUA CENTRAL DE 15CM Y LINEAS DE BORDE 10CM)

UNIDAD: M

ITEM : 705-(1)

FECHA : FEBRERO 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.05
Escoba autopropulsada		1.00	3.00	3.00	0.08	0.24
Camión pintura		1.00	5.00	5.00	0.08	0.40

=====

**SUBTOTAL M** 0.69

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Chofer Licencia Tipo E		1.00	4.79	4.79	0.08	0.38
Operador de Escoba autopropulsada		1.00	4.79	4.79	0.08	0.38
Pintor		1.00	3.30	3.30	0.08	0.26

=====

**SUBTOTAL N** 1.03

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Pintura acrílico			GLN	0.03	45.00	1.13
microesferas			KG	0.00	22.04	0.04

=====

**SUBTOTAL O** 1.17

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>

=====

**SUBTOTAL P** 0.00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>2.89</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>0</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>2.89</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>2.89</b>

SON: DOS DOLARES CON OCHENTA Y NUEVE CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
 BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : MARCAS SOBRESALIENTES DEL PAVIMENTO (BIDIRECCIONALES)

UNIDAD: U

ITEM : 705-(4)

FECHA : FEBRERO 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</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
Equipo manual de perforación		2,00	2,50	5,00	0,10	0,00
<b>SUBTOTAL M</b>						<b>0,03</b>

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Peón		2,00	3,26	6,52	0,10	0,65
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>0,65</b>

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Tacha Reflectiva bidireccional			U	1,00	2,20	2,20
Pegamento epóxico			GLN	0,03	54,00	1,62
<b>SUBTOTAL O</b>						<b>3,82</b>

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
<b>SUBTOTAL P</b>						<b>0,00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>4,50</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>0</b>
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>	<b>0,00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>4,50</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>4,50</b>

SON: CUATRO DOLARES CON CINCUENTA CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO**  
**DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -  
 BARRIO CATEQUILLA - CANTÓN CHAMBO

RUBRO : MARCAS SOBRESALIENTES DEL PAVIMENTO (UNIDIRECCIONALES)

UNIDAD: U

ITEM : 705-(4)

FECHA : FEBRERO 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO/ DESCRIPCION</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
Equipo manual de perforación		2,00	2,50	5,00	0,10	0,00
<b>SUBTOTAL M</b>						0,03

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Peón		2,00	3,26	6,52	0,10	0,65
<b>SUBTOTAL N</b>						0,65

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Tacha Reflectiva bidireccional			U	1,00	1,80	1,80
Pegamento epóxico			GLN	0,03	54,00	1,62
<b>SUBTOTAL O</b>						3,42

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
<b>SUBTOTAL P</b>						0,00

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>4,10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	0	0,00
<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>		0,00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>4,10</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>		<b>4,10</b>

SON: CUATRO DOLARES CON DIEZ CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

### 7.5.9. CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO.

CRONOGRAMA VALORADO												
CRONOGRAMA VALORADO EN MESES	PRIMER MES				SEGUNDO MES				TERCER MES			
CRONOGRAMA VALORADO EN SEMANAS	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>												
Movilización y Desmovilización	\$ 1.800,00											
Desbroce, desbosque limpieza		\$ 94,33	\$ 117,92	23,58								
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>												
Excavación en suelo			\$ 15.997,81	\$ 19.997,26	\$ 11.998,36							
Transporte de material de excavación (Transporte libre 500M)			\$ 3.555,89	\$ 4.444,86	\$ 2.666,92							
<b>CALZADA</b>												
Sub base clase 3					\$ 7.520,51	\$ 5.640,39						
Transporte de material sub base clase 3					\$ 215,85	\$ 215,85						
Adoquinado Vehicular 300 kg/cm2, inclute transporte						\$ 1.476,22	\$ 7.381,10	\$ 7.381,10	\$ 7.381,10	\$ 5.904,88		
<b>DRENAJE</b>												
Hormigon de 180 kg/cm2 para cunetas, incluye encofrado								\$ 3.639,19	\$ 3.639,19	\$ 3.639,19	\$ 3.639,19	

CRONOGRAMA VALORADO												
CRONOGRAMA VALORADO EN MESES	PRIMER MES				SEGUNDO MES				TERCER MES			
CRONOGRAMA VALORADO EN SEMANAS	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>												
Agua para control de polvo							\$ 637,80	\$ 127,56				
Charlas de impacto ambiental y concientización							\$ 126,25					
Cinta plasticas de peligro							\$ 241,24					
Señalización ambiental							\$ 105,71					
<b>SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA</b>												
Via en construcción 1.20x1.60M	\$ 120,00											
Hombres trabajando	\$ 120,00											
<b>SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDA</b>												
Señales Regulatorias										\$ 295,07	\$ 295,07	
Señales Preventivas										\$ 663,90	\$ 663,90	
Señales Informativas											\$ 295,07	
Marca del pavimento (pintura - discontinua central de 15cm y lineas de borde de 10 cm										\$ 5.984,37		
Marcas sobresalientes del pavimento (Bidireccionales)											\$ 540,55	
Marcas sobresalientes del pavimento (Unireccionales)											\$ 246,28	



## 7.5.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

**Referencia: ESPECIFICACIONES MOP-001-F-2003**

### 228- MOVILIZACIÓN

**Descripción.** Esta operación consistirá en llevar al sitio de la obra al personal y equipo necesario para la ejecución de la misma, además se incluirá la provisión de equipo de laboratorio para el uso de la Fiscalización en el control de los trabajos, si así se estipula en las especificaciones especiales.

En caso de ser requerida la provisión de edificaciones para laboratorios y balanzas para el pesaje de materiales, se la efectuará de acuerdo a lo estipulado en el numeral 103-3.07.

El Contratante podrá requerir el suministro de equipo de laboratorio en beneficio de la fiscalización, en cuyo caso el listado de equipo será incluido en los documentos contractuales. También podrá incluirse el requerimiento de que el Contratista suministre vehículos para el uso del personal de la fiscalización.

**Movilización de equipo.** El Contratista deberá hacer todos los arreglos necesarios con miras al oportuno embarque y transporte de sus plantas, maquinarias, vehículos y demás bienes que constituyen su equipo de construcción aprobado, a fin de que las varias unidades lleguen al lugar de la obra con suficiente anticipación y asegurar el avance normal de los trabajos, de acuerdo al programa de trabajo aprobado.

Cualquier unidad de equipo cuya capacidad y rendimiento no sean adecuados, deberá ser reemplazada por otra que demuestre ser satisfactoria.

**Medición.** Los trabajos descritos en esta sección se medirán por unidad completa, o sea, los montos globales incluidos en el Contrato.

**Pago.** La suma global que consten en el contrato para los rubros abajo designados constituirán la compensación total por toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y operaciones conexas, en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

En caso de haber una rescisión del contrato, una parte del valor pagado al Contratista por movilización será reembolsada al Contratante. En estas circunstancias, el Contratista tendrá derecho a retener solamente la proporción de la suma global de este rubro, que corresponde a la relación entre el monto pagado por los rubros trabajados y el monto total del presupuesto del contrato.

**Nº del Rubro de Pago y Designación**

**Unidad de Medición**

228- Movilización.....Suma global

## **1. REPLANTEO Y NIVELACIÓN**

**Descripción.-** Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador; como paso previo a la construcción. Al Constructor le servirá para verificar los datos de longitud y altitud de las líneas de conducción y redes de distribución, con la ubicación de los diferentes elementos del sistema a construirse/rehabilitarse y programar los trabajos de excavaciones y de montaje de tubería o revestimiento de canales.

**Especificaciones.-** Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizadas con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del ingeniero fiscalizador.

La institución contratante dará al contratista como datos de campo, el BM y referencias que constarán en los planos, en base a las cuales el contratista, procederá a replantear la obra a ejecutarse.

En caso de redes de distribución presurizadas sectoriales o parcelarias el replanteo será de suma importancia para la verificación de la concordancia de la red con la topografía catastral. De encontrarse discrepancias sustanciales el Constructor deberá comunicar al Fiscalizador. El Constructor debe entregar el plano del replanteo de las líneas previo el inicio de los trabajos de construcción de las redes.

**Forma de Pago.-** El replanteo se medirá en kilómetros, con aproximación a dos decimales en el caso de zanjas y, por metro cuadrado en el caso de estructuras. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

Pago. El pago de la cantidad establecida en la forma indicada en el numeral anterior se pagará al precio que conste en el contrato, de acuerdo al rubro abajo designado.

<b>No. del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
1 Replanteo y Nivelación.....	Km

## **302- DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA**

**Descripción.** Este trabajo consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada de acuerdo con las presentes Especificaciones y los demás documentos contractuales. En las zonas indicadas en los planos o por el Fiscalizador, se eliminarán todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación; además de tocones y hojarascas. También se incluyen en este rubro la remoción de la capa de tierra vegetal, hasta la profundidad indicada en los planos o por el Fiscalizador; así como la disposición, en forma satisfactoria al Fiscalizador, de todo el material proveniente de la operación de desbroce, desbosque y limpieza.

Estos trabajos incluirán todas las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las afueras de la misma, que estén señaladas en los planos o por el Fiscalizador, como fuentes designadas u opcionales de materiales de construcción. Además comprenderán la remoción de obstáculos misceláneos, conforme se estipula en la sub sección 301 2, de las Especificaciones MOP-001-F-2002, en caso de no estar incluidos en el contrato los rubros anotados en dicha Sección.

Este trabajo contemplará también la conservación, evitando todo daño o deformación de la vegetación, plantaciones y objetos destinados a conservarse.

**Procedimientos de trabajo.** El desbroce, desbosque y limpieza se efectuarán por medios eficaces, manuales y mecánicos, incluyendo la zocola, tala, repique y cualquier otro procedimiento que dé resultados que el Fiscalizador considere satisfactorios. Por lo general, se efectuará dentro de los límites de construcción y hasta 10 metros por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes. En todo caso, se pagará al contratista solamente por los trabajos efectuados dentro de los límites de Desbroce, Desbosque y Limpieza señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador.

Cuando en el contrato se prevea la conservación y colocación en áreas de siembra, de la capa de tierra vegetal, este material será almacenado en sitios aprobados por el Fiscalizador, hasta su incorporación a la obra nueva, y todo el trabajo de transporte, almacenamiento y colocación será pagado de acuerdo a lo estipulado en la Secciones 206 y 207 de las Especificaciones MOP-001-F-2002.

En las zonas de excavaciones o de terraplenes de altura inferior a 2 m. deberán removerse y desecharse todos los troncos, tocones, raíces, vegetación en general y material calificado por el Fiscalizador como inadecuado, y si en los documentos contractuales se lo exige, remover y almacenar para su uso posterior la capa de tierra vegetal superficial.

En las zonas que deben cubrirse por terraplenes de altura superior a 2 m. la tala de árboles se podrá realizar de modo que el corte se haga a una altura no mayor a 20 cm. sobre la superficie del terreno natural; los arbustos y maleza se eliminarán por completo y el césped se deberá cortar al ras. Los árboles deberán ser removidos por completo en los lugares donde esté prevista la construcción de estructuras o sub drenes, pilotes, excavación en forma escalonada para terraplenado, remoción de capa de tierra vegetal o la remoción de material inadecuado.

En las zonas que deban ser cubiertas por terraplenes y en que haya que eliminar la capa vegetal, material inadecuado, tocones o raíces, se emparejará y compactará la superficie resultante luego de eliminar tales materiales. El relleno y la compactación se efectuarán de acuerdo con lo estipulado en la sub sección 305, de las Especificaciones MOP-001-F-2002.

El destronque de zonas para cunetas, rectificaciones de canales o cauces, se efectuará hasta obtener la profundidad necesaria para ejecutar la excavación correspondiente a estas superficies.

En las áreas fuera de los límites de construcción y dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, los troncos se cortarán en lo posible, al ras del terreno

natural; pero en ningún caso se los dejará de una altura mayor de 30 cm. No se requerirá en estas áreas la remoción de arbustos ni de otra vegetación que no sea árboles.

Todos estos trabajos deberán realizarse en forma tal que no afecten la vegetación, construcciones, edificaciones, servicios públicos, etc., que se encuentren en las áreas laterales colindantes. Al respecto, deberán acatarse las estipulaciones pertinentes en la sub sección 102 3 "Relaciones Legales y Responsabilidades Generales" de las Especificaciones MOP-001-F-2002.

No podrá iniciarse el movimiento de tierras en ningún tramo del proyecto mientras las operaciones de Desbroce, Desbosque y Limpieza de las áreas señaladas en dicho tramo no hayan sido totalmente concluidas, en forma satisfactoria al Fiscalizador y de acuerdo con el programa de trabajo aprobado.

Disposición de materiales removidos. Todos los materiales no aprovechables provenientes del Desbroce, Desbosque y Limpieza, serán retirados y depositados en los sitios indicados en los planos o escogidos por el Contratista, con la aprobación del Fiscalizador. No se permitirá el depósito de residuos ni escombros en áreas dentro del derecho de vía, donde sería visible desde el camino terminado, a menos que se los entierre o coloque de tal manera que no altere el paisaje. Tampoco se permitirá que se queme los materiales removidos.

Cualquier material cuya recuperación esté prevista en los documentos contractuales u ordenada por el Fiscalizador será almacenado para uso posterior, de acuerdo a las estipulaciones del contrato y las instrucciones del Fiscalizador.

Cualquier madera aprovechable que se encuentre dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, será de propiedad de la obra y para su uso en ella, y cualquier excedente se entregará en las bodegas del MOP más cercanas.

**Medición.** La cantidad a pagarse por el Desbroce, Desbosque y Limpieza será el área en hectáreas, medida en la obra, en su proyección horizontal de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados, incluyendo las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las fuentes de trabajo aprovechadas fuera de dicha zona, que estén señaladas en los planos como fuentes designadas u opcionales al Contratista.

**Pago.** La cantidad establecida en la forma indicada en el numeral anterior se pagará al precio unitario contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por la eliminación, retiro, desecho y transporte de todos los materiales provenientes del Desbroce, Desbosque y Limpieza, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta Sección, incluyendo la remoción y disposición de obstáculos misceláneos, cuando no haya en el contrato los rubros de pago para tales trabajos.

Cuando en el contrato no se incluya el rubro de Desbroce, Desbosque y Limpieza, se considerará que todos estos trabajos que sean requeridos serán pagados por los precios contractuales para la excavación y relleno.

**N° del Rubro de Pago y Designación****Unidad de Medición**

302 1 Desbroce, Desbosque y Limpieza.....Hectárea

**303- EXCAVACIÓN Y RELLENO**

**Descripción.** Estos trabajos consistirán en excavación, transporte, desecho, colocación, manipuleo, humedecimiento y compactación del material necesario a remover en zonas de corte y a colocar en zonas de relleno para lograr la construcción de la obra básica, estructuras de drenaje y todo trabajo de movimiento de tierras que no sea incluido en la sub sección 301 2, de las Especificaciones MOP-001-F-2002 y que sea requerido en la construcción del camino, de acuerdo con los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador.

Todo el material aprovechable de las excavaciones será utilizado en la construcción de terraplenes, diques y otros rellenos, conforme se estipule en los documentos contractuales o indique el Fiscalizador. Cualquier material excedente y material inadecuado que hubiese, serán utilizados o desechados de acuerdo a lo estipulado en los numerales 303 2.02.4 y 303 2.02.5 respectivamente, de las Especificaciones MOP-001-F-2002.

La remoción de cualquier capa existente de sub base, base o superficie de rodadura, excepto pavimento de hormigón, será considerado como parte de la excavación correspondiente al sector en que se encuentran dichas capas, y no se efectuará ningún pago aparte por tal remoción.

**Ensayos y Tolerancias.** Para el control de la compactación de suelos de cimentación a nivel de subrasante y más abajo en corte, y cada capa de suelo que se utilice en rellenos o en la construcción de terraplenes, el Fiscalizador determinará para cada suelo distinto, con excepción de las zonas de alta pluviosidad en la región oriental del país y del material pedregoso que a juicio del Fiscalizador no es susceptible a ensayos de humedad densidad, la densidad máxima de laboratorio de acuerdo al método de ensayo, AASHO T 180, método D, con la modificación permitida en cuanto al reemplazo de material retenido en el tamiz de 3/4" (19.0 mm.), por material retenido en el número 4 (4.75 mm.).

Los ensayos de granulometría, límites "ATERBERG", valor soporte (CBR) y cualquier otro que fuera especificado en las disposiciones especiales, se efectuará de acuerdo a los procedimientos pertinentes establecidos en las Normas INEN y a su falta en las Normas AASHTO, excepto cuando en casos especiales se estipula otro método en los documentos contractuales.

El control de la densidad en la obra será llevado a cabo por el Fiscalizador, de acuerdo a los siguientes métodos:

- a) Método del Cono y Arena, según AASHO 191 61;
- b) Método volumétrico, según AASHO 206 64; o
- c) Método nuclear debidamente calibrado.

La ubicación de los pozos de prueba será determinada por el Fiscalizador; normalmente, se efectuarán los ensayos de compactación de acuerdo al siguiente criterio general:

- a) Cada 500 m<sup>3</sup> de relleno o terraplén colocado, o cada 100 m. lineales como promedio en cada capa colocada con excepción de la de subrasante; y,

b) Un promedio de cada 100 m. lineales para la capa de subrasante en terraplenes y rellenos, y cada 100 m. lineales para la subrasante en corte y para los suelos de cimentación por debajo de terraplenes cuya altura sea menor a 2 m.

Previa a la colocación de las capas de sub base, base y superficie de rodadura, se deberá conformar y compactar el material a nivel de subrasante, de acuerdo a los requisitos del numeral 305 2.04, de las Especificaciones MOP-001-F-2002. Al final de estas operaciones, la subrasante no deberá variar en ningún lugar de la cota y sección transversal establecidas en los planos o por el Fiscalizador en más de 2 cm.

Los taludes de corte terminados deberán conformarse razonablemente a los taludes estipulados en los planos, y en ningún punto deberán variar del plano especificado en más de 15 cm. en tierra o más de 50 cm. en roca, medidos en forma perpendicular al plano del talud. Los contra taludes con inclinación de 4:1, o más tendido, no deberán variar del plano especificado en más de 6 cm.

Los taludes de terraplenes terminados no deberán variar de los taludes especificados en más de 15 cm., medidos en forma perpendicular al plano del talud, dentro de una altura de 1 m., de la rasante. Bajo de esta altura, los taludes no deberán variar de lo especificado en más de 25 cm. de tierra o 50 cm. en rellenos construidos con piedra o pedazos de rocas grandes.

La cota de cualquier punto del lecho de una cuneta lateral o zanja de desagüe no deberá variar de la cota establecida en los planos o por el Fiscalizador en más de 5 cm. En todo caso, la pendiente del lecho deberá ser tal que permita el desagüe normal sin estancamiento de agua.

**Preservación de la propiedad ajena.** En los trabajos de excavación y relleno, el Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para proteger y evitar daños o perjuicios en las propiedades colindantes con los límites de la obra, así para que no se interrumpan las servidumbres de tránsito, riego, servicios públicos, etc. Si fuera necesario para proteger instalaciones adyacentes, el Contratista tendrá que construir y mantener por el tiempo necesario, por su cuenta y costo, tabla estacada, apuntalamiento u otros dispositivos apropiados. El retiro de estos también correrá por cuenta del Contratista, cuando no se los requiera más.

En todo caso, deberá sujetarse a lo previsto en el numeral 102 3.11 de las Especificaciones MOP-001-F-2002, "Protección y Restauración de Propiedades".

### **Excavación para la plataforma del camino.**

**Descripción.** Este trabajo consistirá en la excavación y disposición, en forma aceptable al Fiscalizador, de todo el material cuya remoción sea necesaria para formar la obra básica del camino y cuya medición y pago no estén previstos por otros rubros del contrato. Se incluye la construcción de cunetas laterales, taludes, terraplenes, escalones para terraplenado a media ladera, zonas de empalmes y accesos, la remoción y reemplazo de material inadecuado para la construcción del camino, la excavación y acarreo de material designado para uso, como suelo seleccionado, la remoción de desprendimientos y deslizamientos, conforme a lo estipulado en el numeral 303 2.02.5, de las Especificaciones MOP-001-F-2002 y el desecho de todo material excedente. Todo lo cual se deberá ejecutar de acuerdo a las presentes Especificaciones, las

disposiciones especiales y con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador. La excavación podrá ser sin clasificación o clasificada de acuerdo a las definiciones que se presentan a continuación. Si se autorizara efectuar excavación de préstamo, para contar con el material adecuado requerido para el terraplenado y rellenos, tal excavación se llevará a cabo de acuerdo a la Sección 304, de las Especificaciones MOP-001-F-2002.

**Excavación sin Clasificación.** Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, es decir inclusive excavaciones en fango, suelo, marginal y roca.

**Excavación clasificada.** Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo y comprenderá las siguientes clases cuando se estipule en los contratos respectivos:

**Excavación en roca.** Comprenderá la correspondiente a todas las masas de roca, depósitos estratificados y la de todos aquellos materiales que presenten características de roca maciza, cementados tan sólidamente, que únicamente puedan ser excavadas utilizando explosivos.

El Contratista previamente a la iniciación de los trabajos considerados como Excavación en roca, deberá notificar por escrito al Fiscalizador, y éste previa su constatación física en la obra autorizará al Contratista por escrito la ejecución de dichos trabajos.

El Fiscalizador para el pago deberá constatar que el Contratista para la remoción de la roca, haya previamente efectuado la perforación, utilización de explosivos y desalojo, parámetros indispensables para el pago de este rubro, para lo cual se deberán llevar los registros diarios del equipo empleado, de la cantidad de explosivos requerida, de acuerdo al plan de barrenamiento previamente preparado por el Contratista y aprobado por el Fiscalizador; documentos que deberán ser adjuntados en las planillas de pago, así como los perfiles transversales de la excavación en roca.

**Excavación marginal.** Comprenderá la correspondiente a los materiales formados por rocas descompuestas, suelos muy compactos, y todos aquellos que para su excavación no sea necesario el empleo de explosivos y sea preciso la utilización de maquinaria mayor a 320 HP al volante con sus respectivos escarificadores.

El Contratista previamente a la iniciación de los trabajos considerados como excavación marginal, notificará por escrito al Fiscalizador, y éste previa su constatación física en la obra de que dicho material no es susceptible al desgarramiento con maquinaria de 320 HP al volante y con el empleo de sus respectivos desgarradores, pesados y profundos, autorizará por escrito la ejecución de los trabajos solicitados.

El Fiscalizador para el pago deberá constatar que el Contratista para la remoción del material marginal, haya utilizado el equipo requerido en estas Especificaciones, para lo cual se deberán llevar los registros diarios del equipo empleado, documentos que deberán ser adjuntados en las planillas de pago, así como los perfiles transversales de la excavación marginal.

**Excavación en fango.** Es la excavación y desalojo que se realiza de materiales compuestos de tierra y/o materia orgánica, y que por el contenido de humedad las características y estado son tales que se los definen como suelos tixotrópicos. La remoción de esta clase de material se pagará con el rubro correspondiente a excavación en suelo.

Excavación en suelo. Comprenderá la remoción de todos los materiales no incluidos en los numerales 303 2.01.2.1. Y 303 2.01.2.2, de las Especificaciones MOP-001-F-2002.

**Excavación sin clasificación y excavación en suelo.** Todo el material resultante de estas excavaciones que sea adecuado y aprovechable, a criterio del Fiscalizador, deberá ser utilizado para la construcción de terraplenes o rellenos, o de otro modo incorporado en la obra, de acuerdo a lo señalado en los planos y a lo indicado por el Fiscalizador.

Materiales plásticos y provenientes de la excavación si clasificación y la de suelo que presenten un contenido de humedad excesivo y que pueden secarse a una condición utilizable, mediante el empleo de medios razonables, tales como aireación, escarificación o arado, se considerarán como aprovechables para la construcción de terraplenes o rellenos y no deberán ser desechados, siempre que cumplan con los requisitos estipulados en la Sección 817, de las Especificaciones MOP-001-F-2002 a no ser que los materiales de excavación disponibles excedan la cantidad requerida para tal construcción; sin embargo, el Contratista tendrá la opción de desechar el material plástico inestable y reemplazarlo con material de mejor calidad, a su propio costo.

**Excavación en roca.** Cuando sea necesaria la excavación de roca para llegar al nivel de subrasante y si no estuviere especificado en otra forma, el material clasificado como tal será excavado hasta una profundidad aproximada de 15 cm. bajo el nivel de la subrasante y en todo el ancho de la plataforma; esta excavación se rellenará con suelo seleccionado, a no ser que en los planos se indique otro procedimiento.

Antes del comienzo de cualquier excavación de roca, el Contratista deberá conseguir la aprobación del Fiscalizador de su programa de excavación, inclusive de los procedimientos a seguir en la voladura y en las medidas propuestas para la protección de la obra, los trabajadores, la propiedad ajena y el público en general. (Ver sub sección 102 3), de las Especificaciones MOP-001-F-2002. Deberán determinarse las operaciones de voladura requeridos dentro de una distancia de 80 m. de un puente, antes de comenzar la construcción de dicho puente.

El Contratista deberá llevar a cabo la voladura de roca de tal manera que evite en lo posible la rotura y aflojadura de la roca fuera de los límites de excavación fijados en los planos o por el Fiscalizador. Cualquier material fuera de dichos límites que se afloje debido a las operaciones de voladura, será removido por el Contratista a su propio costo, con la salvedad de lo estipulado en el párrafo "a" numeral 303 2.03, de las Especificaciones MOP-001-F-2002. No se permitirá la voladura mediante la carga de túneles o galerías para la remoción masiva de roca.

Cuando esté especificado en el contrato o cuando lo ordene el Fiscalizador, el precorte y el resquebrajamiento previo se emplearán en cortes de roca maciza. El precorte y el plano de resquebrajamiento deberán coincidir con las líneas y las inclinaciones de los taludes del proyecto. Las perforaciones del precorte que se localizarán en las iniciaciones del talud no se cargarán con explosivos, y las perforaciones para el resquebrajamiento previo serán espaciadas a una distancia máxima de 1 m y tendrán un diámetro máximo de 7.5 cm, a menos que el



Fiscalizador apruebe alguna variación. La profundidad máxima de las perforaciones será de 15 m. Las perforaciones para el resquebrajamiento previo serán cargadas de la manera recomendada por el fabricante de los explosivos utilizados y avalados por el Fiscalizador.

Las perforaciones para el resquebrajamiento previo serán detonadas antes de efectuar la explosión primaria dentro de la sección a ser excavada. En caso de ser necesario, el Contratista ajustará el espaciamiento y la carga de las perforaciones, a fin de que resulte un plano de ruptura uniforme en la roca.

**Excavación de material marginal.** Luego de ejecutar la excavación de material de suelo y se establezca la presencia de roca descompuesta y suelos duros que presenten cierta resistencia a su desgarramiento por la maquinaria, se procederá a utilizar escarificadores (ripper) para romper el suelo y sea fácil su extracción.

Antes de proceder a la excavación del material considerado como marginal, el Contratista comunicará a la Fiscalización, para la correspondiente autorización, la necesidad de utilizar escarificadores por la presencia de materiales duros, el mismo que aprobará el programa de trabajo.

Todo el material resultante de la excavación deberá ser utilizado en rellenos o terraplenes.

**Material inadecuado.** Cuando el terreno natural en zonas de terraplenado o a nivel de subrasante en zonas de excavación no sea apto para su función prevista, el Contratista removerá y desechará el material inadecuado, de acuerdo a las instrucciones del Fiscalizador, y lo reemplazará hasta el nivel de subrasante o de la superficie del terreno natural, según el caso, con material aprobado por el Fiscalizador.

La reposición de material se efectuará de acuerdo a las estipulaciones de la Sección 305 de las Especificaciones MOP-001-F-2002 y todo el trabajo de remoción, desecho y reposición será pagado como excavación en suelo, excepto cuando el Fiscalizador determine que la remoción corresponda a excavación en fango.

**Desprendimientos y deslizamientos.** La remoción y desalojo de materiales provenientes de desprendimientos y deslizamiento dentro de la obra deberán realizarse empleando el equipo, personal y procedimientos aprobados previamente por el Fiscalizador y de tal manera que evite en lo posible cualquier daño a la plataforma o calzada.

La disposición de materiales que el Fiscalizador considere no aprovechables para la construcción de terraplenes o rellenos se efectuará en los sitios indicados por el Fiscalizador y de manera que ni altere el paisaje ni obstaculice a los ríos y arroyos.

El material fuera de los taludes de corte especificado que se desprenda y caiga dentro de la zona de excavación antes que el Contratista haya terminado dicha excavación, será medido como, excavación en suelo o excavación en roca dependiendo de la naturaleza de la materia removida y de los rubros de excavación que existan en el contrato, siempre que los desprendimientos y deslizamientos no sean el resultado directo de las operaciones o negligencia del Contratista.

Una vez terminada la obra básica del proyecto en un tramo, cualesquiera piedras o rocas desprendidas, escombros y derrumbes provenientes de la erosión de taludes que caen sobre la cuneta o la plataforma del camino, serán removidos y desechados, en sitios aprobados por el Fiscalizador y pagados por medio del rubro de Limpieza de derrumbes.

**Material excedente.** El material proveniente de las excavaciones autorizadas y que no sea requerido para terraplenes u otros rellenos, será empleado en la ampliación del relleno para tender los taludes de terraplén, o en la construcción de terraplenes de refuerzo, de no ser estipulado otro procedimiento en los planos o disposiciones especiales. Si el Fiscalizador ordena el empleo de equipo de compactación en estos trabajos, se pagará por el uso de tal equipo como trabajos de administración, de acuerdo al numeral 103 5.04, de las Especificaciones MOP-001-F-2002.

El material cuya disposición no esté ordenada de acuerdo al párrafo anterior, será desechado en sitios de depósito señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador. Excepto cuando el Fiscalizador lo autorice por escrito, no se desechará el material excedente en lugares donde quede a un nivel más alto que la rasante del camino adyacente.

Será responsabilidad del Contratista asegurarse de que haya una cantidad de material adecuado suficiente para la construcción de terraplenes y otros rellenos, antes de desalojar material que pueda o no ser excedente. En caso de faltar material para terraplenes o rellenos, todo el material adecuado desechado por el Contratista, deberá ser reemplazado por el mismo, a su propio costo, previa aprobación del material a utilizarse, por el Fiscalizador.

**Taludes.** La terminación de todos los taludes será de modo que queden razonablemente lisos y uniformes, en concordancia con las líneas y pendientes señaladas en los planos, tomando en cuenta las tolerancias permitidas que se señalen en el numeral 303 1.02, de las Especificaciones MOP-001-F-2002. Todo el material flojo, resquebrajado y en peligro de caerse del talud, será retirado.

De ser así estipulado en los planos, se redondeará la zona de intersección de los taludes de excavación y la superficie del terreno natural. Tal redondeo, si fuera requerido, así como el retiro del material en peligro de caer, serán considerados como parte del trabajo de excavación y no se medirán para su pago ni los volúmenes comprendidos dentro de las zonas de redondeo, ni los del material retirado.

**Medición.** Las cantidades a pagarse por la excavación de la plataforma del camino serán los volúmenes medidos en su posición original y calculada de acuerdo a lo estipulado en el numeral 103 5.01, de las Especificaciones MOP-001-F-2002, de la excavación efectivamente ejecutada y aceptada, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador. Las áreas transversales que se utilizan en el cálculo de volúmenes serán computadas en base a las secciones transversales originales del terreno natural después de efectuarse el desbroce y limpieza, y las secciones transversales tomadas del trabajo terminado y aceptado.

La medición deberá incluir:

- a) La excavación necesaria para la construcción de la obra básica en zonas de corte. Se medirá como excavación según la naturaleza del material removido y de acuerdo a los rubros del contrato. No se incluirá en la medición la sobre excavación.

Como excavación en suelo, roca o sin clasificación, el volumen desalojado de los desprendimientos y deslizamientos caídos dentro de la zona de la plataforma del camino, antes de que el Contratista haya terminado dicha excavación, y siempre que estos desprendimientos y deslizamientos no sean resultado directo de operaciones o negligencia del Contratista. La clasificación se hará de conformidad con lo establecido en la sub sección 303 2 de las Especificaciones MOP-001-F-2002.

- b) La excavación autorizada de roca o material inadecuado debajo de la subrasante y del material inadecuado en las zonas de terraplenado cuya remoción sea autorizada por el Fiscalizador.
- c) La excavación autorizada de escalones o terrazas en las laderas o terraplenes existentes, para permitir la adecuada construcción o ampliación de terraplenes, de acuerdo a la sub sección 305 1, de las Especificaciones MOP-001-F-2002.
- d) Cunetas laterales y los canales abiertos cuyo ancho a nivel del lecho sea de 3 m. o más.
- e) El pago de precorte y resquebrajamiento previo se hallará incluido en el pago de excavación en roca.
- f) No se medirá como excavación el material excavado para la plataforma del camino que sea pagado bajo otro rubro.

**Pago.** Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la excavación y disposición del material, incluyendo su transporte, colocación, esparcimiento, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación, o su desecho, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta sub sección.

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
303-2 (1) Excavación sin clasificación.....	Metro cúbico (m3)
303 2 (2) Excavación en suelo.....	Metro cúbico (m3)
303 2 (3) Excavación en roca.....	Metro cúbico (m3)

### **309- TRANSPORTE**

**Descripción.** Este trabajo consistirá en el transporte autorizado de los materiales necesarios para la construcción de la plataforma del camino, préstamo importado, mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado.

El material excavado de la plataforma del camino será transportado sin derecho a pago alguno en una distancia de 500 m; pasados los cuales se reconocerá el transporte correspondiente.

**Medición.** Las cantidades de transporte a pagarse serán los metros cúbicos/km. o fracción de km. medidos y aceptados, calculados como el resultado de multiplicar los m<sup>3</sup> de material efectivamente transportados por la distancia en km. de transporte de dicho volumen.

Los volúmenes para el cálculo de transporte de materiales de préstamo importado, el mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado, la estabilización con material pétreo, serán los mismos volúmenes establecidos para su pago de conformidad con su rubro correspondiente, m<sup>3</sup>/km o fracción de km.

Si el contratista prefiere utilizar materiales provenientes de una fuente localizada a mayor distancia que aquellas que fueren fijadas en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador, la distancia de transporte se medirá como si el material hubiera sido transportado desde el sitio fijado en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador.

En caso de que, para cumplir con las especificaciones respectivas, fuera necesario obtener materiales de dos o más fuentes diferentes, los volúmenes para el cálculo de transporte se determinarán en el análisis de costos unitarios que presentará el oferente en su oferta económica.

**Pago.** Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el transporte de los materiales, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, etc. y operaciones conexas necesarias para ejecutar los trabajos descritos en esta sub sección.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
309 2(2) Transporte (transporte libre 500 m).....	Metro cúbico/kilómetro

### **403- SUB- BASE CLASE 3**

#### **Sub base de Agregados**

**Descripción.** Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub base compuesta por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificados en la Sección 816, de las Especificaciones MOP-001-F-2002. La capa de sub base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos.

**Materiales.** Las sub bases de agregados se clasifican como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse. La clase de sub base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. De todos modos, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

**Clase 3:** Son sub bases construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 816, de las Especificaciones MOP-001-F-2002 y que se

hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 403 1.1.

Cuando en los documentos contractuales se estipulen sub bases Clases 1 o 2 al menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados.

**Tabla 403 1.1**

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
3" (76.2 mm)	--	--	100
2" (50.4 mm)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm)	100	70 - 100	--
Nº 4 (4.75 mm)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

**Equipo.** El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración o de cribado, equipo de transporte, maquinaria para esparcimiento, mezclado y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos de tres ruedas o rodillos vibratorios.

**Ensayos y Tolerancias.** La granulometría del material de sub base será comprobada mediante los ensayos determinados en la sub sección 816 2, de las Especificaciones MOP-001-F-2002 los mismos que se llevarán a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en la vía. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra inmediatamente antes del tendido del material.

Deberán cumplirse y comprobarse todos los demás requerimientos sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la sub sección 816 2, de las Especificaciones MOP-001-F-2002 o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de sub base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T 147. En todo caso, la densidad mínima de la sub base no será menor que el 100% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, mediante los ensayos previos de Humedad Óptima y Densidad Máxima, realizados con las regulaciones AASHTO T 180, método D.

En ningún punto de la capa de sub base terminada, el espesor deberá variar en más de dos centímetros con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado. Estos espesores serán medidos luego de la compactación final de la capa, cada 100 metros de longitud en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia marcada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos,

para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costa, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder luego a conformar y compactar con los niveles y espesores del proyecto. Para el caso de zonas defectuosas en la compactación, se deberá seguir un procedimiento análogo.

En caso de que las mediciones del espesor se hayan realizado mediante perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

La superficie de la sub base terminada deberá ser comprobada mediante nivelaciones minuciosas, y en ningún punto las cotas podrán variar en más de dos centímetros con las del proyecto.

### **Procedimientos de trabajo.**

**Preparación de la Subrasante.** Antes de proceder a la colocación de los agregados para la sub base, el Contratista habrá terminado la construcción de la subrasante, debidamente compactada y con sus alineaciones, pendientes y superficie acordes con las estipulaciones contractuales. La superficie de la subrasante terminada, en cumplimiento de lo establecido en la Sección 308, de las Especificaciones MOP-001-F-2002 deberá además encontrarse libre de cualquier material extraño.

En caso de ser necesaria la construcción de sub drenajes, estos deberán hallarse completamente terminados antes de iniciar el transporte y colocación de la sub base.

**Selección y Mezclado.** Los agregados preparados para la sub base deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de sub base establecida en el contrato.

Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección de los agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y material ligante, serán combinadas de acuerdo con la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y autorizada por el Fiscalizador, y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador, que disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de manera consistente, para que la producción del material de la sub base sea uniforme. El mezclado de las fracciones podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar el material grueso sobre la subrasante, con un espesor y ancho uniformes, y luego se distribuirán los agregados finos proporcionalmente sobre esta primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor estipulado con el total del material. Cuando todos los materiales se hallen colocados, se deberá proceder a mezclarlos uniformemente mediante el empleo de motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas aprobadas por el Fiscalizador, que sean capaces de ejecutar esta operación. Al iniciar y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.

Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, el material será esparcido a todo lo ancho de la vía en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos. No se permitirá la distribución directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo indicado anteriormente.

**Tendido, Conformación y Compactación.** Cuando el material de la sub base haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportando al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la hidratación necesaria, tendido o emparejamiento, conformación y compactación, de tal manera que la sub base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes, pero en este caso el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizado repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación sean completados con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán tenderse a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.

En todos los casos de construcción de las capas de sub base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas y regulada a una velocidad máxima de 30 Km/h, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando se efectúe la mezcla y tendido del material en la vía utilizando motoniveladoras, se deberá cuidar que no se corte el material de la subrasante ni se arrastre material de las cunetas para no contaminar los agregados con suelos o materiales no aceptables.

Cuando sea necesario construir la sub base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos aquí descritos hasta su compactación final.

**Compactación.** Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de sub base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor, u otro tipo de compactadores aprobados.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la sub base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales. Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas estén dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en el numeral 403 1.04, de las Especificaciones MOP-001-F-2002 hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador. En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o planchas vibrantes, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la sub base.

**Medición.** La cantidad a pagarse por la construcción de una sub base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador medidos en sitio después de la compactación.

Para el cálculo de la cantidad se considerará la longitud de la capa de sub base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

**Pago.** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de sub base, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas que se hayan empleado para la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
403 1 Sub base Clase 3.....	Metro cúbico (m3)



### **308- ACABADO DE LA OBRA BÁSICA**

**Descripción.** Este trabajo consistirá en el acabado de la plataforma del camino a nivel de subrasante, de acuerdo con las presentes Especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador.

Este trabajo será realizado en dos casos fundamentales, cuando el acabado se ejecute en plataforma nueva y cuando se trate de trabajos de mejoramiento o complementarios de la plataforma ya existente.

**Procedimiento de trabajo.** Para la realización de estos trabajos deberán estar concluidos excavación y relleno para la plataforma, todas las alcantarillas, obras de arte y construcciones conexas e inclusive el relleno para estructuras.

**Obra básica nueva.** Después de que la plataforma del camino haya sido sustancialmente terminada, será acondicionada en su ancho total, retirando cualquier material blando o inestable que no pueda ser compactado debidamente, y será reemplazado con suelo seleccionado, de acuerdo a lo previsto en la Sección 306, de las Especificaciones MOP-001-F-2002; luego de lo cual, toda la plataforma será conformada y compactada, como se estipula en las sub secciones 305 1, 305 2, de las Especificaciones MOP-001-F-2002. De ser necesario, se harán trabajos de escarificación, emparejamiento, rastrillada, humedecimiento u aireación, además de la conformación y compactación para lograr una plataforma del camino perfectamente compactada y conformada, de acuerdo con las cotas y secciones transversales señaladas en los planos y lo indicado en el numeral 303 1.02. También se efectuará la conformación y acabado de los taludes de acuerdo a lo exigido en los documentos contractuales y ordenados por el Fiscalizador.

La plataforma acabada será mantenida en las mismas condiciones hasta que se coloque por encima la capa de sub base o de rodadura, señalada en los planos o, en el caso de no ser requerida tal capa, hasta la recepción definitiva de la obra.

**Obra básica existente.** Cuando se señale en los planos y otros documentos contractuales o lo indique el Fiscalizador, las plataformas existentes serán escarificadas, conformadas, humedecidas u oreadas y compactadas de acuerdo con estas Especificaciones y en concordancia con los alineamientos, pendientes y secciones transversales del proyecto en ejecución.

Cualquier material excedente será utilizado para ampliar taludes o transportado a los sitios de depósito, según lo disponga el Fiscalizador y en concordancia con lo dispuesto en el numeral 303 2.02.6, de las Especificaciones MOP-001-F-2002. Todo el material que pueda ser requerido para ampliar o nivelar la plataforma existente, será conseguido de acuerdo a lo indicado en las Secciones 303 y 304, de las Especificaciones MOP-001-F-2002.

Para los sectores de rectificación y mejoramiento de las carreteras existentes, las operaciones deberán programarse con avance limitado y su desalojo ejecutarse con el empleo de palas cargadoras de ruedas neumáticas, a fin de permitir el tránsito público en el período de construcción y evitando el deterioro de la capa de rodadura existente.

La eventual incidencia en los costos de construcción del sistema de trabajo a emplearse, deberá ser considerada en el análisis de precio unitario de excavación para la plataforma. El Ministerio no reconocerá pago adicional alguno por este concepto.

**Medición.** La terminación o acabado de la obra básica nueva, no será medida a efectos de pago directo, considerándose compensada por los pagos que se efectúen por los varios rubros de excavación y relleno.

La cantidad a pagarse por el acabado de la obra básica existente, será el número de metros cuadrados medidos a lo largo del eje del camino de la plataforma, aceptablemente terminada, de acuerdo a los requerimientos de los documentos contractuales y del Fiscalizador.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
308 2 (1) Acabado de la obra básica existente.....	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

### **503-1 HORMIGÓN SIMPLE $f'_c=180$ KG/CM<sup>2</sup> (INCLUYE ENCOFRADO).**

#### **Generalidades.**

**Objetivos.** La presente especificación tiene por objeto establecer los requisitos que debe cumplir el hormigón de cemento Portland, para su utilización en la construcción de piezas estructurales de este material, incluyendo los pavimentos rígidos.

**Alcance y limitaciones.** Esta especificación se aplica a toda estructura o elemento que requiera para su construcción, hormigón de cemento Portland.

**Adicionales o especiales.** El Constructor presentará los diseños del hormigón al Fiscalizador, quien realizará por su cuenta ensayos de comprobación. Si existen divergencias entre ellos, se realizará un tercer ensayo en presencia del Fiscalizador y Contratista. Si los resultados de este tercer ensayo son satisfactorios se mantendrá el diseño; caso contrario, el Fiscalizador ordenará el cambio del diseño, hasta conseguir que se cumplan con los requisitos especificados para la obra.

Si se requiere de aditivos para la fabricación de hormigón, estos deberán cumplir lo estipulado en el Capítulo 805 MOP-001-F-2002 de las presentes especificaciones.

#### **Fabricación del Hormigón.**

**Almacenamiento de agregados.** El manipuleo y almacenamiento de agregados para hormigones se hará en forma tal que se evite la segregación de los tamaños componentes o la mezcla con materiales extraños.

El Contratista deberá efectuar el almacenamiento separado de los agregados en silos o plataformas especiales, convenientemente localizadas.

Los acopios se prepararán en capas aproximadamente horizontales, de un espesor no mayor de 1,0 metro.

Los agregados que provengan de diferentes fuentes de origen no deberán almacenarse juntos, y cada tamaño o fracción de agregado deberá almacenarse separadamente.

**Almacenamiento de materiales.-** El cemento, y agregados livianos, deben permanecer siempre en lugares ventilados y ubicados de tal manera que la Fiscalización, pueda chequear fácilmente. Deben ser almacenados de tal manera que se asegure la conservación de sus cualidades y aptitudes para la obra. Los materiales de almacenamiento aun cuando hayan sido aprobados antes de ser almacenados, deben ser inspeccionados antes que se utilicen en la obra, todos los materiales tienen que ser manejados con precaución evitando que se pierdan o deterioren sus propiedades de diseño.

Solamente con el permiso de la Fiscalización se puede permitir que cantidades pequeñas de sacos abiertos de cemento permanezcan almacenados en pisos o plataformas bajo techo, pero no deben sobrepasar el tiempo máximo de 48 horas.

**Almacenamiento de agregados.-** Cuando el almacenamiento de los agregados del concreto se realiza a mano, lo más importante es prevenir la contaminación con otros materiales. Para el uso de los agregados es conveniente no remover por lo menos 15 cm. de la parte inferior.

El agregado debe ser almacenado en el menor tiempo posible para reducir el contenido libre de humedad.

Para asegurar un concreto uniforme, los agregados almacenados deberían mantenerse en un razonable contenido de humedad uniforme.

**Almacenamiento de aditivos.-** Es necesario mantener una lista de presentación y aprovisionamiento de aditivos. Esta lista deberá contener la dosificación para ser usada; además se debería solicitar una certificación de que el material ha sido proporcionado para tal requerimiento. Cuando el caso lo amerite y la Fiscalización lo solicite, es necesario obtener una certificación del laboratorio.

En obras de gran importancia se debería solicitar:

- 1.- El contenido químico, con su peso respectivo y sus tolerancias.
2. - Una muestra de 250 ml de aditivos.
3. - Cada 6 meses certificar la garantía para comprobar que el producto no ha sido cambiado.

Los chequeos pueden referirse al ASTM C 260 y ASTM C 494.

**Planta y equipo de dosificación.** La planta dosificadora será de un tipo adecuado, e incluirá tolvas de almacenamiento con compartimientos separados para cada fracción de agregados.

Los controles de pesaje permitirán graduar la salida del material, incluyendo el retiro de cualquier exceso, si se sobrepasa el peso de un agregado.

Las tolvas de pesaje serán construidas de tal manera que puedan descargar totalmente los materiales y no produzcan vibraciones en las balanzas.

La planta de dosificación estará montada de tal manera que sus piezas estructurales se conserven niveladas perfectamente, con las tolerancias respectivas en los mecanismos de pesaje.

Las balanzas serán del tipo aprobado por el Fiscalizador y constituirán parte integrante de la planta dosificadora.

Los errores máximos permisibles para balanzas de agregados o de cemento serán:

- a) Para calibración: 0.5% de la carga neta.
- b) Para cemento: 1% de la carga neta en trabajo.
- c) Para agregados: 2% de la carga neta en trabajo.

Para efectos de verificar el peso de las balanzas se dispondrá de por lo menos 12 pesas de 20 kilogramos, y puede requerirse tal calibración cuando el Fiscalizador lo crea conveniente.

El Fiscalizador exigirá que las tolvas de agregados o las mezcladoras de hormigón dispongan de dispositivos satisfactorios, para pesar o medir aditivos en polvo o líquidos.

**Requisitos Adicionales.** La planta mezcladora funcionará para cada dosificación por separado; cada carga se colocará en la planta, en forma completa.

Para el mezclado en planta, y si se utiliza cemento a granel, éste será pesado por separado y colocado dentro de una tolva en las cantidades estipuladas. Los agregados finos y cada uno de los tamaños de los agregados gruesos serán pesados y colocados en las cantidades fijadas dentro de las tolvas correspondientes.

Para el mezclado al pie de la obra los agregados serán pesados en la planta de dosificación y transportados al sitio en cajas de vehículos u otros recipientes diseñados para el objeto; cada compartimento del recipiente contendrá una mezcla completa de dosificación y se asegurará su separación mediante tabiques, que impedirán el paso de materiales de un compartimento a otro durante el transporte o descarga. El cemento a granel será transportado en un recipiente separado y cerrado herméticamente. El cemento en sacos podrá ser transportado sobre los agregados, y el número de sacos de cemento que correspondan a cada mezcla o carga de dosificación irá sobre los agregados de esa carga.

Si en una determinada obra el volumen de hormigón necesario resulta pequeño y no se justifica el montaje de una planta central de dosificación, el Contratista podrá, con permiso previo y por escrito del Fiscalizador, efectuar la dosificación de los materiales pesándolos en balanzas de plataforma aprobadas o midiéndolos en volúmenes sueltos.

Para el segundo caso, el Fiscalizador exigirá que las cantidades sean medidas por separado, de tal forma que asegure una dosificación uniforme, para lo cual se podrán emplear cajones cuyos volúmenes hayan sido establecidos cuidadosamente y estén contruidos de un material que resista el uso. Los cajones que estén deteriorados o semi destruidos por el uso, serán retirados de la obra.

Para determinar los volúmenes de los agregados se exigirá un continuo control, a fin de evitar las posibles variaciones por efecto de la humedad de los agregados.

## **Mezclado y Transporte.-**

Generalidades. En lo que sigue, se referirá a los procedimientos y normas de mezcla y transporte del hormigón, a los cuales se sujetará estrictamente el Contratista, bajo el control del Fiscalizador.

El hormigón podrá ser mezclado en obra, en una planta mezcladora central o en una mezcladora móvil, del tipo y capacidad aprobados por el Fiscalizador.

El equipo y los procedimientos para mezclar, transportar y colocar el hormigón deberán hacerse conocer al Fiscalizador por lo menos 10 días antes de comenzar el trabajo, para su aprobación.

**Hormigón mezclado en obra.** Los materiales se colocarán en el tambor de la mezcladora, de modo que una parte del agua de amasado se coloque antes que los materiales secos; a continuación, el orden de entrada a la mezcladora será: parte de los agregados gruesos, cemento, arena, el resto del agua y finalmente el resto de los agregados gruesos. El agua podrá seguir ingresando al tambor hasta el final del primer cuarto del tiempo establecido para el mezclado. Los aditivos inclusores de aire deberán agregarse al agua, en las cantidades especificadas en el diseño, en la forma aconsejada por su fabricante o durante el tiempo fijado por el Fiscalizador.

El tambor de la mezcladora se operará a la velocidad recomendada por el fabricante y dentro de la capacidad especificada por él.

El tiempo de mezclado será 60 segundos como mínimo para mezcladoras de capacidad menor de 0,75 metros cúbicos, y de por lo menos 90 segundos para mezcladores con capacidad de 0,75 metros cúbicos o más; en ningún caso deberá sobrepasar los 5 minutos. El tiempo de mezclado se medirá desde el momento en que todos los ingredientes, excepto el agua, se hayan introducido al tambor. La mezcladora deberá disponer de dispositivos adecuados para el control del tiempo de mezclado.

Cuando las condiciones de la obra impongan el empleo de aditivos que no se hayan establecido en los documentos contractuales, su utilización será permitida previo permiso escrito del Fiscalizador.

No se permitirá el exceso de mezclado ni el reamasado que requiera de adición de agua para conservar la consistencia requerida.

La capacidad mínima de una mezcladora será la equivalente a la de un saco de cemento. El volumen de una mezcla de hormigón deberá prepararse para una cantidad entera de sacos de cemento, excepto cuando se utilice cemento al granel.

Los sacos de cemento que por cualquier razón hayan sido parcialmente usados o que contengan cemento endurecido serán retirados. La mezcladora deberá limpiarse periódica y minuciosamente, de manera que se asegure una correcta preparación del hormigón cuando se reanude la operación.

**Hormigón mezclado en planta.** El mezclado en planta central cumplirá con los requisitos para mezclado en obra. Si se usa para el transporte del hormigón una mezcladora de tambor giratorio, del tipo cerrado y hermético, el tiempo inicial del mezclado en planta central podrá reducirse a 50 segundos y completarse el proceso durante el transporte, siendo este tiempo igual al especificado en el siguiente numeral.

**Hormigón mezclado en camión.** Las mezcladoras sobre camión serán del tipo de tambor giratorio, impermeables y de construcción tal que el hormigón mezclado forme una masa completamente homogénea.

Los agregados y el cemento serán medidos con precisión en la planta central, luego de lo cual se cargará el tambor que transportará la mezcla. La mezcladora del camión estará equipada con un tanque para medición de agua; solamente se llenará el tanque con la cantidad de agua establecida, a menos que se tenga un dispositivo que permita comprobar la cantidad de agua añadida. La cantidad de agua para cada carga podrá añadirse directamente, en cuyo caso no se requiere tanque en el camión.

La capacidad de las mezcladoras sobre camión será la fijada por su fabricante, y el volumen máximo que se transportará en cada carga será el 60 % de la capacidad nominal para mezclado, o el 80 % del mismo para la agitación en transporte.

El mezclado en tambores giratorios sobre camiones deberá producir hormigón de una consistencia adecuada y uniforme, la que será comprobada por el Fiscalizador cuando él lo estime conveniente. El mezclado se empezará hasta dentro de 30 minutos luego de que se ha añadido el cemento al tambor y se encuentre éste con el agua y los agregados. Si la temperatura del tambor está sobre los 32 grados centígrados y el cemento que se utiliza es de fraguado rápido, el límite de tiempo antedicho se reducirá a 15 minutos.

La duración del mezclado se establecerá en función del número de revoluciones a la velocidad de rotación señalada por el fabricante. El mezclado que se realice en un tambor giratorio no será inferior a 70 ni mayor que 100 revoluciones. Para verificar la duración del mezclado, se instalará un contador adecuado que indique las revoluciones del tambor; el contador se accionará una vez que todos los ingredientes del hormigón se encuentren dentro del tambor y se comience el mezclado a la velocidad especificada.

**Transporte de la mezcla.** La entrega del hormigón para estructuras se hará dentro de un período máximo de 1,5 horas, contadas a partir del ingreso del agua al tambor de la mezcladora; en el transcurso de este tiempo la mezcla se mantendrá en continua agitación. En condiciones favorables para un fraguado más rápido, como tiempo caluroso, el Fiscalizador podrá exigir la entrega del hormigón en un tiempo menor al señalado anteriormente.

El vaciado del hormigón se lo hará en forma continua, de manera que no se produzca, en el intervalo de 2 entregas, un fraguado parcial del hormigón ya colocado; en ningún caso este intervalo será más de 30 minutos.

Para el transporte del hormigón se emplearán camiones con tambores giratorios del tipo que se describe en el numeral 801 3.04, de las Especificaciones MOP-001-F-2002.

En el transporte, la velocidad de agitación del tambor giratorio no será inferior a 4 RPM. Ni mayor a 6 RPM. Los métodos de transporte y manejo del hormigón serán tales que faciliten su colocación con la mínima intervención manual y sin causar daños a la estructura o al hormigón mismo.

**Cantidad de agua y consistencia.** El agua será medida en volumen o al peso. Si el agua se dosifica por volumen, se incluirá un tanque auxiliar desde el cual se llenará el tanque de medición del agua. Dicho tanque de medición estará equipado con una toma y válvulas exteriores para obtener una correcta medida o cualquier otro dispositivo que garantice una rápida y exacta cantidad del agua entregada por el tanque auxiliar. El volumen del tanque auxiliar deberá ser mayor que el del tanque de medición.

Los equipos de medición de agua deberán tener una precisión tal que permitan una tolerancia que se encuentre dentro del 1% de las cantidades indicadas. Para verificar esta tolerancia, se podrá requerir pruebas de calibración.

La consistencia del hormigón será establecida en el diseño aprobado por el Fiscalizador y se la determinará según el método de ensayo propuesto por la norma AASHTO T 119. Para mantener la relación agua/cemento, manteniendo la misma consistencia del hormigón, se deberá considerar el contenido de agua propio de los agregados, ya que el agua superficial o agua libre entra como una adición al agua total de la mezcla.

### **Curado del Hormigón**

**Disposiciones comunes a todos los métodos de curado.** Para el curado correcto del hormigón es necesario que no se permita la evaporación del agua de la mezcla, hasta que el hormigón haya adquirido su resistencia. Se podrá usar para el curado cualquiera de los métodos que se describen en los siguientes numerales.

El contratista debe informar a la Fiscalización, los métodos propuestos para el curado; deben proveerse de equipos y materiales en cantidad adecuada, con anterioridad al colocado del hormigón.

Si no existe ninguna indicación en los planos, el contratista tiene la opción de escoger el método del curado, a excepción que la Fiscalización requiera algunos métodos de curado para secciones especiales de una estructura.

Métodos inadecuados de curado, deberán ser la causa para que la Fiscalización retrase la colocación del hormigón en el trabajo, hasta que se tome la acción necesaria para remediar esta situación.

### **Protección del Hormigón**

**Generalidades.** Bajo condiciones lluviosas, la colocación del hormigón se interrumpirá, antes de que la cantidad de agua en la superficie provoque un escurrimiento o lavado de la superficie de hormigón, a menos que el Contratista proporcione una protección adecuada contra daños.

Todo el hormigón que haya sufrido congelación antes de su fraguado final o se haya deteriorado por otras causas durante el fraguado, será retirado y reemplazado por el Contratista, a su costo.

**Protección de las estructuras de hormigón.** Todas las estructuras de hormigón se mantendrán a una temperatura no menor de 7 grados centígrados, durante las 72 horas posteriores a su colocación, y a una temperatura no menor de 4 grados centígrados durante 4 días adicionales.

Cuando lo solicite el Fiscalizador, el Contratista deberá remitir por escrito, en líneas generales, los métodos propuestos para la protección del hormigón.

**Resistencia del Hormigón.** La resistencia a la compresión del hormigón se determinará en base al ensayo establecido en las normas AASHTO T 22 o ASTM C 39, y la resistencia a la flexión se determinará en base al ensayo establecido en las normas AASHTO T 97 (ASTM C 78) o AASHTO 198 (ASTM C 496) con especímenes de hormigón elaborados y curados de acuerdo con los métodos que se indican en la norma AASHTO T 23 (ASTM C 31) o T 126 (ASTM C 192).

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
503-1 Hormigón simple $f'c=180$ kg/cm <sup>2</sup> (incluye encofrado.....)	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
511-1 (4) Revestimiento de cunetas con hormigón simple $f'c=180$ kg/cm <sup>2</sup> (incluye encofrado.....)	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

## **205- CONTROL DEL POLVO**

**Descripción.** Este trabajo consistirá en la aplicación, según las órdenes del Fiscalizador, de un paliativo para controlar el polvo que se produzca, como consecuencia de la construcción de la obra o del tráfico público que transita por el proyecto, los desvíos y los accesos.

El control de polvo se lo hará mediante el empleo de agua, la frecuencia de aplicación deberán ser aprobados por el Fiscalizador.

**Procedimientos de Trabajo.** En caso de usar el agua como paliativo para el polvo, ésta será distribuida de modo uniforme por carros cisternas equipados con un sistema de rociadores. El equipo empleado deberá contar con la aprobación del Fiscalizador. La rata de aplicación será entre los 0,90 y los 3,5 litros por metro cuadrado, conforme indique el Fiscalizador, así como su frecuencia de aplicación.

Al efectuar el control de polvo con carros cisternas, la velocidad máxima de aplicación será de 5 Km/h.

**Medición.** Las cantidades que han de pagarse por estos trabajos serán los miles de litros de agua de aplicación verificada por el Fiscalizador

**Pago.** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios que consten en el contrato, para los rubros abajo designados.

No se efectuará ningún pago adicional al Contratista por la aplicación de paliativos contra el polvo en horas fuera de la jornada de trabajo normal o en los días no laborables. Tampoco se



ajustará el precio unitario en caso de que la cantidad realmente utilizada sea mayor o menor que la cantidad estimada en el presupuesto del contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la distribución de agua, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

<b>No. del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
205- (1) UCV Agua para control de polvo.....	Miles de litros

## **220- EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL**

**Descripción.** Esta sección conlleva la ejecución por parte del Contratista de un conjunto de actividades cuya finalidad es la de fortalecer el conocimiento y respeto por el patrimonio natural y el involucramiento de los habitantes que serán beneficiados por la obra.

Estarán dirigidas hacia dos puntos focales de la obra: a) la población directamente involucrada con la obra y demás actores sociales que se localizan dentro del área de influencia; y b) el personal técnico y obrero que está en contacto permanente con la obra y el ambiente.

**Procedimiento de Trabajo.** Si en las especificaciones ambientales particulares no se mencionan nada al respecto, el Fiscalizador exigirá al Contratista el cumplimiento de esta sección, quien planificará y pondrá a consideración del Fiscalizador los contenidos, cronograma y metodologías de ejecución para su aprobación.

Las tareas mínimas que tiene que realizar el Contratista deben ser:

### **Charlas de concientización.**

Las charlas de concientización estarán dirigidas a los habitantes de las poblaciones aledañas y polos de la vía, que directa o indirectamente están relacionados con el objeto de la obra vial.

Estas charlas desarrollarán temas relativos al proyecto y su vinculación con el ambiente, tales como:

- El entorno que rodea a la obra y su íntima interrelación con sus habitantes;
- Los principales impactos ambientales de la obra y sus correspondientes medidas de mitigación;
- Beneficios sociales y ambientales que traerá la construcción / rehabilitación viales;
- Cómo cuidar la obra una vez que ha terminado los trabajos de construcción;

La temática será diseñada y ejecutada por profesionales con suficiente experiencia en manejo de recursos naturales, desarrollo comunitario y comunicación social. La duración de estas

charlas será de un mínimo de 60 minutos y se las dará en los principales centros poblados aledaños a la obra vial.

Como soporte de estas charlas el Contratista implementará una serie de “comunicados radiales”, afiches e instructivos, que sustentarán principalmente el tema de la obra y el medio ambiente, los cuales, antes de ejecutarse deberán ser propuestos al Fiscalizador, para su conocimiento y aprobación.

Los comunicados radiales serán de 1 a 2 minutos de duración y su temática será informativa respecto de las obras a realizar como parte de la obra vial a ejecutarse. Se utilizará el medio radial que tenga influencia en las poblaciones meta.

Los afiches serán de cartulina duplex de dimensiones mínimas 0.40 por 0.60 metros e impresos a color, con los diseños alusivos a la conservación del medio ambiente propuestos por el Contratista y aprobados por el Fiscalizador Ambiental y fijados en los sitios que éste establezca.

Los instructivos o trípticos serán realizados a colores en papel bond de 90 gramos, formato A4 y cuyo contenido textual y gráfico sea alusivo a la defensa de los valores ambientales presentes en el área de la obra, tales como: paisaje, ríos, vegetación y especies animales en peligro de extinción, saneamiento ambiental, etc.

### **Charlas de educación ambiental.**

Las charlas de educación ambiental, tienen por objetivo capacitar al personal de la Cía. Constructora y al de la Fiscalización sobre como ejecutar las labores propias de la construcción o mantenimiento vial considerando los aspectos de conservación de la salud, seguridad y medio ambiente.

Estas charlas tendrán una duración de 60 minutos y los temas a tratar deberán ser muy concretos, prácticos y de fácil comprensión, los cuales deberán previamente ser puestos a consideración del Fiscalizador para conocimiento y aprobación. Las charlas deben ser diseñadas por profesionales vinculados al área ambiental.

De igual forma estas charlas se sustentarán en afiches e instructivos propuestos por el Contratista y aprobados por el Fiscalizador, de acuerdo a lo expresado en el numeral anterior.

**Medición.** El Fiscalizador verificará la ejecución en cantidad y tiempos de las actividades antes indicadas, estableciendo de forma cierta su cumplimiento.

**Pago.** Las cantidades medidas se pagarán a los precios contractuales para los rubros designados a continuación y que consten en el contrato.

Estos pagos constituirán la compensación total por la planificación, elaboración, transporte y realización de las actividades descritas; así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas para la ejecución de los trabajos indicados anteriormente.

<b>No. del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
220- (1)-UCV Charlas de concientización .....	Cada una
220- (2)-UCV Charlas de adiestramiento .....	Cada una
220- (4) -UCV Instructivos o Trípticos .....	Cada uno

## **711- SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL.**

**Descripción.-** Trata sobre la implementación de una adecuada señalización con temas alusivos a la prevención y control de las actividades humanas a fin de evitar deterioros ambientales en las zonas de trabajo de la obra vial.

**Procedimiento de Trabajo.-** Antes de iniciar los trabajos preliminares en la obra, el Contratista implementará una adecuada rotulación ambiental de carácter: i) informativa, ii) preventiva y iii) de restricciones. Las señales informativas tendrán como objetivo el advertir a los trabajadores, visitantes y población aledaña a la zona de la obra sobre la ejecución de trabajos relacionados con la vía.

Las señales preventivas tendrán por objetivo advertir a los trabajadores y usuarios de la vía acerca de la existencia y naturaleza de peligros potenciales en las zonas de trabajo, e indicar la existencia de ciertas limitaciones o prohibiciones que se presenten, especialmente en cuanto a la velocidad de circulación. Las señales de restricción señalarán las acciones que no se deben realizar a fin de no causar impactos ambientales negativos en el entorno. La temática particular para cada tipo de rótulo, así como el material y ubicación estarán contempladas en las especificaciones ambientales particulares o en su caso por el criterio del Fiscalizador. Este tipo de rotulación incluirá la fabricación y colocación de los letreros de acuerdo con los planos de la obra o disposiciones del Fiscalizador.

En casos en se estime conveniente y previa aprobación de la Fiscalización, se colocarán letreros con iluminación artificial en las zonas de peligro. Salvo casos en que la Fiscalización lo considere inconveniente, los letreros serán de madera tratada y con leyendas y dibujos en bajo relieve.

**Medición.-** La medición de los rótulos será unitaria y se pagarán por unidad a los precios contractuales que consten en el contrato.

**Pago.-** Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la construcción y colocación de los rótulos; en los pagos se incluirán mano de obra, materiales, herramientas, equipos y operaciones conexas a la instalación misma en el sitio.

## **710 SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA**

**Descripción.-** Considera una serie de actividades tendientes a delimitar y señalar las áreas de trabajo de tal forma de generar todas las condiciones de seguridad a los usuarios de la vía y a los obreros de la misma en sus etapas de construcción y mantenimiento vial.

El propósito es que tanto los vehículos propios del Contratista como los que eventualmente deban utilizar sectores de la vía en construcción, debido a cruces, desvíos y accesos particulares,

no constituyen un peligro para los propios trabajadores, los pobladores de la zona y los eventuales visitantes.

**Procedimiento de Trabajo.-** El tránsito durante el proceso de construcción debe ser planificado y regulado mediante adecuados controles y auto explicativos sistemas de señalización.

El Contratista deberá cumplir todas las regulaciones que se hayan establecido, se establezcan o sean emitidas por el Fiscalizador, con la finalidad de reducir los riesgos de accidentes en la vía. Deberán colocarse vallas de seguridad, cintas delimitadoras, conos, rótulos y otros que el Fiscalizador señale para cumplir los objetivos propuestos por esta sección.

**Medición y Pago.-** Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la construcción y colocación de los rótulos; en los pagos se incluirán mano de obra, materiales, herramientas, equipos y operaciones conexas a la instalación misma en el sitio.

#### **708-5 SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA REGULATORIAS**

#### **708-6 SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA PREVENTIVAS**

#### **708-7 SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA INFORMATIVAS**

**Descripción.** Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de señales completas, adyacentes a la carretera, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales, el Manual de Señalización del MOP y las instrucciones del Fiscalizador.

Las placas o paneles para señales al lado de la carretera serán montados en postes metálicos que cumplan las exigencias correspondientes a lo especificado en la Sección 830. Serán instaladas en las ubicaciones y con la orientación señalada en los planos.

Instalación de postes. Los postes y astas se colocarán en huecos cavados a la profundidad requerida para su debida sujeción, conforme se indique en los planos. El material sobrante de la excavación será depositado de manera uniforme a un lado de la vía, como lo indique el Fiscalizador.

El eje central de los postes o astas deberán estar en un plano vertical, con una tolerancia que no exceda de 6 milímetros en tres metros.

El espacio anular alrededor de los postes se rellenará hasta el nivel del terreno con suelo seleccionado en capas de aproximadamente 10 centímetros de espesor, debiendo ser cada capa humedecida y compactada a satisfacción del Fiscalizador, o con hormigón de cemento Portland, de acuerdo a las estipulaciones de los planos o a las especificaciones especiales.

Los orificios para pernos, vástagos roscados o escudos de expansión se realizarán en el hormigón colado y fraguado, por métodos que no astillen el hormigón adyacente a los orificios.

Si los postes son de acero, deberán estar de acuerdo a los requerimientos de la ASTM A 499, y si son galvanizados, estarán de acuerdo con la ASTM A 123.

Si los postes son de aluminio, deberán estar de acuerdo con los requerimientos de la ASTM 322.

Instalación de placas para señales. Las placas o tableros para señales se montarán en los postes, de acuerdo con los detalles que se muestren en los planos. Cualquier daño a los tableros, sea suministrado por el Contratista o por el Ministerio, deberá ser reparado por el Contratista, a su cuenta, y a satisfacción del Fiscalizador; el tablero dañado será reemplazado por el Contratista, a su propio costo, si el Fiscalizador así lo ordena.

Los tableros de señales con sus respectivos mensajes y con todo el herraje necesario para su montaje en los postes, serán suministrados por el Contratista, excepto en las disposiciones especiales se dispone el suministro de los tableros por el Ministerio.

Cuando se utilicen láminas reflectivas, el color especificado será conforme a los requerimientos aplicables a la AASHTO M 268 y se colocará en superficies exteriores lisas. Tendrá que ser visible a una distancia no menor de 100 m.

**Medición.** Las cantidades a pagarse por las señales colocadas al lado de la carretera, serán las unidades completas, aceptablemente suministradas e instaladas.

**Pago.** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán al precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el suministro, fabricación, transporte e instalación de las señales colocadas al lado de carreteras, que incluye los postes, herraje, cimentaciones y mensajes, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
708 5 (1) Señales al lado de la carretera regulatorias.....	Cada una
708 6 (1) Señales al lado de la carretera preventivas.....	Cada una
708 7 (1) Señales al lado de la carretera informativas.....	Cada una

### **705-1 MARCAS PERMANENTES DEL PAVIMENTO**

**Descripción.** Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.

Los detalles no contemplados en los planos se realizarán conforme al "Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways" (MUTCD) (Manual de Mecanismos de Control de Tráfico en los Estados Unidos), U.S. Department of Transportation y Federal Highways and Transportation y Normas Panamericanas.

**Materiales.** Las pinturas para tráfico serán las indicadas en la Sección 826. Además, los materiales cumplirán las siguientes especificaciones:

Las microesferas de vidrio AASHTO M 247, Tipo 1

Las franjas de material termoplástico AASHTO M 249, Para moldeado del tipo en eyección caliente.

Las franjas de pavimento del tipo plástico puestas en frío, serán de uno de los siguientes materiales, de acuerdo con el requerimiento de espesor indicado y además los requisitos contractuales:

- 1.5 mm. de polímero flexible retroreflectivo
- 1.5 mm. de premezcla de polímero flexible
- 2.3 mm. de plástico frío.

Las marcas que sobresalgan del pavimento serán de acuerdo al tipo y tamaños definidos en los planos y a los requisitos indicados en el contrato.

### **Procedimiento de Trabajo**

Generales. Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secas y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos.

Cuando las marcas sean colocadas en pavimentos de hormigón de cemento Portland, el pavimento deberá ser limpiado de todo residuo, previamente a la colocación de las marcas.

Las franjas serán de un ancho mínimo de 10 cm. Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3 m. con una separación de 9 m. Las líneas punteadas tendrán una longitud de 60 cm. con una separación de 60 cm.

Las franjas dobles estarán separadas con un espaciamiento de 14 cm.

Las flechas y las letras tendrán las dimensiones que se indiquen en los planos.

Todas las marcas presentarán un acabado nítido uniforme, y una apariencia satisfactoria tanto de noche como de día, caso contrario, serán corregidas por el Contratista hasta ser aceptadas por el Fiscalizador y sin pago adicional.

**Marcas de Pinturas.** Las marcas serán aplicadas con métodos aceptables por el Fiscalizador. El cabezal rociador de pintura será del tipo spray y que permita aplicar satisfactoriamente la pintura a presión, con una alimentación uniforme y directa sobre el pavimento. Cada mecanismo tendrá la capacidad de aplicar 2 franjas separadas, aun en el caso de ser sólidas, entrecortadas o punteadas. Todo tanque de pintura estará equipado con un agitador mecánico. Cada boquilla estará equipada con una válvula, que permita aplicar automáticamente líneas entrecortadas o punteadas. La boquilla tendrá un alimentador mecánico de microesferas de vidrio, que opera simultáneamente con el rociador de pintura, y distribuirá dichas microesferas de vidrio con un patrón uniforme a la proporción especificada.

La pintura será mezclada previamente y aplicada cuando la temperatura ambiente esté sobre los 4 grados centígrados y como se indica en la numeral 705 3.01, de las Especificaciones MOP-001-F-2002.

Para franjas sólidas de 10 cm. de ancho, la tasa mínima de aplicación será de 39 lt/km. Para franjas entrecortadas o de líneas punteadas, la tasa mínima de aplicación será de 9.6 lt/km. y 13 lt/km. respectivamente.

La mínima tasa de aplicación para flechas y letras será de 0.4 lt/m<sup>2</sup> de marcas.

Las micro esferas de vidrio serán aplicadas a una tasa mínima de 0.7 kg. por cada lt. de pintura.

Las áreas pintadas estarán protegidas del tráfico hasta que la pintura esté suficientemente seca. Cuando lo apruebe el Fiscalizador, el Contratista aplicará pintura o micro esferas de vidrio en dos aplicaciones, para reducir el tiempo de secado en áreas de tráfico congestionado

**Marcas termoplásticas.** La aplicación puede ser por cualquiera de los dos métodos: moldeada por eyección al caliente, o rociado al caliente, según lo apruebe el Fiscalizador; en todo caso, se deberá cumplir con las especificaciones y recomendaciones del fabricante, las que deberán ser entregadas al Fiscalizador antes de empezar los trabajos.

Si es necesario, los pavimentos nuevos o existentes serán lavados con una solución de detergente, y seguidamente se los lavará con agua para remover cualquier resto de cemento Portland, tanto nuevo como existente, la superficie se limpiará con chorros abrasivos para remover lechadas, sellados u otros materiales extraños.

La mínima resistencia a la adherencia, cuando se aplica a pavimentos bituminosos, será de 8.5 kg/cm<sup>2</sup>, y cuando se aplica a pavimentos de hormigón, será de 12 kg/cm<sup>2</sup>.

La aplicación será hecha solamente en pavimentos secos, cuando la temperatura del pavimento sea 13 grados centígrados o mayor.

Las micro esferas de vidrio adicionales, conforme lo establece la AASHTO M249, estarán recubiertas de material termoplástico en la proporción de 98 kg. por m<sup>2</sup> de franja.

Previa a la colocación de la franja termoplástica, se aplicará una resina epóxica del tipo y las cantidades recomendadas por el fabricante.

El material termoplástico será de un espesor de 0.76, 1.5, 2.29 y 3.05 mm. Como lo especifique en el contrato. El ancho de la franja de tráfico será realizado con una sola aplicación.

Las franjas recién colocadas deberán ser protegidas del daño del tráfico y cuando suceda cualquier daño a las franjas o cuando no estén bien adheridas a la superficie del pavimento, serán reemplazadas con juntas de franjas que reúnan los requisitos de estas especificaciones.

**Marcas Plásticas Premoldeadas.** Las aplicaciones estarán de acuerdo a las especificaciones recomendadas por el fabricante, las que serán suministradas al Fiscalizador antes de empezar los trabajos. Los materiales de marcas plásticas en pavimentos serán aplicadas en superficies con temperaturas dentro del rango especificado por el fabricante para una óptima adhesión. La capa deberá proveer de una marca durable y limpia; será resistente al medio (o ambiente) y no presentará signos apreciables de desvanecimiento, levantamiento, contracción, rompimiento, desprendimiento u otros signos de una pobre adherencia.

**Marcas de Pavimento Sobresalidas (MPS).** Las marcas serán colocadas en sitios e intervalos que estén especificados, tanto en los planos, como en el contrato. No se procederá a la colocación de las marcas de pavimento en tanto no haya sido aprobada la superficie del pavimento.

Las marcas MPS serán aplicadas a una temperatura mínima de 21 grados centígrados. El pavimento tendrá superficie seca y, si la temperatura del pavimento es menor a 21 grados centígrados, se lo calentará con una fuerte irradiación de calor (no directamente con la llama). Los MPS serán calentados previamente a la colocación, mediante calor a una temperatura máxima de 49 grados centígrados por un tiempo máximo de 10 minutos.

El adhesivo se mantendrá a una temperatura de 16 a 29 grados centígrados antes y durante la aplicación. Los componentes del adhesivo epóxico serán mezclados uniformemente, hasta conseguir una consistencia adecuada previa a su uso. El adhesivo mezclado será desechado cuando, debido a la polimerización, se ha endurecido y reducido su trabajabilidad.

La mezcla adhesiva se aplicará en el área que ha sido preparada previamente. Luego el MPS será presionado en el sitio correspondiente, hasta que la mezcla adhesiva aparezca en toda la periferia del MPS. La cantidad requerida de adhesivo por cada dispositivo estará entre 20 y 40 gramos.

La secuencia de las operaciones serán ejecutadas tan rápido como sea posible. La mezcla adhesiva y el MPS serán colocados sobre el pavimento dentro de un tiempo máximo de 30 segundos, luego del precalentamiento y limpieza del pavimento. El MPS no deberá haberse enfriado más de un minuto antes de la colocación.

El tiempo de precalentamiento del pavimento será ajustado de tal forma que se asegure que la adherencia del MPS se de en no más de 15 minutos. El pegado se considerará satisfactorio cuando el adhesivo desarrolle un mínimo esfuerzo de tensión de 124 gr/cm<sup>2</sup> o una tensión total de 11 kg.

El Fiscalizador deberá verificar, por muestreo de al menos un 5% de los MPS colocados, que se cumpla con este requerimiento. El Fiscalizador deberá usar para el efecto un dinamómetro manual.

Los MPS estarán espaciados y alineados como se indique en los planos o como lo establezca el Fiscalizador. Se tolerará un desplazamiento no mayor de 1.5 cm. a la izquierda o a la derecha de la línea de referencia.

El Contratista removerá y reemplazará todas las marcas inadecuadamente localizadas, sin costo adicional para el Ministerio.

**Métodos de medida.** Las cantidades aceptadas de marcas de pavimentos serán medidas de la siguiente manera:

a) Método lineal. Las cantidades a pagarse serán aquellas medidas linealmente en metros o kilómetros de marcas en el pavimento, y se medirán sobre la línea eje del camino o sobre las



frangas, de principio a fin, sean estas entrecortadas o continuas. Estas marcas en el pavimento deberán estar terminadas y aceptadas por el Fiscalizador.

El precio contractual para cada tipo o color de línea se basará en un ancho de línea de 10 cm. Cuando el ancho de la línea sea diferente de 10 cm., deberá estar establecido en el contrato o solicitado expresamente por el Fiscalizador, entonces la longitud a pagarse será ajustada con relación al ancho especificado de 10 cm.; caso contrario, se reconocerá un pago según el ancho de 10 cm.

b) Método unitario. La cantidad a pagarse será el verdadero número de unidades (tales como flechas, símbolos, leyendas, MPS, etc.) de los tipos y tamaños especificados en el contrato, que han sido suministrados, terminados y aceptados por el Fiscalizador

**Pago.** Las cantidades entregadas y aceptadas en la forma que se indicó anteriormente, se pagarán al precio unitario establecido en el contrato. De acuerdo al listado de rubros que se indican a continuación y que se presentan en el cronograma de trabajo. Tales precios y pagos serán la compensación total del trabajo descrito en esta sección.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
705 (1) Marcas de pavimento (Pintura).....	Metro Lineal (ml)
705-(4) Marcas Sobresalidas de pavimento.....	Cada una

### **7.5.11. METODOLOGÍA DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN**

Cabe mencionar que LA VÍA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN – BARRIO CATEQUILLA CANTÓN CHAMBO, va hacer una apertura con una extensión aproximada de 0+683.66 Km de carretera en construcción.

Para iniciar el proceso de apertura de la vía que une la comunidad de Galten – Barrio Catequilla, se deben tener permisos o expropiación de los terrenos que serán afectados por el nuevo diseño de la vía y por utilización de escombreras.

El H. Consejo Provincial Chimborazo tendrá la potestad de dividir la construcción en dos etapas de considerarlo necesario.

Se sugiere que para la etapa de apertura de la vía que une la comunidad de Galten – Barrio Catequilla, se tome en cuenta los meses de la estación invernal en la zona, que son de Septiembre a Enero, de manera que el HCPCH no tenga problemas en el plazo de ejecución por situación climática, ya que se tiene previsto un plazo de 3 meses.

Se presenta un panorama en el cual se puede iniciar con dos frentes de trabajo como mínimo, de tal manera que la ejecución sea sumamente más acelerada y de esta manera se cumpla el cronograma de trabajo establecido en el estudio.

#### **❖ Proceso constructivo de la vía que une la comunidad de Galten – Barrio Catequilla**

##### **• Fase obra básica**

En el período 1 se interviene con las charlas de concientización y adiestramiento, además con la entrega de trípticos instructivos, en la siguiente semana se procede en el tramo 1 en el sector Catequilla ubicado en la abscisa 0+000 hasta la abscisa 0+700 que es el sector de Galten, con el replanteo y la nivelación y la colocación de señalización preventiva de trabajos en la vía.

En el período 1 se interviene en el tramo 1 en el sector de Galten ubicado en la abscisa 0+700 hasta la abscisa 0+450 que es el sector de Catequilla, desbroce, desbosque y limpieza.

Desde el periodo 1 hasta el periodo 2, se interviene en la excavación sin clasificar ubicada en la abscisa 0+000 sector de Galten hasta la abscisa 0+700 sector de Catequilla, para no causar inconvenientes se suspenderá un solo carril, para movilización de la maquinaria pesada en el sector de Catequilla.

El material de excavación puede ser utilizado como material de préstamo dentro los rellenos de la subrasante y en el mejor de los casos, luego de un análisis se puede utilizar como material para sub base.

- **Calzada**

Dentro del periodo 2 también se interviene con el acabado de la obra básica, conformando los terraplén y/o zona de corte terminados de acuerdo a datos de diseño, incluyendo los taludes y las cunetas laterales, el proceso inicia desde el sector de Galten con la abscisa 0+000 dirigiéndose hasta la abscisa 0+700, sector de Catequilla, tomando en cuenta que estarán dispuestos dos frentes de trabajo para este rubro.

La colocación de la Sub base se inicia en el periodo 2, previa la compactación de subrasante, iniciando en el sector de Galten con la abscisa 0+000 dirigiéndose hasta la abscisa 0+700 sector de Catequilla, considerando que el material debe estar listo o preparado para el abastecimiento en la mina de Cerro Negro.

La colocación del pavimento articulado se inicia en el periodo 3, se iniciará en el sector de Catequilla con la abscisa 0+700 dirigiéndose hasta la abscisa 0+000 sector de Galten.

- **Obras de arte**

La excavación de cunetas está programada para el periodo 2, iniciando en el sector de Galten con la abscisa 0+000 dirigiéndose hasta la abscisa 0+700 sector de Catequilla.

El revestimiento de las cunetas para el periodo 2, iniciando en el sector de Galten con la abscisa 0+000 dirigiéndose hasta la abscisa 0+700 sector de Catequilla.

- **Señalización para control de tránsito.**

Todos los trabajos para control de tránsito están dispuestos para el periodo 3 último del cronograma.

Las marcas o pintura de un ancho de 10 cm sobre el pavimento están organizada con un frente de trabajo dispuesto a iniciar desde el sector de Galten con la abscisa 00+000,00 dirigiéndose hasta la abscisa 0+700 sector de Catequilla.

Respecto a las señales preventivas, se iniciará igualmente en el sector de Galten con la abscisa 00+000,00 dirigiéndose hasta la abscisa 0+700 sector de Catequilla.

Las señales informativas tendrán un frente de trabajo y se iniciarán desde el sector de Galten con la abscisa 00+000,00 dirigiéndose hasta la abscisa 0+700 sector de Catequilla.

Las señales ambientales contarán con un frente en el sector de Galten con la abscisa 00+000,00 dirigiéndose hasta la abscisa 0+700 sector de Catequilla.

Las señales reglamentarias están dispuestas con un frente de trabajo en el sector de Galten con la abscisa 00+000,00 dirigiéndose hasta la abscisa 0+700 sector de Catequilla.

## 7.5.12. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>	ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA APERTURA DE LA VIA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN CON EL BARRIO CATEQUILLA CANTÓN CHAMBO		<b>CODIGO</b>
			<b>FECHA</b> 07/12/2015
<b>LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>PROVINCIA</b> <b>CANTÓN</b> <b>BARRIO</b> <b>COMUNIDAD</b>	Chimborazo Chambo Catequilla Galten	
<b>AUSPICIADO POR</b>	Ministerio de: <input checked="" type="checkbox"/> Gobierno Provincial <input type="checkbox"/> Gobierno Municipal <input type="checkbox"/> Org. De Inversión/Desarrollo <input type="checkbox"/> Otro		
<b>TIPO DE PROYECTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimiento de agua</li> <li>• Agricultura y Ganadería</li> <li>• Amparo y Bienestar Social</li> <li>• Protección Áreas Naturales</li> <li>• Educación</li> <li>• Electrificación</li> <li>• Hidrocarburos</li> <li>• Industria y Comercio</li> <li>• Minería</li> <li>• Pesca</li> <li>• Salud</li> <li>• Saneamiento Ambiental</li> <li>• Turismo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Validad y Transporte</li> <li>• Otros:</li> </ul>		
<b>NIVEL DE ESTUDIO</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idea o Pre factibilidad</li> <li>• Factibilidad</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Definitivo</li> </ul>	
<b>CATEGORIA DEL PROYECTO</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Construcción</li> <li>• Rehabilitación</li> <li>• Ampliación o mejoramiento</li> <li>• Mantenimiento</li> <li>• Equipamiento</li> <li>• Capacitación</li> <li>• Apoyo</li> <li>• Otro</li> </ul>	
<b>• DATOS DEL PROMOTOR/ AUSPICIANTE</b>			
<b>• NOMBRE O RAZÓN SOCIAL</b>	• GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO		
<b>• REPRESENTANTE LEGAL</b>	• Abg. Mariano Curicama		
<b>• DIRECCIÓN</b>	• Primera Cosntituyente y Carabobo		
<b>• BARRIO/SECTOR</b>	• La Estación		
<b>• CIUDAD</b>	• Riobamba		
<b>• PROVINCIA</b>	• Chimborazo		
<b>• TELEFONO</b>	• 2963-940		
<b>• EMAIL</b>	• prefectura@chimborazo.gob.ec		

A.- Características del área de influencia

B.- caracterización del medio físico

**1.- localización:**

<b>REGIÓN GEOGRÁFICA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costa</li> <li>• Sierra</li> <li>• Oriente</li> <li>• Insular</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geográficas</li> <li>• UTM</li> </ul> <p>Deben estar tomadas en el Datum WGS-84</p> <p>Superficie del área de influencia directa: 710 metros</p>		
<b>COORDENADAS DEL PROYECTO</b>	<b>Sitio</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>
	Galten	769359.225	9809098.666
	Catequilla	769329.512	9808528.671
<b>ALTITUD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A nivel del mar</li> <li>• Entre 0 y 500 msnm</li> <li>• Entre 501 y 2.300 msnm</li> <li>• Entre 2.301 y 3.000 msnm</li> <li>• Entre 3.001 y 4.000 msnm</li> <li>• Más de 4000 msnm</li> </ul>		

• *Clima.*

<b>TEMPERATURA</b>	• Cálido – seco	Cálido-seco (0-500 msnm)
	• Cálido-húmedo	Cálido-húmedo (0-500 msnm)
	• Subtropical	Subtropical (500-2.300 msnm)
	• Templado	Templado (2.300-3.000 msnm)
	• Frio	Frio (3.000 - 4.500 msnm)
	• Glacial	Menor a 0°C en altitud (>4.500 msnm)

- *Geología, morfología y suelos.*

<b>OCUPACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asentamientos humanos</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas agrícolas o ganaderas</li> <li>• Áreas ecológicas protegidas</li> <li>• Bosques Naturales o artificiales</li> <li>• Fuentes hidrológicas y cauces naturales</li> <li>• Mangles</li> <li>• Zonas arqueológicas</li> <li>• Zonas con riqueza hidrocarburífera</li> <li>• Zonas con riquezas minerales</li> <li>• Zonas de potencial turístico</li> <li>• Zona de valor histórico, cultural o religioso</li> <li>• Zonas escénicas únicas</li> <li>• Zonas inestables con riesgos sísmico</li> <li>• Zonas reserva por seguridad nacional</li> <li>• Otra</li> </ul>
<b>OCUPACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llano El terreno es plano. Las pendientes son menores que el 30%.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondulado El terreno es ondulado. Las pendientes son suaves (entre 30% y 100 %).</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montañoso El terreno es quebrado. Las pendientes son mayores al 100 %.</li> </ul>
<b>TIPO DE SUELO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arcilloso</li> <li>• Arenoso</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Semi-duro</li> <li>• Rocoso</li> <li>• Saturado</li> </ul>
<b>CALIDAD DEL SUELO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fértil</li> <li>• Semi-fértil</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosionado</li> <li>• Otro</li> <li>• Saturado</li> </ul>
<b>PERMEABILIDAD DEL SUELO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alta</b> El agua se infiltra fácilmente en el suelo. Los charcos de lluvia desaparecen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mediana</b> El agua tiene ciertos problemas para infiltrarse en el suelo. Los charcos permanece algunas horas después de que ha llovido.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Baja</b> El agua queda detenida en charcos por espacio de días. Aparecen aguas estancadas.</li> </ul>
<b>CONDICIONES DE DRENAJE</b>	<p><b>Muy buena</b> No existen estancamientos de agua, aún en época de lluvias</p>
	<p><b>Buena</b> Existen estancamientos de agua que se forman durante las lluvias, pero que desaparecen a las pocas horas de cesar las precipitaciones</p>
	<p><b>Mala</b> Las condiciones son malas. Existen estancamientos de agua, aún en épocas cuando no llueve</p>

- *Hidrología.*

<b>FUENTES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua Superficial</li> <li>• Agua Subterránea</li> <li>• Agua del Mar</li> <li>• Ninguna</li> </ul>
<b>NIVEL FREÁTICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto</li> <li>• Profundo</li> </ul>
<b>PRECIPITACIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Altas</b> Lluvias fuertes y constantes</li> <li>• <b>Medias</b> Lluvias en época invernal o esporádicas</li> <li>• <b>Bajas</b> Casi no llueve en la zona</li> </ul>

- *Aire.*

<b>CALIDAD DEL AIRE</b>	Pura	No existen fuentes contaminantes que lo alteren
	Buena	El aire es respirable, presenta malos olores en forma esporádica o en alguna época del año. Se presentan irritaciones leves en ojos y garganta.
	Mala	El aire ha sido poluído. Se presentan constantes enfermedades bronquio-respiratorias. Se verifica irritación en ojos, mucosas y garganta.
	Muy Mala	Brisas ligeras y constantes Existen frecuented
<b>RECIRCULACIÓN DEL AIRE</b>	Muy Buena	Frecuentes vientos que renuevan la capa de aire
	Buena	Los vientos solo se presenta en ciertas epocas y por lo general son escasos.
	Mala	
<b>RUIDO</b>	Bajo	No existen molestias y la zona transmite calma.
	Tolerable	Ruidos admisibles o esporádicos. No hay mayores molestias para la población y
	Ruidoso	Ruidos constantes y altos. Molestia en los habitantes debido a intensidad o por su frecuencia. Aparecen síntomas de sordera o de irritabilidad.



- *Caracterización del medio biótico*

<b>ECOSISTEMA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Páramo</li> <li>• Bosque pluvias</li> <li>• Bosque seco tropical</li> <li>• Ecosistemas marinos</li> <li>• Ecosistemas lacustres</li> </ul>
<b>FLORA</b>	
<b>TIPO DE COBERTURA VEGETAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bosques</li> <li>• Arbustos</li> <li>• Pastos</li> <li>• Cultivos</li> <li>• Matorrales</li> <li>• Sin Vegetación</li> <li>• Común del Sector</li> </ul>
<b>IMPORTANCIA DE LA COBERTURA VEGETAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rara o endémica</li> <li>• En peligro de extinción</li> <li>• Protegida</li> <li>• Intervenida</li> </ul>
<b>USOS DE LA VEGETACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimenticio</li> <li>• Comercial</li> <li>• Medicinal</li> <li>• Ornamental</li> <li>• Construcción</li> <li>• Fuente de Semilla</li> <li>• Mitológico</li> <li>• Otro</li> </ul>
<b>FAUNA SILVESTRE</b>	
<b>TIPOLOGÍA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microfauna</li> <li>• Insectos</li> <li>• Anfibios</li> <li>• Peces</li> <li>• Reptiles</li> <li>• Aves</li> <li>• Mamíferos</li> </ul>
<b>IMPORTANCIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Común</li> <li>• Rara o única especie</li> <li>• Frágil</li> <li>• En peligro de extinción</li> </ul>

- *Caracterización del medio social cultural, Demografía*

<b>NIVEL DE CONSOLIDACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Urbana</li> <li>• Periférica</li> <li>• Rural</li> </ul>
<b>TAMAÑO DE LA POBLACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre 0 y 1.000 habitantes</li> <li>• Entre 1.001 y 10.000 habitantes</li> <li>• Entre 10.001 y 100.000 habitantes</li> <li>• Más de 100.000 habitantes</li> </ul>
<b>CARACTERÍSTICAS ÉTNICAS DE LA POBLACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mestizos</li> <li>• Indígena</li> <li>• Negros</li> <li>• Otros</li> </ul>
<b>INFRAESTRUCTURA SOCIAL</b>	
<b>ABASTECIMIENTO DEL AGUA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua Potable</li> <li>• Conexión domiciliaria</li> <li>• Agua de lluvia</li> <li>• Grifo público</li> <li>• Servicio permanente</li> <li>• Racionado</li> <li>• Tanquero</li> <li>• Acarreo manual</li> <li>• Ninguno</li> </ul>
<b>EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcantarillado Sanitario Parcial</li> <li>• Alcantarillado Pluvial</li> <li>• Fosas Sépticas</li> <li>• Letrinas</li> <li>• Ninguno</li> </ul>
<b>EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcantarillado Pluvial</li> <li>• Drenaje Superficial</li> <li>• Ninguno</li> </ul>
<b>DESECHOS SÓLIDOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barrido y Recolección</li> <li>• Botadero a cielo abierto</li> <li>• Relleno Sanitario</li> <li>• Otro</li> </ul>
<b>ELECTRIFICACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Red de energía eléctrica</li> <li>• Plantas eléctricas</li> <li>• Ninguno</li> </ul>
<b>TRANSPORTE PÚBLICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio Urbano</li> <li>• Servicio Inter cantonal</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rancheras</li> <li>• Canoa</li> <li>• Otros</li> <li>• Camionetas propias para poder llegar a su destino</li> </ul>
<b>VIABILIDAD Y ACCESO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vías principales</li> <li>• Vías secundarias</li> <li>• Caminos vecinales</li> <li>• Vías urbanas</li> <li>• Otro</li> </ul>
<b>TELEFONÍA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Red domiciliaria</li> <li>• Telefonía celular</li> <li>• Cabina pública</li> <li>• Ninguno</li> </ul>

- *Actividades socioeconómicas*

<b>APROVECHAMIENTO Y USO DE LA TIERRA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residencial</li> <li>• Comercial</li> <li>• Recreacional</li> <li>• Productivo</li> </ul>
<b>TENDENCIA DE LA TIERRA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terrenos privados</li> <li>• Terrenos comunales</li> <li>• Terrenos municipales</li> <li>• Terrenos estatales</li> </ul>

- *Organización social.*

<b>ORGANIZACIÓN SOCIAL DE LA COMUNIDAD BENEFICIARIA DEL PROYECTO</b>	• Primer grado	Comunal, barrial
	• Segundo grado	Pre-cooperativas, cooperativas
	• Tercer grado	Asociaciones, federaciones, unión de organizaciones
	• Otra	

- *Medio Perceptual.*

<b>PAISAJE Y TURISMO</b>	Zona con valor paisajístico	
	Atractivo turístico	
	Recreacional	
	Otro	
<b>PELIGRO DE DESLIZAMIENTOS</b>	Inminente	La zona es muy inestable y se desliza con relativa frecuencia
	Latente	La zona podría deslizarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.
	Nulo	La zona es estable prácticamente no tiene peligro de deslizamientos.
<b>PELIGRO DE INUNDACIONES</b>	Inminente	La zona se inunda con frecuencia
	Latente	La zona podría inundarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.
	Nulo	La zona, prácticamente, no tiene peligro de inundaciones.
<b>PELIGRO DE TERREMOTOS</b>	Inminente	La tierra tiembla frecuentemente
	Latente	La tierra tiembla ocasionalmente (está cerca de o se ubica en fallas geológicas).
	Nulo	La tierra, prácticamente, no tiembla.

- *Aspectos culturales*

<b>LENGUA</b>	• Castellano
	• Nativa
	• Otro
<b>RELIGIÓN</b>	• Católicos
	• Evangélicos
	• Otra
<b>TRADICIONES</b>	• Ancestrales
	• Religiosas
	• Populares
	• Otras

## 7.5.12.1. Plan de manejo ambiental.

### 7.5.12.1.1. Marco legal.

MARCO LEGAL
<p>El proyecto a ejecutarse se registrará bajo la siguiente legislación:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Constitución de la República del Ecuador - Publicado en el Registro Oficial N° 449 del 20 de octubre de 2008. Art.14, 15, 66, 71, 86, 87, 88, 89, 91, 397.</li><li>• Ley de Gestión Ambiental - Publicada en el Registro Oficial Suplemento # 418, del 10 de septiembre del 2004. Art. 12, 19, 20, 21.</li><li>• Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental - R.O. Suplemento 418 del 10-septiembre-2004. Art. 1, 6, 10.</li><li>• Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria –Decreto Ejecutivo 3516; Registro Oficial Suplemento 2 del 31 de marzo de 2003.</li><li>• Ley de Caminos - Publicado en el Decreto Supremo 1351, Registro Oficial N° 285 del 7 de Julio de 1964.</li><li>• Ley Orgánica de la Contraloría General del Estado - Expedida a través de la Ley No. 2002-73, publicada en el Registro Oficial, Suplemento No.595, del 12 de junio del 2002. Con respecto a la auditoría y control ambiental.</li><li>• Ley Orgánica de Salud - Publicado en la Ley 67, Registro Oficial Suplemento N° 423 del 22 de diciembre de 2006. Art. 15,16, 95.</li><li>• Código del Trabajo- Publicado en la Codificación 17, Registro Oficial Suplemento N° 167 del 16 de Diciembre del 2005, Art. 42.</li><li>• Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Decreto 2393 R.O. No. 249 del 03 de Febrero de 1998, Art. 11, 164.</li><li>• Código Penal - Publicado en el Registro Oficial, Suplemento N° 147, del 22 de Enero de 1971. Desde el año 2000 se incluye los “Delitos contra el Medio Ambiente”. Contiene hasta la reforma del 18 de marzo del 2011, Actualizado a junio 2011.</li><li>• Decreto Ejecutivo 1040 – Registro Oficial 332, de 08 de Mayo de 2008. Art. 6, 9, 10.</li><li>• Acuerdo Ministerial N°112, publicado en el Registro Oficial N° 428 del 18 de septiembre del 2008. Art. 1, 3, 4, 5.</li><li>• <a href="#">Acuerdo Ministerial N°061, Edición Especial 316, Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del 04 de mayo de 2015.</a></li><li>• Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1:2013.</li></ul>

### 7.5.12.1.2. Descripción del proyecto.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
<p>El proyecto Estudios Definitivos para La apertura de la Vía que une La Comunidad de Galten – Barrio Catequilla, Cantón Chambo - Provincia de Chimborazo, (Long. aprox. 0+700 km</p> <p>Actualmente el sector es montañoso, no cuenta con una vía, por lo que se realizó el estudio para la apertura del mismo</p> <p>Los trabajos a realizarse, consistirá en la ampliación de la vía desde los 9,00, de los cuales 6 [m] comprenderá la capa de rodadura (pavimento articulado- adoquinado) [m], 1.20 [m] para espaldones y el restantes se construirá bordillos y cuneta laterales respectivamente para el encausamiento de las aguas lluvias.</p> <p>Las actividades constructivas a considerarse en el mejoramiento vial son las siguientes:</p> <p><b>OBRAS PRELIMINARES</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Movilización e instalación</li><li>• Limpieza</li><li>• Excavación sin clasificar y relleno</li><li>• Desalojo de material de excavación sobrante</li></ul> <p><b>CONSTRUCCIÓN DE CALZADA</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Acabado de obra básica</li><li>• Sub base clase 3 e= 30 [cm]</li><li>• Transporte de material de sub base clase 3</li><li>• Adoquín <math>f'c= 300</math> [Kg/cm<sup>2</sup>], cama de arena e=5 [cm].</li></ul> <p><b>SISTEMA DE DRENAJE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Excavación cunetas y encauzamientos</li><li>• Hormigón simple clase C <math>f'c=180</math> [Kg/cm<sup>2</sup>]. Incluye encofrado metálico</li></ul>

### 7.5.12.1.3. Descripción del proceso.

<b>INTERACCIÓN EN EL PROCESO</b>		
<b>MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS</b>	<b>PROCESO</b>	<b>IMPACTOS POTENCIALES</b>
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>		
Cargadora y volquetes para movimiento de tierras	Ampliación y rectificación de curvas de la vía	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afectación de la calidad del aire.</li> <li>- Afectación de la calidad del suelo.</li> <li>- Riesgos de accidentes laborales.</li> <li>- Alteración del paisaje.</li> <li>- Mejora la calidad de vida.</li> </ul>
Cargadora y volquetes para transporte de material	Relleno y nivelación de la faja vial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afectación de la calidad del aire.</li> <li>- Afectación de la calidad del suelo.</li> <li>- Riesgos de accidentes laborales.</li> <li>- Alteración del paisaje.</li> <li>- Mejora la calidad de vida.</li> </ul>
Equipo caminero (motoniveladora, rodillo y tanquero)	Compactación de la vía	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afectación de la calidad del aire.</li> <li>- Afectación a la calidad del suelo.</li> <li>- Riesgos de accidentes laborales.</li> <li>- Mejora la calidad de vida.</li> </ul>
Volquetes, cargadora para el transporte de material (sub base y base), motoniveladora y tanquero	Tendido, compactación y humedecimiento de la sub base	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afectación de la calidad del aire.</li> <li>- Afectación de la calidad del suelo.</li> <li>- Riesgos de accidentes laborales.</li> <li>- Mejora la calidad de vida.</li> </ul>
Capa de rodadura	Tendido y colocado de adoquín	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afectación de la calidad del aire.</li> <li>- Riesgos de accidentes laborales.</li> <li>- Mejoramiento de la calidad de vida.</li> </ul>
Herramientas menores (picos, palas, azadones y carretillas)	Construcción de obras de arte menor (cunetas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afectación de la calidad del suelo.</li> <li>- Riesgos de accidentes laborales.</li> <li>- Mejoramiento de la calidad de vida.</li> </ul>
Señalética de obra	Colocación de señalización provisional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riesgos de accidentes laborales.</li> </ul>
<b>ETAPA DE OPERACIÓN, ABANDONO Y MANTENIMIENTO</b>		
Señalética	Colocación de señalización informativa, reglamentaria y ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riesgos de accidentes laborales.</li> <li>- Mejoramiento del paisaje.</li> </ul>
Herramientas menores (picos, palas, azadones y carretillas) y señalética	Limpieza general del área del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afectación de la calidad del aire.</li> <li>- Mejoramiento del paisaje.</li> </ul>

#### **7.5.12.1.4. Descripción del área de implantación**

- ***Área de implantación física.***

El área de influencia del proyecto 8.60 km aquí se encuentran los beneficiarios del proyecto vial, se encontrará mayormente afectada por la ejecución del proyecto, entre las afectaciones tendremos ruido, materiales de desbroce, desalojo, vibraciones que son los principales impactos que se producirán en las zonas cercanas a la vía en mejoramiento.

- ***Área de implantación física***

- *Superficie del área de implantación*

El área se encuentra entre las altitudes de 3000 a 4000 msnm el área total del proyecto es 6.60 hectáreas.

- *Clima*

El clima del cantón es frío - seco, la temperatura oscila entre 8 y 13 °C.

- *Precipitaciones.*

La precipitación fluctúa entre 100 a 250 mm. /año, los meses con más lluvias y precipitaciones son Octubre, Noviembre.

- *Hidrología, aire y agua*

Cerca de la ejecución de la construcción del proyecto vial y del área de influencia del proyecto no se encuentran fuentes hídricas que puedan afectar al ejecutar la obra, más bien cuentas con pequeñas acequias que la comunidad utiliza como riego para su agricultura, los vientos se presentan en ciertas épocas, por lo que por lo general son levemente fuertes. No existe mayor ruido, ya que la zona presenta calma y no es muy transitada vehicularmente.



- **Área de implantación biótica.**

- *Ecosistema*

En el área de zona del estudio, existe un ecosistema terrestre, con un clima que oscila entre 8 a 13° grados Centígrados y con humedad del 73%., existe poca precipitación y se encuentra ubicado a 3000 a 4000 msnm de altitud. Poseen suelos fértiles para la agricultura con una flora propia del lugar, los árboles que poseen son de eucalipto. Existe fauna de especies mayores y menores. La topografía del área del proyecto es irregular ondulada con pendientes de 60

- *Cobertura vegetal y asociada.*

- ◆ **Flora:**

Los recursos forestales no tienen gran variedad en la zona, apenas se puede observar alguna que otra planta de eucalipto que por lo general se encuentran alrededor de las casas donde habitan las familias.

- ◆ **Fauna**

Su fauna es reducida se identifica las siguientes: Cuy (*Cavia porcellus*), Vaca (*Bostarus*), Aves: Guarro (*Geranoaetismelanoleucos*), Mirlo (*Turdusmeruia*), Tórtola (*Streptopellaturtur*), Tórtola (*Streptopeliatirtur*), Réptiles y anfibios: lombriz (*Lumbricusterrestre*), Salta monte (*Saltus montus*),

#### **7.5.12.1.5. Infraestructura social.**

- ◆ **Establecimientos Educativos.**

En cuanto a infraestructura educativa la población del cantón Chambo con:

- 4 registros de educación inicial
- 7 registros de centro infantil del buen vivir
- 1 registro de formación artesanal
- 9 registros de escuela fiscal mixta
- 2 registros de escuela particular
- 1 registro de colegio particular
- 1 registro de colegio nacional

- 1 registro de unidad educativa a distancia
- ◆ Salud Pública.

Chambo presenta una oferta de salud que no satisface la demanda de la población del cantón Chambo, en infraestructura cuenta con dos subcentros de salud ubicados en la cabecera cantonal, en el barrio San Pedro de LLucud y en San Francisco.

Para la atención cuentan con dos médicos, dos odontólogos, cinco enfermeras y una laboratorista.

- ◆ Servicio de Transporte Público.

Para atender a los habitantes Chambo cuenta con su servicio de transporte público, existe la cooperativa Chambo con 21 unidades, además dos cooperativas de camionetas, reina del carmen y rey de los andes con aproximadamente 18 unidades, sirven al transporte de carga y rural, en cuanto a transportes pesados (camiones), las misma cooperativas cuentan con aproximadamente 15 unidades, viajan a la costa y hay dos frecuencias en la mañana y en la tarde.

- ◆ Energía Eléctrica

El Cantón Chambo dispone de energía eléctrica permanente durante las 24 horas, la que es proporcionada por la Empresa Eléctrica Riobamba S.A.; la misma que abastece del sistema interconectado.

La generación eléctrica sirve para cubrir la demanda especialmente de tipo doméstico.

La infraestructura que cuenta es: 10 muestras a lo largo de la línea de transmisión eléctrica, trazada al este de los límites del cantón Chambo, en los poblados de Pantus Grande hasta Tunshi San Javieras. La línea de transmisión eléctrica del cantón Chambo es: Línea de transmisión eléctrica Licto-Guaranda.

- ◆ Telefonía

El Cantón Chambo dispone del servicio de telefonía fija y móvil: 2 antenas de telecomunicaciones, la una antena de telecomunicación Claro, y la otra antena de radio enlace, Además cuenta con la central telefónica de la Corporación nacional de telecomunicaciones CNT.

- ◆ Servicio de Agua Potable.

El área de estudio posee un sistema agua entubada, en un 60 % de las viviendas conectadas a este importante elemento vital; y el 40 % en contraste al limitado acceso que tienen los pobladores.

- ◆ Eliminación de aguas servidas.

La mayoría de las comunidades en estudio no disponen de un sistema de alcantarillado, en un 63% cuenta con alcantarillado sanitario, mientras que el 37% lo realiza a través de letrinas.

- ◆ Eliminación de desechos sólidos.

En el Cantón Chambo, en la cabecera cantonal un 82% de las viviendas cuenta con el servicio de recolección de basura, mientras que el 18% no disponen de un sistema de eliminación de basura, así como tampoco de desechos sólidos, estos se los incinera en los terrenos utilizándolos como abono orgánico.

#### 7.5.12.1.6. Principales impactos ambientales.

PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES			
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Positivo/ Negativo	Etapa del Proyecto
Remoción de cobertura vegetal.	Afectación a la calidad del suelo.	Negativo	Construcción, operación, abandono y mantenimiento
Generación de desechos sólidos.			
Cambio de uso de suelo.	Alteración del paisaje.	Negativo	Construcción, operación y abandono
Generación de emisiones gaseosas	Afectación a la calidad del aire.	Negativo	Construcción, Operación y Abandono
Generación de material particular			
Generación de ruido y vibraciones.			
Riesgo de accidentes laborales.	Afectación a la salud.	Negativo	Construcción, operación, abandono y mantenimiento
Generación de empleos temporales	Mejoramiento de la calidad de vida.	Positivo	Construcción
Mejora la calidad de vida	Tránsito seguro y con mayor rapidez	Positivo	Construcción, operación, abandono y mantenimiento

### 7.5.12.1.7. Plan de prevención y mitigación de impactos.

<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES</b>					
<b>OBJETIVOS:</b> Proteger y conservar el entorno natural que podría ser afectado por las diferentes actividades del proyecto durante las fases de construcción, operación y abandono.					<b>PPM-01</b>
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Catequilla – Cantón Chambo <b>RESPONSABLE:</b> Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo					
<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto identificado</b>	<b>Medidas propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Plazo (meses)</b>
Generación de material particular	Afectación a la calidad del aire	Para el transporte de materiales de construcción, los baldes de las volquetas deben estar debidamente cubiertas con carpas (lona).	(# de lonas utilizadas/# de lonas Adquiridas) *100	Registro fotográfico	3 meses
		Mantener el grado de humedad adecuado en la vía en mejoramiento para afectar lo menos posible a la salud de los trabajadores y población adyacente al proyecto, para lo cual se debe realizar el humedecimiento correspondiente dos veces al día.	(# de irrigaciones de agua diarias/ # de veces de irrigación programadas)*100	Registro de irrigación de agua.	
Generación de emisiones gaseosas	Afectación a la calidad del aire, debido a la emanación de gases (Cox, NOx)	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria por dos ocasiones durante la ejecución del proyecto.	(# de mantenimientos realizados /# de mantenimientos programados)*100.	Registro de mantenimiento.	3 meses
Generación de ruido y vibraciones	Afectación a la salud de los trabajadores	Dotar del Equipo de Protección Individual (EPI) por dos ocasiones a todo el personal (10 trabajadores) inmerso en la ejecución del proyecto.	(# de EPI entregados /# de EPI programados)*100.	Registro de entrega recepción del EPI.  Registro fotográfico.	3 meses
		Se deberá dar mantenimiento periódico a los equipos mecánicos y de ser necesario se colocará silenciadores en los mismos.	(# de mantenimientos realizados /# de mantenimientos programados)*100.	Registro de mantenimiento.	3 meses
Riesgo de accidentes laborales		Capacitar a los trabajadores en el manejo adecuado de maquinaria, equipos y herramientas, esta actividad se la realizará por una ocasión al inicio de la ejecución del proyecto.	(# de capacitaciones impartidas/# de capacitaciones programadas)*100.	Registro de asistencia	Inicio de la ejecución del proyecto

### 7.5.12.1.8. Plan de manejo de desechos sólidos.

PROGRAMA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS					
<b>OBJETIVOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cumplir con las regulaciones ambientales vigentes.</li> <li>✓ Eliminar o minimizar los impactos generados por los desechos sólidos en el ambiente y la <u>salud</u> de la <u>población</u>.</li> <li>✓ Disponer adecuadamente los desechos sólidos.</li> </ul>					<b>PMD-01</b>
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Catequilla – Cantón Chambo <b>RESPONSABLE:</b> Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo					
Aspecto Ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Remoción de cobertura vegetal	Afectación a la calidad del suelo.	La tierra producto de la excavación será colocada al costado de la vía ya que se trata de tierra cultivable, la misma deberá ser nivelada de acuerdo a las condiciones de los terrenos, cabe indicar que se cuenta con la debida autorización de los propietarios de los predios.	Tierra de desalojo nivelada	Registro fotográfico.	1 meses
	Contaminación atmosférica (generación de polvo)				
Generación de desechos sólidos	Afectación de la calidad del suelo	Ubicación de sacos de yute en el área del proyecto (faja vial), para la recolección de los desechos generados por la alimentación de los trabajadores.	(# de sacos ubicados en el área del proyecto (faja vial)/#de sacos adquiridos)*100.	Registro fotográfico.	3 meses

### 7.5.12.1.9. Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.

PROGRAMA DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL					
<b>OBJETIVOS:</b> Garantizar que todo el personal, de acuerdo a sus responsabilidades, reciban la capacitación necesaria en temáticas ambientales fundamentales y lograr patrones de sensibilidad ambiental.					<b>PEA-01</b>
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Catequilla – Cantón Chambo <b>RESPONSABLE:</b> Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo					
Aspecto Ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Capacitación	Desconocimiento ambiental.	<p>Se impartirán una capacitación a todos los trabajadores, una al inicio de la ejecución del proyecto, en los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Difusión del marco legal, de políticas ambientales, del Plan de Manejo propuesto de modo que los beneficiarios se involucren en el desarrollo y ejecución del proyecto.</li> <li>- Responsabilidades básicas que debe contemplar el personal en la ejecución del proyecto, sus subcontratistas y trabajadores de equipo y maquinaria en sus relaciones e interrelaciones con la comunidad.</li> <li>- Fortalecer la unión y dinamismo del grupo humano laboral, a través de métodos de motivación ocupacional y reconocimiento de logros conseguidos en sus funciones, estimulando el cuidado mutuo en actividades inherentes al proceso constructivo.</li> <li>- Manejo de desechos sólidos.</li> <li>- Normas de higiene, seguridad y salud ocupacional</li> <li>- Manejo de equipo de protección personal</li> </ul>	(# de capacitaciones impartidas/# de capacitaciones Programadas)*100	<p>Registro de asistencia.</p> <p>Registro fotográfico.</p>	3 meses

### 7.5.12.1.10. Plan de relaciones comunitarias.

PROGRAMA DE RELACIONES COMUNITARIAS					
<p><b>OBJETIVOS:</b>            Establecer una sólida alianza con los actores sociales, a fin de generar consensos básicos de conocimiento y apoyo a la ejecución del proyecto de mejoramiento vial.            Dar a conocer a los beneficiarios del proyecto sobre las actividades a realizarse en la obra vial, con el propósito de mantener una disposición aceptable de las comunidades al sistema y sobre todo su apoyo y colaboración.</p>					<p><b>PRC-01</b></p>
<p><b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Catequilla – Cantón Chambo    <b>RESPONSABLE:</b> Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo</p>					
Aspecto Ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
<p>Información sobre temas ambientales</p>	<p>Desconocimiento de las medidas ambientales a adoptarse.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar a conocer a los actores sociales del área de influencia y a la población local, sobre las características técnicas del proyecto vial y los beneficios del mismo.</li> <li>- Informar a las comunidades beneficiarias sobre las características de las obras, las diferentes actividades que se realizarán y los impactos negativos y positivos que se generan con la construcción del proyecto vial.</li> <li>- Advertir a la población sobre los riesgos, peligros y precauciones que se deben tomar en el área de trabajo.</li> <li>- Lograr la aceptación de la población acerca de la importancia de ejecución del proyecto, del apoyo en el mantenimiento de la vía.</li> </ul>	<p>(Socialización del PMA realizado/socialización programada)*100</p>	<p>Actas de aceptación.  Registro fotográfico.</p>	<p>Previo a la ejecución del proyecto</p>

### 7.5.12.1.11. Plan de contingencias.

PROGRAMA DE CONTINGENCIAS					
<b>OBJETIVOS:</b> Prevenir y/o minimizar los efectos de un determinado incidente asegurando una respuesta inmediata y eficaz, producto de una planificación y capacitación previa. Garantizar la seguridad del personal involucrado en las actividades de construcción y operación, abandono y mantenimiento, así como de terceras personas. Asegurar que existen los mecanismos adecuados para controlar y mitigar cualquier eventualidad que pudiese ocurrir y afectar tanto a los trabajadores como a la comunidad.					PDC-01
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Catequilla – Cantón Chambo <b>RESPONSABLE:</b> Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo					
Aspecto Ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Riesgos antropogénicos	Afectación a la salud	Realizar dos capacitaciones, a todo el personal inmerso en la ejecución del proyecto, en los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cómo reaccionar de forma ordenada ante una situación de emergencia.</li> <li>- En cada frente de trabajo se debe contar con un botiquín, el cual deberá contener productos básicos como: gasas, vendas, guantes, analgésicos, algodón, tijeras y desinfectantes y también se dotara de un extintor de PQS.</li> <li>- En caso de accidentes o lesiones graves, se coordinará de forma inmediata el traslado de la persona afectada hacia el Hospital General de Riobamba.</li> <li>- Cada grupo de trabajo tendrá un responsable de área o de campo, el mismo que dispondrá de un botiquín de primeros auxilios y su personal capacitado para administrar apoyo y auxilio inmediato.</li> </ul>	(# de capacitaciones impartidas/# de capacitaciones Programadas)*100	Registro fotográfico.	3 meses
			(Botiquín de primeros auxilios entregado/ Botiquín de primeros auxilios programado)*100.	Registro de asistencia.	



	<p>Para evitar un incendio, se tomará las siguientes medidas de prevención:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Evitar encender fogatas.</li> <li>✓ No fumar en lugares donde pueda existir productos inflamables (junto a la maquinaria), no arrojar las colillas de los cigarrillos en el campo, aunque estén apagadas.</li> <li>✓ No encender fuego en lugares cercanos a materiales inflamables o sensibles al calor.</li> <li>✓ De iniciarse el fuego se deberán tomar las siguientes medidas para contrarrestarlo: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Actúe inmediatamente, utilizando cualquier material que tenga a mano, tratando de evitar su propagación (ramas de árboles para azotar el fuego).</li> <li>➤ Actúe en grupo. Cuando el fuego se inicia, cúbralo con una manta húmeda o con tierra hasta sofocarlo.</li> <li>➤ En caso que el fuego se propague, se debe retirar de forma inmediata a un lugar seguro y solicite ayuda profesional.</li> </ul> </li> </ul> <p>De acuerdo a la clasificación de los fuegos, el extintor más adecuado para sofocar el fuego es el de Polvo Químico Seco (PQS).</p>	<p>(# de extintores dotados/# de extintores contemplados en el proyecto)*100.</p>		
--	---	---	--	--

### 7.5.12.1.12. Plan de seguridad y salud ocupacional.

PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL					
<b>OBJETIVOS:</b> Establecer las normas de prevención y control a fin de evitar la ocurrencia de accidentes de trabajo, en la construcción y en las labores de operación y mantenimiento. Ajustándose a las normas establecidas tanto por la legislación nacional vigente y aquellas contenidas en los reglamentos de seguridad; y normativas del fabricante de los equipos.					<b>PSS-01</b>
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Catequilla – Cantón Chambo <b>RESPONSABLE:</b> Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo					
Aspecto Ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Riesgo de accidentes y/o incidentes laborales.	Afectación a la salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dotar con implementos de protección personal y exigir su uso a quienes ejecuten las obras (casco, gafas, guantes, botas, mascarillas, chalecos reflectivos y orejeras).</li> <li>- Organizar e implementar un servicio oportuno y eficiente de primeros auxilios.</li> <li>- En caso de producirse un accidente que ponga en riesgo la vida de algún trabajador, este será atendido con los primeros auxilios y de ser necesario será trasladado al Hospital General de Riobamba</li> <li>- Cumplir a cabalidad las normas de seguridad e higiene industrial del Instituto de Seguridad Social y del Código de trabajo.</li> <li>- Desarrollo de actividades de prevención de enfermedades, accidentes de trabajo y educación para la salud ocupacional.</li> <li>- Se dotará de botiquines de salud preventiva (botiquín de primeros auxilios), a ser utilizado en el sitio de trabajo, mismo que contendrá: desinfectantes, gasas, vendas, analgésicos de uso común especialmente para el dolor de cabeza, estomago, entre otros.</li> </ul>	<p>(# de EPi entregados /# de EPi programados)*100.</p> <p>(Botiquín de primeros auxilios entregado/ Botiquín de primeros auxilios programado)*100.</p>	<p>Registro fotográfico.</p> <p>Registro de entrega – recepción del EPi</p>	3 meses

	<p><b>Señalización de obra</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para seguridad de los transeúntes y trabajadores se deberá utilizar letreros claros y visibles en material reflectivo, en los cuales deben contener mensajes de prevención tales como: Peligro, hombres trabajando, desvío vehicular, vía en construcción; también se utilizará conos y cinta de seguridad.</li> <li>- Se deberá informar a la población circundante el inicio de las actividades constructivas con dos semanas de anticipación, indicando la fecha esperada de término.</li> <li>- Se colocarán letreros y señalización de advertencia, sobre todo exterior a la obra que sea visible de día y de noche, para lo cual se deberán utilizar materiales reflectivos y que tengan buena visibilidad.</li> <li>- Todas las áreas donde se estén ejecutando obras deberán contar con un cinturón de seguridad refractario para impedir el acceso de la población.</li> </ul> <p><b><u>Señalización en la Etapa de Operación</u></b>  En la etapa de operación del proyecto se colocará señalética vertical como: señalética reglamentaria, preventiva, informativa y ambiental. Cabe indicar que la colocación de la señalética se lo realizara de acuerdo a las necesidades determinadas en el estudio de tráfico (ver libro de obra).</p>	<p>100% de cumplimiento.</p>	<p>Registro fotográfico.</p>	
--	--	------------------------------	------------------------------	--

**7.5.12.1.13. Plan de monitoreo y seguimiento.**

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO</b>					
<b>OBJETIVOS:</b> Controlar y garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, para minimizar los impactos ambientales negativos que puedan surgir a partir de sus operaciones.					<b>PMS-01</b>
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Catequilla – Cantón Chambo <b>RESPONSABLE:</b> Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo					
<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto identificado</b>	<b>Medidas propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Plazo (meses)</b>
<p>Generación de material particulado, ruido y vibraciones.</p> <p>Generación de desechos sólidos.</p> <p>Riesgos de accidentes laborales.</p> <p>Remoción de la cobertura vegetal.</p>	Incumplimiento del plan	<p>Para cumplir con los propósitos del monitoreo en la Etapa de Construcción, la fiscalización ambiental impondrá un sistema de multas a todos tipo de incumplimientos.</p> <p>El programa de seguimiento ambiental se realizará antes, durante y después de la construcción de la obra (etapa de construcción y operación); de tal forma, verificar que todas las actividades descritas en el Plan de Manejo Ambiental se cumplan y no causen impactos negativos a la salud de los trabajadores, habitantes del sector y al ambiente.</p>	(Medidas ambientales cumplidas/medidas ambientales establecidas en el PMA )*100	Registros, fotografías, actas que demuestren el cumplimiento de las medidas ambientales.	3 meses

### 7.5.12.1.14. Plan de Rehabilitación.

<b>PROGRAMA DE REHABILITACIÓN</b>					
<b>OBJETIVOS:</b> Rehabilitar aquellas áreas que sufran un impacto significativo por las diferentes actividades a realizarse en la ejecución del proyecto.					<b>PDR-01</b>
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Catequilla – Cantón Chambo <b>RESPONSABLE:</b> Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo					
<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto identificado</b>	<b>Medidas propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Plazo (meses)</b>
Pérdida de cobertura vegetal	Mejoramiento de la calidad del suelo e impacto visual	<p>Sembrar especies nativas que pueden implementarse en la zona luego del cierre o abandono del proyecto.</p> <p>Antes de sembrar los árboles nativos en las áreas intervenidas de la vía, el terreno deberá estar libre de maleza, escombros u otros desechos que impiden plantar los árboles.</p> <p>El sembrío se realizará con materiales rudimentarios pico, azadón, pala o barra.</p> <p>Los hoyos de plantación deberán tener dimensiones de 30 x30 [cm] o 40x40 [cm] o dependiendo de los requerimientos de la especie.</p>	(# de árboles plantados/# de árboles proyectados)*100.	Registro fotográfico.	1 mes

**7.5.12.1.15. Plan de Cierre, Abandono y entrega del área.**

<b>PROGRAMA DE CIERRE, ABANDONO</b>					
<b>OBJETIVOS:</b> Recobrar en la medida de lo posible las condiciones diagnosticadas en la línea base del área de implantación.					<b>PCA-01</b>
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Catequilla – Cantón Chambo <b>RESPONSABLE:</b> Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo					
<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto identificado</b>	<b>Medidas propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Plazo (meses)</b>
Generación de desechos sólidos.	Contaminación visual.  Alteración paisajística.	Una vez culminados los trabajos de construcción, se procederá al retiro de maquinaria, herramientas, equipos y señalética de obra, a la vez la realización de una limpieza general en el área del proyecto, dejando así la vía libre de obstáculos para ser utilizada.	Área del proyecto (vía construida) limpia y libre de obstáculos	Registro fotográfico	Etapa de abandono del proyecto.

### **7.5.12.2. Proceso de Participación Social.**

En cumplimiento a lo estipulado en el Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental, Decreto Ejecutivo 1040, se establece los siguientes artículos:

- Art. 3.- Objetivo: El objetivo principal del reglamento 1040 es contribuir a garantizar el respeto al derecho colectivo de todo habitante a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación.
- Art. 6.- La participación social tiene por objeto el conocimiento, la integración y la iniciativa de la ciudadanía, para fortalecer la aplicación de un proceso de evaluación de impacto ambiental y disminuir sus márgenes de riesgo, e impacto ambiental.
- Art. 19.- Recepción de criterios y sistematización: estos requisitos tiene como objetivo conocer los diferentes criterios de los sujetos de participación social y comprender el sustrato de los mismos, a fin de sistematizarlos adecuadamente en el respectivo informe de sistematización de criterios del PPS.

Por lo consiguiente se ha procedido a realizar la difusión del Plan de Manejo Ambiental del Proyecto “APERTURA DE LA VÍA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN -BARRIO CATEQUILLA”

Para ello se da a conocer al dirigente de la comunidad mediante el oficio de fecha 8 de octubre del 2015 pidiendo que se convoque a todos los beneficiarios de la apertura de la vía para la socialización del PMA.

La reunión se realizó en la casa comunal de la comunidad de Catequilla 15 de Octubre del 2015, a las 18h30 horas de la tarde.

❖ **Objetivos:**

- Explicar a los beneficiarios de la comunidad el Plan de Manejo Ambiental, de tal manera que los criterios de la colectividad directa o indirectamente afectados por la actividad, se consideren y se incluya en el PMA.
- Dar cumplimiento de la ley de Gestión Ambiental artículos 28 y 29, decreto ejecutivo 1040 y Acuerdo Ministerial N° 066 sobre la participación ciudadana.
- Proporcionar mecanismos efectivos para que las personas o grupos de interés puedan expresar sus inquietudes y dudas, como obtener respuestas a sus preguntas e ideas relevantes, facilitando de esta manera las soluciones a posibles conflictos.

❖ **Metodología.**

El día jueves 15 de Octubre del 2015, en la Casa Comunal del Barrio Catequilla se reunieron los beneficiarios directos e indirectos del proyecto vial denominado “APERTURA DE LA VÍA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN - BARRIO CATEQUILLA” brindan su argumento para el apoyo de la ejecución de la obra.

Cabe mencionar que los beneficiarios se encuentran en total acuerdo con la ejecución del proyecto, teniendo conocimiento de los impactos ambientales positivos como negativos que se generarán por su ejecución, los cuales se encuentran detallados en el Plan de Manejo Ambiental con sus respectivas medidas de prevención y mitigación.

Los beneficiarios del proyecto vial se comprometen apoyar en el manejo adecuado de los desechos sólidos no peligrosos y escombros generados, a través del desarrollo de mingas comunitarias de limpieza.

Para constancia de lo mencionado los beneficiarios brindan su aceptación mediante firmas.



### ❖ **Participantes:**

La Reunión Informativa se llevó a cabo en la Casa Comunal del Barrio Catequilla, donde existió la presencia de 45 personas pertenecientes a las comunidades de Galten y el Barrio Catequilla, donde se realizó la recolección de firmas y que están de acuerdo con la ejecución del proyecto.

### **7.5.12.3. Conclusiones:**

Se dio cumplimiento con el artículo 28 de la Ley de Gestión Ambiental, el Decreto Ejecutivo N° 1040 de toda persona jurídica o natural a participar en el mecanismo de participación social.

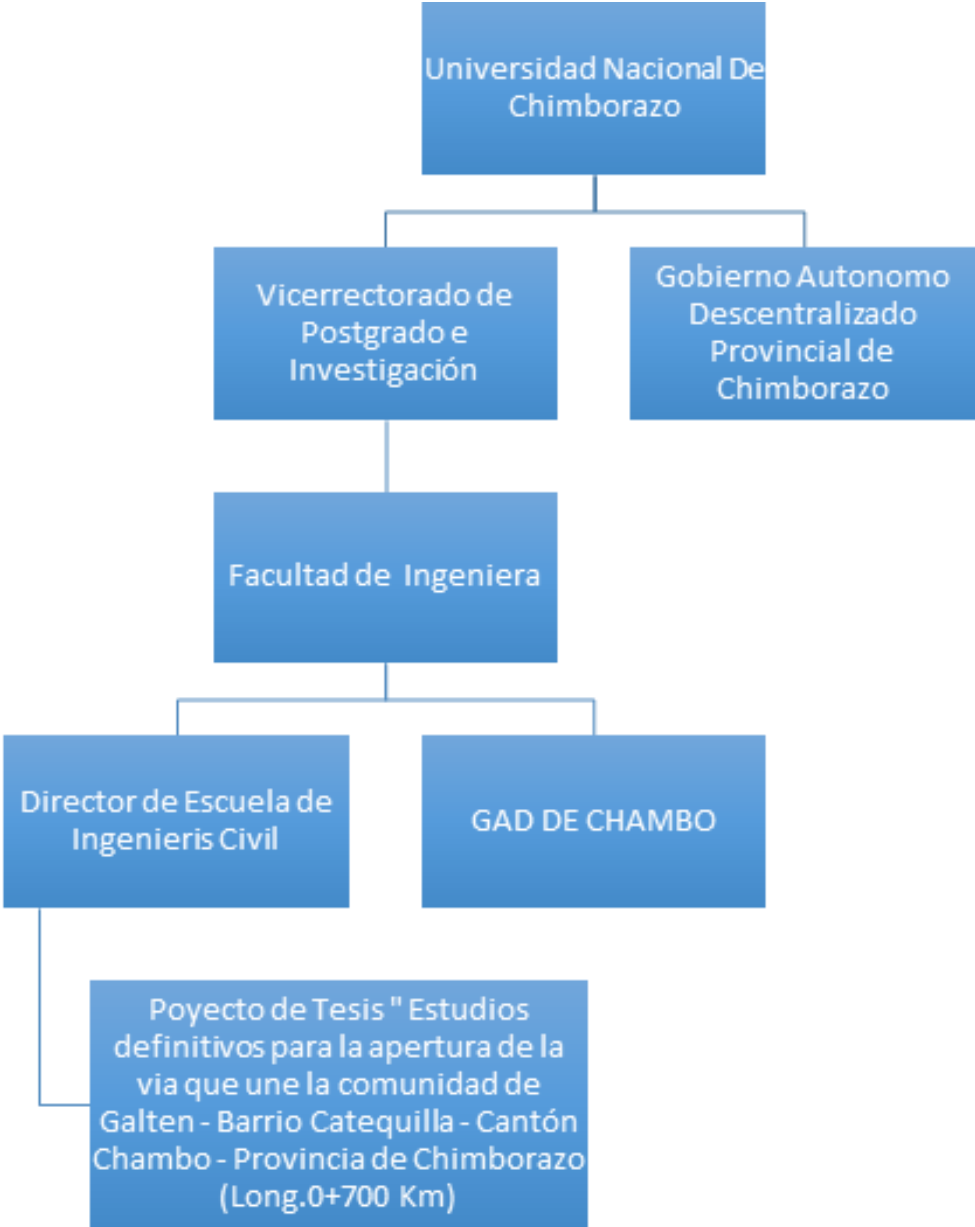
El mecanismo de participación social del proyecto “APERTURA DE LA VÍA QUE UNE LA COMUNIDAD DE GALTEN - BARRIO CATEQUILLA”, se realizó una convocatoria a todos los beneficiarios del proyecto, por medio del Sr. Presidente de la comunidad.

La reunión se realizó en la casa comunal del Barrio Catequilla, el día jueves 15 de Octubre del 2015, donde hubo aceptación para la realización del estudio y posteriormente la construcción.

Por parte de los beneficiarios del proyecto se sintieron satisfechos por los beneficios que genera el mejoramiento del proyecto vial a ejecutarse.

Se ejecutó una Reunión Informativa con el fin de que la comunidad beneficiaria conozcan cada una de las etapas del proyecto, su importancia, contando con la participación de 45 asistentes.

**7.6. DISEÑO ORGANIZACIONAL**



## CAPÍTULO VIII

### BIBLIOGRAFÍA

- ASOCIACIÓN ASTEC – F ROMO CONSULTORES – LEON & GODOY. (2006). Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. Quito. Ecuador.
- ASSHTO, Asociación Americana de Vías Estatales y Transporte Oficial AASHTO, (1963).
- ACUERDO MINISTERIAL N° 006 REFORMA DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA MEDIO AMBIENTAL.
- ACUERDO MINISTERIAL N° 028 DEL VIERNES 13 DE FEBRERO DEL 2015
- CUEVA, Pió. (2000). Proyecto, Construcción, Fiscalización y Mantenimiento de Caminos. Loja. Ecuador.
- CAMINO TOMO I – Ing. Juan Corvalan Universidad de la Plata – Argentina
- CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.
- CURSO DE TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO – SAE (MOP)
- DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS AGUDELO OSPINA, JOHN JAIRO. MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS, Secretaria de Obras Públicas de México.
- DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS TERRESTRE PABLO PARO.
- DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS AASHTO.(1993)
- HEWES (1982) CLARKSON H. OGLESBY & LAURENCE HEWES, Ingeniería de Carreteras Cía. Editorial Continental S.A,México 1982
- ÍNDICE DE DECISIONES EN CARRETERAS, Noé Villegas flore, Univ Litoral Santiago de Guayaquil.
- INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS (INV).
- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM).
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI).
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC)
- JAMES CÁRDENAS GRISALES, Diseño Geométrico de Carreteras, Ediciones Bogotá Octubre (2002)
- LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL.

- MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS (2003) MTOP, (Ministerio de Transporte y Obras Públicas).
- MECÁNICA DE SUELOS JUÁREZ BADILLO, Tomo 1, Fundamentos de la Mecánica de Suelos (1963)
- NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS, (2003) MTOP, (Ministerio de Transporte y Obras Públicas).
- NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12-MTOP.
- OLIVERA (2001) FERNANDO OLIVERA BUSTAMANTE, Estructuración de Vías Terrestres Cía. Editorial Continental S.A., México 2001
- SALGADO, ANTONIO(1989) CAMINOS EN EL ECUADOR Y DISEÑO
- TIPPETTS-ABBET- MCCARTHY-STRATTON," Normas de diseño geométrico de carreteras del MOP" libro1973
- TRÁNSITO EN CALLES Y CARRETERAS. (2000)

## **CAPÍTULO IX**

### **ANEXOS.**

1. Recolección de Firmas.
2. Certificado Ambiental – Desalojo de material de excavación
3. Planos de Diseño