



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

“ARTÍCULO CIENTIFICO”

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO:

“ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS PRESENTADOS EN LAS VÍAS CAHUAJÍ-EL ARRAYÁN CHICO Y GUSO GRANDE-GUSO CHICO, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”

AUTOR:

AGUILAR MIRANDA RUBÉN ABELARDO
GARRIDO NARANJO PABLO DANIEL

DIRECTOR:

ING. JORGE NÚÑEZ

RIOBAMBA - ECUADOR

2016

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título:

“ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS PRESENTADOS EN LAS VÍAS CAHUAJÍ-EL ARRAYÁN CHICO Y GUSO GRANDE-GUSO CHICO, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, presentado por Rubén Abelardo Aguilar Miranda, Pablo Daniel Garrido Naranjo y dirigida por Ing. Jorge Núñez.

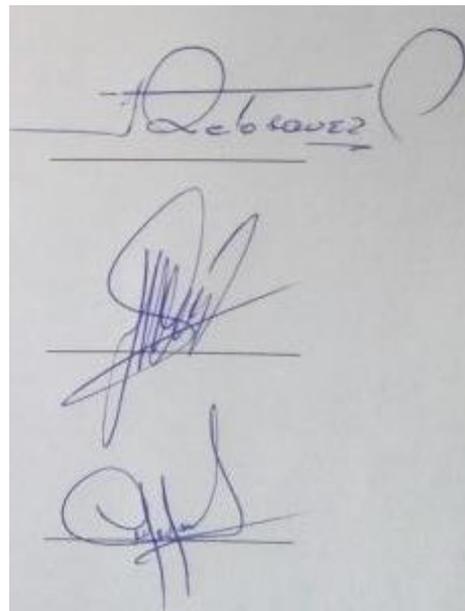
Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad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

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Víctor Velásquez
Presidente del Tribunal

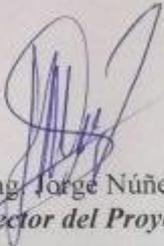
Ing. Jorge Núñez
Director del Proyecto

Ing. Nelson Patiño
Miembro del Tribunal



CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

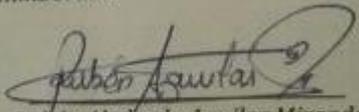
Certifico que el siguiente trabajo de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil con el tema: **“ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS PRESENTADOS EN LAS VÍAS CAHUAJÍ-EL ARRAYÁN CHICO Y GUSO GRANDE-GUSO CHICO, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**, ha sido elaborado por Rubén Abelardo Aguilar Miranda, Pablo Daniel Garrido Naranjo el mismo que ha sido revisado y analizado en su totalidad en el asesoramiento de mi persona en calidad de Director, por lo que se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva. Es todo en cuanto puedo informar en honor a la verdad.



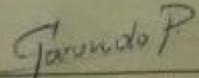
Ing. Jorge Núñez
Director del Proyecto

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a: Rubén Abelardo Aguilar Miranda con C.I. 0603011040, Pablo Daniel Garrido Naranjo con C.I. 0604102434, e Ing. Jorge Núñez Director del Proyecto; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



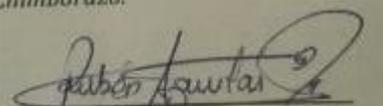
Rubén Abelardo Aguilar Miranda
0603011040



Pablo Daniel Garrido Naranjo
0604102434

AGRADECIMIENTO

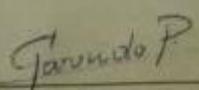
Agradecimiento a DIOS por saber guiarme, y conducirme por la senda de la vida, guiarme y conocer a mis amigos Pablo Garrido, compañero de lucha estudiantil, Ing. Patricio García amigo perceptor. A mis padres quienes me enseñaron el significado de esfuerzo, responsabilidad, y todo sacrificio tiene sus resultados. GRACIAS



Rubén Abelardo Aguilar Miranda
0603011040

AGRADECIMIENTO

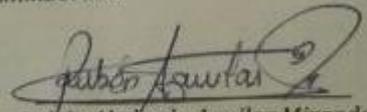
Agradezco principalmente a los que pusieron un granito de arena para que este proyecto salga adelante, los miembros del tribunal: Ing. Jorge Núñez, Ing. Nelson Patiño y a mi compañero de tesis Rubén Aguilar, además a mi familia y amigos que siempre confiaron en mí



Pablo Daniel Garrido Naranjo
0604102434

DEDICATORIA

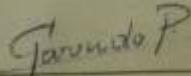
*El presente proyecto de investigación
está dedicado a mis hijas. Mishell,
Ángeles y Katherine Aguilar López.*



Rubén Abelardo Aguilar Miranda
0603011040

DEDICATORIA

Todo el esfuerzo y sacrificio siempre ha sido pensando en mi familia, mi madre Patricia Naranjo quien ha confiado y me apoyó incondicionalmente, mi tía Lorena Naranjo y mi abuelita Rosario Ayala que han sido un pilar fundamental para desenvolverme en cualquier situación.



Pablo Daniel Garrido Naranjo
0604102434

ÍNDICE GENERAL

<u>ÍNDICE GENERAL</u>	<u>i</u>
<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>	<u>vii</u>
<u>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</u>	<u>x</u>
<u>ABSTRACT</u>	<u>xiv</u>

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
1. MARCO REFERENCIAL.	3
1.1. PROBLEMATIZACIÓN.	3
1.1.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	4
1.3. OBJETIVOS.	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	4
1.4. JUSTIFICACIÓN.	5
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO.	6
2.1. ANTECEDENTES Y DELIMITACIÓN.	6
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	7
2.2.1. TIPOS DE TERRENOS.	7
2.2.1.1. CARRETERAS EN TERRENO PLANO.	7
2.2.1.2. CARRETERAS EN TERRENO ONDULADO.	7
2.2.1.3. CARRETERAS EN TERRENO MONTAÑOSO.	8
2.2.1.4. CARRETERAS EN TERRENO ESCARPADO.	8
2.2.2. NORMAS DE DISEÑO.	8
2.2.3. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.	10
2.2.4. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.	10
2.2.5. VELOCIDAD DE DISEÑO.	10
2.2.6. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.	11
2.2.7. CURVAS HORIZONTALES.	11
2.2.8. CURVAS CIRCULARES.	11
2.2.9. RADIO MÍNIMO DE CURVATURA.	12
2.2.10. ESTABILIDAD DEL VEHÍCULO EN LAS CURVAS.	13
2.2.11. ALINEAMIENTO VERTICAL.	14
2.2.12. GRADIENTES.	14
2.2.12.1. GRADIENTES MÍNIMAS.	15
2.2.13. CURVAS VERTICALES.	16
2.2.13.1. CURVAS VERTICALES CONVEXAS.	16
2.2.13.2. CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS.	16
2.2.14. UBICACIÓN DEL PROYECTO.	17
2.2.14.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.	17
2.2.14.2. IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO.	18

2.2.14.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PARROQUIA.	20
2.2.14.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TERRITORIO.	21
CAPÍTULO III	22
3. MARCO METODOLÓGICO.	22
3.1. TIPO DE ESTUDIO.	22
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.	22
3.2.1. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA.	22
3.2.1.1. POBLACIÓN.	22
3.2.1.2. DISEÑO DE LA MUESTRA.	22
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	23
3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.	23
3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE.	24
3.4. PROCEDIMIENTOS.	24
3.4.1. SE ESTABLECE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL LOS SECTORES.	24
3.4.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.	25
3.4.3. SE DETERMINA LA COBERTURA ACTUAL DE LOS SECTORES	26
3.4.4. DISEÑO GEOMÉTRICO.	26
DIGITALIZACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	28
CAPÍTULO IV	63
4. RESULTADOS.	63
4.1. ESTUDIOS PRELIMINARES.	63
4.1.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.	63
4.1.1.1. TOPOGRAFÍA.	65
4.1.1.2. CLIMA.	66
4.1.1.3. RECURSO AGUA.	67
4.1.1.4. RECURSO SUELO	68
4.1.1.5. VIALIDAD	70
4.1.1.6. TRANSPORTE PÚBLICO.	71
4.1.1.7. AMENAZAS NATURALES.	72
4.1.2. POBLACIÓN.	73
4.1.2.1. INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA.	73
4.1.2.2. ESTRUCTURA FAMILIAR.	74
4.1.2.3. FUENTES DE INGRESOS FAMILIARES.	75
4.1.2.4. MIGRACIÓN.	77
4.1.2.5. COMPOSICIÓN ÉTNICA.	80
4.1.3. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA.	81
4.1.4. SUBSISTEMA ECONÓMICO-PRODUCTIVO.	81
4.1.4.1. SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.	81
4.1.4.2. SISTEMA DE PRODUCCIÓN PECUARIO.	84
4.1.4.3. OFERTA PRODUCTIVA PECUARIA.	85
4.1.4.4. ESTABLECIMIENTOS ECONÓMICOS.	86
4.1.4.5. INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA.	86
4.1.4.6. TURISMO.	86
4.1.5. SUBSISTEMA ASENTAMIENTOS HUMANOS	87
4.1.5.1. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS BÁSICOS Y DE VIVIENDA.	87
4.1.5.2. DISPONIBILIDAD Y CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMÉSTICO	90
4.1.5.3. DISPONIBILIDAD Y CARACTERIZACIÓN DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO BÁSICO Y MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS.	91
4.1.5.4. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE ELECTRICIDAD.	92
4.1.5.5. SERVICIOS DE EDUCACIÓN DISPONIBLES.	92
4.1.5.6. SERVICIOS DE SALUD.	94
4.2. VIABILIDAD Y PLAN DE SOSTENIBILIDAD.	96
4.2.1. Viabilidad financiera y/o económica.	96

4.2.2. TIPO DE ANÁLISIS REALIZADO.	97
4.2.3. DESCRIPCIÓN DE BENEFICIOS.	97
4.2.4. PARÁMETROS UTILIZADOS PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA.	98
4.2.5. SUPUESTOS UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO.	98
4.2.6. IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE INGRESOS, BENEFICIOS Y COSTOS (DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO).	100
4.2.7. FLUJOS FINANCIEROS Y ECONÓMICOS.	103
4.2.8. DEPRECIACIÓN.	104
4.2.9. FLUJO DE CAJA.	104
4.2.10. INDICADORES ECONÓMICOS Y SOCIALES (VAN, TIR).	104
4.2.11. SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA-FINANCIERA.	106
4.2.12. CONCLUSIONES:	106
4.3. ESTUDIO DE TRÁFICO.	107
4.3.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE TRÁFICO.	107
4.3.1.1. GENERAL.	107
4.3.1.2. ESPECÍFICOS.	107
4.3.2. METODOLOGÍA.	107
4.3.3. INVESTIGACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO.	108
4.3.3.1. ESTACIÓN DE CONTEO VEHICULAR.	108
4.3.3.2. TIPOS DE VEHÍCULOS.	109
4.3.4. CONTEO DE TRÁFICO.	110
4.3.5. CÁLCULO DEL TPDA.	122
4.3.5.1. TRÁFICO FUTURO.	123
4.3.5.2. Tráfico Atraído.	125
4.3.5.3. TRÁFICO GENERADO.	125
4.3.5.4. TRÁFICO POR DESARROLLO.	126
4.3.6. TPDA DEL PROYECTO.	127
4.3.7. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA.	127
CAPÍTULO V	129
5. DISCUSIÓN.	129
CAPÍTULO VI	131
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	131
6.1. CONCLUSIONES.	131
6.2. RECOMENDACIONES.	131
CAPÍTULO VII	132
7.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA.	132
7.2. INTRODUCCIÓN.	132
7.3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.	134
7.4. OBJETIVOS.	134
7.4.1. OBJETIVO GENERAL.	134
7.4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.	134
7.5. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA – TÉCNICA.	135
7.5.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.	135
7.5.2. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS PLANIALTIMÉTRICAS DE DISEÑO.	136
7.5.3. CRITERIO DE DISEÑO.	137
7.5.4. NORMAS DE DISEÑO.	138
7.5.5. TRÁFICO.	140
7.5.5.1. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA).	140
7.5.6. CÁLCULO DEL TPDA DEL PROYECTO.	140
7.5.6.1. TRÁFICO FUTURO.	141

7.5.6.2. TRÁFICO ATRAÍDO.	142
7.5.6.3. TRÁFICO GENERADO.	143
7.5.6.4. TRÁFICO POR DESARROLLO.	144
7.5.6.5. TPDA DEL PROYECTO.	144
7.5.7. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA.	145
7.5.8. VELOCIDAD DE DISEÑO.	147
7.5.9. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.	148
7.5.10. RELACIÓN ENTRE LA VELOCIDAD DE DISEÑO CON LA VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.	149
7.5.11. SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO.	150
7.6. DISEÑO DE LA PROPUESTA.	152
7.6.1. DISEÑO HORIZONTAL.	152
7.6.1.1. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO HORIZONTAL DE LA VÍA.	153
7.6.1.2. DISEÑO EN PLANTA.	154
7.6.1.2.1. DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE FORMAN PARTE DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA.	154
7.6.1.3. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.	155
7.6.1.4. CURVAS HORIZONTALES.	156
7.6.1.5. TANGENTE INTERMEDIA MÍNIMA EN CURVAS CIRCULARES.	156
7.6.1.6. TANGENTE INTERMEDIA MÍNIMA EN CURVAS ESPIRALES.	157
7.6.1.7. TANGENTE INTERMEDIA MÍNIMA EN CAMINOS VECINALES.	158
7.6.1.8. TANGENTE MÁXIMA.	158
7.6.1.9. GRADO Y RADIO DE CURVATURA	158
7.6.1.10. RADIO MÍNIMO DE CURVATURA HORIZONTAL.	160
7.6.1.11. PERALTE DE CURVAS.	163
7.6.1.12. DESARROLLO DEL PERALTE.	166
7.6.1.12.1. MAGNITUD DEL PERALTE.	166
7.6.1.12.2. CONVENCION DEL PERALTE.	168
7.6.1.12.3. DESARROLLO DEL PERALTE.	168
7.6.1.13. LONGITUD DE TRANSICIÓN.	169
7.6.1.14. LONGITUD TANGENCIAL.	171
7.6.1.15. LONGITUD TOTAL DE TRANSICIÓN.	172
7.6.1.16. DESARROLLO DEL PERALTE EN CURVAS.	173
7.6.1.17. DESARROLLO DEL PERALTE EN CURVAS ESPIRALES.	174
7.6.1.18. CURVA CIRCULAR SIMPLE.	175
7.6.1.19. CURVAS DE TRANSICIÓN.	177
7.6.1.20. SOBREANCHO.	184
7.6.1.20.1 MAGNITUD DEL SOBREANCHO.	185
7.6.1.20.2. DESARROLLO DEL SOBREANCHO EN CURVAS CIRCULARES.	188
7.6.1.20.3. DESARROLLO DEL SOBREANCHO EN CURVAS ESPIRALES.	189
7.6.1.21. ESPALDONES.	190
7.6.1.22. SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO.	191
7.6.1.22.1. ELEMENTOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO.	193
7.6.1.23. DISTANCIAS DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES.	199
7.6.1.23.1. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA DE UN VEHÍCULO.	202
7.6.1.23.2. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASAMIENTO DE UN VEHÍCULO.	206
7.6.2. DISEÑO VERTICAL.	210
7.6.2.1. CRITERIOS GENERALES.	210
7.6.2.2. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO HORIZONTAL DE LA VÍA.	211
7.6.2.2.1. PERFIL.	212
7.6.2.2.2. RASANTE.	213
7.6.2.3. PENDIENTES MÁXIMAS	213
7.6.2.4. PENDIENTES MÍNIMAS.	215
7.6.2.5. LONGITUD CRÍTICA.	215
7.6.2.6. CURVAS VERTICALES.	216
7.6.2.6.1. ELEMENTOS DE UNA CURVA VERTICAL.	217
7.6.2.6.2. CURVA VERTICAL SIMÉTRICA.	217
7.6.2.6.3. CURVA VERTICAL ASIMÉTRICA.	218

7.6.2.7. CURVAS VERTICALES CONVEXAS.	219
7.6.2.8. CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS.	221
7.6.2.9. LONGITUD DE LA CURVA VERTICAL.	223
7.6.2.10. DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS VERTICALES.	225
7.6.2.10.1. CURVA VERTICAL CONVEXA. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA.	225
7.6.2.10.2. CURVA VERTICAL CÓNCAVA. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA.	226
7.6.3. ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	229
7.6.3.1. OBJETIVO.	229
7.6.3.2. ANÁLISIS PARA LA SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO	229
7.6.3.3. ALCANCE DEL ESTUDIO DE TRÁFICO.	230
7.6.3.4. REQUISITOS GENERALES.	230
7.6.3.5. PROYECTO DE SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO.	230
7.6.3.5.1. SEÑALIZACIÓN TEMPORAL.	231
7.6.3.5.2. SEÑALIZACIÓN PERMANENTE.	232
7.6.3.6. SEÑALIZACIÓN VERTICAL DEL PROYECTO:	242
7.6.3.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	245
7.6.3.7.1. CONCLUSIONES:	245
7.6.3.7.2. RECOMENDACIONES.	245
7.6.4. ESTUDIO HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO DE ESTRUCTURAS DE ARTE MENOR.	246
7.6.4.1. INTRODUCCIÓN:	246
7.6.4.2. OBJETIVOS:	246
7.6.4.3. NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:	247
7.6.4.4. GENERALIDADES.	248
7.6.4.5. METODOLOGÍA.	249
7.6.4.6. DATOS GENERALES DE LAS ESTACIONES.	250
7.6.4.6.1. INFORMACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS PARA EL PROYECTO.	252
7.6.4.6.2. PLUVIOMETRÍA Y PRECIPITACIÓN.	253
7.6.4.6.3. CLIMA.	258
7.6.4.6.4. VIENTOS.	258
7.6.4.6.5. HUMEDAD ATMOSFÉRICA.	258
7.6.4.7. CARTOGRAFÍA.	260
7.6.4.8. DELIMITACIÓN DE LA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA CHAMBO.	261
7.6.4.8.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA SUBCUENCA.	261
7.6.4.9. DELIMITACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO GUANO.	263
7.6.4.9.1. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.	264
7.6.4.9.2. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE UNIDAD HIDROLÓGICA.	265
7.6.4.9.3. NÚMERO DE ORDEN DE LA SUBCUENCA.	265
7.6.4.10. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS.	266
7.6.4.10.1. FORMA DE LA CUENCA	266
7.6.4.10.2. Factor de forma de Horton (Kf).	266
7.6.4.10.3. Índice de compacidad o de Gravelius (kc).	267
7.6.4.10.4. PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL.	268
7.6.4.10.5. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.	268
7.6.4.10.6. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS ESTACIÓN GUANO M0408.	269
7.6.4.10.7. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL.	270
7.6.4.10.8. TIPOS DE DRENAJE	277
7.6.4.10.9. DISEÑO DE ALCANTARILLAS	277
7.6.4.10.10. DISEÑO DE CUNETAS LATERALES.	280
7.6.4.10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	285
7.6.4.10.1. CONCLUSIONES.	285
7.6.4.10.2. RECOMENDACIONES.	286
7.6.5. ESTUDIO DE SUELOS	287
7.6.5.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO DE SUELOS.	287
7.6.5.2. ALCANCE	287
7.6.5.3. TRABAJOS DE CAMPO.	287
7.6.5.4. ENSAYOS DE LABORATORIO.	288
7.6.5.4.1. GRANULOMETRÍA.	288

7.6.5.4.2. LÍMITES DE ATTERBERG.	291
7.6.5.4.3. ENSAYO PROCTOR ESTÁNDAR.	294
7.6.5.4.4. ENSAYO CBR.	297
7.6.5.5. RESULTADOS.	300
7.6.5.5.1. MATERIALES ENCONTRADOS.	300
7.6.5.5.2. PROPIEDADES OBTENIDAS.	300
7.6.5.5.3. ADOPCIÓN DEL CBR DE DISEÑO	301
7.6.5.6. FUENTE DE MATERIALES.	303
7.6.5.6.1. MATERIALES REQUERIDOS.	303
7.6.5.6.2. FUENTE DE MATERIALES.	303
7.6.5.6.3. DATOS DE LA CANTERA ESCOGIDA.	303
7.6.6.1. Adopción del C.B.R. de diseño.	306
7.6.6.2. Método AASHTO para el diseño de pavimentos.	307
7.6.6.2.1. Desarrollo paso a paso para determinar el número estructural del pavimento.	307
7.6.6.2.2. Determinación del valor de carga equivalente.	308
7.6.6.3.3. Determinación del valor de eje equivalente (W18).	310
7.6.6.3.4. Cálculo del módulo de resiliencia.	311
7.6.6.3.5. Determinación del nivel de confiabilidad (ZR)	315
7.6.6.3.6. Determinación de la desviación estándar total.	316
7.6.6.3.8. Determinación de la capacidad del drenaje para remover la humedad.	317
7.6.6.3.9. Resumen de datos.	317
7.6.6.3.10. Determinación del número estructural	318
7.5.7. PRESUPUESTO REFERENCIAL	323
7.5.7.1. PRESUPUESTO REFERENCIAL VÍA GUSO GRANDE – GUSO CHICO.	323
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES Y ESPECÍFICAS.	323
7.5.7.1.1. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA GUSO GRANDE – GUSO CHICO.	328
7.5.7.2. PRESUPUESTO REFERENCIAL VÍA CAHUAJÍ – ARRAYÁN CHICO.	349
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES Y ESPECÍFICAS.	349
7.5.7.2.1. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA CAHUAJÍ – EL ARRAYÁN CHICO.	354
7.5.8. CRONOGRAMA DE TRABAJO	375
7.5.8.1. CRONOGRAMA DE TRABAJO PARA LA VÍA GUSO GRANDE – GUSO CHICO	375
7.5.8.2. CRONOGRAMA DE TRABAJO PARA LA VÍA CAHUAJÍ – EL ARRAYÁN CHICO	376
7.5.9. METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN PARA LA APERTURA DE LAS VÍAS DE ACCESO GUSO GRANDE- GUSO CHICO Y CAHUAJÍ-EL ARRAYÁN CHICO.	377
7.5.10.1. PERSONAL DE LA OBRA.	377
7.5.10.2. EQUIPOS Y MAQUINARIA:	378
7.5.10.3. MATERIALES:	378
7.5.10.4. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS:	379
7.5.10.5. FASES DE LA CONSTRUCCIÓN.	379
7.5.11. ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL.	382
CAPÍTULO VIII	384
CONCLUSIONES	384
CAPÍTULO VIII	389
BIBLIOGRAFÍA	389
CAPÍTULO IX	391
ANEXOS	391
1. ANEXO 1: REGISTRO FOTOGRÁFICO.	391
2. ANEXO 2: ENSAYOS DE SUELOS REALIZADOS EN CEDICONS.	398
3. ANEXO 3: PLANOS DEFINITIVOS DEL DISEÑO DE LAS VÍAS DE ACCESO GUSO GRANDE GUSO CHICO Y CAHUAJÍ – EL ARRAYÁN CHICO.	399

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores normativos de diseño geométrico recomendados por el MTOP	9
Tabla 2. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.	15
Tabla 3. Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas y convexas.	17
Tabla 4. Coordenada de referencia de la vía Guso Grande – Guso Chico.	17
Tabla 5. Coordenada de referencia de la vía Cahujá – El Arrayán Chico.	18
Tabla 6. Características Generales de la Parroquia Guanando.	21
Tabla 7. Coordenada de referencia de la vía Cahujá – El Arrayán Chico.	64
Tabla 8. Coordenada de referencia de la vía Cahujá – El Arrayán Chico	64
Tabla 9. Rangos altitudinales de la Parroquia Guanando	66
Tabla 10. Acceso al recurso agua de las familias en los asentamientos humanos de la parroquia.	67
Tabla 11. Acciones que impactan sobre el recurso agua en las zonas de producción.	67
Tabla 12. Acciones que impactan sobre el recurso agua en las zonas abandonadas.	68
Tabla 13. Uso actual del suelo por comunidad en la parroquia. (Hectáreas)	68
Tabla 14. Uso actual del suelo en la parroquia.	69
Tabla 15. Red vial de la Parroquia Guanando.....	70
Tabla 16. Transporte público de la Parroquia Guanando.	71
Tabla 17. Ocurrencia de eventos adversos en la parroquia.....	72
Tabla 18. Población total en la parroquia	73
Tabla 19. Estructura familiar por comunidades.....	74
Tabla 20. Estructura familiar en la parroquia	74
Tabla 21. Fuentes de ingresos familiares Guanando.	75
Tabla 22. Promedio de aportantes al ingreso familiar.....	75
Tabla 23. Población económicamente activa por segmento de ocupación.	76
Tabla 24. Casos de migración temporal dentro del país reportados.	77
Tabla 25. Ciudades destino en migración temporal dentro del país.	77
Tabla 26. Casos de migración permanente fuera del país reportados.	78
Tabla 27. Países destino en migración permanente fuera del país.	79
Tabla 28. Composición étnica por asentamiento humano en la parroquia.....	80
Tabla 29. Composición étnica en la parroquia	80
Tabla 30. Caracterización de la unidad de producción familiar en la parroquia.....	81
Tabla 31. Cultivos transitorios que se desarrollan en la parroquia.....	82
Tabla 32. Cultivos permanentes que se desarrollan en la parroquia.....	82
Tabla 33. Ciclos productivos de los principales rubros de producción	83
Tabla 34. Destino de la producción de los principales rubros de producción.	83
Tabla 35. Población animal de especies mayores en la parroquia.	84
Tabla 36. Producción pecuaria de especies mayores en la parroquia.	84
Tabla 37. Producción pecuaria de especies menores en la parroquia.....	85
Tabla 38. Disponibilidad de servicios básicos de agua, electricidad y saneamiento básico en las comunidades de la parroquia.	87
Tabla 39. Disponibilidad de servicios básicos de comunicación en las comunidades de la parroquia.	87
Tabla 40. Servicios de transporte desde y hacia las comunidades de la parroquia.	88
Tabla 41. Acceso a medios de comunicación en las comunidades de la parroquia.	88
Tabla 42. Acceso a programas de vivienda en las comunidades de la parroquia.....	89
Tabla 43. Características constructivas de las viviendas en las comunidades de la parroquia.....	89
Tabla 44. Disponibilidad del servicio de agua de consumo humano y uso doméstico en las comunidades de la parroquia.....	90
Tabla 45. Infraestructura disponible para la disposición de aguas servidas.	91
Tabla 46. Formas de disposición de los residuos sólidos.....	91
Tabla 47. Disponibilidad del servicio de electricidad en las comunidades de la parroquia.....	92
Tabla 48. Disponibilidad de instituciones de educación en las comunidades de la parroquia.	93
Tabla 49. Población en las instituciones de educación en las comunidades de la parroquia.	93
Tabla 50. Disponibilidad de servicios de salud en las comunidades de la parroquia.....	94

Tabla 51. Personal disponible en los servicios de salud en las comunidades de la parroquia.....	95
Tabla 52. Servicios brindados por las instituciones de salud en las comunidades de la parroquia.....	95
Tabla 53. Enfermedades más comunes registradas por las instituciones de salud en las comunidades de la parroquia.....	96
Tabla 54. Conformación de ingresos.....	99
Tabla 55. Incremento de ingresos del proyecto vida útil a 20 años.....	99
Tabla 56. Ahorro con el proyecto en 20 años.....	100
Tabla 57. Cálculo costos de operación y mantenimiento para la Vías: Guso Grande – Guso Chico y Cahuaquí Bajo – El Arrayán Chivo.....	101
Tabla 58. Cálculo del VAN, TIR y Relación Beneficio Costo del Proyecto.....	105
Tabla 59. Ubicación de estaciones de conteo vehicular.....	108
Tabla 60. Tablas de conteo de tráfico en la Estación 1 en la Comunidad Guso Chico.....	111
Tabla 61. Tablas de conteo de tráfico en la Estación 2 en la Comunidad Arrayán Chico.....	116
Tabla 62. Tabla 19. Tráfico diario semanal estación 1: Comunidad Guso Chico.....	121
Tabla 63. Tráfico diario semanal estación 2: Comunidad Arrayán Chico.....	121
Tabla 64. Resumen del conteo de tráfico semanal de la Estación 1: Guso Chico.....	121
Tabla 65. Resumen del conteo de tráfico semanal de la Estación 2: Arrayán Chico.....	122
Tabla 66. Tasa de crecimiento vehicular para Chimborazo.....	123
Tabla 67. Datos para el cálculo del tráfico futuro de la estación 1: Guso chico.....	124
Tabla 68. Datos para el cálculo del tráfico futuro para la estación 2: Arrayán Chico.....	124
Tabla 69. Clasificación de la vía en función del tráfico futuro.....	128
Tabla 70. Valores normativos de diseño geométrico recomendados por el MTOP 2003.....	139
Tabla 71. Tasa de crecimiento vehicular por tipos para Chimborazo.....	141
Tabla 72. Datos para el cálculo del tráfico futuro en la estación de conteo 1.....	141
Tabla 73. Datos para el cálculo del tráfico futuro en la estación de conteo 2.....	142
Tabla 74. Clasificación de la vía en función del tráfico futuro.....	145
Tabla 75. Valores de diseño recomendados para caminos vecinales.....	146
Tabla 76. Velocidad de diseño, según el tipo de camino MTOP.....	147
Tabla 77. Relación entre la Velocidad de Circulación y Velocidad de Diseño.....	150
Tabla 78. Ancho de calzada y ancho de espaldones según el tipo de carretera.....	151
Tabla 79. Radio mínimo de curvatura en función del peralte y coeficiente de fricción.....	159
Tabla 80. Radio mínimo de curvatura horizontal.....	161
Tabla 81. Desarrollo del peralte en función de la velocidad.....	165
Tabla 82. Desarrollo del peralte en función de la velocidad.....	169
Tabla 83. Gradiente longitudinal (i), necesaria para el desarrollo del peralte.....	171
Tabla 84. Cálculos y elementos de las curvas horizontales Vía Guso Grande Guso Chico.....	183
Tabla 85. Cálculos y elementos de las curvas horizontales Vía Cahuaquí – Arrayán Chico.....	183
Tabla 86. Ancho del pavimento en tangente.....	186
Tabla 87. Ancho del espaldón según la clase de carretera y el TPDA.....	191
Tabla 88. Pendiente transversal para espaldones.....	191
Tabla 89. Ancho de calzada según la clase de carretera.....	194
Tabla 90. Tipos de superficie de rodadura y su bombeo.....	195
Tabla 91. Ancho de calzada y ancho de espaldones según la clase de carretera.....	196
Tabla 92. Inclinación de taludes recomendados para el proyecto.....	198
Tabla 93. Clasificación de superficie de rodadura.....	199
Tabla 94. Distancias de visibilidad, para pavimentos mojados.....	206
Tabla 95. Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo recomendado por el MTOP.....	209
Tabla 96. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.....	214
Tabla 97. Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas y convexas.....	217
Tabla 98. Índice K, para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa.....	220
Tabla 99. Curvas verticales convexas mínimas.....	220
Tabla 100. Valores mínimos del coeficiente “K” convexas mínimas.....	221
Tabla 101. Índice para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava.....	222
Tabla 102. Valores mínimos del coeficiente “K”, cóncavas mínimas.....	222
Tabla 103. Curvas verticales cóncavas mínimas.....	223
Tabla 104. Valores de K, según el INV.....	224
Tabla 105. Valores K, para curvas verticales convexas.....	226

Tabla 106. Valores K, para curvas verticales cóncavas.....	228
Tabla 107. Cálculos y elementos de las curvas verticales Vía Guso Grande - Guso Chico.....	228
Tabla 108. Cálculos y elementos de las curvas verticales Vía Cahujá – Arrayán Chico.....	228
Tabla 109. Ubicación y señalización vertical en la Vía Cahujá – Arrayán Chico.....	243
Tabla 110. Ubicación y señalización vertical en la Guso Grande – Guso Chico.	244
Tabla 111. Coordenada de referencia de la vía Cahujá – El Arrayán Chico.	248
Tabla 112. Coordenada de referencia de la vía Cahujá – El Arrayán Chico	248
Tabla 113. Tipo de estación.....	250
Tabla 114. Código de la Provincia.....	250
Tabla 115. Código de la Cuenca.	251
Tabla 116. Valores Pluviométricos Mensuales Estación Riobamba La Politécnica.	253
Tabla 117. Valores Pluviométricos Mensuales Estación Riobamba La Politécnica.	254
Tabla 118. Valores Pluviométricos Mensuales Estación Guano.....	254
Tabla 119. Datos de precipitación máxima en 24 horas.	255
Tabla 120. Información básica de la subcuenca del Río Guano.	264
Tabla 121. Clasificación de las cuencas por su área.	265
Tabla 122. Clasificación de las corrientes de agua.	265
Tabla 123. Clases de valores de forma de Horton (Kf).	267
Tabla 124. Formas de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad (Kc.	267
Tabla 125. Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente.	268
Tabla 126. Datos de precipitación máxima en 24 horas.	269
Tabla 127. Valores para calcular el coeficiente de escorrentía “c”	271
Tabla 128. Periodo de retornos en años.....	274
Tabla 129. Periodo de retornos en años.....	274
Tabla 130. Valores de alcantarilla tipo.....	277
Tabla 131. Diámetro alcantarillas para la vía Guso Grande – Guso Chico.....	279
Tabla 132. Diámetro alcantarillas para la vía Cahujá – Arrayán Chico	279
Tabla 133. Alcantarillas Vía Guso Grande – Guso Chico	279
Tabla 134. Alcantarillas Vía Cahujá – El Arrayán Chico.....	280
Tabla 135. Coeficientes de escorrentía.	281
Tabla 136. Capacidad de la cuneta lateral propuesta.....	285
Tabla 137. Ensayos de suelos realizados en el laboratorio	288
Tabla 138. CBR, Clasificación general usos.	298
Tabla 139. Propiedades obtenidas Vía Guso Grande- Guso Chico	300
Tabla 140. Propiedades obtenidas Vía Cahujá – El Arrayán Chico.....	300
Tabla 141. Cálculo de frecuencias para el CBR de la vía Guso Grande - Guso Chico	301
Tabla 142. Cálculo de frecuencias para el CBR de la vía Cahujá – El Arrayán Chico.....	302
Tabla 143. Características de la cantera.	305
Tabla 144. Resumen del conteo de tráfico semanal de la Estación 1: Guso Chico.....	307
Tabla 145. Resumen del conteo de tráfico semanal de la Estación 2: Arrayán Chico.....	307
Tabla 146. Tabla de la Carga equivalente de 8180 kg, ejes simples.....	309
Tabla 147. Factor de distribución por dirección.....	310
Tabla 148. Factor de dirección por carril.....	310
Tabla 149. Nivel de confiabilidad en función del tipo de vía.	315
Tabla 150. Factor de drenaje.	317
Tabla 151. Cuadro de resumen de datos para el cálculo de espesores de pavimento de la vía Guso Grande – Guso Chico	320
Tabla 152. Cuadro de resumen de datos para el cálculo de espesores de pavimento de la vía Cahujá – El Arrayán Chico	321

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Ubicación del Cantón Guano.....</i>	<i>18</i>
<i>Ilustración 2. Ubicación de la Parroquia Guanando.</i>	<i>19</i>
<i>Ilustración 3. División Parroquial de Guano</i>	<i>19</i>
<i>Ilustración 4. Bandera de la Parroquia Guanando.</i>	<i>21</i>
<i>Ilustración 5. Apertura Vía Guso Grande – Guso Chico.</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 6. Apertura Vía Cahujá – El Arrayán Chico.</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 7. Abriendo AUTOCAD CIVIL 3D 2016.</i>	<i>27</i>
<i>Ilustración 8. Pantalla de inicio de AUTOCAD CIVIL 3D 2016.</i>	<i>27</i>
<i>Ilustración 9. Pantalla para abrir un archivo en AUTOCAD CIVIL 3D 2016.</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 10. Pantalla para abrir la configuración del dibujo.</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 11. Configuración del dibujo en AUTOCAD CIVIL 3D 2016.....</i>	<i>29</i>
<i>Ilustración 12. Abrir la barra de crear puntos.</i>	<i>29</i>
<i>Ilustración 13. Archivo de Excel formato .csv.....</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 14. Ventana para importar puntos de Excel a AUTOCAD CIVIL 3D 2016.....</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 15. Selección del formato del archivo exportado.....</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 16. Puntos exportados en civil 3D 2016.....</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 17. Ventana para creación de superficie.....</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 18. Ventana para generar superficie.....</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 19. Curvas de nivel generadas.</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 20. Ícono de herramientas de creación de alineación.....</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 21. Ventana de creación de alineación.</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 22. Ventana estilo de alineación.</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 23. Ventana de creación de alineación (normas de diseño).....</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 24. Barra de herramientas de composición de alineación.</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 25. Ventana de configuración de curva y espiral.</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 26. Alineamiento (Eje vial) de la carretera.....</i>	<i>36</i>
<i>Ilustración 27. Ícono para eliminar un PI –alineamiento vertical-.....</i>	<i>36</i>
<i>Ilustración 28. Ícono para insertar un PI –alineamiento horizontal-</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 29. Ventana para insertar una curva circular.....</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 30. Ventana vista de rejilla de alineación.</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 31. Abrir la ventana de etiquetas de alineación.....</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 32. Ventana de creador de estilo de etiquetas de alineación.</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 33. Ventana de añadir etiquetas.....</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 34. Abrir la ventana de añadir curvas.</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 35. Ventana de estilo de tabla de elementos de curvas.</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 36. Ventana de creación de tabla de elementos de curvas.</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 37. Ícono de perfil de superficie.</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 38. Ventana de creación de perfil a partir de superficie.</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 39. Ventana de creación de visualización del perfil. (General).</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 40. Ventana de creación de visualización del perfil. (Intervalo de P.K.).....</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 41. Ventana de creación de visualización del perfil. (Altura de visualización de perfil).</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 42. Ventana de creación de visualización del perfil. (Guitarras).</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 43. Ventana de creación de visualización del perfil. (Opciones de sombreado del perfil).</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 44. Ícono de herramientas de creación de perfil.....</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 45. Ventana de creación de perfil.</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 46. Barra de herramientas de composición de perfil.</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 47. Abrir configuración de curvas –Diseño vertical-.....</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 48. Ventana de configuración de curvas de acuerdo vertical.</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 49. Selección de dibujo de tangentes con curvas.</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 50. Selección propiedades de visualización de perfil.....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 51. Ventana de propiedades de visualización de perfil. (Guitarras).....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 52. Ventana de selección de estilo de guitarra de perfil.</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 53. Ventana creador de estilos de guitarra.</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 54. Ventana creador de estilos de etiqueta de guitarra.</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 55. Ventana editor de componente de texto de guitarra.....</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 56. Ventana estilo de guitarra de perfil.</i>	<i>50</i>

<i>Ilustración 57. Ventana de propiedades de visualización de perfil (Guitarras.</i>	50
<i>Ilustración 58. Ícono de crear ensamblaje.</i>	51
<i>Ilustración 59. Ventana crear ensamblaje.</i>	51
<i>Ilustración 60. Ventana Paletas de Herramientas.</i>	52
<i>Ilustración 61. Ensamblaje de la sección transversal (lado derecho).</i>	52
<i>Ilustración 62. Abrir propiedades de subensamblaje.</i>	53
<i>Ilustración 63. Ventana propiedades de subensamblaje en calzada.</i>	53
<i>Ilustración 64. Ventana propiedades de subensamblaje en berma.</i>	54
<i>Ilustración 65. Ventana propiedades de subensamblaje en cuneta - talud.</i>	54
<i>Ilustración 66. Ensamblaje de la sección transversal tipo.</i>	54
<i>Ilustración 67. Ícono obra lineal.</i>	55
<i>Ilustración 68. Ventana de creación de obra lineal.</i>	55
<i>Ilustración 69. Ventana parámetros de línea base y de región.</i>	56
<i>Ilustración 70. Ventana frecuencia para aplicar ensamblajes.</i>	56
<i>Ilustración 71. Ventana para designar la superficie de la obra lineal.</i>	57
<i>Ilustración 72. Ventana propiedades de obra lineal – Generar obra lineal.</i>	57
<i>Ilustración 73. Abrir propiedades de obra lineal.</i>	57
<i>Ilustración 74. Ventana propiedades de obra lineal.</i>	58
<i>Ilustración 75. Ventana propiedades de obra lineal (Añadir automáticamente BordeA_Base).</i>	58
<i>Ilustración 76. Ventana propiedades de obra lineal – Regenerar obra lineal.</i>	58
<i>Ilustración 77. Ícono líneas de muestreo.</i>	59
<i>Ilustración 78. Ventana selección de alineación para líneas de muestreo.</i>	59
<i>Ilustración 79. Ventana de creación de grupos de líneas de muestreo.</i>	59
<i>Ilustración 80. Barra de herramientas de líneas de muestreo.</i>	60
<i>Ilustración 81. Ventana de creación de líneas de muestreo por intervalo de P.K.</i>	60
<i>Ilustración 82. Ícono creas varias vistas.</i>	61
<i>Ilustración 83. Ventana de creación de varias vistas en sección – General.</i>	61
<i>Ilustración 84. Ventana de creación de varias vistas en sección – Inserción de sección.</i>	61
<i>Ilustración 85. Ventana de creación de varias vistas en sección – Inserción de desfase.</i>	62
<i>Ilustración 86. Ventana de creación de varias vistas en sección – Inserción de elevación.</i>	62
<i>Ilustración 87. Ventana de creación de varias vistas en sección – Guitarras.</i>	62
<i>Ilustración 88. Relieve de la Parroquia Guanando.</i>	65
<i>Ilustración 89. Uso actual del suelo en la parroquia Guanando.</i>	70
<i>Ilustración 90. Pirámide poblacional en la parroquia de Guanando.</i>	73
<i>Ilustración 91. Estructura familiar en la parroquia de Guanando.</i>	74
<i>Ilustración 92. Población económicamente activa por segmento de ocupación.</i>	76
<i>Ilustración 93. Ciudades destino en migración temporal dentro del país.</i>	78
<i>Ilustración 94. Países destino en migración permanente fuera del país.</i>	79
<i>Ilustración 95. Composición étnica en la parroquia Guanando.</i>	80
<i>Ilustración 96. Estaciones de conteo vehicular.</i>	108
<i>Ilustración 97. Categoría de los vehículos.</i>	110
<i>Ilustración 98. Relación entre las velocidades de diseño y de circulación.</i>	149
<i>Ilustración 99. Sección típica para una vía de IV orden.</i>	150
<i>Ilustración 100. Sección Transversal tipo para los dos accesos viales.</i>	152
<i>Ilustración 101. Tangente intermedia mínima entre dos curvas.</i>	157
<i>Ilustración 102. Tangente intermedia mínima en curvas espirales.</i>	157
<i>Ilustración 103. Grado de curvatura.</i>	158
<i>Ilustración 104. Estabilidad del vehículo en las vías.</i>	165
<i>Ilustración 105. Estabilidad del vehículo en las curvas.</i>	166
<i>Ilustración 106. Transición del peralte en perspectiva.</i>	173
<i>Ilustración 107. Transición del peralte y sobre ancho de una curva circular en planta.</i>	173
<i>Ilustración 108. Transición del peralte y sobree ancho de una curva espiral.</i>	174
<i>Ilustración 109. Longitud mínima de transición en función del peralte máximo “e” (valores recomendados).</i>	174
<i>Ilustración 110. Longitud mínima de transición en función de la velocidad de diseño.</i>	175
<i>Ilustración 111. Elementos de una curva circular simple.</i>	176
<i>Ilustración 112. Elementos de una curva espiral de transición.</i>	179
<i>Ilustración 113. Coordenadas K y P del PC.</i>	182

<i>Ilustración 114. Transición del peralte y sobreancho en condiciones de seguridad.</i>	184
<i>Ilustración 115. Peraltes, sobreanchos y longitudes X, L para el desarrollo camino vecinal.</i>	188
<i>Ilustración 116. Desarrollo del sobreancho en curvas circulares.</i>	188
<i>Ilustración 117. Desarrollo del sobreancho en curva espiral.</i>	189
<i>Ilustración 118. Sección típica para una vía de IV orden.</i>	192
<i>Ilustración 119. Sección Transversal de Cuarto Orden (IV).</i>	193
<i>Ilustración 120. Tipos de taludes.</i>	198
<i>Ilustración 121. Distancia de visibilidad en curvas horizontales.</i>	200
<i>Ilustración 122. Distancia de parada.</i>	202
<i>Ilustración 123. Distancia de adelantamiento en carreteras de dos carriles, dos sentidos.</i>	207
<i>Ilustración 124. Valores para t1 y t2 y aceleración en el rebasamiento.</i>	210
<i>Ilustración 125. Elementos del alineamiento vertical.</i>	212
<i>Ilustración 126. Perfil del terreno.</i>	212
<i>Ilustración 127. Elementos de una curva vertical.</i>	217
<i>Ilustración 128. Curva vertical simétrica 1.</i>	218
<i>Ilustración 129. Curva vertical simétrica 2.</i>	218
<i>Ilustración 130. Curva vertical asimétrica.</i>	219
<i>Ilustración 131. Visibilidad en curva vertical convexa con $DVP > Lv$.</i>	225
<i>Ilustración 132. Visibilidad en curva vertical cóncava con $DVP > IV$.</i>	227
<i>Ilustración 133. Línea segmentada de separación de circulación opuesta.</i>	233
<i>Ilustración 134. Doble línea continua</i>	234
<i>Ilustración 135. Línea mixta.</i>	234
<i>Ilustración 136. Tachas reflectivas.</i>	235
<i>Ilustración 137. Señalización vertical: Pare.</i>	236
<i>Ilustración 138. Señal vertical, límite máximo de velocidad.</i>	237
<i>Ilustración 139. Curva peligrosa a la derecha y curva peligrosa a la izquierda.</i>	237
<i>Ilustración 140. Curva pronunciada a la derecha y curva pronunciada a la izquierda.</i>	238
<i>Ilustración 141. Curva y contra curva peligrosas (derecha-izquierda); y, curva y contra curva peligrosa (izquierda-derecha).</i>	238
<i>Ilustración 142. Curva y contra curva pronunciadas (derecha-izquierda); y, curva y contra curva pronunciadas (izquierda-derecha).</i>	239
<i>Ilustración 143. Señales informativas.</i>	239
<i>Ilustración 144. Señales verticales de trabajos en la vía.</i>	240
<i>Ilustración 145. Altura y localización lateral de las señales.</i>	240
<i>Ilustración 146. Mapa de estaciones Meteorológicas del sector.</i>	252
<i>Ilustración 147. Variación estacional desde el 2009 – 2012.</i>	255
<i>Ilustración 148. Variación precipitación, anomalía temperatura.</i>	258
<i>Ilustración 149. Mapa de Isotermas anual 2011.</i>	259
<i>Ilustración 150. Mapa de Isoyetas anual 2011.</i>	259
<i>Ilustración 151. Carta topográfica (IGM), mapa de localización del proyecto.</i>	260
<i>Ilustración 152. Subcuenca Chambo.</i>	262
<i>Ilustración 153. Delimitación de la subcuenca del Río Guano.</i>	263
<i>Ilustración 154. Información de la subcuenca del Río Guano.</i>	264
<i>Ilustración 155. Ramificación de la subcuenca del Río Guano.</i>	265
<i>Ilustración 156. Influencia de la forma.</i>	266
<i>Ilustración 157. Zonificación de intensidades de precipitación.</i>	272
<i>Ilustración 158. Curva – intensidad – duración – frecuencia (IDF). Estación M1067- Riobamba Politécnica.</i>	273
<i>Ilustración 159. Delimitación del área de aportación.</i>	275
<i>Ilustración 160. Sección típica de alcantarilla.</i>	278
<i>Ilustración 161. Sección Transversal de cuenta tipo lateral.</i>	282
<i>Ilustración 162. Carta de plasticidad (S.U.C.S), casa grande.</i>	290
<i>Ilustración 163. Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S) ASTM D 2487.</i>	290
<i>Ilustración 164. Adopción del CBR de diseño para la vía Guso Grande- Guso Chico.</i>	302
<i>Ilustración 165. Adopción del CBR de diseño para la vía Cahujá – El Arrayán Chico.</i>	302
<i>Ilustración 166. Densidad seca vs Valores C.B.R.</i>	304
<i>Ilustración 167. Variación en el coeficiente estructural de subbase.</i>	313
<i>Ilustración 168. Variación en el coeficiente estructural de la base.</i>	314

<i>Ilustración 169. Variación en el coeficiente estructural de la base.</i>	<i>315</i>
<i>Ilustración 170. Número estructural AASHTO 93 para las Vía Guso Grande – Guso Chico.</i>	<i>318</i>
<i>Ilustración 171. Número estructural AASHTO 93 para las Vía Cahuaquí – El Arrayán Chico.</i>	<i>319</i>
<i>Ilustración 172. Estructura del pavimento propuesta para las vías de acceso Guso Grande – Guso Chico y Cahuaquí – El Arrayán.</i>	<i>322</i>
<i>Ilustración 173. Cronograma de trabajo para la vía Guso Grande – Guso Chico.</i>	<i>375</i>
<i>Ilustración 174. Cronograma de trabajo para la vía Cahuaquí – El Arrayán Chico.</i>	<i>376</i>
<i>Ilustración 175. Organigrama Estructural: Universidad Nacional de Chimborazo – Proyecto de Investigación.</i>	<i>382</i>
<i>Ilustración 176. Organigrama Estructural: Diseño Administrativo.</i>	<i>383</i>

RESUMEN

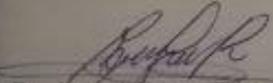
El siguiente estudio denominado “Alternativas de diseño para solucionar los problemas presentados en las vías Cahuají-El Arrayán Chico y Guso Grande-Guso Chico, perteneciente a la Parroquia Guanando, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo, tiene como objetivo principal realizar la apertura de estos importantes accesos mencionados por lo que se tomó en cuenta los factores más importantes como son: la producción agrícola y ganadera, los establecimientos comerciales situados en la cabecera parroquial, la población que trabaja en el sector de la construcción, además el ahorro en tiempo para lograr comunicación con las ciudades más cercanas y principalmente el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de las comunidades, ya que se va a ejecutar un estudio de vías que logren el confort y seguridad al momento de transitarlas.

La investigación para el proyecto está enfocada principalmente en un estudio de campo, debido a que se necesita recolectar información en el sector donde se implantarán las nuevas vías de acceso, primeramente se obtuvieron los puntos geográficos del terreno con sus alturas correspondientes resultando el levantamiento topográfico de cada una de las fajas para cada vía, y además se registró el tráfico actual de los vehículos en cada acceso estableciendo estaciones de conteo y además se tomó muestras de suelo de la subrasante para proceder en el laboratorio a realizar los ensayos respectivos; para posteriormente, ejecutar el trabajo de gabinete donde se realizará el estudio de tráfico, diseño horizontal y vertical de las vías, diseño del pavimento flexible, diseño de obras de drenaje, cálculo de volúmenes de obra, presupuesto y cronograma de ejecución.

ABSTRACT

The following study, entitled "Design alternatives to solve the problems presented in the Cahuaji-El Arrayán Chico and Guso Grande-Guso Chico roads, belonging to the Guanando Parish, Guano Canton, Chimborazo Province, has as main objective to open these important accesses mentioned and to do that the most important factors were taken into account such as: agricultural and livestock production, commercial establishments located in the parish, the population that work in the construction sector, and also the savings in time to achieve Communication with the closest cities and mainly the improvement of the inhabitants quality life of the communities, since it is going to execute a study of roads that achieve the comfort and security at the moment of transit.

The research for the project is mainly focused on a field study, because it is necessary to collect information in the sector where the new access routes will be implemented, first the geographical points of the land were obtained with their corresponding heights resulting in the topographic survey of each of the strips for each route, and also the current traffic of vehicles was registered in each access, establishing counting stations and also soil samples from the subgrade were taken to proceed in the laboratory and perform the respective tests. For later, to execute the work of cabinet where the study of traffic will be realized, horizontal and vertical design of the routes, design of the flexible pavement, design of works of drainage, calculation of volumes of work, budget and execution schedule.


Reviewed by: González, Marcela
Language Center Teacher



INTRODUCCIÓN

Las vías de acceso a ser estudiadas para su diseño definitivo y apertura, pertenecientes a la Parroquia Guanando del Cantón Guano, Provincia de Chimborazo, se encuentra dentro de un grupo de ejes viales muy importantes para el desarrollo del sector y la provincia, por lo que el propósito principal está basado en la apertura de las vías de acceso a estas comunidades con un adecuado diseño geométrico, tanto en horizontal como vertical, a más de ello, que las vías tengan una sección transversal acorde con las necesidades y tratando de cumplir con las normativas vigentes, que genere mayor seguridad y comodidad al transitar, y un diseño de drenaje que permita captar, conducir y evacuar el agua que se encuentra en la vía tanto superficial como subterránea, para que esta no cause deterioro en la misma, garantizando de esta manera al usuario, seguridad, rapidez, y comodidad al circular por la vía.

De esta forma este proyecto contribuirá a satisfacer la necesidad de tener vías de acceso seguras requeridas por esta población; adicionalmente y debido a la inexistencia de un estudio previo sobre el trazado vial en la comunidad El Arrayan Chico y el Guso se ha decidido realizar los diseños viales necesarios para poseer una documentación técnica para los sistemas requeridos.

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 “ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS PRESENTADOS EN LAS VÍAS CAHUAJÍ-EL ARRAYÁN CHICO Y GUSO GRANDE-GUSO CHICO, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”. 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 Ecuador.

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

Es por eso que el Director de Escuela de Ingeniería Civil, y con el Tutor del Proyecto de Investigación, 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, 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 problema de los habitantes de las comunidades El Arrayán Chico, Guso Grande y Guso Chico localizados en el sector de Cahujá, de la Parroquia Guanando, del Cantón Guano perteneciente a la Provincia de Chimborazo es la falta de vías de acceso, las cuales están enfocadas a satisfacer las necesidades básicas del desarrollo en el sector rural, por lo que es difícil el ingreso para trabajar en los terrenos de los propietarios así como también para trasladar los productos hacia los diferentes puntos de venta.

Este es uno de los factores relevantes para que la población migre a las diferentes ciudades, además que las personas que todavía viven en el lugar no cuentan con una vía de evacuación para casos emergentes, siendo uno de los principales la continua y repentina activación del Volcán Tungurahua que se encuentra próximo a las comunidades mencionadas.

La dificultad de ingresar con la materia prima para la agricultura, repercute tanto a los usuarios como a los beneficiarios en la calidad del producto y su incremento en el costo del mismo.

Las comunidades El Arrayán Chico, Guso Grande y Guso Chico no tienen vías de acceso siendo preocupante la situación para el desarrollo del sector en la producción ganadera y agrícola. Estas condiciones determinan la urgente necesidad de la construcción de estas infraestructuras viales para mejorar el nivel económico y social de los pobladores beneficiados.

El proyecto mencionado será diseñado de acuerdo a la normativa vigente en el Ecuador, la misma que establece los parámetros y procedimientos a ser considerados para los estudios y diseños de cada elemento que constituyen las vías de acceso a cada comunidad involucrada.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Con la ejecución de las alternativas de diseño para las Vías Cahuají-el Arrayán Chico y Guso Grande-Guso Chico, pertenecientes a la Parroquia Guanando, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo, se pretende solucionar los problemas presentados en la actualidad como son la falta de caminos de acceso?

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

- Ejecutar el diseño definitivo para la apertura de las vías Cahuají – El Arrayán Chico y Guso Grande – Guso Chico, pertenecientes a la parroquia Guanando, Cantón Guano provincia de Chimborazo.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

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

1.4. JUSTIFICACIÓN.

La falta de las vías de acceso en las comunidades: Cahujá, Arrayán Chico, Guso Grande y Guso Chico, se pueden determinar a simple vista, ya que los pobladores no gozan de este servicio, únicamente tienen un ingreso por un chaquiñán y lo realizan mediante acémilas lo que conlleva que al ingresar con la materia prima así como también al trasladar el producto no tenga una buena calidad en el mismo y tenga una repercusión en el precio, por otra parte también por descuido de las autoridades y falta de presupuesto, por lo que se ve la necesidad de dar una solución a este problema mejorando así la calidad de vida de los habitantes.

Además que las personas que todavía viven en el lugar no cuentan con una vía de evacuación en casos emergentes, especialmente que este lugar se encuentra próximo al Volcán Tungurahua y su continua y repentina activación les genera peligro.

Las vías CAHUAJÍ BAJO – EL ARRAYÁN CHICO y GUSO GRANDE – GUSO CHICO, pertenecientes a la Parroquia Guanando, Cantón Guano de la Provincia de Chimborazo, es un tramo estratégico para una reactivación económica y social, ya que son vías que unen comunidades muy importantes, a más de esto es una zona productiva en lo que se refiere a la agricultura y ganadería, beneficiando a la población y usuarios de la vía pues se contará con una vía segura, confortable, la cual generara una reactivación socio económica.

Las vías CAHUAJÍ BAJO – EL ARRAYÁN CHICO y GUSO GRANDE – GUSO CHICO, son vías de acceso a diferentes comunidades del cantón Guano, y por ser una zona netamente agrícola ganadera contribuirá al desarrollo de estas actividades.

Debido al incremento de la población es necesario realizar esta investigación para dar una alternativa de solución al problema vial y a la necesidad de mejorar el nivel socio económico de las comunidades El Arrayán Chico, Guso Grande y Guso Chico.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES Y DELIMITACIÓN.

Las Alternativas de Diseño para solucionar los problemas presentados en las vías Cahujá – El Arrayán Chico y Guso Grande – Guso Chico, propuesto como trabajo investigativo de Tesis se encuentra ubicado en la Parroquia Guanando, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo.

La comunidad denominada El Arrayán Chico para su conexión con las demás comunidades de la Parroquia Guanando y el país entero gozaba de una pequeña vía de acceso construida por sus habitantes para trasladarse y al mismo tiempo llevar los productos generados en esta zona para su comercialización en el mercado. El problema se generó por la falta de un guía técnico especializado en diseño de carreteras, ya que por la facilidad de los moradores para abrir la vía y por la falta de maquinaria la implantaron en el lindero junto al Río Chambo y sin estudios apropiados hidrológicos, de suelos y de estabilidad de taludes; al pasar los años el Río mencionado aumento su caudal y las repentinas crecidas destruyó la mesa de esta vía. Al principio intervino el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo construyendo muros de gaviones, los cuales al cabo de pocos meses no resistieron al caudal variante que posee el Río Chambo y este terminó destruyendo la Vía de acceso a la comunidad El Arrayán Chico.

Los dirigentes junto con los autores de este proyecto investigativo instalamos varias reuniones para tratar sobre este problema y dar una solución inmediata, en donde en conjunto establecimos generar un nuevo eje vial y los pobladores se manifestaron conformes y dispuestos a conceder parte de sus terrenos para la apertura de la vía de acceso en el sector Cahujá Bajo a un costado de la quebrada de Guilles y su fin en la entrada (Vía Existente) de la comunidad el Arrayán Chico, en donde a lo largo de la trayectoria de la vía nos encontramos con asentamientos humanos dispersos a los lados, y una gran extensión de zonas agrícolas así como también ganaderas.

Seguidamente en la comunidad Guso Grande para su vínculo con las demás comunidades y principalmente con los cantones de Guano, Riobamba y Penipe necesitan atravesar varias

comunidades para su llegada por lo que el viaje se torna demasiado largo y por ende los productos que comercializan en el mercado aumentan su valor.

De ahí que al momento de mantener reuniones con sus dirigentes y moradores todos quedaron conformes con la propuesta planteada de la apertura de una vía directa que comunicará Guso Grande a Guso Chico en minutos.

El diseño para la segunda vía de acceso se inicia en el sector Cahujá Bajo en la comunidad el Guso Grande y su culminación en la comunidad el Guso Chico, su conexión elevará la producción tanto en la agricultura como en la ganadería de estas comunidades implicadas.

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%. (Chafra, J., Pacheco, M, 2011)

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. (Chafra, J., Pacheco, M, 2011)

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. (Chafra, J., Pacheco, M, 2011)

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 %. (Chafra, J., Pacheco, M, 2011)

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 del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Tabla 1. Valores normativos de diseño geométrico recomendados por el MTOP

NORMAS	CLASE I 3000 – 8000 TPDA						CLASE II 1000 – 3000 TPDA						CLASE III 300 – 1000 TPDA						CLASE IV 100 – 300 TPDA						CLASE V MENOS DE 100 TPDA								
	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 (KPH)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25	60	50	40	50	35	25	50	35	25
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	10	75	42	75	30	20	75	30	20
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	10	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25	55	35	25
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE 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
PERALTE	MÁXIMO = 10%																		10% (PARA V>50 KPH) 8% (PARA V< 50 KPH)														
COEFICIENTE "K" PARA																																	
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	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	10	5	3
GRADIENTE LONGITUDINAL MÁXIMA (%) (3)	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	6	8	14
GRADIENTE LONGITUDINAL MÍNIMA (5) (4)	0.5 %																																
ANCHO DE PAVIMENTO (m)	7.3			7.3			7.3			6.50			6.70			6.00			6.00						4.00								
CLASE DE PAVIMENTO	CARPETA ASFÁLTICA Y HORMIGÓN						CARPETA ASFÁLTICA						CARPETA ASFÁLTICA Ó D.T.S.B						D.T.S.B, CAPA GRANULAR O EMPEDRADO						CAPA GRANULAR O EMPEDRADO								
ANCHO DE ESPALDONES	2.5	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	2.5	2.5	1.5	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 (%)	1.5 - 2.0						2.0						2.0						2.5 (C.V. TIPO 6 Y 7) (C.V. TIPO 5 Y 5E)						4.0								
GRADIENTE TRANSVERSAL PARA ESPALDONES (%)	4.0						4.0						4.0						4.0 (C.V. TIPO 5 Y 5E)						-								
CURVA DE TRANSICIÓN	ÚSENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																

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

2.2.3. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.

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. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003).

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. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003).

Se deberá tomar en cuenta para escoger la velocidad de diseño los siguientes factores:

- 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. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003)

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 usará 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.

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

2.2.8. CURVAS CIRCULARES.

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 tomará en cuenta las normas vigentes.

Las curvas circulares pueden ser simples o compuestas, por lo general la curva circular simple es la más utilizada, mientras que la curva compuesta se usa en casos especiales donde las bondades de la curva circular simple no puede satisfacer las necesidades del diseño. (Cueva, Pio, 2000).

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. (Cueva, Pio, 2000).

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 =0.000626 v +0.19

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

Cuando la topografía del terreno es montañosa se utilizará radios de 20 m. e incluso en sectores más críticos se establece utilizar radios hasta de 15 m. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003).

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 DEL 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.

V = Velocidad de diseño, m/seg.

g = Aceleración de la gravedad = 9.78 m/seg²

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:

- 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.
- Una distribución no simétrica del peso sobre las ruedas del vehículo, especialmente de camiones cargados.
- 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). (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003)

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. (Chafla, J., Pacheco, M, 2011)

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 adoptarse 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. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003).

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					LL	O	M	LL	O	M
R—I _o	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 gradiente y longitud máxima, pueden adoptarse a los siguientes valores:

GRADIENTE	LONGITUD
8 – 10%	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. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)

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 cúbica, 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. (Clarkson, H., 1982)

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. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003)

La fórmula simplificada para el cálculo de la longitud de la curva se realiza 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 fórmula 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 (m)	20	25	30	35	43	50

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

2.2.14. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

2.2.14.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.

Las vías en estudio se encuentran ubicadas en la parroquia Guanando, en el Cantón Guano, Provincia de Chimborazo:

El primer eje vial se trata la vía Guso Grande – Guso Chico:

Tabla 4. Coordenada de referencia de la vía Guso Grande – Guso Chico.

DATOS - COORDENADAS	
Punto: Referencia 1	
NORTE:	9831284.72
ESTE:	775088.14
ALTURA:	2458.907

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

El segundo eje vial se trata la vía Cahuají – El Arrayán Chico:

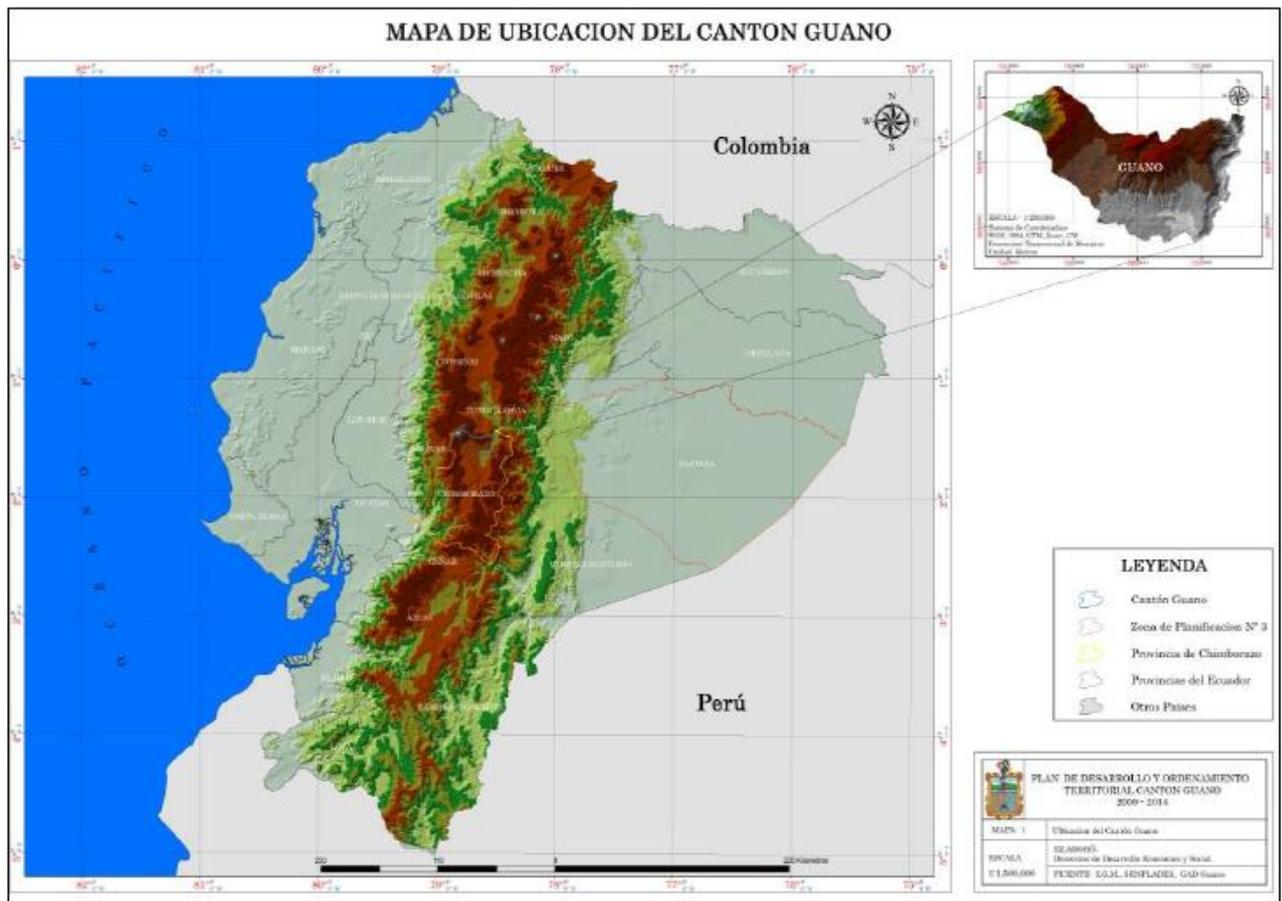
Tabla 5. Coordenada de referencia de la vía Cahuají – El Arrayán Chico.

DATOS - COORDENADAS	
Punto: Referencia 1	
NORTE:	9835117.228
ESTE:	776307.829
ALTURA:	2478.665

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

2.2.14.2. IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO.

Ilustración 1. Ubicación del Cantón Guano



Fuente: Instituto Espacial Ecuatoriano 2010

2.2.14.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PARROQUIA.

2.2.14.3.1. RESEÑA HISTÓRICA DE CREACIÓN DE LA PARROQUIA GUANANDO.

Santiago de Guanando fue fundado por el español Francisco de Cárdenas y su comisionado Don Antonio de Clavijo en el año de 1572. En 1.606 existió un cura franciscano que solamente atendía al pueblo de Guanando, en una iglesia pequeña cubierta de paja, 2 campanas y con la imagen del patrón Santiago. En 1.752 nombran otro cura secular cuyo nombre era Doctor Juan Antonio Carrasco. Después siguen los curas doctrineros que celebran matrimonios, bautizos y sepulturas. Esto es desde 1800 hasta la actualidad.

Los habitantes se dedicaban a la agricultura (maíz, frutales) papas en los lugares altos, a la crianza de pocos animales (ovejas de castilla), al cultivo y comercio de la cochinilla, un insecto que crece sobre el penco de la tuna, del que se extraía un colorante muy usado para la tintura de los hilos de lana. Esta actividad fue la principal fuente de recursos durante la vida colonial, parte de esto se dedicaba al mantenimiento de los párrocos por haberse dispuesto así en la fundación de la doctrina.

Desde 1.711 se puede constatar la existencia en la iglesia, del Señor de la Buena Muerte, cuya imagen fue encargada a su costa y costo, por Fray Domingo Mejía. (PDOT Guanando, 2014)

2.2.14.3.2. ACTA DE PARROQUIALIZACIÓN DE SANTIAGO DE GUANANDO

La fundación de la Parroquia civil se dió, el 29 de Mayo de 1861, en el gobierno del General Juan José Flores.

Desde el año de 1.870 existieron en Santiago de Ganando los Juzgados Parroquiales Primero y Segundo, hasta 1903 que inicia la tenencia política. (PDOT Guanando, 2014).

2.2.14.3.3. SÍMBOLOS PARROQUIALES

En la actualidad la Parroquia de Santiago de Guanando cuenta únicamente con la bandera.

Ilustración 4. Bandera de la Parroquia Guanando.



Fuente: GADM Guanando

2.2.14.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TERRITORIO.

Tabla 6. Características Generales de la Parroquia Guanando.

POBLACIÓN ¹	636 hab.
EXTENSIÓN ²	15.55 Km ²
DENSIDAD POBLACIONAL	40.90 hab/km ²
LIMITE POLÍTICO ADMINISTRATIVO	Actualmente los límites son: Al Norte: Quebrada de Pillate parroquia Cotaló Provincia de Tungurahua. Al Sur: quebrada de Tiopullo parroquia la Providencia. Al Este: el rio Chambo. Y al Oeste: parroquias de San José de Chazo, Santa Fe de Galán y el Cantón Quero.
RANGO ALTITUDINAL	2400 - 3400 msnm
CLIMA	Ecuatorial mesotérmico seco. - El clima mesotérmico seco se presenta en el fondo de los valles. Las temperaturas y la vegetación son las mismas que las del clima semihúmedo. Las precipitaciones son inferiores a los 550 mm anuales. Las temperaturas medias anuales fluctúan entre 12 y 22 °C.

1 Dato censal Parroquial Guanando

2 PDOT GUANO

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO.

3.1. TIPO DE ESTUDIO.

La investigación para el proyecto está enfocada principalmente en un estudio de campo, debido a que se necesita recolectar información en el sector donde se implantarán las nuevas vías de acceso, primeramente se obtendrá los puntos geográficos del terreno con sus alturas correspondientes resultando el levantamiento topográfico de cada una de las fajas para cada vía, y además el tráfico actual de vehículos en cada acceso estableciendo estaciones de conteo; para posteriormente, ejecutar el trabajo de gabinete donde se realizará el estudio de tráfico, diseño horizontal y vertical de las vías, estudio de suelos, diseño del pavimento flexible, diseño de obras de drenaje, cálculo de volúmenes de obra, presupuesto y 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 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2010).

Marco muestral.- Serán todos los 636 habitantes de la Parroquia Guanando del Cantón Guano perteneciente a la Provincia de Chimborazo.

3.2.1.2. DISEÑO DE LA MUESTRA.

Tipo de Muestra:

Aleatoria.- 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:

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

Dónde:

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

σ = 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.

$$n = \frac{636 \text{ hab} * 0.5^2 * 1.96^2}{(636 - 1)0.09^2 + 0.5^2 * 1.96^2}$$

$$n = 100 \text{ encuestas}$$

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.

Alternativas de diseño para solucionar los problemas presentados en las vías de acceso Cahují – El Arrayán Chico y Guso Grande – Guso Chico, utilizando las normas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas para garantizar confort, seguridad y una sección transversal óptima para esta clase de vías de acceso a las comunidades involucradas de la Parroquia Guanando, Cantón Guano perteneciente a la Provincia de Chimborazo.

3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE.

Generar las alternativas de diseño para las vías de acceso Cahuají – El Arrayán Chico y Guso Grande – Guso Chico, que cumpla con las normas y especificaciones técnicas establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas en un estudio y diseño vial, para mejorar el estado de vida de los habitantes del sector de las comunidades El Arrayán Chico, Guso Grande y Guso Chico de la Parroquia Guanando, Cantón Guano perteneciente a la Provincia de Riobamba.

3.4. PROCEDIMIENTOS.

3.4.1. SE ESTABLECE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL LOS SECTORES.

- **Recorrido y Levantamiento Fotográfico de Campo:** se realizará el reconocimiento visual general de las características de cada uno de los sectores de las comunidades El Arrayán Chico, Guso Grande y Guso Chico de la Parroquia Guanando conjuntamente con los dirigentes de las comunidades beneficiarias, utilizando una cámara fotográfica y libreta de apuntes.

Ilustración 5. Apertura Vía Guso Grande – Guso Chico.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Ilustración 6. Apertura Vía Cahuají – El Arrayán Chico.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

- **Diagnóstico:** al final del recorrido se hará un breve resumen y se informará técnicamente a los dirigentes de las comunidades las características que nos brinda el sector y se generará alternativas por donde se puede trazar el eje de cada una de las vías de acceso.
- **Reuniones:** Se procederá a conversar con los dirigentes y habitantes de las comunidades el trabajo que se va a realizar e informar sobre los ejes viales de acceso que se van a trazar manteniendo un mutuo acuerdo con los beneficiados.

3.4.2. 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 SOKKIA SET60 con su correspondiente trípode.
- Cinta Métrica.
- 1 Brújula.
- 3 Bastones con sus respectivos prismas.
- 1 GPSmap 62s.

- 4 Radio transmisores.
- 1 Cámara fotográfica.
- 6 cilindros de hormigón.
- Libretas de campo, estacas, clavos y pintura.
- Software AUTOCAD CIVIL 3D 2016.

3.4.3. SE DETERMINA LA COBERTURA ACTUAL DE LOS SECTORES

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

3.4.4. DISEÑO GEOMÉTRICO.

Realizado el levantamiento topográfico y el estudio de tráfico se procederá a trazar el diseño de las carreteras de acceso a las comunidades y todos sus elementos viales en el programa computacional AUTO CAD CIVIL 3D 2016, en conjunto se manejarán las Normas de Diseño Geométrico De Carreteras 2003 del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (MTOPE).

Luego de obtener todos los puntos de la franja topográfica en campo, se procede a transferir los datos a un computador, para ello es necesario realizar varios pasos que se detallan a continuación:

- En la estación total se abre el menú, se elige la opción DESCARGAR
- Se elige el archivo a descargar y se selecciona ok
- Este archivo se guardará en la memoria extraíble de la estación total.
- Copiamos el archivo en una carpeta de la computadora.
- Este archivo tendrá el formato .csv

Posterior a realizar el procesamiento de datos se procede a dibujar y diseñar en el programa AutoCAD CIVIL 3D 2016.

Al iniciar el programa AUTOCAD CIVIL 3D 2016, se tiene la siguiente pantalla:

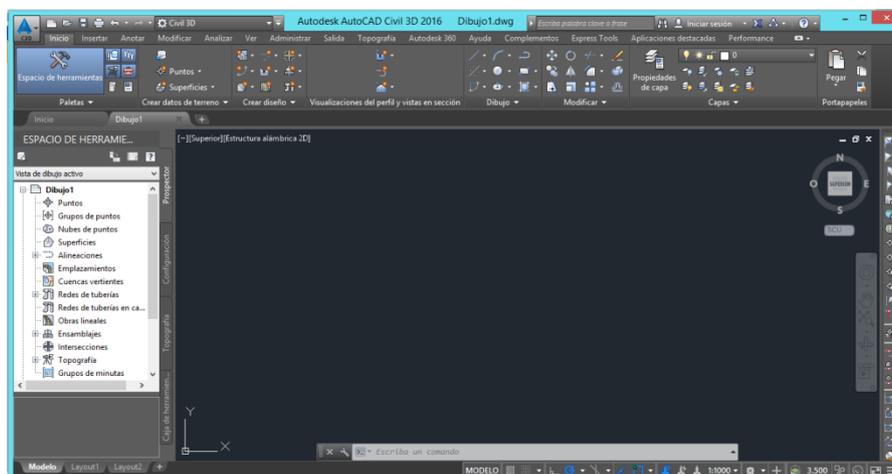
Ilustración 7. Abriendo AUTOCAD CIVIL 3D 2016.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

Ilustración 8. Pantalla de inicio de AUTOCAD CIVIL 3D 2016.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

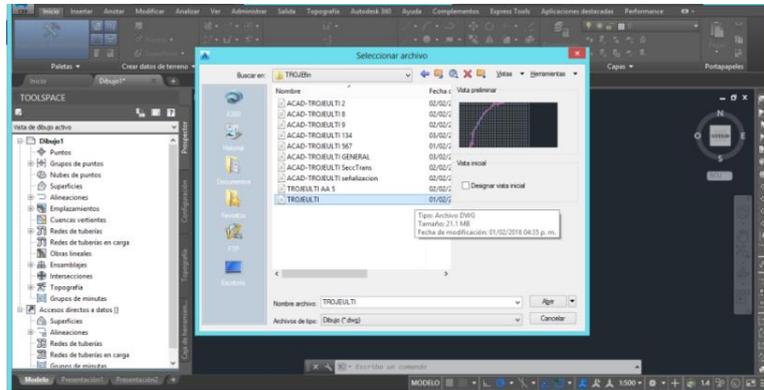
Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

A continuación describe a manera de un manual todos los pasos que se realizó para poder cumplir con el Diseño Geométrico Definitivo de las alternativas de diseño para las vías de acceso Cahuají – El Arrayán Chico y Guso Grande – Guso Chico:

DIGITALIZACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

- Se procede a abrir el AutoCAD CIVIL 3D 2016.

Ilustración 9. Pantalla para abrir un archivo en AUTOCAD CIVIL 3D 2016.

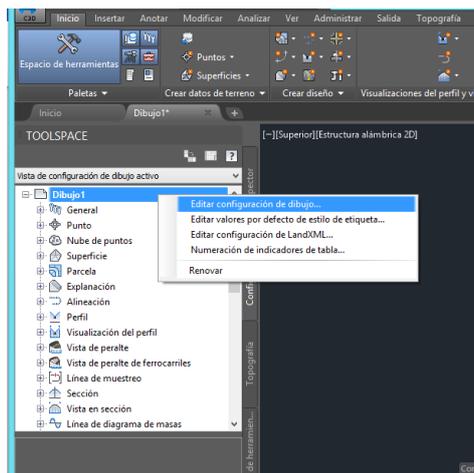


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Configuramos el dibujo en la pestaña de Espacio de Herramientas/Clic en configuración/Clic derecho en dibujo/Editar configuración de dibujo/Elegir el país y coordenadas UTM.

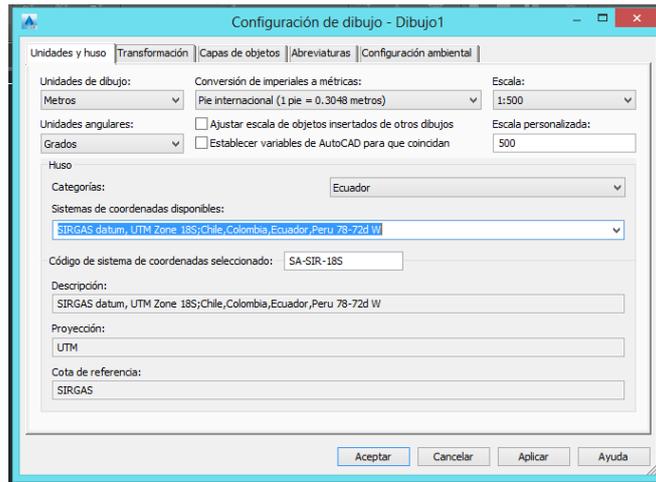
Ilustración 10. Pantalla para abrir la configuración del dibujo.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

Ilustración 11. Configuración del dibujo en AUTOCAD CIVIL 3D 2016

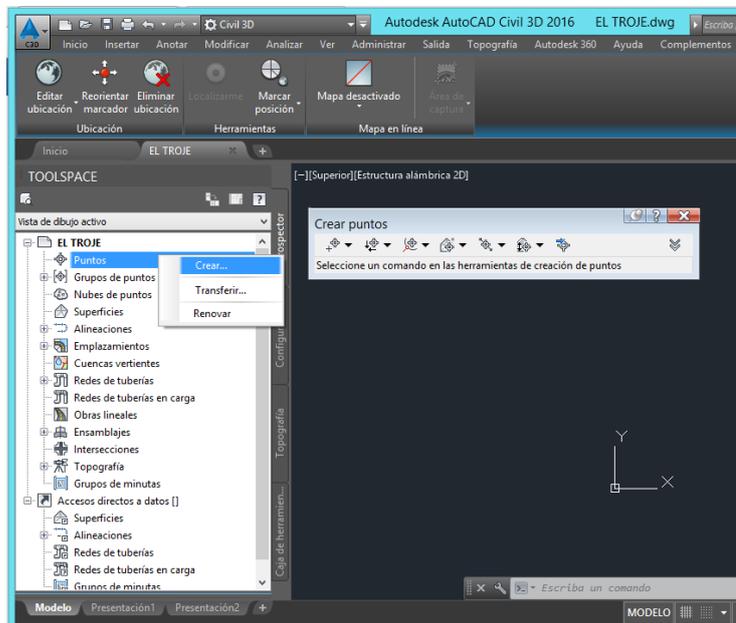


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Importar puntos: Clic en Prospector/Clic derecho en puntos/Clic en crear puntos/Clic en importar puntos.

Ilustración 12. Abrir la barra de crear puntos.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- El archivo debe estar en Excel formato .csv

Ilustración 13. Archivo de Excel formato .csv

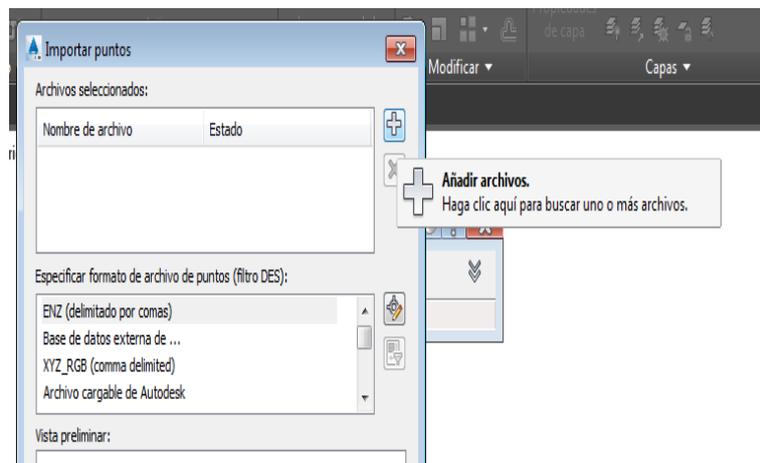
	A	B	C	D	E	F
1	1	9.813.722.000	760.054.000	2.719.000	EST1	
2	2	9.813.742.307	760.054.000	2.718.854	REF1	
3	60	9.813.748.282	760.028.735	2.719.444	T	
4	61	9.813.730.564	759.947.385	2.717.642	T	
5	62	9.813.725.838	759.946.009	2.718.782	T	
6	63	9.813.724.243	759.947.529	2.719.435	T	
7	64	9.813.728.604	759.956.166	2.717.303	T	
8	65	9.813.724.470	759.955.223	2.717.810	T	
9	66	9.813.728.333	759.958.183	2.717.034	T	
10	67	9.813.726.766	759.963.263	2.716.738	R	
11	68	9.813.721.508	759.962.652	2.718.283	T	
12	69	9.813.718.347	759.960.835	2.720.716	T	
13	70	9.813.717.972	759.957.983	2.720.317	T	
14	71	9.813.715.318	759.965.936	2.721.601	T	

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Clic en añadir archivo/Elegir archivo/Abrir

Ilustración 14. Ventana para importar puntos de Excel a AUTOCAD CIVIL 3D 2016.

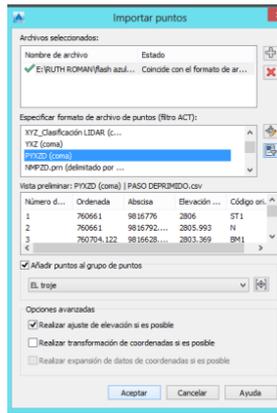


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Una vez cargado el archivo: Se establece el Formato de archivo y aceptar (PYXZD).

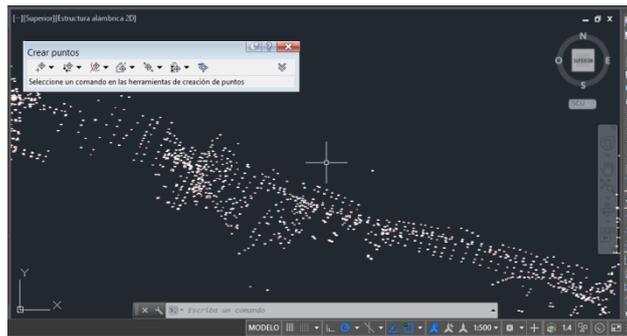
Ilustración 15. Selección del formato del archivo exportado



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

Ilustración 16. Puntos exportados en civil 3D 2016.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

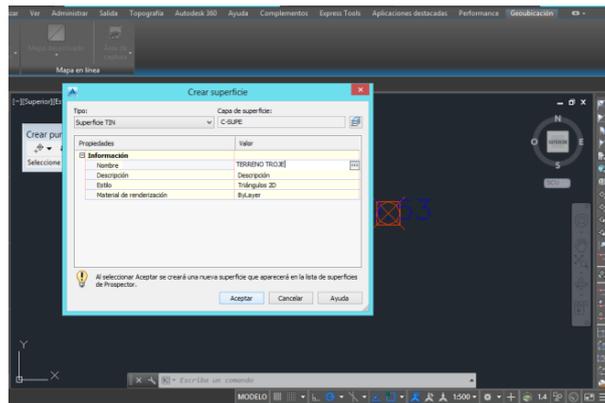
Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Es importante tener un adecuado Estilo de Puntos, para ello se configurará el estilo apropiado para visualizar los puntos: Clic configuración/Clic derecho en el nombre del grupo de puntos subidos al Programa/Propiedades/En Estilo de Puntos, Estilo de etiqueta de punto: Editar la selección actual/Editar estilo de punto y etiqueta al gusto.

CREACIÓN DE CURVAS DE NIVEL

- Una vez importado los puntos/Clic en Prospector/Clic derecho en superficie/Clic en crear superficie/Editar nombre de la superficie/Elegir el intervalo para las curvas de nivel/Aceptar.

Ilustración 17. Ventana para creación de superficie.

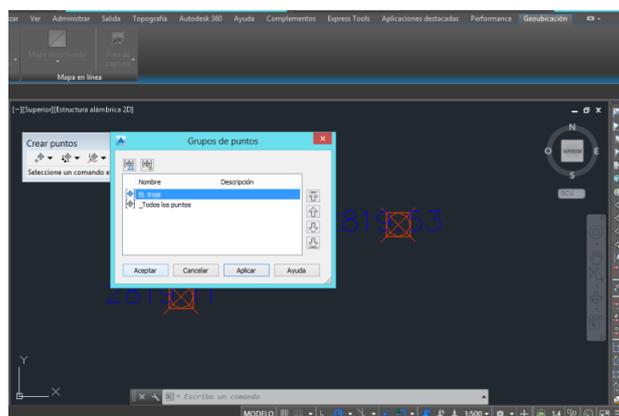


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- En la ventana de Toolspace: Clic en el ícono (+) de superficie/Clic en el ícono (+) nombre de superficie creada/Clic en el ícono (+) de definición/Clic derecho en grupo de puntos/Clic en añadir/Clic en el grupo de puntos creados y aceptar.

Ilustración 18. Ventana para generar superficie.

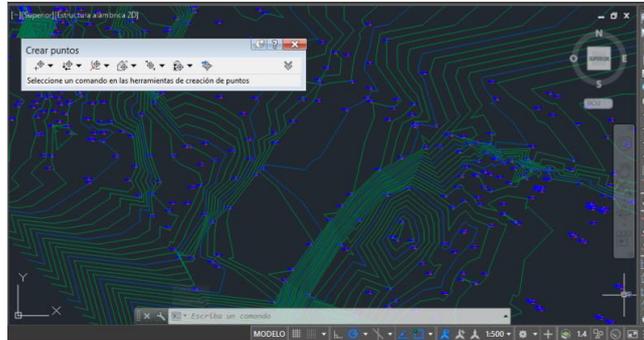


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Luego se generan la superficie en base a las curvas de nivel generadas.

Ilustración 19. Curvas de nivel generadas.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

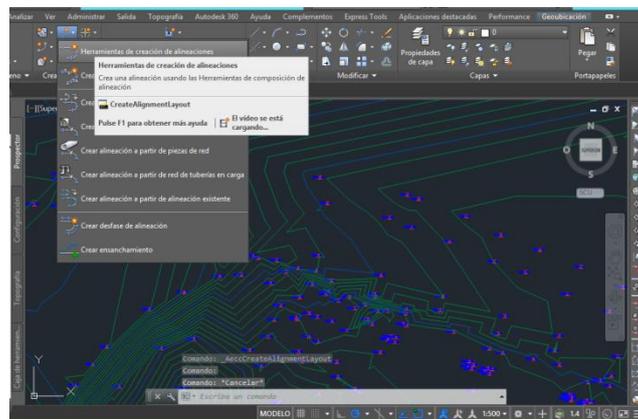
Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Para modificar las propiedades de la superficie: Clic derecho sobre el nombre de la superficie creada/Editar estilo de superficie

CREACIÓN DE ALINEAMIENTO: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL

- Dirigirse a la Ficha Inicio/Alineación/Herramientas de Creación de Alineación.

Ilustración 20. Ícono de herramientas de creación de alineación.

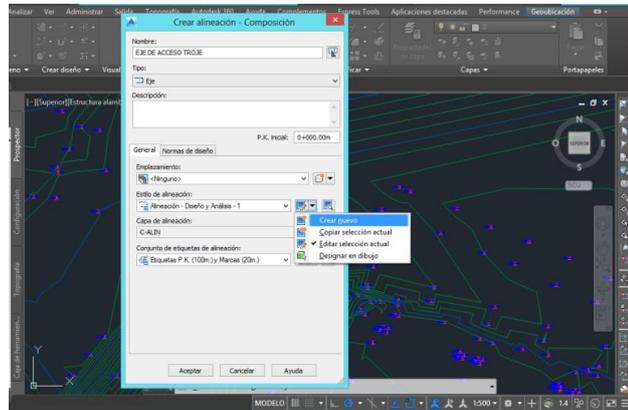


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Seguidamente cambiamos el nombre del alineamiento y creamos un nuevo estilo de alineación/ Visualización: cambiamos el color y el grosor de las líneas y curvas del alineamiento.

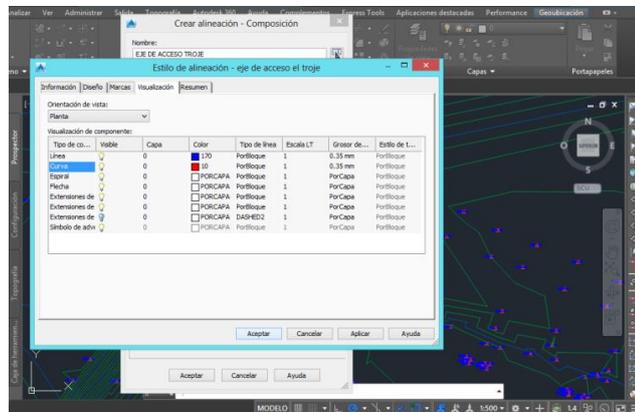
Ilustración 21. Ventana de creación de alineación.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

Ilustración 22. Ventana estilo de alineación.

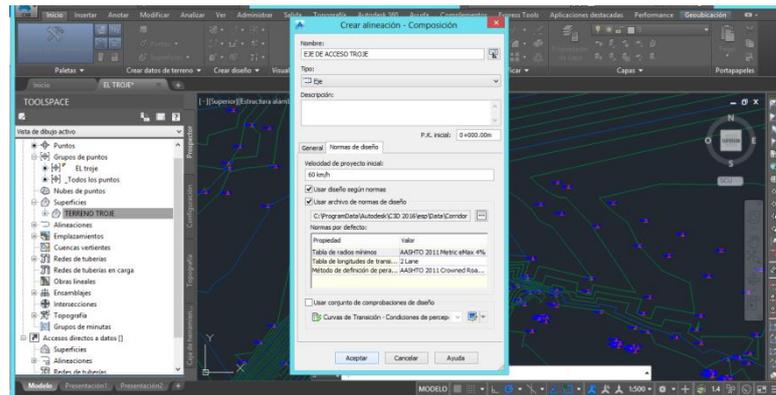


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- En la ficha Normas de Diseño/Cambiamos la velocidad de proyecto inicial/Activar Usar archivo de Normas de Diseño/ Clic en Aceptar

Ilustración 23. Ventana de creación de alineación (normas de diseño).

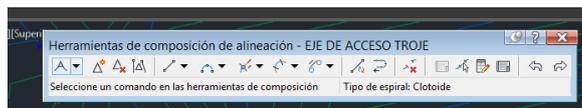


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Se despliega la ventana de Herramientas de Composición de Alineamiento

Ilustración 24. Barra de herramientas de composición de alineación.

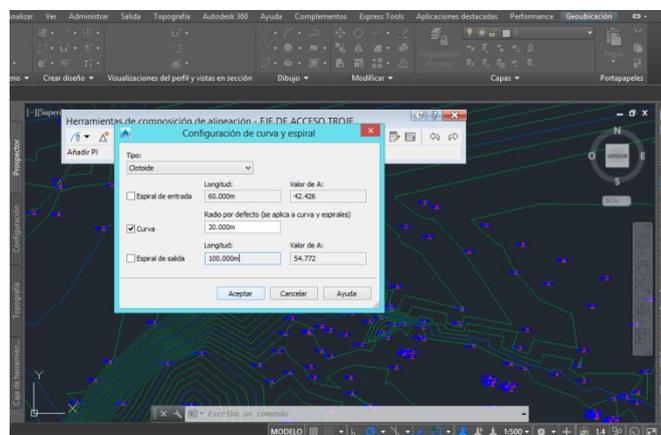


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Clic en el ícono de dibujo de tangentes/ Configuración de curva y espiral

Ilustración 25. Ventana de configuración de curva y espiral.

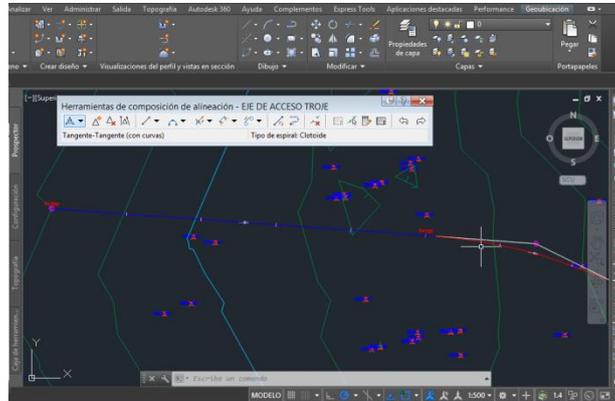


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Clic en el ícono de dibujo de tangentes/Tangente-Tangente con curvas y dibujar el alineamiento de nuestra futura vía/AI finalizar el alineamiento Enter.

Ilustración 26. Alineamiento (Eje vial) de la carretera.



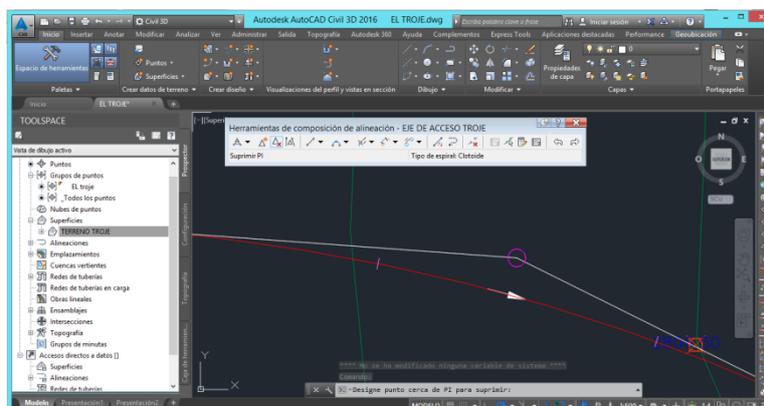
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

Nota.- Si queremos mover las curvas horizontales de nuestro alineamiento, se selecciona el alineamiento y en los elementos de la curva como son el PT, PC y PI los podemos mover dando clic sin soltar y acomodar a nuestro diseño.

- Para eliminar un PI en la Herramienta de Composición de alineación/ Borrar PI/ Seleccionar el PI del alineamiento a eliminar.

Ilustración 27. Ícono para eliminar un PI –alineamiento vertical-

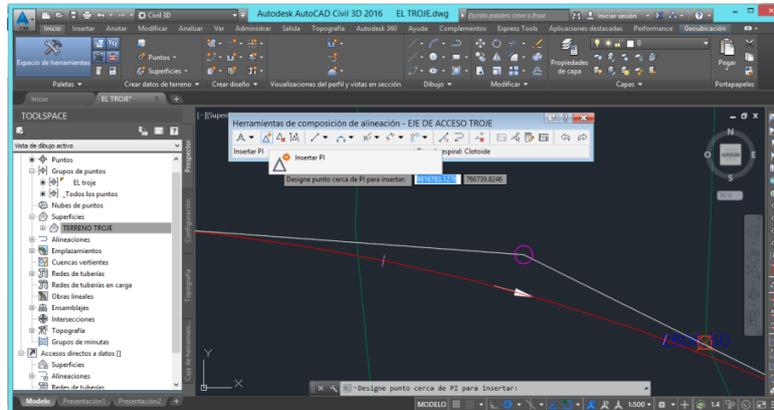


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Para inserta un PI en la Herramienta de Composición de alineación/ Insertar PI/ Seleccionar el punto del alineamiento en donde se necesita crear.

Ilustración 28. Ícono para insertar un PI –alineamiento horizontal-

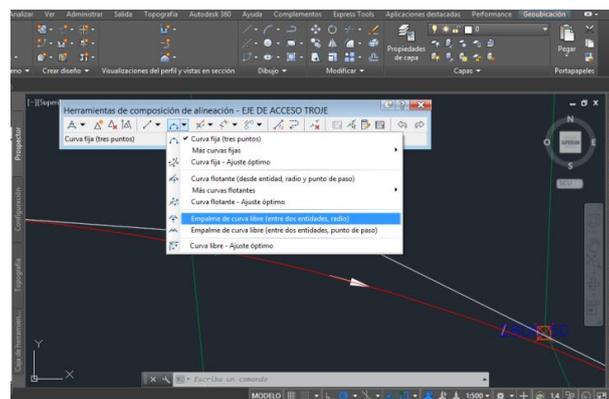


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Como solo al insertar un PI, no se inserta el radio entonces nos dirigimos a la ventana Herramienta de Composición de alineación/ Curva fija/ Empalme de curva fija

Ilustración 29. Ventana para insertar una curva circular.



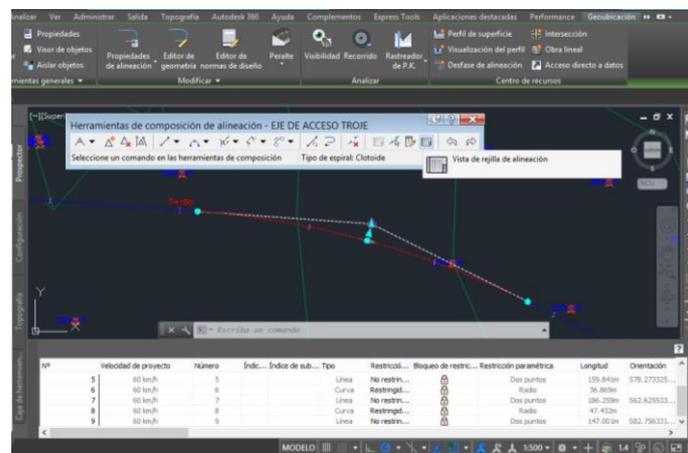
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Seleccionamos la primera y segunda identidad en donde vamos a crear la curva/Radio menor que 180/Enter.

- Para editar las etiquetas del alineamiento seleccionamos el Alineamiento/Clic derecho / Editar etiquetas de alineamiento/ Se procede a realizar los cambios donde sea conveniente para apreciar mejor el diseño.
- Para configurar los radios de nuestro alineamiento de acuerdo al diseño: Nos dirigimos a la ventana Herramienta de Composición de alineación/ Vista de rejilla de alineación/ Editamos de acuerdo al diseño y normas utilizadas.

Ilustración 30. Ventana vista de rejilla de alineación.



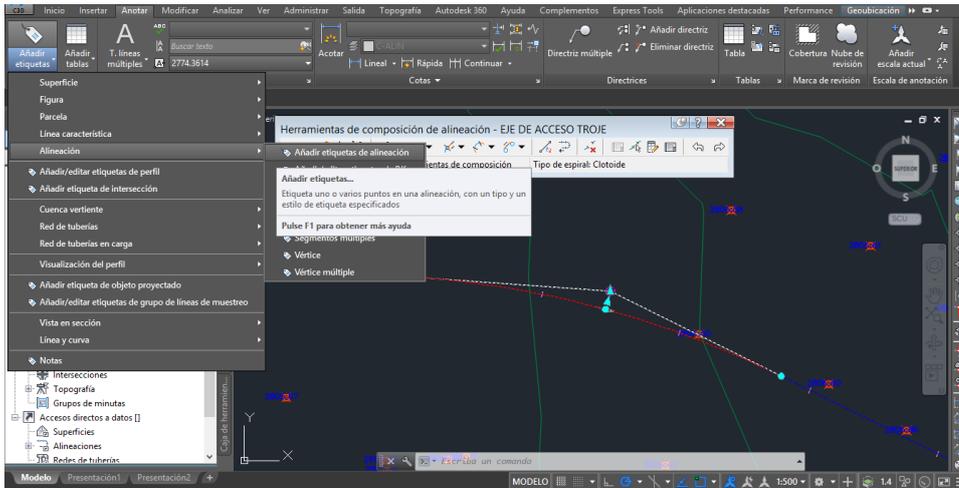
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES

- El primer paso es crear un propio estilo para el etiquetado de las curvas del alineamiento: Fichas Anotar/Añadir Etiquetas/Alineación/Añadir etiquetas a alineación.

Ilustración 31. Abrir la ventana de etiquetas de alineación.

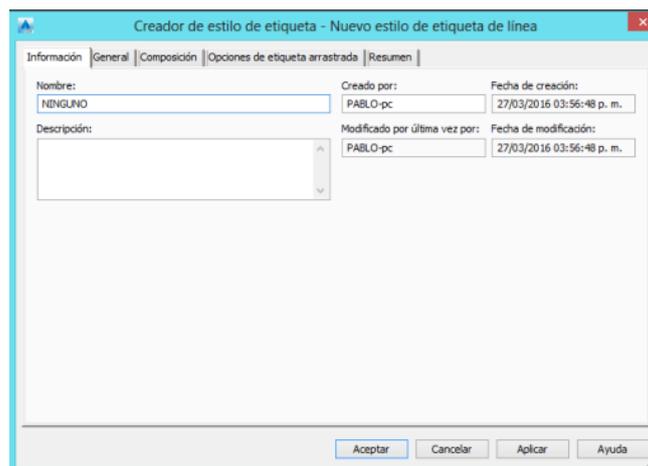


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Ventana Añadir Etiquetas/Elemento: Alineación/Tipo de Elemento: Segmento Sencillo/Estilo de Etiqueta de Línea: Crear Nuevo con el nombre ninguno/Estilo de Etiqueta de espiral: Crear Nuevo con el nombre ninguno/Estilo de etiqueta de curva: Crear nuevo con el nombre Elementos de Curva

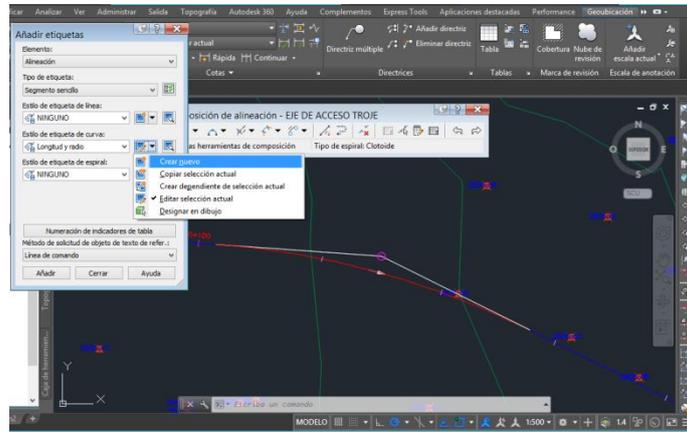
Ilustración 32. Ventana de creador de estilo de etiquetas de alineación.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

Ilustración 33. Ventana de añadir etiquetas

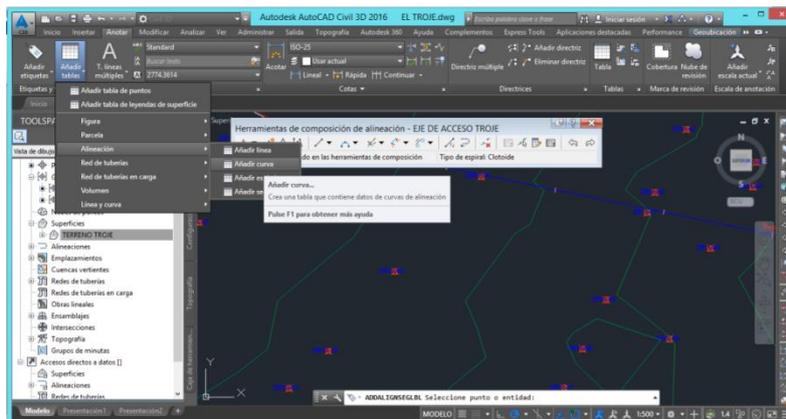


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Seleccionar ordenadamente desde la abscisa 0+000 cada una de las curvas del alineamiento.
- Finalmente para insertar la tabla de Elementos de curva: Anotar/ Añadir Tablas/ Alineación/ Añadir Curva.

Ilustración 34. Abrir la ventana de añadir curvas.

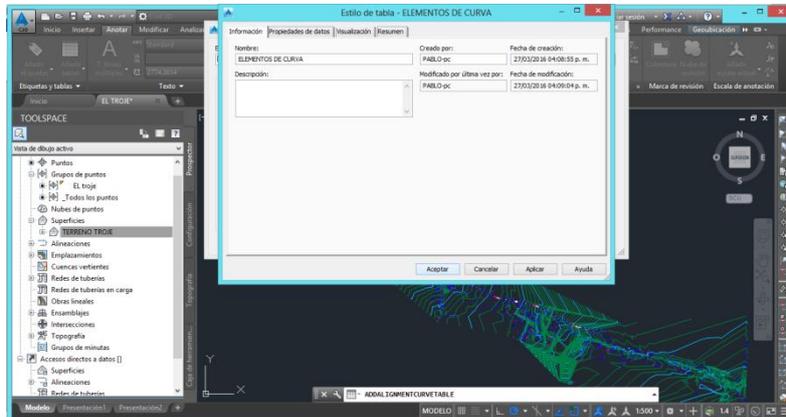


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Estilo de Tabla: Creamos nuevo con el nombre Elementos de Curva/ Seleccionar por estilo: Seleccionamos nuestra Etiqueta de las curvas creada Elementos de Curva/Aceptar.

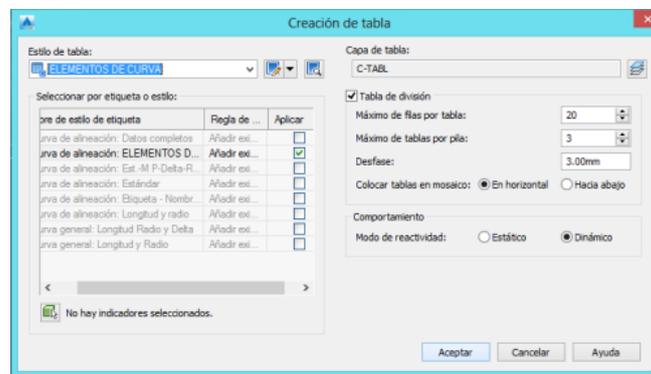
Ilustración 35. Ventana de estilo de tabla de elementos de curvas.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

Ilustración 36. Ventana de creación de tabla de elementos de curvas.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

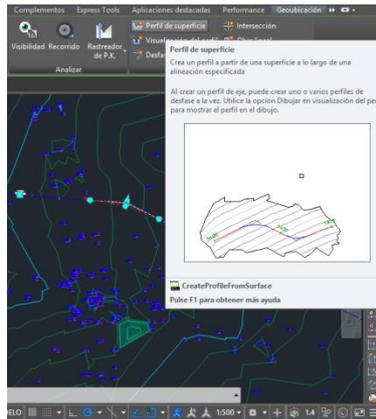
- Si se desea editar el estilo y las columnas de la tabla de elementos de curva que lo contienen: seleccionamos/ clic derecho/ Editar estilo de tabla

CREACIÓN DE PERFIL LONGITUDINAL: DISEÑO GEOMÉTRICO

VERTICAL

- Insertar el Perfil Longitudinal: Seleccionar el Alineamiento Horizontal (eje principal)/Dirigirse a la parte superior en donde se marca el nombre del alineamiento/Perfil de superficie/Clic.

Ilustración 37. Ícono de perfil de superficie.

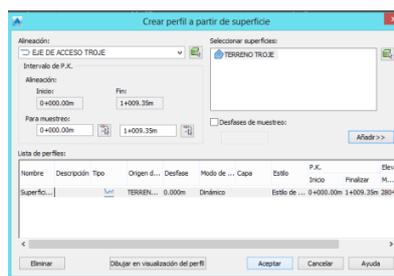


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Crear perfil a partir de superficie/ Añadir/Dibujar en visualización de perfil.

Ilustración 38. Ventana de creación de perfil a partir de superficie.



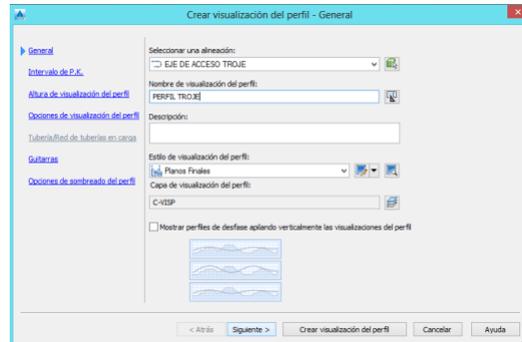
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Crear visualización de perfil: GENERAL/ Cambiar el nombre/ siguiente; INTERVALO DE PK/ Siguiendo; ALTURA DE VISUALIZACIÓN DE PERFIL/

Siguiente; OPCIONES DE VISUALIZACION DE PERFIL/ Siguiente;
 GUITARRAS/ Siguiente; Crear visualización de perfil

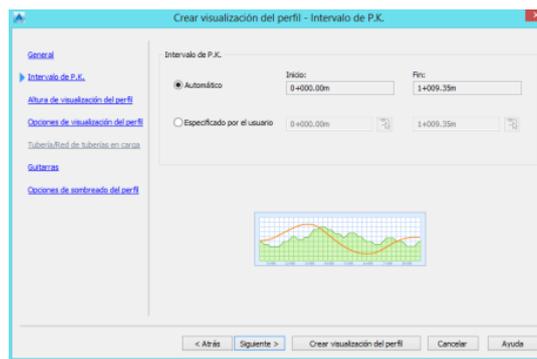
Ilustración 39. Ventana de creación de visualización del perfil. (General).



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

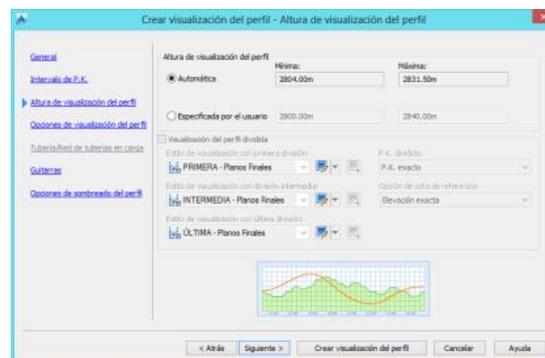
Ilustración 40. Ventana de creación de visualización del perfil. (Intervalo de P.K.).



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

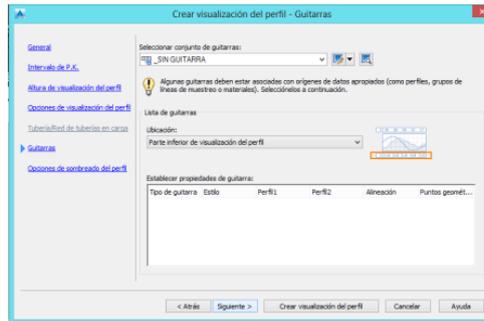
Ilustración 41. Ventana de creación de visualización del perfil. (Altura de visualización de perfil).



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

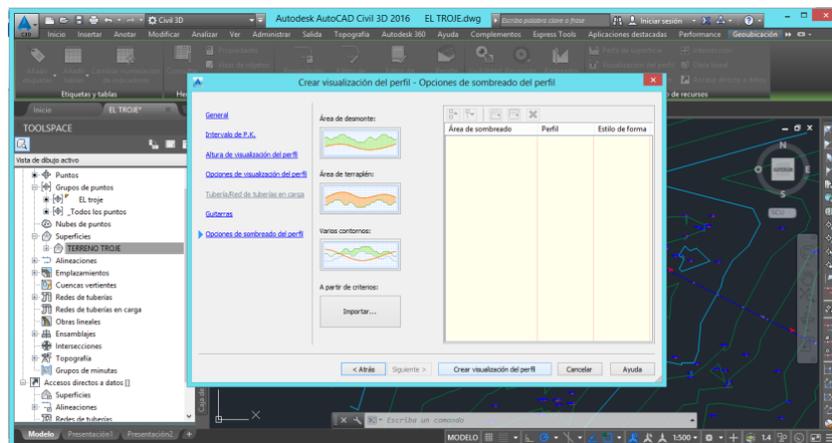
Ilustración 42. Ventana de creación de visualización del perfil. (Guitarras).



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

Ilustración 43. Ventana de creación de visualización del perfil. (Opciones de sombreado del perfil).



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

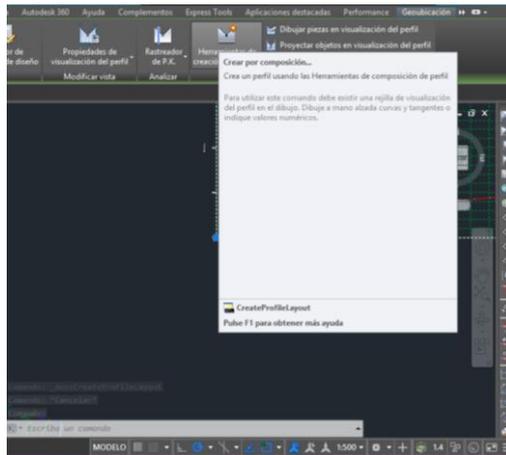
- Si se desea editar el estilo del perfil del alineamiento creado/ clic derecho/ Editar estilo de visualización de perfil.

TRAZADO DE LA RASANTE: DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL

Se toma en cuenta los criterios básicos para el diseño como es la Topografía para poder realizar el trazo de la rasante, las curvas verticales: Cóncavas y Convexas, además de la distancia de visibilidad de parada.

- Seleccionar el perfil longitudinal/ Clic en Herramientas de creación de perfil

Ilustración 44. Ícono de herramientas de creación de perfil.

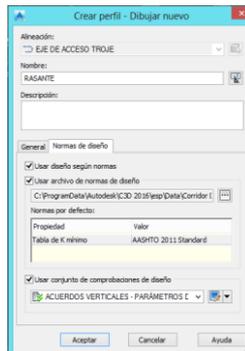


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- En la ficha Normas de Diseño /Activar Usar archivo de Normas de Diseño/ Clic en Aceptar.

Ilustración 45. Ventana de creación de perfil.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Se muestra el siguiente cuadro de diálogo:

Ilustración 46. Barra de herramientas de composición de perfil.

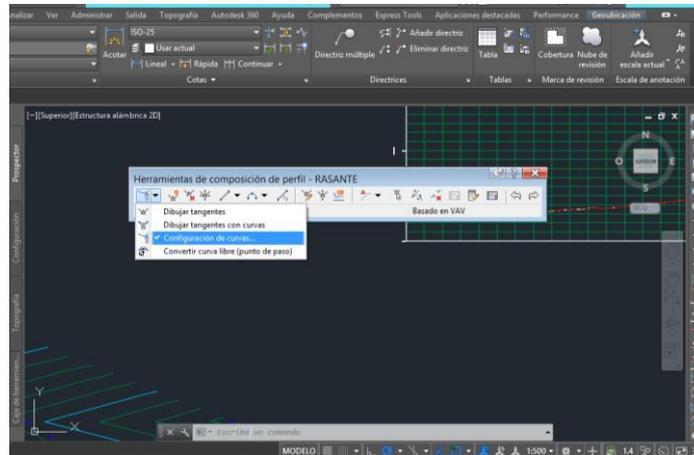


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- En el cuadro de diálogo nos dirigimos Dibujar/Configuración de curvas y editamos de acuerdo a nuestro diseño.

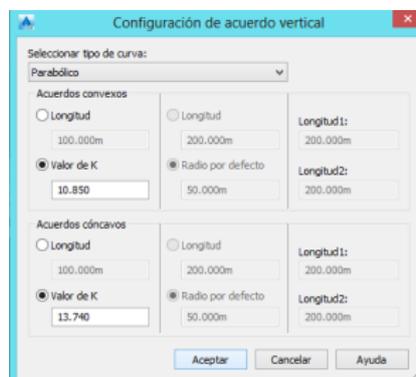
Ilustración 47. Abrir configuración de curvas –Diseño vertical-.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

Ilustración 48. Ventana de configuración de curvas de acuerdo vertical.

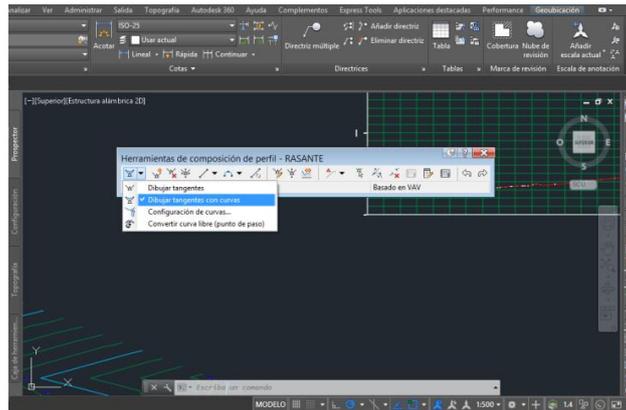


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Para dibujar el trazo seleccionamos en nuestro cuadro de diálogo / dibujar tangentes con curvas/ activamos con un clic/ e iniciamos el trazado desde el inicio del terreno hasta el final/ aceptar.

Ilustración 49. Selección de dibujo de tangentes con curvas.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

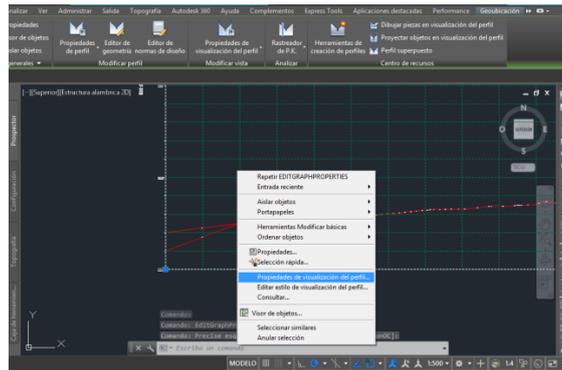
- Para poder crear, eliminar o cambiar algún dato de los radios de curvatura en un PI se procede de manera similar al alineamiento horizontal.
- Para editar el estilo de etiquetas de pendientes y datos de las curvas cóncavas y convexas se procede a seleccionar dichos elementos/ clic derecho/ editar etiquetas/ se cambia de manera adecuada/ aceptar.

BANDAS EN PERFIL LONGITUDINAL: DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL

Se necesita tener los datos de acuerdo a la necesidad del proyecto: ABSCISAS, COTA TERRENO, COTA RASANTE, ALTURA DE CORTE, ALTURA DE RELLENO, ALINEAMIENTO, PENDIENTE.

- Seleccionar el perfil longitudinal/ Clic derecho/ Propiedades de Visualización de perfil.

Ilustración 50. Selección propiedades de visualización de perfil.

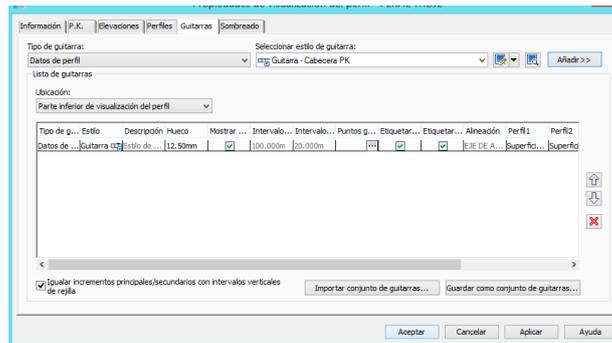


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Propiedades de visualización de perfil/ Guitarras/Tipo de Guitarra: Datos de perfil

Ilustración 51. Ventana de propiedades de visualización de perfil. (Guitarras).

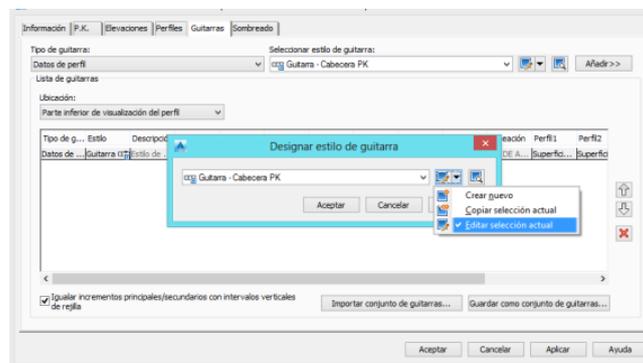


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- En la banda creada por defecto, Estilo/ clic/ cuadro de dialogo: editar selección actual.

Ilustración 52. Ventana de selección de estilo de guitarra de perfil.

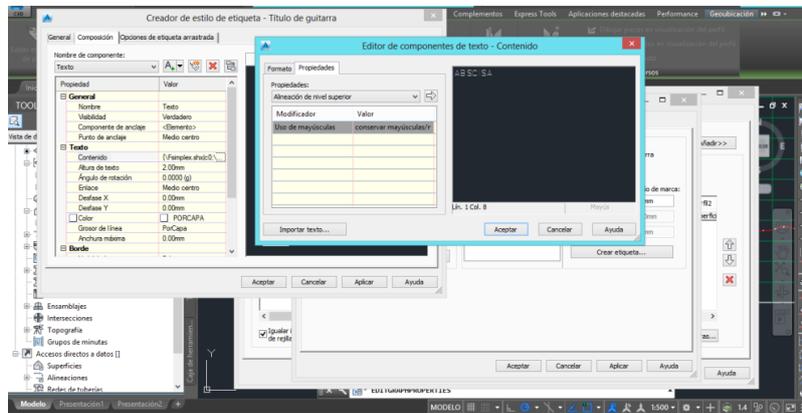


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- ESTILOS DE GUITARRA DE PERFIL/Información/Nombre: Abscisa; Detalles de Guitarra/Crear Etiqueta/ CREADOR DE ESTILO DE ETIQUETA/Texto/Contenido/Clic/Cambiar el Nombre: ABSCISA/Aceptar.

Ilustración 53. Ventana creador de estilos de guitarra.

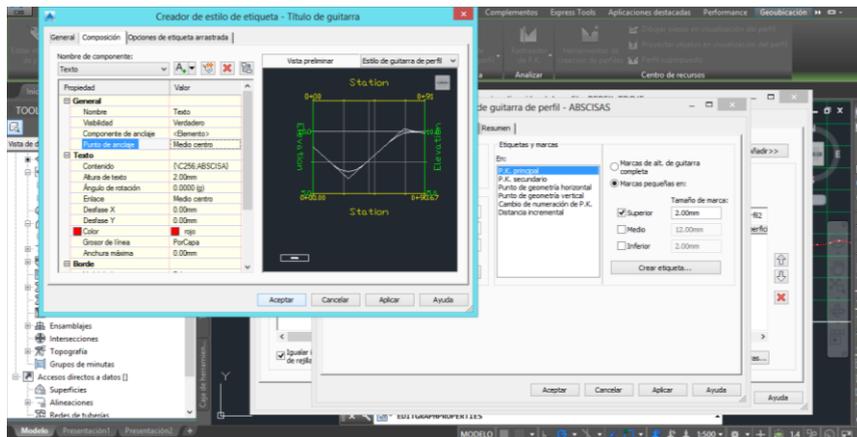


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- CREADOR DE ESTILO DE ETIQUETA/Enlace: Medio Centro/ Color: Cambiar adecuadamente/Punto de Anclaje: Medio Centro/ Aplicar/ aceptar

Ilustración 54. Ventana creador de estilos de etiqueta de guitarra.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- ESTILOS DE GUITARRA DE PERFIL/Etiquetas y marcas/ PK Principal/ Crear etiqueta/Composición/ Texto/ Nombre: Abscisa/Contenido/clic/ Propiedades/ Valor de PK/ Aceptar

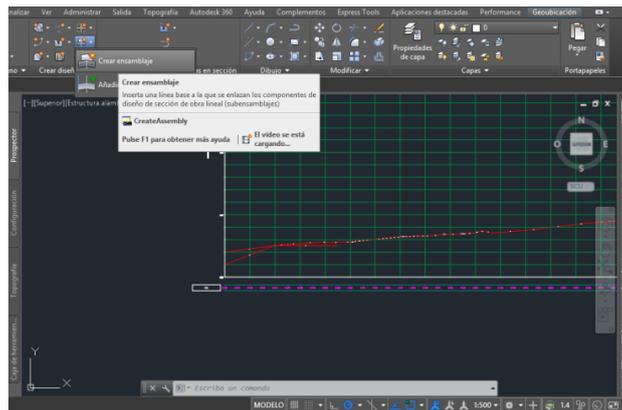
ENSAMBLAJE: DISEÑO GEOMÉTRICO

Se toma en cuenta criterios básicos de diseño como: El ancho de calzada, el ancho de la berma, los bombeos de la calzada y la berma, talud de corte, talud de relleno (pueden ser muy diferentes de acuerdo al tipo de material existente a lo largo de la alineación).

Se debe contar con el alineamiento, tabla de elementos de curva, perfil longitudinal con sus respectivas banda: abscisas, cota terreno, cota proyecto, alineamiento, altura de corta, altura de relleno, pendiente.

- Ficha Inicio/ Ensamblaje/ Crear ensamblaje/ Cuadro de diálogo/ cambio el nombre/ aceptar/ Ubicar un punto para el ensamblaje.

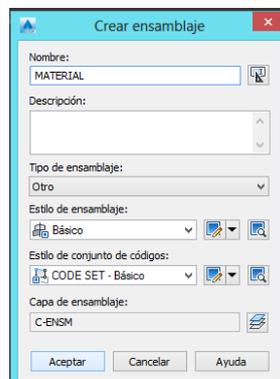
Ilustración 58. Ícono de crear ensamblaje.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

Ilustración 59. Ventana crear ensamblaje.

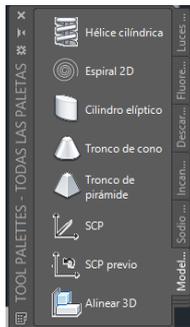


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Inicio/Paletas de Herramientas

Ilustración 60. Ventana Paletas de Herramientas.

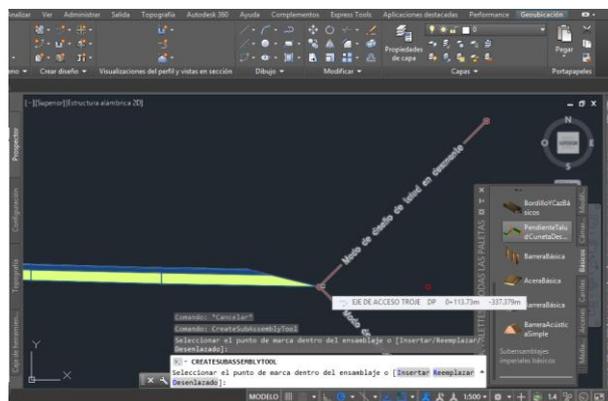


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Para el pavimento: Paleta de Herramienta/Básicos/Carril perfil quebrado/ Seleccionar en el ensamble en el nudo donde se va a colocar el pavimento en el lado derecho como menciona la tabla de propiedades.
- Para la berma: Paleta de Herramienta/Arcenes/Todoarcenextedido/ Seleccionar en el ensamble el nudo donde se va a colocar la berma en el lado derecho como menciona la tabla de propiedades.
- Para talud de corte o relleno y cunetas: Paleta de Herramienta/basicos/Pendientetaludcuneta/ Seleccionar en el ensamble el nodo donde se va a colocar el talud de corte o relleno en el lado derecho como menciona la tabla de propiedades.

Ilustración 61. Ensamblaje de la sección transversal (lado derecho).

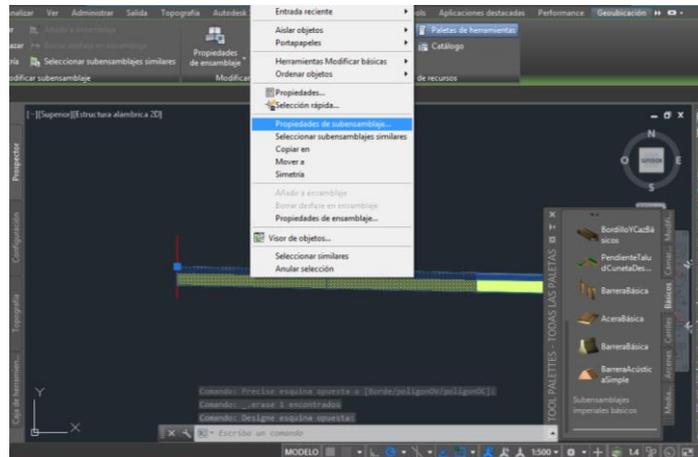


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- EDITAR CONFIGURACIONES DE PAVIMENTO: Clic derecho en el pavimento/propiedades subensamblaje.

Ilustración 62. Abrir propiedades de subensamblaje.

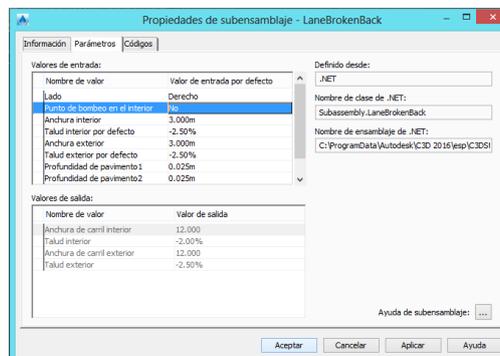


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- PROPIEDADES DE SUBENSAMBLAJE EN CALZADA: Parámetros/ modificar valores de acuerdo al diseño de la carretera.

Ilustración 63. Ventana propiedades de subensamblaje en calzada.

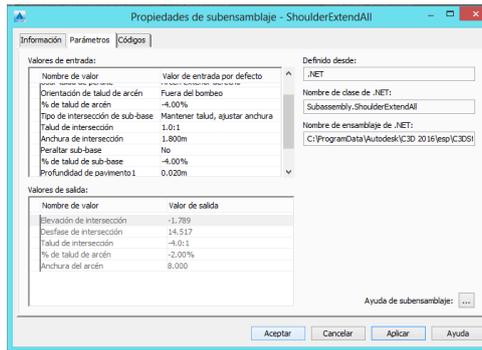


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- PROPIEDADES DE SUBENSAMBLAJE EN BERMA: Parámetros/ modificar valores de acuerdo al diseño de la carretera.

Ilustración 64. Ventana propiedades de subensamblaje en berma.

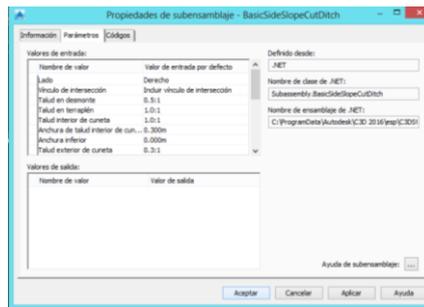


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- PROPIEDADES DE SUBENSAMBLAJE EN CUNETAS-TALUD: Parámetros/modificar valores de acuerdo al diseño de la carretera.

Ilustración 65. Ventana propiedades de subensamblaje en cuneta - talud.

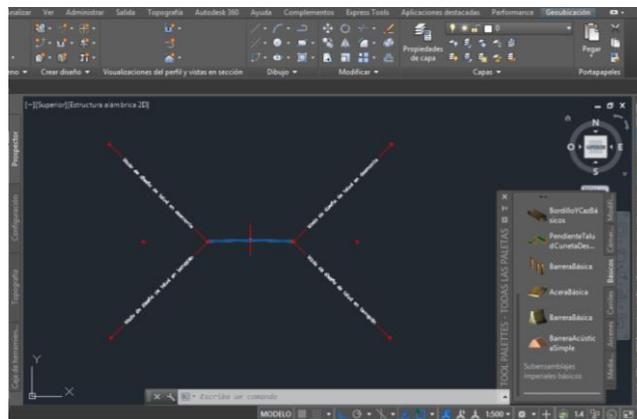


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Finalmente seleccionamos nuestro ensamble/ clic en simetría/ Enter.

Ilustración 66. Ensamblaje de la sección transversal tipo.



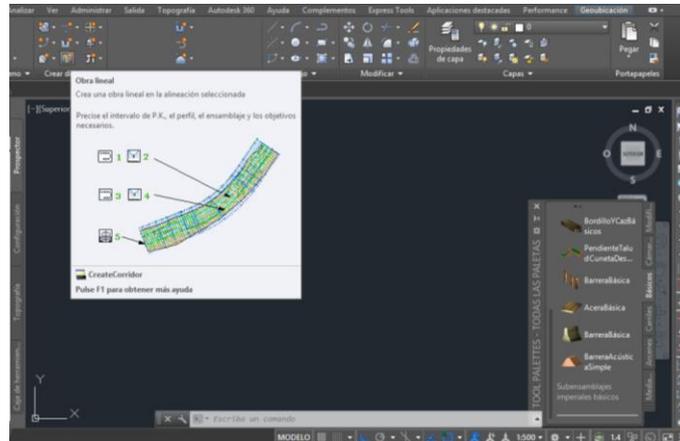
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

OBRA LINEAL: DISEÑO GEOMÉTRICO

- Inicio/ Obra lineal.

Ilustración 67. Ícono obra lineal.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Crear obra lineal: Nombre: Corredor/Alineación: Eje de acceso/ Perfil: Rasante/ Ensamblaje: Material/Activar definir línea base y parámetros/Aceptar.

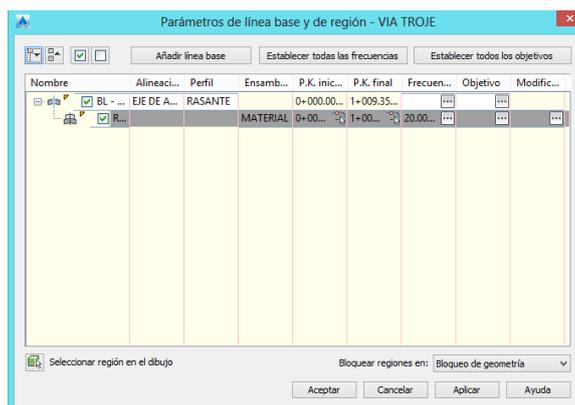
Ilustración 68. Ventana de creación de obra lineal.

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- PARÁMETROS DE LÍNEA BASE Y DE REGIÓN/Clic derecho en el nombre de la línea base/Añadir región/ Definir abscisas/Aceptar.

Ilustración 69. Ventana parámetros de línea base y de región.

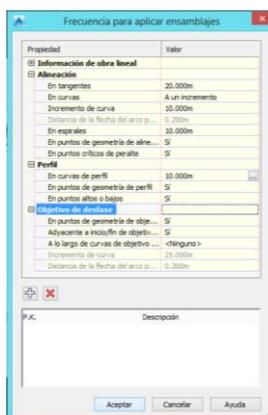


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- PARÁMETROS DE LÍNEA BASE Y DE REGIÓN/ Clic en Frecuencia/ modificamos las abscisas en donde se va a generar la obra lineal.

Ilustración 70. Ventana frecuencia para aplicar ensamblajes.

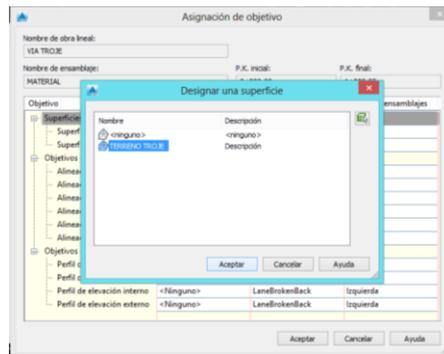


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- PARÁMETROS DE LÍNEA BASE Y DE REGIÓN/Clic en objetivo/Clic aquí/ Seleccionamos la superficie/Aceptar.

Ilustración 71. Ventana para designar la superficie de la obra lineal.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Clic en Aceptar/ Clic en Generar la obra lineal.

Ilustración 72. Ventana propiedades de obra lineal – Generar obra lineal.

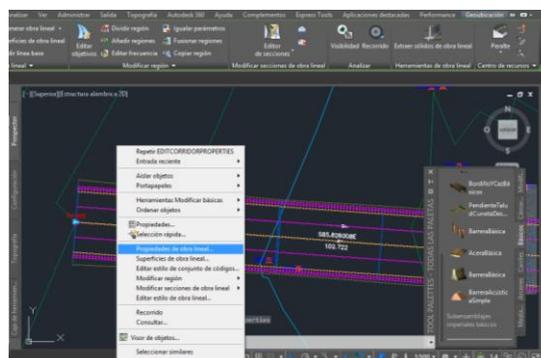


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- GENERAR LA SUPERFICIE DE LA OBRA LINEAL: Seleccionar en la obra lineal/ clic derecho/ propiedades de la obra lineal.

Ilustración 73. Abrir propiedades de obra lineal.

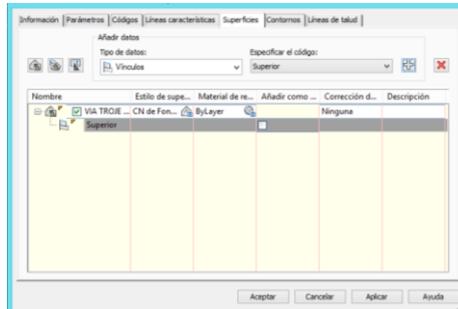


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- PROPIEDADES DE LA OBRA LINEAL: Superficies/ Crear superficie de la obra lineal/ Clic en +.

Ilustración 74. Ventana propiedades de obra lineal.

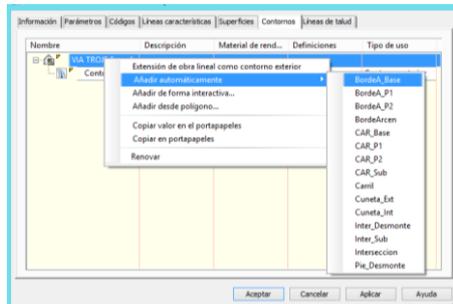


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- PROPIEDADES DE LA OBRA LINEAL: Contornos/ Seleccionar la obra lineal/ clic derecho/ añadir automáticamente/BordeA_Base/ Aceptar.

Ilustración 75. Ventana propiedades de obra lineal (Añadir automáticamente BordeA_Base)

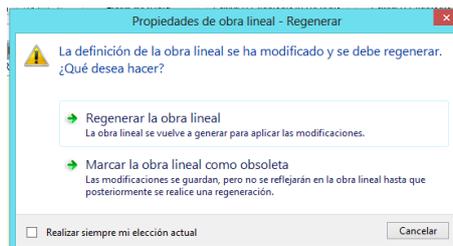


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Clic en Aceptar/ Clic en Generar la obra lineal.

Ilustración 76. Ventana propiedades de obra lineal – Regenerar obra lineal.



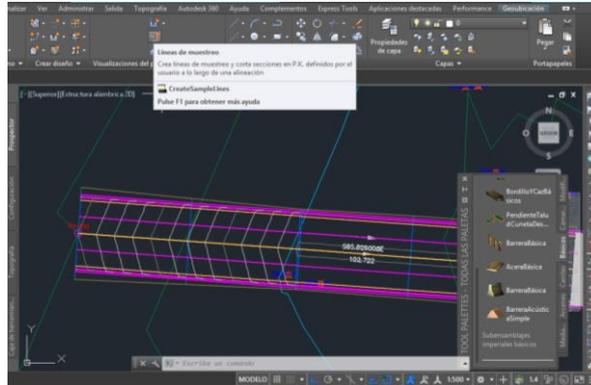
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

SECCIONES TRANSVERSALES: DISEÑO GEOMÉTRICO

- **LÍNEAS DE MUESTREO:** Inicio/ Líneas de muestreo/ seleccionar el alineamiento/
Clic derecho/ elegir el alineamiento/ aceptar.

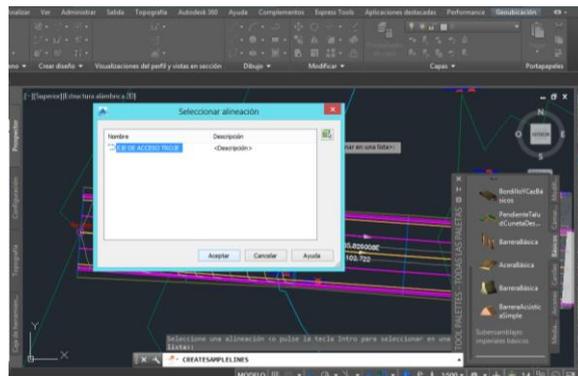
Ilustración 77. Ícono líneas de muestreo.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

Ilustración 78. Ventana selección de alineación para líneas de muestreo.

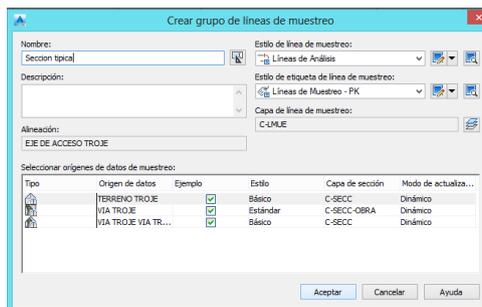


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Identificar líneas de muestreo/ Nombre: sección típica.

Ilustración 79. Ventana de creación de grupos de líneas de muestreo.

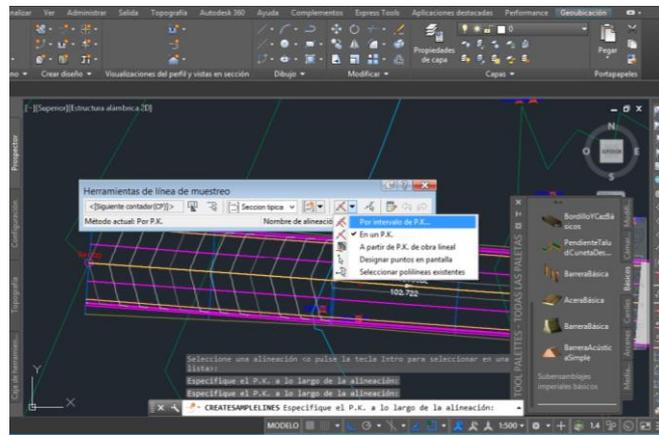


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Herramientas de líneas de muestreo/ métodos de creación de líneas de muestreo/ por un intervalo de PK.

Ilustración 80. Barra de herramientas de líneas de muestreo.

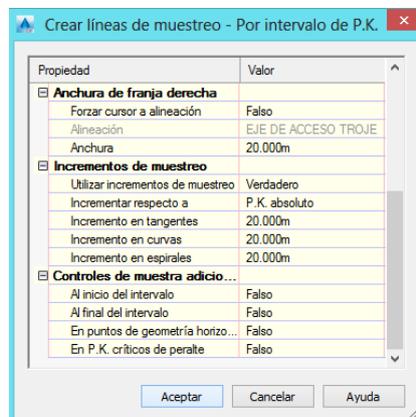


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Crear líneas de muestreo: modificar valores de acuerdo al diseño/ aceptar.

Ilustración 81. Ventana de creación de líneas de muestreo por intervalo de P.K.

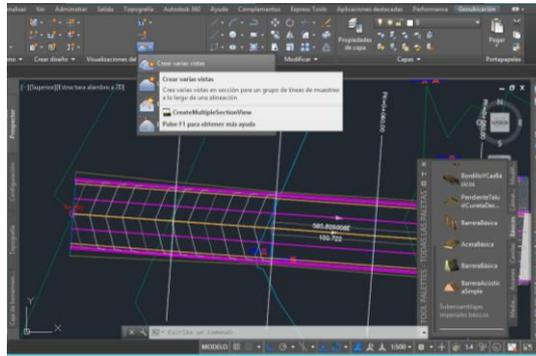


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- INSERTAR SECCIONES TRANSVERSALES DE LA CARRETERA: Inicio/Vistas en sección/ Crear varias vistas.

Ilustración 82. Ícono creas varias vistas.

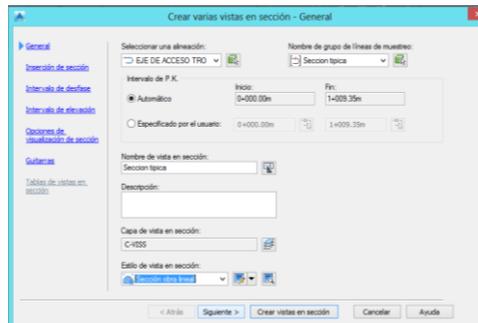


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

- Cuadro de diálogo CREAR VARIAS VISTAS EN SECCIÓN: nombre: Sección típica / siguiente x 5/ Crear vista en sección.

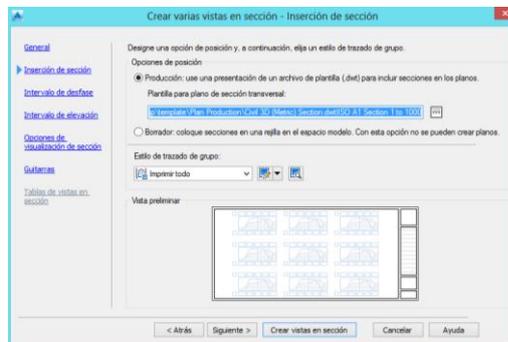
Ilustración 83. Ventana de creación de varias vistas en sección – General.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

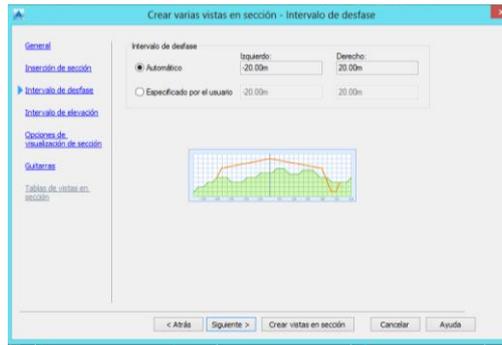
Ilustración 84. Ventana de creación de varias vistas en sección – Inserción de sección.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

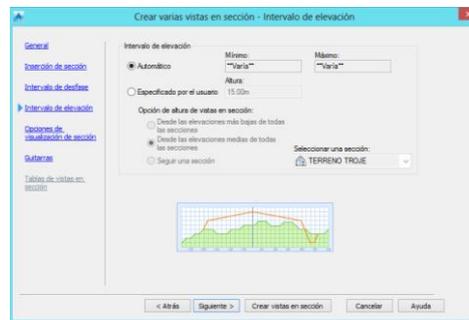
Ilustración 85. Ventana de creación de varias vistas en sección – Inserción de desfase.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

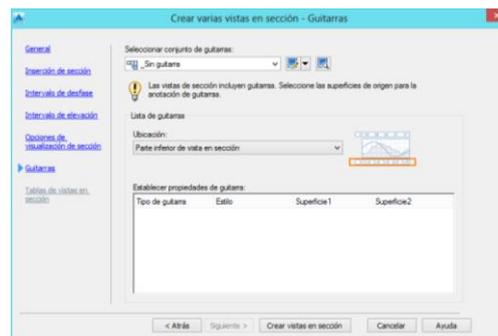
Ilustración 86. Ventana de creación de varias vistas en sección – Inserción de elevación.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

Ilustración 87. Ventana de creación de varias vistas en sección – Guitarras.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: AUTOCAD CIVIL 3D 2016

3.4.3. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO.

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

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS.

4.1. ESTUDIOS PRELIMINARES.

4.1.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto de apertura de las vías de acceso Cahuají – El Arrayán Chico y Guso Grande – Guso Chico, se encuentra ubicado en la Provincia de Chimborazo, Cantón Guano, Parroquia Santiago de Guanando, Sector Cahuají.

La Parroquia Santiago de Guanando posee una superficie total de 15.55 km² que representa el 3.4 % del territorio del cantón Guano y el 0.24% de la provincia de Chimborazo.

En Guanando se localizan los siguientes rangos altitudinales: (2400 a 3400 m.s.n.m.) ubicado desde la cuenca hidrográfica del río Chambo, el cual recorre por el lado oriental de la parroquia, hasta la cordillera central, sector denominado los Arrayanes, límite con la parroquia de Tungurahua, por lo cual las temperatura oscilan desde los 10° C hasta los 28,3°C en los meses más calurosos.

La Parroquia Santiago de Guanando pertenece al Cantón Guano está situado en el norte de la Provincia de Chimborazo, acunado por la magnificencia del mismo Chimborazo, El Altar y el Tungurahua.

La diversidad de pisos climáticos ha favorecido el desarrollo de diversas especies de animales y vegetales, desde el cóndor que es el símbolo mayor de la nacionalidad ecuatoriana hasta los frutales más apetecidos. Aquí también se configuró una cultura milenaria que, con el paso del tiempo y la constante interrelación humana, fue transformándose hacia un sincretismo cultural que nos distingue.

Guano ha sido desde siempre un pueblo de gente laboriosa y emprendedora, con sobrada razón se le ha denominado “Capital Artesanal del Ecuador”. Sus alfombras, tejidos, artículos de cuero, chompas y demás manufacturas tienen un sello de calidad e ingenio. Y qué decir de su gastronomía que provoca el deleite de cuantos nos visitan. (PDOT Guanando, 2014).

El cantón Guano posee una superficie total de 459.70 km² que representa el 7% del territorio de la provincia de Chimborazo y en él se localizan las siguientes elevaciones:

- Nevado Chimborazo, con una altitud de 6.310 m.s.n.m. (es el nevado más alto del Ecuador).
- Cordillera del Igualata, con una altitud aproximada de 4.400 m.s.n.m.
- Loma de Langos, con una altitud de 2.967 m.s.n.m.

Las vías en estudio se encuentran ubicadas en la parroquia Guanando, en el Cantón Guano, Provincia de Chimborazo:

El primer eje vial se trata la vía Cahuají - El Arrayán Chico:

Tabla 7. Coordenada de referencia de la vía Cahuají – El Arrayán Chico.

DATOS - COORDENADAS	
Punto: Referencia 1	
NORTE:	9831284.72
ESTE:	775088.14
ALTURA:	2458.907

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

El segundo eje vial se trata la vía Guso Grande – Guso Chico:

Tabla 8. Coordenada de referencia de la vía Cahuají – El Arrayán Chico

DATOS - COORDENADAS	
Punto: Referencia 1	
NORTE:	9835117.228
ESTE:	776307.829
ALTURA:	2478.665

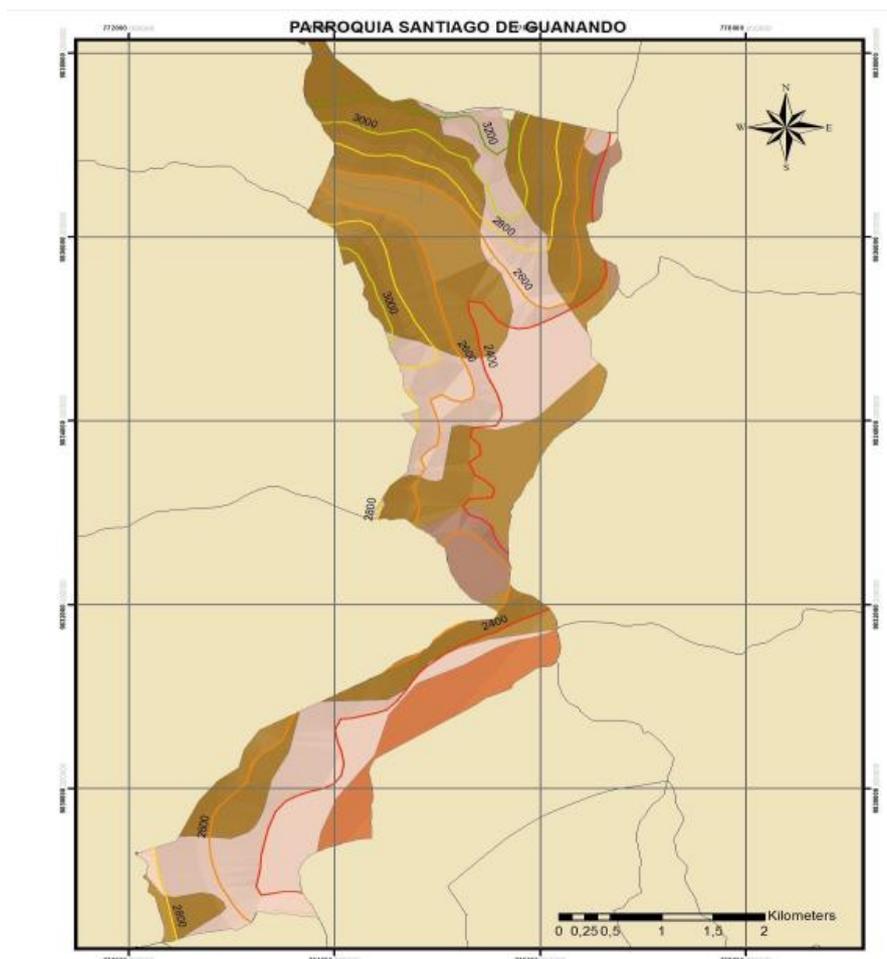
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

4.1.1.1. TOPOGRAFÍA.

La parroquia Guanando posee una topografía irregular debido a la influencia de las cordilleras Central - Occidental de los Andes y la cuenca hidrográfica del río Chambo, la mayor parte de los territorios de la parroquia presentan pendientes pronunciadas, que en algunos casos sobrepasan los 50 grados de inclinación. Los territorios de las comunidades tienen en promedio pendientes superiores a los 15 grados. Este fenómeno natural sumado a la acción fluvial se constituye en las principales causas de la erosión de los suelos.

Existen rasgos geomorfológicos que son el producto de procesos tectónicos y del vulcanismo, desarrollados durante la edificación de la Cordillera Andina y procesos exógenos como la colmatación, erosión, movimientos en masa, y el cauce del río Chambo que han contribuido a modelar las rocas pre-existentes. (PDOT Guanando, 2014)

Ilustración 88. Relieve de la Parroquia Guanando.



Fuente: PDOT Guanando. (Agosto 2014).

4.1.1.2. CLIMA.

Según la información recopilada en la parroquia Guanando se ha determinado los siguientes rangos altitudinales:

Tabla 9. Rangos altitudinales de la Parroquia Guanando

COMUNIDAD	m.s.n.m
Cabecera Parroquial	2400-2600 m.s.n.m
Guso Grande	2400-3000 m.s.n.m
Cahuají Bajo	2600-3440 m.s.n.m

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Por el rango altitudinal de las comunidades de la parroquia, sus comunidades se enmarcan dentro de estos dos tipos de clima:

- **Clima Ecuatorial Frío de Alta Montaña:** en la comunidad de Cahuají Bajo en el sector de los Arrayanes, se sitúa siempre desde los 3000 m.s.n.m. a 3440 m.s.n.m. La altura y exposición son los factores que condicionan los valores de las temperaturas y las lluvias. Las temperaturas máximas rara vez sobrepasan los 20°C, las mínimas tienen sin excepción valores inferiores a 5°C y las medias anuales, aunque muy variables, fluctúan casi siempre entre 4 y 12°C. La gama de los totales pluviométricos anuales va de 800 a 2000 mm y la mayoría de las lluvias son de larga duración pero de baja intensidad. La humedad relativa es siempre superior al 80%. PDOT Guanando. (Agosto, 2014).
- **Clima Ecuatorial Mesotérmico Semi Húmedo:** es el clima más característico de la comunidad de Guso Grande y a Cabecera Parroquial las temperaturas medias anuales están comprendidas generalmente entre 12 y 20 °C; las temperaturas mínimas descienden rara vez a cerca de los 5°C y las máximas no superan los 30° C. La humedad relativa tiene valores comprendidos entre el 65 y 85% y la duración de la insolación puede ir de 1000 a 2000 horas anuales. Las precipitaciones anuales fluctúan entre 600 y 1000 mm y están repartidas en 2 estaciones lluviosas, de Febrero a Mayo y de Octubre a Noviembre. (PDOT Guanando, 2014).

4.1.1.3. RECURSO AGUA.

Dentro de la unidad de uso Agua se pudo determinar distintos tipos de coberturas definiéndose que el 76% está cubierta por ríos, seguido en un 18% por áreas de inundación, mientras que el 5% son albarradas y reservorios, es importante determinar este tipo de unidades para cuantificar y definir la calidad de microcuencas. (PDOT Guanando, 2014).

Tabla 10. Acceso al recurso agua de las familias en los asentamientos humanos de la parroquia.

Comunidad	Nº de familias con acceso al agua de riego	Nº de familias con acceso al agua de consumo humano y uso doméstico
Guanando	20	76
Cahuají Bajo	25	70
Guso Grande	10	13

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

La gran limitante de este sector es el no contar con un sistema de agua de riego, la misma que si lo hubiera ayudaría a mejorar los rendimientos agropecuarios de la zona. En la parroquia tienen acceso al agua de consumo humano, los mismos que se abastecen de agua (entubada).

Tabla 11. Acciones que impactan sobre el recurso agua en las zonas de producción.

Acciones de afectación	Comunidades	Extensión	Intensidad	Persistencia	Permanencia	Posible afectación sobre			
						Propiedades físicas	Propiedades químicas (DBO)	Las zonas de drenaje	Reducción de la disponibilidad del recurso	Conservación del recurso
Metales Pesados	Guanando	Más de la mitad	Inicio hace más de 10 años	Se aprecia permanentemente		X	X		
Utilización de químicos y pesticidas	Guanando Cahuají Bajo	Menos de la mitad	Inicio hace más de 10 años	Se aprecia permanentemente		X	X		X
Contaminación con plásticos	Guanando	Menos de la mitad	Inicio entre 5 y 10 años	Se aprecia permanentemente		X			X
Animales muertos	Guanando	Menos de la mitad	Inicio entre 5 y 10 años	Se aprecia permanentemente		X	X		
Número total de acciones reportadas						4	3		2

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Las comunidades de la parroquia, hacen labores de Pastoreo cercanas a las fuentes de agua, la intensidad es alta, la misma que lo realizan con frecuencia; así como también la contaminación con plásticos y la presencia de animales muertos se deberá tomar acciones para proteger por lo menos las captaciones de agua y de esa manera minimizar el impacto producido ya que eso puede afectar a la salud de la población.

Tabla 12. Acciones que impactan sobre el recurso agua en las zonas abandonadas.

Acciones de afectación	Comunidades	Extensión	Intensidad	Persistencia	Permanencia	Posible afectación sobre				
						Propiedades físicas	Propiedades químicas (DBO)	Las zonas de drenaje	Reducción de la disponibilidad del recurso	Conservación del recurso
Arrojo de basura en las quebradas	Cahuaji Bajo	Menos de la mitad	Inicio hace más de 10 años	Se aprecia permanente			X			
Número total de acciones reportadas									1	

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

El principal problema que presenta esta zona de la parroquia es la contaminación indiscriminada con presencia de basura en las zonas de quebradas, debido principalmente a la ausencia total de un sistema de recolección sumada a la inconciencia de los pobladores de la parroquia. (PDOT Guanando, 2014)

4.1.1.4. RECURSO SUELO

- **Uso actual del suelo**

Tabla 13. Uso actual del suelo por comunidad en la parroquia. (Hectáreas)

Comunidad	Afloramientos Rocosos	Árida Erosionada	Bosque Plantado	Cultivo o Ciclo Corto	Cultivos Perennes Frutales	Pasto Cultivado	Pasto Natural	Pasto Natural y Cultivo Corto	Vegetación Arbustiva
Guanando	0,70	5,12	227,57	14,34		15,03			58,45
Cahuaji Bajo	76,15		59,37				302,21	116,18	208,49
Guso Grande					1,68	28,38		34,10	20,15

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

La parroquia tiene una extensión de 1555 hectáreas de superficie. Las mismas que están determinadas por zonas de uso. La zona de pasto natural comprende 302,21 Hectáreas, la misma que se encuentra ubicada en la comunidad de Cahujá Bajo siendo una de las más importantes, de la misma manera los cultivos de ciclo corto y vegetación arbustiva se encuentran en esta comunidad. En lo que corresponde a la Cabecera Parroquial de Guanando y a la comunidad de Cahujá Bajo se encuentran en su mayoría cubiertas de Bosque plantado y de vegetación arbustiva. (PDOT Guanando, 2014).

Tabla 14. Uso actual del suelo en la parroquia.

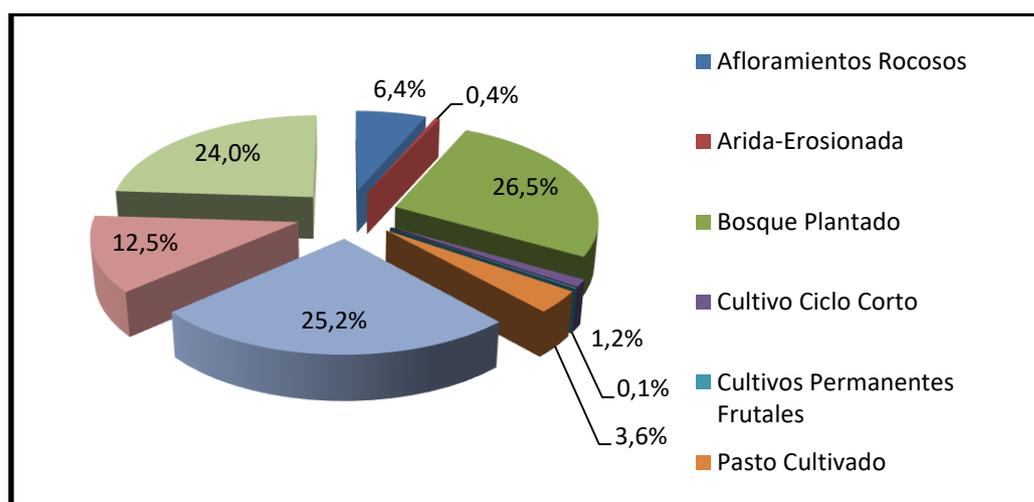
USO ACTUAL DEL SUELO	Superficie (ha)	Porcentaje
Afloramientos Rocosos	76,85	6,4%
Árida-Erosionada	5,12	0,4%
Bosque Plantado	317,5	26,5%
Cultivo Ciclo Corto	14,34	1,2%
Cultivos Permanentes Frutales	1,68	0,1%
Pasto Cultivado	43,41	3,6%
Pasto Natural	302,21	25,2%
Pasto Natural y Cultivo Ciclo Corto	150,29	12,5%
Vegetación Arbustiva	287,09	24,0%
TOTAL	1198,49	100,0%

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Como podemos observar en este cuadro en la Parroquia predomina las zonas de bosque plantado con una superficie de 317,5 has, pasto natural con una superficie de 302,21 has, seguido de vegetación arbustiva con 287,09 has, estas tres coberturas representan el mayor porcentaje del uso total del suelo en la parroquia.

Ilustración 89. Uso actual del suelo en la parroquia Guanando.



Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

4.1.1.5. VIALIDAD

La Parroquia Guanando posee una extensión de 22.32 km de vías de las cuales el 87% es de tierra, lo que complica la movilidad hacia las comunidades y barrios de la parroquia, el 4% de adoquín corresponde a las vías internas de la cabecera parroquial y Cahuají Bajo, el asfalto corresponde a la vía Cahuají Bajo - Cotaló que está a cargo del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, la construcción de esta nueva vía ocasionó que el acceso al sector del Arrayanes sea destruido por lo que se necesita la apertura a este importante sector.

No existe el acceso a la comunidad del Guso, y a el Barrio San Antonio debido a falta de estudios de este sector (competencia Municipal), esto dificulta las actividades productivas agropecuaria. (PDOT Guanando, 2014).

Tabla 15. Red vial de la Parroquia Guanando.

CAPA DE RODADURA	ESTADO DE LA VÍA	DISTANCIA (Km)	PORCENTAJE (%)
Tierra	Malo	19.4	87.0
Adoquín	Regular	0.98	4.0
Lastre	Malo	0.14	1.0
Asfaltado	Bueno	1.8	8.0
Total		22.32	100

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

La comunicación terrestre interna con el resto de la provincia y el país se realiza fundamentalmente a través de las siguientes vías:

- **Hacia el Norte:**
Vía Cahuají Bajo – Cotaló - Ambato
- **Hacia el Sur:**
Vía La Providencia – Riobamba
Vía Puente de Penipe – Riobamba

Desde el punto de vista de la infraestructura para la movilidad de personas y mercancías se observa un déficit significativo, evidenciado por las malas condiciones del sistema vial, lo cual genera el incremento del tiempo de viaje y elevado costo del transporte.

Bajo este panorama es necesario introducir una propuesta de mejoramiento sustancial en las vías de comunicación del cantón, la misma que una vez ejecutada repercutan en el ahorro de los costos recurrentes de mantenimiento de las vías que actualmente en su mayoría son de tierra. (PDOT Guanando, 2014)

4.1.1.6. TRANSPORTE PÚBLICO.

En lo que se refiere a los servicios de transporte existen dos cooperativas de transporte que brindan servicio a la parroquia, la Cooperativa “San Lucas” tiene 3 turnos diarios de entrada y 3 turnos de salida, esta cooperativa brinda su servicio hasta la Comunidad de Cahuají Bajo, La Cooperativa Quimiag de la misma manera ofrece 3 turnos pero estos únicamente llegan hasta la Parroquia de la Providencia. (PDOT Guanando, 2014).

Tabla 16. Transporte público de la Parroquia Guanando.

COMUNIDAD	TIPO DE MEDIO DE TRANSPORTE				Nombre de la Cooperativa	Horarios Disponibles
	Buses	Camionetas	Rancheras	Taxis		
Guanando	x	x		x	San Lucas	06:20 – 08:00
						11:30 – 12:25
						14:30 – 16:10
Cahuají Bajo	x	x		x	Quimiag	07:00
Guso Grande		x		x		10:30
						12:10

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

4.1.1.7. AMENAZAS NATURALES.

Las amenazas naturales que mayor impacto socio-económico han causado en el Ecuador, principalmente en el sector, son las inundaciones, los eventos sísmicos, volcánicos y los movimientos de masas o deslizamientos, los mismos que fueron considerados en el diagnóstico del Plan de Ordenamiento Territorial de la Parroquia Guanando.

La caída de ceniza a pesar de ser una amenaza natural, no se consideró poner en los cuadros de los eventos adversos, ya que este tipo de fenómenos son incontrollables, y el periodo que permanece activo es incierto. Pero que sin lugar a duda ha afectado a la parroquia, las zonas agropecuarias, y de vivienda; el exceso de ceniza produce la caída de hojas, caída de techos, afectación a las vías respiratorias de los asentamientos humanos, contaminación a los suministros de agua, taponamiento de sistemas de drenaje. (PDOT Guanando, 2014).

Tabla 17. Ocurrencia de eventos adversos en la parroquia

Años de ocurrencia del evento adverso	Eventos Adversos												Número total de eventos adversos	Porcentaje
	Vientos Huracanados		Inundaciones		Heladas		Sequias		Deslaves		Incendios			
	Numero de eventos	Porcentaje (%)	Numero de eventos	Porcentaje (%)	Numero de eventos	Porcentaje (%)	Numero de eventos	Porcentaje (%)	Numero de eventos	Porcentaje (%)	Numero de eventos	Porcentaje (%)		
Año 1970	1	2,10	0	0	3	6,30	1	2,10	5	10,40	1	2,10	11	22,90
Año 1983	2	4,20	0	0	3	6,30	1	2,10	5	10,40	0	0,00	11	22,90
Año 1995	3	6,30	0	0	2	4,20	2	4,20	6	12,50	0	0,00	13	27,10
Año 2004	1	2,10	0	0	3	6,30	1	2,10	8	16,70	0	0,00	13	27,10
TOTAL													48	

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Se registró un total de 48 eventos adversos, desde el año 1970 hasta la actualidad; los deslaves siendo la que más veces ha causado daños y han provocado la pérdida total de su cosecha; sin embargo, los vientos huracanados, inundaciones y sequías también han afectados al sector, así mismo impidiendo el desarrollo productivo de la zona.

4.1.2. POBLACIÓN.

4.1.2.1. INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA.

El proyecto cuenta con una población beneficiaria directamente de 636 habitantes, según el censo INEC del año 2010, con un crecimiento del 1.04%.

En la parroquia Guanando el 52,36% corresponde al género masculino y mientras que el 47,64% pertenece al género femenino. (PDOT Guanando, 2014).

- **Población desagregada por sexo y grupos de edad**

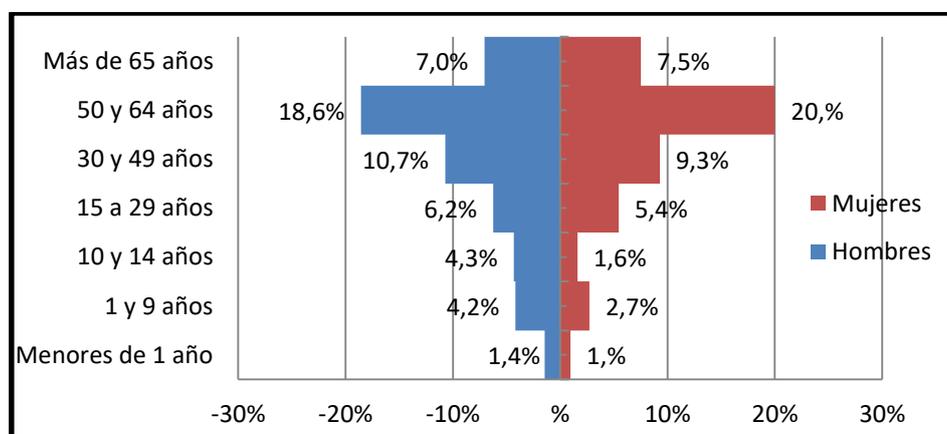
Tabla 18. Población total en la parroquia

Grupos	Hombres		Mujeres		Total porcentaje	Total
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje		
Menores de 1 año	10	1,57%	7	1,10%	2,67%	17
1 y 9 años	26	4,09%	17	2,67%	6,76%	43
10 y 14 años	27	4,25%	12	1,89%	6,13%	39
15 a 29 años	40	6,29%	34	5,35%	11,64%	74
30 y 49 años	68	10,69%	58	9,12%	19,81%	126
50 y 64 años	116	18,24%	125	19,65%	37,89%	241
Más de 65 años	46	7,23%	50	7,86%	15,09%	96
TOTAL	333	52,36%	303	47,64%	100,00%	636

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

Ilustración 90. Pirámide poblacional en la parroquia de Guanando.



Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

4.1.2.2. ESTRUCTURA FAMILIAR.

- **Género y responsabilidad familiar**

Tabla 19. Estructura familiar por comunidades.

Comunidad	Jefes de familia hombres		Jefes de familia mujeres		Total de jefes de familia
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	
Guanando	44	57,9%	32	42,1%	76
Cahuají Bajo	45	64,3%	25	35,7	70
Guso Grande	7	53,8%	6	46,2%	13
TOTAL	96	60,4%	63	39,6%	159

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En la parroquia existen 159 jefes de familia de los cuales el 42.1% están en la cabecera parroquial. El 35.7% en la Comunidad de Cahuají Bajo y el 46.2% en la comunidad Guso Grande.

Tabla 20. Estructura familiar en la parroquia.

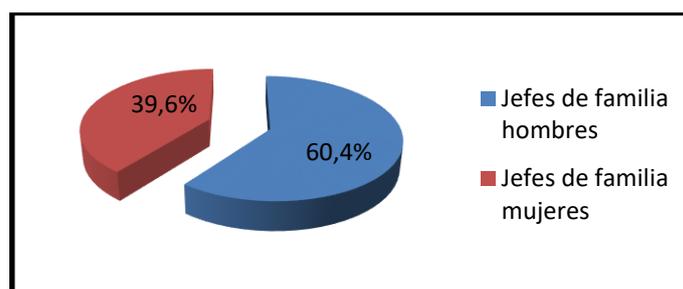
Estructura familiar	Número	Porcentaje
Jefes de familia hombres	96	60,4%
Jefes de familia mujeres	63	39,6%
TOTAL	159	100%

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

La Parroquia Guanando, siendo una parroquia pequeña en población tiene 159 jefes de familia entre hombres y mujeres. De los cuales la mayor parte de la estructura familiar están encabezados por jefes hombres; sin embargo un número bastante considerable de mujeres están de cabeza de hogar; las causas siendo varias, como el ser madres solteras, divorciadas o viudas. (PDOT Guanando, 2014)

Ilustración 91. Estructura familiar en la parroquia de Guanando.



Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

4.1.2.3. FUENTES DE INGRESOS FAMILIARES.

- Fuentes de ingresos familiares

Tabla 21. Fuentes de ingresos familiares Guanando.

Comunidad	Actividad agrícola		Actividad pecuaria		Actividades de construcción		Actividades relacionadas con el comercio		Actividades artesanales		Empleados en el sector público		Empleados en el sector privado		Total de la población económicamente activa
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
Guanando	111	58,12	59	30,89	3	1,571	6	3,141	3	1,571	7	3,665	2	1,047	191
Cahuají Bajo	123	58,02	75	35,38	6	2,83	5	2,358	1	0,472	0	0	2	0,943	212
Guso Grande	21	58,33	10	27,78	2	5,556	1	2,778	2	5,556	0	0	0	0	36

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

La población en un 58.12% se dedica a la actividad agrícola siendo su principal actividad laboral, aunque no sea la más representativa económicamente; esa es la razón para que la población se dedique a otras actividades económicas, complementada con la actividad pecuaria, construcción, comercio, empleados en el sector público y privado. Sin embargo, a pesar que la parroquia no cuenta con ninguna infraestructura productiva, los pobladores están en constante búsqueda de varias alternativas de trabajo, la cuales permiten tener algún sustento para sus familias. (PDOT Guanando, 2014)

Tabla 22. Promedio de aportantes al ingreso familiar.

Comunidad	Población económicamente activa (PEA)	Número total de jefes de familia	Promedio de aportantes por familia
Guanando	191	76	2,51
Cahuají Bajo	212	70	3,03
Guso Grande	36	13	2,77
TOTAL	439	159	
	PROMEDIO		3,71

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

La población económicamente activa está comprendida entre los 15 y 65 años de edad. Más del 50% de la población parroquial están aportando al PEA, con dos personas que se dedican a trabajar en tiempo completo, mientras que la otra persona aporta a medio tiempo, esa es la

razón de tener el promedio familiar de aportación de 3.71. El ingreso familiar promedio de la parroquia se estima en 250 dólares mensuales.

Tabla 23. Población económicamente activa por segmento de ocupación.

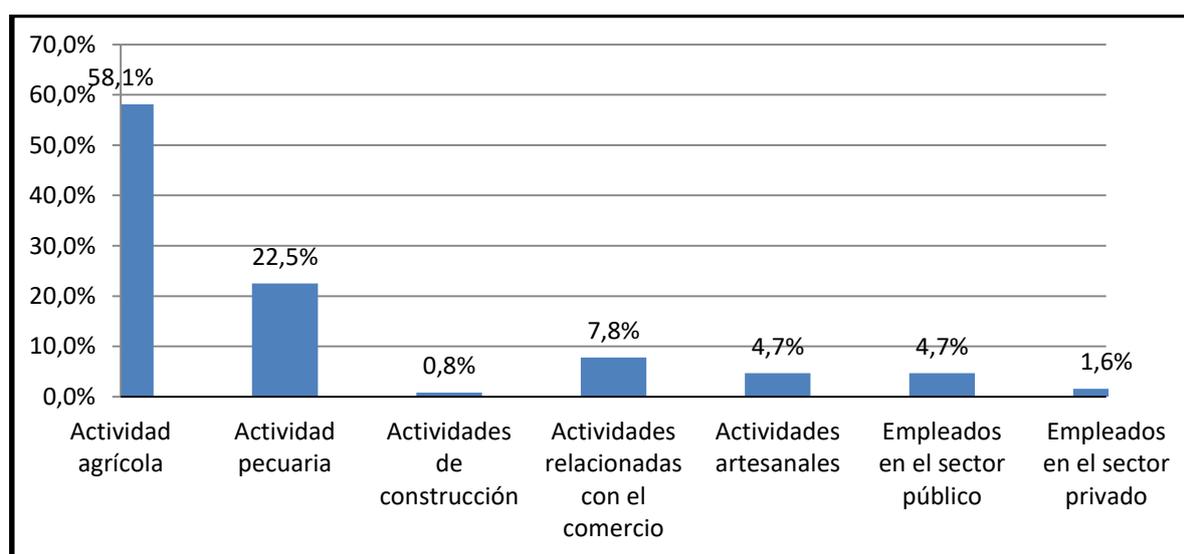
Fuentes de ingresos familiares	Numero	Porcentaje
Actividad agrícola	255	58,09%
Actividad pecuaria	144	32,80%
Actividades de construcción	9	2,05%
Actividades relacionadas con el comercio	14	3,19%
Actividades artesanales	6	1,37%
Empleados en el sector público	7	1,59%
Empleados en el sector privado	4	0,91%
TOTAL	439	100%

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

La mayor parte de la población económicamente activa parroquial se dedica a la actividad agrícola, siendo su principal labor, aunque no sea la más importante en rubros económicos; además, un grupo considerable de personas se dedican a la actividad pecuaria

Ilustración 92. Población económicamente activa por segmento de ocupación



Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

4.1.2.4. MIGRACIÓN.

- **Caracterización de la migración temporal dentro del país.**

La parroquia Guanando se caracteriza por ser una parroquia pequeña en habitantes a pesar de tener una superficie considerable de territorio, la migración interna y en un menor porcentaje la migración externa, las tierras improductivas ha sido las causas para que el sector no cuente con un número mayor de habitantes; además, factores ambientales, amenazas naturales, escasos rendimientos agropecuarios, la inexistencia de centros de educación superior han sido motivos para que la población salga a otros lugares. (PDOT Guanando, 2014)

Tabla 24. Casos de migración temporal dentro del país reportados.

Comunidad	Casos reportados por ciudades de destino								Total de casos reportados
	Quito		Guayaquil		Ibarra		Oriente		
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
Guanando	2	50%	2	50%					4
Cahuají Bajo	5	100%							5
Guso Grande					1	50%	1	50%	2

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En la cabecera parroquial se han registrado 4 casos de migración, es porque el 45% de la población está considerada como flotante, la misma que está en constante desplazamiento a su lugar de trabajo o estudio desde el lugar de origen; mientras que en la comunidad de Cahuají Bajo y Guso Grande se registraron 20 personas que salen esporádicamente de la parroquia.

Tabla 25. Ciudades destino en migración temporal dentro del país.

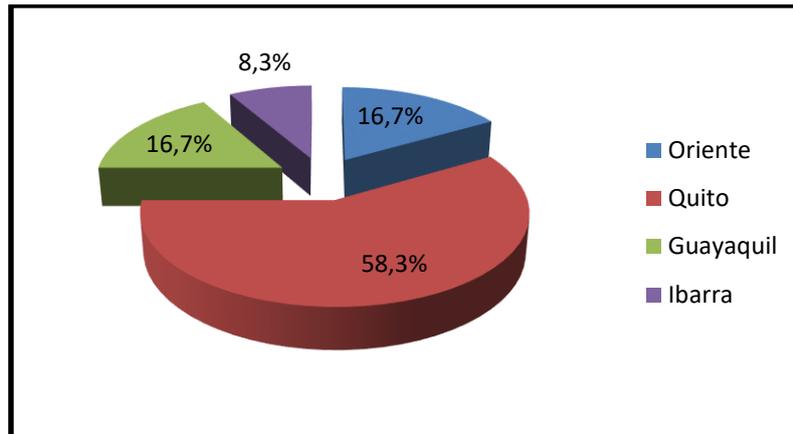
Ciudades destino	Número total de casos reportados	Porcentaje
Oriente	2	16,7%
Quito	7	58,3%
Guayaquil	2	16,7%
Ibarra	1	8,3%
TOTAL	12	100%
Población total		636
Tasa de migración estacional dentro del país		1,9%

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

La mayor parte de los migrantes temporales dentro del país salen a la ciudad de Riobamba por encontrarse cercana a su lugar de residencia o porque tienen familiares en esas ciudades. Sin embargo, salen a ciudades más grandes como Quito y Ambato con el propósito de conseguir un trabajo con mayor remuneración económica

Ilustración 93. Ciudades destino en migración temporal dentro del país.



Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

- **Caracterización de la migración permanente fuera del país.**

Tabla 26. Casos de migración permanente fuera del país reportados.

Comunidad	Casos reportados por ciudades de destino						Total de casos Reportados
	EEUU		España		Italia		
	No.	%	No.	%	No.	%	
Guanando			1	25%	3	75%	4
Cahuají Bajo			5	100%			5
Guso Grande	2	66%	1	34%			3

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En la parroquia se registraron 12 casos de personas que han migrado fuera del país, los principales países han sido España e Italia; las remesas lo realizan mensualmente, la principal motivación para salir del país fue el buscar fuentes de trabajo con un mejor salario del que reciben en el país de origen. (PDOT Guanando, 2014) .

Tabla 27. Países destino en migración permanente fuera del país.

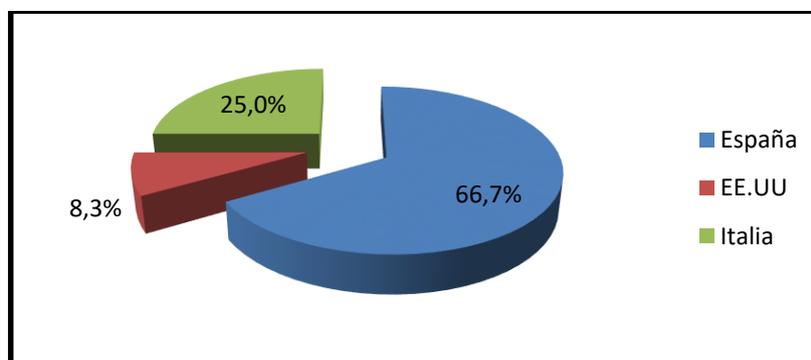
Países destino	Número total de casos reportados	Porcentaje
España	8	66,7%
EE.UU	1	8,3%
Italia	3	25,0%
TOTAL	12	100%
	Población total	636
	Población estimada antes de los procesos migratorios	648
	Tasa de migración permanente fuera del país	1,9%

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En este cuadro podemos apreciar el número de personas que han migrado fuera del país, siendo su destino preferido España, seguido de Italia y finalmente EEUU, los mismos que les facilitan conseguir trabajo mas pronto ya que tienen mejores salarios y de esta manera pueden solventar sus necesidades económicas.

Ilustración 94. Países destino en migración permanente fuera del país.



Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En la ilustración 94 se puede apreciar que las personas que migran fuera del país, siendo el país preferido España, el mismo que les facilita conseguir trabajo más pronto ya que tienen similitud en el idioma; otro país que van los migrantes ecuatorianos y de esta parroquia es Italia, la misma que no les parece tan complicado ya que el idioma no tiene mucha complejidad y pueden aprender con facilidad.

4.1.2.5. COMPOSICIÓN ÉTNICA.

La población en su totalidad se definió como mestiza, relatan que antiguamente vivían personas en la parte alta de la parroquia, los mismos que tenían rasgos y dialectos indígenas, pero al paso del tiempo han ido adoptando costumbres occidentales. (PDOT Guanando, 2014).

Tabla 28. Composición étnica por asentamiento humano en la parroquia

Comunidad	Población mayoritariamente indígena	Población Mayoritariamente mestiza
Guanando	-	X
Cahuají Bajo	-	X
Guso Grande	-	X

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

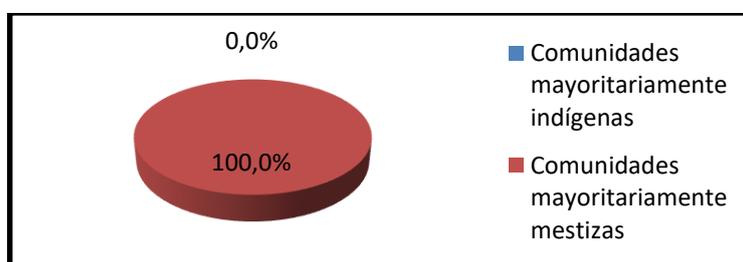
Tabla 29. Composición étnica en la parroquia

Etnicidad	Número de comunidades	Porcentaje
Comunidades mayoritariamente indígenas	0	0,0%
Comunidades mayoritariamente mestizas	3	100,0%
TOTAL	3	100%

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

Ilustración 95. Composición étnica en la parroquia Guanando.



Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

4.1.3. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA.

La población económicamente activa dentro de la parroquia está dividida en un 67% de hombres y un 33% de mujeres, siendo así una diferencia notable de las personas con potencial de trabajar en el sector entre hombres y mujeres, así el número de hombres es 114 y mujeres 57, que nos da un total de 170 personas.

La PEA de la parroquia, la mayor parte de los habitantes se dedica principalmente al sector primario, el 74% de la PEA se dedica a actividades extractivas del suelo en el sector principalmente la agricultura; el 21% de las personas también se dedican a actividades de comercio y servicios así como existe una mínima parte 5% de la población se dedica al sector secundario, actividades que se relacionan a la manufactura e industria.

La principal actividad económica desarrollada en la parroquia con alto porcentaje de participación es la agricultura y ganadería, además que un 15% de la población es trabajador nuevo y el resto no declara a que actividad se dedica, por otra parte existen otras actividades mínimas que sondean menos del 3% de participación como enseñanza, transporte, administración pública entre otros, y actividades de comercio y manufactura que representan solo el 9%. (PDOT Guanando, 2014).

4.1.4. SUBSISTEMA ECONÓMICO-PRODUCTIVO.

4.1.4.1. SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.

- **Caracterización de la unidad de producción familiar.**

Tabla 30. Caracterización de la unidad de producción familiar en la parroquia.

Cultivo	Comunidades	Superficie promedio por familia (ha)	Periodo anual de siembras y cosechas		Destino de la producción		
			Mes de siembra	Mes de cosecha	Venta	Autoconsumo y venta	Autoconsumo
MAÍZ	Guanando	1.87	Oct	Abr		x	
	Cahuají Bajo	2.18	Oct	Abr	x		
	Guso Grande	0.85	Oct	Abr		x	
	Promedio por cultivo	1.63					

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

La superficie promedio por familia del cultivo de maíz es de 1.63 hectáreas; mientras que la superficie promedio por familia es de 1.87 hectáreas de los habitantes de la cabecera parroquial. Los habitantes de las comunidades de Cahujá Bajo tienen un promedio de 21.8 hectáreas por familia y la comunidad de Guso Grande tiene un promedio de cultivo de 0.85 hectáreas. (PDOT Guanando, 2014).

- **Superficie de cultivos transitorios y permanentes en la parroquia**

Tabla 31. Cultivos transitorios que se desarrollan en la parroquia.

Cultivos transitorios	Superficie (ha)	Porcentaje sobre el total de las áreas destinadas a producción
Alfalfa	3.88	56,73%
Tomate de Árbol	2.20	32,16%
Aguacate	0.76	11,11%
Total	6.84	100%

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En la distribución territorial de los cultivos transitorios en la parroquia: Los habitantes de la mayoritariamente destinan su territorio al cultivo de alfalfa (56.73%), y el área predestinada aproximadamente es de 3.88 hectáreas; además, 2.20 hectáreas equivalente al 32.16% para el cultivo de tomate de árbol, y el 0.76% de la superficie de producción, correspondiente a 11.11 hectáreas lo destinan al cultivo de aguacate.

Tabla 32. Cultivos permanentes que se desarrollan en la parroquia

Cultivos permanentes	Superficie (ha)	Porcentaje sobre el total de las áreas destinadas a producción
MAÍZ	13.4	100%
Total	13.4	100%

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En la cabecera parroquial, se estima una superficie de 13 hectáreas para cultivos permanentes; esta superficie se destina exclusivamente para el cultivo del maíz.

- **Ciclos de producción**

Tabla 33. Ciclos productivos de los principales rubros de producción

Cultivo	Meses de siembras	Meses de cosechas
MAÍZ	Septiembre – Octubre	Abril – Mayo

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

Los ciclos productivos están marcados a ciertas épocas del año, la cual se debe a circunstancias climatológicas, de costumbres y tradiciones que año tras año han venido realizando los agricultores del sector, y que hasta la actualidad les ha producido buenos resultados.

- **Destino de la producción**

Tabla 34. Destino de la producción de los principales rubros de producción.

Comunidades Productoras	Cultivo	Destino de la Producción		
		Autoconsumo	Venta	Autoconsumo y Venta
Cabecera Parroquial	Maíz			x
Cahuají Bajo	Maíz			x
Guso Grande	Maíz			x

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

La mayoría de los productos que cultivan en el sector lo dedican al autoconsumo y venta. La mayoría de agricultores sacan sus productos a ciudades cercanas como Riobamba al mercado mayorista.

En la parroquia, la principal fuente de ingresos es la agricultura sin duda además de que de ello los principales productos de siembra son el maíz que ocupa un 75% de la producción, y el pasto un 15 % así mismo entre otros productos agrícolas como aguacate, frutas, chocho, amaranto, entre otros que ocupan una producción mínima en el sector. (PDOT Guanando, 2014).

4.1.4.2. SISTEMA DE PRODUCCIÓN PECUARIO.

- Población animal.**

Tabla 35. Población animal de especies mayores en la parroquia.

Comunidad	Población animal de especies mayores											
	Ganado bovino de leche		Ganado bovino de carne		Ganado ovino		Ganado porcino		Ganado equino		Camélidos andinos	
	Criollo	Mejorado	Criollo	Mejorado	Criollo	Mejorado	Criollo	Mejorado	Criollo	Mejorado	Criollo	Mejorado
Guanando	60		34				10					
Cahuají Bajo	6						25					
Guso Grande	130		28				5					
TOTAL	196		62				130					

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

- Destino de la producción.**

Tabla 36. Producción pecuaria de especies mayores en la parroquia.

Producto Pecuario	Comunidades Productoras	Destino de la Producción		
		Autoconsumo	Venta	Autoconsumo y Venta
Leche	Cabecera Parroquial	x		x
	Cahuají Bajo	x		x
	Guso Grande	x		x
Ganado de carne en pie	Cabecera Parroquial			x
	Cahuají Bajo			x
	Guso Grande			x
Ganado ovino en pie	Cabecera Parroquial			x
	Cahuají Bajo			x
	Guso Grande			x
Lana de ovino	Cabecera Parroquial			x
	Cahuají Bajo			x
	Guso Grande			x
Ganado porcino en pie	Cabecera Parroquial			x
	Cahuají Bajo			x
	Guso Grande			x
Ganado equino en pie	Cabecera Parroquial			x
	Cahuají Bajo			x
	Guso Grande			x
Camélidos en Pie	Cabecera Parroquial			x
	Cahuají Bajo			x
	Guso Grande			x

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En la producción pecuaria de especies mayores en la parroquia; la leche de los bovinos solo lo destinan para el autoconsumo, las demás especies lo destinan para el autoconsumo y venta.

Tabla 37. Producción pecuaria de especies menores en la parroquia

Producto Pecuario	Comunidades Productoras	Destino de la Producción		
		Autoconsumo	Venta	Autoconsumo y Venta
Cuyes en pie	Cabecera	x		x
	Parroquial			
	Cahuají Bajo	x		x
	Guso Grande	x		x
Conejos en pie	Cabecera	x		x
	Parroquial			
	Cahuají Bajo	x		x
	Guso Grande	x		x
Huevos de Gallina	Cabecera	x		x
	Parroquial			
	Cahuají Bajo	x		x
	Guso Grande	x		x
Pollos criollos de engorde en pie	Cabecera	x		x
	Parroquial			
	Cahuají Bajo	x		x
	Guso Grande	x		x

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

La mayor parte de estas especies pecuaria menores lo destinan para el autoconsumo y en un mínimo porcentaje a la venta de estas especies; siendo los mercados cercanos para la venta.

4.1.4.3. OFERTA PRODUCTIVA PECUARIA.

En la parroquia se tiene una deficiente productividad de leche, la cual no se puede hablar de una oferta productiva, mejor se diría que hay un déficit nutricional en el sector, y el promedio de leche por vaca es 1,5 a 2,5 litros/día, siendo muy baja debido a la mala calidad de pastos y el escaso déficit de agua en el sector.

Las especies en pie como: ganado bovino de carne, ovino, porcino, equino y camélido; de todas las especies mencionadas se estimaría que habrá una unidad por cada especies destinada para la venta. (PDOT Guanando, 2014)

4.1.4.4. ESTABLECIMIENTOS ECONÓMICOS.

Según información primaria recabada en la parroquia, la actividad comercial interna en la parroquia es escasa ya por el mismo motivo que en la cabecera cantonal de la parroquia consta de 2 tiendas de abarrotes al igual que en la comunidad de Guso 1 tienda y de Cahují de igual forma, sumando un total de 4 establecimientos comerciales dentro de la parroquia. (PDOT Guanando, 2014)

4.1.4.5. INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA.

El sector no cuenta con ninguna infraestructura productiva; motivo por el cual los habitantes solo se dedican a la práctica agropecuaria para el autoconsumo, existe escasa producción agrícola para la comercialización de sus productos; factores como el agua hace difícil que sus productos tengan el rendimiento adecuado. (PDOT Guanando, 2014)

4.1.4.6. TURISMO.

La parroquia Guanando, no cuenta con potencial turístico. (PDOT Guanando, 2014)

4.1.5. SUBSISTEMA ASENTAMIENTOS HUMANOS

4.1.5.1. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS BÁSICOS Y DE VIVIENDA.

- **Disponibilidad de servicios básicos de agua, electricidad y saneamiento básico.**

Tabla 38. Disponibilidad de servicios básicos de agua, electricidad y saneamiento básico en las comunidades de la parroquia.

Comunidad	Servicio de agua de consumo humano y uso doméstico						Servicio de energía eléctrica		Servicio de alcantarillado		Servicio de recolección de basura	
	Disponibilidad		Forma de aprovisionamiento				Si	No	Si	No	Si	No
	Si	No	Red pública	Agua entubada	Carro repartidor	Pozos propios						
Guanando	x			x			x		x			x
Cahuají Bajo	x			x			x			x		x
Guso Grande	x			x			x			x		x

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En la parroquia existe disponibilidad de agua de consumo humano, la forma de aprovisionamiento es de agua entubada, el sistema de conducción que abastece a la cabecera parroquial se encuentra en mal estado la misma que tiene varios años de uso. Los habitantes de la parroquia en un 98% disponen del servicio de energía eléctrica; toda la población no dispone del servicio de alcantarillado; y peor aún cuentan con un servicio de recolección de basura. (PDOT Guanando, 2014)

- **Disponibilidad de servicios básicos de comunicación.**

Tabla 39. Disponibilidad de servicios básicos de comunicación en las comunidades de la parroquia.

Comunidad	Servicio de Telefonía fija			Servicio de telefonía móvil			Servicio de locales multi-servicios	
	Si	No	Nº de familias que cuentan con el servicio	Si	No	Nº de familias que cuentan con el servicio	Si	No
Guanando	x		22	x		37		x
Cahuají Bajo	x		28	x		32		x
Guso Grande	x		6	x		11		x

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En lo concerniente al servicio de telefonía, en el año 2010 la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) dota de 40 líneas de telefonía fija inalámbrica para Guanando, pero no se realizó un estudio socio-económico a las personas beneficiarias de este proyecto, razón por la cual en la actualidad existe un número de líneas telefónicas que están

suspendidas por falta de pago y otras los usuarios han suspendido el servicio a CNT; con respecto a la telefonía móvil, se estima que el 60% de la población de la cabecera parroquial tiene acceso a la telefonía móvil, y el 40% de la población de las comunidades de Guso Grande y Cahujá Bajo. (PDOT Guanando, 2014)

- **Servicios de transporte.**

Tabla 40. Servicios de transporte desde y hacia las comunidades de la parroquia.

Comunidad	Tipo de medio de transporte				Nombre de la cooperativa	Horarios disponibles
	Buses	Camionetas	Rancheras	Taxis		
Guanando	x	x		x	San Lucas	06:20 – 08:00 11:30 – 12:25 14:30 – 16:10
Cahuajá Bajo	x	x		x	Quimiag (Solo llega hasta la parroquia de la Providencia)	07:00 10:30 12:30
Guso Grande		x		x		

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En lo que se refiere a los servicios de transporte existen dos cooperativas de transporte que brindan servicio a la parroquia, la Cooperativa “San Lucas” tiene 3 turnos diarios de entrada y 3 turnos de salida, esta cooperativa brinda su servicio hasta la Comunidad de Cahujá Bajo, La segunda Cooperativa de la misma manera ofrece 3 turnos pero estos únicamente llegan hasta la Parroquia de la Providencia. (PDOT Guanando, 2014).

- **Acceso a medios de comunicación.**

Tabla 41. Acceso a medios de comunicación en las comunidades de la parroquia.

Comunidad	Acceso a medios televisivos		Acceso a medios radiales			Acceso a medios escritos			
	Disponibilidad		Nombre del medio	Disponibilidad		Nombre del medio	Disponibilidad		
	Si	No		Si	No		Si	No	
Guanando	X		Gama TV Teleamazonas	X		Fantástica Fórmula 3	X		La Prensa
Cahuajá Bajo	X		EC TV	X		Tricolor		X	
Guso Grande	X		EC TV	X		Radio Volcán		X	

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

Los habitantes del sector en su mayoría escuchan noticias y música en los programas radiales a partir de 5 a 7am, y en la noche de 6 a 8 pm, los principales medios radiales que sintonizan las personas del sector es la radio Tricolor, Ternura, Volcán, Radiofónicas y Canela.

La mayoría de habitantes observan los canales locales (EC TV, Gama TV), además, algunos canales nacionales, lo programas que generalmente ven son las noticias). (PDOT Guanando, 2014).

- **Acceso a programas de vivienda**

Los asentamientos humanos de la parroquia Guanando han sido beneficiados con programas de vivienda; sin embargo, han recibido ayuda por parte de MIDUVI en el año 2007 para cambio de techos en el año por motivo de la caída de ceniza del volcán Tungurahua. (PDOT Guanando, 2014)

Tabla 42. Acceso a programas de vivienda en las comunidades de la parroquia

Comunidad	Acceso a Programas de vivienda		N° de familias beneficiadas
	Si	No	
Guanando	x		4
Cahuají Bajo	x		50
Guso Grande	x		6

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

Como lo muestra el cuadro anterior en la parroquia se han beneficiado 60 familias con los programas de vivienda del MIDUVI.

- **Características constructivas de las viviendas**

Tabla 43. Características constructivas de las viviendas en las comunidades de la parroquia

Comunidad	Número de familias que cuentan con vivienda propia	Características constructivas de la vivienda		
		Número de viviendas con construcción tradicional	Número de viviendas con construcción mixta	Número de viviendas con construcción de hormigón
Guanando	34		34	
Cahuají Bajo	22		22	
Guso Grande	10		10	

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En la parroquia Guanando se determinó que el 90% de las familias poseen vivienda propia, un 70% de las viviendas es de construcción mixta (adobe, paja, madera, zinc), las mismas que se encuentran en un proceso de deterioro, por lo que hace falta una reconstrucción o requieren una nueva construcción; se identificó muy pocas casas de construcción de hormigón principalmente en la cabecera parroquial. (PDOT Guanando, 2014)

4.1.5.2. DISPONIBILIDAD Y CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMÉSTICO

- **Disponibilidad**

Tabla 44. Disponibilidad del servicio de agua de consumo humano y uso doméstico en las comunidades de la parroquia

Comunidad	Disponibilidad del servicio de agua de consumo humano		Nombre del sistema
	Si	No	
Guanando	x		
Cahuají Bajo	x		
Guso Grande	x		

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

La parroquia posee un limitado servicio de agua entubada para el consumo humano, el sistema de agua que abastece a la cabecera parroquial está administrado por la Junta Administradora de agua de Guanando.

Los daños que comúnmente reporta las personas encargadas de dar el monitoreo a los sistemas de agua, es en el sistemas de conducción, la misma que es de manguera y tienen varios años de uso, y está en proceso de deterioro por estar expuesta a que las raíces de los árboles y las herramientas que utilizan en zonas de productivas el sistema de conducción se rompa, la cual se expone a la contaminación de líquido vital hasta llegar a los usuarios. (PDOT Guanando, 2014).

4.1.5.3. DISPONIBILIDAD Y CARACTERIZACIÓN DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO BÁSICO Y MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS.

- Saneamiento básico

Tabla 45. Infraestructura disponible para la disposición de aguas servidas.

Comunidad	Forma de disposición de aguas servidas		
	Número de familias con alcantarillado	Número de familias con pozo séptico	Número de familias que disponen las aguas servidas directamente sobre ríos y quebradas
Guanando	10	10	56
Cahuají Bajo		4	66
Guso Grande		2	11

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En la parroquia no existe infraestructura suficiente de alcantarillado para las aguas servidas, la cabecera parroquial solo se beneficia 16 de pozos sépticos y el resto de las familias lo realizan sus necesidades a cielo abierto o lo depositan en los ríos y quebradas al igual que los habitantes de las comunidades. (PDOT Guanando, 2014).

- Manejo de desechos sólidos.

Tabla 46. Formas de disposición de los residuos sólidos.

Comunidad	Disponibilidad del servicio de recolección de basura						Otras formas de disposición de residuos					
	Desechos Hospitalarios		Desechos Domiciliarios		Desechos industriales		Tanques recolectores		Aprovechan los residuos orgánicos		Aprovechan los residuos inorgánicos	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Guanando	x		x		x		x		x			x
Cahuají Bajo	x		x		x			x	x			x
Guso Grande	x		x		x			x	x			x

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En la parroquia no existe disponibilidad de servicios de recolección de desechos domiciliarios; para el cálculo de la cantidad de basura que producen los asentamientos humanos del sector, se ha considerado el promedio de 4 personas por familia, la misma que producen 28 kg de basura por semana, estimando que el 70% de la basura es orgánica.

La materia orgánica está comprendida de residuos de cocinas, abonos de animales, y residuos de cosecha; mientras que la basura inorgánica está comprendida por las fundas y botellas de plásticas, botellas de vidrio, etc., estos residuos son depositados en las áreas de cultivos, zonas abandonadas, quebradas y algunas personas lo queman. (PDOT Guanando, 2014)

4.1.5.4. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE ELECTRICIDAD.

La cabecera parroquial al igual que sus comunidades cuenta con la cobertura total de la disponibilidad del servicio de energía eléctrica, por medio del sistema interconectado de energía; sin embargo, se tendría que realizar un estudio para ver la factibilidad de ampliar el alumbrado público. (PDOT Guanando, 2014).

Tabla 47. Disponibilidad del servicio de electricidad en las comunidades de la parroquia.

Comunidad	Disponibilidad del servicio de electricidad		Forma de provisión		
	Si	No	Red pública	Fuente alternativa	Otros
Guanando	x		x		
Cahuají Bajo	x		x		
Guso Grande	x		x		

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En la parroquia se abastecen del servicio de energía eléctrica de la red pública.

4.1.5.5. SERVICIOS DE EDUCACIÓN DISPONIBLES.

- **Instituciones de educación disponibles**

Tabla 48. Disponibilidad de instituciones de educación en las comunidades de la parroquia.

Comunidad	Nombre de la institución	Tipo de institución				Nivel de formación ofertado				Jornada			Idioma	
		Fiscal	Fiscomisional	Municipal	Privada	Pre-escolar	Primaria	Ciclo básico	Bachillerato	Matutina	Vespertina	Nocturna	Hispana	Bilingüe
Guanando														
Cahuají Bajo	Escuela Provincia de Manabí	x				x	x			x				x
Guso Grande														

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

La parroquia cuenta con una Unidad Educativa existe la Escuela Fiscal Mixta Provincia de Manabí en la comunidad de Cahuají bajo. Este centro educativo es fiscal, la misma que tienen una jornada matutina y el idioma que reciben las clases es el hispano.

- **Población en las instituciones de educación.**

Tabla 49. Población en las instituciones de educación en las comunidades de la parroquia.

Comunidad	Nombre de la institución	Número de alumnos/alumnas		Números de profesores		Programas de alfabetización				Programas de pos-alfabetización			
		Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Disponibilidad		Población		Disponibilidad		Población	
						Si	No	Hombres	Mujeres	Si	No	Hombres	Mujeres
Guanando													
Cahuají Bajo	Escuela Provincia de Manabí	7	5	1	1		x					x	
Guso Grande													

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

Este centro educativo tiene escasez de alumnos, debido a la cercanía de la Unidad Educativa del Milenio en el Cantón Penipe, por ello cuenta únicamente con 2 profesores.

4.1.5.6. SERVICIOS DE SALUD.

En la parroquia Guanando se cuenta con una deficiente infraestructura de salud; sin embargo, los habitantes del sector reciben atención médica una vez por semana, por medio de la gestión del Gobierno Parroquial al Sub-centro de Salud de la parroquia.

Las enfermedades más comunes en niños en el sector son las Infecciones de vías respiratorias, faringe amigdalitis, desnutrición, parásitos, infecciones respiratorias agudas (I.R.A.S) y Respiratorio y ojos; en los adultos, Infecciones de vías respiratorias, I.R.A.S y Respiratorio y ojos; y en los adultos mayores, Artrosis I.R.A.S, artritis, faringe -amigdalitis, bacterias. (PDOT Guanando, 2014)

- **Servicios de salud disponibles.**

Tabla 50. Disponibilidad de servicios de salud en las comunidades de la parroquia.

Comunidad	Nombre de la institución	Forma de administración							Tipo de institución						
		Pública MSP	IIESS	Privado	ONG	GAD Municipal	GAD Provincial	Sub centro de salud	Centro de salud	Hospital público	Dispensario público	Consultorio privado	Unidad móvil	Clínica	Hospital privado
Guanando	Sub Centro de Salud	X						X							
Cahuají Bajo	Dispensario Medico	X								X					
Guso Grande															

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En la parroquia se cuenta con un centro de salud ubicado en la cabecera parroquial y un dispensario médico ubicado en la comunidad de Cahuají Bajo.

- **Personal disponible en los servicios de salud**

Tabla 51. Personal disponible en los servicios de salud en las comunidades de la parroquia.

Comunidad	Nombre de la institución	Personal dispuesto (número de funcionarios)																			
		Médicos		Odontólogos		Obstetrices		Enfermeras		Auxiliares de servicios		Auxiliares odontológicos		Personal administrativo		Personal de apoyo		Inspectores		Promotores de salud	
		Permanentes	Temporales	Permanentes	Temporales	Permanentes	Temporales	Permanentes	Temporales	Permanentes	Temporales	Permanentes	Temporales	Permanentes	Temporales	Permanentes	Temporales	Permanentes	Temporales	Permanentes	Temporales
Guanando	Sub Centro de Salud		1					1													
Cahuaji Bajo	Dispensario Medico																				
Guso Grande																					

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

En la parroquia el sub centro de salud cuenta con apenas 1 médico y 1 enfermera que si son suficientes para atender la escasa demanda de pacientes que se presentan a los mismos.

- **Servicios brindados por las instituciones de salud**

Tabla 52. Servicios brindados por las instituciones de salud en las comunidades de la parroquia.

Comunidad	Nombre de la institución	Servicios brindados										Tiempo de funcionamiento en años	Cobertura					
		Rayos X		Sala de operaciones		Laboratorio		Consultorios		Hospitalización			Comunitaria	Parroquial	Cantonal	Provincial		
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No							
Guanando	Sub Centro de Salud		x		x			x	x			x			X	X		
Cahuaji Bajo	Dispensario Medico		x		x			x	x			x			X			
Guso Grande																		

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

Los centros de salud de la parroquia únicamente se atienden consultas médicas cada 8 días, en estos centros no disponen de ningún tipo de facilidad ni cuentan con servicios adicionales como laboratorio, quirófano, etc.

- **Enfermedades más comunes registradas por las instituciones de salud**

Tabla 53. Enfermedades más comunes registradas por las instituciones de salud en las comunidades de la parroquia.

Comunidad	Nombre de la institución	Enfermedades más comunes registradas en		
		Niños	Adultos	Adultos mayores
Guanando	Sub Centro de Salud	Respiratorias Gripales Parasitosis	Gripes Estomacales	Reumas Gripes Artritis
Cahuají Bajo	Dispensario Medico	Respiratorias Gripales Parasitosis	Gripes Estomacales	Reumas Gripes Artritis
Guso Grande		Respiratorias Parasitosis	Estomacales	Reumas Artritis

Fuente: PDOT Guanando. (Agosto, 2014).

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

Las enfermedades más comunes que se presenta en la población de la parroquia son: Enfermedades Gripales, Estomacales, Parasitosis, además de Reumas y Artritis en las personas de la Tercera Edad.

4.2. VIABILIDAD Y PLAN DE SOSTENIBILIDAD.

4.2.1. Viabilidad financiera y/o económica.

La evaluación económica de proyectos tiene por objetivo identificar las ventajas y desventajas asociadas a la inversión en un proyecto antes de la implementación del mismo.

La evaluación económica es un método de análisis útil para adoptar decisiones racionales ante diferentes alternativas.

Es frecuente confundir la evaluación económica con el análisis o evaluación financiera. En este segundo caso se considera únicamente la vertiente monetaria de un proyecto con el objetivo de considerar su rentabilidad en términos de flujos de dinero. Mientras que la evaluación económica integra en su análisis tanto los costos monetarios como los beneficios expresados en otras unidades relacionadas con las mejoras en las condiciones de vida de un grupo. Podemos hablar entonces de rentabilidad o beneficios de tipo social.

Una definición de evaluación económica es el “Análisis comparativo de las acciones, alternativas tanto en términos de costos como beneficios”.

Con la apertura de las vías en estudio se aportaran los siguientes beneficios:

- Vías de acceso seguras para la comunicación de las comunidades El Arrayán Chico, Guso Grande y Guso Chico con la Provincia de Chimborazo.
- Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de las comunidades El Arrayán Chico, Guso Grande y Guso Chico localizados en el sector de Cahujá, de la Parroquia Guanando, del Cantón Guano.
- Generación de empleo a los habitantes de la Parroquia Guanando al momento de la ejecución del proyecto.
- Ahorro del tiempo en un 50 % para transportarse de las comunidades a la Ciudad y en momentos de evacuación inmediata por fenómenos naturales inmersos en el sector.
- Ahorro por viaje y facilidad de ingreso de insumos para reactivar la producción agrícola y ganadera.

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.

4.2.2. TIPO DE ANÁLISIS REALIZADO.

La valoración de la viabilidad económica del proyecto se ha realizado a partir del análisis de beneficios en función del costo; el cual valora los beneficios y los costos de un proyecto y los reduce a un patrón de medida común. Si los beneficios exceden a los costos y los demás valores de los indicadores de rentabilidad requeridos; el proyecto es aceptable, en caso contrario el proyecto no es elegible para el financiamiento.

4.2.3. DESCRIPCIÓN DE BENEFICIOS.

Para el análisis de las intervenciones en carreteras generalmente se consideran los siguientes beneficios: costos de operación vehicular (COV), ahorros de mantenimiento de las carreteras, ahorro de tiempos, reducción de accidentes, beneficios de desarrollo económico.

- **Beneficio de desarrollo económico.**

La economía del área de influencia del proyecto puede beneficiarse de una carretera mejorada. El alcance de dicho beneficio dependerá del potencial de desarrollo económico de la zona de influencia del camino; el cual puede estar reprimido debido a que no existe el acceso de la vía y esto hace difícil el paso a los insumos (primarios, tecnológicos, financieros) de producción; así como como el egreso de los productos a las zonas de comercialización.

4.2.4. PARÁMETROS UTILIZADOS PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA.

- **Tasa de actualización o de descuento**

Es aquella medida de rentabilidad mínima exigida por el proyecto y que permite recuperar la Inversión inicial, cubrir los costos efectivos de producción y obtener beneficios. La tasa de actualización representa la tasa de interés a la cual los valores futuros se actualizan al presente.

La tasa social de descuento a utilizar en la evaluación económica de un proyecto debe reflejar el costo de oportunidad de los recursos; y para la presente evaluación se utilizó el 14% la cual es utilizada por la Secretaria Nacional de Planificación - Senplades.

- **Indicadores Económicos y Sensibilidad.**

Los indicadores que se utilizarán para el presente proyecto son, el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa de Interna de Retorno (TIR) y adicionalmente se realiza el análisis de sensibilidad.

4.2.5. 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 el cuadro siguiente:

Tabla 54. Conformación de ingresos.

Parroquia	Promedio de Ingreso (\$)	Conformación de Ingreso (%)					
		Agrícola	Pecuario	Comercial	Construcción	Artesanales	Otro
Guanando	385.00	58.09%	32.80%	3.09%	2.05 %	1.37%	2.60%

Fuente: PDOT Guanando.

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

La vida útil del proyecto está delimitada a 20 años, se tiene un valor de incremento de ingresos durante la vida útil equivalente a 97 452.97 USD. Este valor resulta de la diferencia entre valores de ingresos mensuales de 385.00 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 este valor. (97452.97 USD). Como lo podemos ver en el siguiente cuadro.

Tabla 55. Incremento de ingresos del proyecto vida útil a 20 años.

Parroquia	Promedio de Ingresos(\$) x Familia/mes	Nº Familias	Promedio de Ingresos Anuales	Incremento de ingresos Proyecto a 20 años
Guanando	385.00	159	734580.00	
Incremento del 5%	19.25	159	36729.00	
Promedio de ingresos luego del proyecto	404.25	159	771309,00	97452.97

Fuente: PDOT Guanando.

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

- **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 del tiempo en un 50 % para transportarse de las comunidades a la Ciudad.**

En la actualidad para salir de la comunidades el Arrayán Chico y Guso Chico a la parada de buses con dirección a la ciudad de Riobamba más cercana, el tiempo caminando es de 30

minutos y con la implementación de las vías de acceso se pretende reducir a 15 minutos, lo que significaría 30 minutos más para realizar cualquier actividad productiva adicional.

- **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 las comunidades el Arrayán Chico y Guso Chico

Para este cálculo tenemos como referencia un total de 83 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 de las comunidades de 16600 USD; luego de ejecutar el proyecto su costo se tendrá un ahorro de 0,50 ctv. Lo que nos da un total de ahorro al final de la vida útil del proyecto de 22022.37 USD, ver el cuadro siguiente:

Tabla 56. Ahorro con el proyecto en 20 años

Economía	Nº Familias	Promedios de sacos x familia	Costo de transporte de saco sin proyecto	Costo de transporte de saco con proyecto	Costo actual por transporte	Costo futuro por transporte	Ahorro en 20 años con proyecto
Producción (sacos)	159	450	1.00	0.50	71550	35775	94921.73
Insumos (sacos)	159	200	1.00	0.50	31800	15900	42187.43
Total:							137109.16

Fuente: PDOT Guanando.

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

4.2.6. 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.

- **Costos de mantenimiento.**

Tabla 57. Cálculo costos de operación y mantenimiento para la Vías: Guso Grande – Guso Chico y Cahujá Bajo – El Arrayán Chivo

TIEMPO DE DURACIÓN (meses):				12
LONGITUD DE VÍA A INTERVENIR (km)				1
PERSONAL:				3
DESCRIPCIÓN				\$ USD
Remuneración Básica Unificada Mínima				a 340
Alimentación				b 70
Décimo Tercero (RBUM/12)				c 28
Décimo Cuarto (RBUM/12)				d 28
Aportes patronales (12,15 % de Remuneración Básica)				e 41,31
A. Subtotal mano de obra individual [(a+b+c+d+e)				507,31
Subtotal mano de obra individual anual [(a+b+c+d+e)* (Nro. de meses)				6087,72
1. Total mano de obra = (Nro. de personas) x (A) =				18263,16
2. Herramienta, Elementos de seguridad y Equipos (5% TMO)				913,19
3. Alquiler de oficina y lugar depósito de herramienta (12 meses)				500,00
4. Pago de movilización Representante Legal				120,00
5. Vacaciones anuales (15 días) = {(Sueldo) x (Meses) x (Nro. Personas) } / (24 Ley) =				510,00
6.- Fondos de reserva (Sueldo) x (Nro. Personas) =				1020,00
7.- Seguro de accidentes personales + IVA	\$ 30	\$ 3,60	\$ 33,60	Nro. Personas = 100,80
8.- Asesor Administrativo Financiero + IVA	\$ 50	\$ 6,00	\$ 56,00	Nro. Meses = 672,00
9.- Capacitación	\$ 10	Tiempo	Nro. meses	120
B. SUB TOTAL				22219,15
10. Gastos Generales y Rentabilidad				
a. Administración e imprevistos (2 %)				444,38
b. Rentabilidad (6 %)				1333,15
C: TOTAL				23996,68
COSTO TOTAL POR				12
LONGITUD DE VÍA				1
VALOR POR KILOMETRO MENSUAL (\$USD)				\$ 1999,72

Fuente: Coordinación de Obras Publicas –GADCPCH.

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

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. (AASHTO, 1993)

- **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.

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.

- **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.

4.2.7. FLUJOS FINANCIEROS Y ECONÓMICOS.

Siendo un proyecto de impacto social el financiamiento es asumido por el GAD Provincial de Chimborazo con gestión del GAD Parroquial de Guanando.

4.2.8. DEPRECIACIÓN.

Son costos virtuales, esto es, se trata de y tiene el efecto de un costo sin serlo. El proyecto no pretende recuperar la inversión sino generar beneficio social en la población. Para efectos del análisis utilizaremos la inversión a realizarse para la vía.

4.2.9. FLUJO DE CAJA.

Es la parte fundamental para la evaluación de inversiones, es la estimación del flujo de fondos que genera el proyecto. La bondad del resultado final dependerá del cuidado que se ponga en esa estimación.

Para efectos de cálculo del Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno se consideran los siguientes criterios:

- Inversión del proyecto: 270 000 USD Total.
135 000 USD cada vía de acceso.
- Horizonte del proyecto: 20 años
- Tasa de descuento: 14 %

4.2.10. 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 14% nos arroja un valor positivo de 300523.56 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 46.58% 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 1.93 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.

Tabla 58. Cálculo del VAN, TIR y Relación Beneficio Costo del Proyecto

FLUJO DE CAJA PARA LAS VÍAS DE ACCESO: GUSO GRANDE - GUSO CHICO y CAHUAJI BAJO - EL ARRAYÁN CHICO											
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 2	AÑO 4	AÑO 6	AÑO 8	AÑO 10	AÑO 12	AÑO 14	AÑO 16	AÑO 18	AÑO 20
INGRESOS	\$ 67,500.00	\$ 98,436.15	\$ 98,436.15	\$ 98,436.15	\$ 98,436.15	\$ 98,436.15	\$ 98,436.15	\$ 98,436.15	\$ 98,436.15	\$ 98,436.15	\$ 98,436.15
Ingresos familiares x/2 años luego de la ejecución del proyecto.	\$ 0.00	\$83,203.30	\$83,203.30	\$83,203.30	\$83,203.30	\$83,203.30	\$83,203.30	\$83,203.30	\$83,203.30	\$83,203.30	\$83,203.30
Ahorro c/2 años por transporte de insumos y producción.	\$ 0.00	\$ 13,710.92	\$ 13,710.92	\$ 13,710.92	\$ 13,710.92	\$ 13,710.92	\$ 13,710.92	\$ 13,710.92	\$ 13,710.92	\$ 13,710.92	\$ 13,710.92
Generación de empleo.	\$ 67,500.00	\$ 1,521.93	\$ 1,521.93	\$ 1,521.93	\$ 1,521.93	\$ 1,521.93	\$ 1,521.93	\$ 1,521.93	\$ 1,521.93	\$ 1,521.93	\$ 1,521.93
COSTOS	\$ 270,000.00	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72
Costo de la Inversión	\$ 270,000.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Costos de operación y mantenimiento	\$ 0.00	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72	\$ 1,999.72
FLUJO ECONÓMICO (I-C)	-\$ 202,500.00	\$ 96,436.43	\$ 96,436.43	\$ 96,436.43	\$ 96,436.43	\$ 96,436.43	\$ 96,436.43	\$ 96,436.43	\$ 96,436.43	\$ 96,436.43	\$ 96,436.43
INDICADORES DE EVALUACION ECONOMICA	VAN :	\$ 300,523.56	TIR :	46.58%	B/C :	1.93					
VAN INGRESOS	\$509,609.06										
VAN COSTOS	\$263,617.15										

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

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:

TIRE - TASA INTERNA DE RETORNO ECONÓMICA	46.58 %
VANE - VALOR ACTUAL NETO (Descontado al 14%)	300523.56 USD
B/C - RELACIÓN BENEFICIO/COSTO (Descontada al 14%)	1.93 USD

4.2.11. 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 plasmar la obra.

4.2.12. CONCLUSIONES:

- El Valor Actual Neto obtenido es \$300,523.56 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 46.58 % 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 1.93, 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 carácter 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.

4.3. ESTUDIO DE TRÁFICO.

4.3.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE TRÁFICO.

4.3.1.1. GENERAL.

- Elaborar el estudio de tráfico para determinar el T.P.D.A. (tráfico promedio diario anual) y proyectarlo mediante tasas de crecimiento vehicular a un periodo establecido de veinte años, con la finalidad de establecer el tipo de vía a diseñar tanto en su aspecto geométrico como en la estructura del pavimento, para realizar la apertura de las vías Cahujá – Arrayán Chico y Guso Grande - Guso Chico ubicadas en la Parroquia Guanando del Cantón Guano.

4.3.1.2. ESPECÍFICOS.

- Realizar el conteo del tráfico manual en base a una clasificación de los vehículos que llegan a las comunidades para las cuales se está diseñando las vías de acceso, en las estaciones de conteo preseleccionadas; (Estación 1: Sector Arrayán Chico y Estación 2: Guso Chico.
- Determinar el tráfico promedio diario anual del proyecto al número de años de la vida útil de las vías (20 años) sobre la base de los resultados del conteo.
- Establecer la clasificación de la vía de acuerdo a las normas geométricas del MTOP.

4.3.2. METODOLOGÍA.

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

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

El Conteo de Tráfico se realizó en dos estaciones previamente identificadas y seleccionadas, en un período de siete días consecutivos, empezando el lunes 25 de enero y terminando el domingo 31 de enero del 2016, en el cual se registró los vehículos que circulaban.

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

4.3.3. INVESTIGACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO.

4.3.3.1. ESTACIÓN DE CONTEO VEHICULAR.

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

Tabla 59. Ubicación de estaciones de conteo vehicular.

ESTACIONES DE REGISTRO					
ESTACIÓN	UBICACIÓN	FECHA INICIO	FECHA FIN	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE
1	Guso Chico	25/01/2016	31/01/2016	9831284.72	775088.14
2	Arrayán Chico	25/01/2016	31/01/2016	9835117.228	776307.829

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

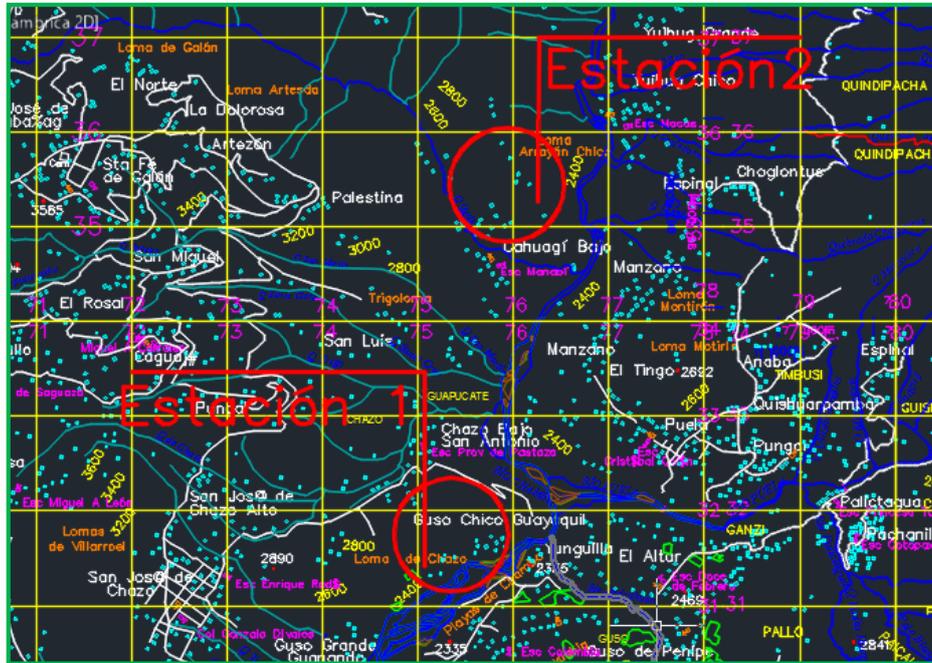
Ilustración 96. Estaciones de conteo vehicular.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

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.

Gráfico. Estaciones de conteo vehicular.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

4.3.3.2. TIPOS DE VEHÍCULOS.

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

Ilustración 97. Categoría de los vehículos.

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

Fuente: MTOP 2003.

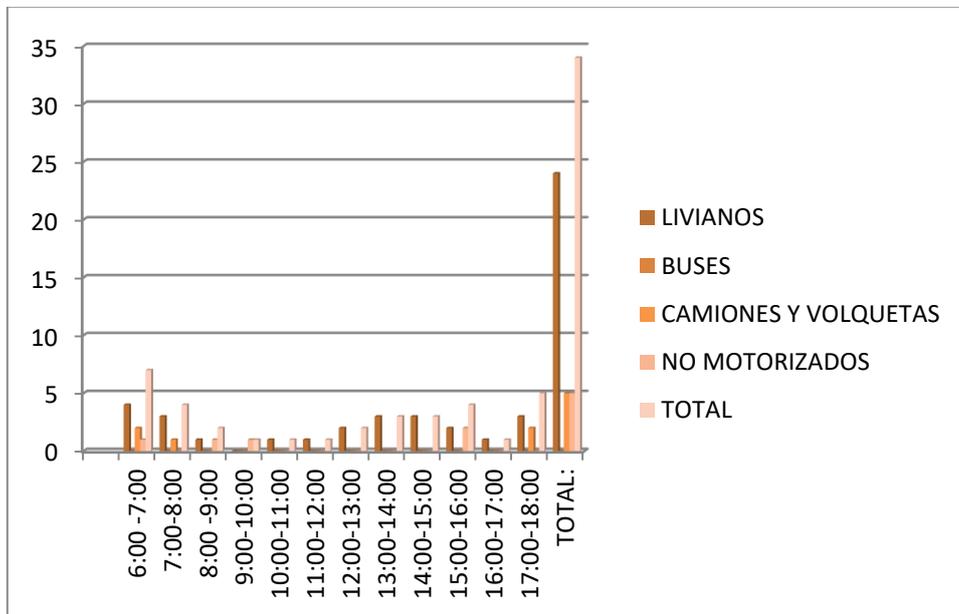
4.3.4. CONTEO DE TRÁFICO.

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

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

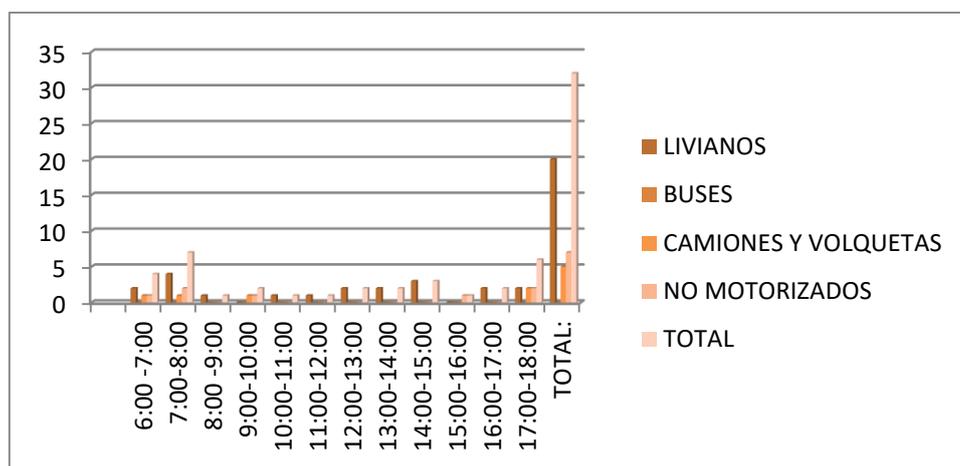
Tabla 60. Tablas de conteo de tráfico en la Estación 1 en la Comunidad Guso Chico.

LUNES 25 de Enero del 2016					
ESTACIÓN 1 : COMUNIDAD GUSO CHICO					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 -7:00	4	0	2	1	7
7:00-8:00	3	0	1	0	4
8:00 -9:00	1	0	0	1	2
9:00-10:00	0	0	0	1	1
10:00-11:00	1	0	0	0	1
11:00-12:00	1	0	0	0	1
12:00-13:00	2	0	0	0	2
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	2	4
16:00-17:00	1	0	0	0	1
17:00-18:00	3	0	2	0	5
TOTAL:	24	0	5	5	34



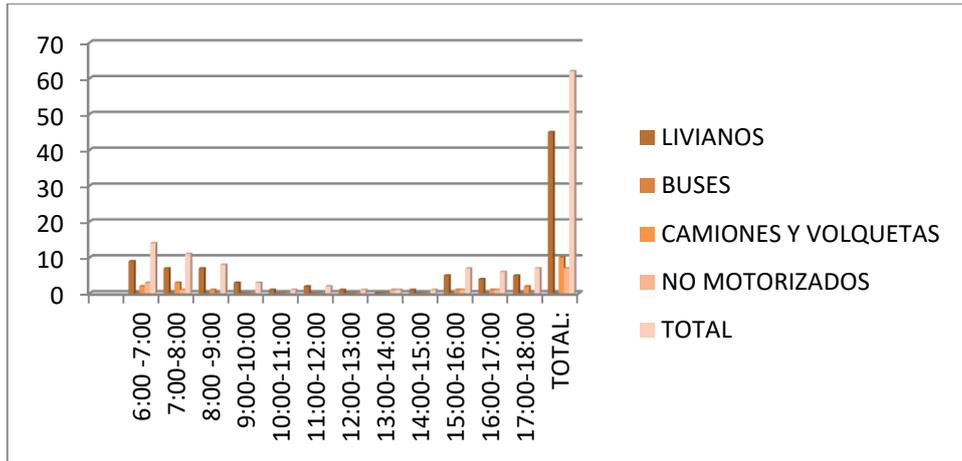
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

MARTES 26 de Enero del 2016					
ESTACIÓN 1 : COMUNIDAD GUSO CHICO					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 -7:00	2	0	1	1	4
7:00-8:00	4	0	1	2	7
8:00 -9:00	1	0	0	0	1
9:00-10:00	0	0	1	1	2
10:00-11:00	1	0	0	0	1
11:00-12:00	1	0	0	0	1
12:00-13:00	2	0	0	0	2
13:00-14:00	2	0	0	0	2
14:00-15:00	3	0	0	0	3
15:00-16:00	0	0	0	1	1
16:00-17:00	2	0	0	0	2
17:00-18:00	2	0	2	2	6
TOTAL:	20	0	5	7	32



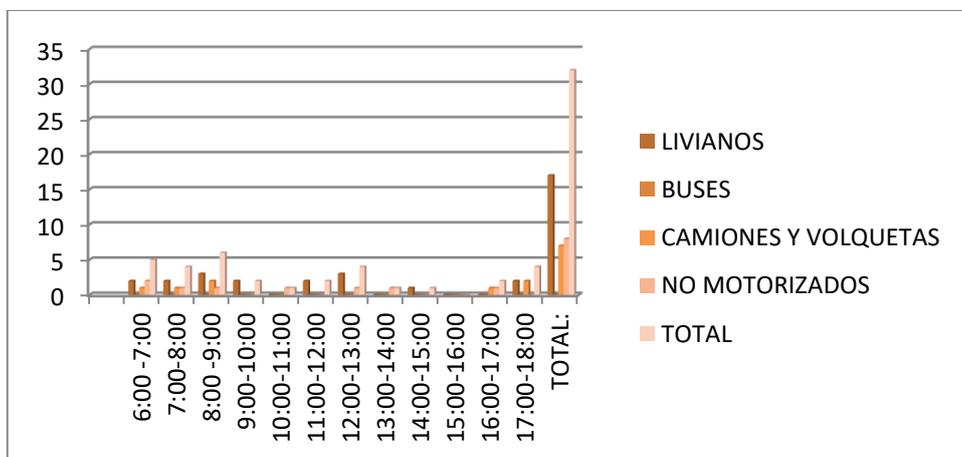
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

MIÉRCOLES 27 de Enero del 2016					
ESTACIÓN 1 : COMUNIDAD GUSO CHICO					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 -7:00	9	0	2	3	14
7:00-8:00	7	0	3	1	11
8:00 -9:00	7	0	1	0	8
9:00-10:00	3	0	0	0	3
10:00-11:00	1	0	0	0	1
11:00-12:00	2	0	0	0	2
12:00-13:00	1	0	0	0	1
13:00-14:00	0	0	0	1	1
14:00-15:00	1	0	0	0	1
15:00-16:00	5	0	1	1	7
16:00-17:00	4	0	1	1	6
17:00-18:00	5	0	2	0	7
TOTAL:	45	0	10	7	62



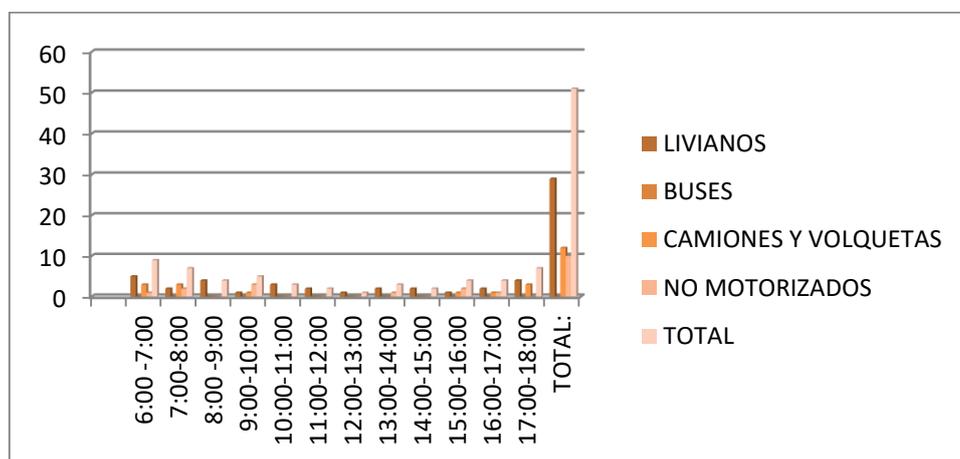
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

JUEVES 28 de Enero del 2016					
ESTACIÓN 1 : COMUNIDAD GUSO CHICO					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 -7:00	2	0	1	2	5
7:00-8:00	2	0	1	1	4
8:00 -9:00	3	0	2	1	6
9:00-10:00	2	0	0	0	2
10:00-11:00	0	0	0	1	1
11:00-12:00	2	0	0	0	2
12:00-13:00	3	0	0	1	4
13:00-14:00	0	0	0	1	1
14:00-15:00	1	0	0	0	1
15:00-16:00	0	0	0	0	0
16:00-17:00	0	0	1	1	2
17:00-18:00	2	0	2	0	4
TOTAL:	17	0	7	8	32



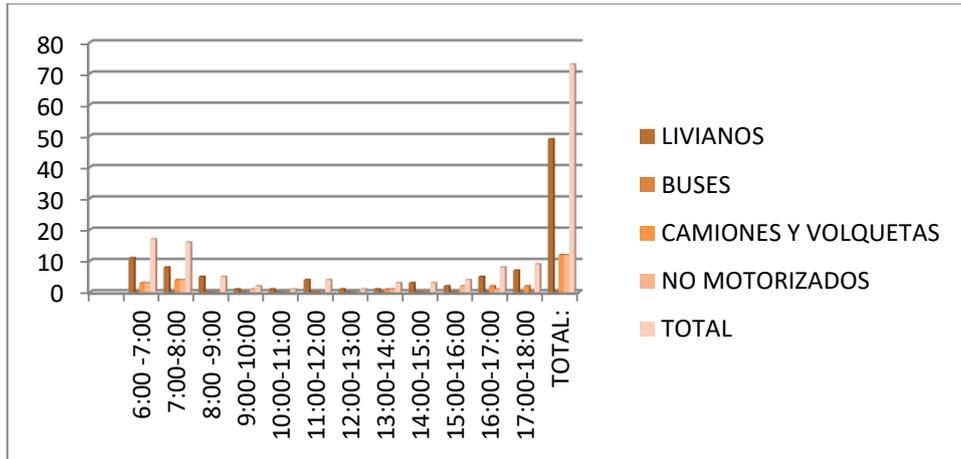
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

VIERNES 29 de Enero del 2016					
ESTACIÓN 1 : COMUNIDAD GUSO CHICO					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 -7:00	5	0	3	1	9
7:00-8:00	2	0	3	2	7
8:00 -9:00	4	0	0	0	4
9:00-10:00	1	0	1	3	5
10:00-11:00	3	0	0	0	3
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	1	3
14:00-15:00	2	0	0	0	2
15:00-16:00	1	0	1	2	4
16:00-17:00	2	0	1	1	4
17:00-18:00	4	0	3	0	7
TOTAL:	29	0	12	10	51



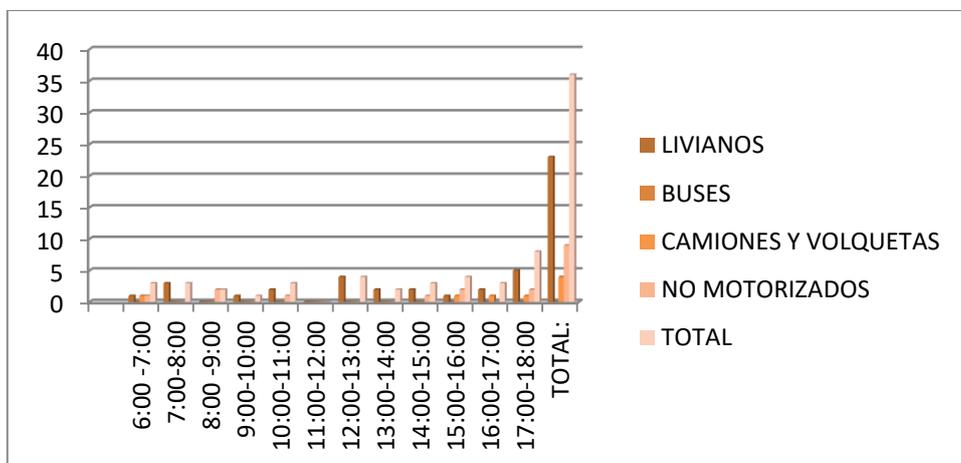
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

SÁBADO 30 de Enero del 2016					
ESTACIÓN 1 : COMUNIDAD GUSO CHICO					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 -7:00	11	0	3	3	17
7:00-8:00	8	0	4	4	16
8:00 -9:00	5	0	0	0	5
9:00-10:00	1	0	0	1	2
10:00-11:00	1	0	0	0	1
11:00-12:00	4	0	0	0	4
12:00-13:00	1	0	0	0	1
13:00-14:00	1	0	1	1	3
14:00-15:00	3	0	0	0	3
15:00-16:00	2	0	0	2	4
16:00-17:00	5	0	2	1	8
17:00-18:00	7	0	2	0	9
TOTAL:	49	0	12	12	73



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

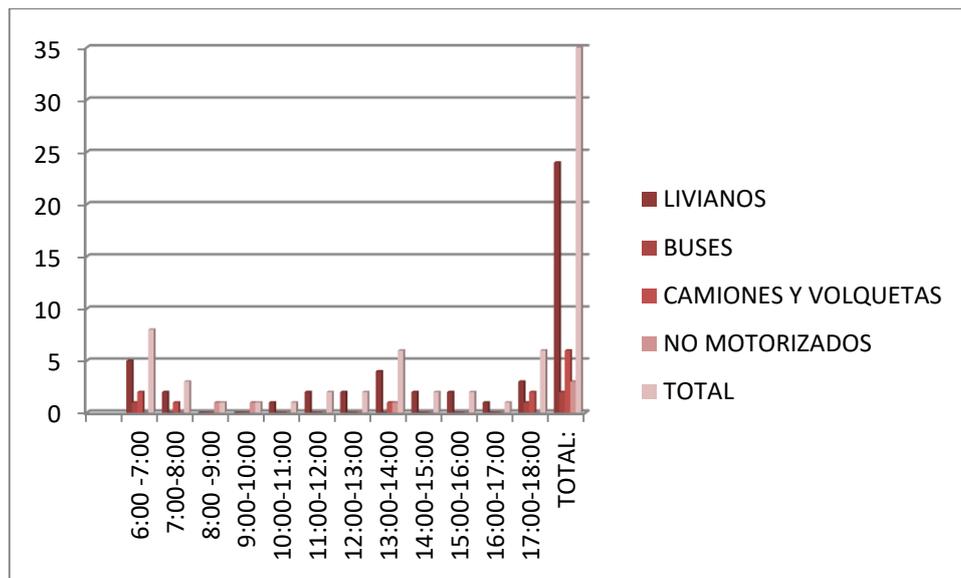
DOMINGO 31 de Enero del 2016					
ESTACIÓN 1 : COMUNIDAD GUSO CHICO					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 -7:00	1	0	1	1	3
7:00-8:00	3	0	0	0	3
8:00 -9:00	0	0	0	2	2
9:00-10:00	1	0	0	0	1
10:00-11:00	2	0	0	1	3
11:00-12:00	0	0	0	0	0
12:00-13:00	4	0	0	0	4
13:00-14:00	2	0	0	0	2
14:00-15:00	2	0	0	1	3
15:00-16:00	1	0	1	2	4
16:00-17:00	2	0	1	0	3
17:00-18:00	5	0	1	2	8
TOTAL:	23	0	4	9	36



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

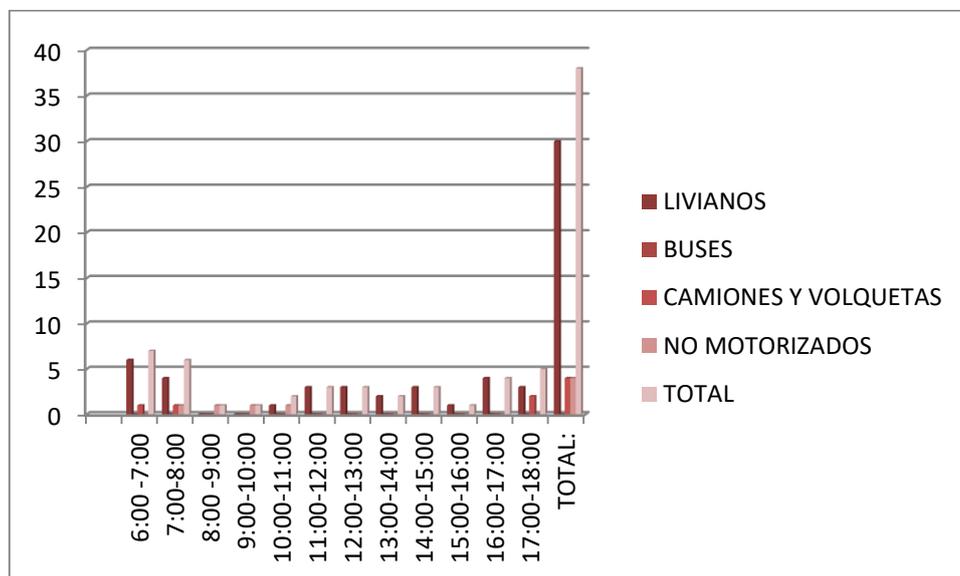
Tabla 61. Tablas de conteo de tráfico en la Estación 2 en la Comunidad Arrayán Chico

LUNES 25 de Enero del 2016					
ESTACIÓN 2 : COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 -7:00	5	1	2	0	8
7:00-8:00	2	0	1	0	3
8:00 -9:00	0	0	0	1	1
9:00-10:00	0	0	0	1	1
10:00-11:00	1	0	0	0	1
11:00-12:00	2	0	0	0	2
12:00-13:00	2	0	0	0	2
13:00-14:00	4	0	1	1	6
14:00-15:00	2	0	0	0	2
15:00-16:00	2	0	0	0	2
16:00-17:00	1	0	0	0	1
17:00-18:00	3	1	2	0	6
TOTAL:	24	2	6	3	35



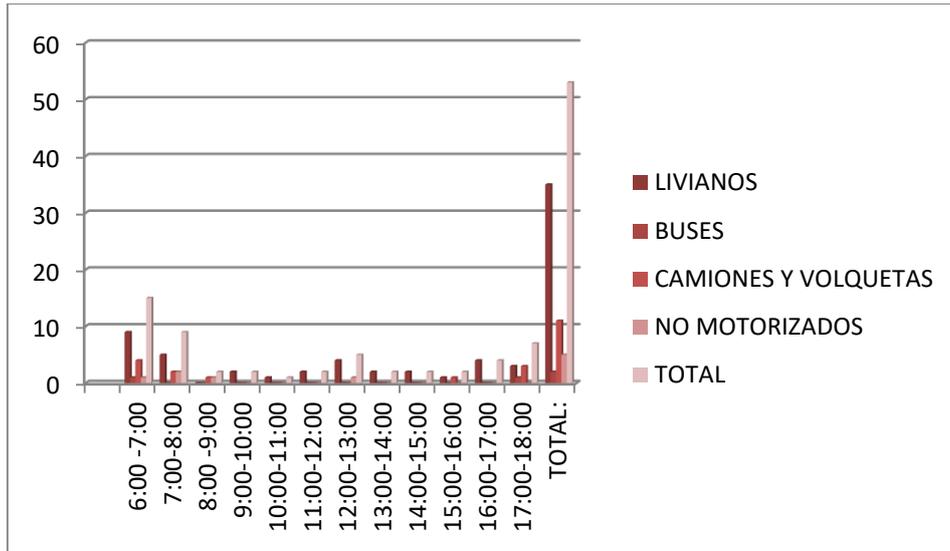
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

MARTES 26 de Enero del 2016					
ESTACIÓN 2 : COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 -7:00	6	0	1	0	7
7:00-8:00	4	0	1	1	6
8:00 -9:00	0	0	0	1	1
9:00-10:00	0	0	0	1	1
10:00-11:00	1	0	0	1	2
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	0	2
14:00-15:00	3	0	0	0	3
15:00-16:00	1	0	0	0	1
16:00-17:00	4	0	0	0	4
17:00-18:00	3	0	2	0	5
TOTAL:	30	0	4	4	38



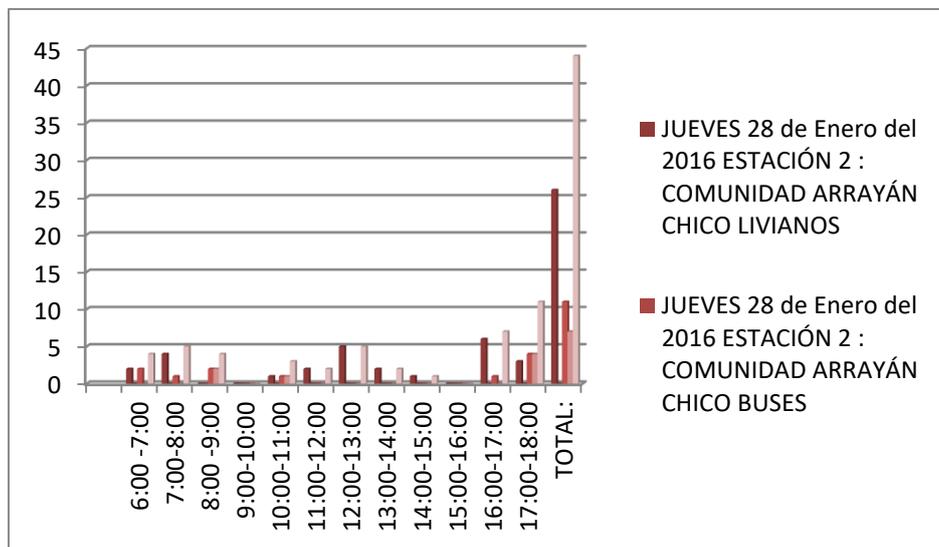
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

MIÉRCOLES 27 de Enero del 2016					
ESTACIÓN 2 : COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 -7:00	9	1	4	1	15
7:00-8:00	5	0	2	2	9
8:00 -9:00	0	0	1	1	2
9:00-10:00	2	0	0	0	2
10:00-11:00	1	0	0	0	1
11:00-12:00	2	0	0	0	2
12:00-13:00	4	0	0	1	5
13:00-14:00	2	0	0	0	2
14:00-15:00	2	0	0	0	2
15:00-16:00	1	0	1	0	2
16:00-17:00	4	0	0	0	4
17:00-18:00	3	1	3	0	7
TOTAL:	35	2	11	5	53



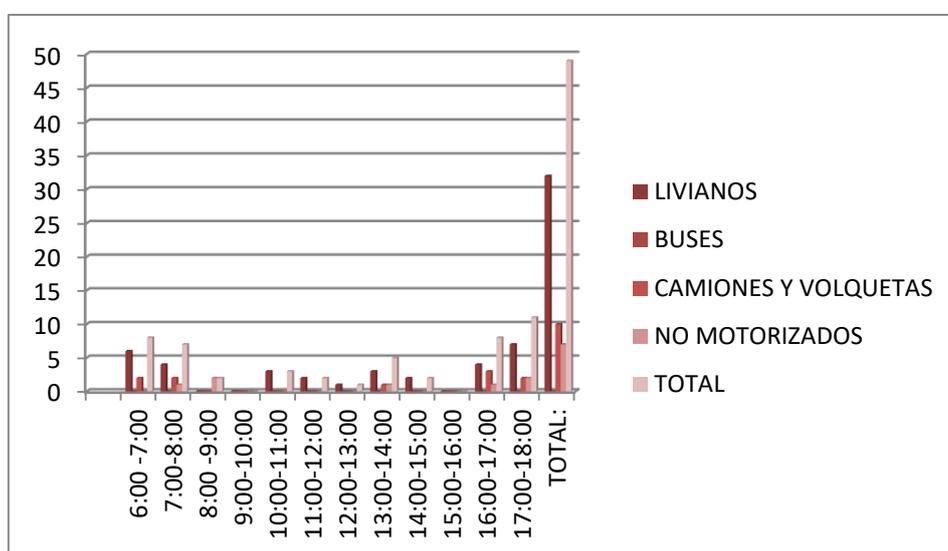
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

JUEVES 28 de Enero del 2016					
ESTACIÓN 2 : COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 -7:00	2	0	2	0	4
7:00-8:00	4	0	1	0	5
8:00 -9:00	0	0	2	2	4
9:00-10:00	0	0	0	0	0
10:00-11:00	1	0	1	1	3
11:00-12:00	2	0	0	0	2
12:00-13:00	5	0	0	0	5
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	6	0	1	0	7
17:00-18:00	3	0	4	4	11
TOTAL:	26	0	11	7	44

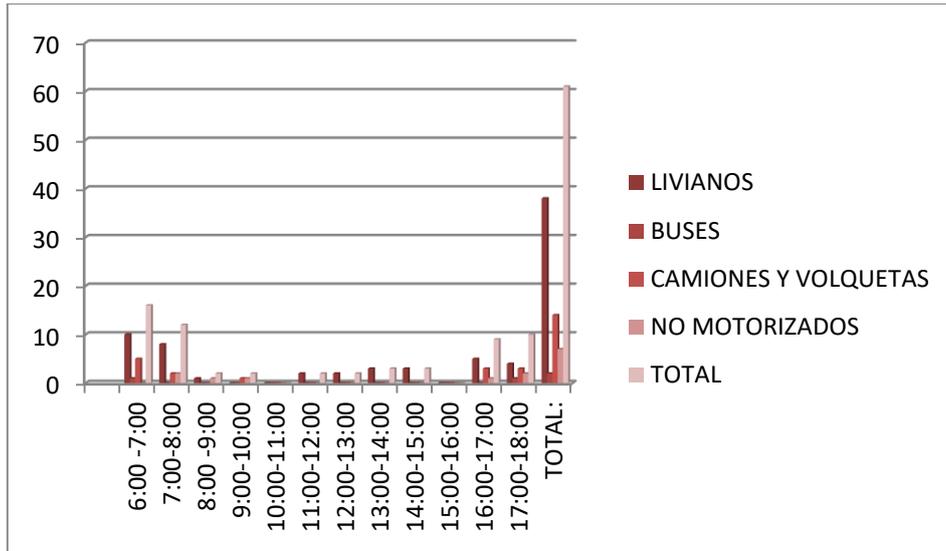


Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

VIERNES 29 de Enero del 2016					
ESTACIÓN 2 : COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 -7:00	6	0	2	0	8
7:00-8:00	4	0	2	1	7
8:00 -9:00	0	0	0	2	2
9:00-10:00	0	0	0	0	0
10:00-11:00	3	0	0	0	3
11:00-12:00	2	0	0	0	2
12:00-13:00	1	0	0	0	1
13:00-14:00	3	0	1	1	5
14:00-15:00	2	0	0	0	2
15:00-16:00	0	0	0	0	0
16:00-17:00	4	0	3	1	8
17:00-18:00	7	0	2	2	11
TOTAL:	32	0	10	7	49

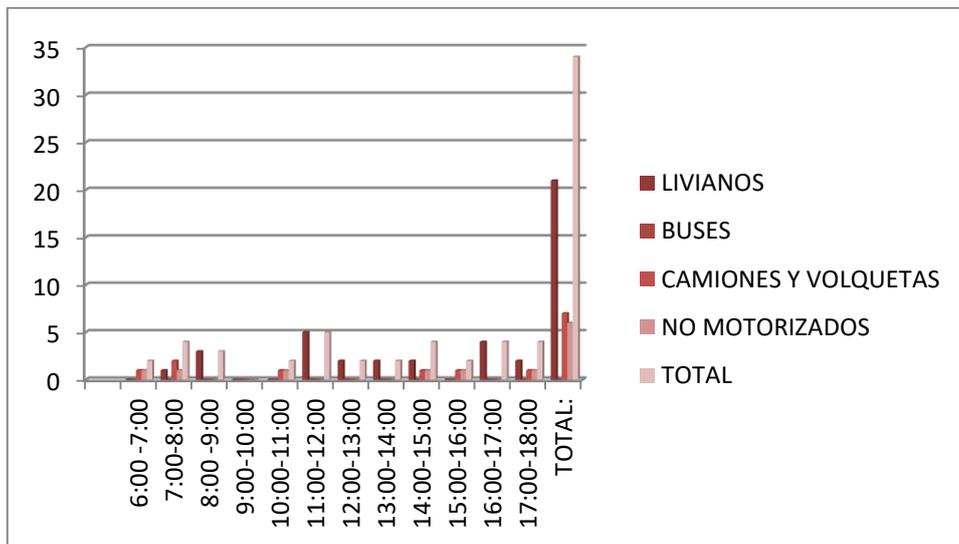


SÁBADO 30 de Enero del 2016					
ESTACIÓN 2 : COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 -7:00	10	1	5	0	16
7:00-8:00	8	0	2	2	12
8:00 -9:00	1	0	0	1	2
9:00-10:00	0	0	1	1	2
10:00-11:00	0	0	0	0	0
11:00-12:00	2	0	0	0	2
12:00-13:00	2	0	0	0	2
13:00-14:00	3	0	0	0	3
14:00-15:00	3	0	0	0	3
15:00-16:00	0	0	0	0	0
16:00-17:00	5	0	3	1	9
17:00-18:00	4	1	3	2	10
TOTAL:	38	2	14	7	61



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

DOMINGO 31 de Enero del 2016					
ESTACIÓN 2 : COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO					
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
6:00 -7:00	0	0	1	1	2
7:00-8:00	1	0	2	1	4
8:00 -9:00	3	0	0	0	3
9:00-10:00	0	0	0	0	0
10:00-11:00	0	0	1	1	2
11:00-12:00	5	0	0	0	5
12:00-13:00	2	0	0	0	2
13:00-14:00	2	0	0	0	2
14:00-15:00	2	0	1	1	4
15:00-16:00	0	0	1	1	2
16:00-17:00	4	0	0	0	4
17:00-18:00	2	0	1	1	4
TOTAL:	21	0	7	6	34



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Tabla 62. Tabla 19. Tráfico diario semanal estación 1: Comunidad Guso Chico

TRÁFICO DIARIO SEMANAL ESTACIÓN 1: COMUNIDAD GUSO CHICO								
TIPO DE VEHÍCULO	LUN	MAR	MIER	JUE	VIE	SAB	DOM	PROM
LIVIANOS	24	20	45	17	29	49	23	30
BUSES	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMIONES Y VOLQUETAS	5	5	10	7	12	12	4	8
NO MOTORIZADOS	5	7	7	8	10	12	9	8
TRÁFICO DIARIO:	34	32	62	32	51	73	36	46

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

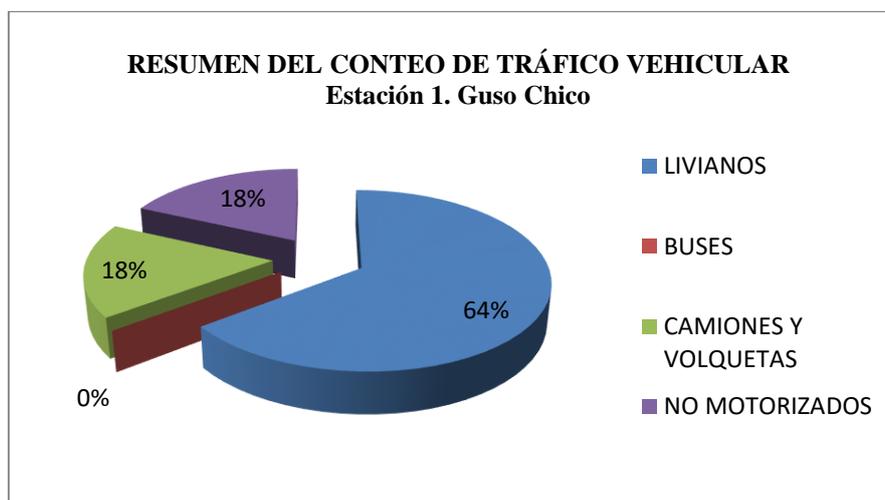
Tabla 63. Tráfico diario semanal estación 2: Comunidad Arrayán Chico

TRÁFICO DIARIO SEMANAL ESTACIÓN 1: COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO								
TIPO DE VEHÍCULO	LUN	MAR	MIER	JUE	VIE	SAB	DOM	PROM
LIVIANOS	24	30	35	26	32	38	21	29
BUSES	2	0	2	0	0	2	0	1
CAMIONES Y VOLQUETAS	6	4	11	11	10	14	7	9
NO MOTORIZADOS	3	4	5	7	7	7	6	6
TRÁFICO DIARIO:	35	38	53	44	49	61	34	45

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Tabla 64. Resumen del conteo de tráfico semanal de la Estación 1: Guso Chico

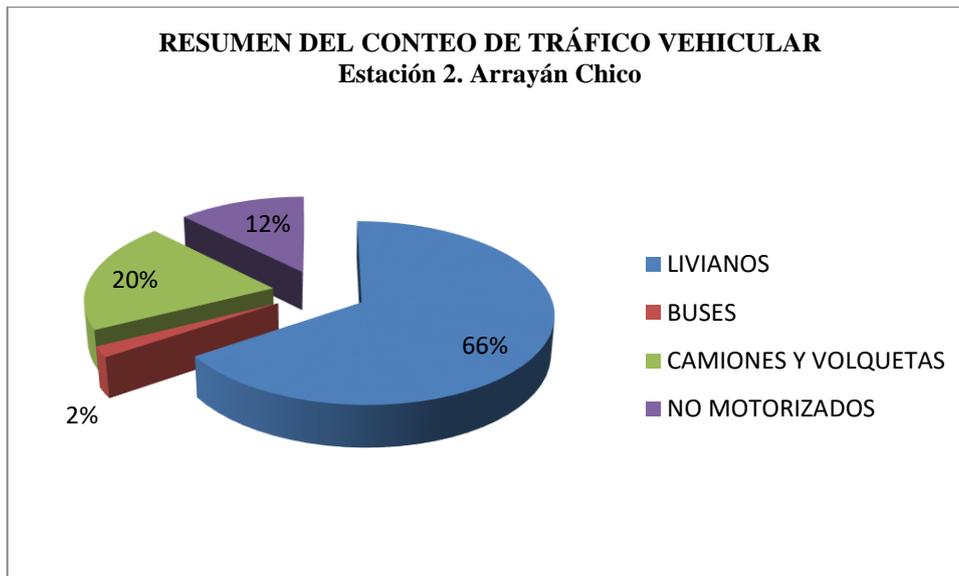
RESUMEN DEL CONTEO DE VEHÍCULOS DIARIOS ESTACIÓN 1				
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
30	0	8	8	46
64%	0%	18%	18%	100%



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Tabla 65. Resumen del conteo de tráfico semanal de la Estación 2: Arrayán Chico

RESUMEN DEL CONTEO DE VEHÍCULOS DIARIOS				
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
29	1	9	6	45
66%	2%	20%	12%	100%



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

4.3.5. CÁLCULO DEL TPDA.

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

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

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. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003).

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

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

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

4.3.5.1. TRÁFICO FUTURO.

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 (número en años)

Tabla 66. Tasa de crecimiento vehicular para Chimborazo.

TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR POR TIPOS			
PERIODO	LIVIANO	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: COMUNIDAD GUSO CHICO

Tabla 67. Datos para el cálculo del tráfico futuro de la estación 1: Guso chico.

TIPO DE VEHÍCULO	TPDA ACTUAL	UNIDAD
LIVIANOS	30	Vehículo/día
BUSES	0	Vehículo/día
CAMIONES	8	Vehículo/día
Índice de crecimiento anual (LIVIANOS)	3.54	%
Índice de crecimiento anual (BUSES)	1.81	%
Índice de crecimiento anual (CAMIONES)	2.61	%

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

- **Tráfico futuro para 20 años.**

Periodo de diseño = 20 años

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

$$TPDA\ FUTURO = 30x(1 + 0.0354)^{20} + 0x(1 + 0.0181)^{20} + 8x(1 + 0.0261)^{20}$$

$$TPDA\ FUTURO = 74 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

ESTACIÓN 2: COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO

Tabla 68. Datos para el cálculo del tráfico futuro para la estación 2: Arrayán Chico.

TIPO DE VEHÍCULO	TPDA ACTUAL	UNIDAD
LIVIANOS	29	Vehículo/día
BUSES	1	Vehículo/día
CAMIONES	9	Vehículo/día
Índice de crecimiento anual (LIVIANOS)	3.54	%
Índice de crecimiento anual (BUSES)	1.81	%
Índice de crecimiento anual (CAMIONES)	2.51	%

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

- **Tráfico futuro para 20 años.**

Periodo de diseño = 20 años

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

$$TPDA\ FUTURO = 29 \times (1 + 0.0354)^{20} + 1 \times (1 + 0.181)^{20} + 9 \times (1 + 0.261)^{20}$$

$$TPDA\ FUTURO = 75 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

4.3.5.2. Tráfico Atraído.

Es el tráfico desviado y varia 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.

$$TPDA\ ATRAIDO = TPDA\ ACTUAL \times 30\%$$

ESTACIÓN 1: COMUNIDAD GUSO CHICO

$$TPDA\ ATRAIDO = TPDA\ ACTUAL \times 30\%$$

$$TPDA\ ATRAIDO = 30 \times 0.30 + 0 \times 0.30 + 8 \times 0.30$$

$$TPDA\ ATRAIDO = 11 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

ESTACIÓN 2: COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO

$$TPDA\ ATRAIDO = TPDA\ ACTUAL \times 30\%$$

$$TPDA\ ATRAIDO = 29 \times 0.30 + 1 \times 0.30 + 9 \times 0.30$$

$$TPDA\ ATRAIDO = 12 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

4.3.5.3. 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.

$$TPDA \text{ GENERADO} = TPDA \text{ ACTUAL} \times 20\%$$

ESTACIÓN 1: COMUNIDAD GUSO CHICO

$$TPDA \text{ GENERADO} = TPDA \text{ ACTUAL} \times 20\%$$

$$TPDA \text{ GENERADO} = 30 \times 0.20 + 0 \times 0.20 + 8 \times 0.20$$

$$TPDA \text{ GENERADO} = 8 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

ESTACIÓN 2: COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO

$$TPDA \text{ GENERADO} = TPDA \text{ ACTUAL} \times 20\%$$

$$TPDA \text{ GENERADO} = 29 \times 0.20 + 1 \times 0.20 + 9 \times 0.20$$

$$TPDA \text{ GENERADO} = 8 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

4.3.5.4. 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.

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

ESTACIÓN 1: COMUNIDAD GUSO CHICO

Entonces:
/

Actualmente salen vehículos cargados = 3 Vehículos

$$\text{Trafico por Desarrollo} = 5 * 3$$

$$\text{Trafico por Desarrollo} = 15 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

ESTACIÓN 2: COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO

Entonces:

/

Actualmente salen vehículos cargados = 2 Vehículos

$$\text{Trafico por Desarrollo} = 5 * 2$$

$$\text{Trafico por Desarrollo} = 10 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

4.3.6. TPDA DEL PROYECTO.

ESTACIÓN 1: COMUNIDAD GUSO CHICO

$$TPDA_{\text{Proyecto}} = \text{Tráfico}_{\text{Futuro}} + \text{Tráfico}_{\text{Atraído}} + \text{Tráfico}_{\text{Generado}} + \text{Tráfico}_{\text{Por Desarrollo}}$$

$$TPDA_{\text{Proyecto}} = 74 + 11 + 8 + 15$$

$$TPDA_{\text{Proyecto}} = 108 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

ESTACIÓN 2: COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO

$$TPDA_{\text{Proyecto}} = \text{Tráfico}_{\text{Futuro}} + \text{Tráfico}_{\text{Atraído}} + \text{Tráfico}_{\text{Generado}} + \text{Tráfico}_{\text{Por Desarrollo}}$$

$$TPDA_{\text{Proyecto}} = 75 + 12 + 8 + 10$$

$$TPDA_{\text{Proyecto}} = 105 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

4.3.7. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA.

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

- Vía Guso Grande – Guso Chico:
TPDA actual = 46 (Vehículo/día) y TPDA proyecto = 108 (Vehículo/día), que corresponde a una vía de cuarto Orden – Vecinal (IV) propiamente a las normas establecidas por el MTOP.
- Vía Cahujá – Arrayán Chico:
TPDA actual = 45 (Vehículo/día) y TPDA proyecto = 105 (Vehículo/día), que corresponde a una vía de cuarto Orden – Vecinal (IV) propiamente a las normas establecidas por el MTOP.

Tabla 69. Clasificación de la vía en función del tráfico futuro.

Clasificación del Tráfico hasta 20 años		
TIPO DE CARRETERA	ORDEN	TPDA PROYECTO
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)

Nuestras vías de acceso se encuentran dentro del rango de las vías colectoras, pues esta vía tiende a recibir el tráfico de los caminos aledaños en este caso vecinales, y de clase IV por su tráfico promedio diario anual de 100 – 300, por lo que se tomará estas características para el diseño geométrico.

- VELOCIDAD DE DISEÑO = 25 km/h (MONTAÑOSO).
- VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN = $0.8 Vd+6.5 = 26.5$ km/h (IV ORDEN).

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN.

Para plasmar la apertura de las vías CAHUAJÍ BAJO – EL ARRAYÁN CHICO y GUSO GRANDE – GUSO CHICO, pertenecientes a la Parroquia Guanando, Cantón Guano de la Provincia de Chimborazo; se tomó en cuenta los factores más importantes como son: la producción agrícola y ganadera, los establecimientos comerciales situados en la cabecera parroquial, la población que trabaja en el sector de la construcción, además el ahorro en tiempo para lograr comunicación con las ciudades más cercanas y principalmente el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de las comunidades, ya que se va a ejecutar un estudio de vías que logren el confort y seguridad al momento de transitarlas.

En la determinación del TPDA lo ideal fue disponer de los datos de dos estaciones de conteo permanentes que permitan conocer las variaciones diarias, y estacionales en cada una de las entradas a las vías de acceso en estudio. 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 TPDA semanal, efectuando montajes por muestreo de 12 horas diarias, durante 7 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 TPDA, 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, la Vía de acceso Guso Grande – Guso Chico se estableció el TPDA actual = 46 (Vehículo/día) y TPDA proyecto = 108 (Vehículo/día) y la Vía de acceso Cahujá – Arrayán Chico obteniendo un TPDA actual = 45 (Vehículo/día) y TPDA proyecto = 105 (Vehículo/día), que corresponden a una vía de cuarto Orden – Vecinal (IV) propiamente a las normas establecidas por el MTOP.

Mediante normas establecidas por el MTOP y 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.

Referente a la velocidad de diseño de las carreteras, la misma 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 25 km/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 basará 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; la Vía de acceso Guso Grande – Guso Chico se estableció el TPDA actual = 46 (Vehículo/día) y TPDA proyecto = 108 (Vehículo/día) y la Vía de acceso Cahujá – Arrayán Chico obtuvo un TPDA actual = 45 (Vehículo/día) y TPDA proyecto = 105 (Vehículo/día), que corresponden a una vía de cuarto Orden – Vecinal (IV).
- Mediante normas establecidas por el M.T.O.P y con el conteo vehicular se determina que el TPDA proyectado para los dos ejes viales se encuentra entre 100-300 vehículos por día que corresponde a una vía de Cuarto Orden (IV).
- Referente a la velocidad de diseño para las dos vías de acceso se eligió en función de las condiciones físicas, topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y su valor fue de 25 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) y cumplir con la capa de rodadura de pavimento asfáltico como se menciona en las normas generando una mejor estética a la carretera.
- Se recomienda 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.

CAPÍTULO VII

7.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA.

**“ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS
PRESENTADOS EN LAS VÍAS CAHUAJÍ-EL ARRAYÁN CHICO Y GUSO
GRANDE-GUSO CHICO, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA
GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

7.2. INTRODUCCIÓN.

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

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

El presente documento pretende sintetizar de manera coherente los criterios modernos y el uso de software para el diseño geométrico de carreteras, estableciendo parámetros para garantizar la consistencia y conjugación armoniosa de todos sus elementos unificando los procedimientos y documentación requeridos para la elaboración y el desarrollo del trabajo de graduación titulado, “ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS PRESENTADOS EN LAS VÍAS CAHUAJÍ-EL ARRAYÁN CHICO Y GUSO GRANDE-GUSO CHICO, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”.

El diseño geométrico de una carretera supone la parte más importante de su concepción y proyecto, ya que permite establecer su disposición espacial más adecuada sobre el territorio, para que se adapte a sus características y condicionantes; pero a su vez pueda facilitar una accesibilidad y movilidad de las personas y las mercancías que sea segura, cómoda, sostenible y en unos tiempos que estén proporcionados a la magnitud de la demanda de movilidad, es decir, que sea funcional y eficaz a un coste razonable.

El diseño geométrico se lleva a cabo mediante un proceso de diseño iterativo, donde se va construyendo la geometría de la carretera a través de un modelo espacial que continuamente se evalúa, según todos los condicionantes y objetivos del diseño, para proceder a introducir modificaciones continuas en el mismo, buscando la optimización de la realidad física y funcional final. (LEON&GODOY, 2006)

La geometría de una carretera queda determinada en las 3 direcciones del espacio y queda fijada mediante 3 planos:

- La planta donde se fijan las alineaciones horizontales.
- El perfil longitudinal donde se fijan las alineaciones verticales.
- El perfil transversal donde se fijan los peraltes, el bombeo y la inclinación transversal de la rasante.

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.

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.

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.

Se debe tener en cuenta además que la construcción de una carretera influye de manera importante en el desarrollo económico de una región, incrementando la producción y el consumo, disminuyendo costos mejorando así la calidad de vida de la población ubicada en la zona de influencia.

7.3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.

La propuesta consiste en el Diseño Geométrico de las dos vías de acceso mencionadas, obteniendo el alineamiento horizontal, alineamiento vertical y sus respectivos planos, además del estudio de suelos, diseño del pavimento, Estudio hidráulico, señalización de tránsito y sus respectivos planos, análisis de precios unitarios, presupuesto total y finalmente el cronograma de la obra para cada eje vial.

7.4. OBJETIVOS.

7.4.1. OBJETIVO GENERAL.

Elaborar las propuestas de diseño geométrico para la apertura de las vías de acceso vecinales, en terreno montañoso Cahujá – El Arrayán Chico y Guso Grande – Guso Chico, pertenecientes a la parroquia Guanando, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo.

7.4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.

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

- Generar el alineamiento horizontal y vertical tomando en consideración normas de diseño del MTOP basados en el confort, visibilidad, seguridad, vialidad económica y sostenibilidad.
- Diseñar el drenaje que permita captar, conducir y evacuar el agua que se encuentra en la vía tanto superficial como subterránea.
- Calcular los volúmenes de obra para generar el presupuesto referencial con sus respectivos análisis de precios unitarios así como también el cronograma de trabajo.

7.5. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA – TÉCNICA.

7.5.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

- **Trabajos de Campo.**

El levantamiento topográfico del presente estudio de ingeniería se llevó a cabo en los respectivos sectores a desarrollarse las dos alternativas de diseño para los accesos a las comunidades que presentan la falta de estos:

- Vía de acceso 1: Cahují – El Arrayán Chico (Longitud = 1.00 Km).
- Vía de acceso 2: Guso Grande – Guso Chico (Longitud = 1.00 Km).

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

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

El trabajo de campo se inició tomando los datos de la vía de acceso Guso Grande – Guso Chico con la ayuda de los dirigentes de la comunidad guiándonos por el eje vial ya establecido en reuniones anteriores y que todos los moradores quedaron de acuerdo para que se determine el estudio de la Vía mencionada, en este proceso se ubicó 6 referencias con estacas de madera y 4 BMs (cilindros de hormigón) para acceder a tomar todos los puntos correspondientes a la faja de esta carretera con un total de 477, en cuya trayectoria se

encontró que la topografía está determinada por ser un terreno montañoso, no posee taludes muy altos.

Seguidamente continuamos con el trabajo de campo tomando los datos de la vía de acceso Cahují- El Arrayán Chico, en donde existe un chaquiñán realizado en mingas por los habitantes del sector el cual le establecimos como la alternativa principal para el nuevo eje vial para que se determine el estudio de la carretera mencionada, en este proceso se ubicó 5 referencias con estacas de madera y 3 BMs (cilindros de hormigón) para acceder a tomar todos los puntos correspondientes a la faja de esta carretera con un total de 332, en cuya trayectoria se encontró que la topografía está determinada por ser un terreno montañoso, con una pendiente muy elevada y tampoco posee taludes muy altos.

El tiempo de levantamiento topográfico duro 6 días laborables con la ayuda de 3 cadeneros, 1 topógrafo y un ayudante de topógrafo con la toma de 809 datos (Norte, Este, Elevación, Descripción).

- **Trabajo de Oficina.**

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

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

7.5.2. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS PLANIALTIMÉTRICAS DE DISEÑO.

- **Vía de acceso “Guso Grande – Guso Chico”:** inicia desde la abscisa 0+000 hasta el kilómetro 0+894.47 se extiende desde la Comunidad Guso Grande, a partir de la Vía existente (Camino de tierra) que une la Cabecera Parroquial con la nueva Vía

(Pavimento Flexible) Cahujá, hasta el sector central de la Comunidad Guso Chico denominado La Plaza Roja, en este tramo de la vía se adoptó una sección típica.

A lo largo del trayecto horizontal nos encontramos con zonas de producción de maíz, arboles de eucalipto y viviendas estructuradas con madera, en donde se trató de adaptar el eje vial con la mayor precaución y sin afectar las exigencias que las normas contemplan para este tipo de vías. En cuanto a lo vertical la topografía se torna montañosa y va descendiendo con pendientes elevadas en el inicio y la mitad del tramo, para finalizar en una zona plana donde se localiza la mayor congregación de viviendas.

- **Vía de acceso “Cahujá – El Arrayán Chico”:** inicia desde la abscisa 0+000 hasta el kilómetro 1+0410 se extiende desde la nueva Vía (Pavimento Flexible) Cahujá, hasta la Vía existente (Camino de tierra) del sector El Arrayán.

A lo largo del trayecto horizontal nos encontramos con árboles de eucalipto y matorrales propios de la zona, hasta finalmente encontrarnos con la Vía existente que nos dirige a las viviendas de los habitantes de la comunidad de El Arrayán Chico.

En lo referente a lo vertical la topografía se torna montañosa y va ascendiendo con pendientes demasiado elevadas en todo el tramo de la faja topográfica.

7.5.3. CRITERIO DE DISEÑO.

El objetivo de este estudio, es realizar la apertura de la vías de acceso a las comunidades Guso Chico y El Arrayán Chico en base a criterios de diseño determinados por el MTOP, con lo cual el conductor pueda circular sin excesivas fluctuaciones de velocidad, en condiciones de seguridad y comodidad; fundamentalmente, adoptando características geométricas para una vía Clase IV, con topografía montañosa, utilizando los mejores criterios que la práctica de ingeniería vial recomienda, para conseguir un proyecto que garantice un óptimo nivel de servicio. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003)

7.5.4. 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 MTOP 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 70. Valores normativos de diseño geométrico recomendados por el MTOP 2003

NORMAS	CLASE I 3000 – 8000 TPDA						CLASE II 1000 – 3000 TPDA						CLASE III 300 – 1000 TPDA						CLASE IV 100 – 300 TPDA						CLASE V MENOS DE 100 TPDA											
	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 (KPH)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25	60	50	40	50	35	25	60	50	40	50	35	25
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	10	75	42	75	30	20	10	75	42	75	30	20
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	10	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25	70	55	40	55	35	25
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASAMIENTO (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110	290	210	150	210	150	110
PERALTE	MÁXIMO = 10%																		10% (PARA V>50 KPH) 8% (PARA V< 50 KPH)																	
COEFICIENTE "K" PARA																																				
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 MÁXIMA (%) (3)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	6	8	6	8	14		
GRADIENTE LONGITUDINAL MÍNIMA (%) (4)	0.5 %																																			
ANCHO DE PAVIMENTO (m)	7.3			7.3			7.3			6.50			6.70			6.00			6.00						4.00											
CLASE DE PAVIMENTO	CARPETA ASFÁLTICA Y HORMIGÓN						CARPETA ASFÁLTICA						CARPETA ASFÁLTICA Ó D.T.S.B						D.T.S.B, CAPA GRANULAR O EMPEDRADO						CAPA GRANULAR O EMPEDRADO											
ANCHO DE ESPALDONES	2.5	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	2.5	2.5	1.5	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 (%)	1.5 - 2.0						2.0						2.0						2.5 (C.V. TIPO 6 Y 7) (C.V. TIPO 5 Y 5E)						4.0											
GRADIENTE TRANSVERSAL PARA ESPALDONES (%)	4.0						4.0						4.0						4.0 (C.V. TIPO 5 Y 5E)						-											
CURVA DE TRANSICIÓN	ÚSENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																			

Fuente: Normas de diseño geométrico del MTOP

7.5.5. 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. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003)

7.5.5.1. 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.

7.5.6. 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.

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

7.5.6.1. 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.

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

Donde:

i = índice de crecimiento anual

n = vida útil de la vía (número en años)

Tabla 71. Tasa de crecimiento vehicular por tipos para Chimborazo.

TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR POR TIPOS			
PERIODO	LIVIANO	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: COMUNIDAD GUSO CHICO

Tabla 72. Datos para el cálculo del tráfico futuro en la estación de conteo 1.

TIPO DE VEHÍCULO	TPDA ACTUAL	UNIDAD
LIVIANOS	30	Vehículo/día
BUSES	0	Vehículo/día
CAMIONES	8	Vehículo/día
Índice de crecimiento anual (LIVIANOS)	3.54	%
Índice de crecimiento anual (BUSES)	1.81	%
Índice de crecimiento anual (CAMIONES)	2.61	%

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

- **Tráfico futuro para 20 años.**

Periodo de diseño = 20 años

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

$$TPDA\ FUTURO = 30x(1 + 0.0354)^{20} + 0x(1 + 0.0181)^{20} + 8x(1 + 0.0261)^{20}$$

$$TPDA\ FUTURO = 74 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

ESTACIÓN 2: COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO

Tabla 73. Datos para el cálculo del tráfico futuro en la estación de conteo 2.

TIPO DE VEHÍCULO	TPDA ACTUAL	UNIDAD
LIVIANOS	29	Vehículo/día
BUSES	1	Vehículo/día
CAMIONES	9	Vehículo/día
Índice de crecimiento anual (LIVIANOS)	3.54	%
Índice de crecimiento anual (BUSES)	1.81	%
Índice de crecimiento anual (CAMIONES)	2.51	%

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

- **Tráfico futuro para 20 años.**

Periodo de diseño = 20 años

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

$$TPDA\ FUTURO = 29x(1 + 0.0354)^{20} + 1x(1 + 0.181)^{20} + 9x(1 + 0.261)^{20}$$

$$TPDA\ FUTURO = 75 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

7.5.6.2. TRÁFICO ATRAÍDO.

Es el tráfico desviado y varia 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.

$$TPDA\ ATRAIDO = TPDA\ ACTUAL \times 30\%$$

ESTACIÓN 1: COMUNIDAD GUSO CHICO

$$TPDA \text{ ATRAIDO} = TPDA \text{ ACTUAL} \times 30\%$$

$$TPDA \text{ ATRAIDO} = 30 \times 0.30 + 0 \times 0.30 + 8 \times 0.30$$

$$TPDA \text{ ATRAIDO} = 11 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

ESTACIÓN 2: COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO

$$TPDA \text{ ATRAIDO} = TPDA \text{ ACTUAL} \times 30\%$$

$$TPDA \text{ ATRAIDO} = 29 \times 0.30 + 1 \times 0.30 + 9 \times 0.30$$

$$TPDA \text{ ATRAIDO} = 12 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

7.5.6.3. 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.

$$TPDA \text{ GENERADO} = TPDA \text{ ACTUAL} \times 20\%$$

ESTACIÓN 1: COMUNIDAD GUSO CHICO

$$TPDA \text{ GENERADO} = TPDA \text{ ACTUAL} \times 20\%$$

$$TPDA \text{ GENERADO} = 30 \times 0.20 + 0 \times 0.20 + 8 \times 0.20$$

$$TPDA \text{ GENERADO} = 8 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

ESTACIÓN 2: COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO

$$TPDA \text{ GENERADO} = TPDA \text{ ACTUAL} \times 20\%$$

$$TPDA \text{ GENERADO} = 29 \times 0.20 + 1 \times 0.20 + 9 \times 0.20$$

$$TPDA \text{ GENERADO} = 8 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

7.5.6.4. 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.

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

ESTACIÓN 1: COMUNIDAD GUSO CHICO

Entonces:

/

Actualmente salen vehículos cargados = 3 Vehículos

$$\text{Trafico por Desarrollo} = 5 * 3$$

$$\text{Trafico por Desarrollo} = 15 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

ESTACIÓN 2: COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO

Entonces:

/

Actualmente salen vehículos cargados = 2 Vehículos

$$\text{Trafico por Desarrollo} = 5 * 2$$

$$\text{Trafico por Desarrollo} = 10 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

7.5.6.5. TPDA DEL PROYECTO.

ESTACIÓN 1: COMUNIDAD GUSO CHICO

$$TPDA_{\text{Proyecto}} = \text{Tráfico}_{\text{Futuro}} + \text{Tráfico}_{\text{Atraído}} + \text{Tráfico}_{\text{Generado}} + \text{Tráfico}_{\text{Por Desarrollo}}$$

$$TPDA_{\text{Proyecto}} = 74 + 11 + 8 + 15$$

$$TPDA_{\text{Proyecto}} = 108 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

ESTACIÓN 2: COMUNIDAD ARRAYÁN CHICO

$$TPDA_{Proyecto} = Tráficofuturo + Tráficofuturo + Tráficofuturo + Tráficofuturo$$

$$TPDA_{Proyecto} = 75 + 12 + 8 + 10$$

$$TPDA_{Proyecto} = 105 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

7.5.7. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA.

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

- Vía Guso Grande – Guso Chico:
TPDA actual = 46 (Vehículo/día) y TPDA proyecto = 108 (Vehículo/día), que corresponde a una vía de cuarto Orden – Vecinal (IV) propiamente a las normas establecidas por el MTOP.
- Vía Cahujá – Arrayán Chico:
TPDA actual = 45 (Vehículo/día) y TPDA proyecto = 105 (Vehículo/día), que corresponde a una vía de cuarto Orden – Vecinal (IV) propiamente a las normas establecidas por el MTOP.

Tabla 74. Clasificación de la vía en función del tráfico futuro.

Clasificación del Tráfico hasta 20 años		
TIPO DE CARRETERA	ORDEN	TPDA PROYECTO
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)

Nuestra vía se encuentra dentro del rango de las vías colectoras, pues esta vía tiende a recibir el tráfico de los caminos aledaños en este caso vecinales, y de clase IV por su tráfico promedio diario anual de 100 – 300, por lo que se tomará estas características para el diseño geométrico.

- VELOCIDAD DE DISEÑO = 25 km/h (MONTAÑOSO).
- VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN = $0.8 V_{d+6.5} = 26.5$ km/h (IV ORDEN).

Al ser la vía de IV orden determinamos los valores de diseño recomendados para caminos vecinales emitidas por el Ministerio de Transportes y Obras Públicas (MTOP).

Tabla 75. Valores de diseño recomendados para caminos vecinales.

NORMAS	CLASE IV 100-300 TPDA		
	ABSOLUTA		
	LL	O	MM
Velocidad de diseño (km/h).	60	35	25 ⁹
Radio mínimo de curvas horizontales.	60	35	25
Peralte.	10 % (Para V < 50 km/h)		
Coefficiente “K” para:			
Curvas verticales convexas (m).	12	3	2
Curvas verticales cóncavas (m).	13	5	3
Gradiente longitudinal máxima (%).	6	8	12
Gradiente longitudinal mínima (%).	0.50 %		
Ancho de pavimento.	6.00		
Clase de pavimento.	D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado		
Gradiente transversal para pavimento (%).	2 %		
Ancho de espaldones estables (m).	0.60		

LL = TERRENO PLANO O = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO

⁹ Para caminos de Clase IV y V, se podrá utilizar $V_d = 20$ km/h y $R = 15$ m. siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

Fuente: Normas de diseño geométrico del MTOP.

7.5.8. VELOCIDAD DE DISEÑO.

Es aquella velocidad que se escoge para diseñar la vía, se caracteriza por ser la máxima velocidad a la 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.

Para escoger la velocidad de diseño se debe considerar:

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

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.

Los caminos vecinales 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. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003)

Tabla 76. Velocidad de diseño, según el tipo de camino MTOP.

NORMAS	CLASE IV 100-300 TPDA					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M
VELOCIDAD DE DISEÑO	80	60	50	60	35	25

Fuente: Normas de diseño geométrico del MTOP.

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

Para caminos de Clase IV y V, se podrá utilizar $V_d = 20$ km/h y $R = 15$ m. siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

Para el diseño geométrico de las vías Guso Grande – Guso Chico y Cahují – El Arrayán Chico, la velocidad de diseño para las dos alternativas es de 25 km/h.

7.5.9. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.

Se la denomina también velocidad de operación vehicular, es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)

Esta velocidad es una medida de la calidad del servicio que el camino proporciona a los usuarios, por lo tanto, para fines de diseño, es necesario conocer las velocidades de los vehículos que se espera circulen por el camino para diferentes volúmenes de tránsito.

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 ($TPDA < 1.000$) se usará la siguiente ecuación:

$$Vc = 0.8 Vd + 6.5$$

Donde:

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

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

En nuestro proyecto para las dos alternativas de diseño:

$$Vd = 25 \frac{km}{h}$$

$$T.PD.A. = 107 \frac{vehículos}{día} < 1000$$

Se utiliza la expresión:

$$Vc = 0.8 * Vd + 6.5$$

$$Vc = 0.8 * 25 + 6.5$$

$$Vc = 26.50 \frac{km}{hora}$$

La velocidad de circulación es de 26.50 km/h para los dos ejes viales, la cual deberá ser respetada por los usuarios para evitar toda clase de accidentes.

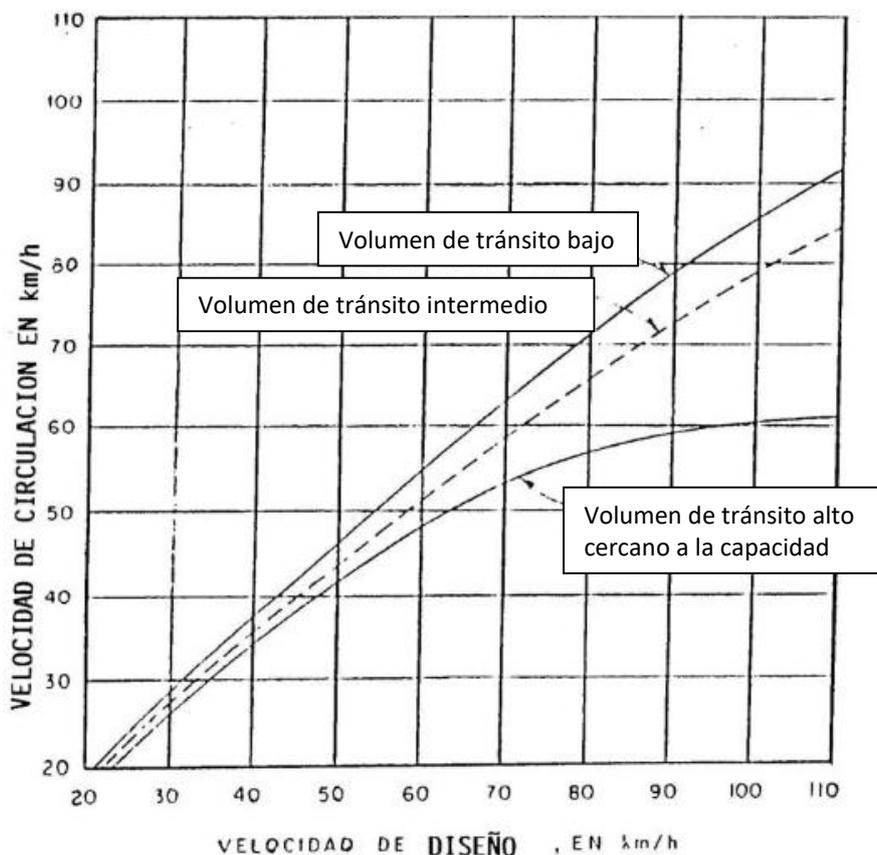
7.5.10. RELACIÓN ENTRE LA VELOCIDAD DE DISEÑO CON LA VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.

La relación general entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño se ilustra a continuación. En dicho gráfico 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. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003).

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.

Ilustración 98. Relación entre las velocidades de diseño y de circulación.



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

Tabla 77. Relación entre la Velocidad de Circulación y Velocidad de Diseño.

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

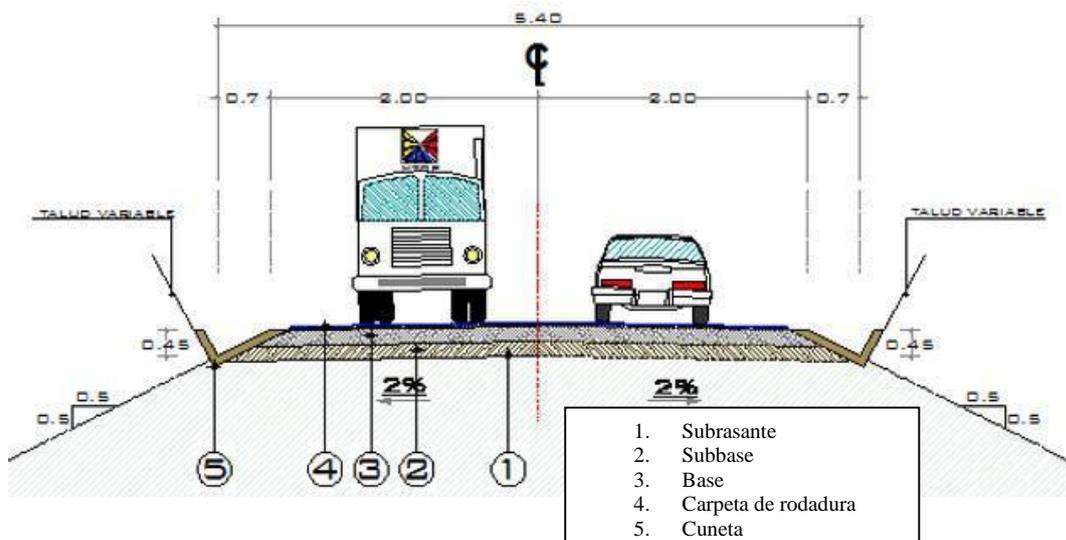
Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

7.5.11. 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 del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, se ha establecido para una vía vecinal de cuarto (IV) orden la siguiente sección típica:

Ilustración 99. Sección típica para una vía de IV orden.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003

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 debe 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:

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

En vías con características topográficas de montaña, se recomienda colocar la cuneta a 40 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 parte lateral del corte será menor y por consiguiente, será menor el volumen del movimiento de tierras, lo que abarata los costos de construcción. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003)

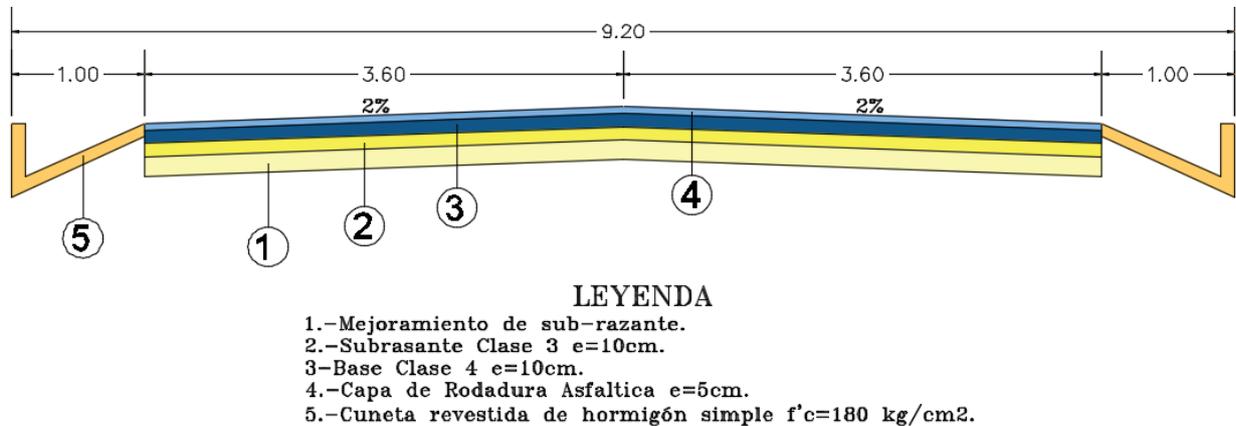
Tabla 78. Ancho de calzada y ancho de espaldones según el tipo de carretera.

CLASE DE CARRETERA			ANCHO DE CALZADA	ANCHO DE ESPALDONES (TERRENO MONTAÑOSO)
TIPO DE CARRETERA	ORDEN	TPDA PROYECTO	ABSOLUTA	ABSOLUTA
Autopista	RI-RII	Mayores de 8000	7.30	2.00
Vías Colectivas	I	De 3000 a 8000	7.30	1.50
	II	De 1000 a 3000	7.60	1.50
	III	De 300 a 1000	6.70	0.60
Caminos Vecinales	IV	De 100 a 300	6.00	0.60
	V	Menores a 100	4.00	-

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003

El ancho de la calzada en las dos alternativas de diseño para las vías de acceso será de 9,20 m.

Ilustración 100. Sección Transversal tipo para los dos accesos viales.



7.6. DISEÑO DE LA PROPUESTA.

7.6.1. 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. (Quinzo, E., 2010).

- **Tangentes.-** Son 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 y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “ α ” (alfa).

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

- **Curvas Circulares.-** Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas. Entre sus elementos característicos principales se tiene: Grado de curvatura (G_c) y Radio de curvatura (R).

7.6.1.1. 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. (Chafla, J., Pacheco, M, 2011).

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 segundos.

- **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
 - Sobreanchos.
 - Espaldones.
 - Drenajes
 - Señalamientos.

7.6.1.2. 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. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003)

7.6.1.2.1. 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.

7.6.1.3. 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.

7.6.1.4. 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. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)

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.

7.6.1.5. 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:

$$T_{min} = \frac{2}{3} (La + Lp) x 2X$$

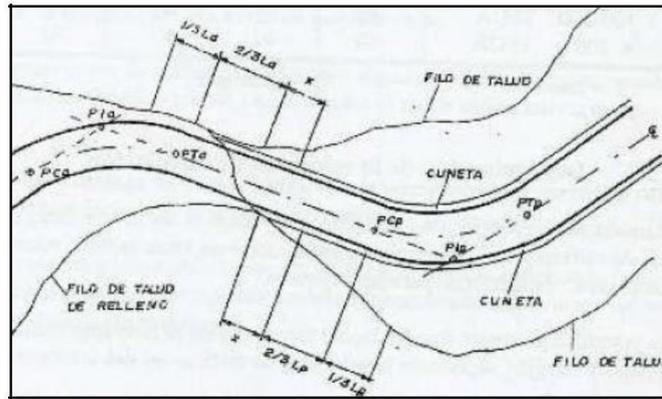
Donde:

L_a = longitud de desarrollo del peralte (curva interior).

L_p = 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.

Ilustración 101. Tangente intermedia mínima entre dos curvas.



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

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

7.6.1.6. TANGENTE INTERMEDIA MÍNIMA EN CURVAS ESPIRALES.

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

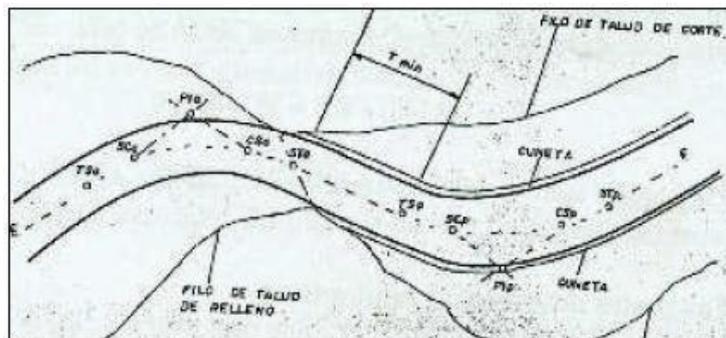
$$T_{min} = \frac{L_{Ta} + L_{Tp}}{2} \times 10$$

Donde:

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

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

Ilustración 102. Tangente intermedia mínima en curvas espirales.



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

7.6.1.7. TANGENTE INTERMEDIA MÍNIMA EN CAMINOS VECINALES.

Cuando se presenta condiciones críticas en el diseño geométrico para unir curvas horizontales consecutivas, es decir el tramo entre el PT de la una curva con el PC de la siguiente curva, es necesario introducir entre ellas una tangente intermedia con una longitud mínima, permitiendo adaptar el proyecto a las condiciones topográficas en la zona y condiciones de seguridad para que el vehículo que termina de circular en una curva se estabilice totalmente antes de entrar a la siguiente curva. En terreno montañoso este tramo recto deberá ser por lo menos 40 m. para todas las clases de caminos. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003)

7.6.1.8. 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. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003).

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

$$L_{max} = 20 \times 25$$

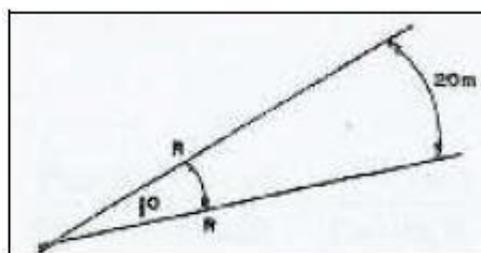
$$L_{max} = 500 \text{ m}$$

$$L_{max} = \text{Tangente máxima}$$

7.6.1.9. 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:

Ilustración 103. Grado de curvatura



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

$$Gc = \frac{20 \times 360}{2\pi R} = \frac{1445.92}{R}$$

Igualando ambas expresiones para el radio tenemos:

$$\frac{v^2}{127(e + f)} = \frac{1445.92}{Gc}$$

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

De ahí;

- **Grado de curvatura:** Es el ángulo formado por un arco de 20 metros. Su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño. El grado de curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento. Se representa con la letra Gc y su fórmula es la siguiente:

$$Gc = \frac{1445.92}{R}$$

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

$$R = \frac{1445.92}{Gc}$$

Tabla 79. Radio mínimo de curvatura en función del peralte y coeficiente de fricción.

VELOCIDAD DE DISEÑO	RADIO MÍNIMO 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		72.01	78.74	86.68	75	80	90	
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 la alternativa de acceso vial Cahuajá Bajo – Arrayán Chico:

GRADO DE CURVATURA

DATOS:

e = 8 % peralte.

f= 0.316 coeficiente de fricción.

Vd= 25 km/h.

$$R = \frac{145532(e + f)}{v^2}$$

$$Gc = \frac{145532(0.08 + 0.316)}{25^2}$$

Gc = 92.21 grados de curvatura.

RADIO DE CURVATURA

Entonces:

$$R = \frac{1445.92}{Gc}$$

$$R = \frac{1445.92}{92.21}$$

R = 15.68 m ≈ 16 m de radio de curvatura.

7.6.1.10. 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. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003)

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 Oficial), 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 80. Radio mínimo de curvatura horizontal.

NORMAS	CLASE III 300 – 1000 TPDA						CLASE IV 100 – 300 TPDA						CLASE V MENOR DE 100 TPDA					
	RECOMENDABLE E			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTO			RECOMENDABLE			ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
VELOCIDAD DE DISEÑO	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25	60	50	40	50	35	25
RADIO MÍNIMO DE CURVATURA HORIZONTAL	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	10	75	42	75	30	20

⁹ Para caminos de Clase IV y V, se podrá utilizar *V*_d= 20 km/h y *R*=15 m. siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

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 la alternativa de acceso vial Guso Grande – Guso Chico:

RADIO DE CURVATURA

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

$$f = 0.19 - 0.000626 \times 25$$

$$f = 0.174$$

RADIO MÍNIMO DE CURVATURA

DATOS:

e max = 8 % Clase IV

f= 0.174

Vd= 25 km/h.

Entonces:

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

$$R = \frac{25^2}{127(0.08 + 0.174)}$$

$$R = 19.37 \text{ m} \approx 20 \text{ m de radio de curvatura.}$$

Para el proyecto:

En la vía Cahujá Bajo – Arrayán Chico se utilizará un radio mínimo de curvatura igual 16 metros debido a la topografía del terreno.

En la vía Guso Grande – Guso Chico se utilizará un radio mínimo de curvatura igual 20 metros.

7.6.1.11. 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.

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

Donde:

F = fuerza centrífuga

g = aceleración de la gravedad (m/seg²)

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 el peralte de diseño para los dos vías que pertenecen a nuestro estudio:**

Datos:

V = 25 km/h

R = 20 radio mínimo de curvatura.

f = 0.174 coeficiente de fricción.

$$e = \frac{v^2}{127 R} - f 0.316$$

$$e = \frac{25^2}{127 \times 20} - 0.174$$

$$e = 0.072 \approx 0.08$$

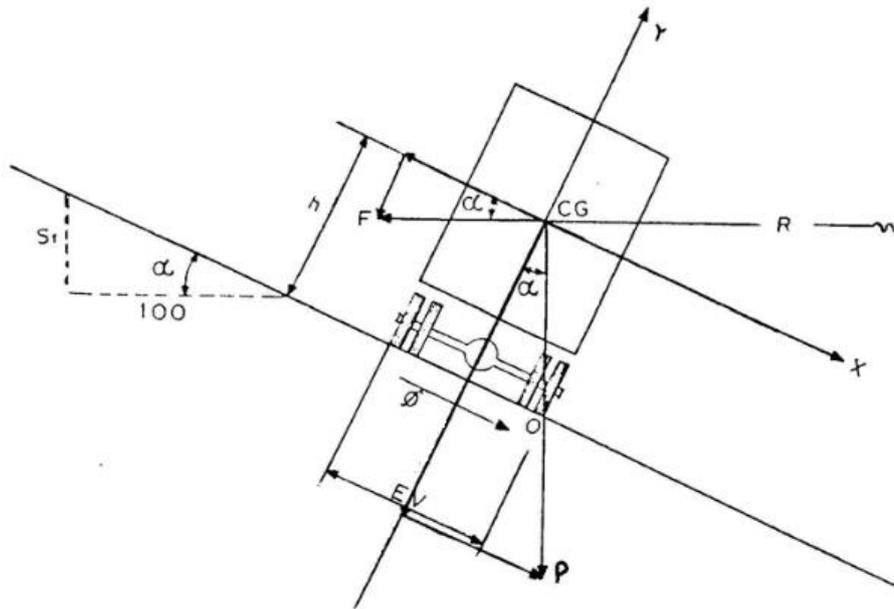
Para el proyecto en las dos alternativas, el peralte máximo que se utilizará será el 8 %.

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. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003).

Ilustración 104. Estabilidad del vehículo en las vías.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

Tabla 81. Desarrollo del peralte en función de la velocidad.

VELOCIDAD DE DISEÑO EN km/h	GRADIENTE LONGITUDINAL NECESARIA PARA EL DESARROLLO DEL PERALTE (%)	RECOMENDACIÓN DEL VALOR MÁXIMO
25	0	0.80
30	-	0.80
40	70	0.80
50	70	0.80
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_e = Longitud de transición.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

R = Radio de la curva, m.

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 $e_{\text{máx.}} = 8\%$ (peralté máximo)

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

$$L_e = 0.036 \times \frac{25^3}{20}$$

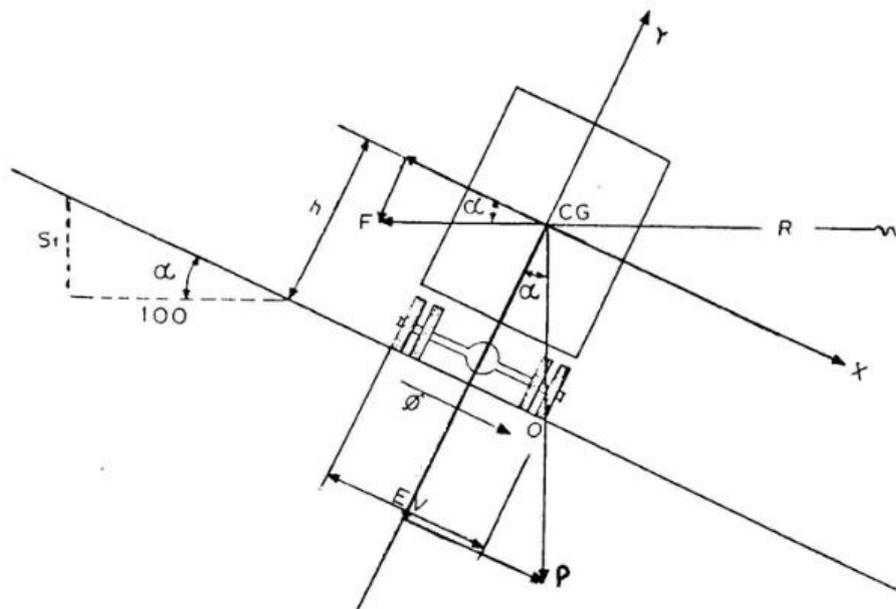
$L_e = 28.125 \text{ m} \approx 28 \text{ m de longitud de transición.}$

7.6.1.12. DESARROLLO DEL PERALTE.

7.6.1.12.1. MAGNITUD DEL PERALTE.

Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular, es empujado 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. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003).

Ilustración 105. Estabilidad del vehículo en las curvas



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

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

$$F = \frac{m * v^2}{R} - \frac{P * v^2}{gR}$$

Donde:

P = Peso del Vehículo (Kg)

v = Velocidad de diseño (m/seg)

g = Aceleración de la gravedad = 9.78 m/seg²

R = Radio de la curva circular (m)

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.

7.6.1.12.2. 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. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003).

7.6.1.12.3. 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:

- **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.
- **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.
- **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 82. Desarrollo del peralte en función de la velocidad.

VELOCIDAD DE DISEÑO km/h	RECOMENDACIÓN DEL VALOR MÁXIMO
25	0,80
30	0,80
40	0,80
50	0,80
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.

7.6.1.13. 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 de 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 la Tabla
- 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:

$$Le = 0.56 * Vd \left(\frac{km}{h} \right)$$

$$Le = 0.56 * 25 \left(\frac{km}{h} \right)$$

$$Le = 14 m$$

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:

- 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.

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

$$L_{max} = (24 \times 20)^{0.5}$$

$$\mathbf{L_{max} = 21.91 m}$$

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

$$h = e \times a$$

Donde:

h = sobreelevación, m

e = peralte, %

a = ancho de la calzada en, m

* es para caso de giro alrededor del eje

$$h = e \times a$$

$$h = 0.08 \times 7.20$$

$$\mathbf{h = 0.576 m}$$

- 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 83. Gradiente longitudinal (i), necesaria para el desarrollo del peralte.

VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h	VALOR DE "i"	MÁXIMA PENDIENTE EQUIVALENTE
20	0.800	1:125
25	0.775	1:129
30	0.750	1:133
35	0.725	1:138
40	0.700	1:143
50	0.650	1:154
60	0.600	1:167
70	0.550	1:182
80	0.500	1:200
90	0.470	1:213
100	0.430	1:233
110	0.400	1:250
120	0.370	1:270

Fuente: 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.

LONGITUD DE DESARROLLO

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

$$L = \frac{0.08 \times 7.20}{2 \times 0.00775}$$

$$L = 37.16 \text{ m} \approx 37 \text{ m}$$

7.6.1.14. 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. (Cueva, Pio, 2000).

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.

LONGITUD TANGENCIAL

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

$$X = \frac{0.02 \times 7.20}{2 \times 0.00775}$$

$$X = 9.29 \text{ m} \approx 9.00 \text{ m}$$

7.6.1.15. LONGITUD TOTAL DE TRANSICIÓN.

Finalmente se establece la longitud total de transición.

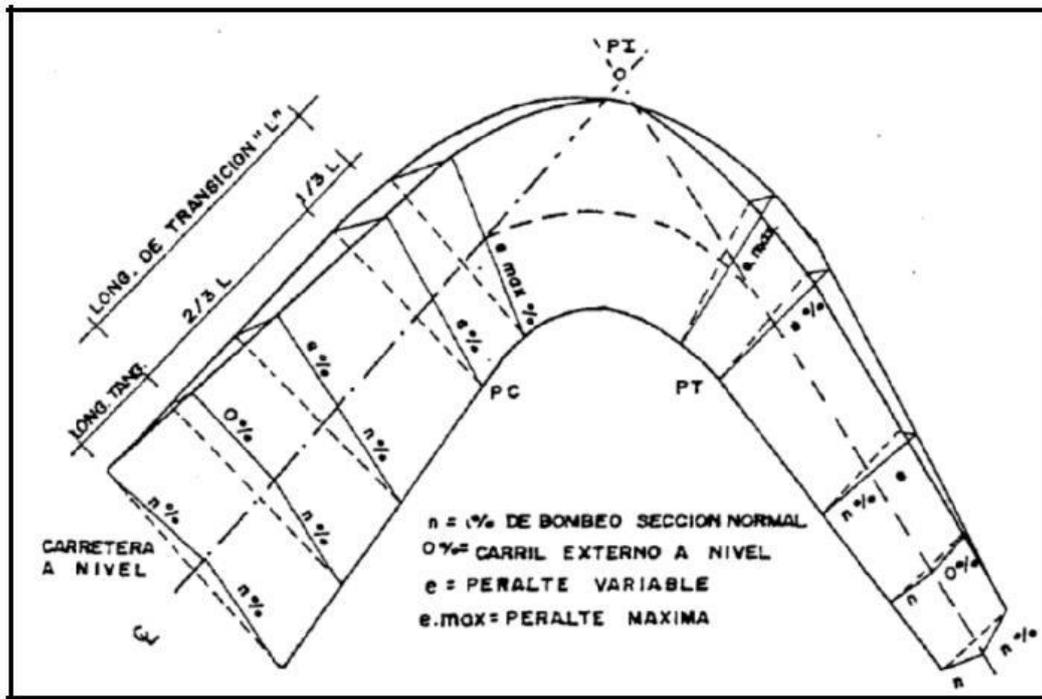
$$L_T = L + X$$

$$L_T = 37.00 + 9.00$$

$$L_T = 43.00 \text{ metros de longitud de transición.}$$

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 sobreebanco 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.

Ilustración 106. Transición del peralte en perspectiva.

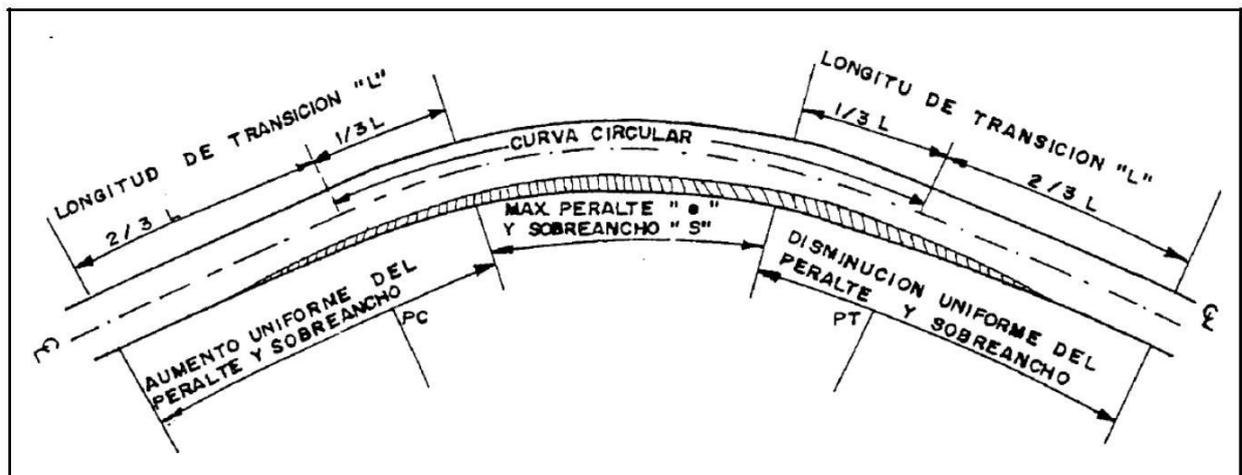


Fuente: Proyecto, contratación y Mantenimiento de caminos, Pío Cuevas Moreno.

7.6.1.16. 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.

Ilustración 107. Transición del peralte y sobre ancho de una curva circular en planta.



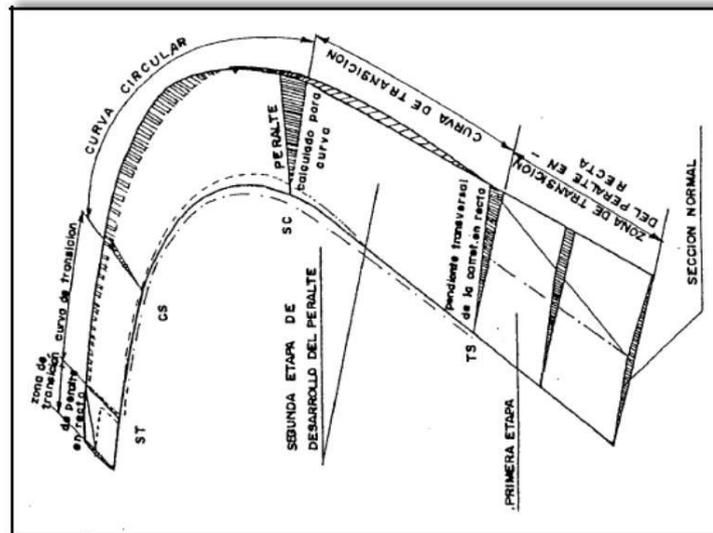
Fuente: Proyecto, contratación y Mantenimiento de caminos, Pío Cuevas Moreno.

7.6.1.17. 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 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 .

Ilustración 108. Transición del peralte y sobrancho de una curva espiral.



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

Ilustración 109. 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.

Ilustración 110. 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.

7.6.1.18. CURVA CIRCULAR SIMPLE.

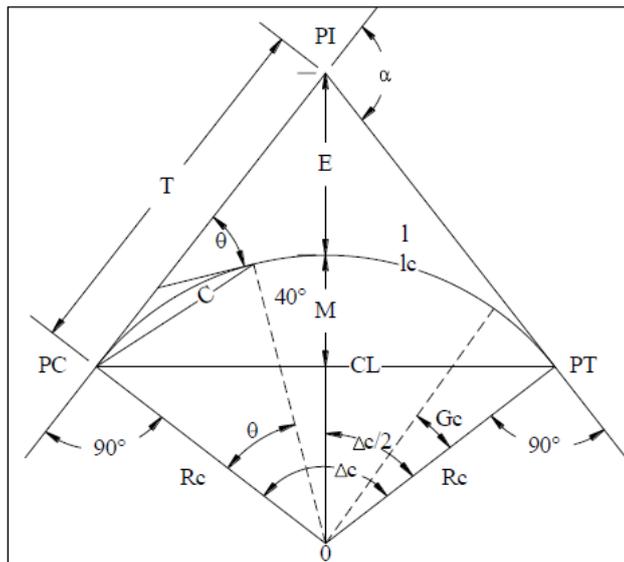
Es aquella que está formada por un solo arco de circunferencia la cual une dos alineamientos rectos llamados tangentes.

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 “ Δ ” 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 $\Delta/2$.

Ilustración 111. Elementos de una curva circular simple.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

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

- ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE**

Longitud de la curva: Es la longitud del arco entre el PC y el PT. Su fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$L = \pi \times Rc * \frac{\Delta}{180}$$

Tangente de curva o subtangente: Es la distancia entre el PI y el PC o entre el PI y el PT de la curva, medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa con la letra “T” y su fórmula de cálculo es:

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

External: Es la distancia mínima entre el PI y la curva. Se representa con la letra “E” y su fórmula es:

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

Ordenada media: Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se representa con la letra “M” y su fórmula de cálculo es:

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

Deflexión en un punto cualquiera de la curva: Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en el PC y la tangente en el punto considerado. Se lo representa como θ y su fórmula es:

$$\theta = \frac{Gc \times l}{20}$$

Cuerda: Es la recta comprendida entre 2 puntos de la curva. Se la representa con la letra “C” y su fórmula es:

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

7.6.1.19. CURVAS DE TRANSICIÓN.

Al pasar de una lineamiento recto a una curva circular aparece la fuerza centrífuga que tiende a desviar el vehículo de la trayectoria que debe recorrer, esto representa una incomodidad y peligro.

En realidad lo que ocurre es que para evitar, el conductor instintivamente, no sigue la traza correspondiente a su línea de circulación, sino otra distinta, la cual pasa paulatinamente del radio infinito a la alineación recta al finito de la curva circular.

El conductor se aparta de la línea circular y evita la incomodidad que le produce el cambio brusco de condiciones de equilibrio del vehículo, pero al salir de su línea de circulación aparece el peligro de choque con un vehículo que pueda venir en dirección contraria.

Con las curvas de transición se puede resolver el problema, ya que estas son curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el del sobreancho.

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.

Tanto la variación de la curvatura como la variación de la aceleración centrífuga son constantes a lo largo de la misma. Este cambio será función de la longitud de la espiral, siendo más repentino cuando su longitud sea más corta.

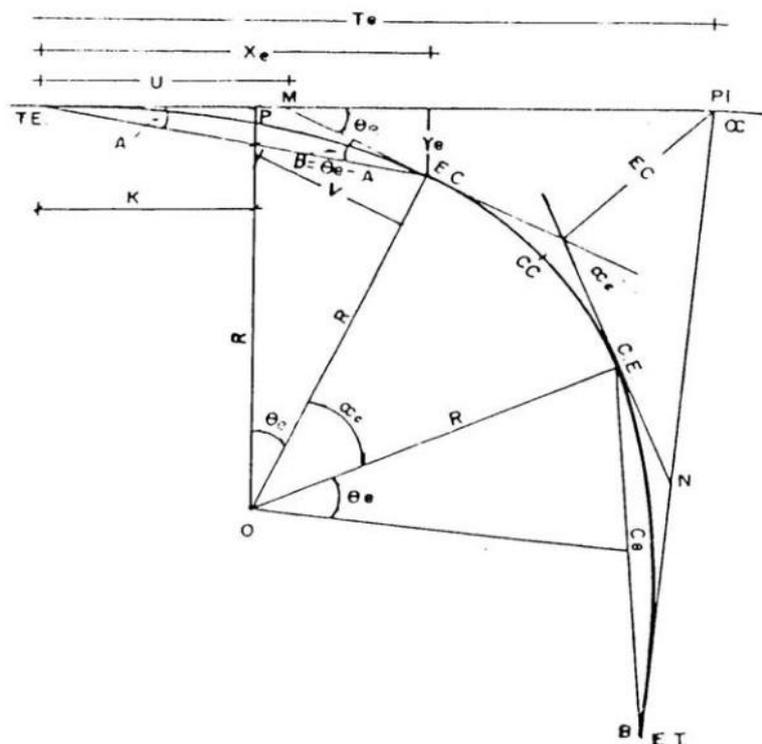
Las curvas de transición empalman la alineación recta con la parte circular, aumentando la seguridad, al favorecer la maniobra de entrada en la curva y la permanencia de los vehículos en su propio carril.

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:

- Las curvas de transición diseñadas adecuadamente ofrecen al conductor una trayectoria fácil de seguir, de manera que la fuerza centrífuga se incremente y decrezca gradualmente conforme el vehículo entra en la curva circular y sale de ella. La fuerza centrífuga pasa de un valor cero, en el comienzo de la curva espiral, al valor máximo al final de la misma en una forma gradual.
- Resulta fácil para un conductor mantenerse en su carril sin disminuir la velocidad.

- La longitud de la curva de transición permite un adecuado desarrollo del peralte cumpliéndose aproximadamente la relación velocidad-radio para el vehículo circulante. Si no se intercala una curva de transición, el peralte debe iniciarse en la parte recta y en consecuencia el vehículo tiende a deslizarse hacia la parte interior de la curva, siendo necesaria una maniobra forzada para mantenerlo en su carril cuando el vehículo aún va en la parte recta.
- Cuando la sección transversal necesita ser ensanchada a lo largo de una curva circular, la curva de transición también facilita la transición del ancho.
- 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.

Ilustración 112. Elementos de una curva espiral de transición.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

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

- **ELEMENTOS DE LA CURVA DE TRANSICIÓN.**

Longitud del arco espiral:

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

Radio de la espiral:

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

Ángulo al centro de la espiral en radianes:

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

Ángulo de deflexión entre las tangentes de la espiral:

$$\theta_e = \frac{180 \times \delta e}{\pi} \quad \text{ó} \quad \theta_e = \frac{90 \times L_e}{\pi \times R}$$

Ángulo de desviación de la tangente y la cuerda larga en TE:

$$A_e = \left(\left(\frac{\theta_e}{3} \right) - \theta_e \times 8.3 \times 10^{-7} \right)$$

Ángulo de desviación de la cuerda larga y tangente corta en CE

$$B = \theta_e - A_e$$

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.

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

$$Y_e = L_e * \left(\left(\frac{\delta e}{3} \right) + \left(\frac{\delta e^3}{42} \right) + \left(\frac{\delta e^5}{1320} \right) + \left(\frac{\delta e^7}{75600} \right) \right)$$

Longitudes del punto EC con respecto a TE Y ET.

$$u = X_e - \left(\frac{Y_e}{\tan(\theta_e)} \right)$$

$$v = \frac{Y_e}{\sin(\theta_e)}$$

Coordenadas del PC con respecto a TE o ET.

$$P = Y_e - R (1 - \cos(\theta_e))$$

$$K = X_e - R (\sin(\theta_e))$$

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.

$$\alpha_c = \alpha - 2 \times \theta_e$$

Longitud de la curva circular.

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

Longitud total.

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

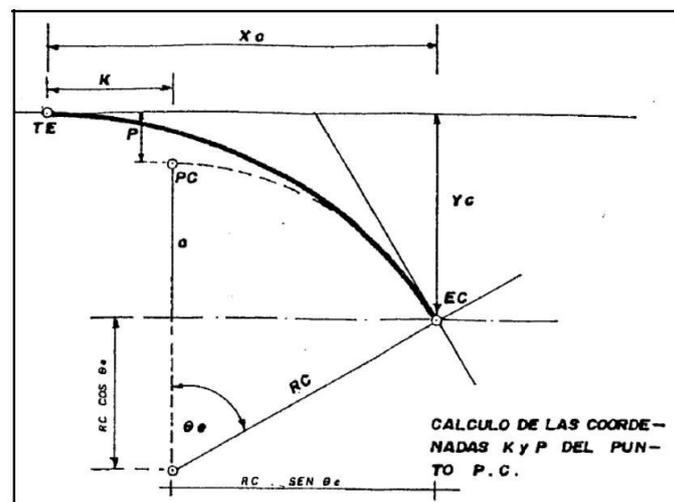
$$Ec = TE + Le$$

$$CE = EC + Le$$

$$ET = CE + Le$$

$$ET = TE + LT$$

Ilustración 113. Coordenadas K y P del PC.



Fuente: Contratación y Mantenimiento de Caminos Pío Cuevas Moreno.

CUADROS DE RESUMEN DE LOS ELEMENTOS DE LAS CURVAS DE LAS DOS ALTERNATIVAS DE DISEÑO.

Tabla 84. Cálculos y elementos de las curvas horizontales Vía Guso Grande Guso Chico.

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
N° CURVA	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	L.SUBTAN	L.CURVA	L.CUERDA	EXTERNAL	ORD.MEDIA	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI: 1	N59.604850E	20°09'28"	100.00	17.77	35.18	35.00	1.57	1.54	0+224.87	0+207.10	0+242.28	9831299.63	775341.52
PI: 2	N77.861516E	16°21'20"	180.00	25.87	51.38	51.21	1.85	1.83	0+444.85	0+418.98	0+470.36	9831376.13	775548.16
PI: 3	S17.973625E	151°58'27"	20.00	80.14	53.05	38.81	62.60	15.16	0+705.51	0+625.37	0+678.42	9831394.16	775808.55
PI: 4	S11.608275W	92°48'37"	25.00	26.26	40.50	36.21	11.26	7.76	0+794.61	0+768.35	0+808.85	9831290.16	775642.03

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Tabla 85. Cálculos y elementos de las curvas horizontales Vía Cahuají – Arrayán Chico.

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
N° CURVA	DIRECCIÓN	DELTA	R	L.SUBTAN	L.CURVA	L.CUERDA	EXTERNAL	ORD. MEDIA	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI: 1	N76.516301W	169°23'02"	16.00	172.21	47.30	31.86	156.95	14.52	0+323.96	0+151.74	0+199.04	9835006.35	776317.66
PI: 2	N77.858626W	172°04'07"	16.00	230.80	48.05	31.92	215.35	14.89	0+481.84	0+251.04	0+299.09	9835456.74	776382.37
PI: 3	N77.642503W	172°30'03"	16.00	244.14	48.17	31.93	228.66	14.95	0+744.31	0+500.17	0+548.34	9834807.26	776194.82
PI: 4	N75.264341W	167°44'40"	16.00	149.03	46.84	31.82	133.89	14.29	0+852.92	0+703.88	0+750.73	9835349.79	776276.95

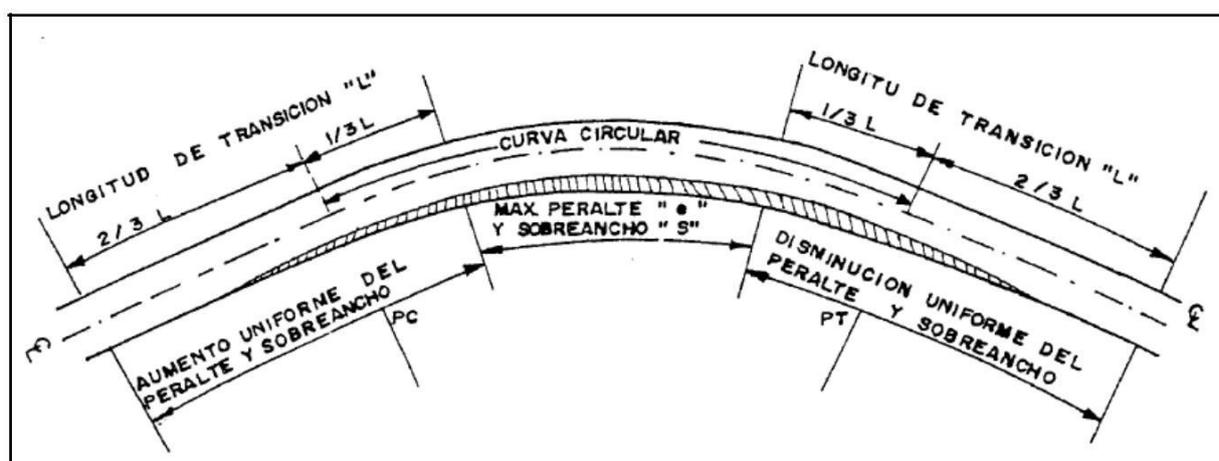
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

7.6.1.20. SOBREALCHO.

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. (Cueva, Pio, 2000)

Ilustración 114. Transición del peralte y sobrealcho en condiciones de seguridad.



Fuente: Contratación y Mantenimiento de Caminos Pio Cuevas Moreno.

El objetivo principal del sobrealcho 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 sobrealcho 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 sobrealcho es indispensable en caminos vecinales y carreteras con anchos de vía, menores a 3.6 metros.

7.6.1.20.1 MAGNITUD DEL SOBREENCHO.

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

$$W = A_c - A_t$$

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

Donde:

W = Sobre ancho expresado en metros

A_c = Ancho total necesario para la curva expresado en metros.

A_t = 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_A = 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.

CÁLCULO DEL SOBREENCHO

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

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

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

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

$$U = 2.45 + R - \sqrt{R^2 + 6.10^2}$$

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

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

Tabla 86. Ancho del pavimento en tangente.

ANCHO DE 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.**

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

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

- Para el proyecto el sobreebanco para las dos alternativas de diseño será:

DATOS:

$$V_d = 25 \text{ KPH}$$

$$\text{Radio mínimo} = 20 \text{ m.}$$

$$e = 8 \%$$

$$A_t = 6.00$$

$$c = 0.60$$

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

$$U = 2.45 + 20 - \sqrt{20^2 + 37.21}$$

$$U = 1.540$$

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

$$F_A = \sqrt{20^2 + 16.37} - 20$$

$$F_A = 0.405$$

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

$$Z = \frac{25}{10 \times \sqrt{20}}$$

$$Z = 0.559$$

$$A_c = 2 \times (u + c) + F_A + Z$$

$$A_c = 2 \times (1.540 + 0.60) + 0.405 + 0.559$$

$$A_c = 5.244 \text{ m}$$

$$W = A_c - A_t$$

$$W = 5.244 - 6.00$$

$$W = -0.756 \text{ m}$$

Ilustración 115. Peraltes, sobreeanchos y longitudes X, L para el desarrollo camino vecinal.

Velocidad de diseño (Kph)	25	Gradiente Longitudinal	0,75		
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
30	8,0	1,80	16	32	51
40	8,0	1,60	16	32	49
50	8,0	1,40	16	32	47
60	6,4	1,20	16	26	36
70	5,3	1,05	16	21	29
80	4,5	0,95	16	18	24
90	4,1	0,85	16	16	21
100	4,0	0,80	16	16	20
125	4,0	0,68	16	16	20
150	4,0	0,58	16	16	19
175	4,0	0,53	16	16	19
200	S.N				
S.N = Sección Normal			C.P = Curva con Peralte		

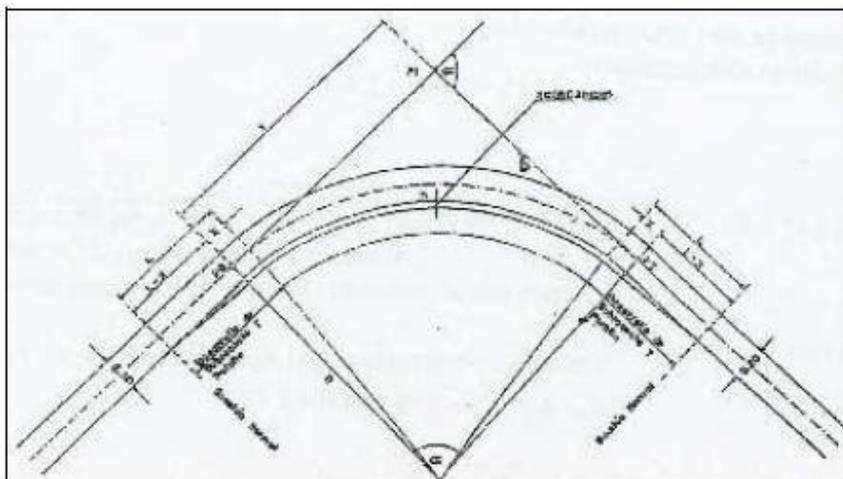
Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

Según el cálculo las curvas no necesitan un sobreeancho, por lo que en nuestro diseño se optara por el valor de 1.00 m por seguridad.

7.6.1.20.2. DESARROLLO DEL SOBREEANCHO EN CURVAS CIRCULARES.

La transición del sobreeancho 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. (Cueva, Pio, 2000)

Ilustración 116. Desarrollo del sobreeancho en curvas circulares.



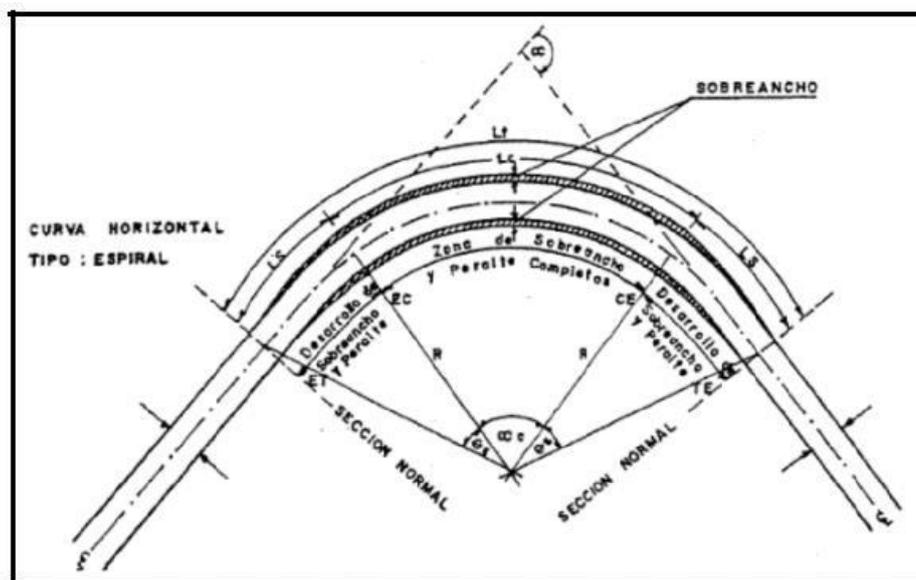
Fuente: Contratación y Mantenimiento de Caminos Pio Cuevas Moreno

7.6.1.20.3. DESARROLLO DEL SOBREENCHO 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).

Ilustración 117. Desarrollo del sobreencho en curva espiral.



Fuente: Contratación y Mantenimiento de Caminos Pío Cuevas Moreno.

7.6.1.21. 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.
- 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 87. 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
DE 100 A 300	IV	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
MENOS DE 100	V	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura. (no se considera el espaldón como tal)					

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

Tabla 88. Pendiente transversal para espaldones.

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

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

7.6.1.22. 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:

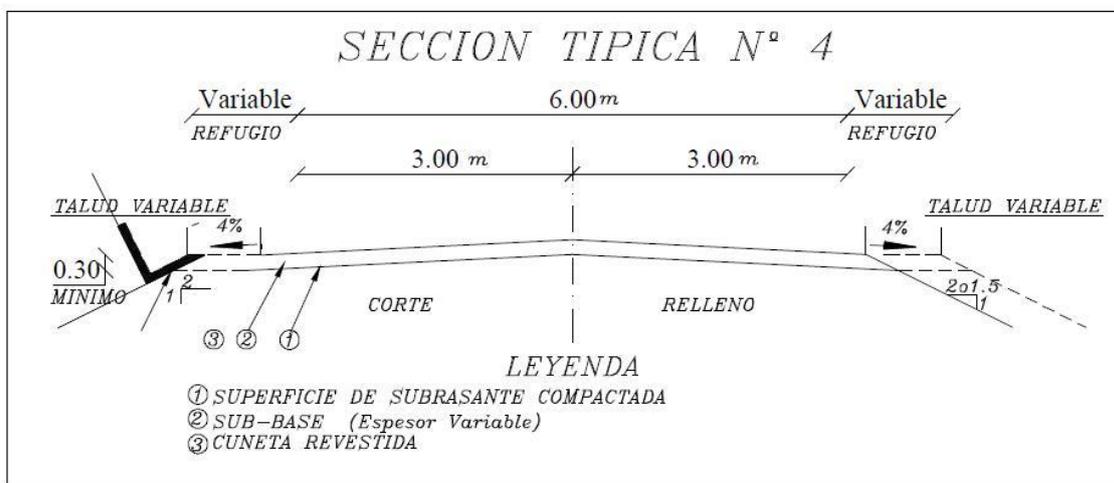
- Calzada
- Espaldones
- Taludes
- Cunetas.

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. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003)

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 al final del proyecto la cual se indicará a continuación.

Ilustración 118. Sección típica para una vía de IV orden.

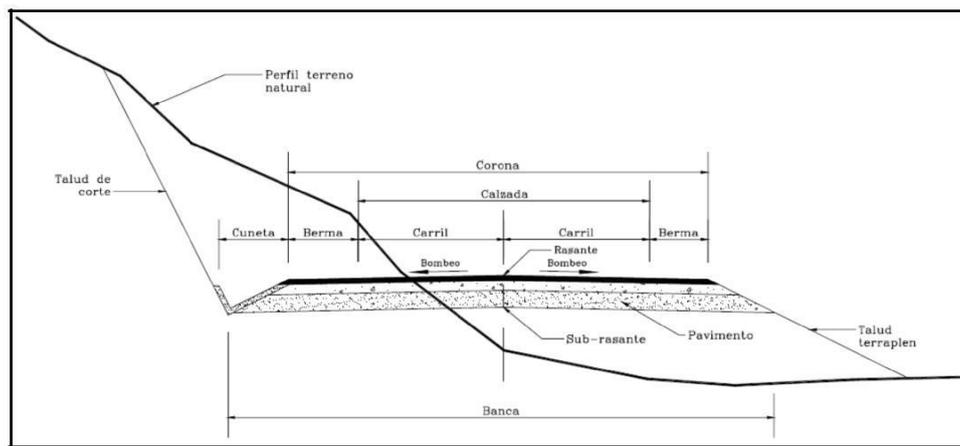


Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

7.6.1.22.1. 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.

Ilustración 119. 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 sobreaancho. 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 89. Ancho de calzada según la clase de carretera.

CLASE DE CARRETERA	ANCHO DE CALZADA (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
IV 100 A 300 TPDA	6.00	6.00
V Menos de 100 TPDA	4.00	4.00

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 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.

Para las dos alternativas de diseño se utilizara una pendiente transversal del 2% para el bombeo.

Tabla 90. Tipos de superficie de rodadura y su bombeo.

	TIPO DE SUPERFICIE	BOMBEO (%)
MUY BUENO	Superficie con cemento hidráulico, asfáltico tendido con extendedora mecánica.	1.00 a 2.00
BUENO	Superficie con mezcla asfáltica con moto conformadora carpeta de riego	1.5 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.

Tabla 91. Ancho de calzada y ancho de espaldones según la clase de carretera.

CLASE DE CARRETERA			ANCHO DE CALZADA	ANCHO DE ESPALDONES (TERRENO MONTAÑOSO)
TIPO DE CARRETERA	ORDEN	TPDA PROYECTO	ABSOLUTA	ABSOLUTA
Autopista	RI-RII	Mayores de 8000	7.30	2.00
Vías Colectivas	I	De 3000 a 8000	7.30	1.50
	II	De 1000 a 3000	7.60	1.50
	III	De 300 a 1000	6.70	0.60
Caminos Vecinales	IV	De 100 a 300	6.00	0.60
	V	Menores a 100	4.00	-

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003

En el presente proyecto se empleará un ancho de espaldones de 0.60 m, normado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas para caminos vecinales de IV orden, 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 ésta, 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.

- **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:

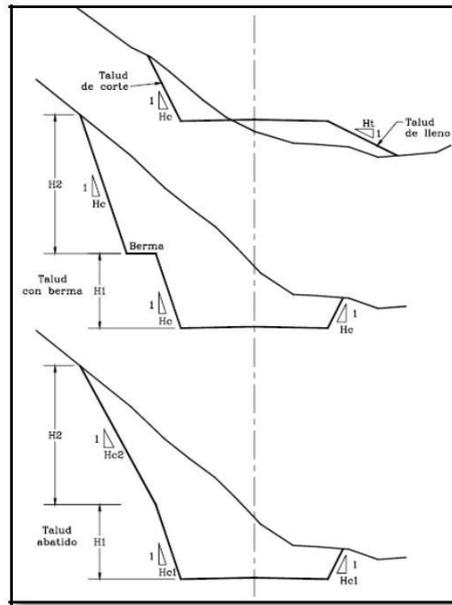
Tipo de suelo: Dependiendo del tipo de suelo, sus características y propiedades, se define luego de un estudio geotécnico de estabilidad de taludes cual debe ser la inclinación apropiada para que el talud sea estable. Cuando se trata de roca la inclinación suele ser mucho mayor que para taludes en material 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 cuál 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.

Ilustración 120. Tipos de taludes.



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Colombiano

En la Tesis de la Escuela Politécnica del Ejército realizada cerca de del sector de la apertura de las vías Guso Grande – Guso Chico y Cahujá – El Arrayán Chico denominada “Diseño Geotécnico de la Vía Cahujá empate con la Vía Ambato Baños”, se determina la recomendación de la inclinación de los taludes en relación al tipo de suelo encontrado en el lugar, que se indican en la siguiente tabla y que serán utilizados en este proyecto como principal referencia:

Tabla 92. Inclinación de taludes recomendados para el proyecto

TALUD	GEOLOGÍA	TALUD H=0 m-15 m	TALUD= H=15m-40m
CORTE	SM, ML, VOLCÁNICOS DEL TUNGURAHUA	½ (H) : 1 (V)	½ (H) : 1 (V) Con terrazas de 3m de ancho a la mitad de la altura del corte
RELLENO	SM, ML, VOLCÁNICOS DEL TUNGURAHUA	1 (H) : 1 (V)	2(H) : 1 (V)

Fuente: Diseño Geotécnico de la Vía Cahujá empate con la Vía Ambato Baños.

- **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 93. Clasificación de superficie de rodadura.

CLASIFICACIÓN DE SUPERFICIE DE RODADURA		
CLASE DE CARRETERA	TIPO DE SUPERFICIE	PENDIENTE TRANSVERSAL (%)
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
IV 100 A 300 TPDA	Grava o doble tratamiento superficial bituminoso, Adoquín.	2 - 2.5 - 4
V Menos de 100 TPDA	Grava, Empedrado, Tierra	4

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

7.6.1.23. DISTANCIAS DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES.

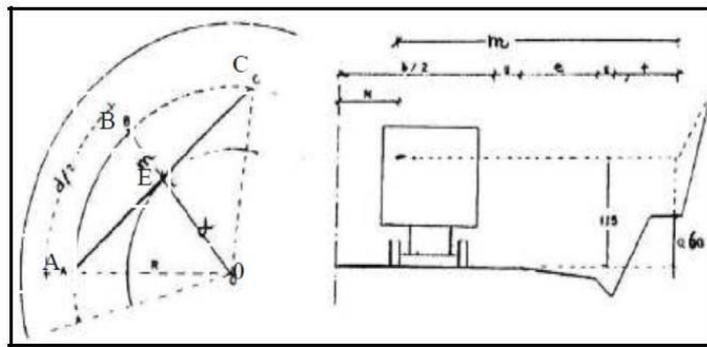
La capacidad de visibilidad es de importancia en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una carretera, de ahí que a la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él, se le llame distancia de visibilidad. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003).

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

Ilustración 121. 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.

$\frac{b}{2}$ = 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.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES

DATOS:

b = 6m

g = 1.80 m (valor de la tabla 38)

e = 0.60 m (valor asumido de acuerdo a los valores de la tabla 40)

c = 1.00m

t = 1.20m

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

$$m = \frac{6}{2} + 1.80 - 0.80 + 0.60 + 1.00 + 1.20$$

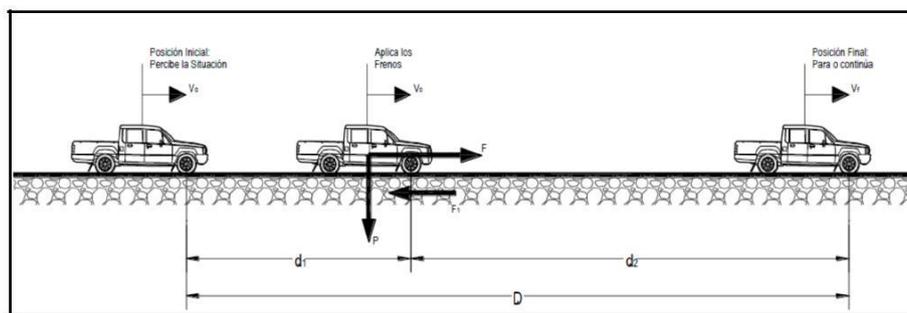
$$\mathbf{m = 6.80 m}$$

7.6.1.23.1. 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. (Clarkson, H., 1982)

La distancia de visibilidad de parada “ d_p ”, 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 “ d_1 ”, más la distancia de frenado que se denomina “ d_2 ”. 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.

Ilustración 122. 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 de parada.

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.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

Datos:

Vc = 25 km/h

t = 2.5 seg.

$$d1 = 0.278 \times Vc \times t$$

$$d1 = 0.278 \times 25 \times 2.5$$

$$\mathbf{d1 = 34.75 m \approx 35.00 m}$$

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 (m/s)

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 fórmula anterior, obteniendo la siguiente expresión.

$$d2 = \frac{Vc^2}{254 \times (f \pm G)}$$

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.

$$f = \frac{1.15}{Vc^3}$$

En las dos alternativas de diseño vial planteadas la distancia de visibilidad de parada es:

Datos:

Vc = 25 km/h

$$f = \frac{1.15}{Vc^3}$$

$$f = \frac{1.15}{25^3}$$

$$f = 0.438$$

En el diseño, d2 se calcula:

$$d2 = \frac{Vc^2}{254 \times f}$$

$$d2 = \frac{25^2}{254 \times 0.438}$$

$$d2 = 5.618 \text{ m} \approx 6.00 \text{ m}$$

La distancia de parada es:

$$dp = d1 + d2$$

$$dp = 35.00 + 6.00$$

$$dp = 41.00 \text{ m}$$

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 94. Distancias de visibilidad, para pavimentos mojados.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA PARA PAVIMENTOS MODADOS								
TPDA	CLASE DE CARRETERA	PAVIMENTOS MOJADOS						
		RECOMENDABLE			ABSOLUTA			
		LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO	LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO	
MAS DE 8000	R-I R-II	220	190	140	190	160	110	
DE 3000 A 8000	I	190	160	110	160	110	90	
DE 1000 A 3000	II	190	160	110	160	110	75	
DE 300 A 1000	III	160	110	75	140	90	60	
DE 100 A 300	IV	140	90	75	110	75	45	
Menos de 100	V	90	75	60	60	45	45	

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

Por lo tanto, para el proyecto en las dos alternativas de diseño se utilizará la distancia de parada de 45.00 m.

7.6.1.23.2. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASAMIENTO DE UN VEHÍCULO.

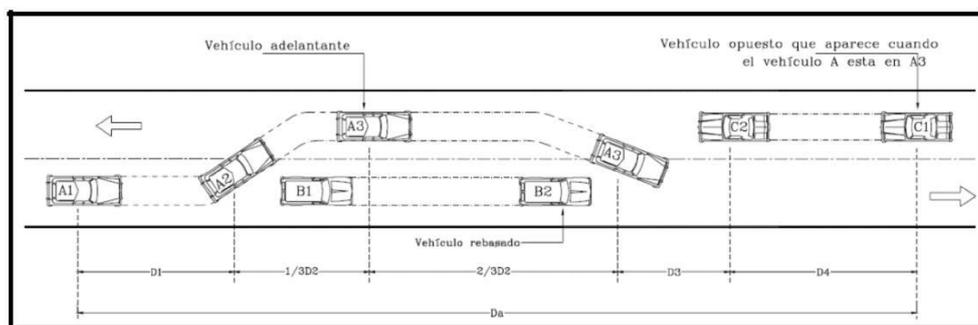
La distancia de visibilidad de adelantamiento se define como la mínima distancia de visibilidad requerida por el conductor de un vehículo para adelantar a otro vehículo que, a menor velocidad relativa, circula en un mismo carril y dirección, en condiciones cómodas y seguras, invadiendo para ello el carril 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. (Cueva, Pio, 2000)

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:

- El vehículo que es rebasado circula a una velocidad uniforme.
- El vehículo que rebasa viaja a esta velocidad uniforme, mientras espera una oportunidad para rebasar.
- 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.
- Debe existir una distancia de seguridad entre el vehículo que se aproxima en sentido contrario y el que efectúa la maniobra de adelantamiento.
- El vehículo que viaja en sentido contrario y el que efectúa la maniobra de rebase van a la misma velocidad promedio.
- La velocidad del vehículo que es rebasado es la velocidad de marcha promedio a la capacidad de diseño de la vía.
- 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.

Ilustración 123. 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, (km/h)

t₁ = 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 una 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. (km/h)

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 $\frac{2}{3}$ de D2 ya que las dos velocidades son iguales y se emplean el mismo tiempo y se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$D4 = 1.8 \times v \times t_2$$

Donde:

v = velocidad promedio del vehículo que ejecuta el adelantamiento. (km/h)

t2= 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 95. Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo recomendado por el MTOP.

VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	VELOCIDAD DE LOS VEHÍCULOS (km/h)		DISTANCIA MÍNIMA DE REBASAMIENTO (m)	
	REBASADO	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)
50	43	59	345	345 (210)
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

Ilustración 124. 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
Maniobra inicial:				
a = aceleración promedio-kph/seg	2,24	2,29	2,35	2,40
t_1 = tiempo - seg	3,60	4,00	4,30	4,50
d_1 = distancia recorrida - m	44,00	66,00	88,00	112,00
Ocupación del carril del lado izquierdo:				
t_2 = tiempo - seg	9,30	10,00	10,70	11,30
d_2 = distancia recorrida - m	145,00	196,00	251,00	313,00
Vehículo opuesto:				
d_3 = distancia libre entre el vehículo rebasante y el vehículo opuesto	30,00	55,00	76,00	91,00
d_4 = distancia recorrida - m	30,00	55,00	76,00	91,00
Distancia de visibilidad para rebasamiento - m				
$d_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$	316	448	583	725

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

Para nuestro proyecto en las dos alternativas de diseño el valor de la distancia de visibilidad de rebasamiento se tomara de la tabla de la distancia mínima para el rebasamiento de un vehículo recomendado por el MTOP es de 80 m, por lo que utilizaremos este valor mínimo.

7.6.2. DISEÑO 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. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)

7.6.2.1. CRITERIOS GENERALES.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador emite los siguientes criterios:

- Se deben cortar los perfiles con Gradientes reversos agudos y continuados, en combinación con un alineamiento horizontal en su mayor parte en línea recta, por constituir un serio peligro, esto se puede evitar introduciendo una curvatura horizontal o por medio de pendientes más suaves lo que significa mayores cortes y rellenos.

- Deben evitarse perfiles que contengan dos curvas verticales de la misma dirección entrelazadas por medio de tangentes cortas.
- En ascensos largos, es preferible que las pendientes más empinadas estén colocadas al principio del ascenso y luego se lo suavice, también es preferible emplear un tramo de pendiente máxima, seguido por un tramo corto pendiente suave en el cual los vehículos pesados puedan aumentar en algo su velocidad, después del cual sigue otra vez un nuevo tramo largo de una sola pendiente aunque ésta sea algo suave.

Esto es aplicable a carreteras de baja velocidad de diseño.

- En la relación de la curva vertical a emplearse en un enlace determinado, se debe tener en cuenta la apariencia estética de la curva y los requisitos para drenar la calzada en forma adecuada.

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 asegurara distancias de visibilidad adecuadas.

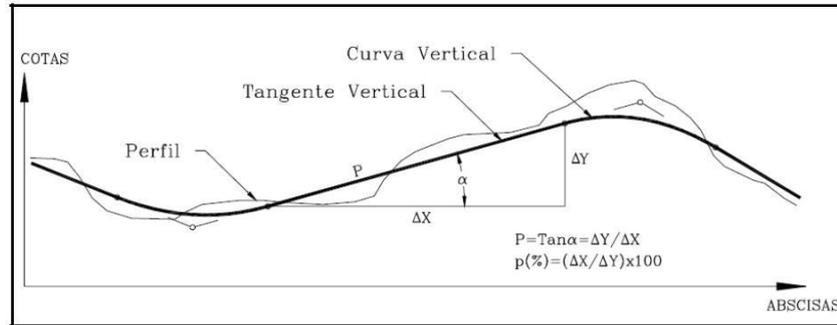
Por lo tanto en este diseño se trata de las pendientes longitudinales y las curvas que las enlazan. Estas pendientes deben diseñarse dentro de valores mínimos que dependen de varios factores.

7.6.2.2. 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.

Ilustración 125. Elementos del alineamiento vertical.



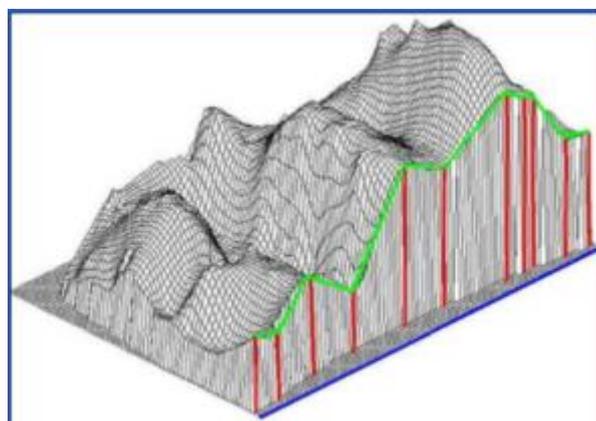
Fuente: Diseño Geométrico de Vías Agudelo Ospina, John Jairo.

7.6.2.2.1. 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. (Cueva, Pio, 2000)

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.

Ilustración 126. Perfil del terreno.



Fuente: Tecnologías y procedimientos constructivos Pontificia Universidad Católica de Chile

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.

7.6.2.2.2. RASANTE.

Compuesta por tangentes y curvas. Las Tangentes tienen su respectiva longitud, la cual es tomada sobre la proyección horizontal (ΔX) y una pendiente (p) definida y calculada expresada normalmente en porcentaje. Dicha pendiente de 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.

7.6.2.3. 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.

Tabla 96. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MÁXIMAS (Porcentaje)										
Clase de Carretera					Valor Recomendable			Valor Absoluto		
					LL	O	M	LL	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 MTOP.

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%.

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

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

7.6.2.4. PENDIENTES MÍNIMAS.

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

7.6.2.5. 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.

7.6.2.6. 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. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2003).

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.

La longitud mínima se calcula con la siguiente fórmula:

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

$$Lcv_{min} = 0.60 \times 25$$

Lcv_{min} = 15 m ≈ 20 m de longitud mínima de curvas verticales.

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

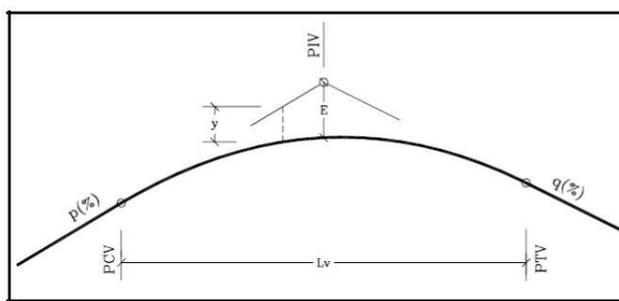
Tabla 97. Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas y convexas.

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

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

7.6.2.6.1. ELEMENTOS DE UNA CURVA VERTICAL.

Ilustración 127. Elementos de una curva vertical.



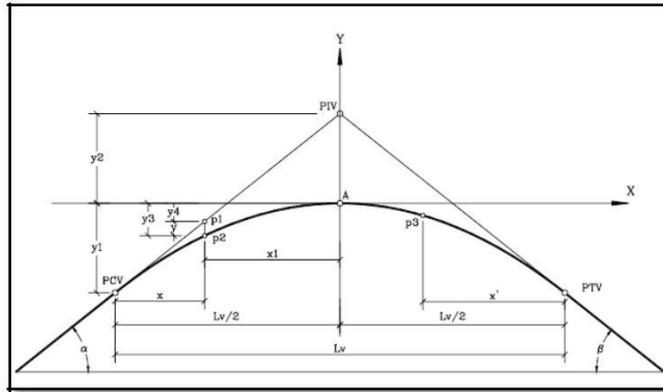
Fuente: Diseño Geométrico de Vías Agudelo Ospina, John Jairo.

ELEMENTOS QUE CONFORMA UNA CURVA VERTICAL	
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 = $q - p$

7.6.2.6.2. 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). Agudelo, J. (1998).

Ilustración 128. Curva vertical simétrica 1.

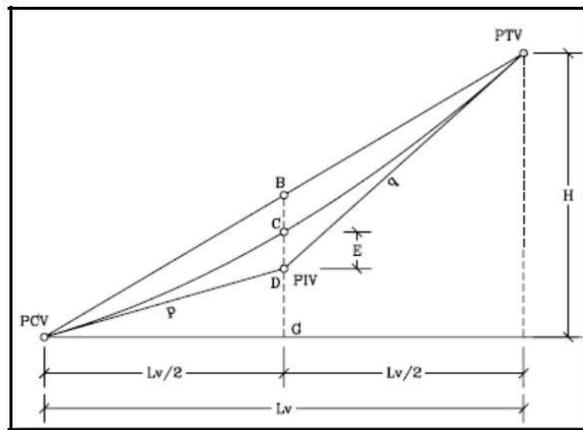


Fuente: Diseño Geométrico de Vías Agudelo Ospina, John Jairo.

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.

Ilustración 129. Curva vertical simétrica 2.



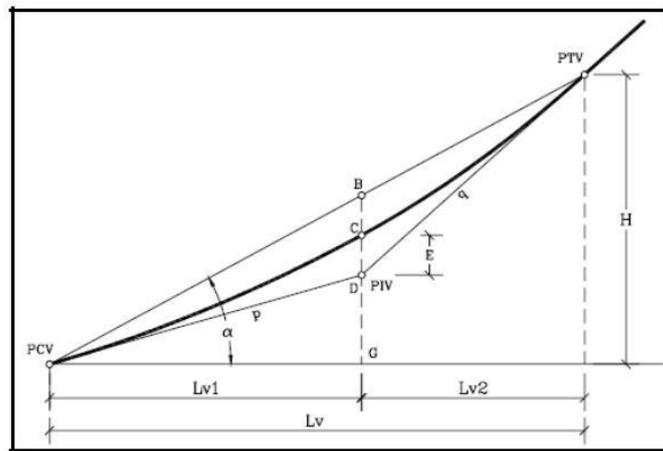
Fuente: Diseño Geométrico de Vías Agudelo Ospina, John Jairo.

7.6.2.6.3. CURVA VERTICAL ASIMÉTRICA.

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. Agudelo, J. (1998).

Ilustración 130. Curva vertical asimétrica.



Fuente: Diseño Geométrico de Vías Agudelo Ospina, John Jairo.

7.6.2.7. 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 divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros. Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula:

$$Lcv = \frac{AD \times S^2}{426}$$

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

$$Lcv = K \times AD$$

Donde:

Lcv = 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.

Tabla 98. 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 99. Curvas verticales convexas mínimas.

VALORES MÍNIMOS DE DISEÑO DEL COEFICIENTE "K" PARA LAS DETERMINACIONES DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES CONVEXAS MÍNIMAS										
Clase de Carretera					Valor Recomendable			Valor Absoluto		
					LL	O	M	LL	O	M
R—I	R—II	>	8.000	TPDA	115	80	43	80	43	28
I	3.000	a	8.000	TPDA	80	60	28	60	28	12
II	1.000	a	3.000	TPDA	60	43	19	43	28	7
III	300	a	1.000	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 100. Valores mínimos del coeficiente “K” convexas mínimas.

VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA “S” (m)	COEFICIENTE $K = \frac{S^2}{246}$	
		CALCULADO	REDONDEADO
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	55	7.10	7
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 para las dos alternativas de diseño:

El factor de coeficiente mínimo será igual a: $K=2.00$, para terreno montañoso

7.6.2.8. 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.

$$L_{cv} = \frac{AD \times S^2}{122 + 3.5 S}$$

Donde:

L_{cv} = 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:

$$L_{cv} = K \times AD$$

Donde:

L_{cv} = Longitud de la curva vertical

AD = Diferencia algebraica de gradientes

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

Tabla 101. 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 102. 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 Recomendable			Valor Absoluto		
					LL	O	M	LL	O	M
R—I	R—II	>	8.000	TPDA	115	80	43	80	43	28
I	3.000	a	8.000	TPDA	80	60	28	60	28	12
II	1.000	a	3.000	TPDA	60	43	19	43	28	7
III	300	a	1.000	TPDA	43	28	12	28	12	4
IV	100	a	300	TPDA	28	12	7	12	3	3
V	Menos de		100	TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

Tabla 103. Curvas verticales cóncavas mínimas.

VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA "S" (m)	COEFICIENTE $K = \frac{S^2}{122} + 3.5 S$	
		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	9
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.

En el proyecto para las dos alternativas de diseño:

El factor de coeficiente mínimo será igual a: $K = 3.00$, para terreno montañoso.

7.6.2.9. 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. Agudelo, J. (1998).

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 $p = 3.0\%$ y $q = -5.0\%$, entonces:

$$K = \frac{80}{-3 - 5} = 10 \frac{m}{\%}$$

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 104. 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.

En el proyecto para las dos alternativas de diseño la longitud mínima de la curva vertical la asumiremos con el valor de 30 m.

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.

7.6.2.10. DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS VERTICALES.

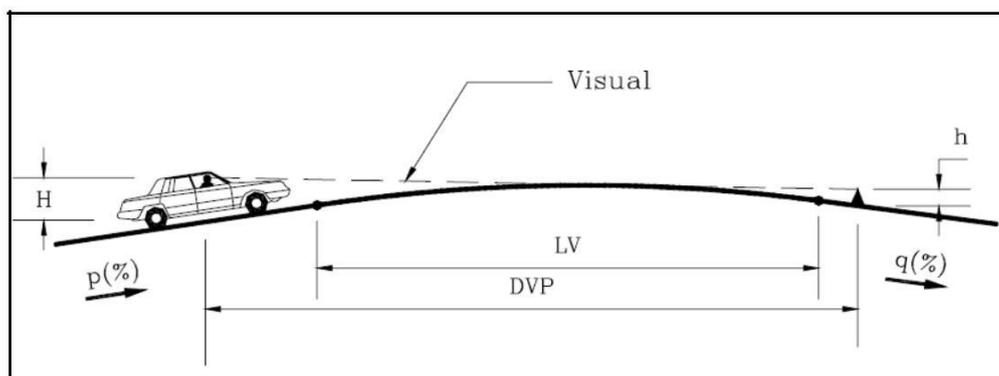
Cuando se lleva a cabo el diseño de la rasante de una vía es necesario asumir o determinar la longitud apropiada de cada una de las curvas verticales que conforman dicha rasante. Esta longitud debe ser tal que además de brindar comodidad y suministrar una agradable apariencia y un adecuado drenaje, garantice 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. Agudelo, J. (1998).

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.

7.6.2.10.1. 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.

Ilustración 131. Visibilidad en curva vertical convexa con $DVP > L_v$.



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 105. Valores K, para curvas verticales convexas.

VALORES DE K PARA CURVAS VERTICALES CONVEXAS - AASHTO			
VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	CURVAS CONVEXAS K (Mínimo)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	LONGITUD MÍNIMA
25	2	25	20
30	3	30	20
40	5	40	25
50	7	55	30
60	14	70	35
70	22	90	40
80	32	110	45
90	43	135	50
100	62	160	55

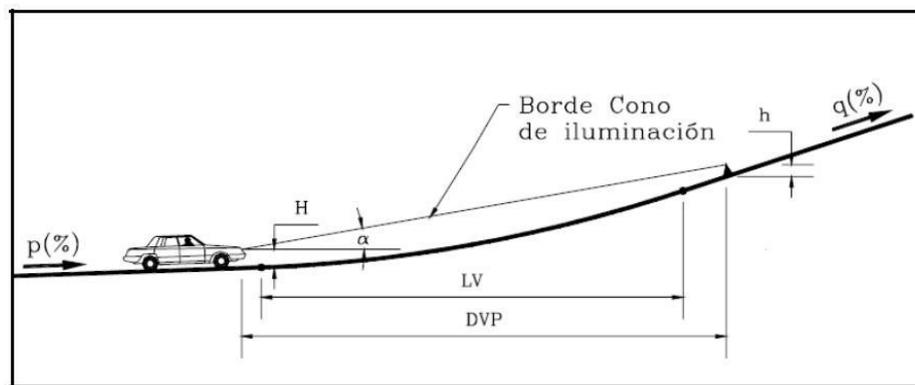
Fuente: Diseño Geométrico de vías AASHTO.

7.6.2.10.2. 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. Agudelo, J. (1998).

Ilustración 132. 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.

α = Ángulo formado por el borde del cono de iluminación y el eje prolongado del faro = 1° .

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 106. Valores K, para curvas verticales cóncavas.

VALORES DE K PARA CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS - AASHTO			
VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	CURVAS CÓNCAVAS K (Mínimo)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	LONGITUD MÍNIMA
25	3	25	20
30	4	30	20
40	8	40	25
50	10	55	30
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.

CUADROS DE RESUMEN DE LOS ELEMENTOS DE LAS CURVAS VERTICALES DE LAS DOS ALTERNATIVAS DE DISEÑO.

Tabla 107. Cálculos y elementos de las curvas verticales Vía Guso Grande - Guso Chico.

CURVA VERTICAL CONVEXA # 1			
PVC Abscisa:	0+736.04	Elevación:	2577.18
PVI Abscisa:	0+760.00	Elevación:	2580.00
PVT Abscisa:	0+783.96	Elevación:	2582.18
Gradiente 1:	11.77 %	Gradiente 2:	9.11 %
Factor K:	18.00		
Longitud de Curva:	47.93 m	Radio de Curvatura	1800.00 m

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Tabla 108. Cálculos y elementos de las curvas verticales Vía Cahujá – Arrayán Chico.

CURVA VERTICAL CÓNCAVA # 1			
PVC Abscisa:	0+560.29	Elevación:	2379.73
PVI Abscisa:	0+570.91	Elevación:	2378.46
PVT Abscisa:	0+581.53	Elevación:	2377.32
Gradiente 1:	12.00 %	Gradiente 2:	10.76 %
Factor K:	17.00		
Longitud de Curva:	21.24 m	Radio de Curvatura	1700.00 m

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

7.6.3. ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

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

7.6.3.1. OBJETIVO.

- **General:**
 - El objetivo de este estudio es desarrollar el proyecto de señalización de tránsito para las dos alternativas viales: Cahujá – El Arrayán Chico y Guso Grande – Guso Chico, como complemento del estudio de apertura de los dos ejes viales.

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

7.6.3.2. ANÁLISIS PARA LA SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO

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

7.6.3.3. ALCANCE DEL ESTUDIO DE TRÁFICO.

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

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

7.6.3.4. REQUISITOS GENERALES.

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

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

7.6.3.5. PROYECTO DE SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO.

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

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

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

- Señalización Temporal.
- Señalización Permanente.

7.6.3.5.1. SEÑALIZACIÓN TEMPORAL.

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

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

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

- **Prevención de riesgos.**

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

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

- **Orientación general.**

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

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

7.6.3.5.2. SEÑALIZACIÓN PERMANENTE.

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

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

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

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

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

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

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

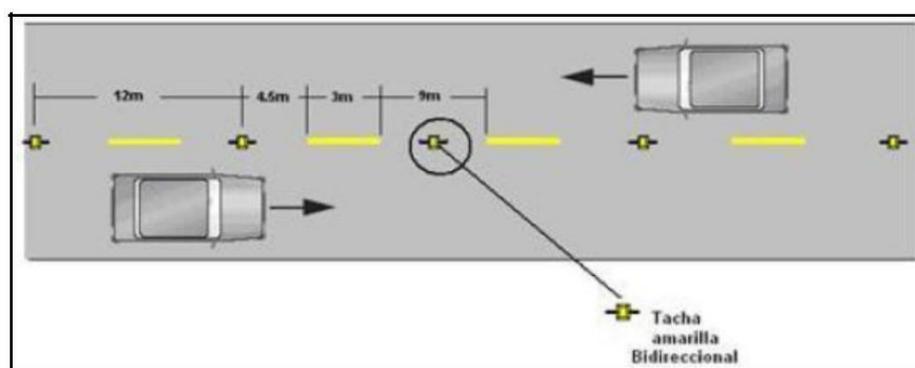
7.6.3.5.2.1. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.

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

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

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

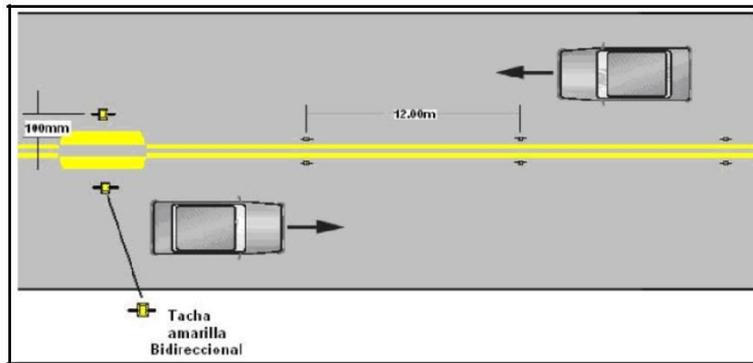
Ilustración 133. Línea segmentada de separación de circulación opuesta.



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

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

Ilustración 134. Doble línea continua



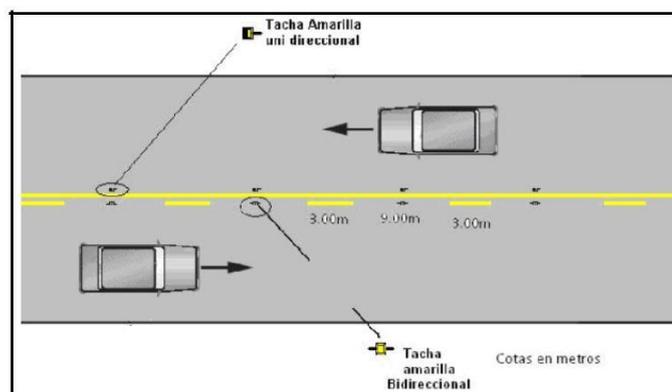
Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

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

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

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

Ilustración 135. Línea mixta.



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

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

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

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

- **Marcas longitudinales de espaldón:**

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

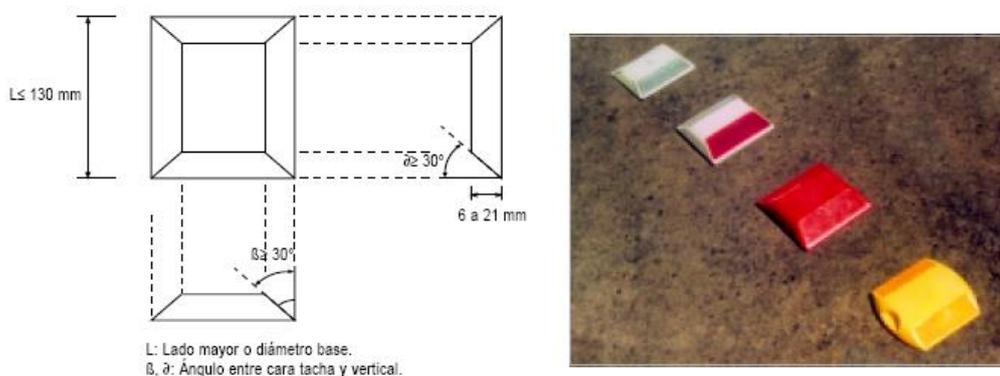
- **Cruce de poblaciones (Rompe Velocidades):**

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

- **Otros:**

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

Ilustración 136. Tachas reflectivas.



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

7.6.3.5.2.2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL.

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

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

7.6.3.5.2.2.1. SEÑALES REGLAMENTARIAS (CÓDIGO R).

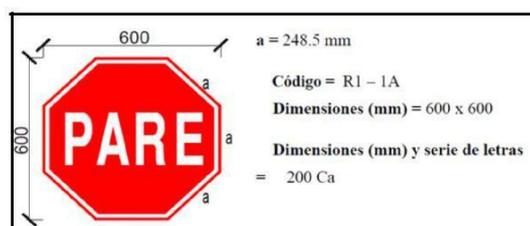
Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito.

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

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

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

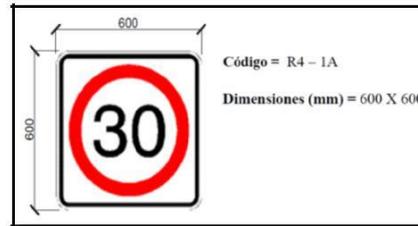
Ilustración 137. Señalización vertical: Pare.



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

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

Ilustración 138. Señal vertical, límite máximo de velocidad.



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

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

7.6.3.5.2.2. SEÑALES PREVENTIVAS (CÓDIGO P).

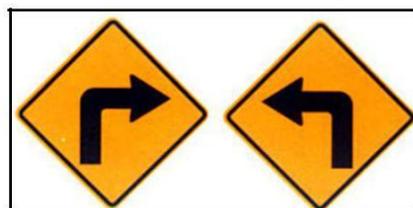
Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma.

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

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

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

Ilustración 139. Curva peligrosa a la derecha y curva peligrosa a la izquierda.

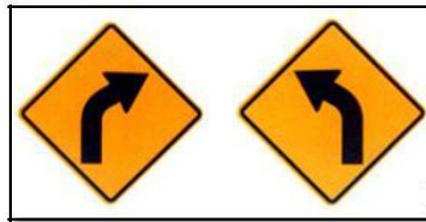


Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

- **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.

Ilustración 140. Curva pronunciada a la derecha y curva pronunciada a la izquierda.

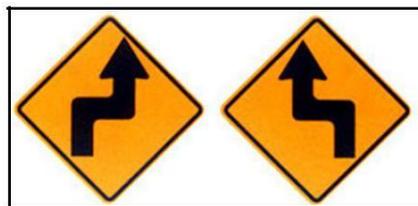


Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

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

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

Ilustración 141. Curva y contra curva peligrosas (derecha-izquierda); y, curva y contra curva peligrosa (izquierda-derecha).

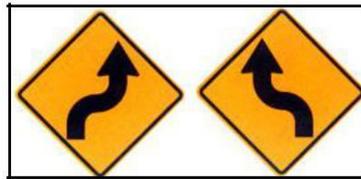


Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

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

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

Ilustración 142. Curva y contra curva pronunciadas (derecha-izquierda); y, curva y contra curva pronunciadas (izquierda-derecha).



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

7.6.3.5.2.2.3. SEÑALES DE INFORMACIÓN (CÓDIGO I).

Informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico. Y se clasifican en los siguientes grupos.

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

Ilustración 143. Señales informativas.

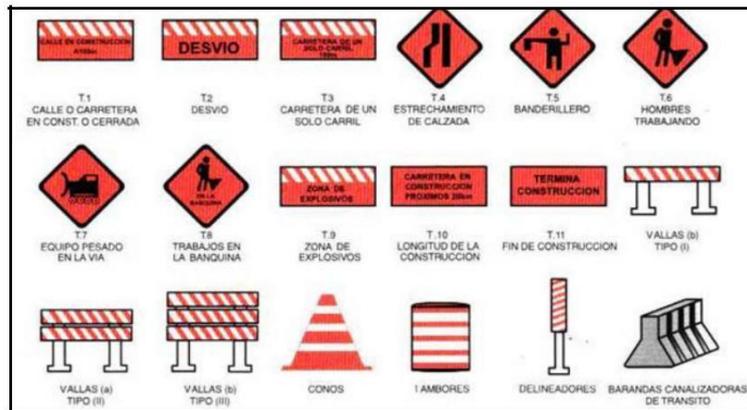


Fuente: Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras.

- Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales (código T).

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

Ilustración 144. Señales verticales de trabajos en la vía.



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

7.6.3.5.2.4. UBICACIÓN DE SEÑALES VERTICALES.

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

Ilustración 145. Altura y localización lateral de las señales.



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

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

7.6.3.5.2.2.5. MATERIALES PARA LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL.

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

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

- **Material Reflectivo:** El papel refractivo a colocarse en las señales, deberá ser de la especificación GRADO ALTA INTENSIDAD (INDUSTRIAL), excepto para las orlas, símbolos y letras, que deberán ser mate y no reflectivo. Ningún elemento reflectivo tendrá juntas o uniones tanto en el fondo, orlas, bordes, símbolos o letras, pues deberán ser de una sola pieza, excepto en las señales que se requiera realizar juntas, debido a las dimensiones de los materiales de los fabricantes.

7.6.3.5.2.2.6. SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL:

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

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

7.6.3.6. SEÑALIZACIÓN VERTICAL DEL PROYECTO:

A continuación se resume la señalización que se va a implementar en las vías de acceso:

- Tomando en cuenta las consideraciones antes descritas, se ubicará la señalización preventiva de la vía de acceso Cahujá – El Arrayán Chico, en las abscisas que se describen en las tablas siguientes:

Tabla 109. Ubicación y señalización vertical en la Vía Cahuají – Arrayán Chico.

UBICACIÓN E IDENTIFICACION DE LA SEÑALIZACION VERTICAL
VÍA DE ACCESO CAHUAJÍ- ARRAYÁN CHICO

ABSCISA	LADO DE LA VIA		CANTIDAD	LEYENDA	DIMENSIONES (m.)	SIGNIFICADO COLOCACION IDA Y VUELTA
	IZQ.	DER.				
RAMAL PRINCIPAL						
0+000		I-01	1		1.20 x 0.60	Señal de Lugar
0+005	R-01		1		D=0.75	Señal de Pare
0+040	I-02		1		1.80 x 1.20	Señal de Lugar
0+070	R- 02		1		D=0.75	Velocidad Máxima
0+090		R-03	1		D=0.75	Velocidad Máxima
0+130		P-01	1		0.75 x 0.75	Curva peligrosa a la derecha
0+220	P-02		1		0.75 x 0.75	Curva peligrosa a la izquierda
0+240		P-03	1		0.75 x 0.75	Curva peligrosa a la derecha
0+320	P-04		1		0.75 x 0.75	Curva peligrosa a la izquierda
0+350		A-01	1		1.80 x 1.20	Señal Ambiental
0+410	A-02		1		1.80 x 1.20	Señal Ambiental
0+470		P-05	1		0.75 x 0.75	Curva peligrosa a la derecha
0+570	P-06		1		0.75 x 0.75	Curva peligrosa a la izquierda
0+680		P-07	1		0.75 x 0.75	Curva peligrosa a la derecha
0+770	P-08		1		0.75 x 0.75	Curva peligrosa a la izquierda
0+850		R- 04	1		D=0.75	Velocidad Máxima
0+900	R-05		1		D=0.75	Velocidad Máxima
1+0405		R-06	1		D=0.75	Señal de Pare
1+0410	I-03		1		1.20 x 0.60	Señal de Lugar

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

- Tomando en cuenta las consideraciones antes descritas, se ubicará la señalización de la vía de acceso Guso Grande - Guso Chico, en las abscisas que se describen en las tablas siguientes:

Tabla 110. Ubicación y señalización vertical en la Guso Grande – Guso Chico.

UBICACIÓN E IDENTIFICACION DE LA SEÑALIZACION VERTICAL VÍA DE ACCESO GUSO GRANDE - GUSO CHICO						
ABSCISA	LADO DE LA VIA		CANTIDAD	LEYENDA	DIMENSIONES (m.)	SIGNIFICADO COLOCACION IDA Y VUELTA
	IZQ.	DER.				
RAMAL PRINCIPAL						
0+000		I-01	1		1.20 x 0.60	Señal de Lugar
0+005	R-01		1		D=0.75	Señal de Pare
0+010	I-02		1		1.80 x 1.20	Señal de Lugar
0+080		R- 02	1		D=0.75	Velocidad Máxima
0+140		R-03	1		D=0.75	Velocidad Máxima
0+180		P-01	1		0.75 x 0.75	Curva pronunciada a la derecha
0+280		P-02	1		0.75 x 0.75	Curva pronunciada a la izquierda
0+320		A-01	1		1.80 x 1.20	Señal Ambiental
0+390		P-03	1		0.75 x 0.75	Curva pronunciada a la derecha
0+400		A-02	1		1.80 x 1.20	Señal Ambiental
0+510		P-04	1		0.75 x 0.75	Curva pronunciada a la izquierda
0+590		P-05	1		0.75 x 0.75	Curva peligrosa a la derecha
0+700		P-06	1		0.75 x 0.75	Curva peligrosa a la izquierda
0+740		P-07	1		0.75 x 0.75	Curva peligrosa a la derecha
0+830		P-08	1		0.75 x 0.75	Curva peligrosa a la izquierda
0+840		R- 04	1		D=0.75	Velocidad Máxima
0+850		R-05	1		D=0.75	Velocidad Máxima
0+890		R-06	1		D=0.75	Señal de Pare
0+894		I-03	1		1.20 x 0.60	Señal de Lugar

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

7.6.3.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.6.3.7.1. 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.

7.6.3.7.2. 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.

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

7.6.4.1. INTRODUCCIÓN:

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

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

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

7.6.4.2. OBJETIVOS:

- **General.**
 - Realizar el Estudio Hidrológico e Hidráulico para el Diseño de estructuras de arte menor para las vías de acceso Cahujá bajo – Arrayán Chico y Guso Grande – Guso Chico.
- **Específicos.**
 - Analizar la red hidrográfica existente y las condiciones de drenaje de la sub cuenca.

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

7.6.4.3. NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- **Localización de la zona de influencia:**

- Cartografía topográfica del Instituto Geográfico Militar (IGM) utilizada para delimitar la zona Escala 1:50000.
- Topografía auxiliar en el sitio de la implantación de las nuevas vías de acceso Cahujá bajo – Arrayán Chico y Guso Grande – Guso Chico.

- **Información hidro - meteorológica:**

- Información proporcionada por el INAMHI relacionada con diferentes parámetros climatológicos.
- Para la determinación de las intensidades de lluvia a utilizarse en los cálculos respectivos, se recurrió a las ecuaciones pluviométricas obtenidas del INAMHI.
- Normas de Diseño Geométrico MTOP 2003 (CAP. IX – Drenaje Vial).

- Las estaciones climatológicas que sirvieron de base para la caracterización climatológica del proyecto fue la estación de RIOBAMBA – POLITÉCNICA M1046 Y GUANO M0408 (Provincia de Chimborazo).

7.6.4.4. GENERALIDADES.

Las vías en estudio se encuentran ubicadas en la parroquia Guanando, en el Cantón Guano, Provincia de Chimborazo:

El primer eje vial se trata la vía Cahuají - El Arrayán Chico:

Tabla 111. Coordenada de referencia de la vía Cahuají – El Arrayán Chico.

DATOS - COORDENADAS	
Punto: Referencia 1	
NORTE:	9831284.72
ESTE:	775088.14
ALTURA:	2458.907

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

El segundo eje vial se trata la vía Guso Grande – Guso Chico:

Tabla 112. Coordenada de referencia de la vía Cahuají – El Arrayán Chico

DATOS - COORDENADAS	
Punto: Referencia 1	
NORTE:	9835117.228
ESTE:	776307.829
ALTURA:	2478.665

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

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

La sub-cuenca en estudio comprende un área de 199.554 Km² y es parte de la cuenca del río Pastaza.

La micro cuenca del río Guano y sub cuenca del río Chambo, nacen de los deshielos del Nevado Chimborazo, se desarrollan sobre un relieve muy irregular, típico de la sierra. Está conformada por quebradas en su mayoría secas, las mismas en épocas de invierno y máximas precipitaciones aportan caudales considerables que según registros han provocado varios desbordes del río, inundando zonas bajas de la ciudad.

En cuanto a las características bióticas, la cobertura vegetal es variada pasando de pajonales, arbustos, bosques sembríos y pastizales. El 10% del área son Suelos desnudos. El 20% del área corresponde a una vegetación dispersa. El 40% del área son cultivos. El 30% corresponde a praderas y pastizales, con pequeños bosques de eucalipto y pino. Se anota que más del 35% son tierras que no están siendo utilizadas.

La permeabilidad del suelo es considerable puesto que la mayoría de los suelos son arenas limosas y limo arenosos que absorben una buena cantidad de agua - lluvia. Su clima es frío, con temperaturas que varían desde los 5°C hasta los 15°C. Posee una humedad moderada. (Fiallos, L., 2014)

7.6.4.5. METODOLOGÍA.

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

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

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

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

7.6.4.6. DATOS GENERALES DE LAS ESTACIONES.

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

Tabla 113. Tipo de estación.

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

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido
Fuente: INAMHI

Tabla 114. Código de la Provincia

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

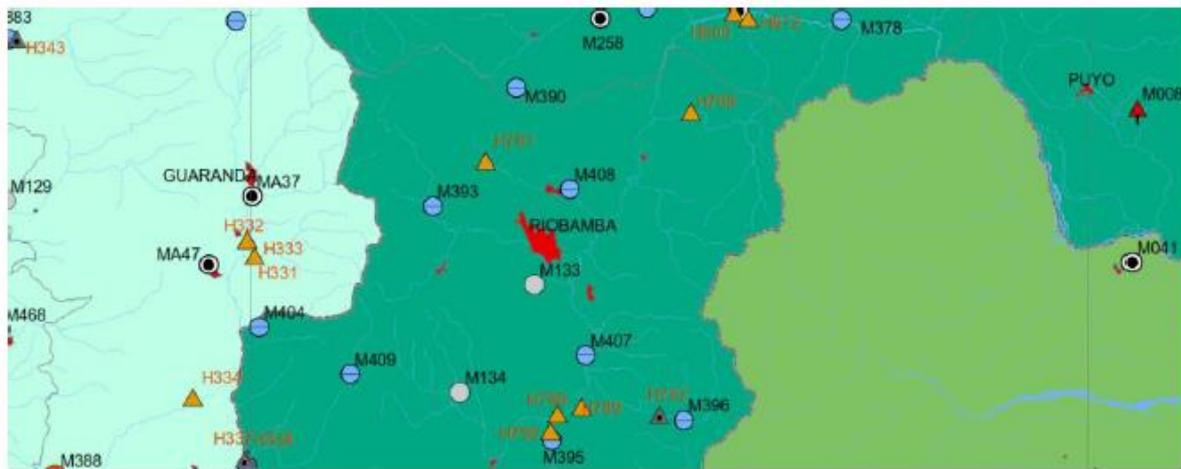
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido
Fuente: INAMHI

Tabla 115. Código de la Cuenca.

CÓDIGO DE CUENCA	CUENCA DEL RÍO	DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA
010	Mataje	Mira
020	Mira	Mira
030	Carchi	Mira
040	Verde	Esmeraldas
050	Cayapas - Onzole	Esmeraldas
060	Muisne	Esmeraldas
070	Cojimíes	Esmeraldas
080	Esmeraldas	Esmeraldas
090	Jama	Manabí
100	Chone	Manabí
110	Portoviejo	Manabí
120	Jipijapa	Manabí
130	Guayas	Guayas
140	Zapotal	Guayas
150	Taura	Guayas
160	Cañar	Guayas
170	Balao	Jubones
180	Jubones	Jubones
190	Arenillas	Jubones
200	Puyango	Puyango
210	Catamayo	Puyango
220	San Miguel – Putumayo	Napo
230	Aguarico	Napo
240	Napo	Napo
250	Curaray	Napo
260	Pastaza	Pastaza
270	Tigre	Pastaza
280	Santiago	Santiago
290	Morona	Santiago
300	Mayo Chinchipe	Santiago
310	Cenepa	Santiago
320	Galápagos	Galápagos

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido
Fuente: INAMHI

Ilustración 146. Mapa de estaciones Meteorológicas del sector.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido
Fuente: INAMHI

7.6.4.6.1. INFORMACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS PARA EL PROYECTO.

Los datos corresponden a las siguientes estaciones meteorológicas:

- **ESTACIÓN METEOROLÓGICA GUANO**

Nombre: Guano
Código: M0408.
Latitud: 1G 36'33"S.
Longitud: 78G 38'7"W.
Elevación: 2620,00 m.s.n.m.

- **ESTACIÓN METEOROLÓGICA RIOBAMBA POLITÉCNICA**

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

7.6.4.6.2. PLUVIOMETRÍA Y PRECIPITACIÓN.

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

Tabla 116. Valores Pluviométricos Mensuales Estación Riobamba La Politécnica.

CUADRO No. 3
Hoja 2 de 2

PRECIPITACIONES ANUALES EN LAS ESTACIONES											
AÑO/EST.	CEBADAS	ALAO	PALMIRA	PENIPE	RIO	CHAMBO	LICITO	GUANO	RIOBAMBA	TILLO	M-690
	M-395	M-396	INAMHI M-398	M-400	OZOGOCHE LAGOS M-401	FINCA GUADALUPE M-406		M-408	ESPOCH M-A10		
1963	569.4	1178.8	469.4	399.0	442.6	918.4	1521.1	501.5	586.5		
1964	335.8	827.2	390.3	467.0	283.9	536.0	887.7	415.2	361.8		
1965	412.8	734.3	469.3	606.6	475.1	734.6	1081.9	478.9	480.9		
1966	400.8	995.5	300.3	566.4	345.4	644.4	1048.8	366.0	428.1		
1967	251.8	863.6	401.4	583.3	403.1	886.1	645.2	353.3	571.3		
1968	303.5	652.1	407.6	496.0	530.9	807.2	781.4	243.8	520.7		
1969	421.3	871.8	591.9	694.1	624.4	1165.8	1105.0	488.5	737.1		
1970	493.8	1270.1	632.3	706.4	737.5	1159.0	1308.3	597.3	733.1		
1971	302.6	1324.5	528.9	677.8	509.3	939.0	778.9	528.4	602.8		
1972	410.5	1180.8	517.3	741.0	499.8	883.8	1081.8	473.2	568.1		
1973	216.9	1694.5	544.2	699.8	417.7	792.3	556.5	268.5	515.8		
1974	355.2	1150.1	513.0	672.7	445.8	970.1	927.9	451.2	619.9		
1975	494.5	2104.6	662.5	933.5	528.3	1323.1	1358.9	626.8	847.5		
1976	404.7	1237.0	410.2	661.1	327.0	560.0	713.1	385.8	405.4		
1977	250.9	848.4	314.0	425.9	236.3	722.6	642.1	360.0	406.2		
1978	290.2	924.1	302.7	459.9	163.3	729.6	1009.6	378.8	418.3		
1979	376.0	695.3	389.2	362.8	237.6	603.2	956.7	364.0	435.1	914.6	
1980	304.3	919.2	419.3	395.1	383.1	556.3	764.7	411.4	544.0	1398.6	
1981	269.6	737.7	452.6	623.5	336.7	667.7	987.8	395.6	509.8	1007.2	
1982	546.4	853.4	1186.1	186.4	552.6	915.9	729.1	629.1	699.4	1392.8	
1983	651.8	975.3	1743.8	477.6	625.8	1254.5	1660.9	600.0	636.7	1557.3	
1984	563.2	946.6	1967.9	333.1	520.1	1031.7	2199.0	695.9	747.1	1171.9	
1985	293.3	921.9	496.8	374.0	270.7	531.1	895.7	354.5	430.9	1005.5	
1986	158.3	1874.7	346.1	375.7	331.8	756.7	1469.0	424.1	458.4	1337.7	
1987	371.3	1159.9	334.6	252.2	307.6	765.7	1967.6	447.5	518.0	1563.3	
1988	721.3	1231.5	407.6	508.1	432.3	991.6	1736.9	545.0	566.3	1097.5	
1989	653.5	1000.2	452.1	447.4	275.5	1412.9	1311.9	466.7	486.6	1315.3	
1990	498.3	891.3	638.8	310.4	209.5	656.1	1313.4	395.3	506.8	1418.4	
1991	575.5	706.4	435.4	329.7	408.5	730.2	1986.9	412.2	479.0	1141.5	
1992	356.0	781.7	70.2	213.6	329.7	515.2	1300.2	318.1	351.6		
1993	917.4	940.1	449.1	391.1	359.5	983.8	1983.1	563.5	629.2		
1994	804.6	1069.5	313.9	360.4	252.8	819.5	2509.0	491.7	531.8		
1995	499.5	823.7	495.0	383.0	396.3	766.9	1177.9	466.0	500.7		
1996	772.4	790.6	371.5	416.0	299.6	889.3	1610.6	526.2	573.3		
1997	442.8	816.0	103.2	162.4	84.5	830.3	925.6	268.2	535.0		
1998	767.8	895.5	681.7	367.6	541.0	789.4	1152.5	504.2	514.1		
1999	1172.7	1109.7	1089.8	365.1	861.5	1143.2	3398.7	576.0	723.6		
2000	868.4	1066.4	598.0	368.2	475.5	1032.4	2003.7	568.9	658.0		
2001	578.4	898.2	599.2	249.0	476.7	553.7	1541.5	355.5	370.5		
2002	565.4	808.2	303.6	379.9	246.7	899.7	1181.2	492.2	579.4		
2003	406.5	947.9	303.7	135.9	244.7	553.0	520.4	240.8	370.1		
2004	642.2	1011.0	476.9	268.7	379.2	796.4	594.6	363.2	517.8		
2005	545.1	863.1	498.7	319.3	397.1	782.4	664.9	410.9	506.3		
Pmedia	493.9	1013.8	536.8	445.3	400.2	837.0	1255.6	446.6	539.1	1255.5	
Pmáxima	1172.7	2104.6	1967.9	933.5	861.5	1412.9	3398.7	695.9	847.5	1563.3	
Pmínima	158.3	652.1	70.2	135.9	84.5	515.2	520.4	240.8	351.6	914.6	
S(P)	211.2	297.0	355.4	175.6	151.7	221.3	589.7	108.3	115.1	225.5	
Cv	0.43	0.29	0.66	0.39	0.38	0.26	0.47	0.24	0.21	0.18	
N	43	43	43	43	43	43	43	43	43	13	
E=Cv/N ^{0.5}	0.07	0.04	0.10	0.06	0.06	0.04	0.07	0.04	0.03	0.05	

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido
Fuente: INAMHI

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

Tabla 117. Valores Pluviométricos Mensuales Estación Riobamba La Politécnica.

VALORES PLUVIOMÉTRICOS MENSUALES													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2011	44.7	137.1	43.7	157.5	32.6	32.1	12.4	14.2	8.4	17.4	126.4	67.6	694.1
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS													
2012	62.2	58.3	28.5	96.6	6.6	11.1	6.6	8.7		95.2			
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS													

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido
Fuente: INAMHI

- **DATOS DISPONIBLES DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA GUANO.**

Tabla 118. Valores Pluviométricos Mensuales Estación Guano

VALORES PLUVIOMÉTRICOS MENSUALES													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2011	42.1	83.1	41.3	131.3	33.7	14.1	7.9	6.7	33.6	41.7	96.1	59.7	591.3
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS													
													32.7
2012	36.4	31.1	30.5	54.3	3.5	12.3	5.6	8.8	0.0	67.0	47.1	0.0	296.6
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS													
													30.5

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido
Fuente: INAMHI

Tabla 119. Datos de precipitación máxima en 24 horas.

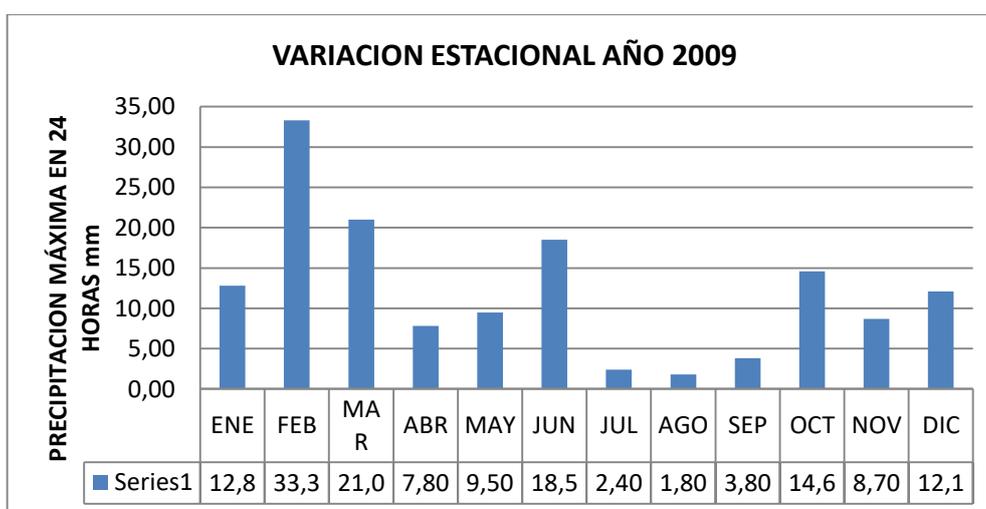
ESTACIÓN METEOROLÓGICA GUANO												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
2000	11.50	28.50	25.60	20.50	16.70	34.30	7.20	9.70	8.80		8.80	14.00
2001		12.80	24.30		7.30	5.30	5.80	0.00	13.40	6.80	19.50	34.40
2002				36.00					6.30			
2003	8.70	10.20	13.10	7.00	3.40	11.40	13.00	0.00		10.80		
2004							4.50	5.70				
2005	8.70				16.80	20.60			0.00	21.80	18.50	24.80
2006		20.00	14.90	24.50	2.70	25.00		10.40	3.70	9.60	22.50	10.60
2007	7.40	14.70	10.80	17.50	10.00	10.70	4.40	15.40	0.00	16.30	21.40	
2008	21.40	25.50	20.20	18.80	21.80		6.70	12.30	2.00	12.80	13.00	13.30
2009	12.80	33.30	21.00	7.80	9.50	18.50	2.40	1.80	3.80	14.60	8.70	12.10
2010	1.50	10.00	6.30	14.50	37.20	13.50	12.00	3.90	10.30	15.40	22.90	22.50
2011	15.80	32.70	25.60	21.50	16.30	8.60	4.40	2.70	22.00	18.50	30.90	16.60
2012	11.50	14.30	8.50	16.60	3.50	10.30	4.50	5.40	0.00	30.50	14.00	0.00

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido
Fuente: INAMHI

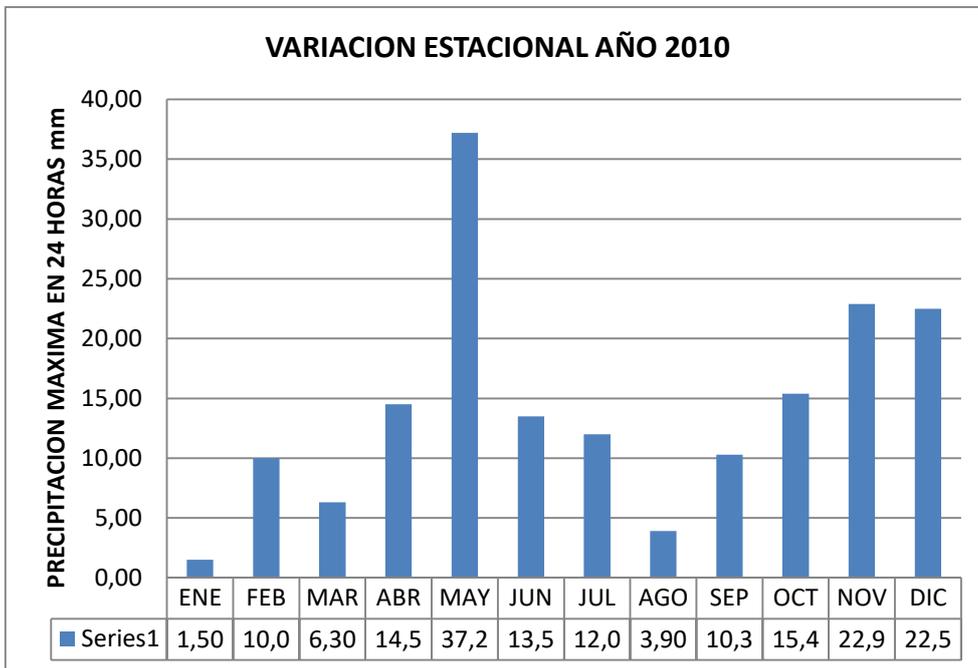
Tomando en cuenta los cuatro últimos años, donde se tiene las series completas de datos durante los doce meses, se han graficado para los años del 2009 al 2012 los siguientes gráficos.

- **VARIACIÓN ESTACIONAL DESDE EL 2009-2012**

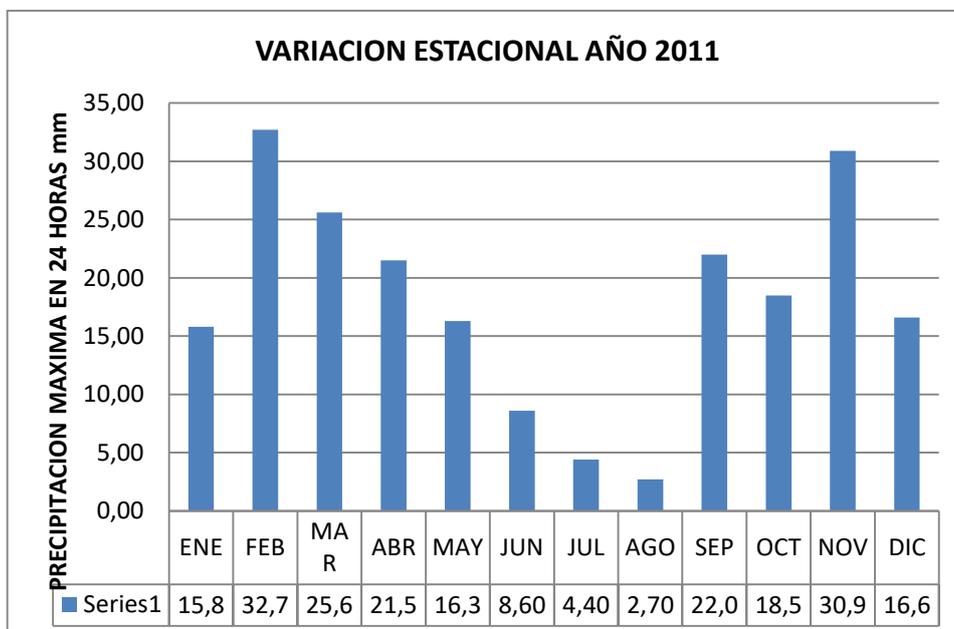
Ilustración 147. Variación estacional desde el 2009 – 2012



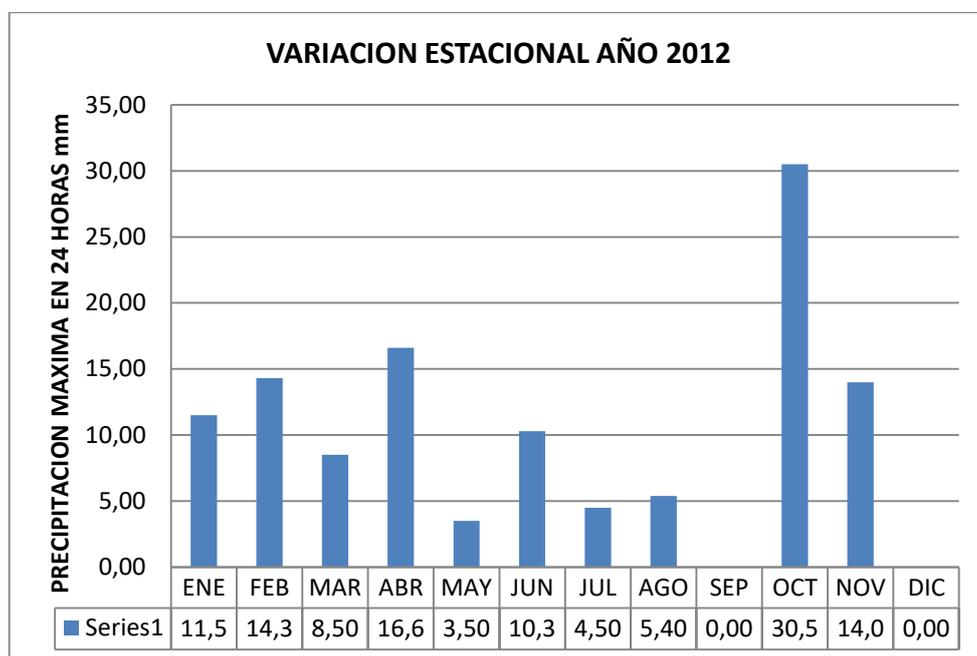
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido
Fuente: INAMHI



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido
Fuente: INAMHI



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido
Fuente: INAMHI



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido
Fuente: INAMHI

De acuerdo a la zona en estudio, la estación M0408 Guano reporta una precipitación máxima de 32.7mm registrada en 24 horas el 7 de febrero de 2011. La precipitación promedio anual en el mismo período fue de 49.28 mm. De acuerdo a la estación RIOBAMBA – POLITÉCNICA M1036 se puede manifestar que los meses de menor temperatura y mayor nubosidad corresponden a los meses de mayor evaporación de 133.1 mm (mes de marzo), según se aprecia en el mapa climatológico del Ecuador publicado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

Del análisis de las precipitaciones, se puede indicar que la parte oriental de la cuenca, a lo largo de la cordillera oriental, recibe las masas húmedas provenientes de la región amazónica, por lo que en esta zona se observa una sola temporada lluviosa que se prolonga de marzo a abril a agosto-septiembre, con un veranillo que generalmente se presenta en mayo y con junio como el mes más lluvioso. En cuanto a la zona occidental que recibe las masas húmedas provenientes del Pacífico, se observa que se presentan dos estaciones lluviosas, correspondientes a un régimen ecuatorial; la temporada más lluviosa se presenta entre febrero y abril y la segunda temporada lluviosa se presenta en octubre-noviembre.

7.6.4.6.3. CLIMA.

El clima está determinado por los registros estadísticos de las estaciones meteorológicas RIOBAMBA – POLITÉCNICA Y GUANO M0408 (Provincia de Chimborazo) ubicadas en las cercanías al área de influencia del proyecto y con información climatológica del año 2011. El proyecto está ubicado en una zona de humedad moderada para un rango altitudinal de 2620 m.s.n.m. Su clima es frío y tiene una temperatura anual que varía desde los 5°C hasta los 15°C.

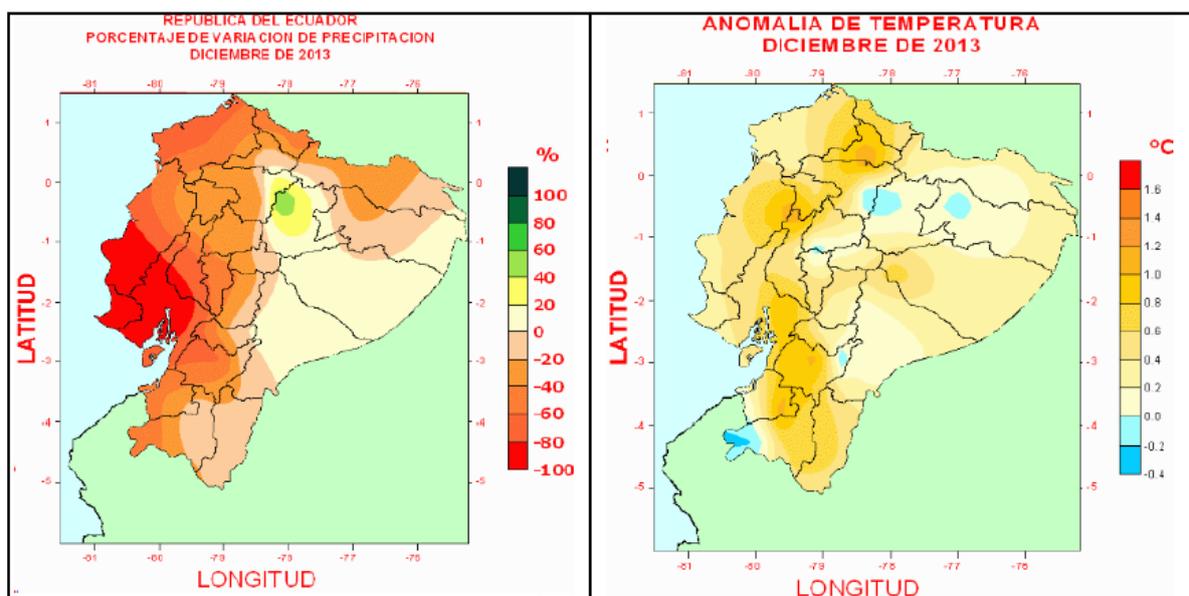
7.6.4.6.4. VIENTOS.

Según la estación RIOBAMBA – POLITÉCNICA M1036 (10°39'00" SUR 78°39'00" OESTE) la dirección a la que viajan es de NORESTE por los meses de junio, y SUR ESTE por los meses de noviembre. La mayor velocidad es de 7m/s.

7.6.4.6.5. HUMEDAD ATMOSFÉRICA.

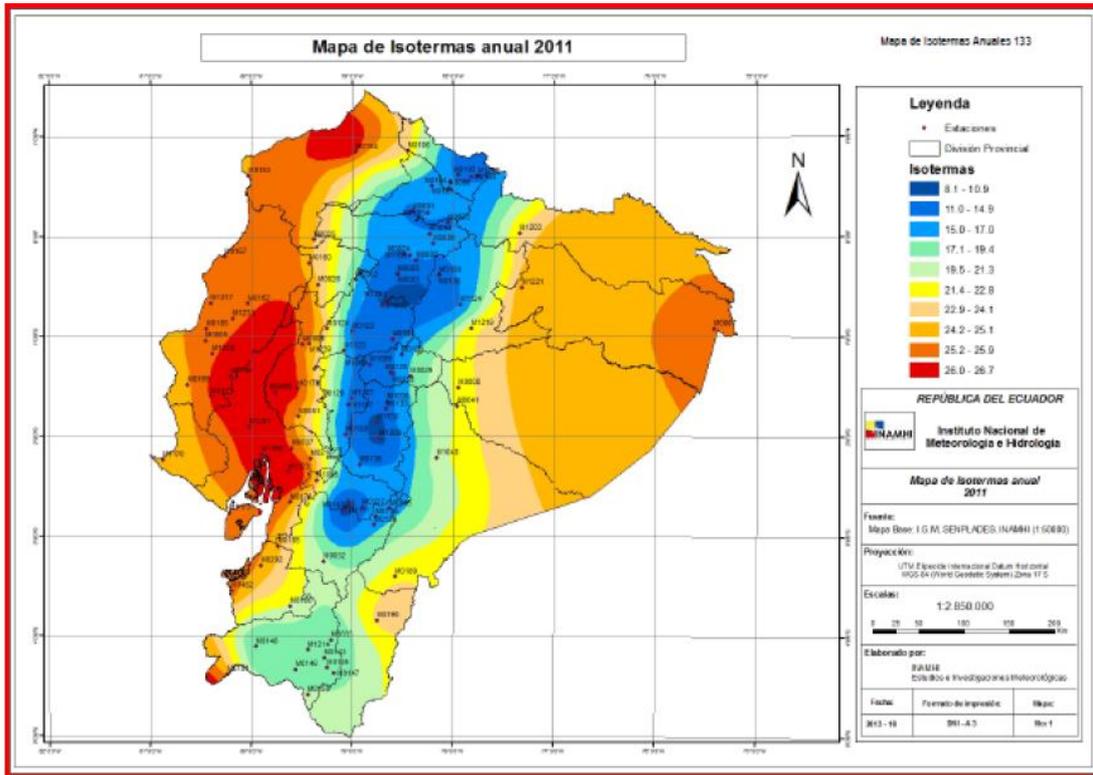
La humedad relativa existente en la zona es de 72% anual y es casi constante a lo largo de todo el año con variaciones entre el 61% y 79%.

Ilustración 148. Variación precipitación, anomalía temperatura.



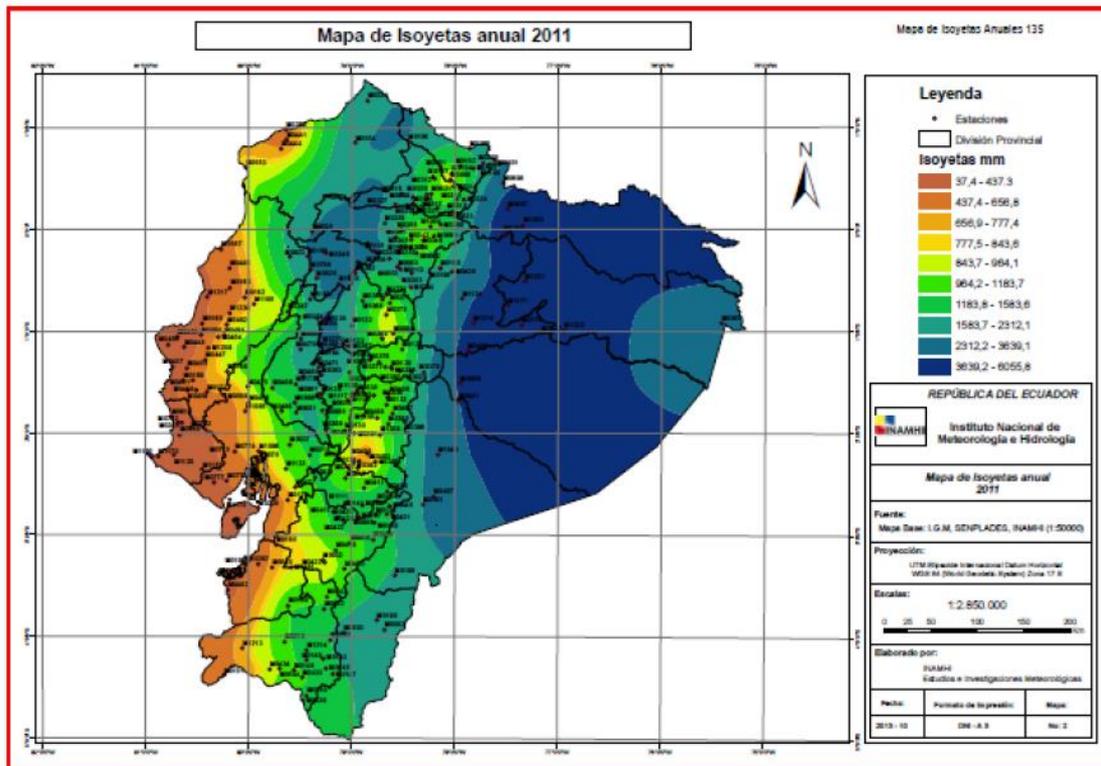
Fuente: INAMHI

Ilustración 149. Mapa de Isotermas anual 2011.



Fuente: INAMHI

Ilustración 150. Mapa de Isoyetas anual 2011.

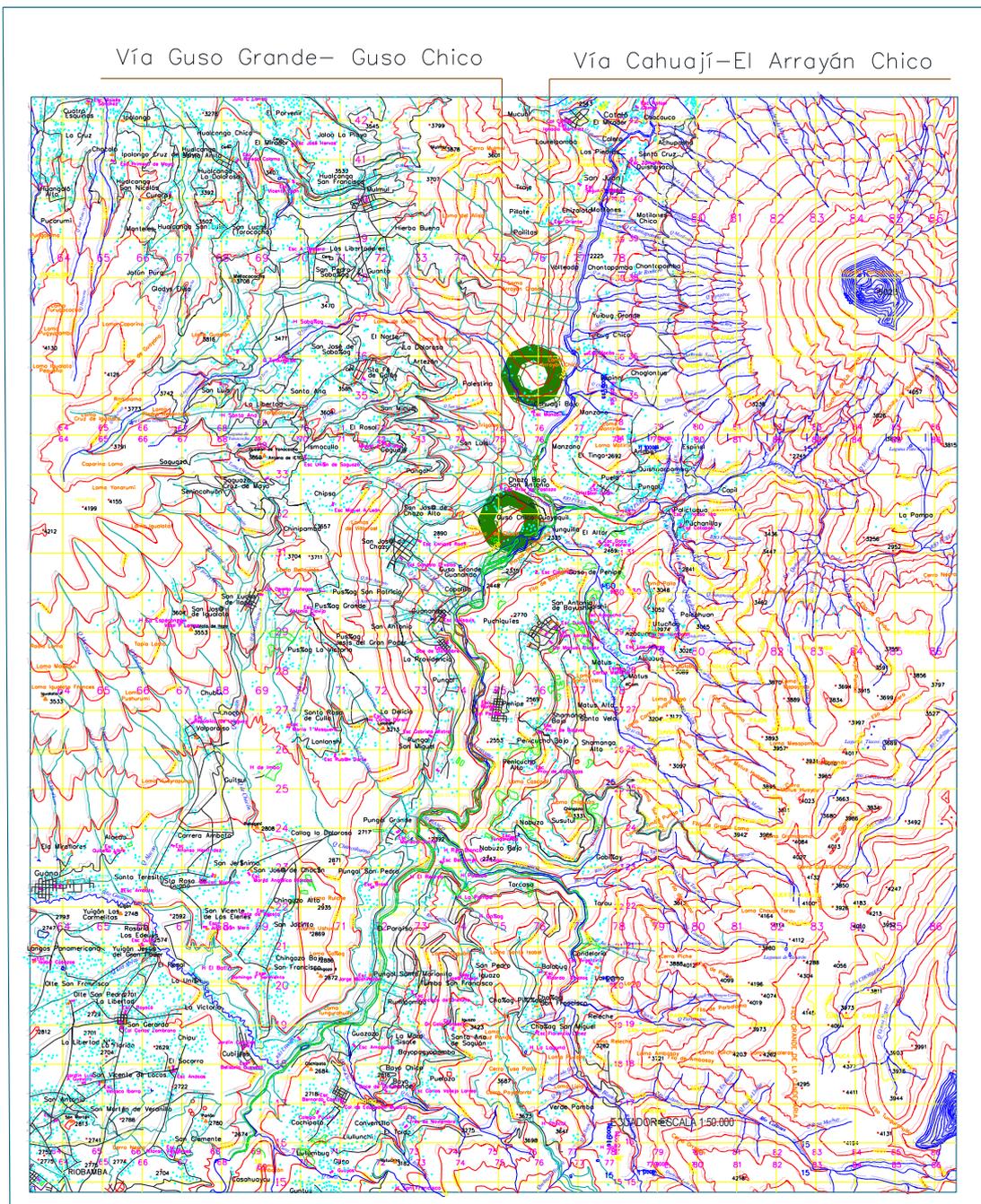


Fuente: INAMHI

7.6.4.7. CARTOGRAFÍA.

Las nuevas alternativas de acceso vial a las comunidades en estudio se ubican íntegramente en el mapa del Instituto Geográfico Militar, carta a escala 1:50.000, que abarca el área de influencia del proyecto vial.

Ilustración 151. Carta topográfica (IGM), mapa de localización del proyecto.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido
Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM)

7.6.4.8. DELIMITACIÓN DE LA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA CHAMBO.

7.6.4.8.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA SUBCUENCA.

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

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

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

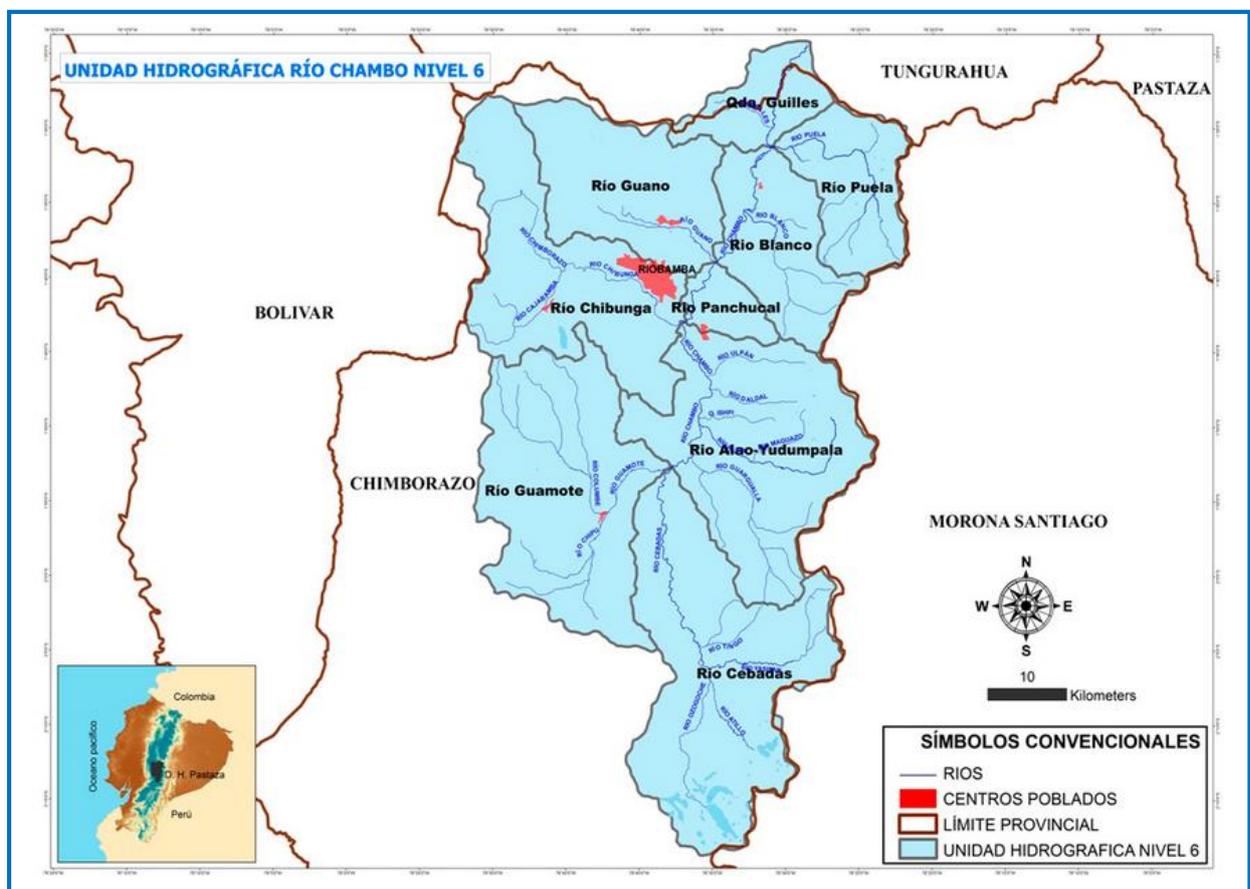
Inmediatamente bajo de la zona de glaciares se encuentra la zona de páramos, que se extiende hasta un límite aproximado entre 3600 y 4000 msnm y que se caracteriza por estar frecuentemente envuelta en una neblina densa y por la ocurrencia de lluvias de larga duración pero de débil intensidad. La vegetación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

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

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

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

Ilustración 152. Subcuenca Chambo.



Fuente: Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

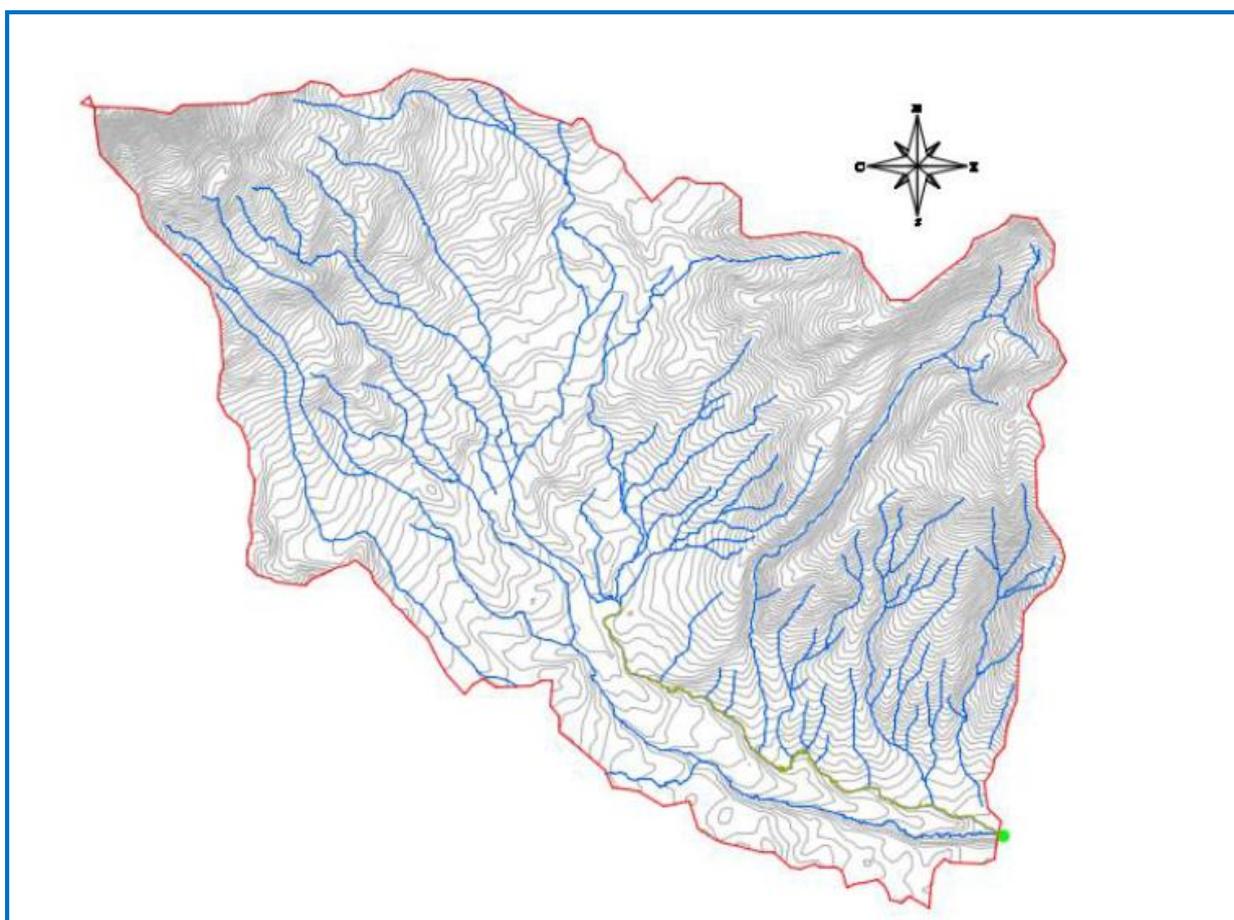
7.6.4.9. DELIMITACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO GUANO.

La Agencia de Aguas de Riobamba ha venido administrando el agua de la subcuenca del río Chambo a través de 10 microcuencas hidrográficas y 2 drenes.

La subdivisión se fundamenta principalmente en la densidad de las concesiones en cada una de las microcuencas hidrográficas; es así que, en áreas de drenaje pequeñas, la extracción de agua es mayor, mientras que en áreas mayores existe un número reducido de concesiones.

Por otra parte, las microcuencas cubren los escurrimientos hasta la confluencia con el río principal, pero grandes áreas intermedias quedan entre las microcuencas y el curso principal del río, cuyas aguas drenan directamente al río principal, y se les considera como drenes a los ríos Cebadas y Chambo. (Consejo Nacional de Recursos Hídricos, 2007).

Ilustración 153. Delimitación de la subcuenca del Río Guano.



Fuente: Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

7.6.4.9.1. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.

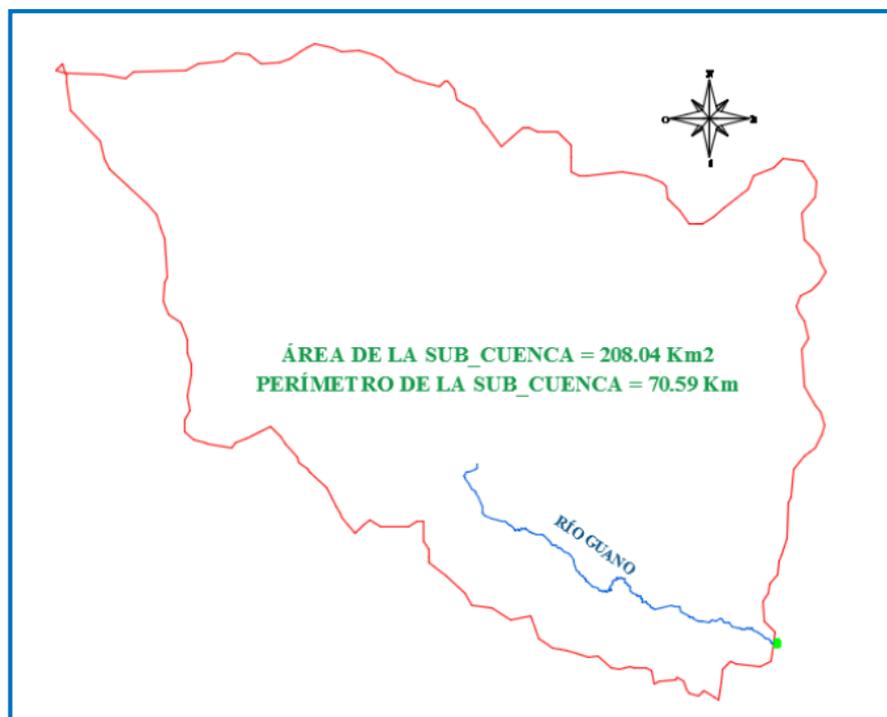
Para el estudio y determinación de los parámetros geomorfológicos se precisa de la información cartográfica de la topografía, del uso del suelo y de la permeabilidad de la región en estudio.

Tabla 120. Información básica de la subcuenca del Río Guano.

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

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido
Fuente: Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Ilustración 154. Información de la subcuenca del Río Guano.



Fuente: Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

7.6.4.9.2. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE UNIDAD HIDROLÓGICA.

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

Tabla 121. Clasificación de las cuencas por su área.

TAMAÑO RELATIVO DE LOS SISTEMAS HIDROLÓGICOS	
UNIDAD HIDROLÓGICA	ÁREA (km ²)
UNIDAD	5.00 o menos
SECTOR	5.00 – 20.00
MICROCUENCA	20.00 – 100.00
SUBCUENCA	100.00 – 300.00
CUENCA	Mayor de 300.00

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

7.6.4.9.3. NÚMERO DE ORDEN DE LA SUBCUENCA.

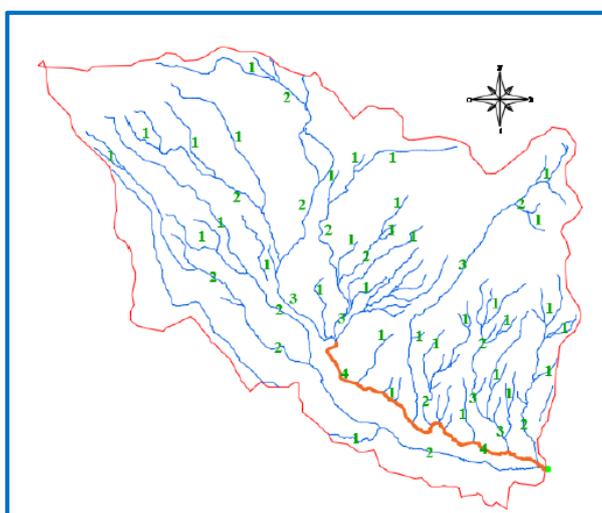
Refleja el grado de ramificación o bifurcación dentro de una hoya. A mayor número de orden, es mayor el potencial erosivo, mayor el transporte de sedimentos y por tanto mayor también la componente de escorrentía directa.

Tabla 122. Clasificación de las corrientes de agua.

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

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

Ilustración 155. Ramificación de la subcuenca del Río Guano.



Fuente: Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

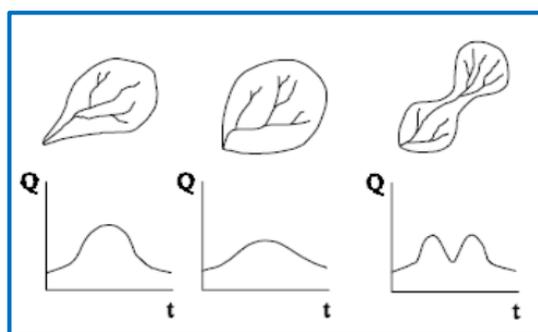
7.6.4.10. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS.

7.6.4.10.1. FORMA DE LA CUENCA

Es la configuración geométrica de la cuenca tal como está proyectada sobre el plano horizontal. La forma incide en el tiempo de respuesta de la cuenca, es decir, al tiempo de recorrido de las aguas a través de la red de drenaje, y, por consiguiente, a la forma del hidrograma resultante de una lluvia dada. (Fiallos, L., 2014)

La forma de una cuenca influye sobre los escurrimientos o escorrentía. En una cuenca de forma alargada, el agua discurre por lo general por un solo cause principal, en forma ovalada, los escurrimientos recorren causes secundarios hasta llegar a uno principal.

Ilustración 156. Influencia de la forma.



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

7.6.4.10.2. Factor de forma de Horton (Kf).

Horton, ha sugerido un factor a dimensional de forma designado como “Kf” que puede deducirse a partir de la siguiente ecuación:

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

Dónde:

A = Área de la cuenca.

L = Longitud de recorrido máximo.

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

$$Kf = 0.34$$

Tabla 123 Clases de valores de forma de Horton (Kf).

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

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

La subcuenca del Río Guano posee un factor de forma $K_f=0.34$, y su forma es de clase ligeramente achatada.

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

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

Dónde:

P= perímetro.

A=área.

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

$$K_c = 1.38$$

Tabla 124. Formas de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad (Kc).

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

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

La Subcuenca del río Guano es de clase 2 por tener un índice de compacidad $K_c=1.38$, y la forma de la cuenca es Oval – Redonda a Oval – Oblonga.

7.6.4.10.4. PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL.

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

Dónde:

$H_{m\acute{a}x}$ = Cota máxima.

$H_{m\acute{i}n}$ = Cota mínima.

L_C = Longitud del cauce.

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

$$S_m = 3.25 \% = 0.0325$$

Tabla 125. Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente.

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

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

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

7.6.4.10.5. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

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

Dónde:

T_C = Tiempo de concentración (en minutos)

L = Longitud del cauce principal (en metros)

S = Pendiente media del lecho (m/m)

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

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

La Subcuenca posee una tiempo de concentración de 103.71 minutos.

7.6.4.10.6. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS ESTACIÓN GUANO M0408.

La siguiente tabla se obtuvo de la estación Meteorológica de Guano M0408 se encuentra ubicada en las coordenadas 1° 36' 33" S y 78° 38' 07" O.

Tabla 126. Datos de precipitación máxima en 24 horas.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA GUANO													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	11.50	28.50	25.60	20.50	16.70	34.30	7.20	9.70	8.80		8.80	14.00	34.30
2001		12.80	24.30		7.30	5.30	5.80	0.00	13.40	6.80	19.50	34.40	34.40
2002				36.00					6.30				36.00
2003	8.70	10.20	13.10	7.00	3.40	11.40	13.00	0.00		10.80			13.10
2004							4.50	5.70					5.70
2005	8.70				16.80	20.60			0.00	21.80	18.50	24.80	24.80
2006		20.00	14.90	24.50	2.70	25.00		10.40	3.70	9.60	22.50	10.60	24.50
2007	7.40	14.70	10.80	17.50	10.00	10.70	4.40	15.40	0.00	16.30	21.40		21.40
2008	21.40	25.50	20.20	18.80	21.80		6.70	12.30	2.00	12.80	13.00	13.30	25.50
2009	12.80	33.30	21.00	7.80	9.50	18.50	2.40	1.80	3.80	14.60	8.70	12.10	33.30
2010	1.50	10.00	6.30	14.50	37.20	13.50	12.00	3.90	10.30	15.40	22.90	22.50	37.20
2011	15.80	32.70	25.60	21.50	16.30	8.60	4.40	2.70	22.00	18.50	30.90	16.60	32.70
2012	11.50	14.30	8.50	16.60	3.50	10.30	4.50	5.40	0.00	30.50	14.00	0.00	30.50
Promedio	7.64	15.54	13.10	114.21	11.17	12.17	4.99	5.18	5.41	12.08	13.86	11.41	27.18
Máxima	21.40	33.30	25.60	36.00	37.20	34.30	13.00	15.40	22.00	30.50	30.90	34.40	37.20
Mínima	7.40	10.00	6.30	7.00	2.70	5.30	2.40	1.80	2.00	6.80	8.70	10.60	5.70

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Fuente: INAMHI

Precipitación media anual = 27.18mm.

Precipitación máxima = 37.20mm.

Precipitación mínima = 5.70mm.

7.6.4.10.7. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL.

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

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

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

Donde:

Q: Caudal de diseño m³/s.

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

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

A: área de la cuenca en Km².

7.6.4.10.7.1. COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.

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

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

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

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

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

Tabla 127. Valores para calcular el coeficiente de escorrentía “c”.

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

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003.

En el presente trabajo, dada la similitud en las características de las cuencas estudiadas, se adoptó un valor de $C = 0.50$ correspondientes a un tipo de suelo semipermeable, con cobertura vegetal de pastos y vegetación ligera, además una pendientes de terreno del 20%.

7.6.4.10.7.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

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

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

Donde:

T_c= Tiempo de concentración, minutos.

L= Longitud del cauce principal, metros.

H= Desnivel medio de la cuenca, metros.

I= intensidad de la precipitación.

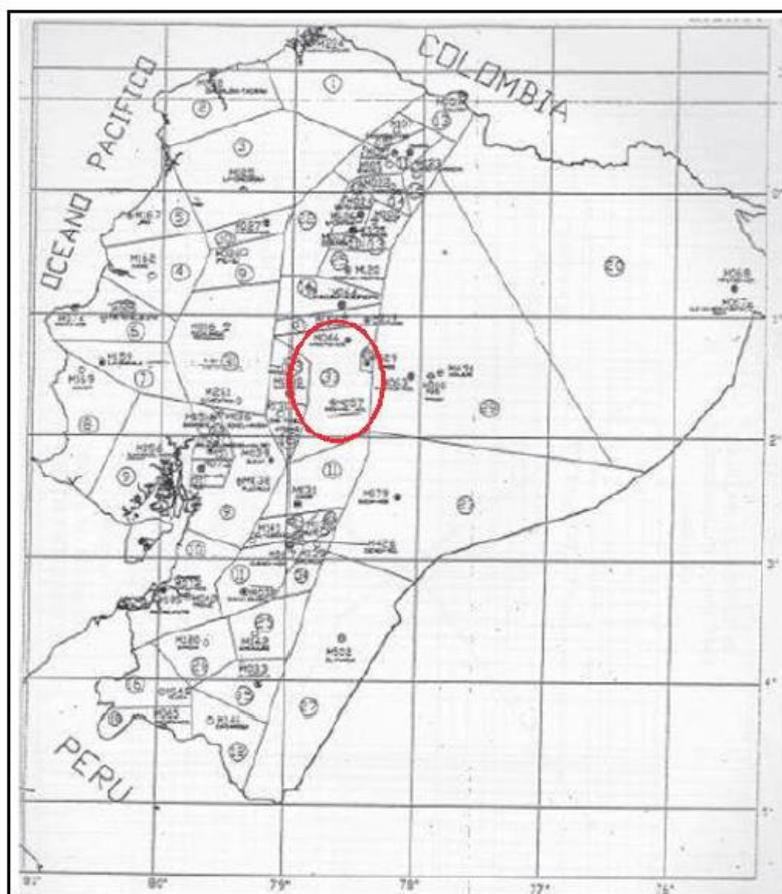
7.6.4.10.7.3. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

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

De estos gráficos se puede establecer para diversas duraciones, las intensidades máximas ocurridas para una lluvia dada, los límites de duración están fijados en 5 minutos y 24 horas ya que 5 minutos representan el menor intervalo que se puede leer en los registros pluviográficos con precisión adecuada y 24 horas porque para duraciones mayores pueden ser utilizados datos observados de los pluviómetros.

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

Ilustración 157. Zonificación de intensidades de precipitación.



Fuente: INAMHI (1999)

El área de estudio se encuentra en la zona 33 que corresponde a las ecuaciones de las estaciones Riobamba-Politécnica (M1036) y Guano (M0408).

6. Para una duración de 5 min < 23 min.

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

7. Para una duración de 23 min < 1440 min.

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

Dónde:

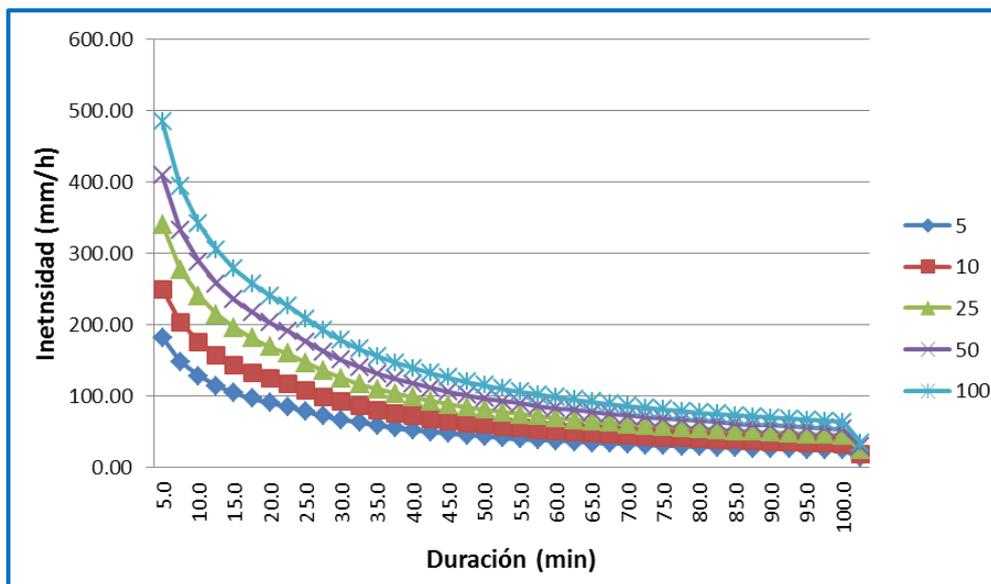
I_{TR} = Intensidad de precipitación para cualquier periodo de retorno (mm/h).

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

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

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

Ilustración 158. Curva – intensidad – duración – frecuencia (IDF). Estación M1067- Riobamba Politécnica.



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

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

7.6.4.10.7.4. 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 longitudinal “cunetas” deberá ser diseñado para un periodo de retorno mínimo de 10 años. Sin embargo el diseñador podrá proponer periodos de mayores a los mencionados, según su criterio le indique.

Tabla 128. Periodo de retornos en años.

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

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

Tabla 129. 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).

7.6.4.10.7.5. ÁREAS DE APORTACIÓN.

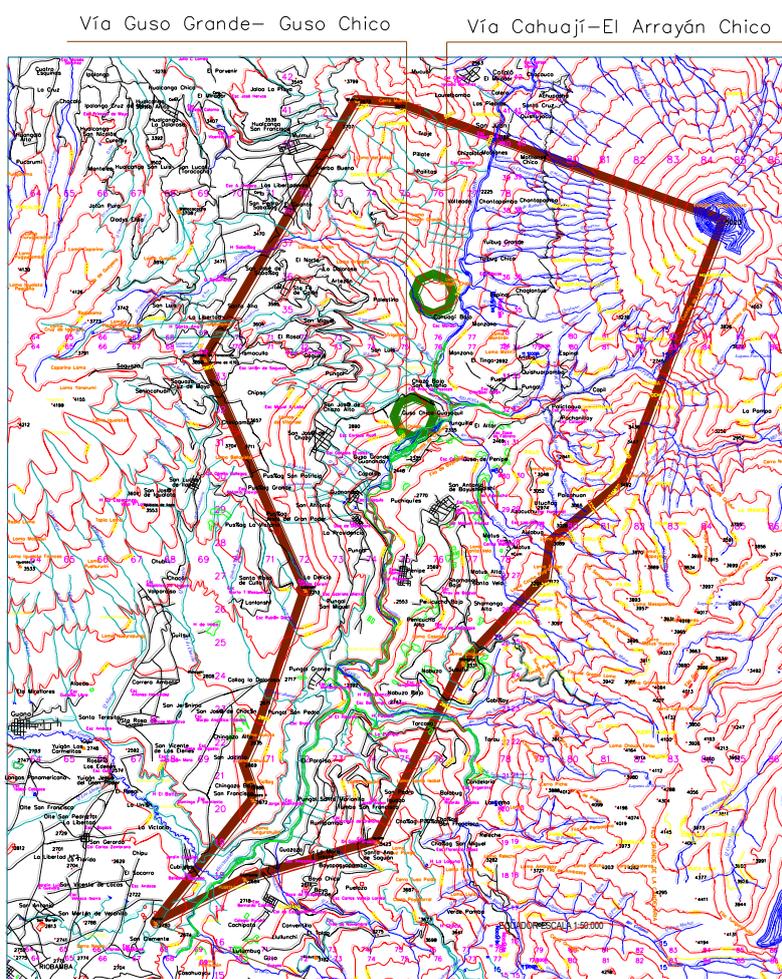
Para determinar el tamaño y la forma de la cuenca o subcuenca bajo consideración, se ha utilizado mapas topográficos actualizados. Los intervalos entre las curvas de nivel deben ser lo suficiente para poder distinguir la dirección del flujo superficial.

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

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

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

Ilustración 159. Delimitación del área de aportación.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

El área de aportación calculada servirá para posteriormente determinar el caudal de diseño, el mismo que servirá para el diseño de las obras de drenaje (cunetas), en nuestro proyecto el área de aporte de cada uno de los ejes viales es de 1.92 km²

7.6.4.10.7.6. CÁLCULO DEL CAUDAL.

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

Datos:

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

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

$$A = 1.92 \text{ Km}^2$$

$$Q = \frac{0.50 \times 175.69 \times 1.92}{360}$$

$$Q = \frac{0.50 \times 175.69 \times 1.92}{360}$$

$$Q = 0.46 \frac{m^3}{s}$$

De acuerdo al cálculo, el caudal de diseño para dimensionar las obras de drenaje en las dos alternativas de acceso viales es de $0.46 \frac{m^3}{s}$.

7.6.4.10.8. TIPOS DE DRENAJE

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

- **Drenaje Superficial:**

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

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

- **Drenaje Subterráneo:**

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

7.6.4.10.9. DISEÑO DE ALCANTARILLAS

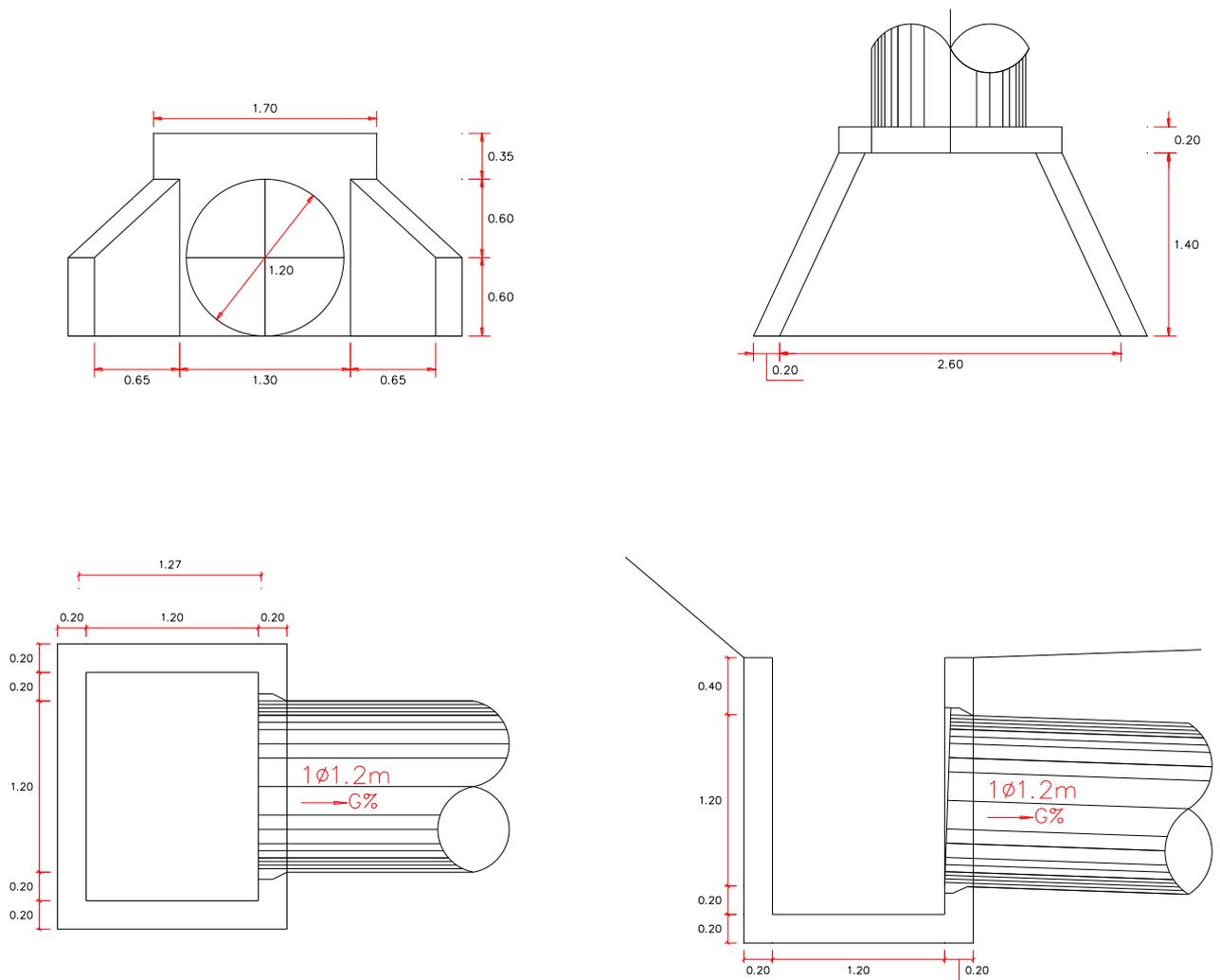
La alcantarilla típica, es la que tiene mínimas dimensiones y tiene las siguientes características:

Tabla 130. Valores de alcantarilla tipo

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

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Ilustración 160. Sección típica de alcantarilla



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

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

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

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

Donde:

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

Y aplicaremos la fórmula de la ecuación del método racional.

$$Q = C * I * A / 360$$

Donde:

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

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de precipitación

A = Área de drenaje (ha)

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

Tabla 131. Diámetro alcantarillas para la vía Guso Grande – Guso Chico.

Alcantarilla	Abscisa	Área (Ha)	Coeficiente escorrentía	Tc (min)	ITR (mm/h)	Q(m ³ /s)	Diámetro (m)	Diámetro Asumido (m)
A1	0+250	6.118	0.50	103.7	175.69	1.49	1.02	1.20
A2	0+500	5.123	0.50	103.7	175.69	1.25	0.95	1.20
A3	0+750	4.252	0.50	10.71	175.69	1.04	0.88	1.20

Elaborado por: **Rubén Aguilar – Pablo Garrido**

Tabla 132. Diámetro alcantarillas para la vía Cahujá – Arrayán Chico

Alcantarilla	Abscisa	Área (Ha)	Coeficiente escorrentía	Tc (min)	ITR (mm/h)	Q(m ³ /s)	Diámetro (m)	Diámetro Asumido (m)
A1	0+268	3.855	0.50	103.7	175.69	0.94	0.85	1.20
A2	0+500	4.765	0.50	103.7	175.69	1.16	0.92	1.20
A3	0+720	5.942	0.50	10.71	175.69	1.45	1.01	1.20

Elaborado por: **Rubén Aguilar – Pablo Garrido**

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

Tabla 133. Alcantarillas Vía Guso Grande – Guso Chico

Alcantarilla	Abscisa	Estructura	Longitud (m)	Diámetro (m)	Material	Observaciones
A1	0+250	Alcantarilla	9.20	1.2	Metálica	Nueva
A2	0+500	Alcantarilla	9.20	1.2	Metálica	Nueva
A3	0+750	Alcantarilla	9.20	1.2	Metálica	Nueva

Tabla 134. Alcantarillas Vía Cahuají – El Arrayán Chico

Alcantarilla	Abscisa	Estructura	Longitud (m)	Diámetro (m)	Material	Observaciones
A1	0+268	Alcantarilla	9.20	1.2	Metálica	Nueva
A2	0+500	Alcantarilla	9.20	1.2	Metálica	Nueva
A3	0+720	Alcantarilla	9.20	1.2	Metálica	Nueva

7.6.4.10.10. DISEÑO DE CUNETAS LATERALES.

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

Para el diseño de cunetas laterales se realiza por el método racional y nos apoyamos en la ecuación de continuidad o de Manning, se considera una cuneta tipo de sección triangular, de 0.50 metros de altura y 1.00 metros de ancho (ver detalle de la sección típica), revestida de hormigón simple de $f'c=180 \text{ Kg. /cm}^2$ 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:

Q_t = Caudal total a ser evacuado, m^3/s .

Q_1 = Caudal aportado por el talud de corte, m^3/s .

Q_2 = Caudal aportado por el semi ancho de la vía, m^3/s .

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

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

Donde:

Q: Caudal de diseño m³/s.

C: Coeficiente de escorrentía.

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

A: área de la cuenca en hectáreas.

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

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

Para la obtención de caudales se utilizó el método racional con un coeficiente de escorrentía “C1” equivalente a 0.50 correspondientes a un tipo de suelo semipermeable, con cobertura vegetal de pastos y vegetación ligera, además una pendientes de terreno del 20%, y “C2” de 0.80, para Pavimentos de Macadán Asfáltico o Sup. de Grava Tratada.

Tabla 135. Coeficientes de escorrentía.

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

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

El área considerada como aporte del talud de corte se ha considerado una altura promedio de 15 m y un semiancho de la vía equivale a una longitud de 3.60 m, de acuerdo a las secciones típicas adoptadas.

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

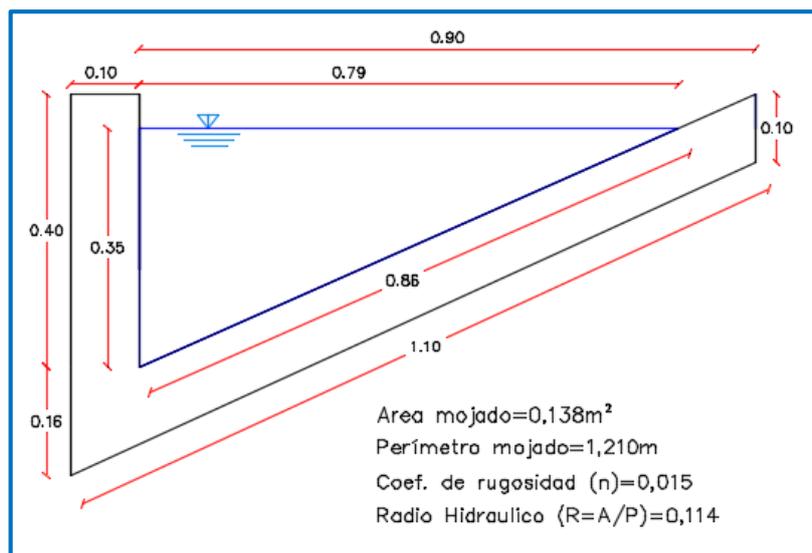
$$Q = \frac{((C1 \times A1 + C2 \times A2) \times I \times L \times 10^{-6})}{3.60}$$

$$Q = \frac{((0.50 \times 15 + 0.80 \times 3.60) \times 175.69 \times L \times 10^{-6})}{3.60}$$

$$Q = 0.000507 \times L \quad (\text{EXPRESIÓN A})$$

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

Ilustración 161. Sección Transversal de cuenta tipo lateral.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

En donde se obtiene:

A = 0.138 m², área de la sección mojada

P = 1.210 m, perímetro mojado

R = A/ P = 0.114 m, Radio hidráulico

n = 0.015, coeficiente de rugosidad para hormigón.

- **Ecuación del caudal.**

$$Q = V * A$$

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

V = Velocidad promedio en m/s.

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

- **Ecuación de la velocidad.**

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

S = Pendiente longitudinal del canal en m/m.

n = Coeficiente de aspereza de Manning.

R = Radio hidráulico en m.

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

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

$$Q = \frac{1}{0.015} \times (0.114)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times 0.138$$

$$Q = 2.164 \times S^{\frac{1}{2}} \text{ (EXPRESIÓN B)}$$

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

$$0.000507 \times L = 2.164 \times S^{\frac{1}{2}}$$

Despejamos L en función de la pendiente:

$$L = 4268.245 \times S^{\frac{1}{2}}$$

Y la velocidad en función de la pendiente:

$$V = 15.674 \times S^{\frac{1}{2}}$$

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

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

$$V_{adm} = \frac{1}{0.015} \times (0.114)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V_{adm} = 15.674 \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V_{adm} = 6 \frac{m}{s}$$

- **Pendiente máxima del proyecto:**

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

$$6 = \frac{1}{0.015} \times 0.114^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$4 = 15.674 \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$S^{\frac{1}{2}} = \frac{6}{15.674}$$

$$S = \left(\frac{6}{15.674} \right)^2$$

$$S = 14 \%$$

De tal modo que en la tabla se muestra los resultados de la capacidad de la cuneta lateral
Propuesta para las dos alternativas viales

Tabla 136. Capacidad de la cuneta lateral propuesta.

GRADIENTE (%)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m ³ /s)	LONGITUD MÁXIMA	LONGITUD REDONDEADA
0.50	1.108	0.153	301.810	302
1.00	1.567	0.216	426.825	427
1.50	1.920	0.265	522.751	523
2.00	2.217	0.306	603.621	604
2.50	2.478	0.342	674.869	675
3.00	2.715	0.375	739.282	739
3.50	2.932	0.405	798.516	799
4.00	3.135	0.433	853.649	854
4.50	3.325	0.459	905.431	905
5.00	3.505	0.484	954.409	954
6.00	3.839	0.530	1045.502	1046
7.00	4.147	0.573	1129.271	1129
8.00	4.433	0.612	1207.242	1207
9.00	4.702	0.649	1280.474	1280
10.00	4.957	0.684	1349.738	1350
11.00	5.198	0.718	1415.617	1416
12.00	5.430	0.750	1478.563	1479
13.00	5.651	0.780	1538.938	1539
14.00	5.865	0.810	1597.031	1597

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

7.6.4.10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.6.4.10.1. CONCLUSIONES.

- La vía Cahujá Bajo – Arrayán Chico en su totalidad contará con sistema de drenaje (en los dos sentidos), con una longitud de 1.0410 km de cunetas laterales revestidas con hormigón simple $f'c=180$ kg/cm², cuyas descargas se realizan directamente a las alcantarillas diseñadas, por las cuales se produce el escurrimiento en forma natural, a fin de que no provoque ningún problema nuevo aguas abajo.
- La vía Guso Grande – Guso Chico en su totalidad contará con sistema de drenaje (en los dos sentidos), con una longitud de 0.894.47 km de cunetas laterales revestidas con hormigón simple $f'c=180$ kg/cm², cuyas descargas se realizan directamente a cursos de agua o depresiones, por las cuales se produce el

escurrimiento en forma natural, a fin de que no provoque ningún problema nuevo aguas abajo.

- Para la determinación de los caudales de diseño se utilizó el Método Racional.
- 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.
- Para el dimensionamiento hidráulico de cunetas, se adoptó una intensidad de lluvia correspondiente a un período de retorno de 10 años y la duración mínima del aguacero equivalente a 10 minutos.
- La velocidad máxima de escurrimiento del agua se ha limitado en el diseño hidráulico a 6,00 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 los ejes viales.
- Se ha implementado 3 alcantarillas de 1.20 m de diámetro de tubería metálica a una distancia de 250 m para evacuar las aguas lluvias y mantener la estructura del pavimento en perfectas condiciones en cada uno de los ejes viales en estudio.
- Las alcantarillas fueron diseñadas con las ecuaciones de flujo uniforme como si fueran canales abiertos; es decir, que trabajen a sección parcialmente llena.

7.6.4.10.2. 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 el actual estudio de apertura de los dos ejes viales descritos.

7.6.5. ESTUDIO DE SUELOS

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

7.6.5.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO DE SUELOS.

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

7.6.5.2. ALCANCE

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

Los ensayos únicamente se realizaron para la obtención del CBR de la subrasante, mientras que los demás ensayos que se requiere serán facilitados por la cantera, ubicada a la altura del Km 15, de la vía Riobamba – Penipe, en el sector de Pungal, perteneciente al Cantón Guano denominada Pérez 200 - 598

7.6.5.3. TRABAJOS DE CAMPO.

- **Muestreo:**

Se procedió a realizar excavaciones en el eje de la vía a cielo abierto de 1,0m x 1,0m a una profundidad de 1,0m cada 500m de cada uno de las vías a diseñarse, luego de realizar el respectivo replanteo, dando como resultado un total de 4 sondeos de todo el proyecto de apertura de las vías Guso Grande – Guso Chico y Cahujá – El Arrayán Chico.

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

7.6.5.4. ENSAYOS DE LABORATORIO.

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

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

Tabla 137. Ensayos de suelos realizados en el laboratorio

ENSAYOS	NORMAS
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

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

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

7.6.5.4.1. GRANULOMETRÍA.

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

- **GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO.**

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

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

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

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

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

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

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

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

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

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

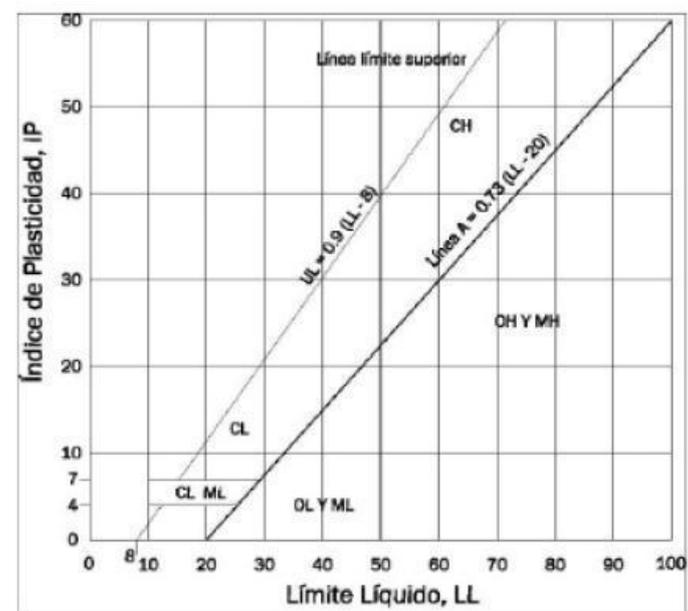
(alta compresibilidad) y L (baja compresibilidad). Y para los suelos orgánicos la sigla es Pt (turba). (Badillo, J., 1963)

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

- Suelos gruesos: son aquellos suelos que más del 50% de las partículas son retenidas en el tamiz N° 200. Un suelo grueso será grava. Si la mayor parte de la fracción gruesa queda retenida en el tamiz N°4 y se considera arena en el caso contrario.

- Suelos Finos: Son aquellos suelos que más del 50% de las partículas pasan el tamiz N°200. Para distinguir si la fracción fina es de carácter limoso o arcilloso se emplea la carta de plasticidad de casa grande.

Ilustración 162. Carta de plasticidad (S.U.C.S), casa grande.

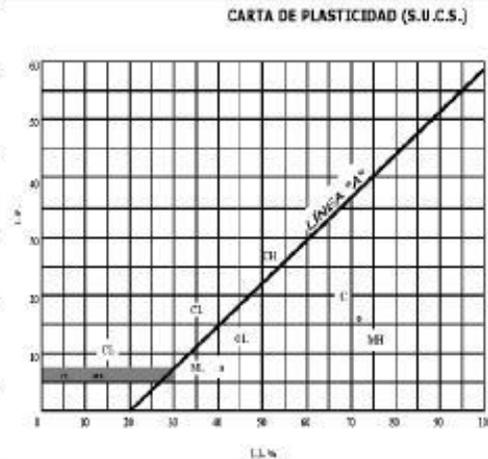


Fuente: Mecánica de suelos Juárez Badillo.

Ilustración 163. Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S) ASTM D 2487.

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO	
SUELOS DE 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 PARA CLASIFICACION VISUAL, PUEDE USARSE 1/2 cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poca o nada de finos	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD C_u : mayor de 4 COEFICIENTE DE CURVATURA C_c : entre 1 y 3 $C_u = D_{60} / D_{10}$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$	
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poca o nada de finos		NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.
		GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	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.
		GC		LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7	
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4 PARA CLASIFICACION VISUAL, PUEDE USARSE 1/2 cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos	$C_u = D_{60} / D_{10}$ mayor de 6 : $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3.	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW
		SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos		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.
	ARENAS CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo	LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.	
		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 Limite Líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G - Grava, S - Arena, O - Suelo Orgánico, P - Turba, M - Limo C - Arcilla, W - Bien Graduado, P - Mal Graduado, L - Bajo Compresibilidad, H - Alta Compresibilidad
			CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	
OL			Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		
LIMOS Y ARCILLAS Limite 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.		

DETERMINAR LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA, DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla No. 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO: SIGUE: Menor del 5% GW, GP, SW, SP; más del 12% GM, GC, SM, SC; entre 5% y 12%: Casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles **



** 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 SÍMBOLO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SÍMBOLO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

Fuente: Mecánica de suelos Juárez Badillo – Rico Rodríguez

7.6.5.4.2. LÍMITES DE ATTERBERG.

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

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

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

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

- **Límite Líquido.**

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

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

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

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

- a. Calibrar el equipo de Casagrande de manera que, cuando la copa está localizada a su máxima altura, el calibrador de 10mm pase justamente ente ésta y la base.
- b. Tomar una muestra de alrededor de 250g de material que pase el tamiz No. 40.
- c. Añadir agua destilada a la muestra y mezclar completamente en la fuente, hasta obtener una pasta homogénea.
- d. Colocar una porción en la copa, sobre la parte que descansa la base, extenderla rápida y cuidadosamente con la espátula, cuidando que no queden atrapadas burbujas de aire.

- e. Nivelar el suelo con la espátula paralelamente a la base, de tal manera que tenga una profundidad de 10 mm en la sección de espesor máximo.
- f. Con el acanalador, realizar un canal en la muestra, evitando despegarla de la copa, para evitar la rotura de los lados del canal se permite hasta seis recorridos del acanalador.
- g. Girar el manubrio a una velocidad de 2 revoluciones por segundo, contar los golpes necesarios para que las dos mitades de la muestra se pongan en contacto al fondo del canal, en una distancia continua de alrededor de 10mm.
- h. Anotar el número de golpes para la primera determinación está entre 5-15, la segunda de 15-25, la tercera de 25-35 y el último punto de 35-45 golpes.
- i. Del lugar donde se juntan los bordes del canal, tomar con la espátula una porción de suelo de alrededor de 10g, colocar en un recipiente y determinar el contenido de agua.
- j. Repetir todo el procedimiento para la siguiente muestra.
- k. Calcular y tabular.

- **Límite Plástico.**

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

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

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

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

- a. Si se realiza de manera conjunta con el límite líquido, tomar una muestra de alrededor de 30g de material que pase el tamiz No. 40.
- b. Se le añade agua destilada y se la mezcla completamente en la fuente, hasta obtener una pasta de suelo homogénea y plástica, en cantidad suficiente como para moldearla con los dedos como una bola.

- c. Tomar aproximadamente 10g de la muestra, moldearla entre los dedos, en una bola, luego amasar y rodar entre las palmas de las manos hasta que aparezcan en su superficie pequeñas fisuras.
- d. Rotar esta bola entre las puntas de los dedos y la placa de vidrio, hasta formar un rollo de 3mm de diámetro.
- e. Recoger las porciones desmenuzadas de los rollos de suelo en un recipiente hermético y determinar el contenido de agua.

- **Índice Plástico.**

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

El índice de plasticidad puede estar bajo las siguientes condiciones:

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

7.6.5.4.3. ENSAYO PROCTOR ESTÁNDAR.

Ralph R. Proctor (1894-1962) publicó en 1933 sus resultados sobre los estudios de compactación, se comprendió la importancia de la compactación y el contenido de humedad óptimo del suelo.

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

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

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

- **Humedad óptima:**

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

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

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

Donde:

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

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

- **Densidad máxima:**

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

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

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

Donde:

ρ = densidad de la muestra compactada.

ρ_{seca} = Densidad de la muestra seca.

W% = porcentaje de contenido de humedad.

V = Volumen del cilindro de compactación.

W = peso de la muestra húmeda.

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

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

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

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

- a. Se procede a medir la masa del recipiente metálico vacío.
- b. Colocamos el árido en el recipiente metálico con una masa de aproximadamente 5 kg.
- c. Añadir agua a la muestra con un porcentaje del 3% de humedad, es decir 120 ml de agua que se mide en la probeta graduada.
- d. Mezclar la muestra (árido + agua), de tal manera que quede homogénea.
- e. Colocar el agregado en el molde de Proctor, el cual se debe compactar en tres capas.

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

7.6.5.4.4. ENSAYO CBR.

El ensayo de CBR (Ensayo de Relación de Soporte de California), consiste en someter una muestra representativa de una explanada, compactada y saturada de agua, a un ensayo de penetración con un pistón cilíndrico en el que se determina el índice CBR, a mayor índice de CBR, mayor es la capacidad de soporte de la explanada, en otras palabras este ensayo es un método que mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos .

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

puede recibir un suelo. Se han hecho cálculos para soportar ruedas de 4.1 Ton, 5.4 Ton, 27.2 Ton, 68.0 Ton.

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

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

La ecuación que describe es:

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

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

Tabla 138. CBR, Clasificación general usos.

CBR	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN	
			UNIFICADO	AASHTO
0 - 3	Muy Pobre	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A5,A6,A7
0 - 7	Pobre a regular	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6,A7
7 -20	Regular	Sub-Base	OL,CL,ML,SC,S 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	

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

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

- a. Seleccionamos una parte de muestra homogénea del suelo de 14Kg a ensayar, secas al ambiente.
- b. Tamizamos la muestra secada al ambiente por el tamiz # 3/4, en una bandeja metálica.
- c. Agregamos la cantidad de agua adecuada, de acuerdo al valor de humedad óptima encontrado en el ensayo proctor estándar.
- d. Colocamos el agua en la masa de suelo.
- e. Mezclamos el agua con el suelo de manera que forme una masa uniforme.
- f. Para tres moldes normalizados de 6", debidamente identificados, para 10, 25 y 56 golpes, determinamos su peso sin el collarín y medir su diámetro y profundidad.
- g. Medir la altura del disco espaciador
- h. Repetir los pasos, compactando cada probeta con 10,25 y 56 golpes por capa:
 - Sobre la base del molde ubicamos el disco espaciador y luego el cilindro y el collar.
 - Compactamos el suelo en 5 capas.
 - Retiramos el collar y enrasamos.
 - Procedemos a pesar el molde con suelo compactado.
 - Una vez pesado el molde procedemos a colocar el papel filtro sobre la base e invertir el molde con el suelo ubicándolo en la base de la placa y atornillando bien el molde de manera que el suelo quede en contacto con el papel filtro.
 - Colocamos la placa metálica con el vástago ajustable, luego una pesa anular, encima una pesa ranurada.
- i. Cargar levemente el suelo y poner en cero los diales.
- j. Para la serie normalizada de lecturas de penetración, anotar los valores del dial de cada carga.
- k. Descargar la prensa, retirar el molde y obtener una muestra húmeda, con suelo e ambas caras y del centro de la probeta
- l. Secar al horno y pesar la muestra al día siguiente.

7.6.5.5. RESULTADOS.

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

7.6.5.5.1. MATERIALES ENCONTRADOS.

En el sector de estudio de las vías de acceso:

- Guso Grande – Guso Chico obtuvimos muestras del suelo a una profundidad de 1,0 m clasificándoles como suelos SM, siendo sub-rasantes buenas.
- Cahuají – El Arrayán Chico obtuvimos muestras del suelo a una profundidad de 1,0 m clasificándoles como suelos SM y ML, siendo sub-rasantes buenas.

7.6.5.5.2. PROPIEDADES OBTENIDAS.

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

Tabla 139. Propiedades obtenidas Vía Guso Grande- Guso Chico

MUESTRA	Humedad natural (%)	Índice de plasticidad (%)	CLASIFICACIÓN SUCS 0-1,00 m	C.B.R %
1 Subrasante	13.15	NP	SM	39.8
4 Subrasante	10.50	NP	SM	64.0

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Tabla 140. Propiedades obtenidas Vía Cahuají – El Arrayán Chico

MUESTRA	Humedad natural (%)	Índice de plasticidad (%)	CLASIFICACIÓN SUCS 0-1,00 m	C.B.R %
2 Subrasante	9.04	NP	ML	58.0
3 Subrasante	8.54	NP	SM	29.7

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

7.6.5.5.3. ADOPCIÓN DEL CBR DE DISEÑO

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

Se adoptará los siguientes pasos:

- Con los datos de CBR determinados en el laboratorio se ordena de menor a mayor (ascendente).
- Se enumera los CBR, asignando un número 1 al mayor valor y así sucesivamente para obtener la frecuencia.
- Se determina la frecuencia de los CBR, para esto el valor de las frecuencias, en porcentaje, se calcula dividiendo el número de orden para el número total de ensayos y multiplicado por 100.
- Se dibuja la Figura de frecuencias vs CBR.
- En caminos vecinales el nivel de frecuencia es el 70 %.

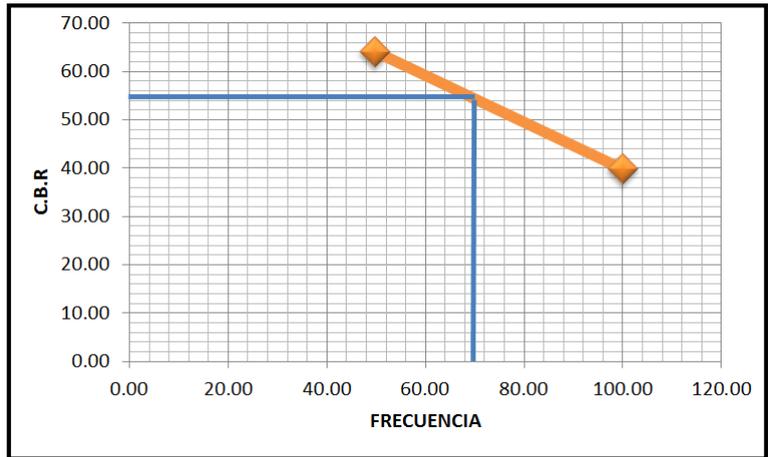
Para la vía de acceso Guso Grande – Guso Chico el C.B.R de diseño se tiene:

Tabla 141. Cálculo de frecuencias para el CBR de la vía Guso Grande - Guso Chico

NÚMERO	FRECUENCIA	CBR
2	100.00	39.80
1	50.00	64.00

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Ilustración 164. Adopción del CBR de diseño para la vía Guso Grande- Guso Chico



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

En la vía Guso Grande- Guso Chico para una frecuencia del 70%, el valor de CBR de diseño es 54.32 %.

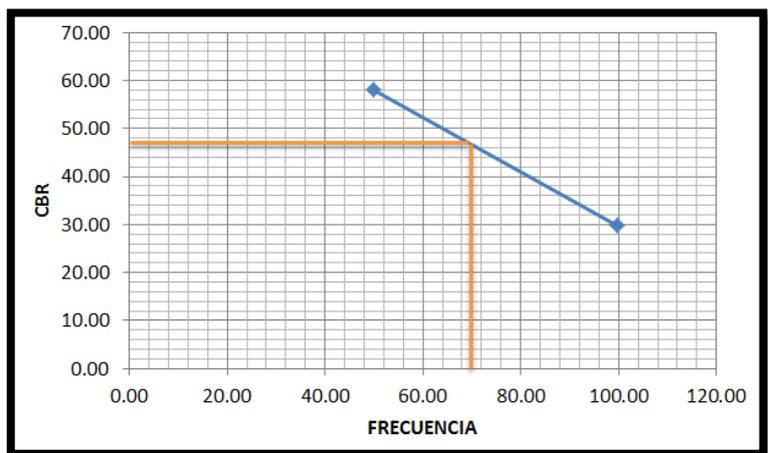
Para la vía de acceso Cahujá – El Arrayán Chico el C.B.R de diseño se tiene:

Tabla 142. Cálculo de frecuencias para el CBR de la vía Cahujá – El Arrayán Chico

NÚMERO	FRECUCIA	CBR
2	100.00	29.70
1	50.00	58.00

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Ilustración 165. Adopción del CBR de diseño para la vía Cahujá – El Arrayán Chico



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

En la vía Cahujá – El Arrayán Chico para una frecuencia del 70%, el valor de CBR de diseño es 46.68 %.

7.6.5.6. FUENTE DE MATERIALES.

7.6.5.6.1. MATERIALES REQUERIDOS.

Los materiales pétreos necesarios para la construcción de las vías de acceso GUSO GRANDE – GUSO CHICO y CAHUAJÍ – EL ARRAYÁN CHICO, son los siguientes:

- Sub base clase III.
- Base clase IV.
- Agregados triturados para mezcla asfáltica.
- Ripio.
- Macadán.
- Piedra.

De estos materiales, se indican en las especificaciones técnicas, de acuerdo a lo establecido en el manual del MOP-001-F-2002.

7.6.5.6.2. FUENTE DE MATERIALES.

Una vez establecidos los materiales requeridos, el siguiente paso fue realizar recorridos para determina las canteras o minas del sector.

Dentro del proyecto, no se pudo evidenciar posibles sitios de cantera o mina, por lo que se escogerá una fuera del proyecto, las más cercanas son las denominadas:

Cantera Pérez.	Código Nro. 200 – 598
Cantera Pungal Grande	Código Nro. 200 – 522
Mina Rio Chambo	Código Nro. 290 – 810

7.6.5.6.3. DATOS DE LA CANTERA ESCOGIDA.

De estas minas y canteras, la cantera más calificada fue la denominada PÉREZ.

- **Localización.**

Se trata de una cantera comercial, ubicada a la altura del Km 15, de la vía Riobamba – Penipe, en el sector de Pungal, perteneciente al Cantón Guano.

- **Accesos y disponibilidad de servicios.**

La cantera tiene un acceso a la altura del Km 15 de la vía Riobamba – Penipe, se trata de un camino público, se encuentra a nivel de lastre y un ancho de 5.00 metros, por el cual ingresan y salen de la cantera, además cuenta con servicios básicos, tales como agua, luz eléctrica, sistemas de letrinas, camino de acceso.

- **Material utilizable, desechable, descapote, sistema de producción y explotación.**

Al tratarse de una cantera comercial, y al realizar una inspección visual, se determinó que existe un volumen adecuado para cubrir las demandas de la vía.

La utilización de los materiales los realiza de forma óptima, pues los materiales que se desecharían para la vía, ellos mediante sistemas de trituración y cribado, reutilizan el material, por lo que el material desechable es reutilizado. En cuanto se refiere al descapote, se puede evidenciar que se encuentra ejecutado y existe gran cantidad de material descubierto listo para explotarse.

El sistema de explotación, consiste en una explotación a cielo abierto, controlando de forma escalonada, mediante la utilización de maquinaria pesada, excavadoras y tractores con riperr y el sistema de producción, es mediante cribado, el cual pasa por varios tamices, clasificando los materiales de acuerdo a los requerimientos.

También existe una trituradora la cual, produce material triturado, de ser requerido.

Ilustración 166. Densidad seca vs Valores C.B.R.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

- **Localización de fuentes de agua.-**

Dentro del proyecto, no se encuentran fuentes naturales de abastecimiento de agua, pero a 1 km de distancia del sector de la obra, existe la presencia del Río Chambo y la Quebrada Quilles, los cuales son aptos para la ejecución del proyecto.

- **Características físico mecánicas del material de la cantera.-**

Cantera escogida, denominada Cantera PÉREZ, código es 200 – 598, presenta las siguientes características:

Tabla 143. Características de la cantera.

CARACTERÍSTICA	VALOR
Densidad Máxima:	2060,00 kg/m ³
Humedad Óptima:	7,60 %
Humedad Natural	4,14%
CBR	87,40%
Abrasión	36,80%
Granulometría	Sub base Clase 3
Granulometría	Base Clase 4
Material	N - P

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido
Fuente: Cantera Pérez. COD 200-598

- **Producción de materiales.**

De acuerdo a los análisis de las características del material, la cantera puede producir lo siguiente:

- Sub base clase 3.
- Base Clase 4.
- Ripio.
- Macadán
- Piedra.

7.6.6. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE.

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

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

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

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

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

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

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

A partir de los ensayos de suelos en las vías:

- Guso Grande – Guso Chico se obtuvo el valor de CBR de diseño igual a 54.32 %.
- Cahuají – El Arrayán Chico se obtuvo el valor de CBR de diseño igual a 46.68 %.

7.6.6.2. Método AASHTO para el diseño de pavimentos.

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

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

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

Donde:

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

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

So = Desviación estándar.

SN = Número estructural.

ΔPSI= Índice de suficiencia o de servicio.

MR = Módulo de resiliencia de la subrasante.

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

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

Tabla 144. Resumen del conteo de tráfico semanal de la Estación 1: Guso Chico

RESUMEN DEL CONTEO DE VEHÍCULOS DIARIOS ESTACIÓN 1				
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
30	0	8	8	46
64%	0%	18%	18%	100%

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Tabla 145. Resumen del conteo de tráfico semanal de la Estación 2: Arrayán Chico

RESUMEN DEL CONTEO DE VEHÍCULOS DIARIOS				
LIVIANOS	BUSES	CAMIONES Y VOLQUETAS	NO MOTORIZADOS	TOTAL
29	1	9	6	45
66%	2%	20%	12%	100%

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

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

Donde:

Tf = Tráfico futuro

Ta = Tráfico actual

i = Tasa de crecimiento (3.54 valor tomado de la tabla 72, datos para el cálculo del tráfico futuro)

n = periodo de diseño

VÍA GUSO GRANDE – GUSO CHICO

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

$$Tf_{20} = 30 \times (1 + 0.0354)^{20}$$

$$Tf_{20} = 60 \text{ veh\u00edculos}$$

VÍA CAHUAJ\u00c1 – EL ARRAY\u00c1N CHICO

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

$$Tf_{20} = 29 \times (1 + 0.0354)^{20}$$

$$Tf_{20} = 58 \text{ veh\u00edculos}$$

Teniendo ya el n\u00famero total de veh\u00edculos livianos para el periodo de dise\u00f1o de 20 a\u00f1os procedemos a determinar el valor de carga equivalente para cada uno de los ejes viales.

7.6.6.2.2. Determinaci\u00f3n del valor de carga equivalente.

Debemos convertir el tr\u00e1fico a un n\u00famero de ejes simples equivalentes a 18000 libras o 8180 kilogramos que debe soportar el pavimento durante el periodo de dise\u00f1o de 20 a\u00f1os para esto es necesario determinar el factor de transformaci\u00f3n que a su vez ser\u00e1 la suma de los diferentes coeficientes o factores parciales correspondientes a cada tipo de veh\u00edculos a carga por ejes simples o ejes t\u00e1ndem, esta determinaci\u00f3n se realiza \u00fanicamente con veh\u00edculos livianos ya que representa el mayor n\u00famero de veh\u00edculos que circulan por la zona.

Tabla 146. Tabla de la Carga equivalente de 8180 kg, ejes simples.

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

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

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

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

Tabla 89. Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, $P_t = 2.5$

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

Carga /eje <small>lb</small> (kips)	Carga /eje (kN)	SN						
		1.0 (25.4)	2.0 (50.8)	3.0 (76.2)	4.0 (101.6)	5.0 (127.0)	6.0 (152.4)	
1428	2	8.9	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004
470	4	17.8	.003	.004	.004	.003	.002	.002
1818	6	26.7	.011	.017	.017	.013	.010	.009
2700	8	35.6	.032	.047	.051	.041	.034	.031
3636	10	44.5	.078	.102	.118	.102	.088	.080
4545	12	53.4	.168	.198	.229	.213	.189	.176
5454	14	62.3	.328	.358	.399	.383	.360	.342
6363	16	71.2	.591	.613	.646	.645	.623	.606
7272	18	80.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8182	20	89.0	1.61	1.57	1.49	1.47	1.51	1.55
9090	22	97.9	2.48	2.38	2.17	2.09	2.18	2.30
10000	24	106.8	3.69	3.49	3.09	2.89	3.03	3.27
10900	26	115.7	5.33	4.99	4.31	3.91	4.09	4.48
11810	28	124.6	7.49	6.98	5.90	5.21	5.39	5.98
12720	30	133.5	10.3	9.5	7.9	6.8	7.0	7.8
13630	32	142.4	13.9	12.8	10.5	8.8	8.9	10.0
14540	34	151.3	18.4	16.9	13.7	11.3	11.2	12.5
15450	36	160.0	24.0	22.0	17.7	14.4	13.9	15.5
16360	38	169.1	30.9	28.3	22.6	18.1	17.2	19.0
17270	40	178.0	39.3	35.9	28.5	22.5	21.1	23.0
18180	42	186.9	49.3	45.0	35.6	27.8	25.6	27.7
19090	44	195.8	61.3	55.9	44.0	34.0	31.0	33.1
20000	46	204.7	75.5	68.8	54.0	41.4	37.2	39.3
20910	48	213.6	92.2	83.9	65.7	50.1	44.5	46.5
21820	50	222.5	112	102	79	60	53	55

Fuente: Norma AASHTO 93

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

- **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:

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

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 147. Factor de distribución por dirección.

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

Fuente: Especificaciones AASHTO 93

Tabla 148. Factor de dirección por carril.

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

Fuente: Especificaciones AASHTO 93

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

Factor de distribución por dirección igual a 0.50

Factor de distribución por carril igual a 1.00

EAL = 2.88 (eje equivalente)

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

VÍA GUSO GRANDE – GUSO CHICO

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

$$W18 = 60 \times 365 \times 20 \times 0.389 \times 0.5 \times 1.00 \times 2.88$$

$$W18 = 245350.08; \text{ carga de tráfico para 20 años}$$

VÍA CAHUAJÍ – EL ARRAYÁN CHICO

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

$$W18 = 58 \times 365 \times 20 \times 0.389 \times 0.5 \times 1.00 \times 2.88$$

$$W18 = 237171.74; \text{ carga de tráfico para 20 años}$$

7.6.6.3.4. Cálculo del módulo de resiliencia.

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

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

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

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

- El C.B.R. obtenido para la subrasante de la vía Guso Grande – Guso Chico es de 54.32 % y para la vía Cahuají – El Arrayán Chico es de 46.68%, por lo tanto es mayor al 20 %, y se empleara la tercera expresión:

VÍA GUSO GRANDE – GUSO CHICO

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

$$Mr = 4326 \times \ln(54.32) + 241$$

$$Mr = 17522.90 \text{ PSI}$$

VÍA CAHUAJÍ – EL ARRAYÁN CHICO

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

$$Mr = 4326 \times \ln(46.68) + 241$$

$$Mr = 16867.18 \text{ PSI}$$

- SUB- BASE CLASE 3.

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

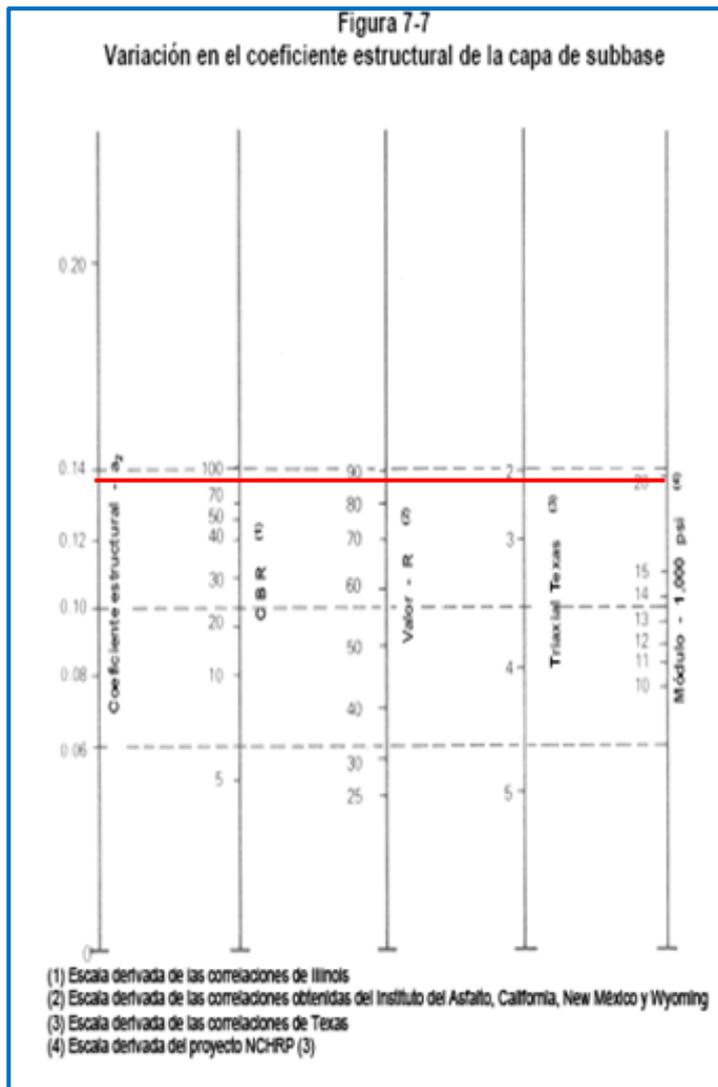
El CBR de la cantera es de 87.40% apta para explotar material de sub base clase 3.

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

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

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

Ilustración 167. Variación en el coeficiente estructural de subbase



Fuente: Especificaciones AASHTO 93

Mediante correlación tenemos el valor de a_3 igual a 0.138

- BASE CLASE 4.

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

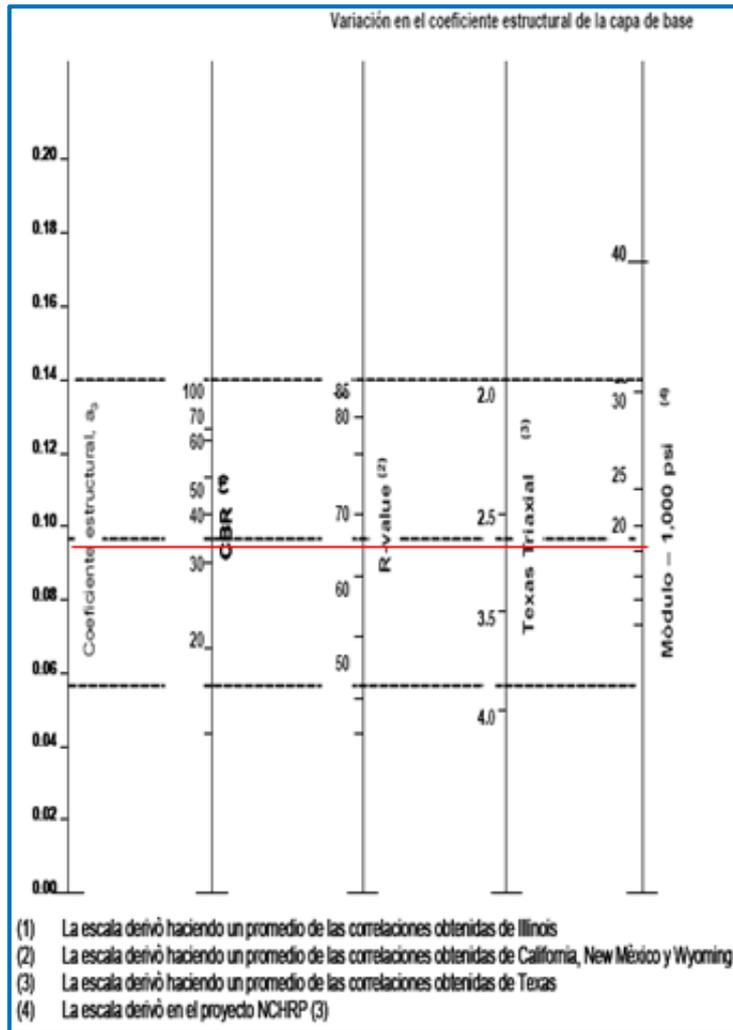
El CBR de la cantera es de 87.40% apta para explotar material de sub base clase 3.

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

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

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

Ilustración 168. Variación en el coeficiente estructural de la base.



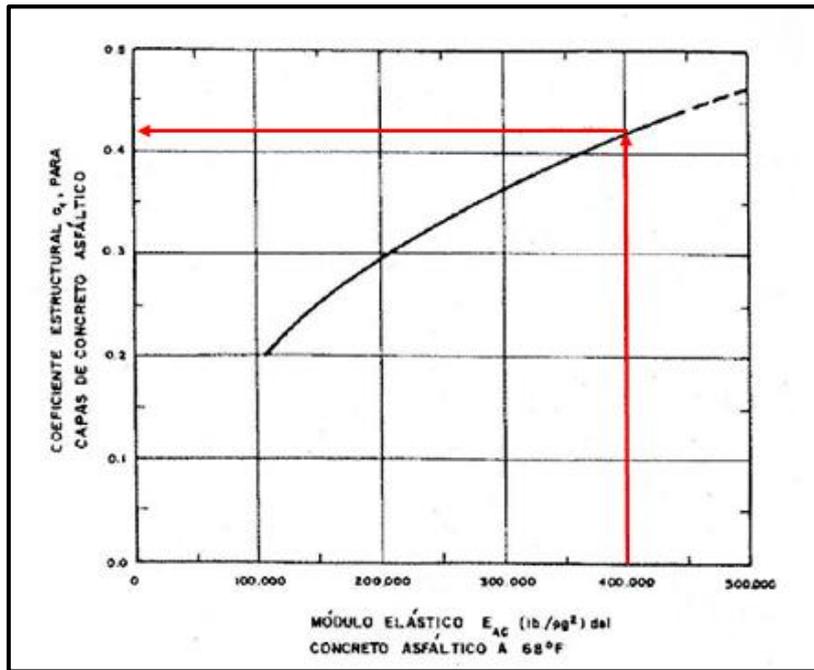
Fuente: Especificaciones AASHTO 93

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

- CARPETA ASFÁLTICA

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

Ilustración 169. Variación en el coeficiente estructural de la base.



Fuente: Especificaciones AASHTO 93

7.6.6.3.5. Determinación del nivel de confiabilidad (Z_R)

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

Para el diseño utilizaremos los valores de la siguiente tabla:

Tabla 149. Nivel de confiabilidad en función del tipo de vía.

Confiabilidad R (%)	Desviación estándar normal (Z_r)
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 los accesos viales en estudio: Guso Grande – Guso Chico y Cahuají – el Arrayán Chico, optaremos por un valor de confiabilidad del 70% debido a que fueron clasificados como caminos vecinales de IV orden y su valor de desviación estándar $Z_R = -0.52$

7.6.6.3.6. Determinación de la desviación estándar total.

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

0.30 - 0.45 Pavimentos Rígidos

0.40 - 0.45 Pavimentos Flexibles

Escogemos un valor de desviación estándar de $S_o = 0.40$ para el diseño del pavimento flexible de las vías de acceso Guso Grande – Guso Chico y Cahuají – el Arrayán Chico.

7.5.6.3.7. Cálculo del índice de servicialidad presente.

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

Se calcula con la siguiente expresión:

$$\Delta PSI = P_o - P_f$$

Donde:

ΔPSI inicial = Inicio del Periodo = 4.2

ΔPSI Final = Fin del Periodo = 2.5

Por lo tanto;

$$\Delta PSI = P_o - P_f$$

$$\Delta PSI = 4.20 - 2.50$$

$$\Delta PSI = 1.70$$

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

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

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

Tabla 150. Factor de drenaje.

Calidad de Drenaje	Porcentaje de tiempo con la estructura expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menor 1 %	1 - 5 %	5 - 25 %	Mayor 25 %
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.2
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.8
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.6
Muy Pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.4

Fuente: Norma AASHTO 93

7.6.6.3.9. Resumen de datos.

VÍA GUSO GRANDE – GUSO CHICO

W18 = **245350.08**; carga de tráfico para 20 años

R = 70%; camino vecinal IV orden.

Mr = 17522.904 PSI

Z_R = -0.52

So = 0.40

ΔPSI = 1.70

m2 = m3 = 1.00

VÍA CAHUAJÍ – EI ARRAYÁN CHICO

$W18 = 237171.74$; carga de tráfico para 20 años

$R = 70\%$; camino vecinal IV orden.

$M_r = 16867.18$ PSI

$Z_R = -0.52$

$S_o = 0.40$

$\Delta PSI = 1.70$

$m_2 = m_3 = 1.00$

7.6.6.3.10. Determinación del número estructural

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

Ilustración 170. Número estructural AASHTO 93 para las Vía Guso Grande – Guso Chico.

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93". It contains several input fields and buttons. The "Tipo de Pavimento" section has "Pavimento flexible" selected. The "Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)" section has "70 % Zr=-0.524" selected and "So" set to "0.40". The "Serviciabilidad inicial y final" section has "PSI inicial" set to "4.2" and "PSI final" set to "2.5". The "Módulo resiliente de la subrasante" section has "Mr" set to "17522.904 psi". The "Información adicional para pavimentos rígidos" section has empty fields for "Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)", "Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)", "Coeficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coeficiente de drenaje - (Cd)". The "Tipo de Análisis" section has "Calcular SN" selected, with "W18 =" set to "245350.08". The "Número Estructural" section has "SN =" set to "1.72". There are "Calcular" and "Salir" buttons at the bottom.

Fuente: Norma AASHTO 93
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Ilustración 171. Número estructural AASHTO 93 para las Vía Cahujá – El Arrayán Chico

Fuente: Norma AASHTO 93
Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

El número estructural requerido bajo las condiciones expuestas para la vía Guso Grande – Guso Chico es de 1.72 y para la vía Cahujá – El Arrayán Chico es de 1.73

7.5.6.3.11. Determinación de los espesores del pavimento flexible.

Se utilizara la siguiente expresión para determinar los espesores de diseño:

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

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.

- **CÁLCULO DE ESPESORES.**

Aplicando las fórmulas correspondientes y utilizando hojas de cálculo, ingresamos los datos y obtenemos los siguientes resultados.

VÍA GUSO GRANDE – GUSO CHICO

Tabla 151. Cuadro de resumen de datos para el cálculo de espesores de pavimento de la vía Guso Grande – Guso Chico

VÍA GUSO GRANDE - GUSO CHICO DISEÑO DE LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

DATOS :					
EJES ACUMULADOS 8,2 ton :	245,350	No. AÑOS :	20		
CONFIABILIDAD (%) :	70				
DESVIACION ESTANDAR :	-0.520				
ERROR ESTANDAR COMBINADO :	0.4	COEFICIENTES ESTRUCTURALES Y DRENAJE			
MODULO HOR. ASFALTICO (p.s.i.) :	400,000	a 1 :	0.420	m 1 :	x
MODULO DE LA BASE(p.s.i.) :	19,580	a 2 :	0.096	m 2 :	1.0
MODULO DE LA SUBBASE (p.s.i.) :	19,580	a 3 :	0.138	m 3 :	1.0
MODULO DE SUBRASANTE :	17,523				
PERDIDA TOTAL DE P S I :	1.7				

AJUSTE DEL SN1

NUMERO ESTRUCT REQUERIDO :	1.72
LOG (EJES ACUMULADOS) :	5.39
ECUACION DE COMPROBACION :	5.40

AJUSTE DEL SN2(BASE GRANULAR)

NUMERO ESTRUCT REQUERIDO :	1.440
LOG (EJES ACUMULADOS) :	5.39
ECUACION DE COMPROBACION :	5.09

AJUSTE DEL SN3(SUBBASE)

NUMERO ESTRUCT REQUERIDO :	1.440
LOG (EJES ACUMULADOS) :	5.39
ECUACION DE COMPROBACION :	5.09

DETERMINACION DE ESPESORES DE LA ESTRUCTURA:

CAPAS DEL PAVIMENTO	Número Estructural	Num. Estr. corregido	Espesor calculado	Espesor Adoptado (plg)	Espesor adoptado (cm)
CAPA ASFALTICA CON MEZCLA EN CALIENTE	D1* :		3.43	2.0	5.0
	SN1* :	0.84			
BASE GRANULAR CLASE 4	D2* :		6.25	6.0	15.0
	SN2* :	0.58			
SUBBASE GRANULAR CLASE 3	D3* :		2.20	6.0	15.0
	SN3* :	0.83			
TOTAL		2.24	11.88	14	35
		SN corr ≥ SN req	ok		

SIMBOLOGIA:

- ai : Coeficiente estructural de capa.
- Di : Espesor de la capa (plg).
- mi : Factor de drenaje.
- SNi* : Número estructural corregido (plg)

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

VÍA CAHUAJÍ – ARRAYÁN CHICO

Tabla 152. Cuadro de resumen de datos para el cálculo de espesores de pavimento de la vía Cahuají – El Arrayán Chico

VÍA CAHUAJÍ - ARRAYÁN CHICO					
DISEÑO DE LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO					
DATOS :					
EJES ACUMULADOS 8,2 ton :	237,172	No. AÑOS :	20		
CONFIABILIDAD (%) :	70				
DESVIACION ESTANDAR :	-0.520				
ERROR ESTANDAR COMBINADO :	0.4	COEFICIENTES ESTRUCTURALES Y DRENAJE			
MODULO HOR. ASFALTICO (p.s.i.) :	400,000	a 1 :	0.420	m 1 :	x
MODULO DE LA BASE(p.s.i.) :	19,580	a 2 :	0.096	m 2 :	1.0
MODULO DE LA SUBBASE (p.s.i.) :	19,580	a 3 :	0.138	m 3 :	1.0
MODULO DE SUBRASANTE :	17,523				
PERDIDA TOTAL DE P S I :	1.7				
AJUSTE DEL SN1					
NUMERO ESTRUCT REQUERIDO :	1.73				
LOG (EJES ACUMULADOS) :	5.38				
ECUACION DE COMPROBACION :	5.42				
AJUSTE DEL SN2(BASE GRANULAR)					
NUMERO ESTRUCT REQUERIDO :	1.440				
LOG (EJES ACUMULADOS) :	5.38				
ECUACION DE COMPROBACION :	5.09				
AJUSTE DEL SN3(SUBBASE)					
NUMERO ESTRUCT REQUERIDO :	1.440				
LOG (EJES ACUMULADOS) :	5.38				
ECUACION DE COMPROBACION :	5.09				
DETERMINACION DE ESPESORES DE LA ESTRUCTURA:					
CAPAS DEL PAVIMENTO	Número Estructural	Num. Estr. corregido	Espesor calculado	Espesor Adoptado (plg)	Espesor adoptado (cm)
CAPA ASFALTICA CON MEZCLA EN CALIENTE	D1* :		3.43	2.0	5.0
	SN1* :	0.84			
BASE GRANULAR CLASE 4	D2* :		6.25	6.0	15.0
	SN2* :	0.58			
SUBBASE GRANULAR CLASE 3	D3* :		2.28	6.0	15.0
	SN3* :	0.83			
TOTAL		2.24	11.95	14	35
		SN corr ≥ SN req	ok		
SIMBOLOGIA:					
ai	: Coeficiente estructural de capa.				
Di	: Espesor de la capa (plg).				
mi	: Factor de drenaje.				
SNi*	: Número estructural corregido (plg)				

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

La estructura de pavimento flexible para las dos vías de acceso, Vía Guso Grande – Guso Chico y Cahuají – El Arrayán Chico queda establecida de la siguiente manera:

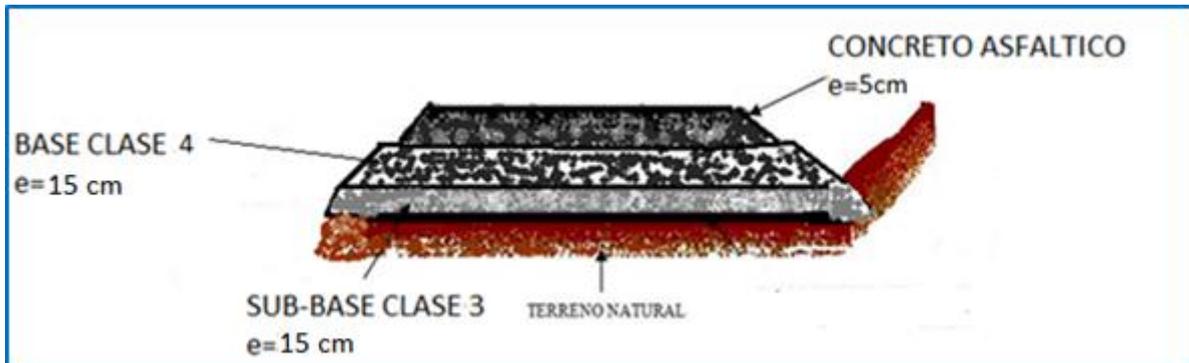
<i>Carpeta asfáltica =</i>	<i>2 pulg.</i>	<i>-</i>	<i>5.00 cm</i>
<i>Base clase IV =</i>	<i>6 pulg.</i>	<i>-</i>	<i>15.00 cm</i>
<i>Sub base Clase III =</i>	<i>6 pulg.</i>	<i>-</i>	<i>15.00 cm</i>

7.5.6.4. Propuesta de vía con pavimento flexible.

Para vías de cuarto orden, según la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003, establece para vías de cuarto orden que su tipo de calzada sea grava o doble tratamiento superficial bituminoso, a continuación se presenta el grafico del pavimento propuesto para las dos vías de acceso, Vía Guso Grande – Guso Chico y Cahuají – El Arrayán Chico:

<i>Carpeta asfáltica =</i>	<i>2 pulg.</i>	<i>-</i>	<i>5.00 cm</i>
<i>Base clase IV =</i>	<i>6 pulg.</i>	<i>-</i>	<i>15.00 cm</i>
<i>Sub base Clase III =</i>	<i>6 pulg.</i>	<i>-</i>	<i>15.00 cm</i>

Ilustración 172. Estructura del pavimento propuesta para las vías de acceso Guso Grande – Guso Chico y Cahuají – El Arrayán.



Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido

Asumimos estos valores, por ser los mínimos recomendables, pues el número estructural requerido es de 1.72 para la vía Guso Grande – Guso Chico y 1.73 para la vía Cahuají – El Arrayán Chico, y el que se va a colocar es de 2.24, esto garantizará la estructura de la vía.

7.5.7. PRESUPUESTO REFERENCIAL

7.5.7.1. PRESUPUESTO REFERENCIAL VÍA GUSO GRANDE – GUSO CHICO.

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO

UBICACION: PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

OFERENTE:

ELABORADO: RUBEN AGUILAR - PABLO GARRIDO

FECHA: 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
228 - 1 (1)	Movilización	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
302-1	Desbroce, desbosque, limpieza	ha	0.82	237.95	195.12
303-2 (2)	Excavación en suelo	m³	26,038.49	3.00	78,115.47
307-2 (1)	Excavación y relleno para estructuras	m³	225.00	2.20	495.00
309-2 (2)	Transporte de material de excavación	m³/km	6,209.48	13.55	84,138.45
403-1	Sub base clase III. Incluye transporte	m³	966.03	11.73	11,331.53
404-1	Base clase IV. Incluye transporte	m³	966.03	15.65	15,118.37
405-1 (1)	Asfalto MC para imprimación rata 1.50 lt/m2	lt	9,660.28	2.21	21,349.22
405-5	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e=5.00 cm	m2	6,440.18	7.34	47,270.92
307-3 (1)	Excavación para cunetas y encauzamientos	m³	551.30	3.53	1,946.09
503 (3)	Hormigón estructural de cemento Portland clase C. Incl. Encofrado (Cunetas)	m³	275.65	144.40	39,803.86
503 (5)	Hormigón ciclopeo 60% HS y 40% Piedra Incl. Encofrado (Señalización)	m³	0.88	97.51	85.81
607 - (1)	Tubería de metal corrugado D=1200 mm e=2,5 mm	m	27.60	254.99	7,037.72
503 (2)	Hormigón estructural de cemento Portland clase B. Incl. Encofrado (Alcantarillas)	m³	9.46	144.40	1,366.02
705 - (1)	Marcas de pavimento (pintura)	m	2,953.41	3.40	10,041.59
708-5 (1)	Señal Vertical a lado carretera preventivas 0,75 x 0,75 m	u	8.00	159.04	1,272.32
708 - 5 (2)	Señal Vertical a lado carretera informativas 1,20 x 0,60 m	u	3.00	196.54	589.62
708 - 5 (3)	Señal Vertical a lado carretera reglamentarias D= 0,75 m	u	6.00	146.54	879.24
705 - (4)	Tachas reflectivas bidireccionales	u	492.00	6.74	3,316.08
708 - 5 (4)	Señalización Ambiental al lado de la carretera 1.80m x 1.20m	u	2.00	246.54	493.08
205 - (1)	Agua para control de polvo	m ³	815.14	3.44	2,804.08
				TOTAL:	329,149.59

SON : TRESCIENTOS VEINTE Y NUEVE MIL CIENTO CUARENTA Y NUEVE, 59/100 DÓLARES

PLAZO TOTAL: 90 DIAS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES Y ESPECÍFICAS.

Referencia: ESPECIFICACIONES MOP-001-F-2002

- **LISTA DE EQUIPOS.**

ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
CUADRO AUXILIAR: TARIFA DE EQUIPOS

DESCRIPCION	COSTOxHORA	HORA-EQUIPO	COSTO TOTAL
Herramienta menor(% total)	1,803.96		1,803.96
Barredora autopropulsada	14.00	180.16	2,522.24
Camión pintura	8.00	73.84	590.72
Cargadora Frontal	25.00	28.35	708.75
Concretera	3.10	285.99	886.57
Distribuidor de Asfalto	40.00	106.32	4,252.80
Equipo manual de perforación	2.50	98.40	246.00
Estación total	5.00	7.92	39.60
Motoniveladora	40.00	43.94	1,757.60
Motosierra	4.00	1.23	4.92
Nivel	5.00	7.92	39.60
Planta asfáltica	110.00	28.35	3,118.50
Planta eléctrica 175 KVA	30.00	28.35	850.50
Retroexcavadora	35.00	320.53	11,218.55
Rodillo liso vibratorio	40.00	387.45	15,498.00
Rodillo neumático	40.00	28.35	1,134.00
Tanquero de agua	20.00	433.43	8,668.60
Terminadora de asfalto	105.00	28.35	2,976.75
Vibrador a gasolina	2.45	285.99	700.68
Volqueta	25.00	1,253.70	31,342.50
TOTAL:			88,360.84

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

- **LISTA DE MANO DE OBRA.**

ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
CUADRO AUXILIAR: COSTOS DE MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CAT.	SAL.REALxHORA	HOR-HOMBRE	COSTO TOTAL
Inspector de Obra	EO B3	3.66	134.67	492.89
Residente de obra	EO B3	3.66	1,121.90	4,106.15
Chofer Tanquero	EO C1	4.79	433.43	2,076.13
Chofer Volqueta	EO C1	4.79	316.31	1,515.12
Chofer para camiones	EO C1	3.66	73.84	270.25
Maestro mayor	EO C1	3.66	834.40	3,053.90
Operador Cargadora Frontal	EO C1	3.66	340.81	1,247.36
Operador Motoniveladora	EO C1	3.66	43.94	160.82
Operador Retroexcavadora	EO C1	3.66	320.53	1,173.14
Topógrafo 2	EO C1	3.66	7.92	28.99
Operador Rodillo	EO C2	3.48	415.81	1,447.02
Operador acabadora de pav asf	EO C2	3.48	283.53	986.68
Operador barredora autopropuls	EO C2	3.48	180.16	626.96
Operador distribuidor de Asfal	EO C2	3.48	106.32	369.99
Operador planta asfáltica	EO C2	3.48	28.35	98.66
Albañil	EO D2	3.30	576.12	1,901.20
Cadenero	EO D2	3.30	31.68	104.54
Operador de equipo liviano	EO D2	3.30	1.23	4.06
Pintor	EO D2	3.30	147.67	487.31
Peón	EO E2	3.26	4,503.71	14,682.09
TOTAL:				34,833.26

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

• **LISTA DE MATERIALES.**

ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
CUADRO AUXILIAR: COSTOS DE MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Aditivo de adherencia	Lt	4.90	650.46	3,187.25
Agua	m3	1.25	168.75	210.94
Arena de río	m3	13.00	185.56	2,412.28
Asfalto	Lt	0.24	69,553.94	16,692.95
Asfalto MC-250	Lt	1.10	5,316.14	5,847.75
Base Clase 4	m3	7.95	1,275.88	10,143.25
Cemento Portland	Kg	0.15	99,952.18	14,992.83
Diesel	Lt	0.27	4,268.12	1,152.39
Encofrado metálico para cuneta	ml	0.75	2,851.10	2,138.33
Estacas de madera	U	0.25	1,425.55	356.39
MOVILIZACIÓN EQUIPOS	Glb	1,200.00	1.00	1,200.00
Material de excavación	M3	8.00	6,830.43	54,643.44
Material para carpeta	m3	9.00	676.22	6,085.98
Microesfera	Kg	22.50	59.07	1,329.08
Pegamento epóxico	gl	54.00	14.76	797.04
Piedra	m3	15.00	0.35	5.25
Pintura termoplástico	gl	45.00	88.60	3,987.00
Ripio triturado	m3	13.00	271.33	3,527.29
Señal ambiental 1.80m*1.20m	U	190.00	2.00	380.00
Señal informativa 1.20m*0.60m	U	150.00	3.00	450.00
Señal preventiva 0.75*0.75m	U	120.00	8.00	960.00
Señal reglamentaria D=0.75 m	U	110.00	6.00	660.00
Sub base Clase 3	m3	5.77	1,701.17	9,815.75
Tabla de encofrado	U	2.40	0.09	0.22
Tacha reflectiva bidireccional	U	2.20	492.00	1,082.40
Tubería metálica D= 1500 mm, e	m	195.00	27.60	5,382.00

TOTAL: 147,439.81

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

• **SÍMBOLOS Y FÓRMULA POLINÓMICA.**

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO

UBICACIÓN: PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

DESCRIPCION DE SIMBOLOS Y FORMULA DE REAJUSTE

SIMBOLO	DESCRIPCION	COSTO DIRECTO	COEFICIENTE
E	EQUIPO	85,019.68	0.323
MA	MATERIALES ASFÁLTICOS	37,178.25	0.141
MO	MANO DE OBRA	33,682.91	0.128
MT	MATERIALES	94,120.62	0.357
TUB	TUB	5,382.00	0.020
V	VARIOS	6,129.94	0.023
X	HERRAMIENTA MENOR	1,803.96	0.008
		=====	=====
		263,317.36	1.000

$$Pr = Po(0.323 E1/Eo + 0.141 MA1/MAo + 0.128 MO1/MOo + 0.357 MT1/MTo + 0.020 TUB1/TUBo + 0.023 V1/Vo + 0.008 X1/Xo)$$

FECHA: 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

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.

• CUADRILLA TIPO.

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO

UBICACIÓN: PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

CUADRILLA TIPO

<u>DESCRIPCION</u>	<u>COST.DIRECT.</u>	<u>SRH</u>	<u>#HOR./HOM.</u>	<u>COEF.</u>
ESTRUCTURA OCUPACIONAL B3	4,188.84	3.66	1,144.49	0.120
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1	9,316.77	3.66	2,301.17	0.242
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2	3,180.79	3.48	914.03	0.096
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2	2,407.48	3.30	729.54	0.076
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2	14,589.03	3.26	4,475.16	0.466
	=====		=====	=====
	33,682.91		9,564.39	1.000

- **COSTOS INDIRECTOS**

		COSTO	273249.61	100
ITEM	COMPONENTES DEL COSTO INDIRECTO	VALOR (\$)	%	
1	Dirección de Obra	8197.49	3	
2	Administrativos	5464.99	2	
3	Locales Provisoriales	819.75	0.3	
4	Vehículos	3825.49	1.4	
5	Servicios Públicos	683.12	0.25	
6	Garantías	3005.75	1.1	
7	Seguros	273.25	0.1	
8	Costos Financieros	273.25	0.1	
9	Prevención de Accidentes	273.25	0.1	
10	Tasas, Impuestos y Formalización del Contrato	17761.22	6.5	
11	Imprevistos	273.25	0.1	
12	Utilidad	27324.96	10	
	TOTAL DE INDIRECTOS	68175.78	25.0	

7.5.7.1.1. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA GUSO GRANDE – GUSO CHICO.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Movilización

UNIDAD: glb

ITEM : 228 - 1 (1)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2000.

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0.00
SUBTOTAL M					0.00

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL N						0.00

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
MOVILIZACIÓN EQUIPOS	Glb	1.000	1,200.00	1,200.00
SUBTOTAL O				1,200.00

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC. TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,200.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	300.00
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,500.00
VALOR UNITARIO	1,500.00

SON: UN MIL QUINIENTOS DÓLARES

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Desbroce, desbosque, limpieza

UNIDAD: ha

ITEM : 302-1

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F2000

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.71
Motosierra	1.00	4.00	4.00	1.500	6.00
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.00	1.500	52.50
Volqueta	2.00	25.00	50.00	1.500	75.00
SUBTOTAL M					136.21

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer Volqueta	EO C1	2.00	4.79	9.58	1.500	14.37
Operador Retroexcavadora	EO C1	1.00	3.66	3.66	1.500	5.49
Peón	EO E2	6.00	3.26	19.56	1.500	29.34
Operador de equipo liviano	EO D2	1.00	3.30	3.30	1.500	4.95
SUBTOTAL N						54.15

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	190.36
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	47.59
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	237.95
VALOR UNITARIO	237.95

SON: DOSCIENTOS TREINTA Y SIETE DÓLARES CON NOVENTA Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Excavación en suelo

UNIDAD: m³

ITEM : 303-2 (2)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2000

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.00	0.012	0.42
Volqueta	3.00	25.00	75.00	0.012	0.90
Rodillo liso vibratorio	1.00	40.00	40.00	0.012	0.48
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.012	0.24
SUBTOTAL M					2.06

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador Retroexcavadora	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.012	0.04
Operador Cargadora Frontal	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.012	0.04
Operador Rodillo	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.012	0.04
Chofer Tanquero	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.012	0.06
Peón	EO E2	4.00	3.26	13.04	0.012	0.16
SUBTOTAL N						0.34

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.40
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.60
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.00
VALOR UNITARIO	3.00

SON: TRES DÓLARES

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Excavación y relleno para estructuras

UNIDAD: m³

ITEM : 307-2 (1)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2000

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.00	0.012	0.42
Volqueta	1.00	25.00	25.00	0.015	0.38
Rodillo liso vibratorio	1.00	40.00	40.00	0.012	0.48
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.010	0.20
SUBTOTAL M					1.49

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador Retroexcavadora	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.012	0.04
Chofer Volqueta	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.015	0.07
Operador Rodillo	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.012	0.04
Chofer Tanquero	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.010	0.05
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	0.010	0.07
SUBTOTAL N						0.27

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1.76
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)	25.00	0.44
OTROS INDIRECTOS(%)		0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		2.20
VALOR UNITARIO		2.20

SON: DOS DÓLARES CON VEINTE CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Transporte de material de excavación

UNIDAD: m³/km

ITEM : 309-2 (2)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2000

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.04
Volqueta	1.00	25.00	25.00	0.050	1.25
SUBTOTAL M					1.29

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer Volqueta	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.050	0.24
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.050	0.18
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	0.050	0.33
SUBTOTAL N						0.75

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Material de excavación	M3	1.100	8.00	8.80
SUBTOTAL O				8.80

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC.TRANSF.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	10.84
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	2.71
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	13.55
VALOR UNITARIO	13.55

SON: TRECE DÓLARES CON CINCUENTA Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Sub base clase III. Incluye transporte

UNIDAD: m³

ITEM : 403-1

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Motoniveladora	1.00	40.00	40.00	0.016	0.64
Rodillo liso vibratorio	1.00	40.00	40.00	0.016	0.64
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.015	0.30
Volqueta	1.00	25.00	25.00	0.016	0.40
SUBTOTAL M					2.00

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador Motoniveladora	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.016	0.06
Operador Rodillo	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.016	0.06
Chofer Tanquero	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.015	0.07
Chofer Volqueta	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.016	0.08
Residente de obra	EO B3	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.015	0.05
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	0.015	0.10
SUBTOTAL N						0.46

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Sub base Clase 3	m3	1.200	5.77	6.92
SUBTOTAL O				6.92

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	9.38
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	2.35
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	11.73
VALOR UNITARIO	11.73

SON: ONCE DÓLARES CON SETENTA Y TRES CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Base clase IV. Incluye transporte

UNIDAD: m³

ITEM : 404-1

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
Motoniveladora	1.00	40.00	40.00	0.020	0.80
Rodillo liso vibratorio	1.00	40.00	40.00	0.020	0.80
Volqueta	1.00	25.00	25.00	0.020	0.50
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.015	0.30
SUBTOTAL M					2.43

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador Motoniveladora	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.020	0.07
Operador Rodillo	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.020	0.07
Chofer Tanquero	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.015	0.07
Chofer Volqueta	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.020	0.10
Residente de obra	EO B3	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.020	0.07
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	0.020	0.13
SUBTOTAL N						0.55

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Base Clase 4	m3	1.200	7.95	9.54
SUBTOTAL O				9.54

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	12.52
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	3.13
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	15.65
VALOR UNITARIO	15.65

SON: QUINCE DÓLARES CON SESENTA Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Asfalto MC para imprimación rata 1.50 lt/m²

UNIDAD: lt

ITEM : 405-1 (1)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
Distribuidor de Asfalto	1.00	40.00	40.00	0.010	0.40
Barredora autopropulsada	1.00	14.00	14.00	0.010	0.14
SUBTOTAL M					0.57

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de Obra	EO B3	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
Residente de obra	EO B3	1.00	3.66	3.66	0.100	0.37
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	0.010	0.07
Operador distribuidor de Asfal	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.010	0.03
Operador barredora autopropuls	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.010	0.03
SUBTOTAL N						0.58

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Asfalto MC-250	Lt	0.500	1.10	0.55
Diesel	Lt	0.250	0.27	0.07
SUBTOTAL O				0.62

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.77
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.44
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.21
VALOR UNITARIO	2.21

SON: DOS DÓLARES CON VEINTIÚN CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e=5.00 cm

UNIDAD: m2

ITEM : 405-5

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Planta asfáltica	1.00	110.00	110.00	0.004	0.44
Planta eléctrica 175 KVA	1.00	30.00	30.00	0.004	0.12
Terminadora de asfalto	1.00	105.00	105.00	0.004	0.42
Rodillo liso vibratorio	1.00	40.00	40.00	0.004	0.16
Rodillo neumático	1.00	40.00	40.00	0.004	0.16
Cargadora Frontal	1.00	25.00	25.00	0.004	0.10
SUBTOTAL M					1.42

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador planta asfáltica	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.004	0.01
Operador Rodillo	EO C2	2.00	3.48	6.96	0.004	0.03
Operador Cargadora Frontal	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.004	0.01
Operador acabadora de pav asf	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.040	0.14
Inspector de Obra	EO B3	1.00	3.66	3.66	0.004	0.01
Residente de obra	EO B3	1.00	3.66	3.66	0.004	0.01
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.004	0.01
Peón	EO E2	10.00	3.26	32.60	0.004	0.13
SUBTOTAL N						0.35

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Asfalto	Lt	10.800	0.24	2.59
Material para carpeta	m3	0.105	9.00	0.95
Diesel	Lt	0.250	0.27	0.07
Aditivo de adherencia	Lt	0.101	4.90	0.49
SUBTOTAL O				4.10

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		5.87
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)	25.00	1.47
OTROS INDIRECTOS(%)		0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		7.34
VALOR UNITARIO		7.34

SON: SIETE DÓLARES CON TREINTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Excavación para cunetas y encauzamientos

UNIDAD: m³

ITEM : 307-3 (1)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES: MOP 001-F 2000

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.13
SUBTOTAL M					0.13

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Residente de obra	EO B3	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
Peón	EO E2	4.00	3.26	13.04	0.200	2.61
SUBTOTAL N						2.69

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL O				0.00

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.82
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.71
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.53
VALOR UNITARIO	3.53

SON: TRES DÓLARES CON CINCUENTA Y TRES CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Hormigón estructural de cemento Portland clase C. Incl. Encofrado (Cunetas)

UNIDAD: m³

ITEM : 503 (3)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.33
Concreteira	1.00	3.10	3.10	1.000	3.10
Vibrador a gasolina	1.00	2.45	2.45	1.000	2.45
SUBTOTAL M					6.88

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	1.000	3.66
Albañil	EO D2	2.00	3.30	6.60	1.000	6.60
Peón	EO E2	5.00	3.26	16.30	1.000	16.30
SUBTOTAL N						26.56

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Cemento Portland	Kg	350.000	0.15	52.50
Arena de río	m3	0.650	13.00	8.45
Ripio triturado	m3	0.950	13.00	12.35
Agua	m3	0.020	1.25	0.03
Encofrado metálico para cuneta	ml	10.000	0.75	7.50
Estacas de madera	U	5.000	0.25	1.25
SUBTOTAL O				82.08

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	115.52
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	28.88
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	144.40
VALOR UNITARIO	144.40

SON: CIENTO CUARENTA Y CUATRO DÓLARES CON CUARENTA CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Hormigón ciclopeo 60% HS y 40% Piedra Incl. Encofrado (Señalización)

UNIDAD: m³

ITEM : 503 (5)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.33
Concreteira	1.00	3.10	3.10	1.000	3.10
Vibrador a gasolina	1.00	2.45	2.45	1.000	2.45
SUBTOTAL M					6.88

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	1.000	3.66
Albañil	EO D2	2.00	3.30	6.60	1.000	6.60
Peón	EO E2	5.00	3.26	16.30	1.000	16.30
SUBTOTAL N						26.56

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Cemento Portland	Kg	186.000	0.15	27.90
Arena de río	m3	0.270	13.00	3.51
Ripio triturado	m3	0.530	13.00	6.89
Agua	m3	0.020	1.25	0.03
Piedra	m3	0.400	15.00	6.00
Tabla de encofrado	U	0.100	2.40	0.24
SUBTOTAL O				44.57

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	78.01
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	19.50
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	97.51
VALOR UNITARIO	97.51

SON: NOVENTA Y SIETE DÓLARES CON CINCUENTA Y UN CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Tubería de metal corrugado D=1200 mm e=2,5 mm

UNIDAD: ml

ITEM : 607 - (1)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.18
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.00	0.150	5.25
SUBTOTAL M					5.43

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.150	0.55
Albañil	EO D2	1.00	3.30	3.30	0.150	0.50
Peón	EO E2	4.00	3.26	13.04	0.150	1.96
Operador Retroexcavadora	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.150	0.55
SUBTOTAL N						3.56

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Tubería metálica D= 1500 mm, e	m	1.000	195.00	195.00
SUBTOTAL O				195.00

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	203.99
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	51.00
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	254.99
VALOR UNITARIO	254.99

SON: DOSCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO DÓLARES CON NOVENTA Y NUEVE CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Hormigón estructural de cemento Portland clase B. Incl. Encofrado (Alcantarillas)

UNIDAD: m³

ITEM : 503 (2)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.33
Concreteira	1.00	3.10	3.10	1.000	3.10
Vibrador a gasolina	1.00	2.45	2.45	1.000	2.45
SUBTOTAL M					6.88

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	1.000	3.66
Albañil	EO D2	2.00	3.30	6.60	1.000	6.60
Peón	EO E2	5.00	3.26	16.30	1.000	16.30
SUBTOTAL N						26.56

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Cemento Portland	Kg	350.000	0.15	52.50
Arena de río	m3	0.650	13.00	8.45
Ripio triturado	m3	0.950	13.00	12.35
Agua	m3	0.020	1.25	0.03
Encofrado metálico para cuneta	ml	10.000	0.75	7.50
Estacas de madera	U	5.000	0.25	1.25
SUBTOTAL O				82.08

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	115.52
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	28.88
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	144.40
VALOR UNITARIO	144.40

SON: CIENTO CUARENTA Y CUATRO DÓLARES CON CUARENTA CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Marcas de pavimento (pintura)

UNIDAD: ml

ITEM : 705 - (1)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Barredora autopropulsada	1.00	14.00	14.00	0.025	0.35
Camión pintura	1.00	8.00	8.00	0.025	0.20
SUBTOTAL M					0.57

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador barredora autopropuls	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.025	0.09
Chofer para camiones	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.025	0.09
Pintor	EO D2	2.00	3.30	6.60	0.025	0.17
SUBTOTAL N					0.35	

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Pintura termoplástico	gl	0.030	45.00	1.35
Microesfera	Kg	0.020	22.50	0.45
SUBTOTAL O				1.80

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.72
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.68
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.40
VALOR UNITARIO	3.40

SON: TRES DÓLARES CON CUARENTA CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Señal Vertical a lado carretera preventivas 0,75 x 0,75 m

UNIDAD: u

ITEM : 708-5 (1)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.34
SUBTOTAL M					0.34

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.100	0.37
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	1.000	6.52
SUBTOTAL N						6.89

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Señal preventiva 0.75*0.75m	U	1.000	120.00	120.00
SUBTOTAL O				120.00

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	127.23
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	31.81
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	159.04
VALOR UNITARIO	159.04

SON: CIENTO CINCUENTA Y NUEVE DÓLARES CON CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Señal Vertical a lado carretera informativas 1,20 x 0,60 m

UNIDAD: u

ITEM : 708 - 5 (2)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.34
SUBTOTAL M					0.34

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.100	0.37
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	1.000	6.52
SUBTOTAL N						6.89

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Señal informativa 1.20m*0.60m	U	1.000	150.00	150.00
SUBTOTAL O				150.00

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC.TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	157.23
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	39.31
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	196.54
VALOR UNITARIO	196.54

SON: CIENTO NOVENTA Y SEIS DÓLARES CON CINCUENTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Señal Vertical a lado carretera reglamentarias D= 0,75 m

UNIDAD: u

ITEM : 708 - 5 (3)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.34
SUBTOTAL M					0.34

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.100	0.37
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	1.000	6.52
SUBTOTAL N						6.89

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Señal reglamentaria D=0.75 m	U	1.000	110.00	110.00
SUBTOTAL O				110.00

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	117.23
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	29.31
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	146.54
VALOR UNITARIO	146.54

SON: CIENTO CUARENTA Y SEIS DÓLARES CON CINCUENTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Tachas reflectivas bidireccionales

UNIDAD: u

ITEM : 705 - (4)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.05
Equipo manual de perforación	2.00	2.50	5.00	0.100	0.50
SUBTOTAL M					0.55

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.100	0.37
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	0.100	0.65
SUBTOTAL N						1.02

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Tacha reflectiva bidireccional	U	1.000	2.20	2.20
Pegamento epóxico	gl	0.030	54.00	1.62
SUBTOTAL O				3.82

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC.TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5.39
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	1.35
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.74
VALOR UNITARIO	6.74

SON: SEIS DÓLARES CON SETENTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Señalización Ambiental al lado de la carretera 1.80m x 1.20m

UNIDAD: u

ITEM : 708 - 5 (4)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.34
SUBTOTAL M					0.34

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.100	0.37
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	1.000	6.52
SUBTOTAL N						6.89

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Señal ambiental 1.80m*1.20m	U	1.000	190.00	190.00
SUBTOTAL O				190.00

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	197.23
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	49.31
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	246.54
VALOR UNITARIO	246.54

SON: DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS DÓLARES CON CINCUENTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Agua para control de polvo

UNIDAD: mlin

ITEM : 205 - (1)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.100	2.00
SUBTOTAL M					2.02

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer Tanquero	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.100	0.48
SUBTOTAL N						0.48

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Agua	m3	0.200	1.25	0.25
SUBTOTAL O				0.25

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC.TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.75
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.69
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.44
VALOR UNITARIO	3.44

SON: TRES DÓLARES CON CUARENTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

7.5.7.2. PRESUPUESTO REFERENCIAL VÍA CAHUAJÍ – ARRAYÁN CHICO.

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO

UBICACION: PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

OFERENTE:

ELABORADO: RUBEN AGUILAR - PABLO GARRIDO

FECHA: 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
228 - 1 (1)	Movilización	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
302-1	Desbroce, desbosque, limpieza	ha	1.30	237.95	309.34
303-2 (2)	Excavación en suelo	m ³	77,203.64	3.00	231,610.92
307-2 (1)	Excavación y relleno para estructuras	m ³	225.00	2.20	495.00
309-2 (2)	Transporte de material de excavación	m ³ /km	38,413.22	1.09	41,870.41
403-1	Sub base clase III. Incluye transporte	m ³	1,124.28	11.73	13,187.80
404-1	Base clase IV. Incluye transporte	m ³	1,124.28	15.65	17,594.98
405-1 (1)	Asfalto MC para imprimación rata 1.50 lt/m ²	lt	11,242.80	2.21	24,846.59
405-5	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e=5.00 cm	m ²	7,495.20	7.34	55,014.77
307-3 (1)	Excavación para cunetas y encauzamientos	m ³	789.60	3.53	2,787.29
503 (3)	Hormigón estructural de cemento Portland clase C. Incl. Encofrado (Cunetas)	m ³	423.00	144.40	61,081.20
503 (5)	Hormigón ciclopeo 60% HS y 40% Piedra Incl. Encofrado (Señalización)	m ³	0.88	97.51	85.81
607 - (1)	Tubería de metal corrugado D=1200 mm e=2,5 mm	m ^l	27.60	254.99	7,037.72
503 (2)	Hormigón estructural de cemento Portland clase B. Incl. Encofrado (Alcantarillas)	m ³	9.46	144.40	1,366.02
705 - (1)	Marcas de pavimento (pintura)	m ^l	4,230.00	3.40	14,382.00
708-5 (1)	Señal Vertical a lado carretera preventivas 0,75 x 0,75 m	u	8.00	159.04	1,272.32
708 - 5 (2)	Señal Vertical a lado carretera informativas 1,20 x 0,60 m	u	3.00	196.54	589.62
708 - 5 (3)	Señal Vertical a lado carretera reglamentarias D= 0,75 m	u	6.00	146.54	879.24
705 - (4)	Tachas reflectivas bidireccionales	u	705.00	6.74	4,751.70
708 - 5 (4)	Señalización Ambiental al lado de la carretera 1.80m x 1.20m	u	2.00	246.54	493.08
205 - (1)	Agua para control de polvo	m ^{lin}	1,167.48	3.44	4,016.13
				TOTAL:	485,171.94

SON : CUATROCIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL CIENTO SETENTA Y UN, 94/100 DÓLARES

PLAZO TOTAL: 90 DIAS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES Y ESPECÍFICAS.

Referencia: ESPECIFICACIONES MOP-001-F-2002

- **LISTA DE EQUIPOS.**

ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
CUADRO AUXILIAR: TARIFA DE EQUIPOS

DESCRIPCION	COSTOxHORA	HORA-EQUIPO	COSTO TOTAL
Herramienta menor(% total)	3,310.99		3,310.99
Barredora autopropulsada	14.00	218.18	3,054.52
Camión pintura	8.00	105.75	846.00
Cargadora Frontal	25.00	29.98	749.50
Concretera	3.10	433.34	1,343.35
Distribuidor de Asfalto	40.00	112.43	4,497.20
Equipo manual de perforación	2.50	141.00	352.50
Motoniveladora	40.00	40.48	1,619.20
Motosierra	4.00	1.95	7.80
Planta asfáltica	110.00	29.98	3,297.80
Planta eléctrica 175 KVA	30.00	29.98	899.40
Retroexcavadora	35.00	935.23	32,733.05
Rodillo liso vibratorio	40.00	999.60	39,984.00
Rodillo neumático	40.00	29.98	1,199.20
Tanquero de agua	20.00	1,079.16	21,583.20
Terminadora de asfalto	105.00	29.98	3,147.90
Vibrador a gasolina	2.45	433.34	1,061.68
Volqueta	25.00	4,747.75	118,693.75
			TOTAL:
			238,381.04

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

- **LISTA DE MANO DE OBRA.**

ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
CUADRO AUXILIAR: COSTOS DE MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CAT.	SAL.REALxHORA	HOR-HOMBRE	COSTO TOTAL
Inspector de Obra	EO B3	3.66	142.41	521.22
Residente de obra	EO B3	3.66	1,184.64	4,335.78
Chofer Tanquero	EO C1	4.79	1,079.16	5,169.18
Chofer Volqueta	EO C1	4.79	1,968.42	9,428.73
Chofer para camiones	EO C1	3.66	105.75	387.05
Maestro mayor	EO C1	3.66	2,620.20	9,589.93
Operador Cargadora Frontal	EO C1	3.66	956.42	3,500.50
Operador Motoniveladora	EO C1	3.66	40.48	148.16
Operador Retroexcavadora	EO C1	3.66	935.23	3,422.94
Operador Rodillo	EO C2	3.48	1,029.58	3,582.94
Operador acabadora de pav asf	EO C2	3.48	299.81	1,043.34
Operador barredora autopropuls	EO C2	3.48	218.18	759.27
Operador distribuidor de Asfal	EO C2	3.48	112.43	391.26
Operador planta asfáltica	EO C2	3.48	29.98	104.33
Albañil	EO D2	3.30	870.82	2,873.71
Operador de equipo liviano	EO D2	3.30	1.95	6.44
Pintor	EO D2	3.30	211.50	697.95
Peón	EO E2	3.26	11,160.60	36,383.56
				TOTAL:
				82,346.29

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

- **LISTA DE MATERIALES.**

ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
CUADRO AUXILIAR: COSTOS DE MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Aditivo de adherencia	Lt	4.90	757.02	3,709.40
Agua	m3	1.25	242.17	302.71
Arena de río	m3	13.00	281.34	3,657.42
Asfalto	Lt	0.24	80,948.16	19,427.56
Asfalto MC-250	Lt	1.10	5,621.40	6,183.54
Base Clase 4	m3	7.95	1,349.14	10,725.66
Cemento Portland	Kg	0.15	151,524.68	22,728.70
Diesel	Lt	0.27	4,684.50	1,264.82
Encofrado metálico para cuneta	ml	0.75	4,324.60	3,243.45
Estacas de madera	U	0.25	2,162.30	540.58
MOVILIZACIÓN EQUIPOS	Glb	1,200.00	1.00	1,200.00
Material de excavación	M3	8.00	42,254.54	338,036.32
Material para carpeta	m3	9.00	787.00	7,083.00
Microesfera	Kg	22.50	84.60	1,903.50
Pegamento epóxico	gl	54.00	21.15	1,142.10
Piedra	m3	15.00	0.35	5.25
Pintura termoplástico	gl	45.00	126.90	5,710.50
Ripio triturado	m3	13.00	411.31	5,347.03
Señal ambiental 1.80m*1.20m	U	190.00	2.00	380.00
Señal informativa 1.20m*0.60m	U	150.00	3.00	450.00
Señal preventiva 0.75*0.75m	U	120.00	8.00	960.00
Señal reglamentaria D=0.75 m	U	110.00	6.00	660.00
Sub base Clase 3	m3	5.77	1,349.14	7,784.54
Tabla de encofrado	U	2.40	0.09	0.22
Tacha reflectiva bidireccional	U	2.20	705.00	1,551.00
Tubería metálica D= 1500 mm, e	m	195.00	27.60	5,382.00

TOTAL: 449,379.30

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

- **SÍMBOLOS Y FÓRMULA POLINÓMICA.**

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO

UBICACIÓN: PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

DESCRIPCION DE SIMBOLOS Y FORMULA DE REAJUSTE

SIMBOLO	DESCRIPCION	COSTO DIRECTO	COEFICIENTE
E	EQUIPO	211,254.93	0.544
MA	MATERIALES ASFÁLTICOS	44,553.46	0.115
MO	MANO DE OBRA	62,117.81	0.160
MT	MATERIALES	53,535.53	0.138
TUB	TUBERIA METALICA	5,382.00	0.014
V	VARIOS	7,902.03	0.020
X	HERRAMIENTA MENOR	3,310.99	0.009
		=====	=====
		388,056.75	1.000

$$Pr=Po(0.544 E1/Eo + 0.115 MA1/MAo + 0.160 MO1/MOo + 0.138 MT1/MTo + 0.014 TUB1/TUBo + 0.020 V1/Vo + 0.009 X1/Xo)$$

FECHA: 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

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.

• CUADRILLA TIPO.

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO

UBICACIÓN: PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

CUADRILLA TIPO

<u>DESCRIPCION</u>	<u>COST.DIRECT.</u>	<u>SRH</u>	<u>#HOR./HOM.</u>	<u>COEF.</u>
ESTRUCTURA OCUPACIONAL B3	4,880.97	3.66	1,333.60	0.076
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1	21,113.84	3.66	5,110.85	0.293
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2	5,647.71	3.48	1,622.91	0.093
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2	3,599.39	3.30	1,090.72	0.063
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2	26,875.90	3.26	8,244.14	0.475
	=====		=====	=====
	62,117.81		17,402.22	1.000

- COSTO INDIRECTO**

		COSTO	421159.67	100
ITEM	COMPONENTES DEL COSTO INDIRECTO	VALOR (\$)	%	
1	Dirección de Obra	12634.79	3	
2	Administrativos	8423.19	2	
3	Locales Provisionales	1263.48	0.3	
4	Vehículos	5896.24	1.4	
5	Servicios Públicos	1052.90	0.25	
6	Garantías	4632.76	1.1	
7	Seguros	421.16	0.1	
8	Costos Financieros	421.16	0.1	
9	Prevención de Accidentes	421.16	0.1	
10	Tasas, Impuestos y Formalización del Contrato	27375.38	6.5	
11	Imprevistos	421.16	0.1	
12	Utilidad	42115.97	10	
	TOTAL DE INDIRECTOS	105079.34	25.0	

7.5.7.2.1. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA CAHUAJÍ – EL ARRAYÁN CHICO.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Movilización

UNIDAD: glb

ITEM : 228 - 1 (1)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2000.

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0.00
SUBTOTAL M					0.00

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL N						0.00

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
MOVILIZACIÓN EQUIPOS	Glb	1.000	1,200.00	1,200.00
SUBTOTAL O				1,200.00

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC. TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1,200.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)	25.00	300.00
OTROS INDIRECTOS(%)		0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		1,500.00
VALOR UNITARIO		1,500.00

SON: UN MIL QUINIENTOS DÓLARES

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Desbroce, desbosque, limpieza

UNIDAD: ha

ITEM : 302-1

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F2000

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.71	
Motosierra	1.00	4.00	4.00	1.500	6.00	
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.00	1.500	52.50	
Volqueta	2.00	25.00	50.00	1.500	75.00	
SUBTOTAL M					136.21	
MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer Volqueta	EO C1	2.00	4.79	9.58	1.500	14.37
Operador Retroexcavadora	EO C1	1.00	3.66	3.66	1.500	5.49
Peón	EO E2	6.00	3.26	19.56	1.500	29.34
Operador de equipo liviano	EO D2	1.00	3.30	3.30	1.500	4.95
SUBTOTAL N					54.15	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
SUBTOTAL O				0.00		
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO		
SUBTOTAL P				0.00		
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					190.36	
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)					25.00	
OTROS INDIRECTOS(%)					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					237.95	
VALOR UNITARIO					237.95	

SON: DOSCIENTOS TREINTA Y SIETE DÓLARES CON NOVENTA Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Excavación en suelo

UNIDAD: m³

ITEM : 303-2 (2)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2000

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.00	0.012	0.42
Volqueta	3.00	25.00	75.00	0.012	0.90
Rodillo liso vibratorio	1.00	40.00	40.00	0.012	0.48
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.012	0.24
SUBTOTAL M					2.06

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador Retroexcavadora	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.012	0.04
Operador Cargadora Frontal	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.012	0.04
Operador Rodillo	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.012	0.04
Chofer Tanquero	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.012	0.06
Peón	EO E2	4.00	3.26	13.04	0.012	0.16
SUBTOTAL N						0.34

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		2.40
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)	25.00	0.60
OTROS INDIRECTOS(%)		0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		3.00
VALOR UNITARIO		3.00

SON: TRES DÓLARES

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Excavación y relleno para estructuras

UNIDAD: m³

ITEM : 307-2 (1)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2000

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.00	0.012	0.42
Volqueta	1.00	25.00	25.00	0.015	0.38
Rodillo liso vibratorio	1.00	40.00	40.00	0.012	0.48
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.010	0.20
SUBTOTAL M					1.49

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador Retroexcavadora	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.012	0.04
Chofer Volqueta	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.015	0.07
Operador Rodillo	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.012	0.04
Chofer Tanquero	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.010	0.05
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	0.010	0.07
SUBTOTAL N						0.27

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1.76
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)	25.00	0.44
OTROS INDIRECTOS(%)		0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		2.20
VALOR UNITARIO		2.20

SON: DOS DÓLARES CON VEINTE CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Transporte de material de excavación

UNIDAD: m³/km

ITEM : 309-2 (2)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2000

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
Volqueta	1.00	25.00	25.00	0.025	0.63
SUBTOTAL M					0.64

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer Volqueta	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.025	0.12
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	0.010	0.07
SUBTOTAL N						0.23

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC.TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.87
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.22
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.09
VALOR UNITARIO	1.09

SON: UN DÓLAR CON NUEVE CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Sub base clase III. Incluye transporte

UNIDAD: m³

ITEM : 403-1

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Motoniveladora	1.00	40.00	40.00	0.016	0.64
Rodillo liso vibratorio	1.00	40.00	40.00	0.016	0.64
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.015	0.30
Volqueta	1.00	25.00	25.00	0.016	0.40
SUBTOTAL M					2.00

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador Motoniveladora	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.016	0.06
Operador Rodillo	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.016	0.06
Chofer Tanquero	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.015	0.07
Chofer Volqueta	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.016	0.08
Residente de obra	EO B3	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.015	0.05
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	0.015	0.10
SUBTOTAL N						0.46

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Sub base Clase 3	m3	1.200	5.77	6.92
SUBTOTAL O				6.92

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	9.38
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	2.35
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	11.73
VALOR UNITARIO	11.73

SON: ONCE DÓLARES CON SETENTA Y TRES CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Base clase IV. Incluye transporte

UNIDAD: m³

ITEM : 404-1

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
Motoniveladora	1.00	40.00	40.00	0.020	0.80
Rodillo liso vibratorio	1.00	40.00	40.00	0.020	0.80
Volqueta	1.00	25.00	25.00	0.020	0.50
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.015	0.30
SUBTOTAL M					2.43

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador Motoniveladora	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.020	0.07
Operador Rodillo	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.020	0.07
Chofer Tanquero	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.015	0.07
Chofer Volqueta	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.020	0.10
Residente de obra	EO B3	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.020	0.07
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	0.020	0.13
SUBTOTAL N						0.55

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Base Clase 4	m3	1.200	7.95	9.54
SUBTOTAL O				9.54

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	12.52
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	3.13
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	15.65
VALOR UNITARIO	15.65

SON: QUINCE DÓLARES CON SESENTA Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Asfalto MC para imprimación rata 1.50 lt/m2

UNIDAD: lt

ITEM : 405-1 (1)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
Distribuidor de Asfalto	1.00	40.00	40.00	0.010	0.40
Barredora autopropulsada	1.00	14.00	14.00	0.010	0.14
SUBTOTAL M					0.57

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de Obra	EO B3	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
Residente de obra	EO B3	1.00	3.66	3.66	0.100	0.37
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	0.010	0.07
Operador distribuidor de Asfal	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.010	0.03
Operador barredora autopropuls	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.010	0.03
SUBTOTAL N					0.58	

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Asfalto MC-250	Lt	0.500	1.10	0.55
Diesel	Lt	0.250	0.27	0.07
SUBTOTAL O				0.62

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.77
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.44
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.21
VALOR UNITARIO	2.21

SON: DOS DÓLARES CON VEINTIÚN CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e=5.00 cm

UNIDAD: m2

ITEM : 405-5

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Planta asfáltica	1.00	110.00	110.00	0.004	0.44
Planta eléctrica	1.00	30.00	30.00	0.004	0.12
Terminadora de asfalto	1.00	105.00	105.00	0.004	0.42
Rodillo liso vibratorio	1.00	40.00	40.00	0.004	0.16
Rodillo neumático	1.00	40.00	40.00	0.004	0.16
Cargadora Frontal	1.00	25.00	25.00	0.004	0.10
SUBTOTAL M					1.42

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador planta asfáltica	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.004	0.01
Operador Rodillo	EO C2	2.00	3.48	6.96	0.004	0.03
Operador Cargadora Frontal	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.004	0.01
Operador acabadora de pav asf	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.040	0.14
Inspector de Obra	EO B3	1.00	3.66	3.66	0.004	0.01
Residente de obra	EO B3	1.00	3.66	3.66	0.004	0.01
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.004	0.01
Peón	EO E2	10.00	3.26	32.60	0.004	0.13
SUBTOTAL N						0.35

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Asfalto	Lt	10.800	0.24	2.59
Material para carpeta	m3	0.105	9.00	0.95
Diesel	Lt	0.250	0.27	0.07
Aditivo de adherencia	Lt	0.101	4.90	0.49
SUBTOTAL O				4.10

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		5.87
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)	25.00	1.47
OTROS INDIRECTOS(%)		0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		7.34
VALOR UNITARIO		7.34

SON: SIETE DÓLARES CON TREINTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Excavación para cunetas y encauzamientos

UNIDAD: m³

ITEM : 307-3 (1)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES: MOP 001-F 2000

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.13
SUBTOTAL M					0.13

<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Residente de obra	EO B3	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
Peón	EO E2	4.00	3.26	13.04	0.200	2.61
SUBTOTAL N						2.69

<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL O				0.00

<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.82
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.71
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.53
VALOR UNITARIO	3.53

SON: TRES DÓLARES CON CINCUENTA Y TRES CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Hormigón estructural de cemento Portland clase C. Incl. Encofrado (Cunetas)

UNIDAD: m³

ITEM : 503 (3)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.33
Concretera	1.00	3.10	3.10	1.000	3.10
Vibrador a gasolina	1.00	2.45	2.45	1.000	2.45
SUBTOTAL M					6.88

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	1.000	3.66
Albañil	EO D2	2.00	3.30	6.60	1.000	6.60
Peón	EO E2	5.00	3.26	16.30	1.000	16.30
SUBTOTAL N						26.56

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Cemento Portland	Kg	350.000	0.15	52.50
Arena de río	m3	0.650	13.00	8.45
Ripio triturado	m3	0.950	13.00	12.35
Agua	m3	0.020	1.25	0.03
Encofrado metálico para cuneta	ml	10.000	0.75	7.50
Estacas de madera	U	5.000	0.25	1.25
SUBTOTAL O				82.08

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	115.52
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	28.88
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	144.40
VALOR UNITARIO	144.40

SON: CIENTO CUARENTA Y CUATRO DÓLARES CON CUARENTA CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Hormigón ciclopeo 60% HS y 40% Piedra Incl. Encofrado (Señalización)

UNIDAD: m³

ITEM : 503 (5)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.33
Concretera	1.00	3.10	3.10	1.000	3.10
Vibrador a gasolina	1.00	2.45	2.45	1.000	2.45
SUBTOTAL M					6.88

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	1.000	3.66
Albañil	EO D2	2.00	3.30	6.60	1.000	6.60
Peón	EO E2	5.00	3.26	16.30	1.000	16.30
SUBTOTAL N						26.56

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Cemento Portland	Kg	186.000	0.15	27.90
Arena de río	m3	0.270	13.00	3.51
Ripio triturado	m3	0.530	13.00	6.89
Agua	m3	0.020	1.25	0.03
Piedra	m3	0.400	15.00	6.00
Tabla de encofrado	U	0.100	2.40	0.24
SUBTOTAL O				44.57

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	78.01
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	19.50
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	97.51
VALOR UNITARIO	97.51

SON: NOVENTA Y SIETE DÓLARES CON CINCUENTA Y UN CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Tubería de metal corrugado D=1200 mm e=2,5 mm

UNIDAD: ml

ITEM : 607 - (1)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.18
Retroexcavadora	1.00	35.00	35.00	0.150	5.25
SUBTOTAL M					5.43

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.150	0.55
Albañil	EO D2	1.00	3.30	3.30	0.150	0.50
Peón	EO E2	4.00	3.26	13.04	0.150	1.96
Operador Retroexcavadora	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.150	0.55
SUBTOTAL N						3.56

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Tubería metálica D= 1500 mm, e	m	1.000	195.00	195.00
SUBTOTAL O				195.00

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	203.99
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	51.00
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	254.99
VALOR UNITARIO	254.99

SON: DOSCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO DÓLARES CON NOVENTA Y NUEVE CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Hormigón estructural de cemento Portland clase B. Incl. Encofrado (Alcantarillas)

UNIDAD: m³

ITEM : 503 (2)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.33
Concretera	1.00	3.10	3.10	1.000	3.10
Vibrador a gasolina	1.00	2.45	2.45	1.000	2.45
SUBTOTAL M					6.88

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	1.000	3.66
Albañil	EO D2	2.00	3.30	6.60	1.000	6.60
Peón	EO E2	5.00	3.26	16.30	1.000	16.30
SUBTOTAL N						26.56

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Cemento Portland	Kg	350.000	0.15	52.50
Arena de río	m3	0.650	13.00	8.45
Ripio triturado	m3	0.950	13.00	12.35
Agua	m3	0.020	1.25	0.03
Encofrado metálico para cuneta	ml	10.000	0.75	7.50
Estacas de madera	U	5.000	0.25	1.25
SUBTOTAL O				82.08

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	115.52
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	28.88
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	144.40
VALOR UNITARIO	144.40

SON: CIENTO CUARENTA Y CUATRO DÓLARES CON CUARENTA CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Marcas de pavimento (pintura)

UNIDAD: ml

ITEM : 705 - (1)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Barredora autopropulsada	1.00	14.00	14.00	0.025	0.35
Camión pintura	1.00	8.00	8.00	0.025	0.20
SUBTOTAL M					0.57

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador barredora autopropuls	EO C2	1.00	3.48	3.48	0.025	0.09
Chofer para camiones	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.025	0.09
Pintor	EO D2	2.00	3.30	6.60	0.025	0.17
SUBTOTAL N						0.35

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Pintura termoplástico	gl	0.030	45.00	1.35
Microesfera	Kg	0.020	22.50	0.45
SUBTOTAL O				1.80

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.72
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.68
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.40
VALOR UNITARIO	3.40

SON: TRES DÓLARES CON CUARENTA CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Señal Vertical a lado carretera preventivas 0,75 x 0,75 m

UNIDAD: u

ITEM : 708-5 (1)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.34	
SUBTOTAL M					0.34	
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.100	0.37
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	1.000	6.52
SUBTOTAL N					6.89	
<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>		
Señal preventiva 0.75*0.75m	U	1.000	120.00	120.00		
SUBTOTAL O				120.00		
<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>		
SUBTOTAL P				0.00		

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	127.23
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	31.81
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	159.04
VALOR UNITARIO	159.04

SON: CIENTO CINCUENTA Y NUEVE DÓLARES CON CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Señal Vertical a lado carretera informativas 1,20 x 0,60 m

UNIDAD: u

ITEM : 708 - 5 (2)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.34	
SUBTOTAL M					0.34	
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.100	0.37
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	1.000	6.52
SUBTOTAL N					6.89	
<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>		
Señal informativa 1.20m*0.60m	U	1.000	150.00	150.00		
SUBTOTAL O				150.00		
<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PREC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>		
SUBTOTAL P				0.00		

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	157.23
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	39.31
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	196.54
VALOR UNITARIO	196.54

SON: CIENTO NOVENTA Y SEIS DÓLARES CON CINCUENTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Señal Vertical a lado carretera reglamentarias D= 0,75 m

UNIDAD: u

ITEM : 708 - 5 (3)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.34	
SUBTOTAL M					0.34	
MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.100	0.37
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	1.000	6.52
SUBTOTAL N					6.89	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Señal reglamentaria D=0.75 m	U	1.000	110.00	110.00		
SUBTOTAL O				110.00		
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC.TRANSP.	COSTO		
SUBTOTAL P				0.00		

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	117.23
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	29.31
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	146.54
VALOR UNITARIO	146.54

SÓN: CIENTO CUARENTA Y SEIS DÓLARES CON CINCUENTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Tachas reflectivas bidireccionales

UNIDAD: u

ITEM : 705 - (4)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.05
Equipo manual de perforación	2.00	2.50	5.00	0.100	0.50
SUBTOTAL M					0.55

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.100	0.37
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	0.100	0.65
SUBTOTAL N						1.02

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Tacha reflectiva bidireccional	U	1.000	2.20	2.20
Pegamento epóxico	gl	0.030	54.00	1.62
SUBTOTAL O				3.82

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5.39
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	1.35
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.74
VALOR UNITARIO	6.74

SON: SEIS DÓLARES CON SETENTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Señalización Ambiental al lado de la carretera 1.80m x 1.20m

UNIDAD: u

ITEM : 708 - 5 (4)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.34	
SUBTOTAL M					0.34	
MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor	EO C1	1.00	3.66	3.66	0.100	0.37
Peón	EO E2	2.00	3.26	6.52	1.000	6.52
SUBTOTAL N					6.89	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Señal ambiental 1.80m*1.20m	U	1.000	190.00	190.00		
SUBTOTAL O				190.00		
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC.TRANSP.	COSTO		
SUBTOTAL P				0.00		

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	197.23
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	49.31
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	246.54
VALOR UNITARIO	246.54

SON: DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS DÓLARES CON CINCUENTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYAN CHICO-PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

RUBRO : Agua para control de polvo

UNIDAD: mlin

ITEM : 205 - (1)

FECHA : 22 DE NOVIEMBRE DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Tanquero de agua	1.00	20.00	20.00	0.100	2.00
SUBTOTAL M					2.02

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer Tanquero	EO C1	1.00	4.79	4.79	0.100	0.48
SUBTOTAL N						0.48

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Agua	m3	0.200	1.25	0.25
SUBTOTAL O				0.25

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC.TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.75
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.69
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.44
VALOR UNITARIO	3.44

SON: TRES DÓLARES CON CUARENTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

7.5.8. CRONOGRAMA DE TRABAJO

7.5.8.1. CRONOGRAMA DE TRABAJO PARA LA VÍA GUSO GRANDE – GUSO CHICO

Ilustración 173. Cronograma de trabajo para la vía Guso Grande – Guso Chico.

ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA GUSO GRANDE GUSO CHICO - PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS						PERIODOS (SEMANAS)												
GRUPO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL	1 SEMANA	2 SEMANA	3 SEMANA	4 SEMANA	5 SEMANA	6 SEMANA	7 SEMANA	8 SEMANA	9 SEMANA	10 SEMANA	11 SEMANA	12 SEMANA	
228 -	Movilización	glb	1.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00												
302-1	Desbroce, desbroce, limpieza	ha	0.82	237.95	195.12	195.12												
303-2	Excavación en suelo	m³	26,038.49	3.00	78,115.47		39,057.74	39,057.73										
307-2	Excavación y relleno para estructuras	m³	225.00	2.20	495.00		495.00											
309-2	Transporte de material de excavación	m³/km	6,209.48	13.55	84,138.45				84,138.45									
403-1	Sub base clase III. Incluye transporte	m³	966.03	11.73	16,628.92					16,628.92								
404-1	Base clase IV. Incluye transporte	m³	966.03	15.65	16,639.55						16,639.55							
405-1	Asfalto MC para imprimación rata 1.50 lt/m2	lt	9,660.28	2.21	23,497.34							23,497.34						
405-5	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e=5.00 cm	m2	6,440.18	7.34	47,270.92								47,270.92					
307-3	Excavación para cunetas y encauzamientos	m³	551.30	3.53	1,946.09													
503 (	Hormigón estructural de cemento Portland clase C. Incl. Encofrado (Cunetas)	m³	275.65	144.40	39,803.86												
503 (	Hormigón ciclopeo 60% HS y 40% Piedra Incl. Encofrado (Señalización)	m³	0.88	97.51	85.81												85.81
607 -	Tubería de metal corrugado D=1200 mm e=2,5 mm	ml	27.60	254.99	7,037.72				7,037.72									
503 (	Hormigón estructural de cemento Portland clase B. Incl. Encofrado (Acarantar	m³	9.46	144.40	1,366.02				1,366.02								
705 -	Marcas de pavimento (pintura)	ml	2,953.41	3.40	10,041.59												10,041.59	
708-5	Señal Vertical a lado carretera preventivas 0.75 x 0.75 m	u	8.00	159.04	1,272.32												1,272.32	
708 -	Señal Vertical a lado carretera informativas 1.20 x 0.60 m	u	3.00	196.54	589.62												589.62	
708 -	Señal Vertical a lado carretera reglamentarias D= 0.75 m	u	6.00	146.54	879.24												879.24	
705 -	Tachas reflectivas bidireccionales	u	492.00	6.74	3,316.08												3,316.08	
708 -	Señalización Ambiental al lado de la carretera 1.80m x 1.20m	u	2.00	246.54	493.08												493.08	
205 -	Agua para control de polvo	mlin	815.14	3.44	2,804.08	280.41	280.41	280.41	280.41	280.41	280.41	280.41	280.41	280.41	280.39			
INVERSION SEMANAL					338,116.28	1,975.53	39,338.15	39,833.14	92,822.60	16,909.33	16,919.96	23,777.75	47,551.33	1,448.06	16,980.37	23,882.32	16,677.74	
AVANCE SEMANAL (%)						0.58	11.64	11.78	27.45	5.00	5.00	7.03	14.06	0.43	5.02	7.06	4.93	
INVERSION ACUMULADA AL 100% (línea e=1p)						1,975.53	41,313.68	81,146.82	173,969.42	190,878.75	207,798.71	231,576.46	279,127.79	280,575.85	297,556.22	321,438.54	338,116.28	
AVANCE ACUMULADO (%)						0.58	12.22	24.00	51.45	56.45	61.46	68.49	82.55	82.98	88.00	95.07	100.00	
INVERSION ACUMULADA AL 80% (línea e=0.5p)						1,580.42	33,050.94	64,917.46	139,175.54	152,703.00	166,238.97	185,261.17	223,302.23	224,460.68	238,044.98	257,150.83	270,493.02	
AVANCE ACUMULADO (%)						0.47	9.78	19.20	41.16	45.16	49.17	54.79	66.04	66.39	70.40	76.05	80.00	
PLAZO TOTAL: 90 DIAS																		

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

7.5.8.2. CRONOGRAMA DE TRABAJO PARA LA VÍA CAHUAJÍ – EL ARRAYÁN CHICO

Ilustración 174. Cronograma de trabajo para la vía Cahujá – El Arrayán Chico.

ALTERNATIVA DE DISEÑO DE LA VÍA CAHUAJÍ EL ARRAYÁN CHICO - PARROQUIA GUANANDO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS						PERIODOS (SEMANAS)												
GRUPO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL	1 SEMANA	2 SEMANA	3 SEMANA	4 SEMANA	5 SEMANA	6 SEMANA	7 SEMANA	8 SEMANA	9 SEMANA	10 SEMANA	11 SEMANA	12 SEMANA	
228 -	Movilización	glb	1.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00												
302-1	Desbroce, desbosque, limpieza	ha	1.30	237.95	195.12	195.12												
303-2	Excavación en suelo	m³	77,203.64	3.00	78,115.47		39,057.74	39,057.73										
307-2	Excavación y relleno para estructuras	m³	225.00	2.20	495.00			495.00										
309-2	Transporte de material de excavación	m³/km	38,413.22	1.09	84,138.45				84,138.45									
403-1	Sub base clase III. Incluye transporte	m³	1,124.28	11.73	16,628.92					16,628.92								
404-1	Base clase IV. Incluye transporte	m³	1,124.28	15.65	16,639.55						16,639.55							
405-1	Asfalto MC para imprimación rata 1.50 lt/m2	lt	11,242.80	2.21	23,497.34							23,497.34						
405-5	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e=5.00 cm	m2	7,495.20	7.34	47,270.92								47,270.92					
307-3	Excavación para cunetas y encauzamientos	m³	789.60	3.53	1,946.09													
503 (	Hormigón estructural de cemento Portland clase C. Incl. Encofrado (Cunetas)	m³	423.00	144.40	39,803.86												
503 (	Hormigón ciclopeo 60% HS y 40% Piedra Incl. Encofrado (Señalización)	m³	0.88	97.51	85.81												85.81
607 -	Tubería de metal corrugado D=1200 mm e=2.5 mm	ml	27.60	254.99	7,037.72				7,037.72									
503 (	Hormigón estructural de cemento Portland clase B. Incl. Encofrado (Alcantar)	m³	9.46	144.40	1,366.02				1,366.02								
705 -	Marcas de pavimento (pintura)	ml	4,230.00	3.40	10,041.59												10,041.59	
708-5	Señal Vertical a lado carretera preventivas 0,75 x 0,75 m	u	8.00	159.04	1,272.32												1,272.32	
708 -	Señal Vertical a lado carretera informativas 1,20 x 0,60 m	u	3.00	196.54	589.62												589.62	
708 -	Señal Vertical a lado carretera reglamentarias D= 0,75 m	u	6.00	146.54	879.24												879.24	
705 -	Tachas reflectivas bidireccionales	u	705.00	6.74	3,316.08												3,316.08	
708 -	Señalización Ambiental al lado de la carretera 1,80m x 1,20m	u	2.00	246.54	493.08												493.08	
205 -	Agua para control de polvo	mlin	1,167.48	3.44	2,804.08	280.41	280.41	280.41	280.41	280.41	280.41	280.41	280.41	280.41	280.39			
INVERSION SEMANAL					338,116.28	1,975.53	39,338.15	39,833.14	92,822.60	16,909.33	16,919.96	23,777.75	47,551.33	1,448.06	16,980.37	23,882.32	16,677.74	
AVANCE SEMANAL (%)						0.58	11.64	11.78	27.45	5.00	5.00	7.03	14.06	0.43	5.02	7.06	4.93	
INVERSION ACUMULADA AL 100% (línea e=1p)						1,975.53	41,313.68	81,146.82	173,969.42	190,878.75	207,798.71	231,576.46	279,127.79	280,575.85	297,556.22	321,438.54	338,116.28	
AVANCE ACUMULADO (%)						0.58	12.22	24.00	51.45	56.45	61.46	68.49	82.55	88.00	88.00	95.07	100.00	
INVERSION ACUMULADA AL 80% (línea e=0.5p)						1,580.42	33,050.94	64,917.46	139,175.54	152,703.00	166,238.97	185,261.17	223,302.23	224,460.68	238,044.98	257,150.83	270,493.02	
AVANCE ACUMULADO (%)						0.47	9.78	19.20	41.16	45.16	49.17	54.79	66.04	66.39	70.40	76.05	80.00	
PLAZO TOTAL: 90 DIAS																		

Elaborado por: Rubén Aguilar – Pablo Garrido.

7.5.9. METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN PARA LA APERTURA DE LAS VÍAS DE ACCESO GUSO GRANDE-GUSO CHICO Y CAHUAJÍ-EL ARRAYÁN CHICO.

La metodología de construcción de una obra, es el compendio de las responsabilidades y obligaciones, frentes de trabajo, organización administrativa en obra, organización del personal, equipo y maquinaria, materiales, técnicas y procedimientos, y programación de obra; en este caso para realizar la construcción de la apertura de las vías Guso Grande – Guso Chico y Cahujá – El Arrayán Chico.

En el que se debe prestar atención a la correcta secuencia de las actividades en función de la buena práctica de la ingeniería para poder desarrollar un coherente cronograma valorado de trabajos, tomando en cuenta los rendimientos, disponibilidad de maquinaria y asignación de recursos económicos y de personal; cuyo uso se encuentra detallado en los correspondientes cronogramas.

Se ha previsto ejecutar el proyecto en 90 días a partir de lo estipulado en el contrato.

Se presenta un panorama en el cual se puede iniciar con dos frentes de trabajo, para que la ejecución sea sumamente más acelerada y de esta manera se cumpla el cronograma de trabajo establecido en el estudio.

Para la buena ejecución del proyecto se ha contemplados los siguientes aspectos:

7.5.10.1. PERSONAL DE LA OBRA.

La administración del proyecto estará a cargo del superintendente y residente de obras; a más las responsabilidades legales del contratista y fiscalizador.

- **Personal técnico:** de acuerdo con los requerimientos de la obra, el personal técnico estará integrado por:
 - **Superintendente y residente obra:** serán los responsables del manejo integral del proyecto, son los agentes autorizados en la obra, con suficiente autoridad para poder cumplir las órdenes e instrucciones del fiscalizador, tomar cualquier

acción que asegure el normal desarrollo de los trabajos, tendrá a su cargo el personal de topografía, operadores, choferes y trabajadores, así como la ejecución de las obras de acuerdo a los planos, especificaciones técnicas, cronograma de trabajo, calidad de materiales, equipo y mano de obra mínimo y demás documentos contractuales; además estarán a cargo de los frentes propuestos y así como de la cuantificación de las obras para realizar las planillas de avance de obras, realización de ensayos y pruebas de laboratorio, producción y abastecimiento de materiales.

- **Personal de obreros y trabajadores:** son los facultados para la ejecución directa de los diferentes rubros que componen el proyecto, bajo las directrices del personal técnico; serán mano de obra calificada de preferencia del sector; el mismo que estará compuesto por: Operadores de maquinaria, ayudantes de maquinaria choferes, maestros de obra.

Y el personal no calificado se lo realizará con personal exclusivamente de los sectores cercanos al proyecto: albañiles, ayudantes de albañil, peones, guardias.

7.5.10.2. EQUIPOS Y MAQUINARIA:

De acuerdo a las especificaciones técnicas se mantendrá en obra desde el inicio de cada uno de los rubros el equipo y maquinaria suficiente y necesaria como consta en las bases, para garantizar la apropiada ejecución de los trabajos.

Se dispondrá del personal necesario para que dé el mantenimiento debido al equipo y maquinaria para evitar paralizaciones por mal funcionamiento de la misma. En caso de sufrir algún desperfecto en el equipo o maquinaria se procederá de inmediato a reemplazarla por otra en buenas condiciones.

7.5.10.3. MATERIALES:

Del cuadro de cantidades de obra y con el uso de los análisis de precios unitarios se obtendrá las cantidades de cada uno de los materiales necesarios para el proyecto, cantidades que serán puestas en obra con la debida anticipación para su incorporación.

Los materiales serán de óptima calidad de acuerdo a las especificaciones generales y del proyecto; así mismo serán previamente a su instalación, calificados por la fiscalización.

7.5.10.4. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS:

Las normativas que regirán en la ejecución de trabajos son las especificadas en los documentos precontractuales.

Dentro de los procedimientos de construcción se realizarán los trabajos de manera organizada y consecutiva, ciñéndose a las normativas planeadas, de manera que no altere ni obstaculice el desarrollo normal de los trabajos, ni el cronograma planteado.

Para lograr la buena y correcta terminación de la obra, el residente de obras generará las directrices generales, de manera que resulte un avance organizado, lográndose así tener coincidencias en la operación y funcionamiento en todo el proyecto; de manera armónica, además será el encargado de obtener el resumen de las planillas, de pruebas, ensayos y del equipo de topografía.

7.5.10.5. FASES DE LA CONSTRUCCIÓN.

Una vez que la entidad contratante realice el proceso pre contractual, de acuerdo a la ley vigente, hasta llegar a la adjudicación, firma de contrato.

La construcción del proyecto se divide en dos etapas claramente organizadas en el cronograma de trabajo, en donde se explica que primeramente se realizará el trabajo de construcción de la Vía de acceso denominada Guso Grande – Guso Chico en un tiempo determinado de 90 día y en la segunda etapa se finalizará con la edificación de la vía de acceso Cahuají – El Arrayán Chico por un plazo de 90 días adicionales.

En cada una de las etapas se seguirá la misma metodología de construcción:

El constructor deberá movilizar las maquinarias requeridas, necesarias y ofertadas, para el inicio de la obra además instalar un campamento base en el cual deberá tener las condiciones

necesarias para que los trabajos se ejecuten con normalidad; este rubro se tendrá que ejecutar mediante las presentes especificaciones técnicas, y aprobado por el fiscalizador del proyecto.

Una vez con la maquinaria y personal requerido, la primera actividad en obra será la realización de la limpieza, desbroce y desbosque, de la zona en donde se realizaran los trabajos, cuidando siempre de la ejecución del rubro de acuerdo a las especificaciones.

La siguiente actividad es la realización de las excavaciones en suelo, con la finalidad de tener los alineamientos, pendientes y todos los datos del proyecto ya en campo, por las características del material existente en la zona, todo material que no sea apto para la utilización de rellenos en los terraplenes, será desechado, al sitio de bote considerado del proyecto. Se realizara cajoneras en los lugares para ensanchamientos, para lo cual se utilizara el material desde la mina denominada “PÉREZ”, donde el contratista hará todas las actividades conexas para producir el material y los transportara a las zonas de relleno, lo realizara de acuerdo a las especificaciones técnicas, ordenes de fiscalización y planos del proyecto.

En esta fase de construcción se ejecutara el desecho del material inapropiado mediante el rubro de desalojo de material de excavación sobrante.

Excavación y relleno para estructuras menores para luego proceder al encofrado y fundición del cajón y las alas de la alcantarilla para seguidamente instalar la tubería metálica D= 1200 mm con una longitud del ancho de la vía.

Seguidamente se ejecutara al mismo tiempo el rubro de sub base clase III, en un espesor de 20 cm material tomado desde la mina Pérez y la colocación de material granular de base clase IV en espesor de 15 cm, de la misma cantera.

Se imprimara la vía, para después de ello colocar la carpeta Asfáltica de espesor 5 cm.

Para el rubro de excavación de cunetas, se podrá ejecutar una vez terminado los trabajos de la colocación de la estructura de pavimento, se considera este rubro, la excavación para perfilar, puesto que en el acabado de obra básica se realizara una excavación primaria de las cunetas, por lo que solamente se perfilara para coger los distintos niveles.

Para el recubrimiento de cunetas y para las estructuras de entrada y salida y otras obras necesarias, se utilizara hormigón simple de $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2$

Las marcas en pavimento, se colocara una vez terminado la carpeta asfáltica, con la característica de tener 3 líneas, la central y a cada uno de los lados de los espaldones.

También se ha tomado en cuenta la colocación de señales verticales a un lado de la carretera, tanto informativas, preventivas, reglamentarias y ambientales

7.5.11. ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL.

Ilustración 175. Organigrama Estructural: Universidad Nacional de Chimborazo – Proyecto de Investigación.

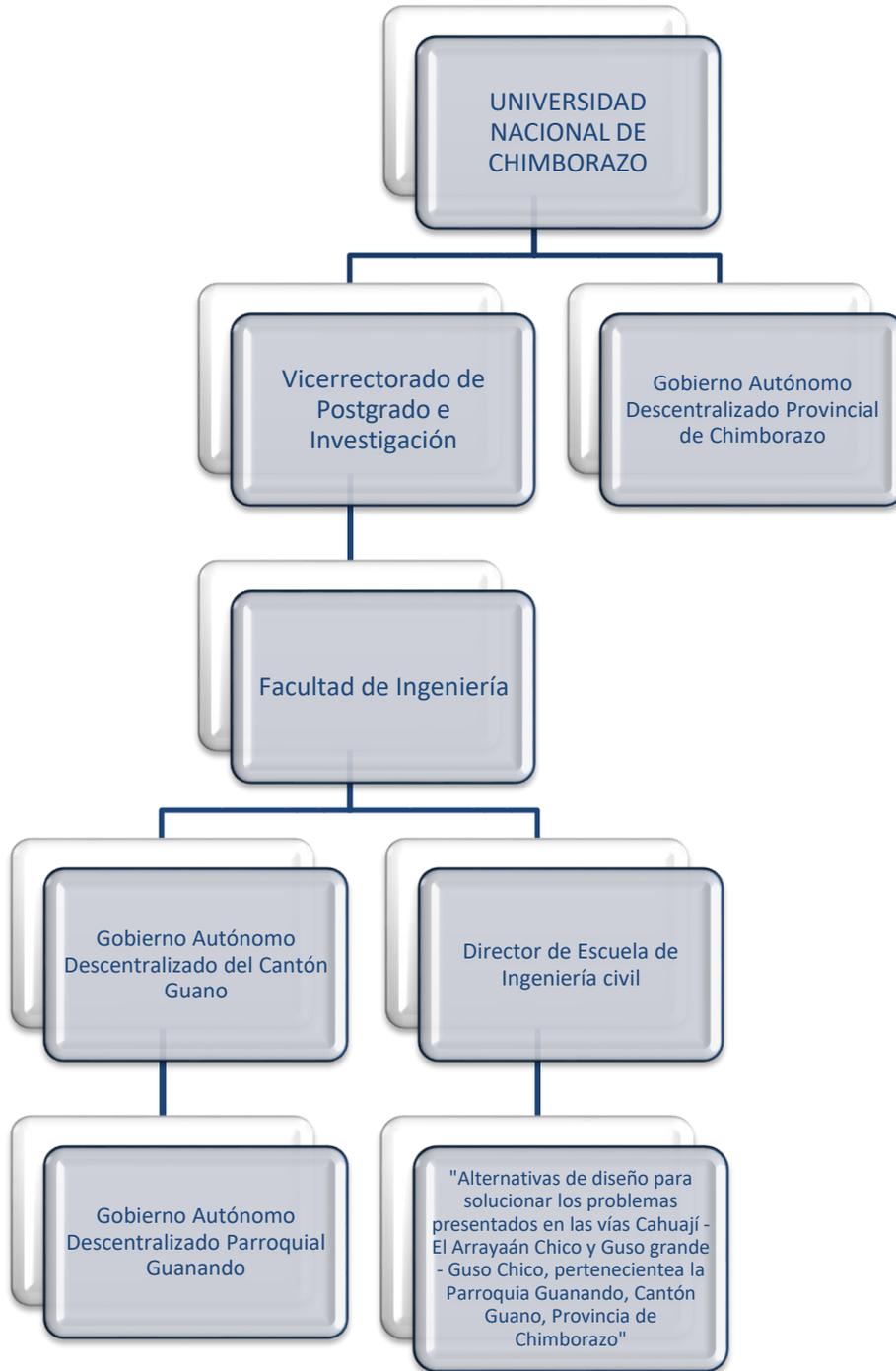
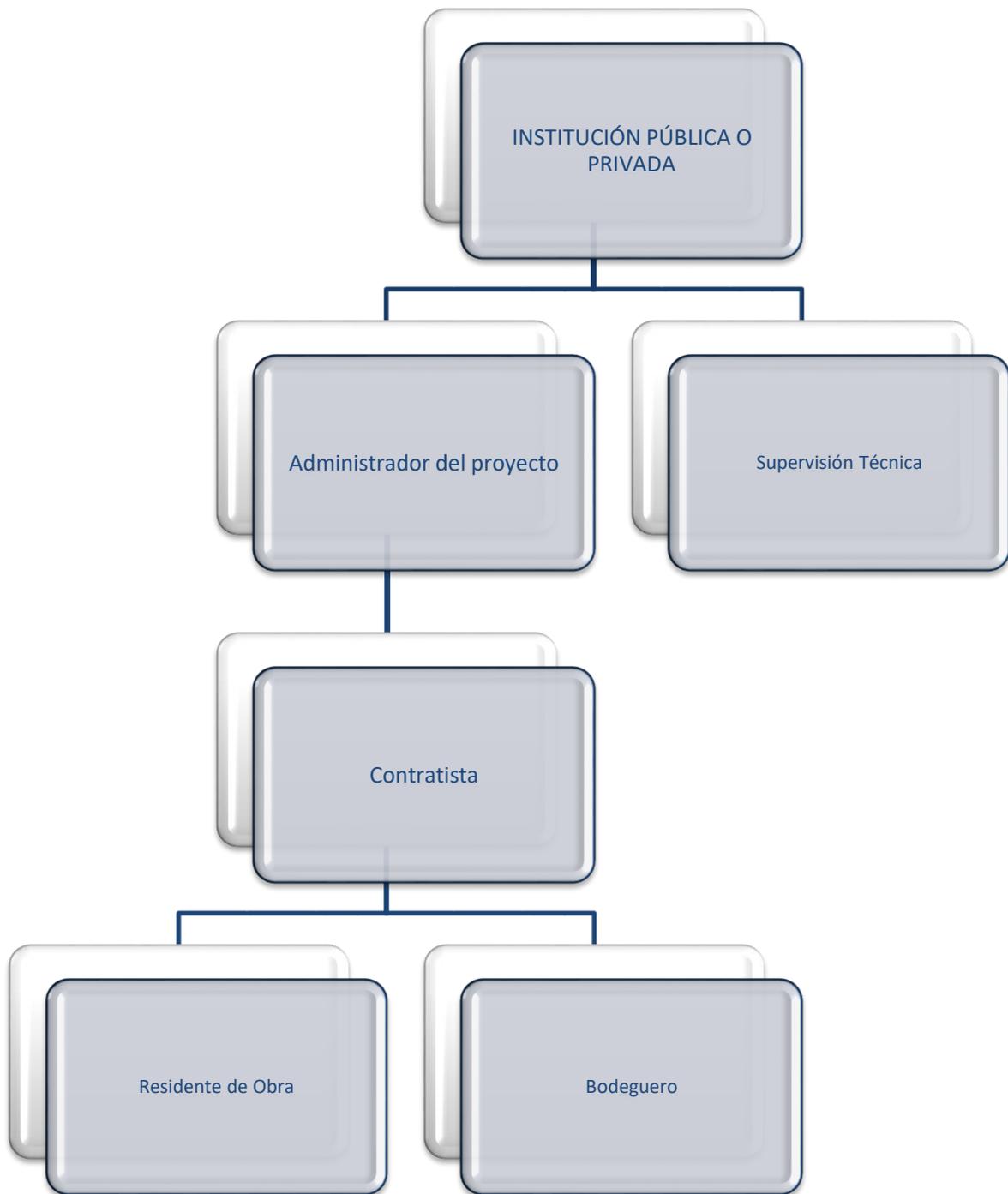


Ilustración 176. Organigrama Estructural: Diseño Administrativo.



CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES

- La nueva vía de acceso “Guso Grande – Guso Chico”: inicia desde la abscisa 0+000 hasta el kilómetro 0+894.47 se extiende desde la Comunidad Guso Grande, a partir de la Vía existente (Camino de tierra) que une la Cabecera Parroquial con la nueva Vía (Pavimento Flexible) Cahujá, hasta el sector central de la Comunidad Guso Chico denominado La Plaza Roja.
- La apertura de la vía de acceso “Cahujá – El Arrayán Chico”: inicia desde la abscisa 0+000 hasta el kilómetro 1+0410 se extiende desde la nueva Vía (Pavimento Flexible) Cahujá, hasta la Vía existente (Camino de tierra) del sector El Arrayán.
- Los resultados obtenidos en el Flujo Financiero y Económico, indican que el presente proyecto es económicamente viable y ejecutable, por ser un proyecto de carácter 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 la Vía Guso Grande – Guso Chico: el TPDA actual = 46 (Vehículo/día) y TPDA proyecto = 108 (Vehículo/día), que corresponde a una vía de cuarto Orden – Vecinal (IV) propiamente a las normas establecidas por el MTOP.
- De la misma manera en la Vía Cahujá – Arrayán Chico: el TPDA actual = 45 (Vehículo/día) y TPDA proyecto = 105 (Vehículo/día), que corresponde a una vía de cuarto Orden – Vecinal (IV) propiamente a las normas establecidas por el MTOP.
- Nuestra vía se encuentra dentro del rango de las vías colectoras, pues esta vía tiende a recibir el tráfico de los caminos aledaños en este caso vecinales, y de clase IV por su tráfico promedio diario anual de 100 – 300, por lo que se tomará estas características para el diseño geométrico.
- La velocidad de diseño para cada uno de los ejes viales es de 25 km/h (MONTAÑOSO).

- La velocidad de circulación es de 26.50 km/h para los dos ejes viales, la cual deberá ser respetada por los usuarios para evitar toda clase de accidentes.
- El ancho de la calzada en las dos alternativas de diseño para las nuevas vías de acceso será de 9,20 m repartidos en dos carriles de 3.00 m, cada uno con un espaldón de 0.60 m y una cuneta lateral de 1.00 m.
- La longitud máxima de tangente para cada uno de los ejes viales diseñados es de 500 metros.
- En la vía Cahujá Bajo – Arrayán Chico se utilizará un radio mínimo de curvatura igual 16.00 metros debido a la topografía del terreno.
- En la vía Guso Grande – Guso Chico se utilizará un radio mínimo de curvatura igual 20.00 metros.
- Para el proyecto en las dos alternativas, el peralte máximo en las curvas que se utilizará será el 8 %, con una longitud de transición de 28.00 m y la longitud de curva mínima de 20.00 m.
- Según el cálculo las curvas no necesitan un sobreancho, por lo que en nuestro diseño se optara por el valor de 1.00 m por seguridad.
- Para el proyecto en las dos alternativas de diseño se utilizará la distancia de parada de 45.00 m.
- Para nuestro proyecto en las dos alternativas de diseño el valor de la distancia de visibilidad de rebasamiento es de 80 m.
- En el diseño vertical para las curvas cóncavas el factor de coeficiente mínimo será igual a: $K=2.00$, para terreno montañoso y para las curvas convexas el factor de coeficiente mínimo será igual a: $K= 3.00$, para terreno montañoso.
- 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.
- 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.
- La vía Cahuají Bajo – Arrayán Chico en su totalidad contará con sistema de drenaje (en los dos sentidos), con una longitud de 1.0410 km de cunetas laterales revestidas con hormigón simple $f'c=180$ kg/cm², cuyas descargas se realizan directamente a las alcantarillas diseñadas, por las cuales se produce el escurrimiento en forma natural, a fin de que no provoque ningún problema nuevo aguas abajo.
- La vía Guso Grande – Guso Chico en su totalidad contará con sistema de drenaje (en los dos sentidos), con una longitud de 0.894.47 km de cunetas laterales revestidas con hormigón simple $f'c=180$ kg/cm², cuyas descargas se realizan directamente a cursos de agua o depresiones, por las cuales se produce el escurrimiento en forma natural, a fin de que no provoque ningún problema nuevo aguas abajo.
- Para la determinación de los caudales de diseño se utilizó el Método Racional.
- 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.
- Para el dimensionamiento hidráulico de cunetas, se adoptó una intensidad de lluvia correspondiente a un período de retorno de 10 años y la duración mínima del aguacero equivalente a 10 minutos.
- La velocidad máxima de escurrimiento del agua se ha limitado en el diseño hidráulico a 6,00 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 los ejes viales.
- Se ha implementado 3 alcantarillas de 1.20 m de diámetro de tubería metálica a una distancia de 250 m para evacuar las aguas lluvias y mantener la estructura del pavimento en perfectas condiciones en cada uno de los ejes viales en estudio.
- Las alcantarillas fueron diseñadas con las ecuaciones de flujo uniforme como si fueran canales abiertos; es decir, que trabajen a sección parcialmente llena.
- En el sector de estudio de las vías de acceso: Guso Grande – Guso Chico obtuvimos muestras del suelo a una profundidad de 1,0 m clasificándoles como suelos SM, siendo sub-rasantes buenas; y en el acceso Cahujá – El Arrayán Chico obtuvimos muestras del suelo a una profundidad de 1,0 m clasificándoles como suelos SM y ML, siendo sub-rasantes buenas.
- Las Propiedades obtenidas de la Vía Guso Grande- Guso Chico

MUESTRA	Humedad natural (%)	Índice de plasticidad (%)	CLASIFICACIÓN SUCS 0-1,00 m	C.B.R %
1 Subrasante	13.15	NP	SM	39.8
4 Subrasante	10.50	NP	SM	64.0

- Las Propiedades obtenidas de la Vía Cahujá – El Arrayán Chico.

MUESTRA	Humedad natural (%)	Índice de plasticidad (%)	CLASIFICACIÓN SUCS 0-1,00 m	C.B.R %
2 Subrasante	9.04	NP	ML	58.0
3 Subrasante	8.54	NP	SM	29.7

- En la vía Guso Grande- Guso Chico para una frecuencia del 70%, el valor de CBR de diseño es 54.32 %, mientras que en la vía Cahujá – El Arrayán el valor de CBR de diseño es 46.68 %.

- El número estructural requerido bajo las condiciones expuestas para la vía Guso Grande – Guso Chico es de 1.72 y para la vía Cahuají – El Arrayán Chico es de 1.73.
- La estructura de pavimento flexible para las dos vías de acceso, Vía Guso Grande – Guso Chico y Cahuají – El Arrayán Chico queda establecida de la siguiente manera:

Carpeta asfáltica =	2 pulg.	-	5.00 cm
Base clase IV =	6 pulg.	-	15.00 cm
Sub base Clase III =	6 pulg.	-	15.00 cm

CAPÍTULO VIII

BIBLIOGRAFÍA

Chafra, J., Pacheco, M. (2011). *Estudio para la reconstrucción de la carretera Orellana – Salinas de 7.5 km de longitud ubicada en la parroquia nueva Loja cantón lago agrario provincia de Sucumbíos.*

Tesis Ing. Civil. Universidad Nacional de Chimborazo.

Recuperado de:

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/493/1/UNACH-EC-IC-2011-0005.pdf>

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Guanando. (Agosto, 2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Santiago de Guanando.*

Recuperado de:

http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0660820830001_DIAGNOSTICO%20V2_30-10-2015_13-47-43.pdf

Asociación ASTEC, F ROMO Consultores, LEON&GODOY. (2006). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras.* Quito. Ecuador. [TEXTO IMPRESO].

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2002). MOP-001-F2022. *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.* [TEXTO IMPRESO].

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras.* [TEXTO IMPRESO].

AASHTO. (1963). *Asociación Americana de Vías Estatales y Transporte Oficial AASHTO*

Cueva, Pió. (2000). *Proyecto, Construcción, Fiscalización y Mantenimiento de Caminos.*

Recuperado de:

<https://es.scribd.com/document/73155999/1-Proyecto-y-Construccion-de-Caminos>

Quinzo, E., (2010). *Evaluación de la vía Guallaví - Taucan del Cantón Riobamba.*

Recuperado de:

<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/420>

AASHTO. (1993). *Diseño geométrico de vías AASHTO.*

Clarkson, H., OGLESBY&LAURENCE HEWES., (1982). *Ingeniería de Carreteras*.
Editorial continental S.A. México. [TEXTO IMPRESO].

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS (INV).

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM).

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI).

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC)

Badillo, J. (1963). *Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. [ELECTRÓNICO]. Tomo 1
Recuperado de:
<http://es.slideshare.net/alejandrocarrillo19/mecanica-de-suelos-juarez-badillo-15294009>

NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12-MTOP.

Agudelo, J. (1998). *Diseño Geométrico de Vías*.

Olivera, F. (2001). *Estructuración de Vías Terrestres*. Cía. Editorial Continental S.A.
México. [DESCARGA DIGITAL].

Fiallos, L. (2014). *Estudio Hidrológico Quebrada Chocón*. [ELECTRÓNICO].
Recuperado de:
https://www.academia.edu/7809871/ESTUDIO_HIDROLOGICO_QUEBRADA_CHOCON

Consejo Nacional de Recursos Hídricos, Subproceso de Estudios y Regulaciones para la Administración del Agua. (2007). *ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CHAMBO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO HIDROLÓGICO*.

Recuperado de:
<http://myslide.es/documents/estudio-hidrologico-55a2388a60a51.html>

Chiluisa, C. (2009). *Diseño Geométrico de la Vía Cahuajá empate con la Ambato – Baños*.
[ELECTRÓNICO].

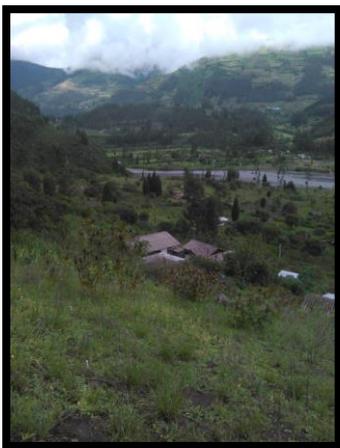
Recuperado de:
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2025/1/T-ESPE-026440.pdf>

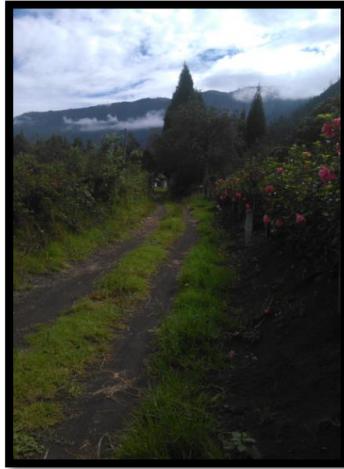
CAPÍTULO IX

ANEXOS

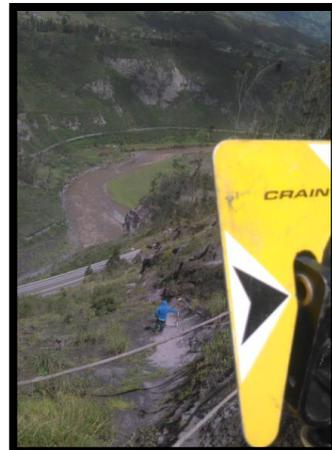
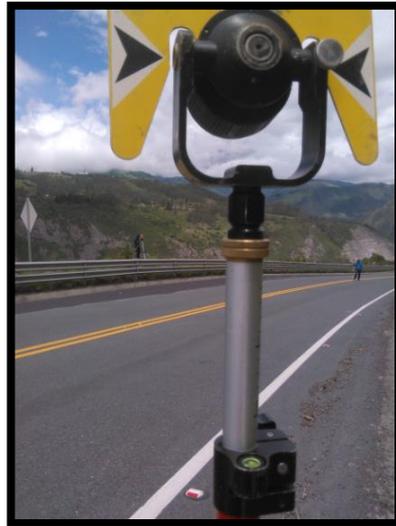
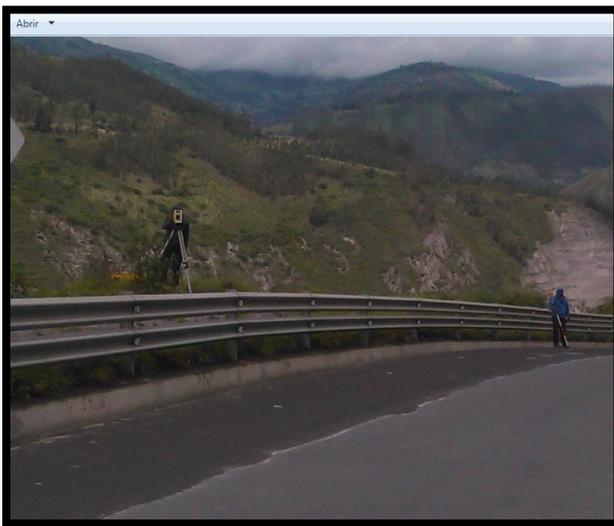
1. ANEXO 1: REGISTRO FOTOGRÁFICO.

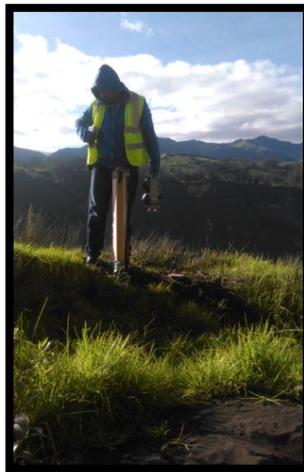
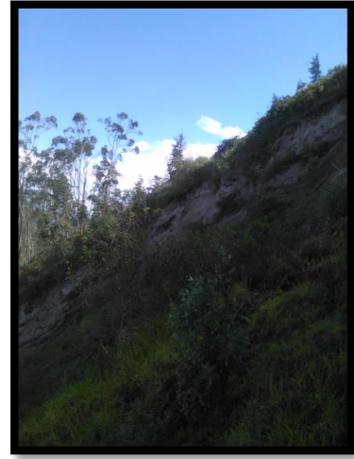
- LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y ESTADO ACTUAL DEL SECTOR DE LA VÍA GUSO GRANDE - GUSO CHICO





- LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y ESTADO ACTUAL DEL SECTOR DE LA VÍA CAHUAJÍ – EL ARRAYÁN CHICO.





- ESTUDIO DE SUELOS
 - TOMA DE MUESTRAS VÍA GUSO GRANDE- GUSO CHICO Y CAHUAJÍ – EL ARRAYÁN CHICO



- ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



- ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTÁNDAR

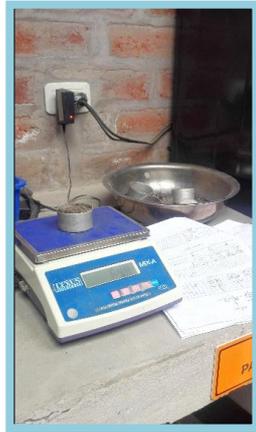
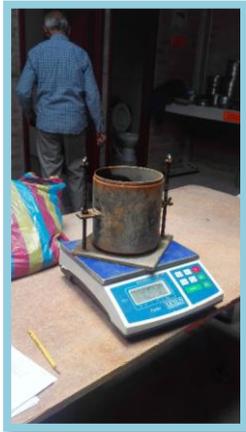




- ENSAYO C.B.R.







2. ANEXO 2: ENSAYOS DE SUELOS REALIZADOS EN CEDICONS.

3. ANEXO 3: PLANOS DEFINITIVOS DEL DISEÑO DE LAS VÍAS DE ACCESO GUSO GRANDE GUSO CHICO Y CAHUAJÍ – EL ARRAYÁN CHICO.

