



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**Trabajo estructurado de manera independiente, previo la obtención del título
de Ingeniero Civil**

TEMA:

**LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LAS COMUNIDADES CHICO
COPATAZA Y VILLAFLORA, PARROQUIA SIMÓN BOLÍVAR,
CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA PASTAZA Y SU REPERCUSIÓN EN
LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES.**

AUTOR: Campoverde Saltos Estefanía Fernanda

TUTOR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

AMBATO-ECUADOR

2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de graduación, certifico que la presente tesis realizada por la srta. Estefanía Fernanda Campoverde Saltos, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, se desarrolló bajo mi tutoría, es un trabajo personal e inédito, bajo el tema: **“LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LAS COMUNIDADES CHICO COPATAZA Y VILLAFLOA, PARROQUIA SIMÓN BOLÍVAR, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA PASTAZA Y SU REPERCUSIÓN EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES”**,

En el presente trabajo de graduación bajo mi tutoría fueron concluidos de manera correcta los 6 capítulos que conforman la tesis dentro del tiempo establecido según la normativa que rige en la Universidad Técnica de Ambato.

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

En la ciudad de Ambato, a los 23 días del mes de Octubre del 2014.

Ing. Mg. Vinicio Almeida

Tutor

AUTORÍA DE LA TESIS

Yo, Estefanía Fernanda Campoverde Saltos, declaro que los contenidos y los resultados en el presente proyecto de tesis, como requerimiento previo para la obtención del título de Ingeniero Civil, son absolutamente originales, auténticos y personales a excepción de las citas, cuadros y gráficos de origen bibliográfico.

Egda. Estefanía Fernanda Campoverde Saltos

Autor

DEDICATORIA

*El presente trabajo de graduación se lo dedico principalmente a **Dios**, mi creador, que ha sido tan bondadoso para permitirme llegar hasta estas instancias, siendo mi ayuda espiritual en momentos de desasosiego*

*A mis padres **Rodrigo y Gina**, quienes pusieron sus esperanzas en mí y me brindan su infinito amor*

*A mis hermanos **Dayra y Alembert**, por ser mi impulso para cada día ser mejor y se sientan orgullosos de mí*

*A mi abuelita **Mariana**, por ser el ángel que siempre me cuidó en este período de estudio y cuando la recordaba me llenaba de fuerza para seguir luchando, hasta que Dios permita volver a reunirnos en el Reino de los Cielos.*

Los amo, Estefanía

AGRADECIMIENTO

A **Dios** por darme la fortaleza de cumplir esta hermosa meta planteada. “En toda ocasión den gracias a Dios: ésta es voluntad de Dios, vuestra vocación de cristianos” (1Tes. 5, 18)

A mis padres: **Rodrigo y Gina**, por el esfuerzo desmesurado que hicieron por darme una buena educación.

A mi hermana **Dayra**, por compartir sus conocimientos al presente trabajo.

A mi hermano **Alembert**, por ser mi escape del mundo superficial y con su sonrisa alegra mi diario vivir.

A mis abuelos: **Luis y Gloria**, por ayudarme a impulsar este hermoso sueño.

A mi querida **Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica**, por abrirme las puertas, y especialmente a mis profesores que me enriquecieron con sus conocimientos.

A mi tutor, **Ing. Vinicio Almeida** por su contribución de conocimientos en mi trabajo de graduación.

Al **Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza**, de manera singular al departamento de Estudios Viales II y todo su cuerpo técnico que permitieron desarrollar este proyecto, además al Ing. Byron Sailema por el aporte de sus conocimientos técnicos para llevar a cabo mi meta.

A mis **familiares, amigos y compañeros de clase**, que de una u otra forma me han ayudado con sus palabras de aliento.

“La gratitud es una flor que brota del alma” (Henry Ward Beecher)

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

TÍTULO O PORTADA.....	I
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DE LA TESIS.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE CUADROS.....	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XI
RESUMEN EJECUTIVO	XIII
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA.....	1
1.1 TEMA	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis crítico.....	2
1.2.3 Prognosis	3
1.2.5 Interrogantes.....	4
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación	4
1.2.6.1 Delimitación del contenido	4
1.2.6.2 Delimitación espacial.....	4
1.2.6.3 Delimitación temporal.....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
1.4 OBJETIVOS	6
1.4.1 Objetivo general	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	7
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	8
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	9
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	9
2.4.1 Supra ordenación de las variables	9
2.4.2 Definiciones.....	10
2.4.2.1 Infraestructura vial	10
2.4.2.2 Topografía y trazado	12
2.4.2.3 Tráfico.....	15
2.4.2.4 Velocidad	23
2.4.2.5 Diseño geométrico de vías.....	26
2.4.2.6 Estudios de suelos	54
2.4.2.7 Pavimento.....	60

2.4.2.8 Sistema de drenaje.....	65
2.5 HIPÓTESIS.....	74
2.6 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES.....	75
2.6.1 Variable independiente.....	75
2.6.2 Variable dependiente.....	75
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA.....	76
3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	76
3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	77
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	77
3.3.1 Población.....	77
3.3.2 Muestra.....	77
3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	78
3.4.1 Variable independiente.....	78
3.4.2 Variable dependiente.....	79
3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	79
3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	80
CAPÍTULO IV	
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	81
4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	81
4.1.1 Análisis de resultados de las encuestas.....	81
4.1.2 Análisis de resultados del estudio topográfico.....	86
4.1.3 Análisis de resultados de estudio de tráfico.....	87
4.1.4 Análisis de resultados del estudio de suelos.....	94
4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	96
4.2.1 Interpretación de datos de las encuestas.....	96
4.2.2 Interpretación de datos del estudio topográfico.....	97
4.2.3 Interpretación de datos del estudio de tráfico.....	97
4.2.4 Interpretación de datos del estudio de suelos.....	98
4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	98
4.3.1 Formulación de hipótesis.....	99
4.3.2 Cálculo del Chi-cuadrado χ^2 prueba.....	99
4.3.3 Decisión.....	103
CAPÍTULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
5.1 CONCLUSIONES.....	105
5.2 RECOMENDACIONES.....	107
CAPÍTULO VI	
PROPUESTA.....	108
6.1 DATOS INFORMATIVOS.....	108
6.1.1 Ubicación.....	108
6.1.2 Población.....	110
6.1.3 Condiciones climáticas.....	110
6.1.4 Análisis socioeconómico.....	112
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	113

6.4 OBJETIVOS	115
6.4.1 General	115
6.4.2 Específicos.....	115
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	115
6.6 FUNDAMENTACIÓN	116
6.6.1 Diseño geométrico.....	116
6.6.2 Diseño de la estructura del pavimento.....	117
6.6.3 Sistema de drenaje.....	117
6.7 METODOLOGÍA	118
6.7.2 Diseño geométrico.....	118
6.7.2.1 Diseño horizontal	120
6.7.2.2 Diseño vertical	124
6.7.3 Diseño del pavimento	126
6.7.4 Sistema de drenaje.....	149
6.7.4.1 Diseño de cunetas.....	152
6.7.4.2 Diseño de alcantarillas.....	162
6.7.5 Señalización.....	172
6.7.5.1 Señalización horizontal	172
6.7.5.2 Señalización vertical	175
6.7.6 Cálculo de volúmenes.....	180
6.7.7 Presupuesto referencial.....	186
6.7.8 Cronograma valorado	188
6.8 ADMINISTRACIÓN.....	189
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	189
MATERIALES DE REFRERENCIA	191

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.1 Periodo de análisis	21
Cuadro No.2 Tasas de crecimiento.....	22
Cuadro No.3 Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado	23
Cuadro No.4 Velocidades de diseño	24
Cuadro No.5 Valores de velocidad de circulación	25
Cuadro No.6 Distancia de visibilidad mínima para la parada de un vehículo.....	30
Cuadro No.7 Distancia de visibilidad mínima para el rebasamiento de un vehículo	33
Cuadro No.8 Radios mínimos en función del peralte y el coeficiente $f_{lateral}$	36
Cuadro No.9 Pendiente de borde “i” para el desarrollo del peralte.....	40
Cuadro No.10 Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%)	46
Cuadro No.11 Coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-convexas	50
Cuadro No.12 Coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-cóncavas.....	52
Cuadro No.13 Clasificación de subrasante según el valor de CBR.....	59
Cuadro No.14 Límites granulométricos para sub-bases	64
Cuadro No.15 Límites granulométricos para bases.....	65
Cuadro No.16 Características de las sub-bases y bases de agregados.....	65
Cuadro No.17 Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales	67
Cuadro No.18 Operacionalización de variable independiente	78
Cuadro No.19 Operacionalización de variable dependiente.....	79
Cuadro No.20 Plan de recolección de información.....	79
Cuadro No.21 Volumen vehicular durante la hora pico	87
Cuadro No.22 Tráfico promedio diario anual, TPDA	90
Cuadro No.23 Tráfico atraído, T_{at}	91
Cuadro No.24 Tránsito actual, T_{ac} y su composición.....	91
Cuadro No.25 Composición de tránsito actual y tráfico proyectado.....	92
Cuadro No.26 Valor de resistencia de diseño	95
Cuadro No.27 Interpretación de datos de las encuestas	96
Cuadro No.28 Clasificación del suelo de acuerdo al C.B.R.	98
Cuadro No.29 Frecuencias observadas	100
Cuadro No.30 Frecuencias esperadas.....	100
Cuadro No.31 Chi-cuadrado	101
Cuadro No.32 Tabla de distribución de Chi-Cuadrado	102
Cuadro No.33 Ubicación geográfica de los sectores incluyentes en la vía (Datum WGS 84)	108
Cuadro No.34 Distribución de la población por zona de empadronamiento.....	110
Cuadro No.35 Densidad poblacional de la parroquia Simón Bolívar.....	110

Cuadro No.36 Tasa de crecimiento intercensal del 2010-2001-1990 por sexos.....	110
Cuadro No.37 Condiciones climáticas	111
Cuadro No.38 Periodos de diseño en función del tipo de carretera.....	126
Cuadro No.39 Niveles recomendados de confiabilidad	127
Cuadro No.40 Factor de desviación normal	127
Cuadro No.41 Factores de daño según el tipo de vehículos FD.....	132
Cuadro No.42 Factor de distribución direccional DD.....	133
Cuadro No.43 Factor de distribución por carril DC	133
Cuadro No.44 Número de ejes equivalentes a 8.2 Ton	135
Cuadro No.45 Espesores mínimos en función de los ejes equivalentes	136
Cuadro No.46 Módulos de la carpeta asfáltica a_1	138
Cuadro No.47 Coeficiente estructural de la capa base a_2	139
Cuadro No.48 Coeficiente estructural de la capa sub-base a_3	140
Cuadro No.49 Calidad de drenaje	141
Cuadro No.50 Coeficientes de drenaje m_2, m_3	141
Cuadro No.51 Granulometrías de los agregados para la mezcla asfáltica.....	150
Cuadro No.52 Criterios de diseño para mezclas Marshall	151
Cuadro No.53 Caudales y velocidades con distintas pendientes de las cunetas.....	154
Cuadro No.54 Coeficientes de escorrentía	159
Cuadro No.55 Áreas de aportación y caudales de diseño para cunetas laterales.....	161
Cuadro No.56 Valores de C para la fórmula de Talbot	165
Cuadro No.57 Dimensiones y áreas de drenaje de alcantarillas.....	166
Cuadro No.58 Niveles mínimos de retroreflexión para pinturas de pavimento	173
Cuadro No.59 Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada.....	174
Cuadro No.60 Volúmenes de hormigón para alcantarillas del proyecto	183
Cuadro No.61 Tabla de presupuesto referencial	187

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No.1 Proyección de UTM	13
Gráfico No.2 Husos y bandas UTM.....	14
Gráfico No.3 Características de una zona	15
Gráfico No.4 Relaciones entre los volúmenes horarios más altos del año y el TPDA.....	19
Gráfico No.5 Relaciones entre las velocidades de diseño y de circulación.....	25
Gráfico No.6 Coeficiente de fricción para patinaje longitudinal.....	29
Gráfico No.7 Distancia de visibilidad de parada.....	30
Gráfico No.8 Distancia de visibilidad de rebasamiento D_r	32
Gráfico No.9 Elementos de curvas circulares simples	34
Gráfico No.10 Coeficientes de fricción lateral.....	36
Gráfico No.11 Fuerzas que actúan sobre un vehículo a lo largo de una curva circular.....	38
Gráfico No.12 Transición del peralte.....	41
Gráfico No.13 Perfil parcial de la transición del peralte	41
Gráfico No.14 Transición de sobreebanco.....	45
Gráfico No.15 Tipos de curvas verticales	48
Gráfico No.16 Coeficiente angular de la curva vertical	49
Gráfico No.17 Curva vertical convexa.....	50
Gráfico No.18 Curva vertical cóncava	51
Gráfico No.19 Sección transversal de una vía de dos carriles.....	52
Gráfico No.20 Esquema de taludes típicos.....	54
Gráfico No.21 Representación de la deformación en un pavimento flexible.....	61
Gráfico No.22 Estructura de pavimentos	61
Gráfico No.23 Área de drenaje de una cuneta.....	67
Gráfico No.24 Secciones típicas de cunetas.....	68
Gráfico No.25 Dimensiones típicas de cunetas triangulares	69
Gráfico No.26 Elementos de una alcantarilla.....	70
Gráfico No.27 Elementos de una corrugación en acero	71
Gráfico No.28 Alineación correcta de una alcantarilla	72
Gráfico No.29 Ubicación de la estación de conteo	88
Gráfico No.30 Distribución de tráfico vehicular	89
Gráfico No.31 Volumen de tránsito en hora pico.....	89
Gráfico No.32 Composición del tránsito actual	92
Gráfico No.33 Composición del tránsito proyectado	93
Gráfico No.34 Esquemática de la distribución del Chi-Cuadrado.....	102
Gráfico No.35 Distribución gráfica de la prueba Chi-Cuadrado	103

Gráfico No.36 Ubicación del proyecto.....	109
Gráfico No.37 Distribución temporal de precipitación	112
Gráfico No.38 Distribución temporal de temperatura	112
Gráfico No.39 Espesores de las capas de pavimento	136
Gráfico No.40 Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_1	137
Gráfico No.41 Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_2	139
Gráfico No.42 Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_3	140
Gráfico No.43 Cálculo del SN requerido en el software <i>Ecuación AASHTO 93</i>	142
Gráfico No.44 Espesores de diseño de la estructura del pavimento.....	148
Gráfico No.45 Sección transversal de la vía en proyecto.....	148
Gráfico No.46 Dimensiones de la cuneta del proyecto	152
Gráfico No.47 Mapa de zonificación de intensidades.....	158
Gráfico No.48 Cabezal Tipo 1	167
Gráfico No.49 Cabezal Tipo 2	168
Gráfico No.50 Cabezal Tipo 3	169
Gráfico No.51 Cabezal Tipo 4	170
Gráfico No.52 Cabezal Tipo 5	171
Gráfico No.53 Ángulo de iluminación y observación.....	173
Gráfico No.54 Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.....	174
Gráfico No.55 Señales reglamentarias	175
Gráfico No.56 Señales preventivas	176
Gráfico No.57 Señales de información	177
Gráfico No.58 Señales especiales delineadoras	177
Gráfico No.59 Ubicación longitudinal de los delineadores de una curva horizontal	178
Gráfico No.60 Ubicación lateral de los delineadores de una curva horizontal.....	178
Gráfico No.61 Señales escolares	179
Gráfico No.62 Señales turísticas y de servicios	180

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LAS COMUNIDADES CHICO COPATAZA Y VILLAFLORA, PARROQUIA SIMÓN BOLÍVAR, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA PASTAZA Y SU REPERCUSIÓN EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES.

AUTORA: Egda. Estefanía Fernanda Campoverde Saltos

FECHA: Noviembre, 2014

El propósito del presente proyecto de investigación es mejorar la calidad de vida de los pobladores de las comunidades Chico Copataza y Villaflora de la parroquia Simón Bolívar, lo cual permitirá el desarrollo socio económico del sector.

La vía que une las comunidades Chico Copataza y Villaflora en la actualidad está en condiciones precarias puesto que es una apertura empírica de años atrás, razón por la cual es primordial realizar un diseño geométrico, de la estructura del pavimento y del sistema de drenaje adecuado, en base a las normas del Ministerio de Transporte y Obras Publicas MTOP y la norma americana AASHTO.

Para iniciar el proyecto se realizó una observación de campo para constatar las condiciones actuales de la vía, para lo cual se procedió con lo siguiente: encuestas, efectuadas a los pobladores del sector con la finalidad de recopilar información, luego se realizó el levantamiento topográfico, se extrajeron las muestras de suelos para sus respectivos ensayos de contenido de humedad, granulometría, límites de plasticidad, compactación y CBR, para determinar el tipo de suelo y su comportamiento.

Posteriormente se procedió con el diseño horizontal y vertical, diseño de la estructura del pavimento, diseño del sistema de drenaje (cunetas y alcantarillas), elaboración del presupuesto referencial, cronograma valorado de trabajo y análisis de precios unitarios.

El proyecto será entregado al Gobierno Provincial de Pastaza como un aporte de la Universidad Técnica de Ambato hacia la sociedad, entidad que podrá ejecutar el proyecto y elevar la calidad de vida los pobladores.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

La infraestructura vial de las comunidades Chico Copataza y Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza y su repercusión en la calidad de vida de los pobladores.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

Ecuador es un país en crecimiento con un total de 14'483.499 habitantes según los datos del censo del 2010 en una extensión de 283.561 km² por lo tanto su población se ve en la necesidad de desplazarse frecuentemente entre sus regiones. El buen estado de la infraestructura vial influye en el desarrollo del país, puesto que permite llevar pronto y a leve costo los frutos desde los centros de producción hasta los focos de consumo.

Decrece la agricultura y las fábricas porque no hay rápidas y abundantes salidas a los productos del trabajo; y si a pesar de los obstáculos que opone la naturaleza llegan al mercado, recargan el coste de la producción los gastos extraordinarios del transporte, con lo cual se reduce el número de los consumidores.

La falta de vías terrestres causa un gran desnivel en los precios de los diversos mercados de una misma nación. Un buen sistema vial facilita la corriente de las mercaderías de donde menos valen a donde más se estiman.

Dentro de la región del Oriente, una vía que le dará impulso es la Troncal Amazónica, la cual es un corredor de 1.040,6 kilómetros de longitud, que inicia en el puente Internacional sobre el río San Miguel, en la frontera con Colombia en Sucumbíos, pasando por Orellana, Napo, Pastaza, Morona Santiago, hasta el puente Balsas, límite sur con Perú en Zamora Chinchipe, garantizando fluidez, conectividad y seguridad, permitiendo el desarrollo productivo y turístico de la región (http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/25-02-2012_Especial_TRONCAL_AMAZONICA.pdf).

Es por esto que en provincias como Pastaza se está dando un cambio dentro de sus cantones, con anillos viales racionalizados que permitan aprovechar las potencialidades de la Provincia en todos sus componentes de desarrollo social, económico y como complemento actividades de impulso turístico, cuenta con un sistema vial de primer, segundo y tercer orden, coordinado con el apoyo de la participación comunitaria, accesible para la población capaz de mejorar la calidad de vida de los habitantes y dinamizar el desarrollo integral de la provincia preservando el ambiente (www.pastaza.gob.ec/obras-y-proyectos/vias).

La vía que une las comunidades Villaflora y Chico Copataza actualmente se encuentra lastrada pero no posee ningún estudio y fue abierta de una forma empírica razón por la que sirve medianamente a las comunidades lo que afecta al sacar los productos propios de la zona.

1.2.2 Análisis crítico

Al ser Pastaza una provincia con superficie territorial extensa lamentablemente existe varias comunidades que han quedado rezagadas de vías de comunicación óptimas para el buen desarrollo socio-económico. Sin olvidar la despreocupación gubernamental por la planificación vial en estos sectores alejados.

Un mal acceso vial afecta directamente a los pobladores de las comunidades Villaflora y Chico Copataza, los cuales esencialmente se dedican a la agricultura, entre sus productos se encuentran: la fibra, el plátano, la yuca, entre otros, los

cuales son sacados al mercado en algunos de los casos a través de camionetas, animales, o por medio de la única cooperativa de buses interprovincial que ingresa al sector denominada “Centinela del Oriente”; todo esto ocasiona tardanzas en el transporte desde el lugar de producción hasta la ciudad más cercana, El Puyo.

La vía que en la actualidad se encuentra lastrada pero por las intensas lluvias que son características de la región, se encuentra llena de baches y ciertos tramos inundada, esto ocurre porque la lluvia transporta el material fino y ha quedado en la vía cantos grandes, lo cual afecta a los medios de transporte ya que estos deben transitar a baja velocidad lo que provoca mayor consumo de combustible y deterioro de los vehículos.

La comunidad de Villaflora se encuentra ubicada al final de la vía, es la más afectada, no posee servicios básicos y sin una vía adecuada encarece cualquier proyecto social que se quiera emprender en el sector.

1.2.3 Prognosis

En ausencia de una vía en buenas condiciones la actividad agrícola, educativa y comercial de la zona se vería afectada, reduciendo las oportunidades de desarrollo socio-económico del sector.

Si no se dispone de una vía en condiciones óptimas se verá influenciado la comercialización de los productos por la demora para llevarlos hacia sus lugares de venta, además que los medios de transporte que transiten por la vía seguirán soportando los malestares que ocasiona un inadecuado camino como es el polvo, los baches, los accidentes, entre otros.

Se debe enfocar este proyecto al nivel social que posee ya que la presencia de una vía realizada bajo normas y conocimientos ingenieriles abrirá la oportunidad para que estas comunidades como Villaflora y Chico Copataza gocen de otros servicios necesarios.

1.2.4 Formulación del problema

¿Cómo repercute la infraestructura vial de las comunidades Chico Copataza y Villaflora parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza, en la calidad de vida de los pobladores?

1.2.5 Interrogantes

- ¿Cuáles son las características socio-económicas de la población?
- ¿En qué condiciones se encuentra la vía?
- ¿Cuál es el tipo de tráfico que circula?
- ¿Qué tipo de topografía existe en la zona?
- ¿Cuál es el tipo de suelo del sector?

1.2.6 Delimitación del objeto de investigación

1.2.6.1 Delimitación del contenido

El presente proyecto bajo el tema “La infraestructura vial de las comunidades Chico Copataza y Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza” está dentro del campo científico de la ingeniería civil, en el área de vías y toma en cuenta aspectos como topografía, mecánica de suelos, diseño geométrico de vías y análisis de precios unitarios.

1.2.6.2 Delimitación espacial

El estudio se realizó en las comunidades Chico Copataza y Villaflora pertenecientes a la parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza, cuya ubicación es la siguiente: 190549 E , 9809210 N ;194445 E , 9807793N, respectivamente, los trabajos de oficina se efectuaron en las instalaciones del Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Pastaza y en coordinación con la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

1.2.6.3 Delimitación temporal

El proyecto se realizó entre los meses de Octubre del 2013 a Noviembre del 2014.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El proyecto tiene un gran impacto social puesto que los moradores de la zona tienen como única fuente de trabajo la agricultura, razón por la cual el mal estado de la vía ha ocasionado dificultades en el transporte de personas y productos desde su lugar de origen hacia sectores de mayor urbanización, lo que causa demoras excesivas y encarece el costo de los productos.

Además cabe recalcar que las personas que viven a lo largo de la vía poseen escasos niveles de estudio es por esto que sus oportunidades de desarrollo socio-económicas depende de las condiciones en las que se encuentre el lugar en donde habitan.

Siendo un sector alejado pero con gran crecimiento poblacional, el presente proyecto es factible, puesto que la zona cuenta con gran cantidad de productores agrícolas que desean vías de comunicación en buen estado, sin olvidar a los más beneficiados de la realización de este proyecto que son el grupo mayormente débil como son las mujeres y niños, los cuales actualmente tienen centros educativos en inadecuadas condiciones, no poseen servicios básicos y el centro de salud está en condiciones precarias.

Esta vía no solo beneficiará a las comunidades limitantes de la misma como es Chico Copataza y Villaflora sino también a las comunidades aledañas que usan este camino, puesto que el sector está compuesto de comunidades que son unificadas en una sola asociación.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Analizarla infraestructura vial de las comunidades Chico Copataza y Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza y su repercusión en la calidad de vida de los pobladores.

1.4.2 Objetivos específicos

- Definir los aspectos socio-económicos
- Evaluar las condiciones de la vía
- Determinar la topografía del sector
- Determinar la capacidad portante del suelo
- Definir el volumen y composición del tránsito

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Como soporte a la investigación se ha considerado los siguientes proyectos que reposan en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

En la investigación realizada por el Sr. Fabricio Chávez Sanabria, (2012), bajo el tema “Análisis del diseño geométrico y estructura de la vía que une a la parroquia Diez de Agosto con la comuna Juan de Velasco, perteneciente al cantón Pastaza, provincia de Pastaza y su incidencia en la calidad de vida de los pobladores de la zona”, se concluye que: Al emplear una carpeta asfáltica, por su característica de ser lisa vamos a garantizar comodidad y confort para el tránsito vehicular. La optimización de recursos económicos es muy importante, por lo que el proyecto se acomodará en lo posible a la topografía existente con la finalidad de no aumentar el valor de la obra. Al encontrarse en servicio esta carretera, el tráfico se incrementará notablemente, por cuanto beneficiará a una amplia zona cuyo suelo es de gran fertilidad.

En la investigación realizada por el Sr. Jácome Pérez Iván Gonzalo, (2011), bajo el tema: “La infraestructura vial y su incidencia en el buen vivir de los habitantes de las colonias Libertad y Allishungo, parroquia Fátima, cantón Pastaza, provincia de Pastaza”, se concluye que: Para hacer efectivo el estudio y construcción de una vía se debe tomar en cuenta varios aspectos: sociales, producción agrícola y ganadera, economía, geografía, etc., y de manera especial a quienes serán beneficiarios directos. Por tratarse de un camino de penetración hacia zonas rurales, esta vía tiene características de un camino vecinal, y se ha considerado que el tráfico vehicular que predominará serán los vehículos de carga ya que en

toda región se dispone de gran cantidad de madera y productos agrícolas, los cuales serán sacados al mercado precisamente en este tipo de vehículos.

En la investigación realizada por el Sr. Cristian Fernando Parra Ushca, (2013), bajo el tema: “Análisis de la estructura y el diseño geométrico de la vía Las Américas - Santa Martha, del cantón Pastaza, provincia de Pastaza, para facilitar el tráfico vehicular y optimizar la producción agrícola”, se concluye que: La vía presenta problemas de desgaste y deformaciones, en algunos casos debidos a la erosión que sufre la superficie de rodadura. El mejoramiento de la estructura de la vía va actuar en gran beneficio para todos los pobladores de la vía Las Américas – Santa Martha; debido a que una vía de transporte adecuada les va a permitir desplazarse y transportar sus productos tanto agrícolas con mayor rapidez y seguridad hacia los mercados locales. El dar seguridad al tránsito vehicular es un aspecto que no se debe descuidar, y todas las acciones que se adelanten deben estar encaminadas para garantizar un acceso seguro y confiable a los diferentes lugares que están inmersos en este proyecto.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La investigación bajo el tema: “La infraestructura vial de las comunidades Chico Copataza y Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza y su repercusión en la calidad de vida de los pobladores” se enfoca en el paradigma Crítico – Propositivo basándose en los siguientes aspectos:

En este paradigma la visión de la realidad se muestra por medio de las múltiples realidades que presenta el problema a investigar tales como: el mal estado de la vía en la actualidad y la repercusión en la calidad de vida de los pobladores.

La finalidad de la investigación arrojará una comprensión e identificación de los posibles cambios que se producirán a futuro en el sector, de la misma forma, el diseño de la investigación será de carácter participativo ya que serán utilizados técnicas y métodos que irán variando de acuerdo a las necesidades y problemas localizados.

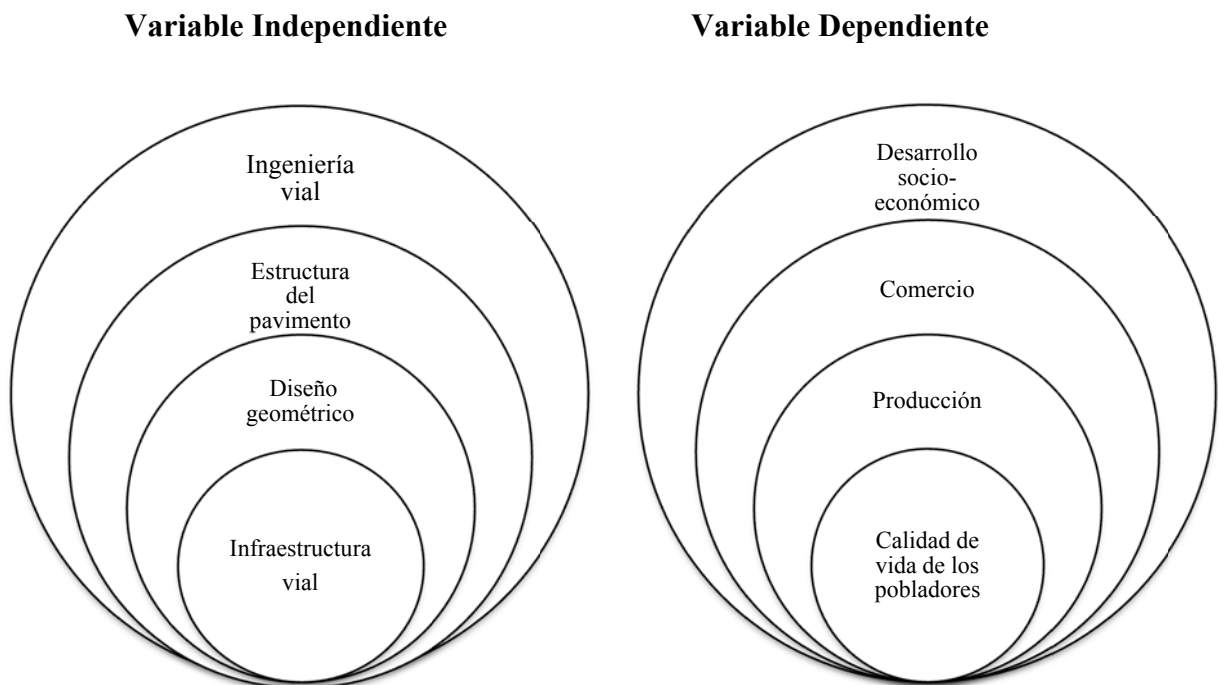
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La investigación se respalda de acuerdo a las siguientes normas se puede citar los siguientes:

- Normas AASHTO-93 para diseño de capa de rodadura.
- Normas de Diseño Geométrico MOP-2003.
- Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes, Ministeriode Transporte y Obras Públicas -001-F-2003.
- Ley de Caminos Decreto Supremo 1351, Registro Oficial 285 del 7 de Julio de 1964.
- Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial Asamblea Nacional Constituyente, 24 de Julio de 2008.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1 Supra ordenación de las variables



2.4.2 Definiciones

2.4.2.1 Infraestructura vial

Infraestructura vial es todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable y segura desde un punto a otro.

El área de infraestructura vial estudia lo relacionado con el diseño, la construcción y la operación de vías.

“Una carretera es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad” (Cárdenas, 2004, p.1).

Los estudios para trazado y localización de una carretera cubren 5 etapas:

1. Reconocimiento: es un examen general del terreno para determinar la ruta o rutas posibles de unión entre los puntos primarios que se señala al ingeniero vial.
2. Trazados antepreliminar: se adopta la mejor o mejores ubicaciones de la vía.
3. Trazado preliminar: se realiza sobre la ruta escogida con aparatos de precisión para el levantamiento topográfico de una zona de terreno en la cual va a proyectarse la vía.
4. Proyecto: comprende los diseños en planta y en perfil del eje de la vía.
5. Localización: consiste en las labores necesarios para transferir al terreno el eje de la vía determinado en el proyecto (Chocontá, 2002, pp.62-64).

En el Ecuador el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) ha clasificado tradicionalmente las carreteras de acuerdo a un cierto grado de importancia basado en el volumen del tráfico, topografía y el número de calzadas requeridas en su función jerárquica.

Por su topografía.

- Plano.- De ordinario tiene pendientes transversales a la vía menores del 5°, exige mínimo movimientos de tierras en la construcción de carreteras y no presenta dificultad en el trazado ni en su explanación por lo que las pendientes longitudinales son menores del 3%.
- Ondulado.- Se caracteriza por tener pendientes transversales a la vía del 6° - 12°, requiere moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y en la explanación, las pendientes longitudinales típicas son del 3 al 6%.
- Montañoso.- Las pendientes transversales a la vía suelen ser del 13°- 40°, la construcción de carreteras en este terreno supone grandes movimientos de tierra, por lo que presenta dificultad en el trazado y en su explanación, las pendientes longitudinales más comunes son de 6 al 8%.
- Escarpado.- Aquí la pendiente de terrenos transversales a la vía pasa con frecuencia del 40°. Para construir carreteras se necesita máximo movimiento de tierras y existen muchas dificultades en el trazado y en la explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisoras de aguas o quebradas en el recorrido de la vía. Por lo tanto abundan las pendientes longitudinales mayores que 8%.

Por su jurisdicción:

- Red vial estatal.- Está constituida por todas las vías administradas por el MTOP, como única entidad responsable del manejo y control.
- Red vial provincial.- Es el conjunto de las vías administradas por cada uno de los Consejos provinciales GADP.
- Red vial cantonal.- Es el conjunto de las vías urbanas e interparroquiales administradas por cada uno de los consejos municipales GADM.

Por su función jerárquica:

- Corredores arteriales.- Estos corredores pueden ser carreteras de calzada separada (autopistas) y de calzada única (clase I y II). Dentro del grupo de las autopistas, éstas tendrán un control total de accesos y cuyo uso puede ser prohibido a cierta clase de usuarios y de vehículos.

Dentro del segundo grupo de arteriales (clase I y II) que son la mayoría de las carreteras éstas mantendrán una sola superficie acondicionada de la vía con solo 2 carriles destinados a la circulación de vehículos en ambos sentidos y con adecuados espaldones a cada lado; incluirá además pero en forma eventual, zonas de giro, paraderos y sus accesos que se realizan a través de vías de servicios y rampas de ingreso o salida adecuadamente diseñadas.

- Vías colectoras.- Estas vías son las carreteras de clase I, II, III y IV, de acuerdo a su importancia están destinados a recibir el tráfico de los caminos vecinales.
- Caminos Vecinales.- Estas vías son las carreteras de clase IV y V que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en los denominaciones anteriores.

2.4.2.2 Topografía y trazado

“La topografía es un factor principal, que afecta a la localización física de una vía, sobre todo a las pendientes, alineamientos horizontales y verticales, y sus respectivas secciones transversales” (Chocontá, 2002, p.29).

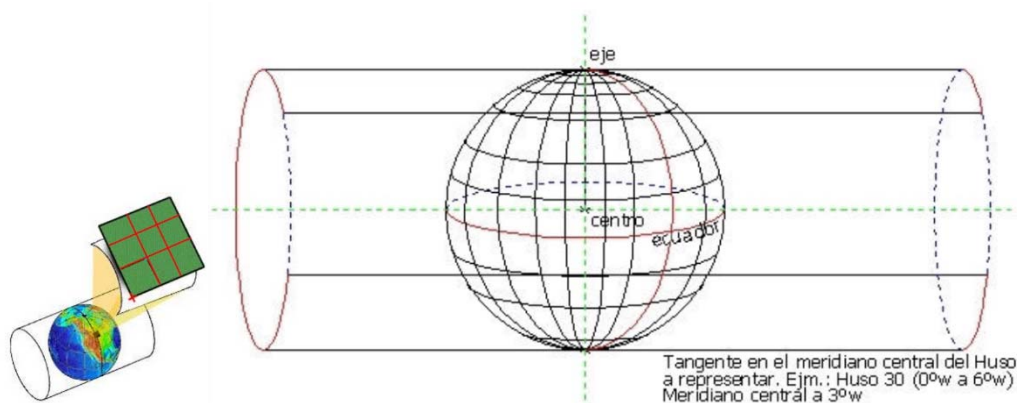
La superficie debe estar generada de tal manera que simule la topografía real mediante curvas de nivel, las cuales se dibujan para representar intervalos de altura que son equidistantes sobre un plano de referencia. Las curvas de nivel pueden ser de 2 tipos: índices, que se establecen en divisiones exactas y siempre se muestra su valor, y las intermedias, que son las que se trazan entre las índices, éstas también están a la misma distancia entre ellas. Generalmente, las curvas índices son de mayor grosor para facilitar la interpretación en el dibujo. Se ha dibujado las curvas índices cada 5 metros y las intermedias cada metro.

Sistema de coordenadas UTM

La proyección UTM está dentro de las llamadas proyecciones cilíndricas, por emplear un cilindro situado en una determinada posición espacial.

La proyección ***UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR (UTM)***, toma como base la proyección de Mercator, sin embargo la posición del cilindro de proyección es transversal del eje de la Tierra (<http://www.slideshare.net/cerz2005/cartografia-geograficasutmdatum-24898394>), como muestra el siguiente gráfico:

Gráfico No.1 Proyección de UTM



Fuente: Fernández, (2001) ¹

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

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

¹ Recuperado de <http://www.cartesia.org/data/apuntes/cartografia/cartografia-utm.pdf>

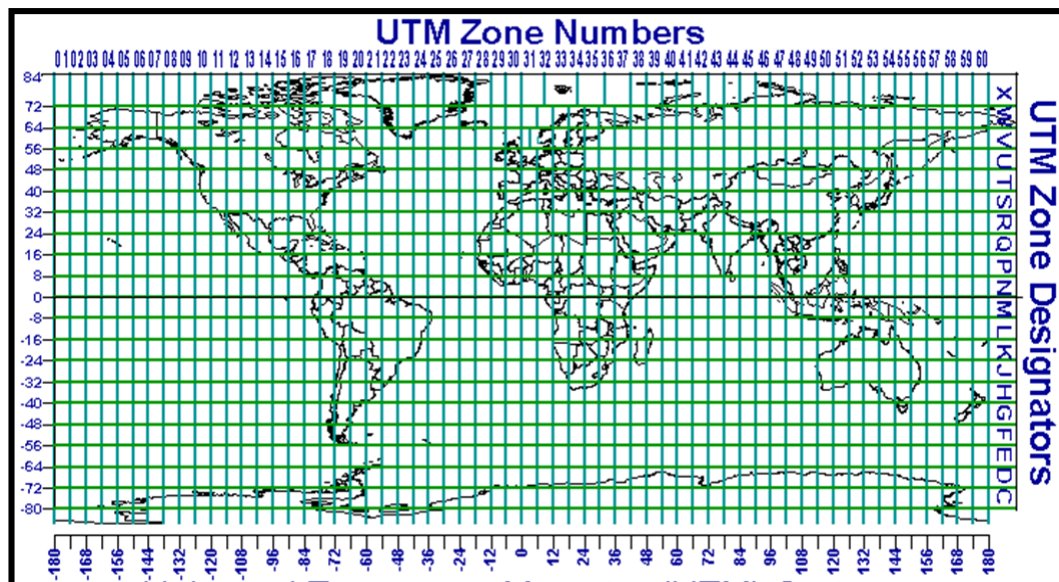
Los parámetros necesarios para definir un elipsoide son tres: radio ecuatorial o semi eje mayor, radio polar o semi eje menor y el aplastamiento o achatamiento.

La Tierra queda dividida en 60 husos, de esta forma se limita la proyección a un huso de 6 grados de longitud. Los husos se enumeran correlativamente del 1 al 60 a partir del “antemeridiano de Greenwich (180°) y en este sentido creciente hacia el este. Cada huso se divide horizontalmente entre 84° de latitud Norte y los 80° de latitud Sur, en 20 fajas o bandas entre paralelos.

En vista que las latitudes van de 84° de latitud Norte y los 80° de latitud Sur, se tiene las 20 bandas denominadas de Sur a Norte con las letras C a la X (la C sería las 80°S a 72°S) y la X (sería 72°N y 84°N). Las bandas C a M están en el hemisferio Sur y las bandas de N a X están en el hemisferio Norte.

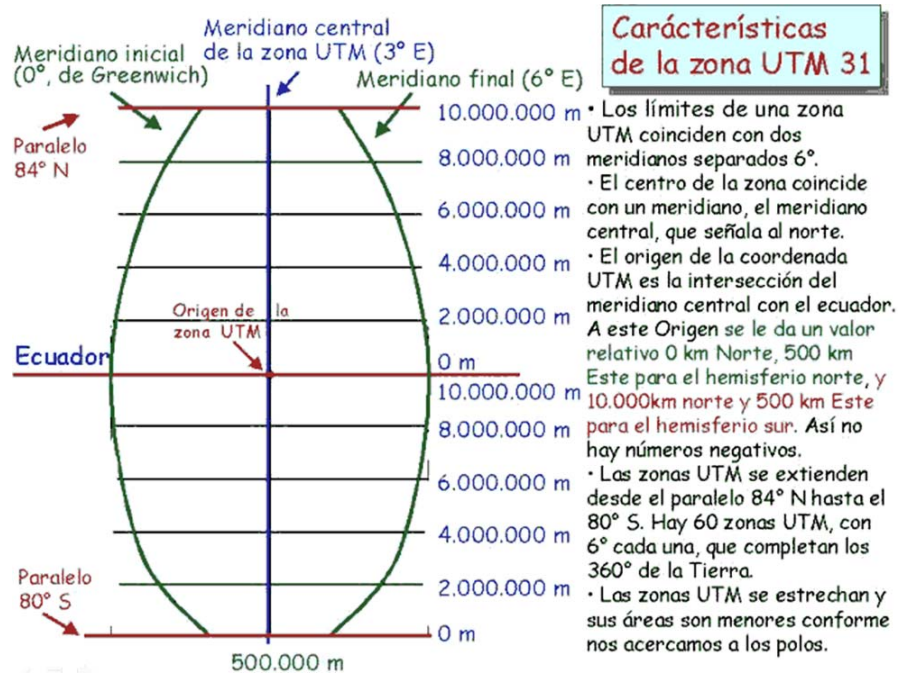
Cada huso queda así limitado en áreas de 6° de longitud y 8° de latitud que se denomina zonas y constituyen la cuadrícula básica de las UTM.

Gráfico No.2 Husos y bandas UTM



Fuente: Fernández, (2001)

Gráfico No.3 Características de una zona



Fuente:Fernández, (2001)

2.4.2.3 Tráfico

Se define como volumen de tráfico a “el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un tiempo determinado” (Cal y Mayor y Cárdenas, 1994, p.152).

En las Normas de diseño geométrico de carreteras MOP (2003), considera que 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.

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.

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura. En cambio, cuando se trata de zonas menos desarrolladas o actualmente inexplotadas, la estimación del tráfico se hace difícil e incierta. Este caso se presenta con frecuencia en nuestro país, que cuenta con extensas regiones de su territorio total o parcialmente inexplotadas (MOP, 2003).

Flujo (q): “Es el número de vehículos que pasan durante un periodo inferior a una hora” (Cal y Mayor **†** y Cárdenas, 1994, p.153).

Volumen horario de máxima demanda: “Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos” (Cal y Mayor **†** y Cárdenas, 1994, p.155).

Factor de la hora de máxima demanda (FHMD): Se expresa como la relación que siempre será igual o menor que la unidad, a la relación entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD) y el flujo máximo, ($q_{m\acute{a}x}$), que se presenta durante un periodo dado dentro de dicha hora. En general, se considera que cuando el FHMD es menor de 0.85, las condiciones operativas de la carretera variarán sustancialmente. Matemáticamente se expresa así:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(q_{m\acute{a}x})}$$

Volumen horario de proyecto (VHP): “Es el volumen de tránsito horario que servirá para determinar las características geométricas de la vialidad”. Por lo general se utiliza el trigésimo volumen horario más alto para el año futuro de diseño (Cal y Mayor **†** y Cárdenas, 1994, p.155).

Tránsito promedio diario anual (TPDA): “Representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido para 365, o sea es el volumen de tránsito promedio por día” (Chocontá, 2002, p.33).

Composición de tránsito: “Se mide en términos de porcentaje sobre el volumen total” (Cal y Mayor † y Cárdenas, 1994, p.163).

A continuación se describe el método que recomienda la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) para proyectar el tránsito, los volúmenes de tránsito futuro para diseño se derivan de la corriente durante el periodo seleccionado para el diseño.

Los componentes del tránsito futuro son:

1. El tránsito actual, compuesto de:
 - a. El tránsito existente y
 - b. El tránsito atraído

2. El aumento de tránsito, conformado por:
 - a. El crecimiento normal

Las siguientes definiciones han sido tomadas de Cal y Mayor † y Cárdenas, (1994):

Tránsito futuro: “Es el esperado al final del periodo o año meta seleccionado”

Tránsito actual: “Es aquel que utilizaría la carretera nueva o mejorada en el momento de quedar en servicio”.

Tránsito existente: “Es el que está utilizando la carretera antes de la mejora. En el caso de una carretera nueva este tránsito no existe”.

Tránsito atraído: “Es el que viene de otras vías al terminar de construirse la carretera o al completarse las mejoras. Así el volumen de tránsito que empieza a usar una carretera nueva es completamente atraído”.

Estableciendo el tránsito actual, se debe determinar el volumen futuro aplicando los incrementos correspondientes al crecimiento normal.

El crecimiento normal del tránsito: “Es el incremento en el volumen de tránsito debido al incremento general en el número y utilización de los vehículos”.

Factor de proyección del tránsito: “Es la relación entre el tránsito futuro y el tránsito actual”.

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

EL valor utilizado en el pronóstico del tránsito futuro para nuevas vialidades, sobre la base de periodo de proyecto de 20 años, está en el intervalo de 1.5 - 2.5.

Tráfico promedio diario anual (TPDA)

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA, permite determinar el uso anual que tendrá la vía, y hacer un análisis del diseño (MOP, 2003).

Para el cálculo del TPDA, según las Normas de diseño geométrico de carreteras MOP (2003), se debe tomar en cuenta:

- En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido.
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.

Tipos de conteo

- Manuales: Son irremplazables por proporcionarnos información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía.
- Automáticos: Permiten conocer el volumen total del tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico.

Período de observación

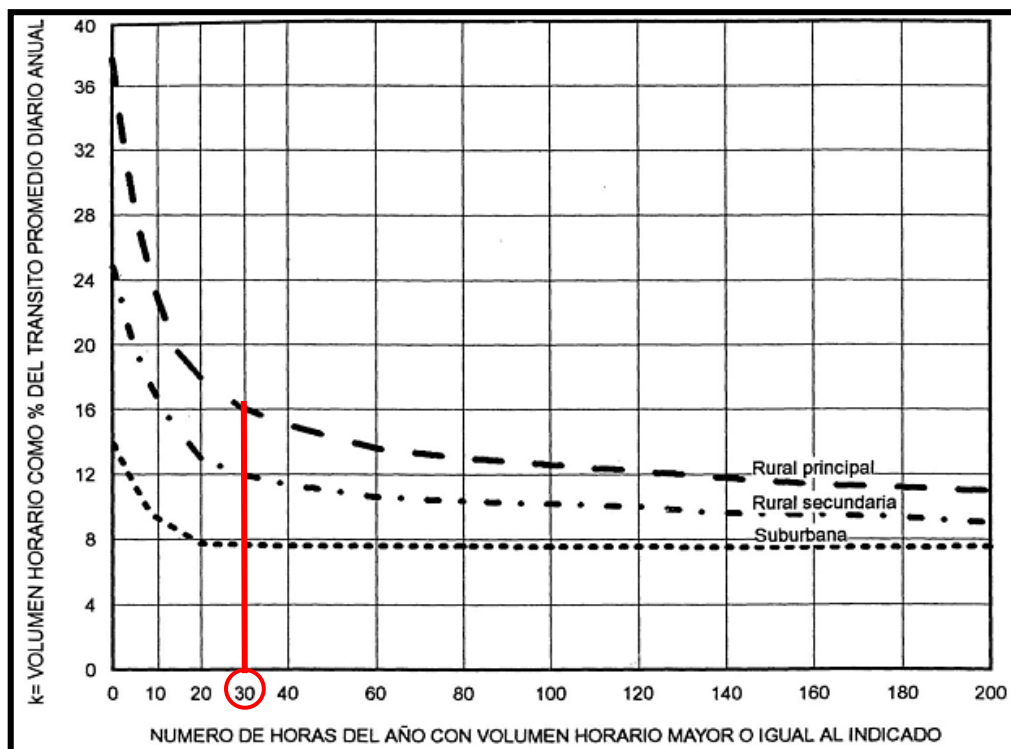
Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales.

Tránsito de hora pico (Trigésima hora de diseño)

Para hallar el tránsito horario que se acomode mejor a la economía de las vías se ha usado la curva que presenta los volúmenes horarios del año en orden descendente.

En el siguiente gráfico se muestra la relación entre los volúmenes horarios más altos de año y el TPDA.

Gráfico No.4 Relaciones entre los volúmenes horarios más altos del año y el TPDA



Fuente: Cal y Mayor y Cárdenas, (1994)

Esta figura lleva a la conclusión que el volumen horario que se debe considerar en el diseño es el volumen trigésimo más alto del año (30va HD), como puede observarse la curva tiende a horizontalizarse a partir de este valor; esto quiere decir que desde este punto los demás valores difieren poco entre sí, mientras que los anteriores son bastantes distintos y son pocos los demasiados grandes.

La figura muestra en el eje de las ordenadas aquellos volúmenes registrados de mayor a menor, como porcentajes del TPDA, en tanto que en el eje de las abscisas se anota el número de horas por año en que el tránsito es mayor o igual al indicado. La curva desciende bruscamente hasta su punto de inflexión, que ocurre normalmente en la denominada trigésima hora de diseño o 30va HD lo cual significa que al diseñar para ese volumen horario, cabe esperar que existan 29 horas en el año en que el volumen será excedido.

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

En carreteras urbanas, este volumen se ubica entre 8 y 12 por ciento del TPDA, por lo que es válida la práctica de utilizar un 10 por ciento del TPDA como valor de diseño, a falta de factores propios obtenidos de las investigaciones de tránsito (Leclair,2001, p.8)².

Tráfico Futuro

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años por el crecimiento normal del tráfico.

²Recuperado de <http://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/normas-disec3b1o-geometrico-sieca-2004.pdf>

Cuadro No.1 Periodo de análisis

Tipo de carretera	Periodo de análisis(años)
Urbana de alto Volumen	30 a 50
Rural de alto volumen	20 a 50
Pavimentada de bajo volumen	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

Fuente: AASHTO, (1993)³

Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto.

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 y el volumen correspondiente a la 30ava hora, o trigésimo volumen horario anual más alto.

Proyección en base a la formación del parque automotor.

La carencia de un banco de datos históricos de tráfico vehicular, que permita determinar sus tendencias, obliga a utilizar otras variables de las cuales se dispone información suficiente como son: Producto Interno Bruto (PIB), datos proporcionados por el Banco Central y la Dirección Nacional de Tránsito (Bustillos, 2011).

Para la determinación de las tasas de crecimiento con los datos disponibles, se construyó una ecuación matemática y se la emplea para pronosticar el valor de una variable en función de otra, lo que se conoce como “ajuste de curvas”.

³Recuperado de <http://www.slideshare.net/serovolts/aashto-guide-for-design-of-pavement-structures93>

$$y = ax^b$$

Donde: y= variable dependiente (parque automotor)

x= variable independiente (PIB)

b= elasticidad PIB – parque automotor

a= constante

De lo cual se obtuvo el siguiente cuadro de tasas de crecimiento.

Cuadro No.2 Tasas de crecimiento

Periodo	Liviano	Bus	Camión
2010-2015	4,47	2,22	2,18
2015-2020	3,97	1,97	1,94
2020-2025	3,57	1,78	1,74
2025-2030	3,25	1,62	1,58

Fuente: MTOP, (2011) ⁴

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

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

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

Donde:

Tf = Tráfico futuro o proyectado

Ta = Tráfico actual

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

n = Número de años proyectados

⁴ Recuperado de http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/06-09-2011_informe_tecnico_zamora_gualaquiza_parteII.pdf

Por su tráfico proyectado, las carreteras se clasifican en:

Cuadro No.3 Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado

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

Fuente: MOP,(2003)

2.4.2.4 Velocidad

- Velocidad de diseño

Las Normas de diseño geométrico de carreteras MOP (2003) afirman que es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Esta velocidad se elige 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 sea 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.

Seleccionar convenientemente la velocidad de diseño es lo fundamental. Teniendo presente que es deseable mantener una velocidad constante para el diseño de cada tramo de carretera (<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6129/5/TESIS%20COMPLETA.docx>).

La velocidad de diseño debe seleccionarse para el tramo de carreteras más desfavorables y debe mantenerse en una longitud mínima entre 5 y 10 kilómetros. Una vez seleccionada la velocidad, todas las características propias del camino se

deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado. Siempre que sea posible se aconseja usar valores de diseños mayores a los mínimos establecidos.

Cuadro No.4 Velocidades de diseño

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II	120	110	90	110	90	80
I	110	100	80	100	80	60
II	100	90	70	90	80	50
III	90	80	60	80	60	40
IV	80	60	50	60	35	25
V	60	50	40	50	35	25

Fuente: MOP,(2003)

Nota:

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

- Velocidad de circulación

La velocidad de circulación 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 (MOP, 2003).

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

Donde : V_c = velocidad de circulación (km/h)

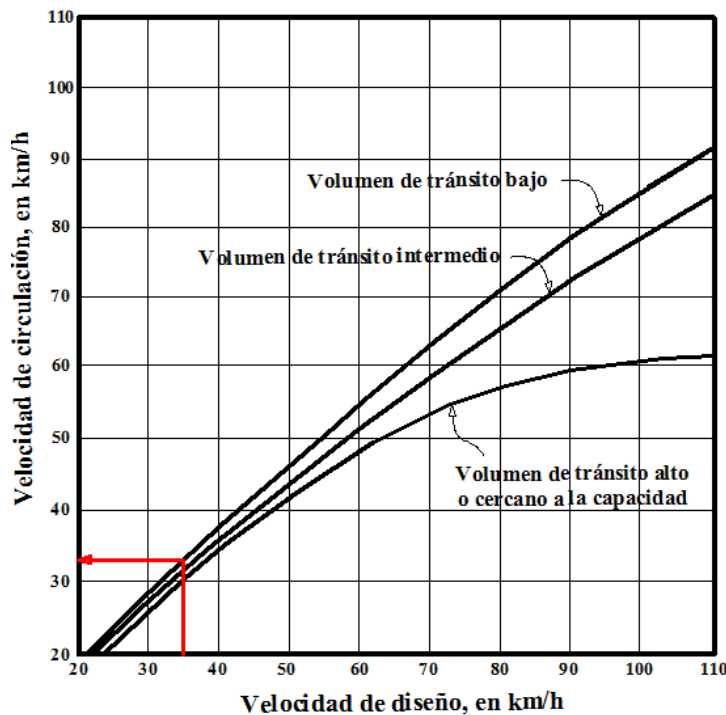
V_d = velocidad de diseño (km/h)

Cuadro No.5 Valores de velocidad de circulación

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

Fuente: MOP,(2003)

Gráfico No.5 Relaciones entre las velocidades de diseño y de circulación



Nota:

1. Los valores de la velocidad de circulación correspondientes a volúmenes de tráfico bajos se usan como base para el cálculo de las distancias de visibilidad para parada de un vehículo y los correspondientes a volúmenes de tráfico intermedios se usan para el cálculo de la distancia de visibilidad para rebasamiento de vehículos
2. La velocidad de circulación correspondiente al volumen de tránsito alto se emplea cuando la vía está saturada
3. Las dos primeras se utilizan para fines de diseño y operación y la última para análisis económicos

Fuente: MOP, (2003)

2.4.2.5 Diseño geométrico de vías

El diseño geométrico de carreteras es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido, la carretera queda geoméricamente definida por el trazado de su eje en planta y en perfil y por el trazado de su sección transversal (Cárdenas, 2004, p.33).

En planta, el alineamiento horizontal se empieza a realizar utilizando una línea de ceros adecuada que sirva como guía para trazar los alineamientos rectos; éstos se empalman sucesivamente con arcos de curvas circulares de radios adecuados que luego se complementan con las curvas de transición; así queda establecido el eje de la vía, formado por alineamientos rectos y curvas sucesivos, cumpliendo ciertas especificaciones.

En perfil, el alineamiento vertical se diseña, dibujando el perfil del terreno por donde irá el eje de la vía, en papel milimetrado, a escala horizontal igual a la de la planta y escala vertical diez veces mayor. Para hacer este perfil se abscisa el eje, en planta, y se leen las cotas de los puntos de abscisa redonda interpolando entre las curvas de nivel. Sobre dicho perfil se va acomodando la rasante, que es el perfil del eje de la vía, con pendientes convenientes; los tramos de pendiente constante iniciales se empalman después, sucesivamente, por medio de las llamadas curvas verticales.

El diseño geométrico concluye con los volúmenes de movimientos de tierras; para su cálculo es necesario dibujar secciones transversales de la vía a distancias determinadas (20 m) (Chocontá.P, 2002, p. 64).

El diseño geométrico es la parte más importante dentro de un proyecto de construcción o mejoramiento de una vía, pues allí se determinan su configuración tridimensional, es decir, la ubicación y la forma geométrica definida por los elementos de las carreteras; de manera que esta sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente (<http://doblevia.files.wordpress.com/2008/02/2545-curriculo.pdf>).

Según Chocontá, (2002), una vía será funcional de acuerdo al tipo, características geométricas y volúmenes de tránsito, de tal manera que ofrezca una adecuada movilidad a través de una suficiente velocidad de movilización.

La geometría de la vía tendrá como premisa básica la de ser segura a través del diseño simple y uniforme.

La vía será en la medida en que se disminuyen las aceleraciones de los vehículos lo cual ajustando las curvas y sus transiciones a las velocidades de operación que los conductores optan a los largo de los tramos rectos.

La vía será estética al adoptarse al paisaje, permitiéndose generar visuales agradables a las respectivas cambiantes, produciendo en el conductor un recorrido fácil.

La vía será económica cuando cumpliendo con lo demás objetivos ofrece el menor costo posible tanto en su construcción como en su mantenimiento.

Finalmente, la vía será compatible con el medio ambiente, adaptándose en lo posible a la topografía natural, a los usos del suelo y al valor de la tierra, y procurando mitigar o minimizar los impactos ambientales.

- Distancias de visibilidad

La distancia de visibilidad se define como “la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él” (MOP, 2003).

La distancia de visibilidad se discute en dos aspectos:

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

A continuación se desarrolla cada una de ellas.

1. Distancia de visibilidad de parada D_p

Es aquella distancia que manejando a la velocidad de circulación se requiere para detener un vehículo a la vista de un obstáculo sobre la calzada. Esta distancia se estudia teniendo en cuenta la distancia segura para frenar que abarca el recorrido del vehículo durante los llamados “tiempo de percepción” y “tiempo de reacción” y la distancia recorrida después de aplicar los frenos. La mínima distancia de visibilidad de un camino, en ningún caso debe ser menor que esta distancia (XII Congreso Panamericano de Carreteras, 1979, p.28).

Se compone esta distancia de la suma de otras dos:

- De la distancia recorrida desde el instante en que el conductor observa un obstáculo sobre la calzada hasta el instante en que aplica los frenos, ésta depende de los tiempos de percepción y de reacción del conductor y distancia que se designará con la letra d_1

Se llama “tiempo de percepción” al que transcurre desde el instante en que el conductor del vehículo ve un objeto hasta el instante en que llega a la conclusión de que es un obstáculo que le obligará a emplear los frenos. Se denomina “tiempo de reacción” al que requiere el organismo de cada individuo para llevar a la práctica la aplicación de los frenos una vez que ha concluido que ello es necesario.

El tiempo de reacción se ha establecido en 1 segundo, pues se ha encontrado que este valor es suficiente para la mayoría de los conductores; y el tiempo de percepción se lo ha seleccionado ligeramente mayor que el requerido en 1,5 segundos. Así, la AASHTO ha fijado la suma, llamada tiempo PIEV (por las iniciales de *perception, intellection, emotion y volution*) o tiempo de percepción y reacción en 2,5 segundos.

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

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

$$d_1 = 0,70 * V_c$$

Donde:

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

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

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

- Distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que se han aplicado los frenos hasta que aquel se detiene. Este último trayecto se conoce con el nombre de “distancia de frenado”, ésta depende del estado de los frenos y de las llantas del vehículo, la clase y condiciones de pavimento y las pendientes y alineamientos de la vía y se designará la letra d_2 .

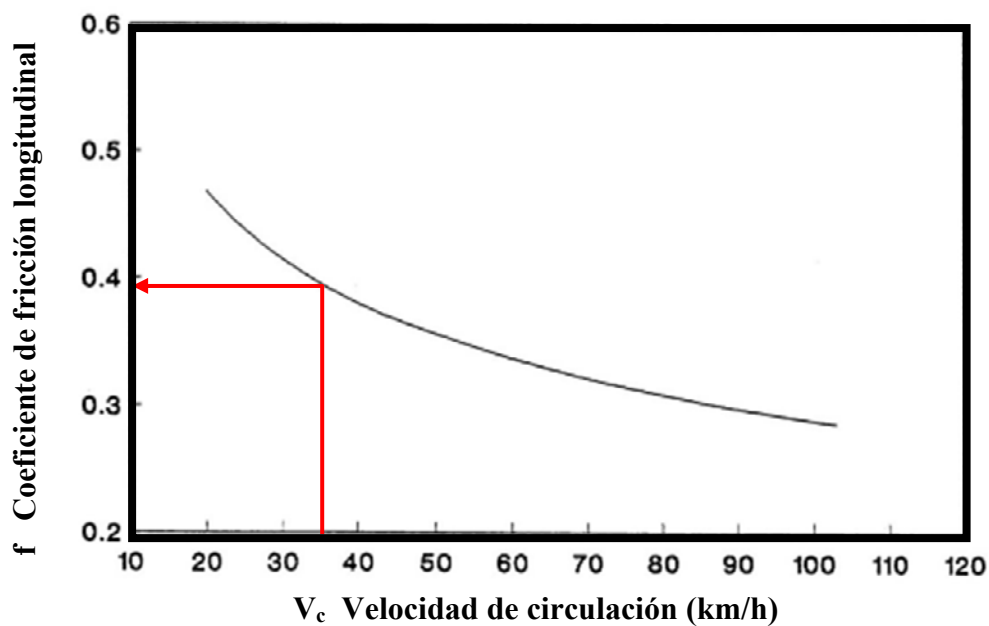
$$d_2 = \frac{V_c^2}{254f} = \frac{1,15}{V_c^{0,3}}$$

Donde:

f = coeficiente de fricción longitudinal

V_c = velocidad de circulación del vehículo, expresada en km/h

Gráfico No.6 Coeficiente de fricción para patinaje longitudinal

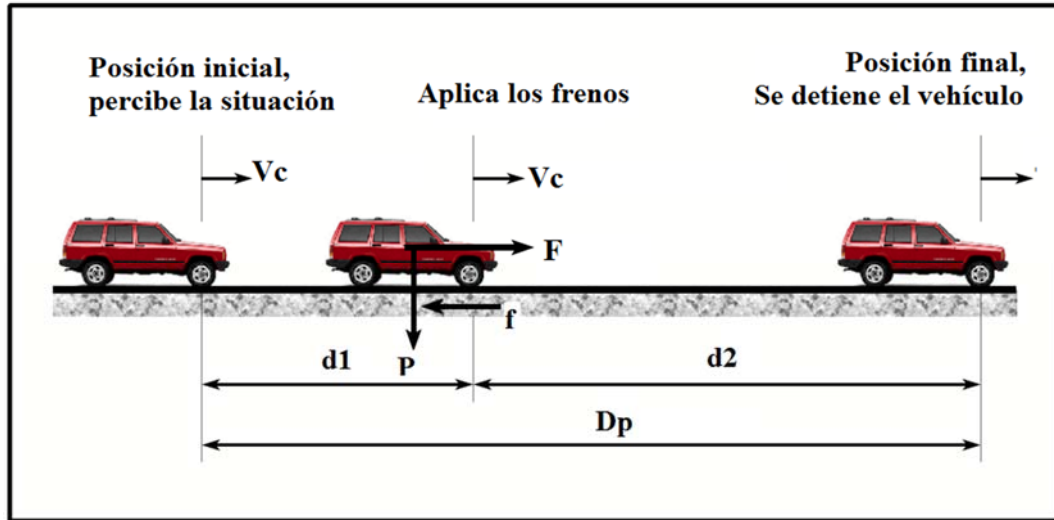


Por lo tanto la distancia de visibilidad de parada D_p es:

$$D_p = d_1 + d_2$$

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

Gráfico No.7 Distancia de visibilidad de parada



Fuente: Leclair, (2011)

Cuadro No.6 Distancia de visibilidad mínima para la parada de un vehículo

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

Fuente: MOP, (2003)

2. Distancia de visibilidad de rebasamiento D_r

Esta se considera para aquellos casos en los que los vehículos que marchan a la velocidad de diseño, quieran pasar a los que circulan más lentamente. En esta distancia de visibilidad, llamada de rebasamiento, el conductor debe dominar con la vista una longitud de carretera suficientemente grande para que si aparece un vehículo en sentido opuesto en el momento de pasar al que va en su misma dirección, tenga el tiempo de adelantar a éste y ocupar nuevamente su derecha de encontrarse con el otro.

Generalmente es impracticable lograr estas distancias para que el acto de pasar a otro vehículo se realice sin peligro en toda la extensión de una carretera. Pero serán calculadas y aplicadas cuando sean económicamente factibles.

Aunque puede darse el caso de múltiples rebasamientos simultáneos, no resulta práctico asumir esta condición; por lo general, se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente.

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

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

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

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

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

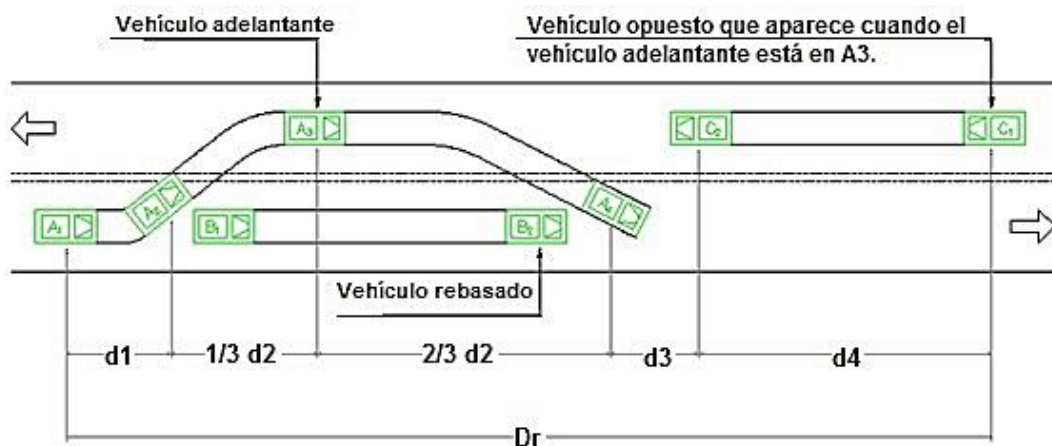
d_3 = distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra. Asumir de 30 m a 90 m.

d_4 = distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril izquierdo; es decir, $2/3$ de d_2 . Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante (MOP, 2003).

Es decir, la distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo es igual a:

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

Gráfico No.8 Distancia de visibilidad de rebasamiento D_r



Fuente: Leclair, (2001)

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

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

Donde: D_r = distancia de visibilidad de rebasamiento (m)

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

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

Cuadro No.7 Distancia de visibilidad mínima para el rebasamiento de un vehículo

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

Fuente: MOP, (2003)

- **Alineamiento horizontal**

Es la representación en planta del eje de la vía, y está constituido por rectas o alineamientos rectos que se conectan entre si generalmente por medio de curvas horizontales (circulares y espirales) que proporcionan el correspondiente cambio de dirección que mejor se acomode al correcto funcionamiento de la vía. Dichas curvas circulares pueden ser simples, compuestas o reversas (Chocontá P. 2002, p.67).

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 (MOP, 2003).

a. Tangentes

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas.

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.

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 (<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6129/5/TESIS%20COMP LETA.docx>):

$$\frac{Gc}{20} = \frac{360}{2\pi R} \quad Gc = \frac{1145,92}{R}$$

Radio Mínimo de Curvatura Horizontal: El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente. El empleo de curvas con radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos. Por lo tanto, la curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento. El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad puede calcularse según la siguiente fórmula:

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

Donde:

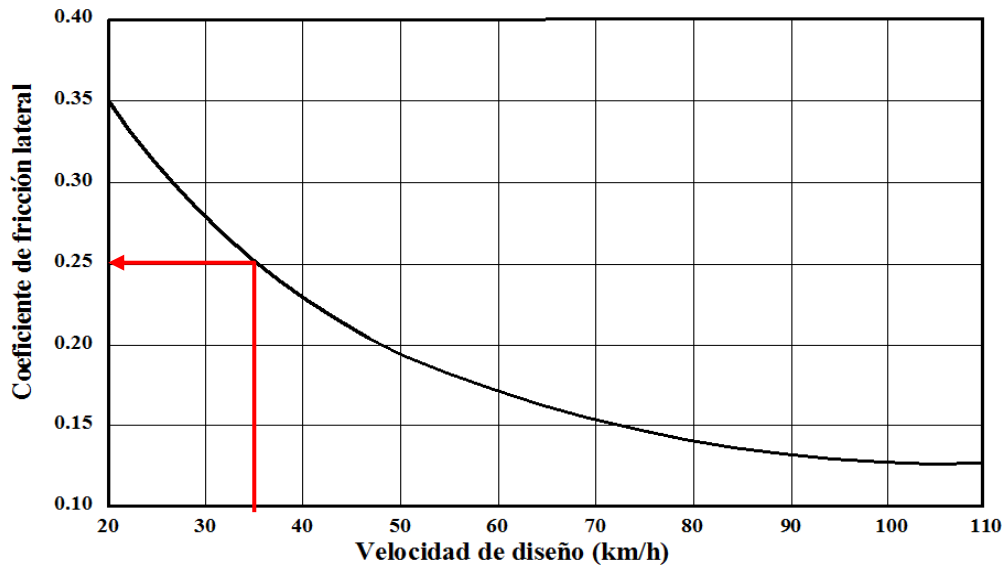
R= Radio de diseño (m)

f= coeficiente máximo de fricción lateral

e=peralte de la curva (%)

V_d= velocidad de diseño (km/h)

Gráfico No.10 Coeficientes de fricción lateral



Fuente: MOP,(2003)

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

V_d km/h	$f_{lateral}$	Radios mínimos calculados				Radios mínimos recomendados			
		$e=0,10$	0,08	0,06	0,04	$e=0,10$	0,08	0,06	0,04
20	0,350		7,32	7,68	8,08	15,0	18,0	20,0	20,0
25	0,315		12,46	13,12	13,86	15,0	20,0	25,0	25,0
30	0,284		19,47	20,60	21,87	20,0	25,0	30,0	30,0
35	0,255		28,79	30,62	32,70	30,0	30,0	35,0	35,0
40	0,221		41,86	44,83	48,27	40,0	42,0	45,0	50,0
45	0,206		55,75	59,44	64,82	55,0	58,0	60,0	66,0
50	0,190		72,91	78,74	85,59	70,0	75,0	80,0	90,0
60	0,165	106,97	115,70	125,98	138,28	110,0	120,0	130,0	140,0
70	0,150	154,33	167,75	183,73	203,07	160,0	170,0	185,0	205,0
80	0,140	209,97	229,06	251,97	279,97	210,0	230,0	255,0	280,0
90	0,134	272,56	298,04	328,76	366,55	275,0	300,0	330,0	370,0
100	0,130	342,35	374,95	414,42	463,18	350,0	375,0	415,0	465,0
110	0,124	425,34	467,04	517,80	580,95	430,0	470,0	520,0	585,0
120	0,120	515,39	566,39	629,92	708,66	520,0	570,0	630,0	710,0

Fuente: MOP, (2003)

Ángulo central: Es el ángulo formado por la curva circular y se simboliza como “ Δ ” (alfa). En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

Longitud de la curva: Es la longitud del arco entre el PC y el PT. Se lo representa como l_c y su fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$l_c = \frac{\pi R \Delta}{180}$$

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

Tangente de curva o subtangente: Es la distancia entre el PI y el PC ó 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:

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

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

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

Flecha (ordenada media): Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se representa con la letra “F” y su fórmula de cálculo es:

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

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

$$L_c = 2R * \left(\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) \right)$$

Cuerda Larga: Distancia en línea recta desde el Pc al PT. Se representa con “CL”

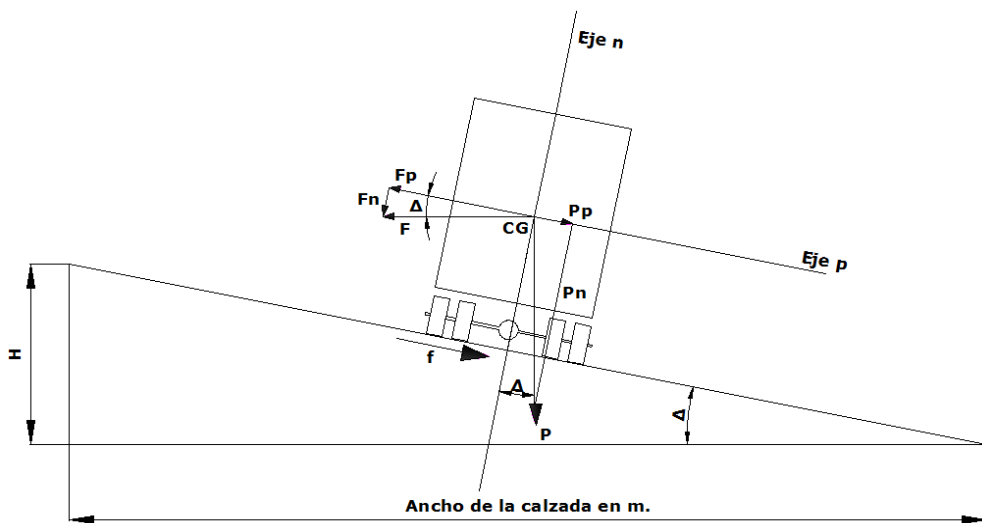
c. Peralte

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 a la inclinación transversal de la vía denominada peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada.

Este peralte se da al levantar el borde exterior, bajar el borde interior, o ambas cosas al mismo tiempo, hasta que la superficie de la vía forme transversalmente un ángulo con la horizontal.

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.

Gráfico No.11 Fuerzas que actúan sobre un vehículo a lo largo de una curva circular



Fuente: Chocontá, (2002)

El peralte se calcula de la siguiente manera:

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

Donde: e = peralte de la curva (%)

V_d = velocidad de diseño (km/h)

R = radio de la curva circular (m)

f = coeficiente de fricción lateral

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 ciertos valores máximos 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.

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

Desarrollo del peralte

Cada vez que se pasa de una alineación recta a una curva, se tiene que realizar una transición de una sección transversal, de un estado de sección normal al estado de sección completamente peraltada o viceversa, en una longitud necesaria para efectuar el desarrollo del peralte (<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6129/5/TESES%20COMPLETA.docx>).

Existen tres métodos para el desarrollo del peralte:

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

d. Longitud de transición

La longitud de transición (L_T), por simplicidad, se considera desde aquella sección transversal donde el carril exterior se encuentra a nivel o no tiene bombeo, hasta aquella sección donde la calzada tiene todo su peralte (e) completo.

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

Donde:

a = ancho del carril (m)

e_c = peralte de la curva (%)

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

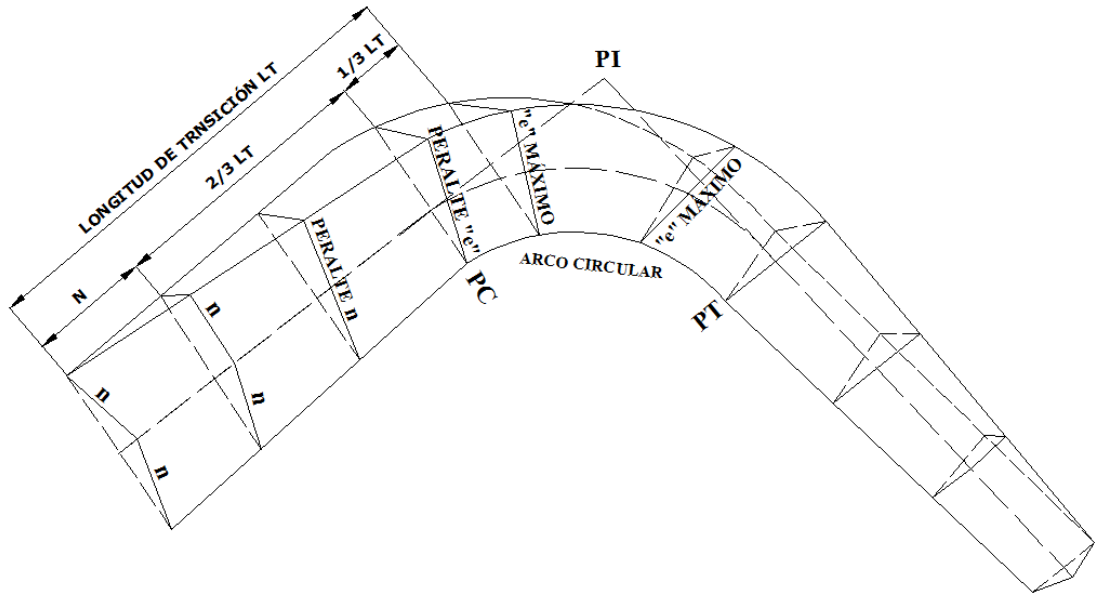
Los valores recomendados de la pendiente de borde “ i ” para el desarrollo del peralte se ubican en el siguiente cuadro.

Cuadro No.9 Pendiente de borde “ i ” para el desarrollo del peralte

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

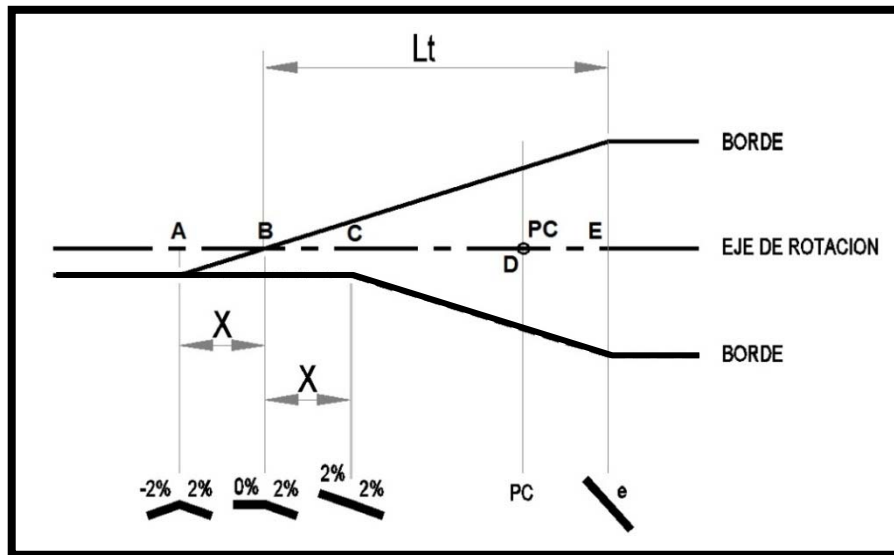
Fuente: MOP, (2003)

Gráfico No.12 Transición del peralte



Fuente: MOP, (2003)

Gráfico No.13 Perfil parcial de la transición del peralte



Fuente: Aponte, (2000)

Valor 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.

$$L_{\min} = 0.56 V_d \text{ (Km/h)}$$

e. Longitud de aplanamiento

“Es la longitud necesaria para que el carril exterior pierda su bombeo o se aplane” (Cárdenas, 2004, p.162)

Es la longitud necesaria para empezar a inclinar transversalmente la calzada en la tangente a partir de un punto anterior al inicio de la transición de tal manera que la faja exterior de la calzada pase de su posición inclinada por el bombeo a la posición horizontal en el punto de inicio de la transición.

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

$$X = \frac{a * b}{i}$$

Donde: a = ancho del carril (m)
 b = pendiente lateral de bombeo, %
 i = pendiente de borde, %

f. Tangente intermedia mínima

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

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

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

$$T_{IM} = \frac{2L_{T1}}{3} + \frac{2L_{T2}}{3} + X_1 + X_2$$

Donde: T_{IM} = Tangente intermedia mínima (m)

L_{T1} y L_{T2} = Longitud de transición (m)

X_1 y X_2 = Longitud tangencial (m)

La longitud mínima del arco circular (o transición de bombeo) = $1/3(L_{T1} + L_{T2})$

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

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

En este caso se aplicará la siguiente fórmula:

$$T_{IM} = \frac{L_{T1}}{2} + \frac{L_{T2}}{2} + X_1 + X_2$$

La longitud mínima del arco circular = $\frac{1}{2} (L_{T1} + L_{T2})$

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

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

g. Sobreancho en las curvas

La calzada aumenta su ancho en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparable a la de las tangentes.

En las curvas, el vehículo de diseño ocupa un mayor ancho que en los tramos rectos, con el propósito de que las condiciones de operación de los vehículos en las curvas sean similares a las de en rectas se hace este ensanchamiento en la calzada denominado sobreancho S. Así mismo, a los conductores les resulta más difícil mantener el vehículo en el centro del carril. Esta dificultad aumenta con la velocidad, pero disminuye a medida que los radios de la curva son mayores (<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6129/5/TESIS%20COMPLETA.docx>).

Se puede calcular el sobreancho mediante la siguiente fórmula empírica y recomendada por la AASHTO:

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

Donde:

S= Valor de sobreancho, metros

n= Número de carriles de la calzada

R= Radio de la curva circular, metros

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

V= Velocidad de diseño, Km/hora

Valores de diseño

$S_{\text{mín}} = 0,30 \text{ m para } V_d \leq 50\text{km/h}$; $S_{\text{mín}} = 0,40 \text{ m para } V_d > 50\text{km/h}$

Distribución del sobreancho, en la longitud de transición y en curva espiral

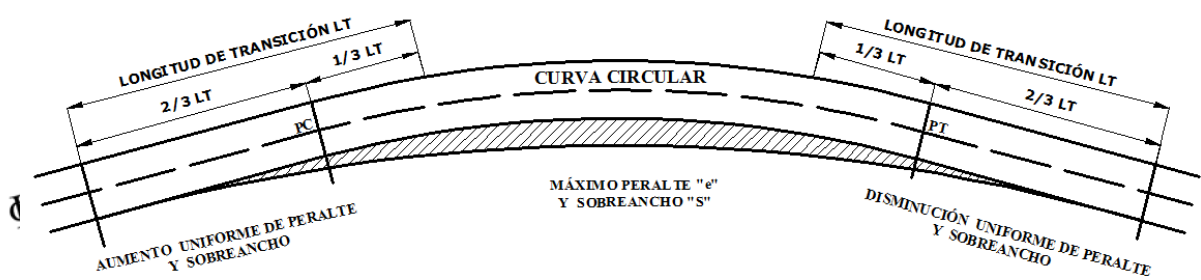
El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente desde los accesos a la curva, a fin de asegurar un alineamiento razonablemente gradual del borde del pavimento y coincidir con la trayectoria de los vehículos que entran o salen de una curva. A continuación se indican los puntos fundamentales que conciernen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

1. En curvas simples, sin espirales, el ensanchamiento debe hacerse con respecto al borde interno del pavimento solamente.
2. El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente sobre la longitud de desarrollo del peralte, aunque a veces pueden utilizarse longitudes menores.
3. 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.

El sobreocho S_p en cualquier punto P, situado a una distancia L_p dentro de la longitud de transición L_T , desde el inicio, es: $S_p = \left(\frac{L_p}{L_T}\right) S$

Gráfico No.14 Transición de sobreocho



Fuente: MOP, (2003)

- Alineamiento vertical.

El diseño geométrico vertical es la proyección sobre un plano vertical, que está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, como tales, son líneas de pendientes constantes, y enlazadas entre sí por curvas parabólicas verticales, las mismas que pueden ser cóncavas y convexas, que permiten el cambio suave de las pendiente para pasar de una a otra.

El diseño geométrico vertical de una carretera, o alineamiento en perfil, es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido a este paralelismo, dicha proyección mostrará la longitud real del eje de la vía. A este eje también de le denomina rasante o subrasante. (Cárdenas J.,2004)

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 (MOP, 2003)

a. Gradientes

Las pendientes del eje de la carretera pueden producir variaciones en la velocidad de operación de los vehículos; si es negativa, es decir, que baja en el sentido del abscisado, los conductores tienen que reducir la velocidad por razones de seguridad; y si es positiva, o sea que sube en el sentido considerado, la componente del peso del vehículo paralela a la superficie de la vía opone a la fuerza de tracción lo que hace que los vehículos pesados (camiones) reduzcan su velocidad, y que esa reducción sea tanto más rápida cuanto mayor sea la pendiente de la carretera. (Chocontá, 2002, p.121)

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.

Gradiente máxima.- De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, en el Cuadro No.10 se indican de manera general las gradientes medias máximas que pueden adoptarse.

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

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

Fuente: MOP,(2003)

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

Para gradientes del:

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

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 1°, 2° y 3° clase).

Gradiente mínima.- Es el mínimo valor que facilita el drenaje superficial longitudinal, de todas maneras, la inclinación de la línea de rasante en cualquier punto de la calzada no será menor que 0.5%. Se puede adoptar una gradiente de 0% para el caso de rellenos de 1m de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia.

b. Curvas verticales.

Una curva vertical es que aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, de tal forma que facilite una operación vehicular segura y confortable, que sea de apariencia agradable y permita el drenaje adecuado. Se ha comprobado que la curva que mejor se ajusta a estas condiciones es la parábola de eje vertical (Cárdenas, 2004, p.268).

Las curvas verticales generalmente se proyectan simétricas con respecto al punto de intersección de las pendientes (PIV), de manera que sean iguales las proyecciones horizontales de las tangentes.

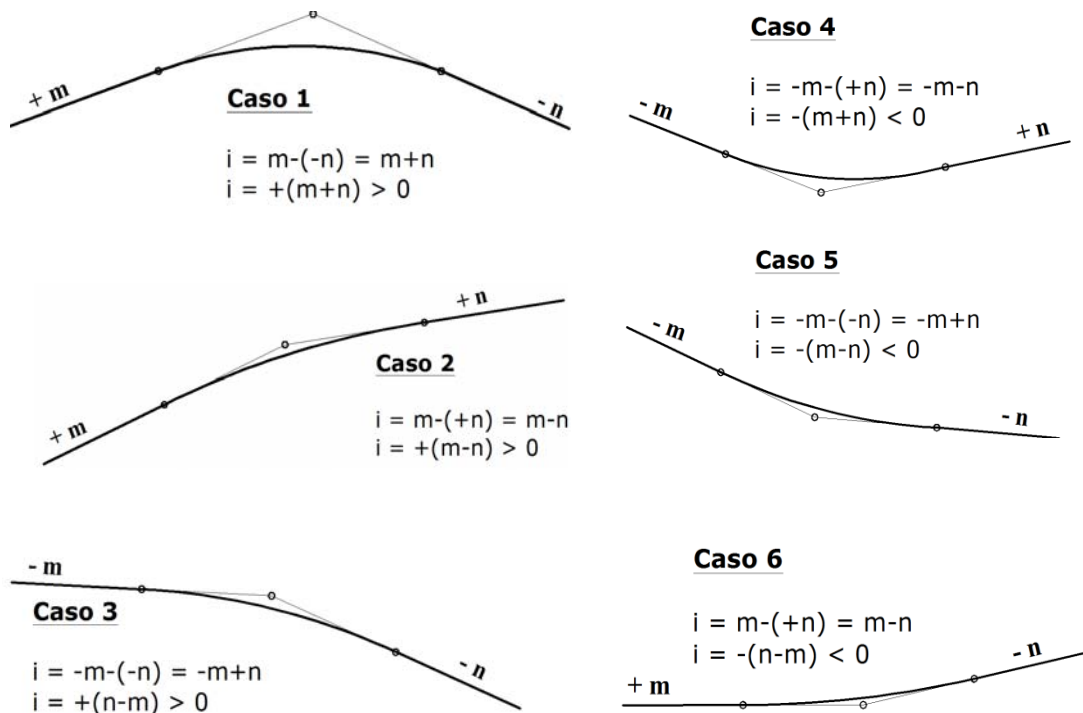
Existen dos tipos de curvas verticales: Cóncava, cuya abertura es hacia arriba y Convexa, de abertura hacia abajo, y constan de los siguientes elementos:

L: Longitud de la curva vertical en metros.

A: Diferencia algebraica expresada en porcentaje.

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

Gráfico No.15 Tipos de curvas verticales



Fuente: Cárdenas, (2004)

Coeficiente angular de una curva vertical (K)

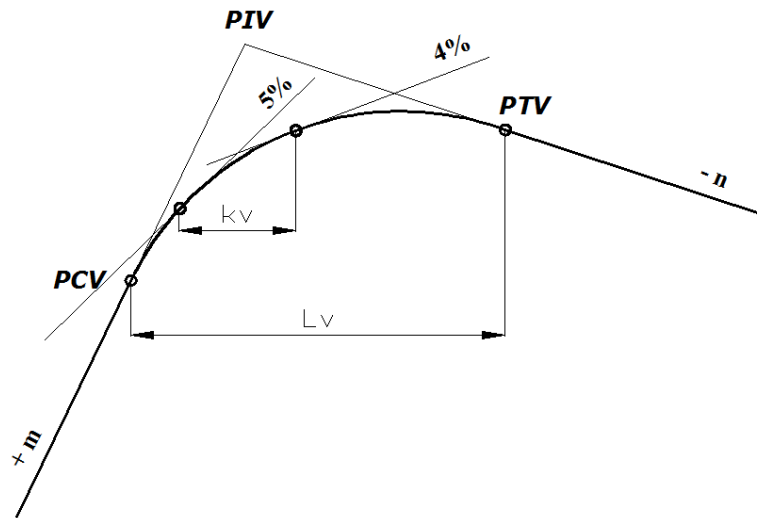
Este coeficiente angular “kv”, define la curvatura de la parábola como una variación por unidad de pendiente así:

$$k_v = \frac{Lv}{i} = \left[\frac{m}{\%} \right]. \text{ Si } i=1\% \quad K_v \rightarrow \frac{L}{1\%}$$

Entonces kv es la distancia horizontal expresada en metros necesaria para que se efectúe un cambio de 1% en la pendiente a lo largo de la curva (Cárdenas, 2004, p.282).

El concepto de coeficiente angular se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico No.16 Coeficiente angular de la curva vertical



Fuente: Cárdenas, (2004)

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

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

Donde:

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

V_d = velocidad de diseño (km/h)

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 (MOP, 2003):

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

En donde:

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

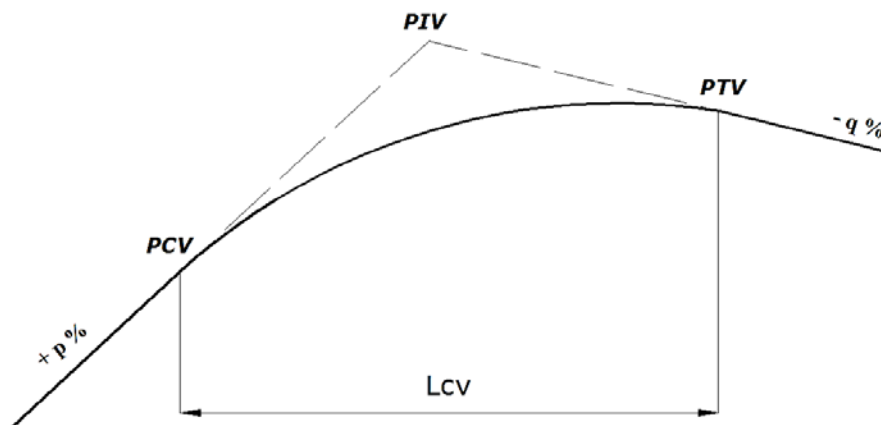
A = diferencia algebraica de las gradientes, expresada en porcentaje.

S= distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

La longitud de una curva vertical convexa en su expresión más simple es:

$$L = K * A$$

Gráfico No.17 Curva vertical convexa



Fuente: Autor

Cuadro No.11 Coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-convexas

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

Fuente: MOP,(2003)

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.

$$L = \frac{A * S^2}{122 + 3.5 S}$$

La fórmula anterior se basa en una altura de 60 centímetros para los faros del vehículo y un grado de divergencia hacia arriba de los rayos de luz con respecto al eje longitudinal del vehículo.

La longitud de una curva vertical cóncava en su expresión más simple es:

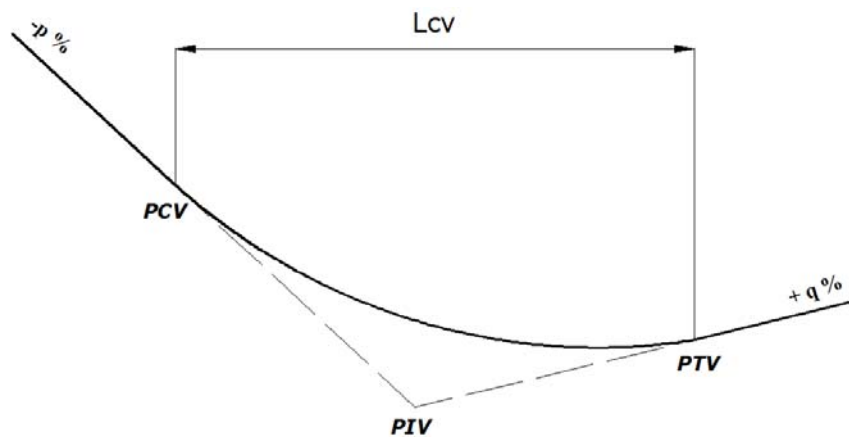
$$L = K * A$$

En donde:

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

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

Gráfico No.18 Curva vertical cóncava



Fuente: Autor

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

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

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

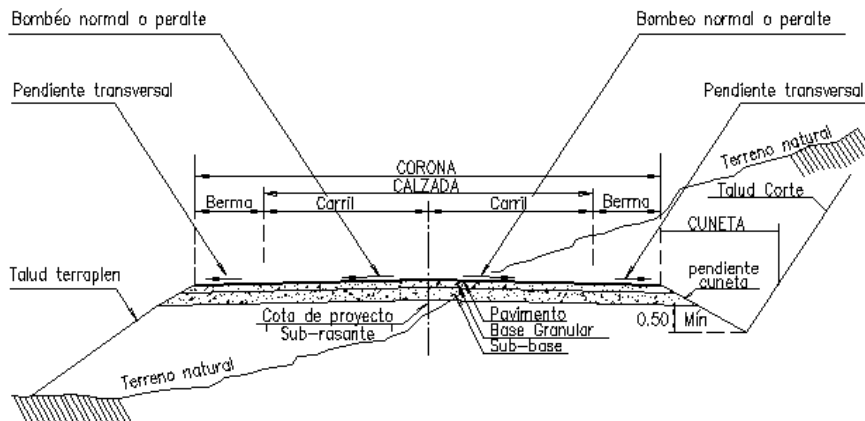
Fuente: MOP,(2003)

- Sección transversal de la vía.

El diseño geométrico trasversal de una carretera consiste en la definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal. De esta manera se podrá fijar la rasante y el ancho de la faja que ocupará la futura carretera, y así estimar área y volúmenes de tierra a mover (Cárdenas, 2004, p.349).

Esquemáticamente una vía de dos carriles (uno para cada sentido) se encuentra en la siguiente gráfica.

Gráfico No.19 Sección transversal de una vía de dos carriles



Fuente: Cárdenas, (2004)

La **calzada**.- es “la zona de la vía destinada a la circulación de vehículos” y está formada por sus dos carriles, cada uno de los cuales es “la parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos”. La calzada generalmente es pavimentada o acondicionada con algún tipo de afirmado. Los anchos de carriles recomendados generalmente son de 3,00 y 3,50 m; así, las calzadas serán de 6,00 m y 7,00 m.

La **corona**.- es la sección que está conformada por la calzada y los espaldones.

Las **cunetas**.- son “zanjas construidas al borde de la calzada (o de los espaldones, cuando existe) para recoger y evacuar las aguas superficiales”, que escurren de la calzada y se recomienda colocar una cuenta a la profundidad de 30 cm con respecto a la rasante, para esto habrá necesariamente revestir la cuenta para proteger el pavimento de la vía.

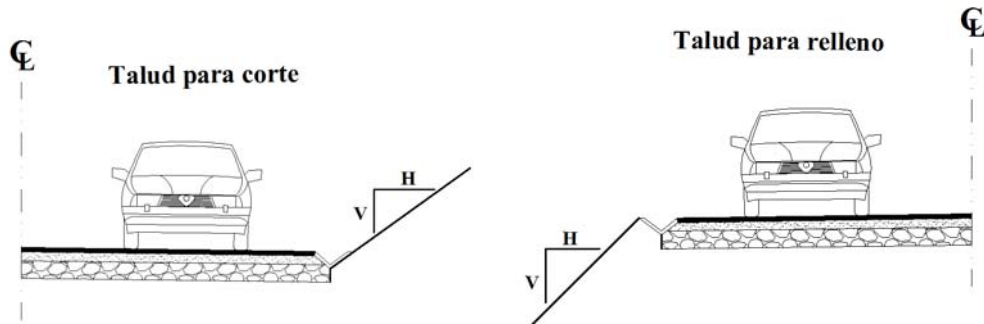
Los **espaldones**.- que son “las partes del camino contiguas a la calzada, destinada a la detención de los vehículos en emergencia”. El ancho de cada berma puede ser 0,50 hasta 3,00 m, de acuerdo con el volumen de tránsito y el terreno. Generalmente tiene afirmado o firme igual al de la calzada pero con superficie de calidad inferior.

La **explanación**.- es el ancho que corresponde a la faja de terreno que ocupa la construcción de la vía, es decir desde los bordes extremos de los laterales.

A continuación de cada cuneta, si la sección es en corte, y con inclinación adecuada al terreno, sigue el **talud de corte**; pero si la sección es en terraplén o relleno, sigue el **talud de relleno**, se inicia al borde de la berma correspondiente, dejando entre los dos a veces, un espacio de unos 0,50 m donde se pueden colocar señales de tránsito o barandas.

El **talud** es el parámetro o superficie inclinada que limita lateralmente un corte o un relleno. Matemáticamente se representa como la tangente del ángulo que dicho paramento forma con la vertical. Los valores de los taludes deben seleccionarse cuidadosamente con el fin de que sean estables, evitando el peligro de derrumbes.

Gráfico No.20 Esquema de taludes típicos



Fuente: Autor

Cuando es necesario excavar el terreno para formar la superficie de la subrasante, se dice que se hace *corte*; y si, al contrario, es necesario colocar material para hacer la vía sobre él, se dice que se llama *relleno*. Cuando toda una sección transversal está en corte o en relleno, se dice que es sección corte o relleno homogéneos; pero si tiene una parte en corte y otra parte en relleno; es una sección mixta o en “media ladera”

En los tramos rectos la superficie de la vía tiene una “pendiente transversal que tiene por objeto facilitar el escurrimiento superficial del agua”; esta pendiente generalmente va del eje hacia los bordes, se llama **bombeo**. El bombeo de la calzada generalmente tiene valores entre 1% y 3%, según la clase de pavimento; el valor más común es 2%, cuando se trata de pavimentos asfáltico. Las bermas tienen normalmente una pendiente transversal del 4% por razón de que su acabado tiene menos finura que el de la calzada (Chocontá, 2002).

2.4.2.6 Estudios de suelos

En la medida en que el trazo del proyecto avanza, se irán realizando los estudios de la calidad de la subrasante sobre la que se asentará la pavimentación (http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/Dise%C3%B1o%20Pavimentados%20BVT/3er.%20Informe%20Final.doc).

El espesor del pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad

(<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/504/A6%20Dise%C3%B1o%20de%20Pavimentos%20R%C3%ADgidos.pdf?sequence=6>).

Se denomina suelo de fundación a la capa del suelo bajo la estructura del pavimento, preparada y compactada como fundación para el pavimento. Se trata del terreno natural o la última capa del relleno de la plataforma sobre la que se asienta el pavimento.

La metodología a seguir para la caracterización del suelo de fundación comprenderá básicamente una investigación de campo a lo largo de la vía, mediante la ejecución de pozos exploratorios (calicatas), con obtención de muestras representativas en número y cantidades suficientes para su posterior análisis en ensayos en laboratorio y, finalmente, con los datos obtenidos en ambas fases se pasará a la fase de oficina, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados obtenidos (Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú MTC, 2008)⁵.

A continuación se procede a describir el plan de trabajo a desarrollar en cada etapa:

➤ Trabajo de campo

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la subrasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas, preferentemente al borde de la futura calzada.

Sí a lo largo del avance del estacado las condiciones topográficas o de trazo muestran, por ejemplo, cambios en el perfil de corte a terraplén o la naturaleza de los suelos del terreno evidencia un cambio significativo de sus características o se presentan suelos erráticos, se deben ejecutar más calicatas por kilómetro en puntos singulares.

⁵ Recuperado de http://www.carreteros.org/hispana/peru/11_peru.pdf

También se determinará la presencia o no de suelos orgánicos, suelos expansivos, napa freática, rellenos sanitarios de basura, etc., en cuyo caso las calicatas deben ser más profundas, delimitando el sector de subrasante inadecuada que requerirá reemplazo del material, mejoramiento o estabilización de subrasante a fin de homogenizar su calidad a lo largo del alineamiento de la carretera. En este caso, los valores representativos resultado de los ensayos será sólo válida para el respectivo sector.

De los estratos encontrados en cada una de las calicatas se obtendrán muestras representativas, las que deben ser descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación, número de muestra y profundidad, luego serán trasladadas al laboratorio (http://www.carreteros.org/hispana/peru/11_peru.pdf).

➤ Trabajo de laboratorio

En los primeros 50 cms se toman aproximadamente 50 kg de muestras alteradas, que servirán para realizar ensayos de clasificación, humedad natural, límites de Atterberg y granulometría.

Una vez realizado la clasificación se ejecuta el ensayo de compactación, para determinar la densidad máxima y la humedad óptima para finalmente realizar el ensayo de CBR.

➤ Labores de oficina.

En base a la información obtenida durante los trabajos de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio, se efectuará la clasificación de suelos utilizando los Sistemas SUCS y AASHTO (Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú MTC, 2008).

Determinación de la humedad natural

“Es el peso del agua contenida en la muestra del suelo (libre, adsorbida, capital o higroscópica), expresada como porcentaje del peso de la misma muestra secada al

horno a 110 °C, hasta que ella no registre variaciones en su peso” (Ministerio de Transporte y Obra Públicas MTOP, 2012)

Determinación de los Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos (http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADmites_de_Atterberg).

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.

Límite líquido (LL).- Es la frontera entre el estado semilíquido y plástico. El contenido de humedad del suelo debe expresarse como el porcentaje de agua, en relación con el peso de la muestra secada al horno. Su determinación es un procedimiento por el cual las coordenadas entre números de golpes de la Copa Casagrande versus el Contenido de humedad permite graficar en un papel semilogarítmico la *Curva de fluidez* o escurrimiento. El contenido de humedad que corresponde a la intersección de la curva de escurrimiento con la ordenada de 25 golpes, debe tomarse como el límite líquido del suelo.

Límite plástico (LP).- Es la frontera entre el estado plástico y semisólido. El límite plástico se calcula igual que un contenido de humedad promedio, se determina enrollando pequeñas muestras de 3mm de diámetro y cuando éstas tienen tal cantidad de agua que empiezan a resquebrajarse.

Índice plástico.- Se calcula el índice plástico de un suelo cohesivo como la diferencia numérica entre su límite líquido y su límite plástico. Así: $I_p = LL - L_p$ (Juárez y Rico, 2005)

Clasificación de suelos

Esta clasificación es el indicador de las propiedades físico-mecánicas del suelo. La clasificación de la AASHTO M-145 es la que mejor se adapta a las propiedades de los suelos que van a utilizarse como subrasante.

Según la granulometría, existen las siguientes clases de suelos:

- Gravas: De un tamaño menor a 76.2 mm (3”) hasta tamiz No.10 (2 mm)
- Arena gruesa: De un tamaño menor a 2 mm hasta tamiz No.40 (0.425 mm)
- Arena fina: De un tamaño menor a 0.425 mm hasta tamiz No.200 (0.075 mm)
- Limos y arcillas: Tamaños menores al tamiz No.200 (0.075 mm)

Según la AASHTO, un suelo fino es el que pasa más del 35% por el tamiz No.200. Cuando dos o más suelos se los considera finos y tienen granulometrías parecidas, la varianza que existe entre ellos son los Límites de Atterberg.

De lo anteriormente descrito, se llega a la conclusión que dentro de los suelos friccionantes, la granulometría es una propiedad fundamental puesto que a través de ésta se clasifican sus partículas, mientras que en los suelos cohesivos o finos los Límites de Atterberg son una propiedad característica de este grupo.

Compactación

Se define el término compactación de la siguiente manera: “Aumento de la densidad de un determinado suelo o capa del firme al comprimirlo empleando medios mecánicos” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, 2012).

Se establecen dos parámetros fundamentales en la compactación de los suelos y son: peso volumétrico o máxima densidad y el contenido de humedad óptima.

El Ensayo de Proctor Estándar AASHTO T-99 es el procedimiento por el cual se conseguía reproducir la misma compactación que las maquinarias habían conseguido en el campo. Con el transcurso del tiempo y el apareamiento de

maquinarias más pesadas y eficaces para compactar, se debieron cambiar las especificaciones y apareció el Ensayo Proctor Modificado AASHTO T-180.

Determinación de CBR de la subrasante

El CBR (California Bearing Ratio) se obtiene como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón una profundidad de 0.1 pulgadas en una muestra de suelo y el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, la misma profundidad de 0.1pulgadas, en una muestra patrón de piedra triturada(<http://noticias.espe.edu.ec/hfbonifaz/files/2012/09/ENSAYO-CBR.pdf>).

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

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

Cuadro No.13 Clasificación de subrasante según el valor de CBR

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

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú MTC, (2008)

Otras consideraciones del resultado del estudio de suelos.

1. En caso la subrasante sea clasificada como pobre (CBR < 6%), se procederá a eliminar el material inadecuado y se colocará un material granular con CBR mayor a 10%, en los espesores para el mejoramiento de subrasante.
2. En caso de encontrarse suelos saturados o blandos, o napa freática alta (cercana al nivel de subrasante), el proyectista definirá las medidas de estabilización (cambio de material, adición de roca, pedraplen, etc.), especificando material relativamente permeable y diseñando los elementos de drenaje y/o subdrenaje que

permitan drenar el agua (Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú MTC, 2008).

2.4.2.7 Pavimento

Combinación de capas de sub-base, base y capa de rodadura colocada sobre una subrasante, para soportar las cargas de tránsito y distribuir los esfuerzos en la plataforma (Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, 2012).

En términos generales, esta estructura está destinada a cumplir los siguientes objetivos.

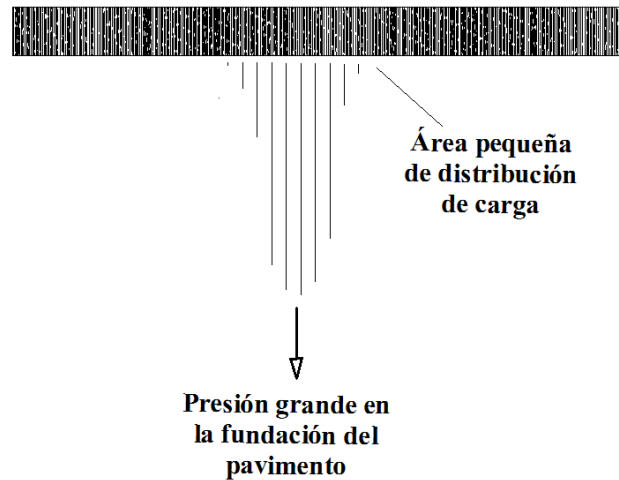
- Resistir y distribuir a las capas inferiores los esfuerzos verticales provenientes del tráfico
- Mejorar las condiciones de rodadura, con el objeto de dar seguridad y confort
- Resistir los esfuerzos horizontales, volviendo más durable la superficie

Pavimento flexible.-Los pavimentos flexibles se caracterizan por ser sistemas multicapa con las capas de mejor calidad cerca de la superficie donde las tensiones son mayores. La capa superior es de concreto asfáltico. Un pavimento flexible trabaja distribuyendo la carga hasta que llegue a un nivel aceptable para la subrasante. Por debajo de la capa de concreto asfáltico se coloca una base que puede ser de piedra partida, grava bien graduada o materiales estabilizados (con cemento, cal o asfalto). Por debajo de esta base se coloca una capa de menor calidad denominada sub-base (Instituto Boliviano de Cemento y Hormigón IBCH, 2006, p.2).

Los pavimentos flexibles, que al tener menor rigidez, transmiten los esfuerzos hacia las capas inferiores lo cual trae como consecuencia mayores tensiones en la subrasante

(http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_102_181_62_936.pdf f).

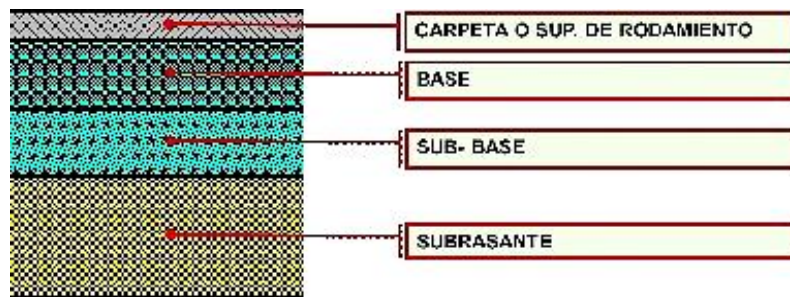
Gráfico No.21 Representación de la deformación en un pavimento flexible



Fuente: Instituto Boliviano de Cemento y Hormigón IBCH, (2006)

Estructura del pavimento flexible.

Gráfico No.22 Estructura de pavimentos



Fuente: Serment, (2012)⁶

Terminología, función y características de cada una de las capas que conforman la estructura de un pavimento.

- Suelo de fundación.- “Es la capa del suelo bajo la estructura del pavimento, preparada y compactada como fundación para el pavimento. Se trata del terreno natural o la última capa del relleno de la plataforma sobre la que se

⁶Recuperado de <http://amivtac-chiapas.org/images/2012/08/Vinicio%20Serment%20PAVIMENTOS%20RIGIDOS%20Y%20FLEXIBLES%20VENTAJAS%20Y%20DESVENTAJAS.doc>

asienta el pavimento” (Ministerio de Transporte y Comunicación del Perú MTC, 2008, p.109).

- Subrasante.- “Superficie superior de la obra básica, preparada como fundación de la estructura de pavimento y de los espaldones” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, 2012).
- Capa de sub-base.- “Capas, de espesor definido, de materiales que cumplen determinadas especificaciones, las cuales se colocan sobre una subrasante aprobada, para soportar la Capa de Base” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, 2012).

Con el propósito de cumplir con los objetivos:

- o Sirve de capa de drenaje de la estructura del pavimento
 - o Controla y elimina los cambios de volumen, la elasticidad y la plasticidad que pueda tener el terreno de fundación
 - o Controla la capilaridad del agua proveniente de niveles freáticos cercanos
 - o Este material necesariamente debe tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación compactado
- Capa de base.- “Capas (o capas), de espesor definido, de materiales sujetos a determinadas especificaciones, colocada sobre la sub-base o la subrasante para soportar las capas de superficie o rodadura” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, 2012).

Las bases pueden ser granulares o estar formadas por mezclas bituminosas, mezclas estabilizadas con cemento u otro material ligante.

El material que se utiliza para la construcción de una base debe cumplir los siguientes requisitos:

- o Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura

- No debe presentar cambios de volumen
 - El porcentaje de desgaste en la máquina de los Ángeles debe ser menor al 40%.
 - El valor del C.B.R. debe ser igual o mayor al 80% (MOP, 2002)
- Capa de rodadura.- “Capa superior de la calzada, de material especificado, designada para dar comodidad al tránsito. Debe tener características antideslizantes, ser impermeable y resistir a la abrasión que produce el tráfico y los efectos degradantes del clima. A veces se la llama *Capa de desgaste*” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, 2012).

Especificaciones técnicas para bases y sub-base

Se presenta entonces las características de los materiales por cada una de las clases de sub-base y base.

➤ Sub-bases de agregados

- a) Clase 1: son construidas con agregados obtenidos por trituración de piedras o gravas, y graduadas uniformemente de grueso a fino, son obtenidas mediante un proceso industrial, este tipo de sub-bases posee aristas irregulares por lo que se consigue mejor resistencia
- b) Clase 2: son construidas por cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de grava
- c) Clase 3: son construidas con material obtenido de la excavación para la plataforma o las minas, son materiales más pobres incluso pueden ser redondeadas las partículas

Cuadro No.14 Límites granulométricos para sub-bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3”(76.2 mm)	--	--	100
2”(50.4 mm)	--	100	--
1 ½”(38.1 mm)	100	70-100	--
No.4 (4.75 mm)	30-70	30-70	30-70
No. 40 (0.425 mm)	10-35	15-40	--
No.200 (0.075 mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente:MOP, (2002)

➤ Bases de agregados

- a) Clase 1: constituidas con agregados gruesos y con agregados finos triturados en un 100% y mezclados necesariamente en sitio
- b) Clase 2: constituidas con el 50% o más de agregados gruesos triturados y mezclados necesariamente en una planta central
- c) Clase 3: constituidas por lo menos con el 25% o más de agregados gruesos triturados y mezclados preferentemente en una planta central
- d) Clase 4: constituidas con bases obtenidas por tamizados de piedras o gravas

Cuadro No.15 Límites granulométricos para bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
	Tipo a	Tipo b			
2" (50.8 mm)	100				100
1 ½" (38.1 mm)	70-100	100			
1" (25.4 mm)	55-85	70-100	100		60-90
¾" (19.0 mm)	50-80	60-90	70-100	100	
3/8" (9.5 mm)	35-60	45-75	50-80		
No.4 (4.76 mm)	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
No. 10 (2.00 mm)	20-40	20-50	25-50	30-60	
No. 40 (0.425 mm)	10-25	10-25	15-30	20-35	
No.200 (0.075 mm)	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: MOP, (2002)

En el siguiente cuadro resumen se muestran las características de las sub-bases y base de agregados que existen.

Cuadro No.16 Características de las sub-bases y bases de agregados

		Límite líquido	Índice plástico	% de desgaste por abrasión	CBR
Sub-base de agregados	Clase 1	≤ 25	< 6	< 50%	≥ 30 %
	Clase 2				
	Clase 3				
Base de agregados	Clase 1	< 25	< 6	< 40%	≥ 80 %
	Clase 2				
	Clase 3				
	Clase 4				

Fuente: MOP, (2002)

2.4.2.8 Sistema de drenaje

El sistema de drenaje vial es de importancia vital para el funcionamiento y operación de la carretera; tiene cuatro funciones principales:

- a) Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada;

- b) Controlar el nivel freático;
- c) Interceptar al agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la carretera; y,
- d) Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

Las tres primeras funciones son realizadas por drenajes longitudinales tales como cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillos y subdrenes, mientras que la última función es realizada por drenajes transversales como las alcantarillas y puentes (MOP, 2003).

Drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal comprende las obras de captación y defensa, cuya ubicación serán necesarios establecer, calculando el área hidráulica requerida, sección, longitud, pendiente y nivelación del fondo, y seleccionando el tipo de proyecto constructivo.

Cunetas

Son canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o a ambos lados de una carretera, con el propósito de interceptar el agua de lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud del corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducirla a un drenaje natural ó a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera.

Localización, pendiente y velocidad

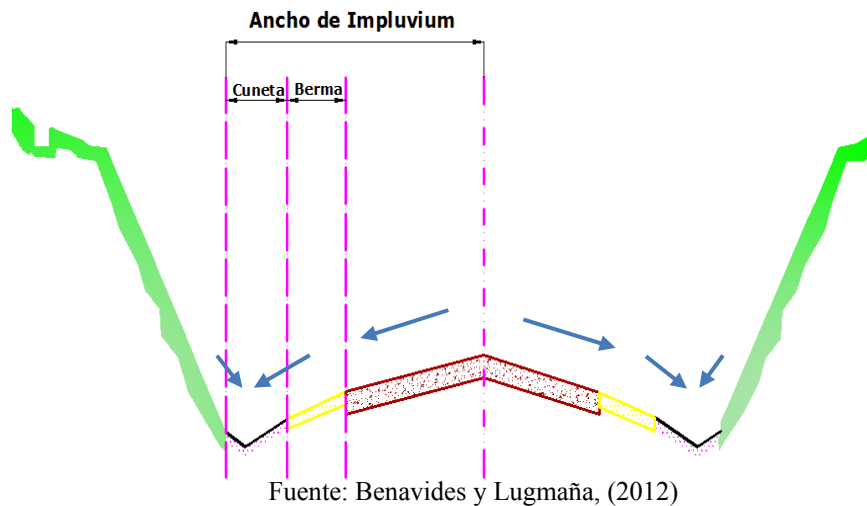
La cuneta se localizará entre el espaldón de la carretera y el pie del talud del corte. La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del 0.50% y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua la misma que condicionará la necesidad de revestimiento.

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

Material	Velocidad (m/s)	Material	Velocidad (m/s)
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2.0
Arcilla arenosa	0.50	Grava gruesa	3.50
Arcilla ordinaria	0.85	Zampeado	3.4 - 4.5
Arcilla firme	1.25	Roca sana	4.5 - 7.5
Grava fina	2.00	Hormigón	4.5 - 7.5

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP,(2003)

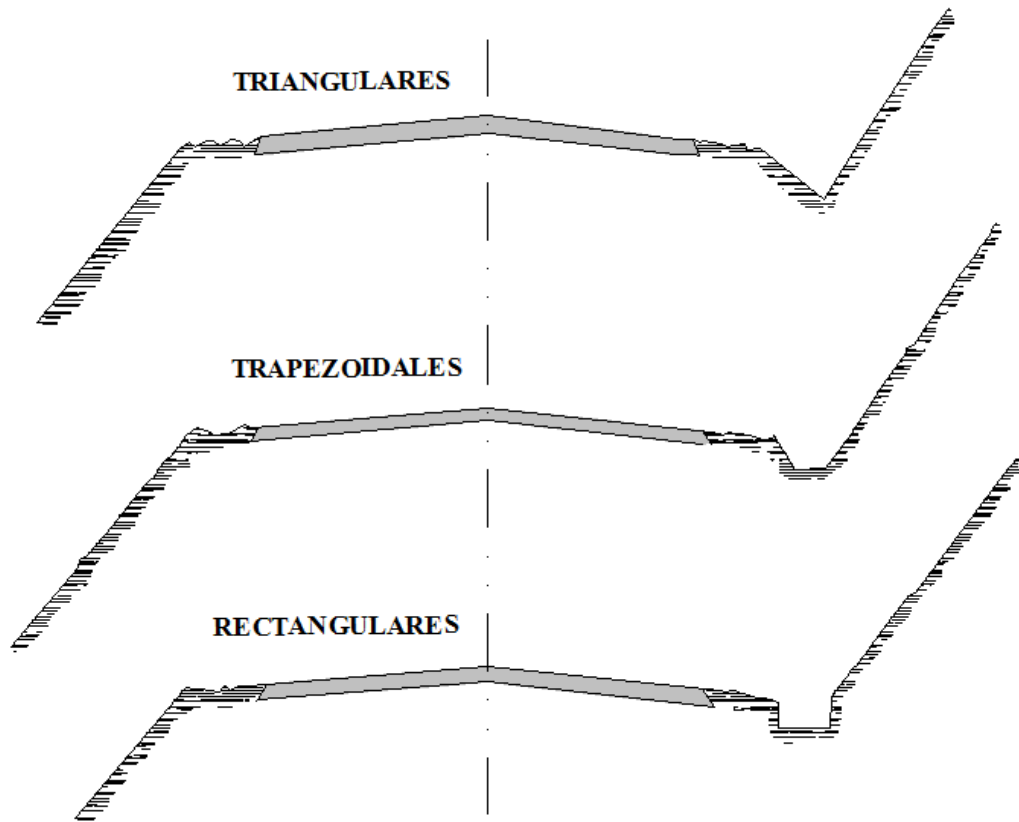
Gráfico No.23 Área de drenaje de una cuneta



Forma de la sección

Las cunetas según la forma de su sección transversal, pueden ser: triangulares, rectangulares y trapezoidales. El uso de cunetas triangulares es generalizado, posiblemente, por su facilidad de construcción y mantenimiento; aunque dependiendo del área hidráulica requerida, también, se pueden utilizar secciones rectangulares ó trapezoidales.

Gráfico No.24 Secciones típicas de cunetas

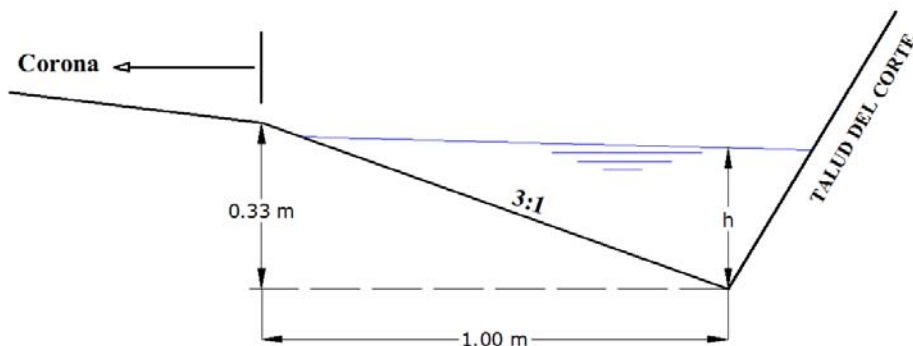


Fuente: MOP,(2003)

La sección rectangular ha sido generalmente abandonada por razones de ingeniería de tránsito, debido a la sensación de peligro que siente quien transita cerca de ella. Por esta misma razón, la sección trapezoidal también se utiliza cada vez menos, salvo que tenga el talud cercano a la carretera muy tendido.

En las secciones triangulares se recomienda que el talud hacia la vía tenga como mínimo 3:1, preferentemente 4:1 y del lado del corte seguirá sensiblemente la inclinación del talud del mismo; considerando, para el caso, una lámina de agua no mayor a 30 cm.

Gráfico No.25 Dimensiones típicas de cunetas triangulares



Fuente: MOP,(2003)

Drenaje transversal

Alcantarillas

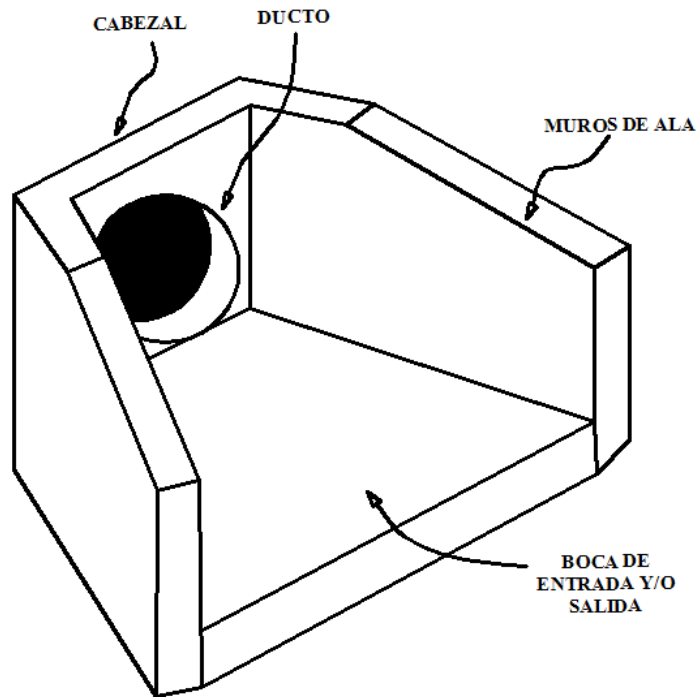
El diseño de alcantarillas deberá realizarse en función de las características de la cuenca hidráulica a ser drenada y de la carretera a la que prestará servicio. Como los sistemas de drenaje inciden en los costos de conservación y mantenimiento de las carreteras, es necesaria que las alcantarillas sean proyectadas considerando que su funcionamiento deberá estar acorde con las limitaciones impuestas por los sistemas de conservación y métodos de mantenimiento.

Las alcantarillas son conductos cerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversales y por debajo del nivel de subrasante de una carretera, con el objeto de conducir, hacia cauces naturales, el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos ó esteros, canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial de la carretera. De acuerdo a las condiciones topográficas del corredor de la carretera, se puede considerar que las alcantarillas servirán para drenar: planicies de inundación o zonas inundables, cuencas pequeñas definidas ó para colectar aguas provenientes de cunetas.

Los elementos constitutivos de una alcantarilla son: el ducto, los cabezales, los muros de ala en la entrada y salida, y otros dispositivos que permitan mejorar las condiciones del escurrimiento y eviten la erosión regresiva debajo de la estructura (MOP, 2003)

En el siguiente gráfico se puede observar los elementos que componen una alcantarilla.

Gráfico No.26 Elementos de una alcantarilla



Fuente: MOP,(2003)

De acuerdo con la forma de la sección transversal del ducto, las alcantarillas pueden ser:

- circulares,
- rectangulares,
- de arco,
- bóvedas ó
- de ductos múltiples

(<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6129/5/TESIS%20COMPLETA.docx>).

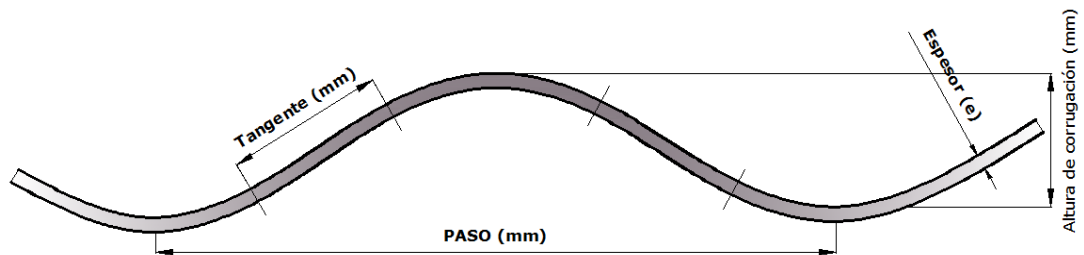
Alcantarillas metálicas

Las alcantarillas metálicas se construirán empleando tubos de acero corrugado.

Corrugación: Es la forma longitudinal deformada de la placa de acero, destinada a aumentar su resistencia mecánica. Generalmente la corrugación tiene una forma semejante a la sinusoidal, formada por un arco cóncavo y un convexo, unidos por un tramo rectilíneo. En la corrugación se distinguen los siguientes elementos:

- Paso: Es la distancia entre dos ápices o nodos consecutivos de la corrugación.
- Tangente: Es la longitud rectilínea, entre arcos, de una corrugación.
- Altura de corrugación: Es el valor de la proyección vertical de la distancia entre un ápice y un nodo de la corrugación.
- Diámetro Nominal: Es el diámetro interior de menor dimensión, el cual se emplea para designar la tubería.
- Placa: Es cada una de las partes que conforma la tubería, cuando su armado se ejecuta en obra, por facilidad de transporte y montaje (MOP, 2002)

Gráfico No.27 Elementos de una corrugación en acero

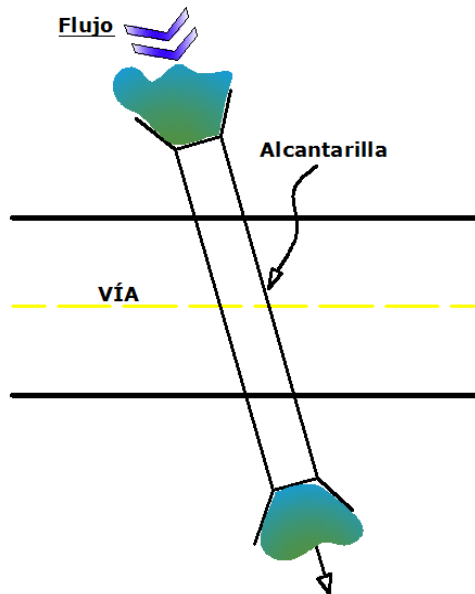


Fuente: INEN, 2005

Alineación

Para drenajes en vías, se deberá tratar en lo posible de alinear a la estructura con el cauce normal, evitando los cambios de dirección bruscos, pues el agua siempre tiende a seguir su curso normal.

Gráfico No.28 Alineación correcta de una alcantarilla



Fuente: NOVACERO, (2014)

Pendiente

La pendiente ideal es aquella que no produce ni sedimentación ni erosión. Una pendiente mínima del 0,5% evitará la sedimentación.

Una pendiente del 2,0 % al 3,0 % se considera normal, siempre que la velocidad esté dentro de los límites admisibles.

Preparación de base

Las alcantarillas o estructuras corrugadas deben ser colocadas en un lecho uniforme, homogéneo, estable y resistente, acomodándose a la forma de la estructura.

Los suelos demasiado blandos o los lechos de material duro o rocoso no proporcionan un adecuado soporte y estos deben sustituirse con material granular que garantice un soporte uniforme y continuo.

La base o el lecho conformado debe cubrirse con un manto uniforme de material suelto, de espesor suficiente para permitir que las corrugaciones se llenen con este material.

En el caso de instalaciones en zanjas el ancho de éstas deben ser el mínimo posible pero suficiente para permitir la compactación debajo de las esquinas inferiores. Las zanjas anchas requieren mayor excavación, más relleno y tienden además a aumentar la carga sobre las estructura.

Las paredes laterales de la zanjas deben ser verticales como sea posibles, por lo menos hasta una altura superior al punto más alto de la estructura.

Emplazamiento sobre terreno inestable.

Si el material base es inconsistente, la alcantarilla o estructura deberá colocarse sobre un material granular compactado en una capa de espesor suficiente (mínimo 30 cm) que asegure una distribución uniforme de la presión sobre el fondo.

Emplazamiento sobre terreno suave.

En este caso se deberá estabilizar el suelo “suave” o lodos con grava o piedras de mediano o gran tamaño. A continuación se presenta las alturas recomendadas dependiendo del tipo de suelo.

Tipo de suelo(Capacidad portante)	Espesor de mejoramiento(cm)
Buena	0
Baja	20-40
Muy baja	40-60
Casos especiales	Empalizada o geotextil

Relleno

Es el proceso más importante para un buen funcionamiento de la estructuras de acero corrugado. La selección del material y su compactación adecuadas, garantizan el óptimo comportamiento estructural de la solución.

Selección de material

El material de relleno debe ser preferentemente granular, bien graduado, con tamaño máximo de 7 cm. No se debe usar materiales con un alto porcentaje de

finos, porque podrían afectar las características mecánicas y de compactación del material, especialmente en el caso en que se encuentre un nivel freático alto.

Compactación

Las alcantarillas y estructura deben su resistencia a la interacción con el material de relleno circundante, es por esto evidente la importancia que se debe tener en el proceso de relleno y compactación.

No se debe arrojar el material de relleno desde alturas muy grandes porque puede producir cargas de impacto sobre la estructura.

El proceso de relleno comienza rodeando la parte inferior de la estructura.

El material debe ser firmemente compactando con equipo manual en un ancho de 0,60 m humedeciéndole hasta conseguir el nivel óptimo de humedad.

Luego se genera el relleno lateral en capas horizontales de un espesor máximo de 0,20 metros, alternativamente a ambos lados de la alcantarilla o estructura, para que la misma no pierda equilibrio respecto a las cargas laterales. Cada capa deberá compactarse por lo menos al 90-95% de la densidad normal según AASHTO T-180.

Una vez que se alcance el nivel de la corona de la alcantarilla, se procederá de la misma manera hasta alcanzar una altura de por lo menos 0,30 metros por sobre este nivel utilizando equipo liviano de compactación, antes de continuar el relleno en capas compactadas por cualquier equipo pesado de compactación y alcanzar la altura de relleno requerida (NOVACERO, 2014).

2.5 HIPÓTESIS

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Chico Copataza-Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza, mejorará la calidad de vida de los pobladores.

2.6 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES

2.6.1 Variable independiente

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Chico Copataza-Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza.

2.6.2 Variable dependiente

La calidad de vida de los pobladores.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

Investigación de campo.-

Se estableció las condiciones sociales de los habitantes del sector mediante la aplicación de una encuesta. Se evaluó las condiciones en las que se encontraba la vía en estudio. Se determinó la topografía del sector con la finalidad de obtener las mediciones de la superficie real del terreno. Se determinó el TPDA por medio del conteo de tráfico. Esta investigación de campo permitió el contacto directo del indagador con la realidad, ya que se necesitó estar en constante convivencia con el objeto de estudio para detectar los inconvenientes que existan a lo largo de la vía o con los pobladores.

Investigación bibliográfica.-

En cuanto a la información bibliográfica se realizó las respectivas consultas en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, además de la información que se obtuvo de las instalaciones del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza. Este estudio realizó el diseño de la estructura de pavimento mediante el uso de normas de la AASHTO y el diseño geométrico de la vía por medio de las especificaciones para construcción de carreteras y puentes del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Investigación de laboratorio.-

Se realizaron los ensayos respectivos para determinar el valor de CBR del suelo de la subrasante.

3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Nivel exploratorio.-la presente investigación es de tipo exploratorio dado que los datos previos son necesarios para acercarse al problema investigado, con el objetivo de obtener resultados eficientes. Además que al contar con la encuesta inicial permitió hacer una evaluación preliminar de las condiciones del sector en cuanto a su calidad de vida y condiciones en las que se encontraba la vía.

Nivel descriptivo.-la investigación es de tipo descriptivo porque toma en cuenta los aspectos en estudio del proyecto como es la topografía del lugar y las condiciones de la vía, todos estos aspectos que fueron importantes al momento de realizar el diseño geométrico y de la estructura del pavimento de la misma.

Asociación de variables.-el nivel de investigación de asociación de variables, realiza un análisis de correlación entre la variable independiente y la variable dependiente que fueron las empleadas dentro de la hipótesis y fueron tema de la propuesta.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población

El universo de investigación está definido por el número de habitantes beneficiados que se servirán del uso de la vía que une las comunidades Chico Copataza y Villaflora⁷. Universo = 655 habitantes

3.3.2 Muestra

Para obtener la muestra representativa se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{e^2(N - 1) + 1} = \frac{655}{0,05^2 \times (655 - 1) + 1} = 249 \text{ hab}$$

Donde:
N= tamaño de la población
n= tamaño de la muestra
e= margen de error (5%)

⁷Fuente: Datos proporcionados por la junta parroquial de Simón Bolívar

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4.1 Variable independiente

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Chico Copataza-Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza.

Cuadro No.18 Operacionalización de variable independiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems básicos	Técnicas e instrumentos
Diseño geométrico.- es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido la carretera queda definida por el trazado de su eje en plata, en perfil y por el trazado de su sección transversal.	Alineamiento horizontal	Velocidad de diseño Curvas circulares Distancia de visibilidad Radio mínimo Peralte Sobreancho Longitud de transición	¿Cuál es la velocidad de diseño? ¿Cuáles son los elementos de las curvas circulares? ¿Cuáles son las distancias de visibilidad? ¿Cuál es el radio mínimo? ¿Cuál es el peralte máximo? ¿Cuál es el sobreancho mínimo? ¿Cuál es la longitud de transición?	Normas MTOP Estación total Software GPS
	Alineamiento vertical	Gradientes Curvas verticales: <ul style="list-style-type: none"> • Cóncavas • Convexas 	¿Cuál es la gradiente máxima? ¿Qué tipos de curvas existen?	
	Sección transversal	Sección típica Calzada Bombeo	¿Cómo es la sección típica ¿Qué ancho tiene la calzada? ¿Cuál es el bombeo natural?	
Diseño de la estructura del pavimento.- combinación de capas de sub-base, base y capa de rodadura colocada sobre una subrasante, para soportar las cargas de tránsito y distribuir los esfuerzos en la plataforma.	Subrasante	CBR	¿Cuál es el CBR de la subrasante?	Ensayos de suelos SUCS Formularios Método AASHTO-93 Especificaciones MOP 2002
	Sub-base	Granulometría Coeficiente de desgaste Índice plasticidad Límite líquido CBR	¿Cuál es su granulometría? ¿Cuál es su coeficiente de desgaste? ¿Cuál es su IP? ¿Cuál es su LL? ¿Cuál es el CBR de la sub-base?	
	Base	Granulometría Coeficiente de desgaste Índice plasticidad Límite líquido CBR	¿Cuál es su granulometría? ¿Cuál es su coeficiente de desgaste? ¿Cuál es su IP? ¿Cuál es su LL? ¿Cuál es el CBR de la base?	
	Carpeta asfáltica	TPDA Número de ejes equivalentes	¿Cuál es su TPDA? ¿Cuál es su número de ejes equivalentes?	
Sistema de drenaje vial.- son las obras de captación y conducción que permiten interceptar el agua que escurre hacia la carretera, desalojarla rápidamente en forma controlada hacia un cauce natural para preservar la buena condición del pavimento.	Cunetas	Caudal Dimensiones	¿Cuál es el caudal de las cunetas? ¿Qué dimensiones poseen las cunetas?	Fórmulas de Maning Método racional
	Alcantarillas	Caudal Diámetro	¿Cuál es el caudal de las alcantarillas? ¿Qué diámetro tienen las alcantarillas?	

Fuente: Autor

3.4.2 Variable dependiente

La calidad de vida de los pobladores.

Cuadro No.19 Operacionalización de variable dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos
La calidad de vía se define como el término que involucra al bienestar físico, mental, ambiental y social de acuerdo a la percepción de cada individuo y cada grupo. Es función además de las características del medio en que el proceso se desenvuelve ⁸ .	Social	Educación	¿Qué nivel de educación tienen los habitantes del sector?	Observación Entrevista Encuesta
		Salud	¿Tienen un subcentro de salud en buenas condiciones?	
	Económico	Comercio	¿A qué actividad laboral se dedican los habitantes?	Observación Entrevista Encuesta
		Producción	¿Tienen facilidad para transportar sus productos?	

Fuente: Autor

3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Cuadro No.20 Plan de recolección de información

¿Para qué?	Lograr los objetivos de estudio
¿A quiénes?	Los pobladores que habitan en las comunidades Villaflora y Chico Copataza
¿Sobre qué aspectos?	Diseño de la vía y la calidad de vida de los pobladores.
¿Quién va a recolectar?	Investigadora
¿Cuándo?	Diciembre del 2013 a Abril del 2014.
¿Dónde?	Comunidades Villaflora y Chico Copataza, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza.
¿Con qué técnicas de recolección?	Encuesta: Con preguntas cerradas y de opción múltiple. Entrevista.
¿Con qué instrumentos?	Guía de encuesta y entrevista

Fuente: Autor

⁸ Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador MTOP. (2013). Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12. Quito, Ecuador.

3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Con los datos que se obtuvieron de la encuesta se tabuló, graficó e interpretó los resultados.

Se descargó los datos de la estación total referente al levantamiento topográfico y se los procesó en un ordenador, de tal manera que a partir de esto se pudo empezar con el diseño geométrico de la vía. Mediante el estudio de suelos se determinó las características de la capacidad portante para el diseño de la estructura del pavimento.

Se realizó el conteo de tráfico con lo cual se clasificó la vía de acuerdo al TPDA según las Normas del Ministerio de Obras Públicas MOP 2003.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

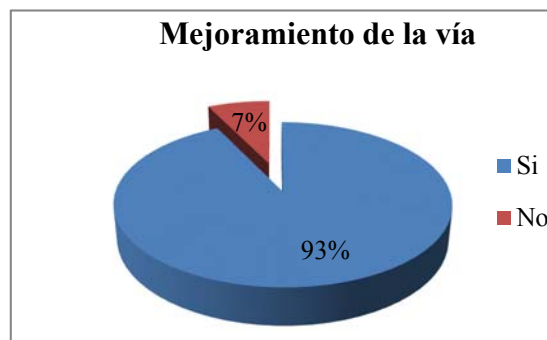
4.1.1 Análisis de resultados de las encuestas

La encuesta fue aplicada a una muestra de 249 habitantes, y denota el criterio de los moradores con respecto a las condiciones actuales de la vía y sobre su calidad de vida. Se formularon diez preguntas, los resultados son los que se muestran a continuación.

Pregunta 1

¿Cree usted que es necesario mejorar la vía?

Criterio	N. Personas	Porcentaje
Si	231	93%
No	18	7%
	249	100%

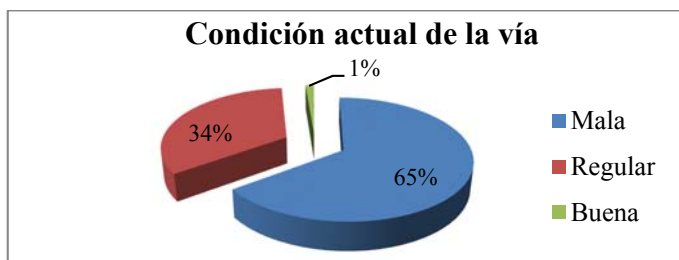


Conclusión: El 93% considera que es necesario mejorar la vía mientras que un 7% considera que no lo es.

Pregunta 2

¿Cómo considera usted la condición actual de la vía?

Criterio	N. Personas	Porcentaje
Mala	152	65%
Regular	79	34%
Buena	18	1%
	249	100%

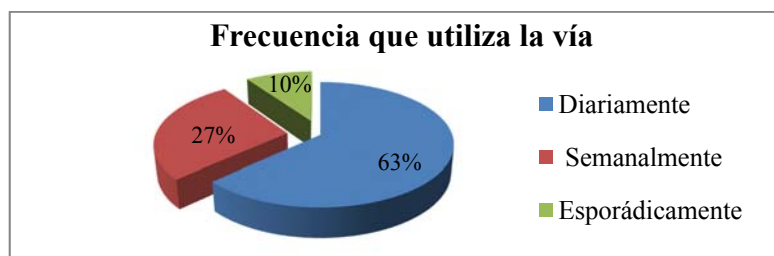


Conclusión: El 65% de los encuestados consideran que la vía actualmente está en malas condiciones, el 34% considera que la vía está en condiciones regulares y el 1% considera que las condiciones de la vía son buenas.

Pregunta 3

¿Con qué frecuencia utiliza la vía?

Criterio	N. Personas	Porcentaje
Diariamente	157	63%
Semanalmente	68	27%
Esporádicamente	24	10%
	249	100%

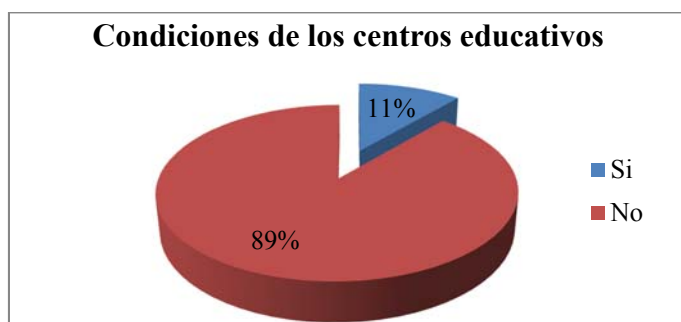


Conclusión: El 63% de los encuestados utiliza la vía diariamente, el 27% la utiliza semanalmente y el 10% esporádicamente la utiliza.

Pregunta 4

¿Cree usted que los centros educativos del sector están en buenas condiciones?

Criterio	N. Personas	Porcentaje
Si	28	11%
No	221	89%
	249	100%

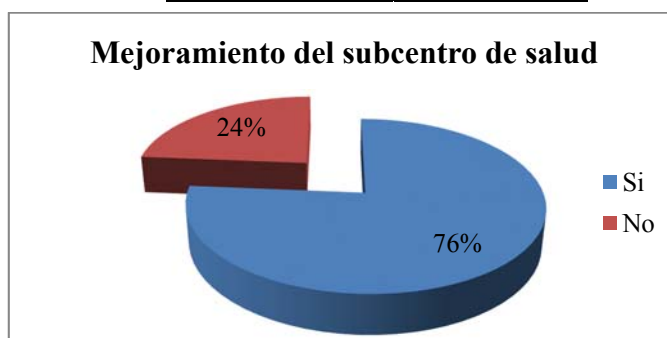


Conclusión: El 89% considera que los centros educativos del sector no están en buenas condiciones mientras que el porcentaje restante considera lo contrario.

Pregunta 5

¿Considera usted que el subcentro de salud del sector debe ser mejorado?

Criterio	N. Personas	Porcentaje
Si	190	76%
No	59	24%
	249	100%

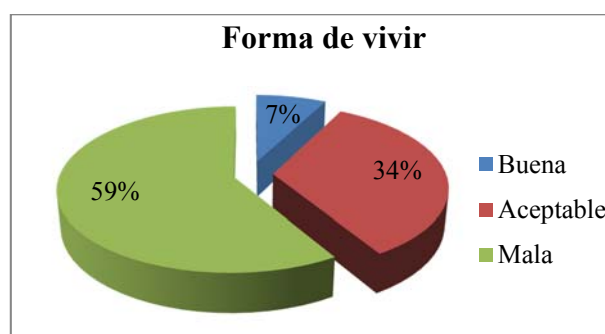


Conclusión: El 76% de los encuestados afirma que si es necesario un mejoramiento del subcentro de salud del sector y el porcentaje restante considera que no es necesario mejorarlo.

Pregunta 6

¿Cómo considera usted su forma de vivir?

Criterio	N. Personas	Porcentaje
Buena	19	7%
Aceptable	84	34%
Mala	146	59%
	249	100%

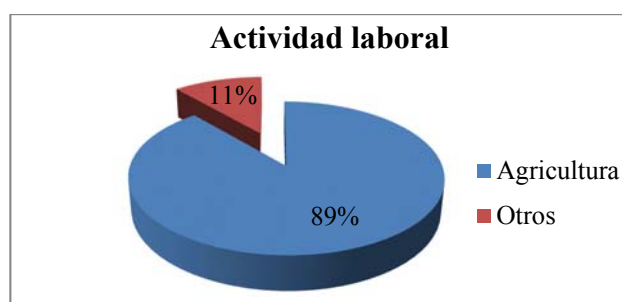


Conclusión: El 59% de los encuestados afirma que tiene una mala forma de vivir, un 34% considera que su forma de vivir es aceptable y el 7% opina que viven de buena forma.

Pregunta 7

¿A qué actividad laboral se dedica?

Criterio	N. Personas	Porcentaje
Agricultura	221	89%
Otros	28	11%
	249	100%

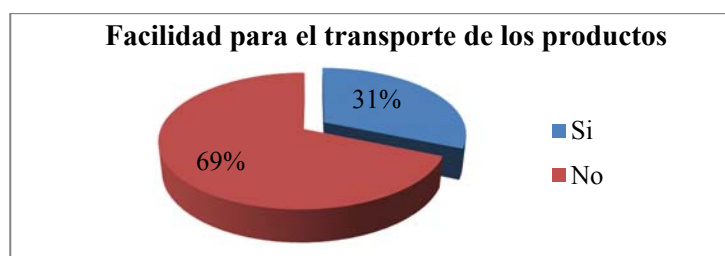


Conclusión: El 89% de los encuestados tiene a la agricultura como actividad laboral mientras que el 11% restante se dedican a otras actividades.

Pregunta 8

¿Tiene facilidad para transportar sus productos?

Criterio	N. Personas	Porcentaje
Si	78	31%
No	171	69%
	249	100%

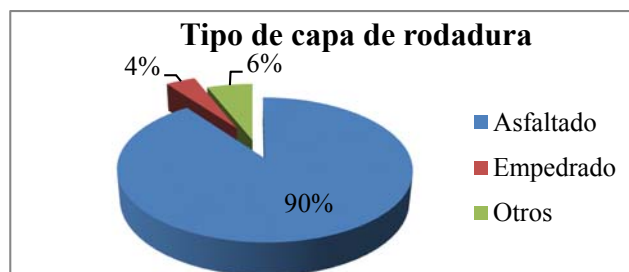


Conclusión: El 69% afirman que no tienen facilidades para sacar sus productos y el porcentaje restante de encuestados considera que si las tienen.

Pregunta 9

¿Qué tipo de capa de rodadura debería poseer la vía?

Criterio	N. Personas	Porcentaje
Asfaltado	224	90%
Empedrado	10	4%
Otros	15	6%
	249	100%

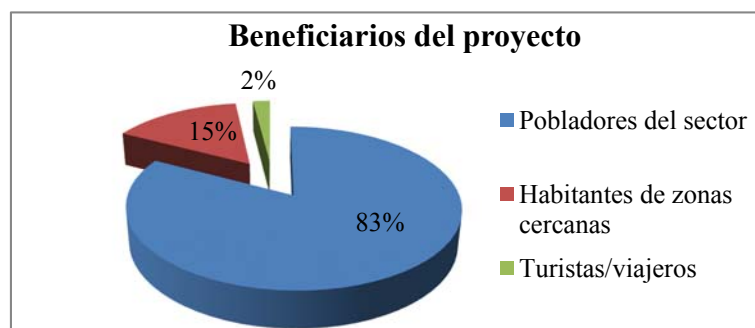


Conclusión: El 90% creen que la capa de rodadura para la vía sería el asfaltado, el 6% considera que se coloque otro tipo de capa de rodadura y el porcentaje restante opina que debería empedrarse.

Pregunta 10

¿Quiénes serían los principales beneficiarios si se realizara el proyecto?

Criterio	N. Personas	Porcentaje
Pobladores del sector	206	83%
Habitantes de zonas cercanas	38	15%
Turistas/viajeros	5	2%
	249	100%



Conclusión: El 83% afirma que de llevarse a cabo el proyecto los principales beneficiarios serían los mismos pobladores del sector, el 15% considera que los beneficiados serían los habitantes de zonas cercanas y el porcentaje restante opina que son los turistas y viajeros quienes se beneficiarían del proyecto.

4.1.2 Análisis de resultados del estudio topográfico

La vía actual empieza en el K 0+000 en la comunidad Chico Copataza y termina en el K 4+702,57 en la comunidad Villaflora. La topografía que se presenta a lo largo de la vía del proyecto es de tipo ondulado con ciertos tramos de terreno montañoso, con una pendiente promedio que oscila alrededor del 7% y una pendiente máxima del 11%, en los tramos montañosos. Mientras se llevó a cabo el levantamiento topográfico permitió distinguir todas las características físicas del proyecto tales como los pasos de agua que existen a lo largo de la vía y el caudal que éstos poseen, los puntos de paso obligado y las características de los suelos.

4.1.3 Análisis de resultados de estudio de tráfico

El proyecto vial se diseñó en base a datos reales del tránsito que circularán en ambas direcciones, el conteo se realizó durante 12 horas por 7 días continuos, como se detalla en los anexos, la estación de conteo estuvo ubicada en Simón Bolívar, mediante el cual se aprecia que existe un gran número de vehículos livianos y un volumen mínimo de vehículos pesados que serán considerados durante el diseño.

El conteo vehicular se llevó a cabo con intervalos de 15 minutos para determinar la hora pico estableciendo los siguientes volúmenes vehiculares.

Día de mayor tránsito: domingo, 16 de marzo del 2014, hora pico: 15:15 – 16:15 horas.

Cuadro No.21 Volumen vehicular durante la hora pico

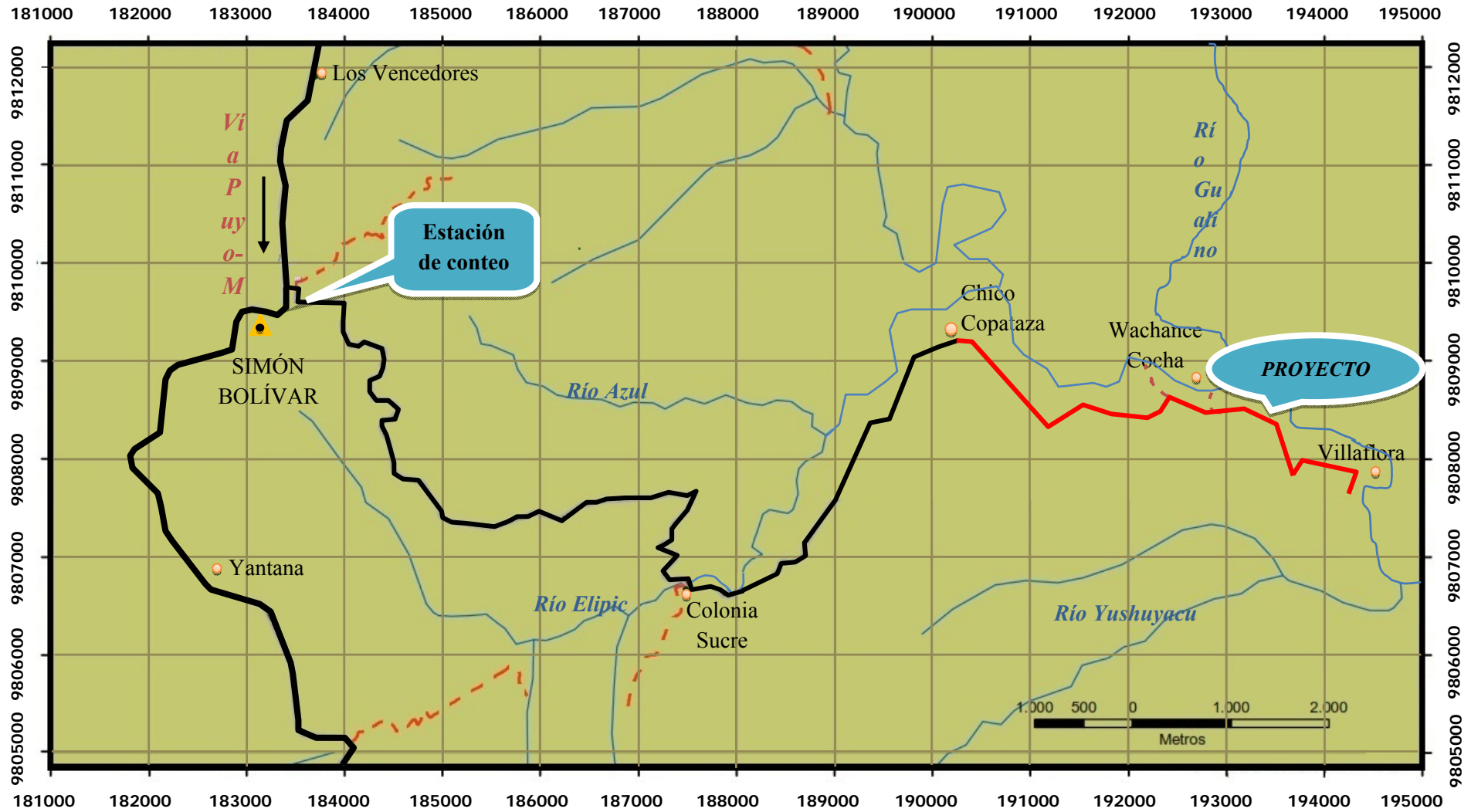
Hora	Livianos	Buses	Camiones 2DA	Σ de los cuartos de hora (veh)
15:15 - 15:30	3	0	0	3
15:30 - 15:45	3	0	1	4
15:45 - 16:00	3	0	0	3
16:00 - 16:15	3	1	0	4
Sumatoria Σ	12	1	1	14

Fuente: Autor

Según el cuadro anterior en la hora de mayor volumen de tránsito circularon 12 vehículos livianos, 1 bus y 1 camión de dos ejes. Dando como resultado 14 vehículos en la hora de mayor afluencia.

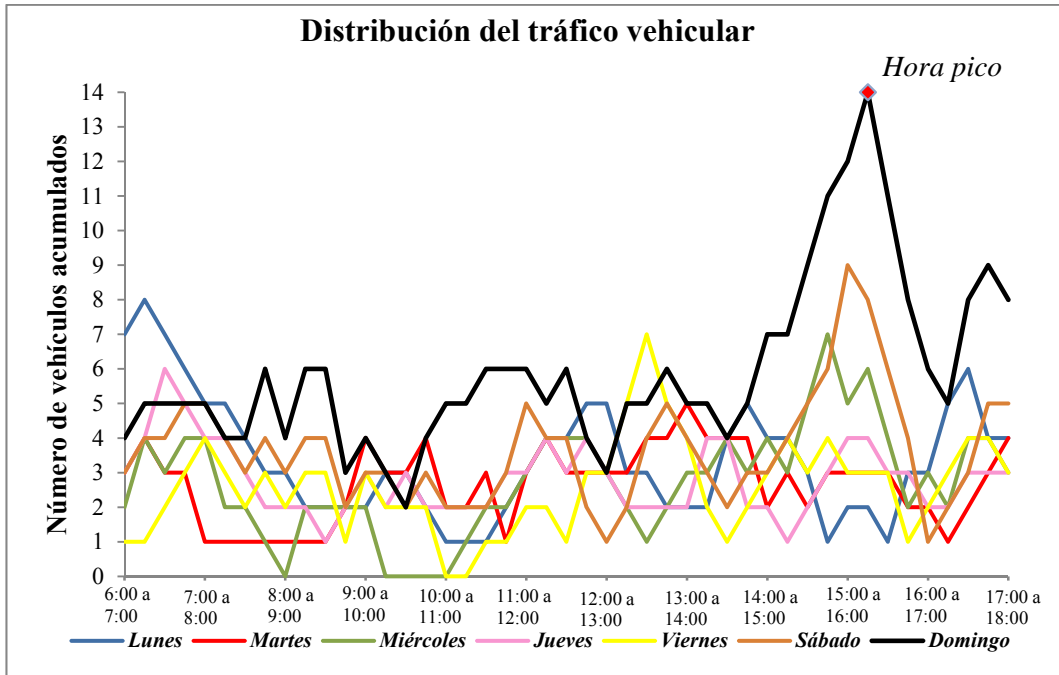
En el gráfico siguiente se muestra la ubicación de la estación de conteo de los vehículos.

Gráfico No.29 Ubicación de la estación de conteo



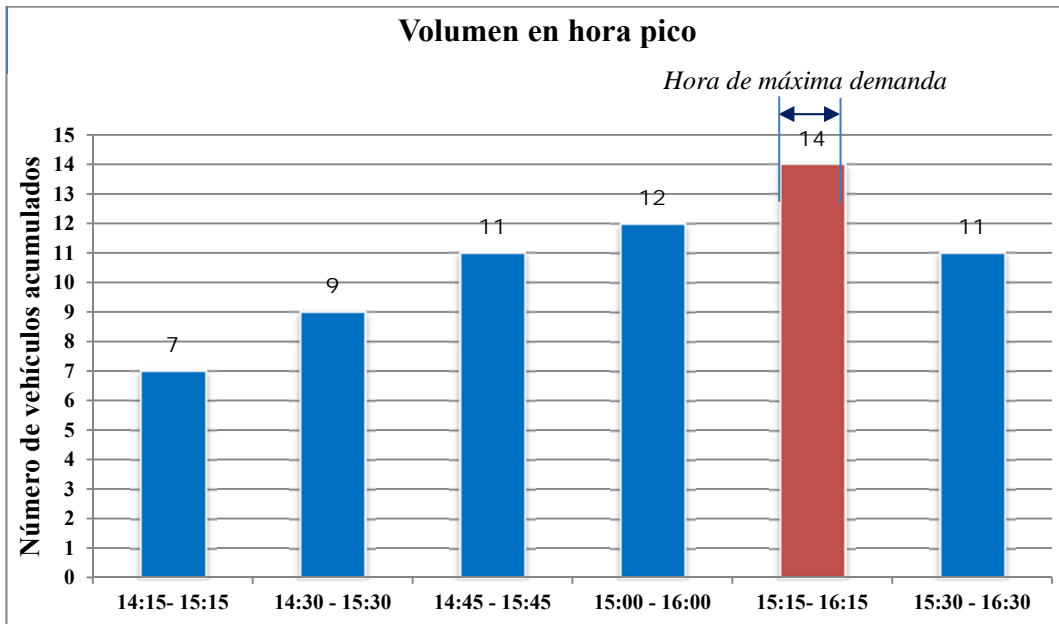
Fuente: Autor

Gráfico No.30 Distribución de tráfico vehicular



Fuente: Autor

Gráfico No.31 Volumen de tránsito en hora pico

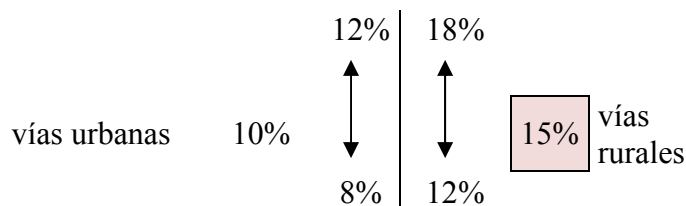


Fuente: Autor

A continuación el cálculo del TRÁNSITO ACTUAL

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

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



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

Livianos: 12
 Buses: 1
 Camiones 2DA: 1

$$\text{VHP ó 30va HD} = 15\% * \text{TPDA}$$

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

Donde: VHP = volumen en hora pico

TPDA = tráfico promedio diario anual

➤ Para vehículos livianos

$$\text{TPDA} = 12 / 0.15 = 80 \text{ veh}$$

Cuadro No.22 Tráfico promedio diario anual, TPDA

Tipo de vehículos	VHP de cada tipo de vehículo	TPDA
Livianos	12	80
Buses	1	7
Camiones 2DA	1	7
TPDA =		94 veh

Fuente: Autor

➤ **Cálculo del tránsito atraído (10%TPDA) $T_{at} = 10\% * TPDA$**

➤ Para vehículos livianos

$$T_{at} = 10\% * 80 \text{ veh} = 8 \text{ veh}$$

Cuadro No.23 Tráfico atraído, T_{at}

Tipo de vehículos	TPDA	T_{at}
Livianos	80	8
Buses	7	1
Camiones 2DA	7	1
		$T_{at} = 10 \text{ veh}$

Fuente: Autor

➤ **Tránsito actual (T_{ac}) = TPDA + Tránsito atraído (T_{at})**

➤ Para vehículos livianos

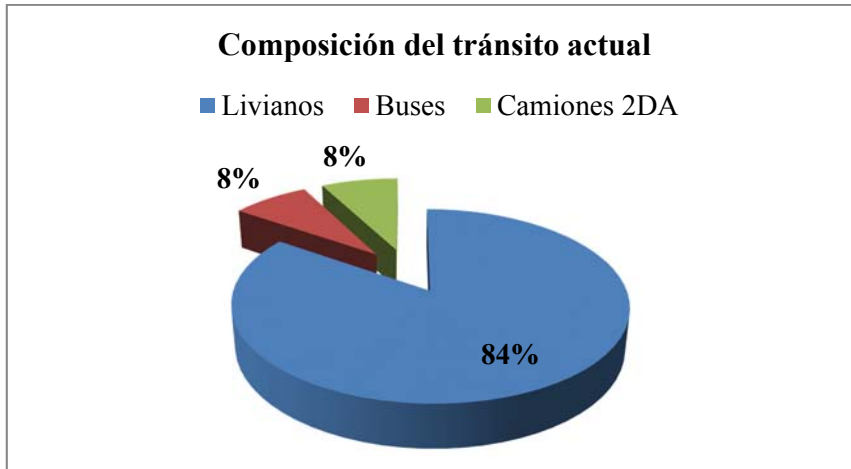
$$\text{Tránsito actual } (T_{ac}) = 80 + 8 = 88$$

Cuadro No.24 Tránsito actual, T_{ac} y su composición

Tipo de Vehículos	TPDA (veh)	Tránsito atraído T_{at} (10% TPDA)	TránsitoActual T_{ac} (veh)	%
Livianos	80	8	88	84,6%
Buses	7	1	8	7,7%
Camiones 2DA	7	1	8	7,7%
Sumatoria Σ	94	10	104	100%

Fuente: Autor

Gráfico No.32 Composición del tránsito actual



Fuente: Autor

Posteriormente el tránsito actual se proyectó al tiempo de diseño del proyecto, con las tasas de crecimiento del parque automotor anteriormente presentadas de la siguiente manera:

- Para vehículos livianos $i = 3,25\%$ para el 20vo año de diseño (Ver Cuadro No.2)

$$T_p = T_{ac} (1+i)^n$$

$$T_p = 88 (1+0,0325)^{20}$$

$$T_p = 167 \text{ veh}$$

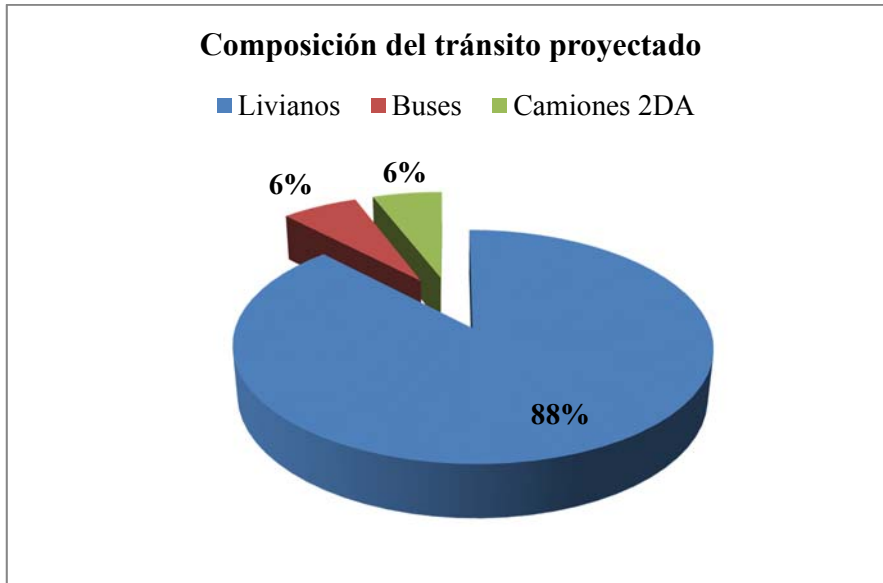
Obteniendo así el tránsito proyectado. Y como resultado de esto, el siguiente cuadro muestra la composición del tránsito proyectado que existe en la vía.

Cuadro No.25 Composición de tránsito actual y tráfico proyectado

Tipo de Vehículos	Tránsito Actual	Tránsito proyectado (20 años)	%
Livianos	88	167	87,9%
Buses	8	12	6,3%
Camiones 2DA	8	11	5,8%
Sumatoria Σ	104	190	100%

Fuente: Autor

Gráfico No.33 Composición del tránsito proyectado



Fuente: Autor

AÑO	% Crecimiento			TRANSITO PROMEDIO DIARIO				W ₁₈ ACUMULADO
	autos	buses	camiones	TPDA total	autos	buses	camiones	
							2DA	
2014	4,47%	2,22%	2,18%	104	88	8	8	2358
2015	4,47%	2,22%	2,18%	110	92	9	9	5011
2016	3,97%	1,97%	1,94%	114	96	9	9	7664
2017	3,97%	1,97%	1,94%	117	99	9	9	10317
2018	3,97%	1,97%	1,94%	121	103	9	9	12970
2019	3,97%	1,97%	1,94%	125	107	9	9	15623
2020	3,97%	1,97%	1,94%	130	112	9	9	18276
2021	3,57%	1,78%	1,74%	133	113	10	10	21224
2022	3,57%	1,78%	1,74%	137	117	10	10	24172
2023	3,57%	1,78%	1,74%	141	121	10	10	27120
2024	3,57%	1,78%	1,74%	145	125	10	10	30068
2025	3,57%	1,78%	1,74%	150	130	10	10	33016
2026	3,25%	1,62%	1,58%	150	130	10	10	35964
2027	3,25%	1,62%	1,58%	154	134	10	10	38912
2028	3,25%	1,62%	1,58%	159	138	11	10	42050
2029	3,25%	1,62%	1,58%	165	143	11	11	45293
2030	3,25%	1,62%	1,58%	169	147	11	11	48536
2031	3,25%	1,62%	1,58%	174	152	11	11	51779
2032	3,25%	1,62%	1,58%	179	157	11	11	55022
2033	3,25%	1,62%	1,58%	184	162	11	11	58265
2034	3,25%	1,62%	1,58%	190	167	12	11	61698

4.1.4 Análisis de resultados del estudio de suelos

El estudio de suelos es uno de los parámetros fundamentales en el desarrollo del proyecto, para llevar a cabo esta actividad, se realizó el reconocimiento preliminar de la vía para determinar las condiciones generales del suelo y ubicar el sitio de cada perforación, con el fin de tomar muestras para hacer los ensayos. Para la toma de muestras se realizó calicatas, que consiste en la perforación manual de pozos a cielo abierto.

Se tomó seis muestras en los: Km 0+000, Km 1+000, Km 2+000, Km 3+000, Km 4+000 y Km 4+702,57, las mismas se llevaron al laboratorio especializado para realizar los ensayos. Los resultados de los estudios de suelos se presentan en los anexos.

➤ Límites de Atterberg

Ensayo Muestras	Límite líquido	Límite plástico	Índice plástico
Km 0+000	53.00	39.27	13.73
Km 1+000	40.10	32.88	7.22
Km 2+000	32.20	30.55	1.65
Km 3+000	47.30	37.96	9.34
Km 4+000	67.60	56.08	11.52
Km 4+702.57	41.40	35.36	6.04

➤ Compactación

Ensayo Muestras	$\gamma_{\text{máx}}$	w óptimo
Km 0+000	1.492	26.80
Km 1+000	1.748	17.30
Km 2+000	1.740	28.20
Km 3+000	1.66	20.00
Km 4+000	1.404	30.40
Km 4+702.57	1.650	20.80

➤ CBR de diseño

El criterio más difundido para la determinación de la resistencia de diseño es el propuesto por el Instituto del Asfalto, el cual recomienda tomar un valor total,

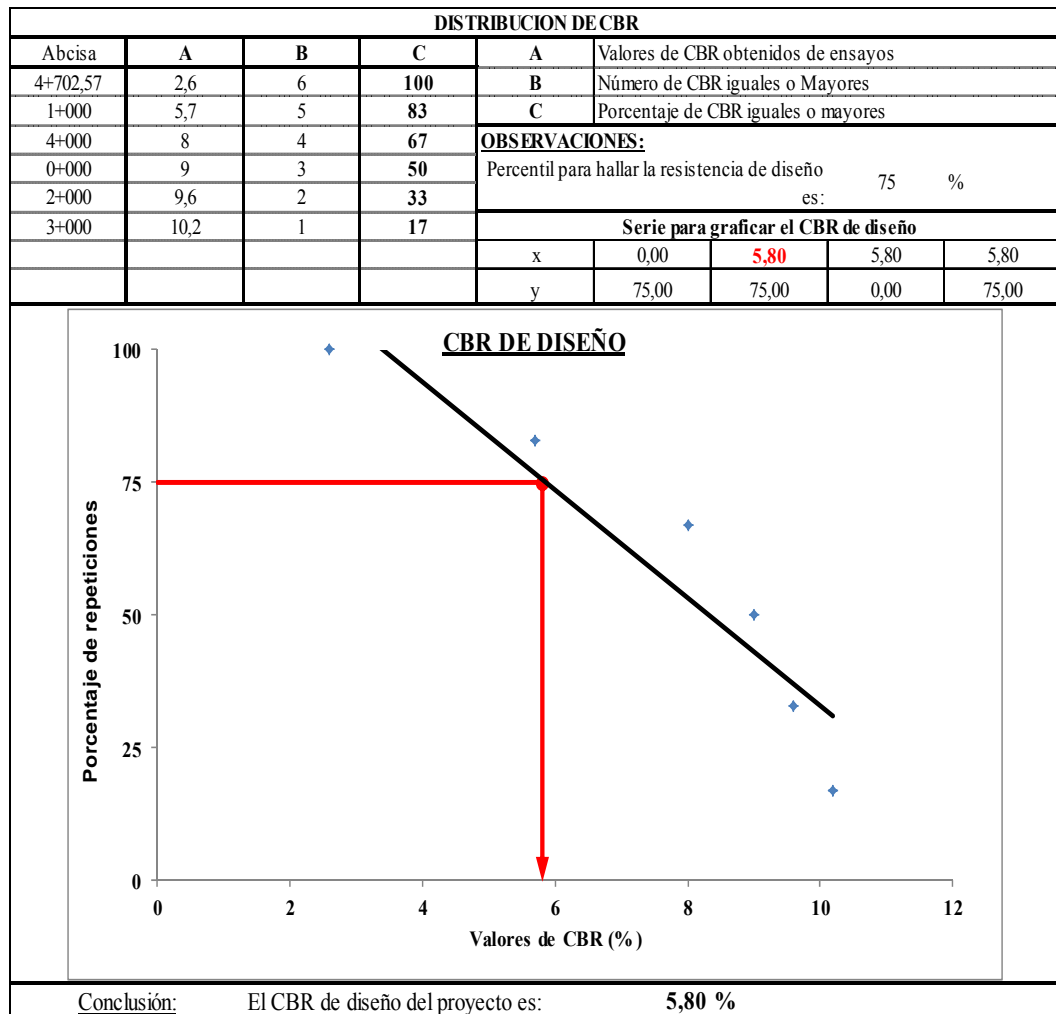
que el 60%, 75% o el 87.5 % de los valores individuales sean mayores o iguales que este valor de acuerdo con el tránsito que se espera circule por el pavimento.

Cuadro No.26 Valor de resistencia de diseño

Número de ejes de 8.2 toneladas en el carril de diseño	Porcentaje a seleccionar para hallar la resistencia
< 10 ⁴	60
10 ⁴ – 10 ⁶	75
> 10 ⁶	87.5

Fuente: AASHTO, (1993)

El número de ejes equivalentes para el proyecto fue 6,17 E+04, por lo tanto según la tabla anterior el porcentaje que se utilizó para hallar la resistencia fue 75%.



4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.2.1 Interpretación de datos de las encuestas

Cuadro No.27 Interpretación de datos de las encuestas

Pregunta N°	Descripción.	Interpretación
1	¿Cree usted que es necesario mejorar la vía?	El 93% considera que es necesario mejorar la vía mientras que solo un 7% considera que no lo es.
2	¿Cómo considera usted la condición actual de la vía?	El 65% de los encuestados consideran que la vía actualmente está en malas condiciones, el 34% considera que la vía está en condiciones regulares y el 1% considera que las condiciones de la vía son buenas.
3	¿Con qué frecuencia utiliza la vía?	El 63% de los moradores utiliza la vía diariamente, el 27% la utiliza semanalmente y el 10% esporádicamente la utiliza.
4	¿Cree ud que los centros educativos del sector están en buenas condiciones?	El 89% afirma que los centros educativos del sector no están en buenas condiciones mientras que solo el 11% opina lo contrario
5	¿Considera ud que el subcentro de salud del sector debe ser mejorado?	El 76% de los encuestados afirma que el subcentro de salud debe ser mejorado y el porcentaje restante considera lo contrario.
6	¿Cómo considera ud su forma de vivir?	El 59% considera que tiene un mala forma de vivir, el 34 % considera que su forma de vivir es aceptable mientras que solo un 8% considera que tiene una buena forma de vivir
7	¿A qué actividad laboral se dedica?	El 89% de los encuestados tiene como actividad laboral la agricultura mientras que el 11% se dedica a otra actividad laboral.
8	¿Tiene facilidad para trasportar sus productos?	El 69% afirman que no tienen facilidades para sacar sus productos y el 31% de encuestados considera que si las tienen.
9	¿Qué tipo de capa de rodadura debería poseer la vía?	El 90% de los habitantes creen que el tipo de rodadura para la vía sería el asfaltado, el 6% considera que se coloque otro tipo de rodadura y el porcentaje restante opina que debería empedrarse.

10	¿Quiénes serían los principales beneficiarios si se realizara el proyecto?	El 83% afirma que de llevarse a cabo el proyecto los principales beneficiarios serían los mismos pobladores del sector, el 15% considera que los beneficiados serían los habitantes de zonas cercanas y el 2% opina que son los turistas y viajeros quienes se beneficiarían del proyecto.
----	--	--

Fuente: Autor

4.2.2 Interpretación de datos del estudio topográfico

Al revisar el perfil de terreno se observó que es ondulado con ciertos tramos montañosos por lo cual supone moderados movimientos de tierra, lo que permitió alineamientos con cierta rectitud, la vía tiene cierta capacidad de drenaje longitudinal, sin embargo no cuenta con cunetas, y la sección transversal de la vía existente no presenta un bombeo adecuado. La superficie se realizó con curvas de nivel tipo índice y las intermedias, las primeras distanciadas cada 5 metros y las segundas cada metro para apreciar de mejor manera la topografía del proyecto.

4.2.3 Interpretación de datos del estudio de tráfico

El tránsito indica para que servicio se va a construir la vía y afecta directamente a las características geométricas del diseño.

Por lo tanto se ha concluido que dentro de la composición del tránsito normal de la vía los de mayor frecuencia fueron los vehículos livianos, ciertamente que los vehículos pesados fueron los que ocupan mayor espacio y son los más lentos; por lo que tienen mayor efecto en el tránsito que los vehículos más pequeños, es por esta razón que a pesar de que la vía tiene un porcentaje bajo de vehículos pesados, estos se consideraron para el diseño puesto que ofrecen la carga a soportar de la vía e influyeron en la determinación de la estructura del pavimento.

El tránsito proyectado para los 20 años de diseño fue de 190 vehículos, por lo cual la vía según este tráfico es de IV orden o camino vecinal ya que está dentro del

rango de 100 a 300 vehículos, según las Normas de diseño geométrico del MOP 2003 (cuadro No.3)

4.2.4 Interpretación de datos del estudio de suelos

De las 6 calicatas se tomaron muestras representativas para realizar los respectivos ensayos, determinándose un CBR de diseño del 5.80% considerando el valor de 75.00 % como percentil para el cálculo de la resistencia.

Según el siguiente cuadro se pudo clasificar a la subrasante como mala.

Cuadro No.28 Clasificación del suelo de acuerdo al C.B.R.

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

Fuente: MOP, (2003)

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

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la verificación de la hipótesis se utilizó la prueba estadística del χ^2 de Pearson ó también llamado Prueba de chi-cuadrado de Pearson, la cual se basa en comparar lo observado respecto a lo esperado, mediante la presentación de los datos en tablas de contingencia, en donde se determina si dos variables están relacionadas o no. El procedimiento de esta prueba es el siguiente:

4.3.1 Formulación de hipótesis

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

H₀: El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Chico Copataza-Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza, no mejorará la calidad de vida de los pobladores.

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

H_a: El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Chico Copataza-Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza, mejorará la calidad de vida de los pobladores.

4.3.2 Cálculo del Chi-cuadrado x² prueba

La fórmula de la prueba es:
$$\chi^2_{\text{calc}} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Donde f_o= frecuencia del valor observado f_e=frecuencia del valor esperado

➤ Elaboración de las tablas de contingencia

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

Las preguntas escogidas fueron:

Pregunta N.2: ¿Cómo considera usted la condición actual de la vía?

Pregunta N.6: ¿Cómo considera usted su forma de vivir?

Cuadro No.29 Frecuencias observadas

P ₂ \ P ₆	Mala	Regular	Buena	Total
Buena	9	7	3	19
Aceptable	63	15	6	84
Mala	80	57	9	146
Total	152	79	18	249

Fuente: Autor

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

$$\frac{\text{Total de columna para dicha celda} * \text{Total de fila para dicha celda}}{\text{Suma total de frecuencias observadas}} = \frac{19 * 152}{249}$$

Cuadro No.30 Frecuencias esperadas

P ₂ \ P ₆	Malo	Regular	Buena	Total
Buena	11,60	6,03	1,37	19,0
Aceptable	51,28	26,65	6,07	84,0
Mala	89,12	46,32	10,55	146,0
Total	152,0	79,0	18,0	249,0

Fuente: Autor

Aplicando la fórmula de Chi-cuadrado se obtiene:

Cuadro No.31 Chi-cuadrado

fo	fe	(fo-fe) ²	$\frac{(f_0 - f_e)^2}{f_e}$
9	11,60	6,75	0,58
7	6,03	0,94	0,16
3	1,37	2,65	1,93
63	51,28	137,43	2,68
15	26,65	135,74	5,09
6	6,07	0,01	0,00
80	89,12	83,26	0,93
57	46,32	114,03	2,46
9	10,55	2,42	0,23
X²			14,06

Fuente: Autor

➤ **Cálculo de grados de libertad(gl):**

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

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

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

➤ **Nivel de significación (α)**

Este parámetro es el complemento del nivel de confianza, es decir si queremos que la prueba posea un nivel de confianza del 95%, por lo tanto el nivel de significación (α) será de 5 %.

➤ **Obtener el valor crítico o chi tabulado**

Con los grados de libertad y el nivel de significancia se obtiene el valor X_t en la tabla de distribución Chi cuadrado. Es así que:

$$x_t = 9,488$$

Cuadro No.32 Tabla de distribución de Chi-Cuadrado

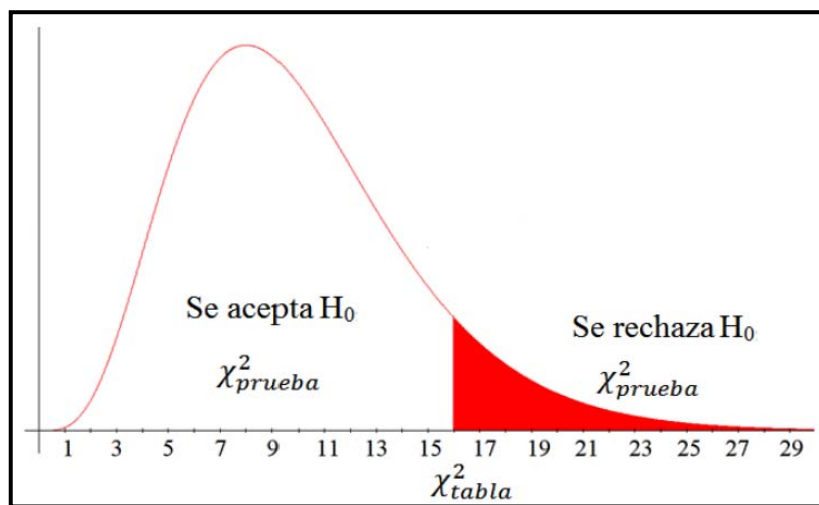
Grados de Libertad	Probabilidad de un valor superior				
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60
3	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95
9	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59
10	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19

Fuente: <http://www.slideshare.net/pilosofando/tabla-chi-cuadrado-16923626>

➤ **Comparación entre el chi-cuadrado calculado y el valor crítico**

La prueba del chi-cuadrado requiere la comparación entre los valores del χ^2 (chi-cuadrado calculado) y el χ^2_t (chi-cuadrado tabulado), ya que si el valor estadístico de prueba χ^2 es mayor que el valor tabular ($\chi^2 > \chi^2_t$) la hipótesis nula (H_0) es rechazado, caso contrario, H_a es rechazada. Esto se ve representado en el gráfico siguiente:

Gráfico No.34 Esquematización de la distribución del Chi-Cuadrado



Fuente: http://e-estadistica.bio.ucm.es/glosario/def_chi_cuadrado.html

Del proyecto se obtuvo los siguientes valores:

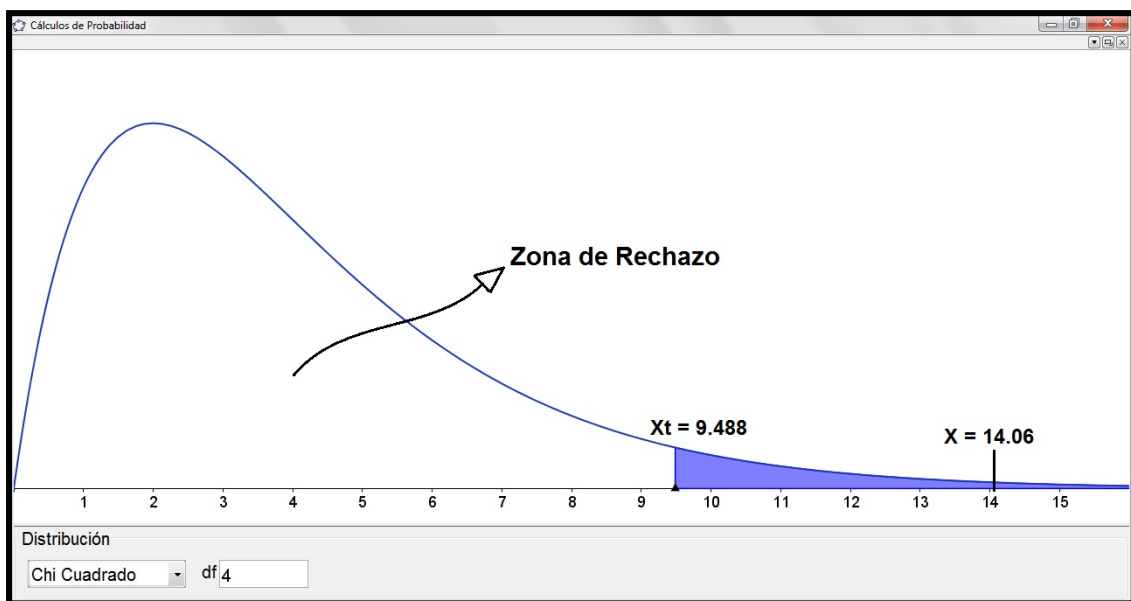
$$x^2 = 14,060 \quad x_t^2 = 9,488 \quad \therefore x^2 > x_t^2$$

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

H_a: El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Chico Copataza-Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza, mejorará la calidad de vida de los pobladores.

En el siguiente gráfico se muestra la distribución de la prueba estadística del proyecto, usando el programa Geo-Gebra, como software para graficar la curva.

Gráfico No.35 Distribución gráfica de la prueba Chi-Cuadrado



Fuente: Autor

4.3.3 Decisión

Se plantea como hipótesis: “El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Chico Copataza-Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza, mejorará la calidad de vida de los pobladores”; y se brindará una solución a la falta del desarrollo socio-económico de los habitantes

de la zona con el correcto diseño geométrico de la carretera y una adecuada pavimentación.

Se consideran al diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía como la variable independiente y la calidad de vida de los pobladores como la variable dependiente, estas dos variables son fundamentales para llevar a cabo el proyecto y el alcance de los objetivos planteados.

Gracias a la observación de campo, la adecuada interpretación de datos obtenidos como resultado de las encuestas realizadas a los pobladores de la zona y con la prueba estadística del χ^2 de Pearson o Chi-Cuadrado de Pearson se comprobó la validez de la hipótesis de estudio que se planteó.

El valor de la prueba estadística $\chi^2 = 14,060$ es mayor al valor crítico ó $\chi^2_t = 9,488$; por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación o alternativa, con lo cual se concluye que el diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento si mejorarán la calidad de vida los pobladores de las comunidades Chico Copataza y Villaflora, por lo tanto queda verificada la hipótesis.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La construcción de una vía es de vital importancia puesto que facilitará la gestión de otros proyectos de carácter social para las comunidades rurales como Chico Copataza y Villaflora que carecen de servicios básicos, lo que afecta a su forma de vivir.
- La vía actualmente se encuentra lastrada, con un ancho promedio de 5.00 metros, sin embargo por las intensas lluvias propias de la zona, ha ocasionado que la capa de rodadura se encuentre en mal estado debido al inadecuado sistema de drenaje.
- Los habitantes situados a lo largo y en los alrededores de la vía podrán sacar sus productos con mayor rapidez hacia los mercados de las localidades cercanas mejorando de esta manera sus actividades laborales y económicas con el mejoramiento de la vía.
- El sector posee una espesa vegetación y tiene una topografía de tipo ondulado con ciertos tramos montañosos, con una pendiente longitudinal promedio del 7% y una máxima del 11%.
- Se empleó índices de crecimiento actualizados para la proyección del tránsito, índices que son utilizados por el MTOP, en proyectos de la región Amazónica.
- Del estudio de tráfico se obtuvo un tránsito proyectado de 190 vehículos al final del periodo de diseño, debido a este volumen vehicular se clasificó a la vía de IV orden o camino vecinal, puesto que ingresó dentro del rango de 100-300 TPDA, según las Normas de diseño geométrico del Ministerio de Obras Públicas MOP-2003.
- Debido a que el TPDA tiende al rango inferior de la categorización, los valores a considerar según las normativas serán los valores absolutos.

- La velocidad de diseño según las normativas del MOP, para una vía tipo IV y de terreno ondulado es la velocidad recomendable 70 km/h y la absoluta 35 km/h, es por ello que se adoptado para el proyecto una velocidad de 35 km/h.
- El radio mínimo para curvas horizontales según las normativas del MOP es de 30 m.
- La distancia de parada es de 35 m y la distancia de rebasamiento es de 150 m, establecido según la normativa del MOP.
- El peralte máximo es de 8% para velocidades de diseño menores a 50 km/h, como la velocidad del proyecto es 35 km/h se adoptó este peralte como valor máximo.
- Del estudio de suelos del terreno de fundación se obtuvo una capacidad portante de diseño CBR= 5.80 %, demostrando de esta forma que la subrasante es de mala calidad, lo cual es un factor primordial a considerar en el diseño de la estructura del pavimento.
- El suelo según la clasificación del SUCS es un suelo arcilloso de baja plasticidad (CL), lo cual es propio de los suelos cohesivos del Oriente, y según la AASHTO es A-5.
- La sección típica de diseño por ser una vía tipo IV orden o camino vecinal, tiene un ancho de calzada de 6 metros, con cunetas de 1m de ancho para la recolección del agua que escurre.
- Las capas de la estructura del pavimento tienen las siguientes dimensiones, la carpeta asfáltica de 5 cm, la base de 15 cm y la sub-base de 20 cm.
- La sub-base es de clase 3, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de la Máquina de los Ángeles, un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25, con un CBR igual o mayor del 30%. Se empleará esta clase de sub-base por la disposición en las minas, el tipo de camino vecinal que representa la vía en estudio y además evitando que el presupuesto por material se eleve.
- La base es de clase 4, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 40%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de la Máquina de los Ángeles, un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25, con un CBR igual o mayor del 80%. Se empleará esta clase de base por la disposición en las minas y además por ser una base que se obtiene por tamizados de piedras o gravas.
- Las cantidades de obra fueron calculadas en base a los diseños realizados.

- La señalización se colocará según lo que establece el MTOP y las normas INEN referente a la señalización horizontal y vertical, las dimensiones son para las señales informativas, turísticas y de servicios de 2,40 m * 1,20 m, las señales preventivas y reglamentarias de 0,75 m * 0,75m.

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar una socialización con los moradores de la zona sobre todo para comunicar el proceso de construcción.
- Definir los puntos obligados por los cuales deberá atravesar la vía en el proyecto.
- El proceso constructivo debe ajustarse a los resultados obtenidos en el estudio realizado en éste proyecto.
- Dentro del proceso constructivo verificar la calidad de los materiales.
- El alineamiento debe ser en lo posible consistente con la topografía. Es preferible una línea que se adapta al terreno natural que otra con tangentes largas que involucra mayor movimiento de tierras y mayor costo del proyecto.
- Realizar el mantenimiento adecuado de la vía luego de construida para mantenerla en buenas condiciones.
- Construir cunetas de acuerdo a las especificaciones de diseño a fin de que las condiciones de drenaje sean las adecuadas.
- Se recomienda, hacer énfasis, en los beneficios económicos, sociales, técnicos, que se producen cuando se realizan actividades de conservación vial.
- Se deberá señalar de manera clara y visible los trabajos que se realizan en la vía; se debe procurar no dejar zanjas abiertas que sean un peligro para vehículos y peatones.
- Cumplir con las normas ambientales vigentes en la Ley de Gestión Ambiental, Septiembre 2009.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Tema: El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Chico Copataza-Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza, para mejorar la calidad de vida de los pobladores.

6.1 DATOS INFORMATIVOS

6.1.1 Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en la parroquia Simón Bolívar, en el cantón Pastaza perteneciente a la provincia de Pastaza, a 11,8 km desde la vía asfaltada Puyo-Macas. El inicio del proyecto se encuentra localizado en la colonia Chico Copataza y finaliza en la comunidad Villaflora, con una longitud total del proyecto de 4,7 kilómetros.

Cuadro No.33 Ubicación geográfica de los sectores incluyentes en la vía (Datum WGS 84)

Punto	Este	Norte	Cota (m.s.n.m)	Abcisa
Chico Copataza (inicio)	190535,27	9809211,12	592,31	0+000
Villaflora (final)	194445,54	9807793,61	552,96	4+702,57

Fuente: Autor

Límites de la parroquia Simón Bolívar:

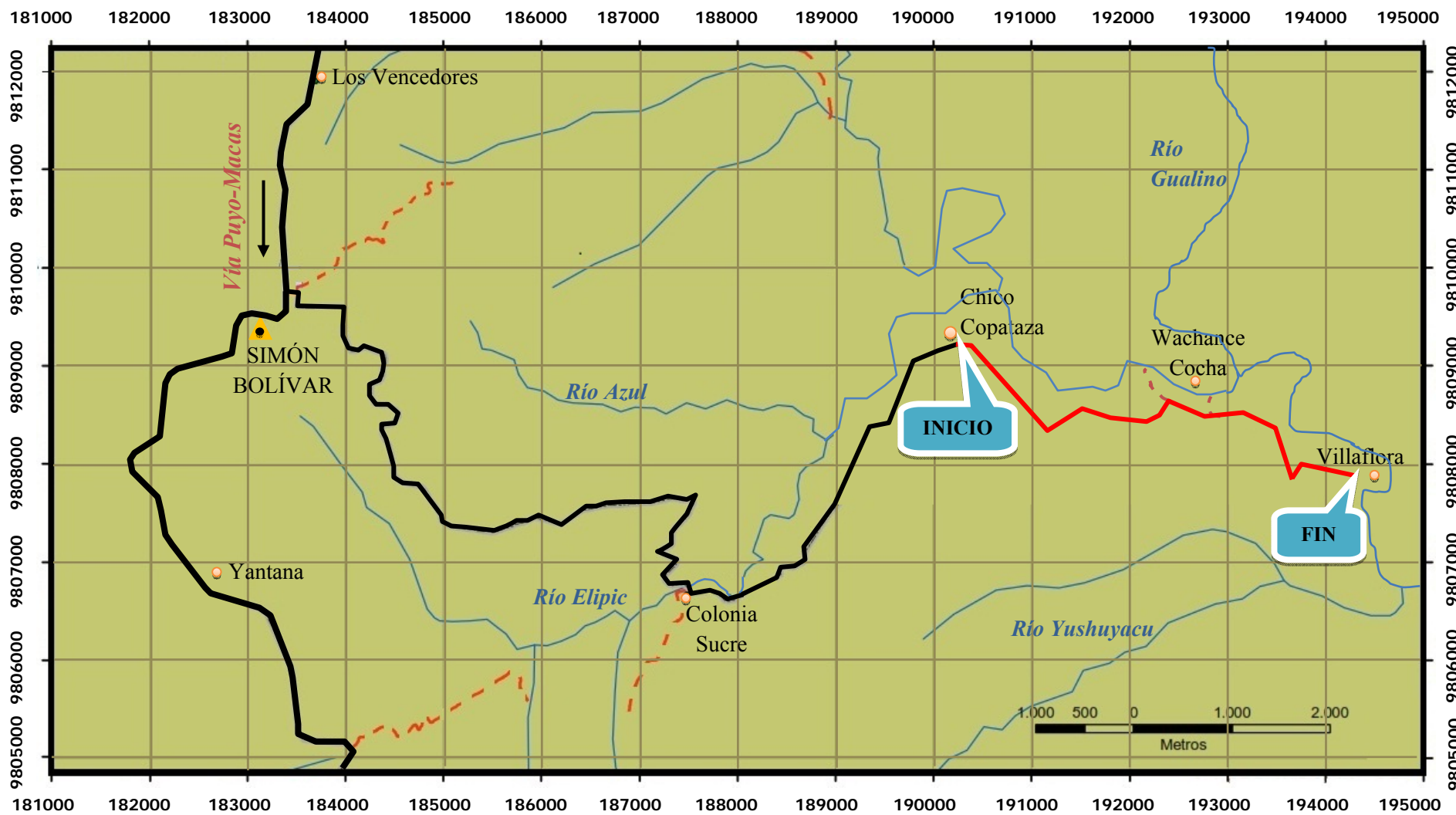
Norte: Con las parroquias Canelos, Veracruz y Sarayaku.

Sur: Con la provincia de Morona Santiago.

Este: Con la parroquia Sarayaku.

Oeste: Con la parroquia Pomona y provincia de Morona Santiago.

Gráfico No.36 Ubicación del proyecto



Fuente: GADPPz, (2014)

6.1.2 Población

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

- Para la parroquia Simón Bolívar

Cuadro No.34 Distribución de la población por zona de empadronamiento

Zona Urbana	Zona Rural	Total
-	5.682	5.682

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

Cuadro No.35 Densidad poblacional de la parroquia Simón Bolívar

Población (hab)	Superficie (km ²)	Densidad (hab/km ²)
5.682	1024,67	5,55

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

Cuadro No.36 Tasa de crecimiento intercensal del 2010-2001-1990 por sexos

2010			2001			1990			Tasa de Crecimiento Anual 2001-2010			Tasa de Crecimiento Anual 1990-2001		
H	M	Total	H	M	Total	H	M	Total	H	M	Total	H	M	Total
2.817	2.865	5.682	2.108	2.130	4.238	1.247	1.223	2.470	3,22%	3,29%	3,26%	4,77%	5,04%	4,91%

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

6.1.3 Condiciones climáticas

El clima oscila entre los 18° C y 27° C, de temperatura.

Los factores individuales del ambiente como son la temperatura, precipitación, entre otros se muestran en el siguiente cuadro, la información recolectada fue de la estación M008 Puyo debido a la cercanía con el lugar del proyecto:

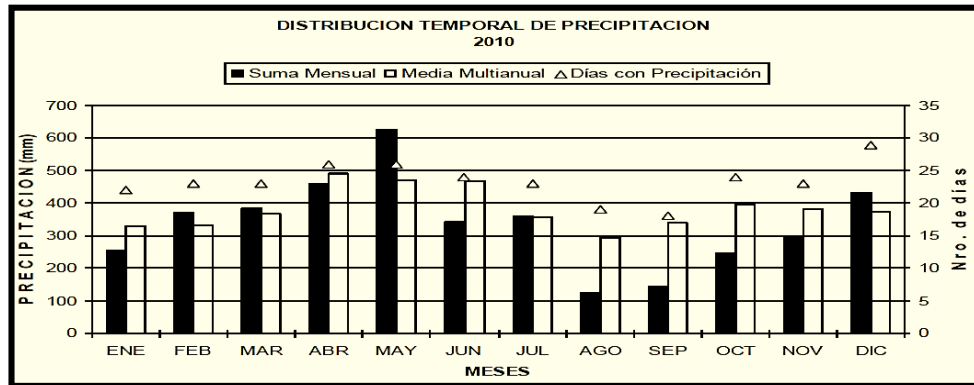
Cuadro No.37 Condiciones climáticas

Mes	Evaporación			NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO														Vel.Mayor Observada		Velocidad media (km/h)				
	Suma Mensual	Máxima en			N	NE		E		SE		S		SW		W		NW		CALMA %		Nro OBS	(m/s)	DIR	
		24 hrs	día			(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%						
Enero	71.4	4.0	14		1.5	4	1.5	2	2.0	15	0.0	0	1.0	1	1.0	2	1.0	3	1.0	1	71	3	3.0	E	1.0
Febrero	59.7	7.6	7		1.0	1	3.0	1	1.2	13	1.0	2	1.0	2	1.0	1	1.0	1	0.0	0	77	84	3.0	NE	1.1
Marzo	71.2	4.2	11		1.7	3	1.7	7	1.8	11	1.0	2	0.0	0	1.0	2	1.0	1	1.0	2	72	93	4.0	E	1.2
Abril	85.1	5.7	14		1.4	6	1.4	6	2.0	8	2.0	4	1.5	2	0.0	0	1.0	1	0.0	0	73	90	3.0	N	1.2
Mayo	59.0	4.7	20		1.4	5	1.0	1	1.5	12	1.3	3	1.0	3	1.3	3	0.0	0	1.0	1	71	93	3.0	E	1.1
Junio	61.0	4.8	8		1.0	4	2.0	3	2.1	17	1.0	1	0.0	0	2.0	1	0.0	0	0.0	0	73	90	4.0	E	1.1
Julio	56.7	3.6	14		1.0	2	1.5	2	1.8	9	1.3	4	0.0	0	1.0	1	1.0	1	0.0	0	81	93	3.0	E	0.9
Agosto	90.5	4.5	12		1.0	3	4.0	1	1.7	15	2.0	2	0.8	3	0.0	0	1.0	1	0.0	0	74	93	4.0	NE	1.3
Septiembre	79.0	4.8	22		1.7	3	0.0	0	2.8	11	0.0	0	1.4	6	0.0	0	1.5	1	0.0	0	79	90	8.0	E	1.3
Octubre	91.7	5.6	25		1.0	2	3.0	2	2.3	19	1.5	1	1.0	2	1.0	1	1.0	0.2	0.0	0	70	93	5.0	NE	1.3
Noviembre	83.6	6.8	26		1.0	3	1.3	3	1.3	12	0.0	0	0.0	0	1.0	1	0.0	0	0.0	0	80	90	2.0	E	1.2
Diciembre	68.5	4.4	23		1.5	7	0.0	0	1.3	11	0.0	0	0.0	0	0.0	0	1.0	0.2	0.0	0	81	93	3.0	E	1.1
Valor anual	877.4	7.6			1.3	4	1.7	2	1.8	13	0.9	2	0.6	2	0.8	1	0.8	1	0.3	0	75		8.0	E	1.0

Mes	Heliofania (Horas)	TEMPERATURAS DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						Humedad relativa (%)				Punto de rocío (°C)	Tensión de vapor (hPa)	Precipitación			Número de días con precipitación		
		Absolutas			Medias			Humedad relativa (%)						Suma Mensual	Máxima en				
		Máxima	día	Mínima	día	Máxima	Mínima	Mensual	Máxima	día	Mínima				día	Media		Mensual	24 hrs
Enero	97.4					26.7	17.6	21.4	100	20	57	24	88	19.0	22.1	409.2	90.6	20	25
Febrero	41.2	28.8	28			26.0	18.2	21.1	99	4	58	13	90	19.3	22.4	423.3	134.7	20	25
Marzo	72.7	28.6	22	15.0	10	25.9	17.6	21.0	98	1	57	22	89	19.1	22.1	409.2	85.0	15	27
Abril	97.0	29.2	6	16.0	11	27.1	18.0	21.7	100	15	43	11	87	19.2	22.2	452.7	48.2	14	27
Mayo	65.4	28.5	20	14.5	14	25.7	18.1	21.2	98	1	51	31	89	19.1	22.2	307.5	74.8	17	29
Junio	79.7	28.8	8	14.2	20	25.5	17.6	21.0	98	1	58	8	89	19.0	22.0	205.0	34.6	14	26
Julio	72.7	28.2	20	12.5	20	25.2	17.2	20.5	98	1	56	20	89	18.4	21.2	342.9	58.1	21	28
Agosto	133.7	29.7	19	10.0	25	27.0	16.7	21.4	98	1	47	12	84	18.2	21.0	148.8	48.5	21	21
Septiembre	114.2	29.6	9	10.5	21	26.8	16.5	21.1	99	20	47	4	87	18.4	21.3	221.2	33.3	25	24
Octubre	128.3	30.0	10	15.2	21	27.7	17.4	22.0	99	4	52	24	87	19.5	22.6	383.2	62.4	3	27
Noviembre	120.1	30.4	30	14.4	1	27.4	17.9	21.8	99	25	55	9	88	19.6	22.8	491.0	91.3	23	24
Diciembre	72.6	29.4	11			26.4	17.9	21.3	100	1	60	10	89	19.3	22.4	364.8	58.6	17	27
Valor Anual	1095.0					26.5	17.6	21.3	100		43		88	19.0	22.0	4158.8	134.7		

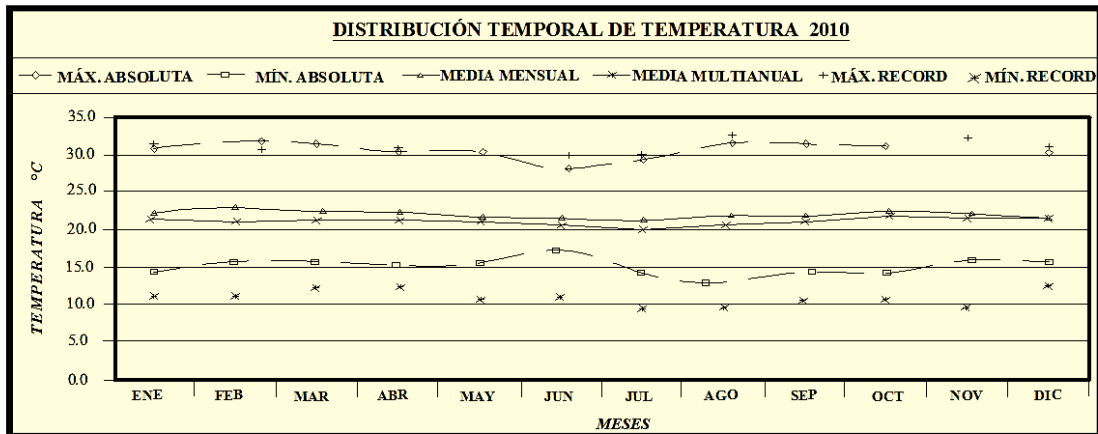
Fuente: INAMHI, (2011)

Gráfico No.37 Distribución temporal de precipitación



Fuente: INAMHI, (2010)

Gráfico No.38 Distribución temporal de temperatura



Fuente: INAMHI, (2010)

6.1.4 Análisis socioeconómico

Los habitantes de las comunidades de la zona, que son los beneficiarios directos de la ejecución de este proyecto, están económicamente en dependencia de los siguientes aspectos:

Educación.- La niñez y juventud reciben la educación en las escuelas de las comunidades de Chico Copataza y Villaflora.

Salud.- En la comunidad Chico Copataza existe un centro de salud que se encuentra cerrado, mientras que en la comunidad Villaflora su centro de salud si

presta atención a los habitantes sin embargo tiene un espacio reducido y solo posee un auxiliar en enfermería.

Vivienda.- Las personas del sector cuentan con viviendas propias, es decir no hay personas que arrienden una vivienda, ya que el sector no se presta para ello; cabe recalcar que la población está bastante dispersa, las construcciones por lo general son de madera y cubierta de zinc.

Servicios Básicos.- La región cuenta con luz eléctrica y agua de consumo humano entubada, no así con alcantarillado por ser una zona rural, no existe el servicio de recolección de basura por las condiciones actuales de la vía, por lo que es común encontrarla enterrada, quemada y arrojada a los terrenos, creando focos de contaminación.

Recolección de aguas pluviales.- No existe ningún tipo de recolección porque la vía se encuentra lastrada a nivel de la subrasante, lo que hace que en invierno los caminos se deterioren cada vez más.

Producción.- Generalmente todos los miembros de la familia son los que realizan el trabajo de cultivo. Es necesario indicar que los jefes de familia realizan trabajos en diversas actividades como los cultivos de fibra y sacar la madera para su posterior comercialización con la finalidad de solventar los gastos de la familia.

Transporte.- La población sale de la comunidad Villaflora hacia Chico Copazata caminando o en caballo. Y cuando desean trasladarse hacia la parroquia Simón Bolívar o la ciudad del Puyo lo hacen en la única cooperativa de buses interprovincial “Centinela del Oriente”, la cual ingresa solo en la mañana y en la tarde, o a su vez en camionetas.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

En la provincia de Pastaza la red vial ha aumentado considerablemente en los últimos años, conectando varios lugares principalmente turísticos que por años se mantuvieron alejados e inaccesibles para la civilización. Las comunidades Chico Copataza y Villaflora no poseen una vía en buenas condiciones que facilite la libre circulación de vehículos y personas para poder comercializar los diferentes

productos, razón por la cual su calidad de vida ha sido afectada por el subdesarrollo social y económico. El estudio realizado indica la situación actual en lo referente a la topografía, tráfico, estudios de suelos e infraestructura vial existente en el sector, cabe destacar que en la actualidad no existen estudios previos de ningún tipo para el diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía, por lo cual la presente propuesta es la primera para cubrir una necesidad básica para esta zona, la misma que incluye toda la información necesaria para la ejecución del proyecto y la solución al problema.

6.3 JUSTIFICACIÓN

La vía actualmente se encuentra lastrada y por las constantes lluvias propias de la región ha ocasionado el desgaste de la misma, la cual causa inconvenientes en los medios de transporte que circulan por esta vía; es por esta razón que se ve en la necesidad de implementar un pavimento flexible para que la circulación sea de manera segura, rápida y confortable.

En vista de la problemática existente en las comunidades Chico Copataza y Villaflora se hizo un trabajo de campo visitando el sector, y después de realizar las entrevistas a la población se ha llegado a la necesidad de mejorar la vía de comunicación, mediante un estudio óptimo, para realizar un diseño que cumpla con la seguridad para el usuario; en base a las recomendaciones tomadas de criterios de las Normas de diseño geométrico MOP 2003.

Esta vía permitirá incrementar la comercialización de los productos agrícolas con su rápida transportación e integrará las comunidades Chico Copataza y Villaflora del cantón Pastaza, con los principales poblados de la provincia, mejorando las relaciones de comercio, turismo y comunicación. Además con el diseño de la vía y el diseño de la estructura del pavimento, su posterior ejecución será la apertura para otros proyectos de carácter social para estos sectores alejados tales como el acceso a mejor educación, salud y demás servicios básicos.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 General

Realizar el diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Chico Copataza-Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza, para mejorar la calidad de vida de los pobladores.

6.4.2 Específicos

- Diseñar geoméricamente la vía
- Diseñar la estructura del pavimento
- Diseñar el sistema de drenaje de la vía (cunetas y alcantarillas)
- Elaborar el presupuesto referencial
- Realizar el cronograma valorado de trabajo

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

- *Factibilidad técnica:* La aplicación de la propuesta es realizable aprovechando el diseño geométrico existente en la vía y mejorándolo con el fin de cumplir con las especificaciones técnicas dispuestas por el MOP para el diseño ya que debe cumplir con los objetivos de funcionalidad, seguridad y comodidad.
- *Factibilidad económica:* Una vez realizado el diseño, el proyecto en estudio se financiará por parte del Gobierno Provincial de Pastaza, entidad que es la encargada de ejecutar proyectos viales dentro de la provincia (vías terciarias y caminos vecinales) para posteriormente empezar con los trabajos respectivos del proyecto. La optimización de recursos económicos es muy importante, por lo que el proyecto se acomodará en lo posible a la topografía existente con la finalidad de no aumentar el valor de la obra.
- *Factibilidad social:* Actualmente la vía se encuentra lastrada y con un diseño geométrico precario puesto que la vía fue abierta de manera empírica, lo que produce dificultades en los vehículos que transitan por ella por ende ocasiona

tardanza al momento de sacar los productos hacia los mercados más cercanos, es por esto que la población está consciente de la necesidad de realizar un diseño geométrico adecuado y el diseño del pavimento propio para la zona, es más, son justamente los pobladores de Chico Copataza y Villaflora que realizaron la gestión para desarrollar el estudio de esta vía.

- *Factibilidad legal:* En el lugar del proyecto no existe invasiones por lo cual no presentaría dificultad en esta parte, además que todos los pobladores han visto la necesidad de un nuevo sistema vial, por lo cual en un futuro no existirán demandas.
- *Factibilidad ambiental:* La ejecución del proyecto no afectará de manera significativa las condiciones ambientales del lugar, puesto que al ser una vía ya abierta se aprovechará al máximo para evitar el daño ambiental que pueda causar la realización del vía.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

El proyecto de la vía consiste en diseñar todos los elementos de los que consta, como son su parte geométrica, la estructura del pavimento, lo que constituye el drenaje, la señalización, etc (Chocontá, 2002, p.64)

6.6.1 Diseño geométrico

El diseño geométrico consiste en determinar el eje de la carretera, inicialmente, tanto en planta como en perfil, de acuerdo con el criterio del proyectista y cumpliendo las especificaciones establecidas por las normas (Chocontá, 2002, p.64).

El diseño geométrico de carreteras es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido, la carretera queda geoméricamente definida por el trazado de su eje en planta y en perfil y por el trazado de su sección transversal (Cárdenas, 2004, p.33).

6.6.2 Diseño de la estructura del pavimento

Proyectar un pavimento significa la combinación de materiales, espesores y posiciones de las capas constituyentes que sean las más económicas, de entre todas las alternativas viables que satisfagan los requisitos funcionales requeridos (<http://es.slideshare.net/narait/pavimentos-26290610>).

Al emplear el método AASHTO-93 para el diseño de la estructura del pavimento flexible se debe considerar ciertas variables de entrada tales como:

- Tiempo o periodo de análisis
- Tránsito, se usa el número de repeticiones de ejes equivalentes de 18 kips (80 kN) o ESALs. La conversión de una carga dada por eje a ESAL se hace a través de los LEF (factores equivalentes de carga)
- Confiabilidad, se refiere al grado de certidumbre que un diseño pueda llegar al fin de su periodo de análisis en buenas condiciones
- Niveles de serviciabilidad, se define como la capacidad de servir al tipo de tránsito para el cual ha sido diseñado
- Propiedades de los materiales, refiriéndose al Módulo Resiliente en función de los materiales que componen cada capa
- Drenaje, en el método AASHTO los coeficientes de cada capa se ajustan con factores mayores o menores a la unidad para tener en cuenta el drenaje y el tiempo en que las capas granulares están sometidas a niveles de humedad próximos a la saturación (Instituto Boliviano de Cemento y Hormigón IBCH, 2006, pp.170-172)

6.6.3 Sistema de drenaje

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

En la vida de un camino es fundamental el funcionamiento del drenaje. Pues por la naturaleza del material con que se forman los rellenos o el propio de los taludes de corte, cualquier exceso de agua o humedad ocasiona erosión y trastorna el funcionamiento del camino.

El drenaje superficial comprende dos aspectos: uno es el que trata de evitar que el agua llega al camino por medio de obras que lo protejan y el otro es el que trata de drenar el agua que inevitablemente llega al camino, por medio de estructuras especiales(XII Congreso Panamericano de Carreteras, 1979, pp. 89, 90).

Es por esto que las principales obras de drenaje que se realizaron en el proyecto fueron el bombeo de la superficie, cunetas y alcantarillas. Mediante el adecuado diseño hidráulico, se realizó un estudio de precipitación de la zona para que de esta forma las obras de drenaje satisfagan las condiciones climáticas del sector.

6.7 METODOLOGÍA

A partir de las observaciones de campo en donde se identificó las condiciones en las que se encontraba la vía, se realizaron las encuestas a los pobladores, se realizó el levantamiento topográfico, se tomó las muestras de suelo para determinar la capacidad portante y se realizó el conteo vehicular con el cual se pudo clasificar a la vía.

Con la faja topográfica se procedió de manera secuencial con el diseño geométrico de la vía tanto horizontal como vertical, la determinación de las secciones transversales, el diseño de la estructura del pavimento flexible, el diseño del sistema de drenaje vial y se realizó el presupuesto referencial con el cronograma valorado de trabajo.

6.7.2 Diseño geométrico

Estudio topográfico

El levantamiento topográfico se realizó con estación total, en un ancho de faja de 15m a cada lado del eje de la vía como promedio y en sitios donde el terreno presentaba inconvenientes por la altura de los taludes y pendientes muy

pronunciadas se levantó a 10 m de faja. Se tomó además detalles de quebradas, pasos de agua, vías de acceso, etc.

Para iniciar con el polígono principal se procedió con la alineación horizontal, la misma que partió un punto de inicio, se tomó referencias de este punto como latitud, longitud, intersecciones con otras carreteras, con la finalidad de poder encontrar fácilmente este punto en caso de pérdida y también se estableció la cota de partida.

Seguido de esto se procedió a visar la mayor cantidad de puntos hasta que la topografía lo permitía, y a la vez se fue abscisando cada 20 metros el eje de la vía.

Los datos de la topografía tomados con la estación total fueron procesados con el software CIVIL CAD para simular una superficie, se dibujó las curvas de nivel y se replanteó los detalles que se encuentran a los lados de la vía de esta manera se obtuvo la faja topográfica.

Según las Normas de diseño geométrico del Ministerio de Obras Públicas (MOP 2003), una vía tipo IV o camino vecinal tiene las siguientes características:

- Velocidad de diseño: 35 Km/h
- Radio mínimo de curvas horizontales: 30 m
- Distancia de visibilidad para parada: 35 m
- Distancia de visibilidad para rebasamiento: 150 m
- Peralte: 8 % para $V < 50$ Km/h
- Coeficiente "K" para:
 - Curvas verticales convexas: 3
 - Curvas verticales cóncavas: 5
- Gradiente longitudinal máxima: 8 % terreno ondulado y 12% terreno montañoso
- Gradiente longitudinal mínima: 0.5%
- Ancho de pavimento: 6.00 m

6.7.2.1 Diseño horizontal

a) Velocidad de diseño (V_d)

Se ha escogido como velocidad de diseño 35 km/h, puesto que la topografía prevaeciente en el sector fue ondulada con ciertos tramos montañosa (ver cuadro No.4).

$$V_d = 35 \text{ km/h}$$

b) Velocidad de circulación (V_c)

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

$$V_c = 0,8 * 35 \text{ km/h} + 6,5$$

$$V_c = 34,5 \text{ km/h} \approx 35 \text{ km/h}$$

c) Distancia de visibilidad de parada (D_p)

$$D_p = d_1 + d_2$$

$$d_1 = 0,70 * V_c ; \quad d_2 = \frac{V_c^2}{254f} ; f = \frac{1,15}{V_c^{0,3}}$$

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

Donde:

D_p = distancia de visibilidad de parada (m)

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

d_2 = distancia de frenado (m)

V_c = velocidad de circulación (km/h)

f = coeficiente de fricción longitudinal

$$f = \frac{1,15}{35^{0,3}} = 0,396 \approx 0,40$$

$$D_p = 0,7 * 35 + \frac{35^2}{254 * 0,40}$$

$D_p = 36,56 \text{ m} \approx 35 \text{ m}$ (ver cuadro No.6 sobre distancias de visibilidad mínimas de parada según MOP)

d) Distancias de visibilidad de rebasamiento D_r

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

Donde:

D_r = distancia de visibilidad de rebasamiento (m)

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

$$D_r = 9,54 * 35 \text{ km/h} - 218$$

$D_r = 115,9 \text{ km/h}$, sin embargo al considerar el valor establecido según el MOP (ver cuadro No.7) la distancia de visibilidad de rebasamiento escogida fue:

$$D_r = 150 \text{ km/h}$$

e) Radio mínimo de curvas horizontales

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

Donde:

R = Radio de diseño (m)

f = coeficiente máximo de fricción lateral

e = peralte de la curva (%)

V_d = velocidad de diseño (km/h)

$$R = \frac{35^2}{127(0,08 + 0,255)}$$

$$R = 28,79 \text{ m} \approx 30 \text{ m} \quad (\text{ver cuadro No.8 sobre radios mínimos según MOP})$$

Nota: Todas las curvas circulares del proyecto tienen un radio de diseño mayor al mínimo.

f) Peralte máximo

Como la vía del proyecto es tipo IV o camino vecinal con una velocidad de diseño de 35 km/h menor a 50 km/h según lo que establece las Normas de diseño geométrico de carreteras del MOP el valor del peralte máximo fue 8%.

g) Elementos de curvas circulares

Para el cálculo típico se ha escogido la curva circular N.7 que se diseñó con un radio de curvatura de 130 m.

- **Grado de curvatura (Gc)**

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

$$\frac{G_c}{20} = \frac{360}{2 * \pi * 130}$$

$$G_c = 8^\circ 48' 53,05''$$

- **Ángulo central (Δ)**

Para esta curva del ejemplo el ángulo central $\Delta = \alpha = 40^\circ 43' 54,53''$

- **Longitud de curva (l_c)**

$$l_c = \frac{\pi R \Delta}{180}$$

$$l_c = \frac{\pi * 130 * 40^\circ 43' 54,53''}{180^\circ}$$

$$l_c = 92,42 \text{ m}$$

- **Tangente o subtangente (ST)**

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

$$ST = 130 * \tan\left(\frac{40^\circ 43' 54,53''}{2}\right)$$

$$ST = 48,26 \text{ m}$$

- **External (E)**

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

$$E = 130 * \left[\sec\left(\frac{40^\circ 43' 54,53''}{2}\right) - 1 \right]$$

$$E = 8,67 \text{ m}$$

- **Flecha (F) u ordenada media.**

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

$$F = 130 * \left(1 - \cos\left(\frac{40^\circ 43' 54,53''}{2}\right) \right)$$

$$F = 8,13 \text{ m}$$

Si los dos puntos de la curva son el PC y el PT, a la cuerda resultante se la llama cuerda larga. Se la representa con las letras "CL" y su fórmula es:

- **Cuerda larga (CL)**

$$CL = 2R * \left(\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) \right)$$

$$CL = 2 * 130 * \left(\sin\left(\frac{40^\circ 43' 54,53''}{2}\right) \right)$$

$$CL = 90,48 \text{ m}$$

A partir de estos elementos se procede a calcular el abscisado de los puntos principales de la curva circular:

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

$$PC = 1 + 400,35$$

$$+ST = 48,26$$

$$PI = 1 + 448,61$$

$$PT = PC + l_c$$

$$PC = 1 + 400,35$$

$$+ l_c = 92,42$$

$$PT = 1 + 492,77$$

6.7.2.2 Diseño vertical

Para el cálculo típico se ha escogido la curva vertical No.12

a. Cálculo de Lcv

Donde:

$$PCV = 2 + 530,73$$

PTV: Punto final de la curva vertical

$$PTV = 2 + 570,73$$

PCV: Punto de comienzo de curva vertical

$$L_{cv} = PTV - PCV$$

L₁ y L₂: Longitud de entrada y de salida respectivamente

$$PTV = 2 + 570,73$$

Lcv = Longitud de curva vertical

$$- PCV = 2 + 530,73$$

$$L_{cv} = 0 + 040,00$$

Nota: Para el proyecto todas las curvas verticales son simétricas es por esto

$$que L_1=L_2= \frac{L_{cv}}{2} \therefore L_1=L_2= 20 m$$

b. Abscisa del PIV

$$PIV = PCV + \frac{L_{cv}}{2}$$

$$PCV = 2 + 530,73$$

$$+ \frac{L_{cv}}{2} = 20,00$$

$$PIV = 2 + 550,73$$

c. Gradientes de entrada y salida g_1 y g_2 respectivamente

Cotas PCV= 601,77 m	Abscisas	PCV= 2+530,73
PIV= 603,69 m		PIV= 2+550,73
PTV= 603,53 m		PTV= 2+570,73

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

$$g_1 = \frac{603,69 - 601,77}{2550,73 - 2530,73} * 100 = 9,595 \%$$

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

$$g_2 = \frac{603,53 - 603,69}{2570,73 - 2550,73} * 100 = -0,805 \%$$

Nota: Como g_1 fue positiva y g_2 fue negativa se trata de una curva convexa

d. Diferencia algebraica de gradientes (A)

$$A = g_1 - g_2$$

$$A = 9,595 - (-0,805) = 10,40$$

e. Longitud de curva

Para una curva convexa la longitud de curva es $L = K * A$, el coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-convexas según el cuadro No.11 es $K = 3$

$$K_{\text{calc}} = L_{\text{cv}} / A = 40 / 10,40 = 3,84$$

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

$$L_{\text{mín}} = 0,60 * 35 \text{ km/h} = 21 \text{ m}$$

$L_{\text{cv}} = 40 \text{ m} \quad \therefore L_{\text{cv}} > L_{\text{mín}} \quad \text{O.K.}$ En el proyecto todas las longitudes de curvas son mayores a la longitud mínima de 21 m.

6.7.3 Diseño del pavimento

Método AASHTO-93

El diseño para el pavimento flexible según la AASHTO está basado en la determinación del Número Estructural “SN” que debe soportar el nivel de carga exigido por el proyecto (http://www.ingenierocivilinfo.com/2011_09_01_archive.html).

La ecuación AASHTO-93 toma la siguiente forma:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

A continuación se describe las variables que se consideran en el método AASHTO:

Periodo de diseño

Se define como el tiempo elegido al iniciar el diseño, para el cual se determinan las características del pavimento, evaluando su comportamiento para distintas alternativas a largo plazo, con el fin de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño elegido, a un costo razonable.

Generalmente el periodo de diseño será mayor al de la vida útil del pavimento, porque incluye en el análisis al menos una rehabilitación o reconstrucción, por lo tanto éste será superior a 20 años⁹. Los periodos de diseño recomendados por la AASHTO se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro No.38 Periodos de diseño en función del tipo de carretera

Tipo de carretera	Periodo de diseño (años)
Urbana de tránsito elevado	30-50
Interurbana de tránsito elevado	20-50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15-25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10-20

Fuente: AASHTO, (1993)

⁹<http://es.slideshare.net/andresricog/libro-de-pavimentos>

Confiabilidad

La Confiabilidad del Diseño (R) se refiere al grado de certidumbre (seguridad) de que una determinada alternativa de diseño alcance a durar en la realidad, el tiempo establecido en el período seleccionado. La confiabilidad también puede ser definida como la probabilidad de que el número de repeticiones de cargas (Wt) que un pavimento pueda soportar para alcanzar un determinado nivel de servicapacidad de servicio, no sea excedida por el número de cargas que realmente estén siendo aplicadas (W) sobre ese pavimento¹⁰.

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

Cuadro No.39 Niveles recomendados de confiabilidad

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

Fuente: AASHTO, (1993)

Una vez seleccionado el valor de “R” que el Proyectista considere adecuado, se busca el valor de Z_R del cuadro siguiente.

Cuadro No.40 Factor de desviación normal

Confiabilidad	Z_R	Confiabilidad	Z_R
50	0	92	-1,405
60	-0,253	94	-1,555
70	-0,524	95	-1,645
75	-0,674	96	-1,751
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054
90	-1,282	99	-2,327

Fuente: AASHTO, (1993)

¹⁰ <http://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/aashto-931.pdf>

Desviación estándar global S_o

Una vez elegido un nivel de confianza, éstos deberán ser corregidos, para esto se considera un factor de corrección que representa la desviación estándar, de manera reducida y simple, este factor evalúa los datos dispersos que configuran la curva real de comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito¹¹.

El rango de desviación estándar sugerido por AASHTO: $0.40 < S_o < 0.50$

Se recomienda usar **0.45**.

Módulo de Resiliencia M_r (Característico de la subrasante)

El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, es por esto que se efectuaron ensayos utilizando cargas estáticas o de baja velocidad de deformación tales como el CBR. Estos se cambian por ensayos dinámicos y de repetición de cargas como el del Módulo de Resiliencia (M_r), que son pruebas que demuestran en mejor forma el comportamiento y lo que sucede debajo de los pavimentos en lo que respecta a tensiones y deformaciones.

Es por esto que países como los de Latinoamérica que no poseen de los equipos necesarios para hacer estos ensayos. La AASHTO ha planteado fórmulas para correlacionar el CBR con el Módulo de Resiliencia (M_r).

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

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

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

El CBR de la subrasante del proyecto es 5,8%, por lo tanto el módulo de resiliencia se lo calculó con la expresión para CBR < 10%:

$$M_r = 1500 * 5,8$$

$$M_r = 8700 \text{ psi}$$

¹¹<http://es.scribd.com/doc/111975795/DISENO-DE-PAVIMENTOS-POR-METODO-AASHTO-93>

Índice de serviciabilidad (PSI)

Se define el Índice de serviciabilidad como la condición necesaria de un pavimento para proveer a los usuarios un manejo seguro y confortable en un determinado momento (<http://es.slideshare.net/narait/pavimentos-26290610>).

Antes de diseñar el pavimento se deben elegir los índices de servicio inicial y final.

El índice de servicio inicial PSI_o depende del diseño y de la calidad de la construcción. En los pavimentos flexibles estudiados por la AASHTO, el pavimento nuevo alcanzó un valor medio de $PSI_o = 4.2$.

El índice de servicio final PSI_f representa al índice más bajo capaz de ser tolerado por el pavimento, antes de que sea imprescindible su rehabilitación mediante un refuerzo o una reconstrucción generalmente varía con la importancia o clasificación funcional de la vía cuyo pavimento se diseña¹².

Normalmente son los siguientes:

Para vías con características de autopistas urbanas y troncales de mucho tráfico: 2.5 -3.0

Para vías con características de autopistas urbanas y troncales de intensidad de tráfico normal, así como para autopistas interurbanas: 2.0-2.5

Para vías locales, ramales, secundarias y agrícolas: 1.8-2.0

Pérdida o disminución del índice de serviciabilidad (ΔPSI)

Los valores anteriormente descritos permiten determinar la disminución del índice de servicio, que representa una pérdida gradual de la calidad de servicio de la carretera, originada por el deterioro del pavimento. Por tanto:

¹²<http://es.slideshare.net/andresricog/libro-de-pavimentos>

$$\Delta PSI = PSI_f - PSI_o$$

Donde:

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

PSI_o = Índice de servicio inicial

PSI_f = Índice de servicio final

Para el proyecto: $\Delta PSI = PSI_f - PSI_o$

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

Análisis de tráfico

Las diferentes cargas actuantes sobre un pavimento producen diferentes tensiones y deformaciones en el mismo. Además, diferentes espesores de pavimentos y diferentes materiales responden de diferente manera a una misma carga. Debido a esta diferente respuesta en el pavimento, las fallas serán distintas según la intensidad de la carga y las características del pavimento. Para tener en cuenta esta diferencia, el tránsito es reducido a un número equivalente de ejes de una determinada carga que producirán el mismo daño que toda la composición del tránsito. Esta carga tipo según AASHTO es de 8.2 ton (80 KN o 18 kips), se los denominará ESAL, que es la sigla en inglés de “Carga de Eje Equivalente Simple” ó “Equivalent Single Axle Load” (W_{18}). La conversión se hace a través de los factores equivalentes de carga, denominados LEF por sus siglas en inglés (“Load Equivalent Factor”) o Factor Equivalente de Carga¹³.

Volúmenes de camiones

Es necesario conocer el porcentaje de camiones presentes en el volumen de tránsito a estudiar, así como también la clasificación de estos camiones. Diferentes tipos de camiones llevan distintas cargas y su número no debería ser combinado sin un buen ajuste¹⁴.

¹³ <http://es.scribd.com/doc/114853427/EQUIVALENCIA-DE-CARGA-POR-VEHICULO>

¹⁴ <http://libro-pavimentos.blogspot.com/2011/02/volumenes-de-camiones.html>

Peso de camiones

Así como la distribución del tipo de camiones es importante, lo es también la de los pesos. Esto es en función de las nuevas reglamentaciones en cuanto a cargas y a las variaciones en el esquema productivo de una zona o de todo el país en general. Los factores que se deben conocer en este rubro son: peso total del camión y distribución por ejes de este peso¹⁵.

Factor de daño FD

Expresa el daño en términos del deterioro producido por un vehículo en particular, es decir los daños producidos por cada eje de un vehículo son sumados para determinar el daño producido por el vehículo total. Así nace el concepto de Factor de Daño (FD). Este factor de camión puede ser computado para cada clasificación general de camiones o para todos los vehículos comerciales como un promedio para una configuración de tránsito dada. Es más exacto considerar factores de camión para cada clasificación general de camiones.

Tipos de Ejes	Eje equivalente (EE)
Eje simple de ruedas simples	$EES1=(P/6,6)^4$
Eje simple de ruedas dobles	$EES2=(P/8,2)^4$
Eje tándem de ruedas dobles	$EETA=(P/15,1)^4$
Eje tridem de ruedas dobles	$EETR=(P/22,9)^4$

A continuación se describe el procedimiento de cálculo del factor de daño para los camiones de 2 ejes medianos [2DA]

$$\text{Eje simple: } \frac{P^4}{6,6} = \frac{3^4}{6,6} = 0,043$$

$$\text{Eje simple doble: } \frac{P^4}{8,2} = \frac{7^4}{8,2} = 0,531$$

$$\text{Factor de daño} = 0,043 + 0,531 = 0,574$$

¹⁵<http://libro-pavimentos.blogspot.com/2011/02/peso-de-camiones.html>

Cuadro No.41 Factores de daño según el tipo de vehículos FD

Tipo	Simple		Simple Doble		Tándem		Tridem		FD
	P(ton)	$\frac{P^4}{6,6}$	P(ton)	$\frac{P^4}{8,2}$	P(ton)	$\frac{P^4}{15,1}$	P(ton)	$\frac{P^4}{22,9}$	
Bus	4	0,135	8	0,906					1,041
Camión de 2 ejes pequeños [2D]	3	0,043							0,178
	4	0,135							
Camión de 2 ejes medianos [2DA]	3	0,043	7	0,531					0,574
Camión de 2 ejes grandes [2DB]	7	1,265	11	3,238					4,504
Camión de 3 ejes(tándem posterior) [3A]	7	1,265			20	3,078			4,343
Camión de 4 ejes(tridem posterior) [4C]	7	1,265					24	1,206	2,472
Tracto camión de 3 ejes y semiremolque de 2 ejes [3S2]	7	1,265			20	3,078			7,421
Tracto camión de 3 ejes y semiremolque de 3 ejes [3S3]	7	1,265			20	3,078	24	1,206	5,550

Fuente: MTOP, 2012

Factor de distribución por dirección DD

Indica la distribución en la vía del tráfico por dirección. Existe en ocasiones que en una dirección se mueve más peso que en otra, entonces el lado con mayor peso vehicular debe ser diseñado para un mayor número de unidades de ejes equivalentes. (ESAL. Equivalent Simple Axial Load).

Cuadro No.42 Factor de distribución direccional DD

Factor de distribución direccional DD	
N. de carriles en ambas direcciones	% de vehículos en carril de diseño.
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente ASSHTO,(1993)

A menos que existan consideraciones especiales, se considera una distribución del 50% del tránsito para cada dirección. En algunos casos puede variar de 0,3 a 0,7 dependiendo de la dirección que acumula mayor porcentaje de vehículos cargados (<http://es.slideshare.net/narait/pavimentos-26290610>).

Factor de distribución por carril DC

En una carretera de dos carriles, uno en cada dirección, el carril de diseño es uno de ellos, por lo tanto el factor de distribución por carril es 100%. Para autopistas multicarriles el carril de diseño es el carril exterior y el factor de distribución depende del número de carriles en cada dirección que tenga la autopista¹⁶. En la tabla siguiente se muestran los valores utilizados por la AASHTO:

Cuadro No.43 Factor de distribución por carril DC

# de carriles en cada dirección	%de ejes simples equivalentes de 8.2 ton en el carril de diseño DC
1	100
2	80-100
3	60-80
4 o más	50-75

Fuente: ASSHTO,(1993)

¹⁶<http://es.slideshare.net/narait/pavimentos-26290610>

Por lo tanto el número de ejes equivalentes simples de 8.2 ton ó 18 kips acumulados en el carril de diseño se calculó de la siguiente forma:

$$W_{t18} = \sum \text{TPDA}_{\text{vehículos pesados}} * \text{FD} * \text{DD} * \text{DC} * 365$$

Donde:

W_{t18} = Número de ejes equivalentes de 8.2 ton en el primer año

$\text{TPDA}_{\text{vehículos pesados}}$ = # de vehículos pesados que conforman el TPDA (buses, camiones, etc)

FD= Factor de daño según el tipo de vehículo pesados

DD= Factor de distribución direccional

DC= Factor de distribución por carril

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

$$W_{t18} = \sum \text{TPDA}_{\text{vehículos pesados}} * \text{FD} * \text{DD} * \text{DC} * 365$$

Para el 2014 $W_{t18} = 8 * 1,041 * 0,5 * 1 * 365 + 8 * 0,574 * 0,5 * 1 * 365 = 2358$

Para el 2015 $W_{t18} = 9 * 1,041 * 0,5 * 1 * 365 + 9 * 0,574 * 0,5 * 1 * 365 = 2653$

Hasta el año 2015:

$W_{t18 \text{ acumulado}} = W_{t18} \text{ del 2014} + W_{t18} \text{ del 2015} = 2358 + 2653 = 5011$

Este mismo procedimiento se realizó para cada año y se adicionó el $W_{t18 \text{ acumulado}}$ del año anterior hasta llegar al final del periodo de diseño, dando como resultado

$W_{t18 \text{ acumulado}} = 61698$

Cuadro No.44 Número de ejes equivalentes a 8.2 Ton

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES A 8.2 TONS								
AÑO	% Crecimiento			TRANSITO PROMEDIO DIARIO				W ₁₈ ACUMULADO
	autos	buses	camiones	TPDA total	autos	buses	camiones	
							2DA	
2014	4,47%	2,22%	2,18%	104	88	8	8	2358
2015	4,47%	2,22%	2,18%	110	92	9	9	5011
2016	3,97%	1,97%	1,94%	114	96	9	9	7664
2017	3,97%	1,97%	1,94%	117	99	9	9	10317
2018	3,97%	1,97%	1,94%	121	103	9	9	12970
2019	3,97%	1,97%	1,94%	125	107	9	9	15623
2020	3,97%	1,97%	1,94%	130	112	9	9	18276
2021	3,57%	1,78%	1,74%	133	113	10	10	21224
2022	3,57%	1,78%	1,74%	137	117	10	10	24172
2023	3,57%	1,78%	1,74%	141	121	10	10	27120
2024	3,57%	1,78%	1,74%	145	125	10	10	30068
2025	3,57%	1,78%	1,74%	150	130	10	10	33016
2026	3,25%	1,62%	1,58%	150	130	10	10	35964
2027	3,25%	1,62%	1,58%	154	134	10	10	38912
2028	3,25%	1,62%	1,58%	159	138	11	10	42050
2029	3,25%	1,62%	1,58%	165	143	11	11	45293
2030	3,25%	1,62%	1,58%	169	147	11	11	48536
2031	3,25%	1,62%	1,58%	174	152	11	11	51779
2032	3,25%	1,62%	1,58%	179	157	11	11	55022
2033	3,25%	1,62%	1,58%	184	162	11	11	58265
2034	3,25%	1,62%	1,58%	190	167	12	11	61698

Fuente: Autor

Determinación de los espesores de la sección multicapa

Una vez que se ha obtenido el Número Estructural *SN* para la sección estructural del pavimento, se requiere determinar una sección multicapa, que en conjunto provea una suficiente capacidad de soporte, equivalente al número estructural de diseño (<http://es.slideshare.net/narait/pavimentos-26290610>).

Para este fin se utiliza la siguiente ecuación que permite obtener los espesores de la capa de rodamiento o carpeta, de la capa base y de la sub-base:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Donde:

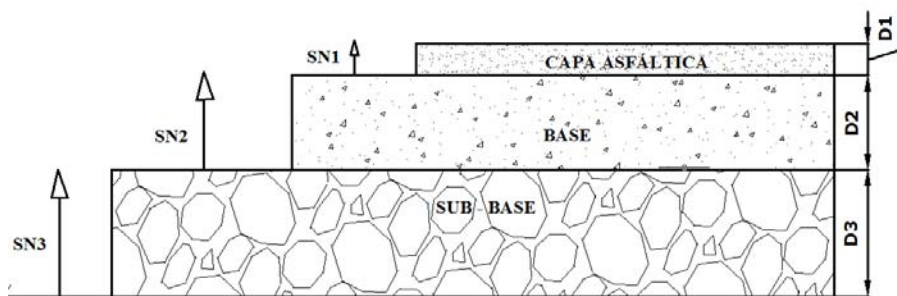
SN = número estructural.

a_1 , a_2 y a_3 = coeficientes estructurales de la carpeta, base, sub-base respectivamente.

d_1 , d_2 y d_3 = espesores de cada una de las capas que conforman la estructura del pavimento.

m_2 y m_3 = coeficientes de drenaje de sub-base y base respectivamente.

Gráfico No.39 Espesores de las capas de pavimento



Fuente: Universidad Mayor de San Simón, Pavimentos

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

Cuadro No.45 Espesores mínimos en función de los ejes equivalentes

Ejes Equivalentes	Carpeta asfáltica(plg)	Bases granulares y/o sub-base granular(plg)
Menos de 50.000	1,0 ó T.S.	4,0
50.001-150.000	2,0	4,0
150.001-500.000	2,5	4,0
500.001-2'000.000	3,0	6,0
2'000.001-7'000.000	3,5	6,0
Mayor a 7'000.000	4,0	6,0

Fuente: AASHTO, (1993)

En el caso de las capas granulares, es deseable que la capa superior tenga siempre mayor capacidad estructural que la inferior. Esto es, la base granular tendrá mayor aporte que la sub-base y ésta que la subrasante.

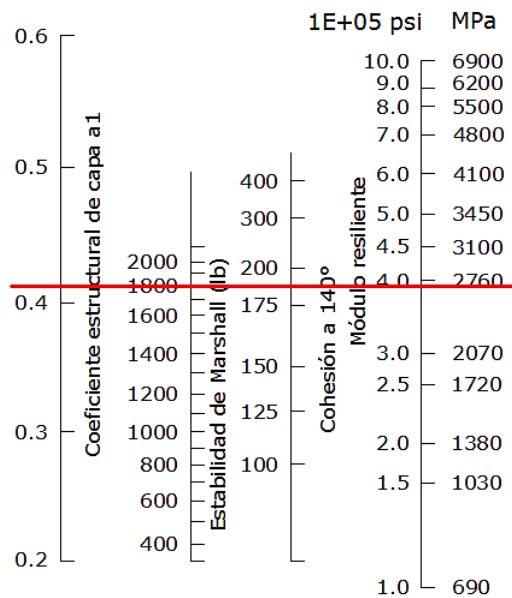
En el caso del proyecto según el $W_{18acumulada} = 61698$ el espesor mínimo de la carpeta asfáltica es de 2,0 plg y de la base y sub-base es de 4,0 plg.

➤ **Cálculo de los coeficientes estructurales**

Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica a_1

En el caso del proyecto no se dispuso del módulo de la elasticidad de la mezcla asfáltica razón por la cual se empleó la estabilidad de Marshall para obtener el coeficiente, la estabilidad de Marshall mínima escogida fue 1800 lb según lo establecido en la tabla 405.5.4, de las Especificaciones Generales para Caminos y Puentes del MOP.

Gráfico No.40 Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_1



Fuente: AASHTO, (1993)

Por medio de la apreciación se obtuvo $a_1 = 0,41$ y un módulo resiliente de la carpeta asfáltica de $3,90E+05$ psi. Sin embargo con la siguiente tabla se pudo obtener el valor de a_1 por medio de interpolación, solo para el caso de la carpeta asfáltica se consideró igual al módulo resiliente con el módulo elástico.

Cuadro No.46 Módulos de la carpeta asfáltica a_1

Módulos elásticos		Valores de a_1
Psi	MPa	
225000	1575	0,32
250000	1750	0,330
275000	1925	0,350
300000	2100	0,360
350000	2275	0,375
325000	2450	0,385
375000	2625	0,405
400000	2800	0,420
425000	2975	0,435
450000	3150	0,440

Fuente: AASHTO, (1993)

Interpolación

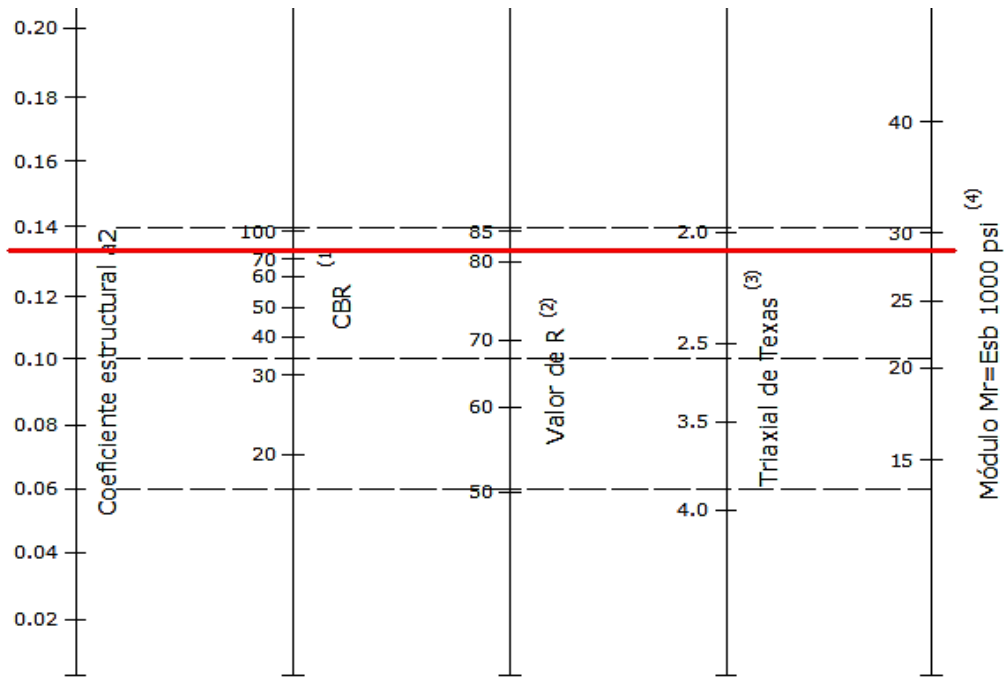
Módulo elástico	Coeficiente estructural a_1
400000 \Rightarrow	0,420
- 375000 \Rightarrow	0,405
<hr/>	
25000 \Rightarrow	0,015
15000 \Rightarrow	X
	$X = 0,009 \quad \therefore a_1 = 0,405 + 0,009$
	$a_1 = 0,414$

M_R de la carpeta asfáltica = $3,9E+05$ psi ó **390 Ksi**

Coeficiente estructural de la capa base a_2

En el capítulo II ya se describió las características que deben tener las bases de agregados, según la sección 404 “Bases” en las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MOP las bases de agregados deberán tener un CBR ≥ 80 %, en base a este dato mediante el siguiente nomograma se encontró el coeficiente estructural de la capa base.

Gráfico No.41 Nomograma para estimar el coeficiente estructural a₂



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

Fuente: AASHTO, (1993)

Cuadro No.47 Coeficiente estructural de la capa base a₂

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

Fuente: AASHTO, (1993)

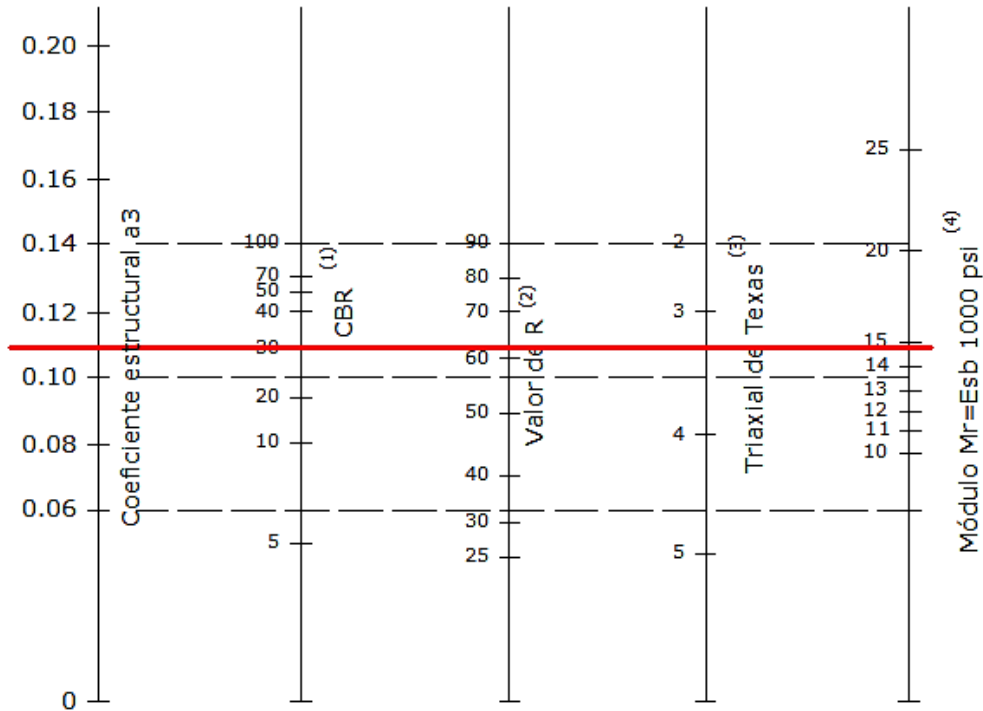
Para la capa base a₂=0,133 y M_R= 28500 psi ó 28,5 ksi

Coeficiente estructural de la capa sub-base a₃

En el capítulo II ya se describió las características que deben tener las sub-bases de agregados, según las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MOP en la sección 403 “Sub-bases” describe que las sub-

bases de agregados deberán tener un CBR $\geq 30\%$, en base a este dato mediante el siguiente nomograma se encontró el coeficiente estructural de la capa sub-base.

Gráfico No.42 Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_3



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

Fuente: AASHTO, (1993)

Cuadro No.48 Coeficiente estructural de la capa sub-base a_3

CBR(%)	a_3	CBR(%)	a_3	CBR(%)	a_3
10	0,08	35	0,115	70	0,130
20	0,023	40	0,120	80	0,135
25	0,102	50	0,120	90	0,138
30	0,108	60	0,128	100	0,140

Fuente: AASHTO, (1993)

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

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

Estos coeficientes son determinados en base al tiempo que el agua demora en ser eliminada de las capas granulares que compone el pavimento (base y sub-base).

Inicialmente se escogió la calidad de drenaje del sector y posteriormente en base a esta calidad de drenaje se determinó el coeficiente de m_2 y m_3 .

Cuadro No.49 Calidad de drenaje

Calidad de drenaje	Agua eliminada en
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua o drena

Fuente: AASHTO, (1993)

Cuadro No.50 Coeficientes de drenaje m_2 , m_3

Calidad de drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 – 5%	5-25 %	Más del 25 %
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Buena	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 - 1,15	1,15 – 1,05	2,00 – 0,80	0,80
Pobre	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Deficiente	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Fuente: ASSHTO, (1993)

➤ **Cálculo del número estructural requerido SN**

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

Gráfico No.43 Cálculo del SN requerido en el software *Ecuación AASHTO 93*

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. It contains several input fields and buttons. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' section shows '70 % Zr=-0.524' and 'So 0.45'. The 'Serviciabilidad inicial y final' section shows 'PSI inicial 4.2' and 'PSI final 2.0'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section shows 'Mr 8700 psi'. The 'Información adicional para pavimentos rígidos' section has empty fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, with 'W18 = 61698' displayed. The 'Número Estructural' section shows 'SN = 1.80'. There are 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Fuente: Autor

➤ Cálculo de los espesores de la estructura del pavimento flexible

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

Tipo de pavimento: flexible

Periodo de diseño: 20 años

Confiabilidad (R): 70%

Desviación normal (Zr): -0,524

Desviación estándar global (So): 0,45

Módulo de resiliencia de la subrasante: 8700 psi

Índice de servicio inicial (PSI_o): 4,2

Índice de servicio final (PSI_f): 2,0

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

Wt18 acumulado para el tiempo de diseño: 6,17E+04

Coeficiente estructural a1: 0,414

Coeficiente estructural a2: 0,133

Coeficiente estructural a3: 0,108

Mr de carpeta asfáltica: 390 ksi

Mr de la capa base: 28,50 ksi

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

Coeficientes de drenaje m2,m3: 0,80



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Diseño de pavimentos flexibles
Método AASHTO-1993



PROYECTO: Estudio vial de las comunidades Chico Copataza – Villaflores
REALIZADO POR: Egda. Estefanía Campoverde
REVISADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

DATOS DE ENTRADA

1. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

	DATOS
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)	390,00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)	28,50
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)	14,80

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

A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	6,17E+04
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	70%
STANDAR NORMAL DEVIATE(Zr)	-0,524
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-RASANTE (Mr, ksi)	8,70
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2,0
F. PERIODO DE DISEÑO(Años)	20

3. DATOS PARA ESTRUCTURACIÓN DEL REFUERZO

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico Convencional (a1)	0,414
Base Granular (a2)	0,133
Sub-base (a3)	0,108
B. COEFICIENTE DE DRENAJE DE CAPA	
Base Granular (m2)	0,800
Sub-base (m3)	0,800

DATOS DE SALIDA

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SNREQ)	1,79
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SNCA)	1,08
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SNBG)	0,37
NUMERO ESTRUCTURAL SUB-BASE (SNSB)	0,35

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA

	PROPUESTA			
	TEORICO	ESPESOR		SN (calc)
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	6,6 cm	5,0 cm	2,0 "	0,81
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	8,7 cm	15,0 cm	5,9 "	0,63
ESPESOR SUB-BASE GRANULAR (cm)	10,3 cm	20,0 cm	7,9 "	0,68
ESPESOR TOTAL (cm)		40,0 cm	15,7 "	2,12

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

Se desarrolló la misma fórmula para determinar los números estructurales requeridos para proteger cada capa del pavimento, reemplazando el módulo resiliente de la subrasante por el módulo resiliente de cada capa.

Así para determinar el espesor D_1 de la capa de concreto asfáltico se supone un M_R igual al de la base y así se obtiene el SN que debe ser absorbido por el concreto asfáltico. Se utilizó el software *Ecuación AASHTO 93* para determinar el SN_1 .

$SN_1 = 1,08$, espesor de la carpeta asfáltica D_1 :

Teórico

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

$$D_1 = \frac{1,08}{0,414}$$

$$D_1 = 2,61 \text{ plg} = 6,6 \text{ cm}$$

Propuesta $D_1' = 5$ cm

$$SN_1' = D_1' * a_1$$

$$SN_1' = (5 \text{ cm} * 0,414) / 2,54$$

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

Para determinar el espesor de la base se ingresó el M_R de la sub-base y de esta manera se obtuvo el SN_2 que será absorbido por el concreto asfáltico y la base. Se utilizó el software *Ecuación AASHTO 93* para determinar el SN_2 .

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

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu showing '70 % Zr=-0.524' and a text box for 'So' with the value '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (4.2) and 'PSI final' (2.0).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for 'Mr' with the value '14800 psi'. This field is highlighted with an orange box and labeled 'MR sub-base'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. A text box for 'W18' contains the value '61698'.
- Número Estructural:** A text box for 'SN' contains the value '1.45'.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

$SN_2 = 1,45$, el espesor de la base D_2 :

Teórico

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

$$D_2 = \frac{1,45 - 1,08}{0,133 * 0,80}$$

$$D_2 = 3,47 \text{ plg} = 8,8 \text{ cm}$$

Propuesta $D_2' = 15$ cm

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

$$SN_2' = (15 \text{ cm} * 0,133 * 0,80) / 2,54$$

$$SN_2' = 0,63 \text{ plg}$$

Por último para la sub-base se emplea el M_R de la subrasante para determinar el $SN_3 = SN$ requerido para todo el paquete estructural ya anteriormente calculado.

$SN_3 = SN = 1,80$, el espesor de la sub-base D_3 :

Teórico

$$D_3 = \frac{SN - (SN_1' + SN_2')}{a_3 * m_3}$$

$$D_3 = \frac{1,80 - (0,81 + 0,63)}{0,108 * 0,80}$$

$$D_3 = 4,07 \text{ plg} = 10,3 \text{ cm}$$

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

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

$$SN_3' = (20 \text{ cm} * 0,133 * 0,80) / 2,54$$

$$SN_3' = 0,68 \text{ plg}$$

Por lo tanto $SN_{\text{calc}} = SN_1' + SN_2' + SN_3'$

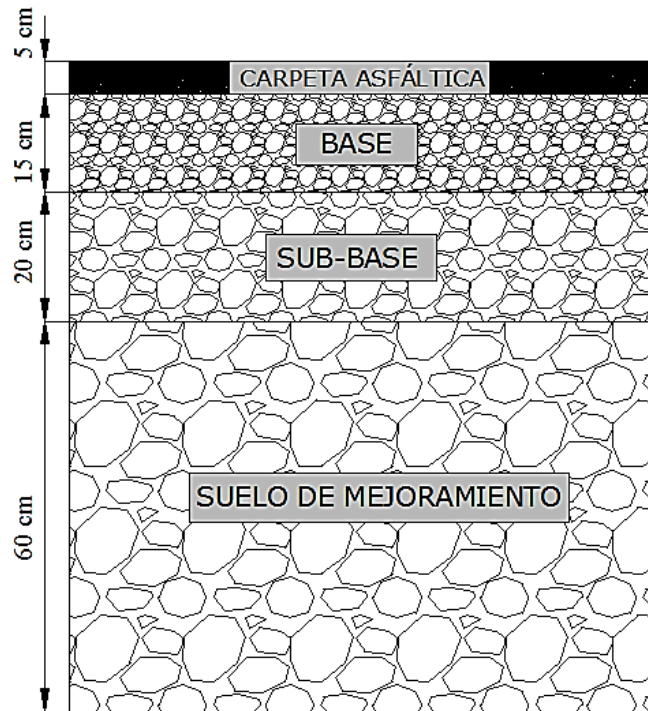
$$SN_{\text{calc}} = 0,81 + 0,63 + 0,68$$

$$SN_{\text{calc}} = 2,12$$

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

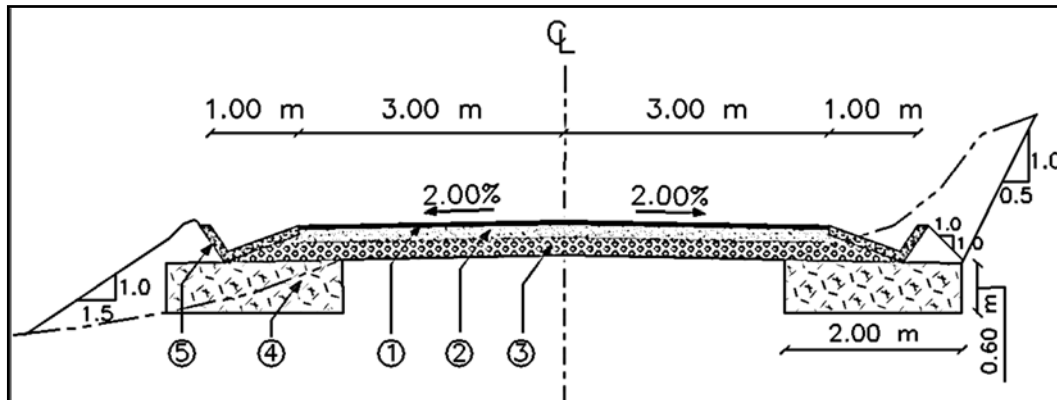
$2,12 > 1,80 \text{ OK}$

Gráfico No.44 Espesores de diseño de la estructura del pavimento



Fuente: Autor

Gráfico No.45 Sección transversal de la vía en proyecto



Fuente: Autor

1. **Carpeta asfáltica**, $e = 5$ cm.
2. **Base granular clase 4**, $e = 15$ cm.
3. **Sub-base clase 3**, $e = 20$ cm.
4. **Mejoramiento de la subrasante** (tipo cajoneras de 2.00 m * 0.60 m)
5. **Cuneta revestida de hormigón** $f'c = 180$ kg/cm²

- Descripción de parámetros a considerar dentro de la estructura del pavimento

Sub-base clase 3 y base clase 4

Las características de la sub-base clase 3 y la base clase 4 empleadas en la estructura del pavimento constan en los siguientes cuadros del capítulo 2 de la parte teórica.

Cuadro No.16 Características de las sub-bases y bases de agregados

		Límite líquido	Índice plástico	% de desgaste por abrasión	CBR
Sub-base de agregados	Clase 1	≤ 25	< 6	< 50%	≥ 30 %
	Clase 2				
	Clase 3				
Base de agregados	Clase 1	< 25	< 6	< 40%	≥ 80 %
	Clase 2				
	Clase 3				
	Clase 4				

Fuente: MOP, (2002)

Límites granulométricos para sub-base clase 3

Cuadro No.14 Límites granulométricos para sub-bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3”(76.2 mm)	--	--	100
2”(50.4 mm)	--	100	--
1 ½”(38.1 mm)	100	70-100	--
No.4 (4.75 mm)	30-70	30-70	30-70
No. 40 (0.425 mm)	10-35	15-40	--
No.200 (0.075 mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: MOP, (2002)

Se empleó una sub-base clase 3 puesto que es el tipo de sub-base que se dispone en la mina más cercana a la zona de proyecto, es una sub-base construida con agregados naturales (cantos rodados) y procesados, con la finalidad de cumplir con los requisitos de graduación, abrasión, límite líquido e índice de plasticidad especificados según el MOP.

Límites granulométricos para base clase 4

Cuadro No.15 Límites granulométricos para bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
	Tipo a	Tipo b			
2" (50.8 mm)	100	--	--	--	100
1 ½" (38.1 mm)	70-100	100	--	--	--
1" (25.4 mm)	55-85	70-100	100	--	60-90
¾" (19.0 mm)	50-80	60-90	70-100	100	--
3/8" (9.5 mm)	35-60	45-75	50-80	--	--
No.4 (4.76 mm)	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
No. 10 (2.00 mm)	20-40	20-50	25-50	30-60	--
No. 40 (0.425 mm)	10-25	10-25	15-30	20-35	--
No.200 (0.075 mm)	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: MOP, (2002)

Se empleó una base clase 4, debido a que el yacimiento cercano a la zona de proyecto presenta una granulometría correspondiente a este tipo de base.

Capa de rodadura

La capa de rodadura empleada será de hormigón asfáltico, el cual se forma de la mezcla de cemento asfáltico y agregados, estos últimos tendrán la siguiente granulometría.

Cuadro No.51 Granulometrías de los agregados para la mezcla asfáltica

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½"	3/8"	Nº 4
1" (25.4 mm)	100	--	--	--
¾" (19.0 mm)	90 – 100	100	--	--
½" (12.7 mm)	--	90 – 100	100	--
3/8" (9.50 mm)	56 – 80	--	90 – 100	100
Nº 4 (4.75 mm)	35 – 65	44 – 74	55 – 85	80 – 100
Nº 8 (2.36 mm)	23 – 49	28 – 58	32 – 67	65 – 100
Nº 16 (1.18 mm)	--	--	--	40 – 80
Nº 30 (0.60 mm)	--	--	--	25 – 65
Nº 50 (0.30 mm)	5 – 19	5 – 21	7 – 23	7 – 40
Nº 100 (0.15 mm)	--	--	--	3 – 20
Nº 200 (0.075 mm)	2 – 8	2 – 10	2 – 10	2 – 10

Fuente: MOP, (2002)

Además de los requisitos granulométricos que se indicaron anteriormente, los agregados deben cumplir con las siguientes exigencias:

Ensayo	Especificaciones
Resistencia al desgaste	$\leq 40\%$
Resistencia a la acción de los sulfatos	$< 12\%$
Recubrimiento y Peladura	Adherencia 95%
	Peladura 5 %
Índice plástico (Pasa #40)	< 4
Hinchamiento	1.50 %

El cemento asfáltico que se emplea en el país es el AP-3 que es un cemento asfáltico medio, cuyo grado de penetración es de 80 a 120 (80-120) décimas de milímetros.

Cuadro No.52 Criterios de diseño para mezclas Marshall

Criterio de mezcla	Tráf. ligero		Tráf. medio		Tráf. pesado		Tráf. Muy pesado	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Número de golpes en cada cara de la probeta	35		50		75		75	
Estabilidad en libras	750		1200		1800		2200	
Flujo en centésimas de pulgada	8	18	8	16	8	14	8	14
Porcentaje de vacíos	3	5	3	5	3	5	3	5
Porcentaje de vacíos rellenos de asfalto	70	80	65	78	65	75	65	75
Relación de filler/ betún					0.8	1.2	0.8	1.2

Fuente: MOP, (2002)

6.7.4 Sistema de drenaje

6.7.4.1 Diseño de cunetas

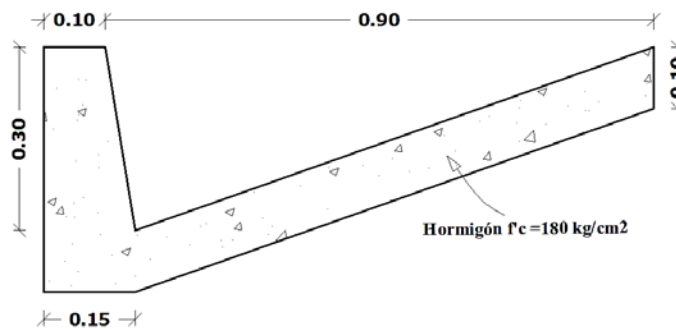
La forma escogida para las cunetas fue triangular esencialmente por la facilidad de construcción y mantenimiento que la misma ofrece, revestidas con hormigón de un $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$, la descarga de estas cunetas será por medio de alcantarillas de alivio.

El área hidráulica de una cuneta se determinará con base al caudal máximo de diseño, a la sección transversal, a la longitud, a la pendiente y a la velocidad (MOP, 2003).

Se deberá determinar la longitud máxima permisible de la cuneta, a fin de asegurar su funcionamiento eficiente y evitar, al mismo tiempo, que: (a) el nivel de agua rebase la sección y (b) se produzcan depósitos (azolves) en los tramos en que ocurren cambios de la pendiente longitudinal (MOP, 2003).

Sea asumió una sección para las cunetas del proyecto:

Gráfico No.46 Dimensiones de la cuneta del proyecto



Fuente: Autor

Se consideró que las cunetas van a trabajar a sección llena, área mojada (A_m):

$$A_m = \frac{b \times h}{2}$$

$$A_m = \frac{0,90 \times 0,30}{2} = 0,135 \text{ m}^2$$

El perímetro mojado (Pm) fue:

$$P_m = \sqrt{0,05^2 + 0,30^2} + \sqrt{0,85^2 + 0,30^2}$$

$$P_m = \sqrt{0,0925} + \sqrt{0,8125}$$

$$P_m = 1,205 \text{ m}$$

El radio hidráulico (Rm):

$$R_m = \frac{A_m}{P_m}$$

$$R_m = \frac{0,135 \text{ m}^2}{1,205 \text{ m}}$$

$$R_m = 0,112 \text{ m}^2$$

Empleando la fórmula de Maning y la ecuación de la continuidad se tiene:

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

Donde:

V = velocidad media del agua en m/s

n = coeficiente de Maning = 0,013

R = radio hidráulico, en metros

J = pendiente de la línea de agua en m/m

A = área mojada de la sección en m²

Q = caudal admisible en m³/s

$$V = \frac{1}{0,013} * 0,112^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = 17,87 * J^{1/2}$$

Esta ecuación de la velocidad se reemplazó en la ecuación de la continuidad

$$Q = A * V$$

$$Q = 0,135 * 17,87 * J^{1/2}$$

$$Q = 2,41 J^{1/2}$$

La máxima pendiente longitudinal que se tiene es 12%, por lo tanto:

Cuadro No.53 Caudales y velocidades con distintas pendientes de las cunetas

J%	J	V(m/s)	Q(m ³ /s)
0,500	0,005	1,264	0,170
1,000	0,010	1,787	0,241
1,500	0,015	2,189	0,295
2,000	0,020	2,527	0,341
2,500	0,025	2,825	0,381
3,000	0,030	3,095	0,417
3,500	0,035	3,343	0,451
4,000	0,040	3,574	0,482
4,500	0,045	3,791	0,511
5,000	0,050	3,996	0,539
5,500	0,055	4,191	0,565
6,000	0,060	4,377	0,590
6,500	0,065	4,556	0,614
7,000	0,070	4,728	0,638
7,500	0,075	4,894	0,660
8,000	0,080	5,054	0,682
8,500	0,085	5,210	0,703
9,000	0,090	5,361	0,723
9,500	0,095	5,508	0,743
10,000	0,100	5,651	0,762
10,500	0,105	5,791	0,781
11,000	0,110	5,927	0,799
11,500	0,115	6,060	0,817
12,000	0,120	6,190	0,835

Fuente: Autor

$$Q_{\text{admisible}} = 2,41 * 0,120^{1/2}$$

$$Q_{\text{admisible}} = 0,835 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo del caudal máximo probable

Análisis hidrológico

Dentro de los parámetros de diseño se determinó periodo de retorno, precipitación máxima en 24 horas, tiempo de concentración, la intensidad de precipitación, el área de drenaje para cada tramo de cuneta y coeficiente de escorrentía. Estos elementos se relacionaron a través de expresiones que permitieron obtener el caudal de diseño. El desarrollo de este procedimiento se presenta a continuación.

Intensidad de lluvia I (mm/h)

El proyecto se basó en el resultado de las investigaciones del Instituto de Meteorología e Hidrología (INAMHI) a través de las ecuaciones pluviométricas para cada una de las “zonas de intensidades” en que está dividido el país y en los análisis estadísticos que el INAMHI publica periódicamente.

La ecuación pluviométrica de la localización se expresa de la siguiente forma:

$$I_{TR} = \frac{K * Id_{TR}}{t^n}$$

Donde:

I_{TR} = intensidad de precipitación para cualquier periodo de retorno (mm/h)

Id_{TR} = intensidad diaria para un periodo de retorno dado (mm/h)

TR = periodo de retorno

t = tiempo de duración de la lluvia

K y n = constantes de ajuste para cada localidad

➤ Intensidad diaria para un periodo de retorno dado Id_{TR}

La precipitación máxima en 24 horas se obtendrá de los registros de las estaciones pluviométricas más cercana a la zona del proyecto, cuando no se disponen de tales datos se podría recurrir al mapa de isolíneas del INAHMI, en

correlación con la zonificación con la que han sido determinadas las ecuaciones (MOP, 2003)

Para calcular la $I_{d_{TR}}$ se empleó los niveles de precipitación máxima en 24 horas ($P_{máx24 \text{ horas}}$), los cuales fueron obtenidos de la estación Puyo (código M008) por ser la más cercana al lugar del proyecto (ver anexos de ubicación de la estación mencionada).

La precipitación máxima en 24 horas de la estación fue $P_{máx24 \text{ horas}} = 134,7 \text{ mm}$ (ver cuadro No.37)

Por lo tanto la intensidad diaria se calculó con la siguiente expresión:

$$P_{máx}(\text{mm}) = I_{d_{TR}}(\text{mm/h}) * 24 \text{ h}$$

$$I_{d_{TR}} = \frac{P_{máx}}{24}$$

$$I_{d_{TR}} = \frac{134.7}{24}$$

$$I_{d_{TR}} = 5.61 \text{ mm/h}$$

➤ Periodo de retorno (años)

Generalmente se suele recomendar como periodo mínimo de 10 años para cunetas.

➤ Tiempo de duración de la lluvia ó tiempo de concentración t_c (min)

Para un diseño racional es necesario conocer el tiempo de concentración, que es tiempo para que una gota de agua llegue desde el punto más lejano de la cuenca hasta el punto donde se planea construir la obra de drenaje, cuando el tiempo de concentración es igual al tiempo de duración de la precipitación, se tiene a toda la cuenca contribuyendo y se produce el caudal máximo, ya que todas las partículas de agua provenientes de la cuenca habrán llegada al sitio en consideración (XII Congreso Panamericano de Carreteras, 1979, p.117).

Se aplica la expresión de Rowe:

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

Donde:

t_c = tiempo de concentración (min)

L = longitud de la cuneta, en (metros)

H = desnivel entre el extremo de la cuneta y el punto de descarga, en (metros)

La longitud escogida para el cálculo fue entre el inicio de la cuneta y el punto de descarga de la misma $L= 409$ m y el desnivel fue 32.40 m

$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{409^3}{32.40}\right)^{0.385}$$

$$t_c = 5.30 \text{ min}$$

➤ Ecuación pluviométrica

El proyecto se encuentra dentro de la zona 29 del mapa de zonificación de intensidades del INAMHI, por lo tanto la ecuación de intensidad correspondiente a esta zona es:

Para $5\text{min} < t_c < 120 \text{ min}$

$$1) I_{TR} = 75.204 * \frac{1}{t^{0.4828}} * Id_{TR}$$

Para $120 \text{ min} < t_c < 1440 \text{ min}$

$$2) I_{TR} = 371.89 * \frac{1}{t^{0.8152}} * Id_{TR}$$

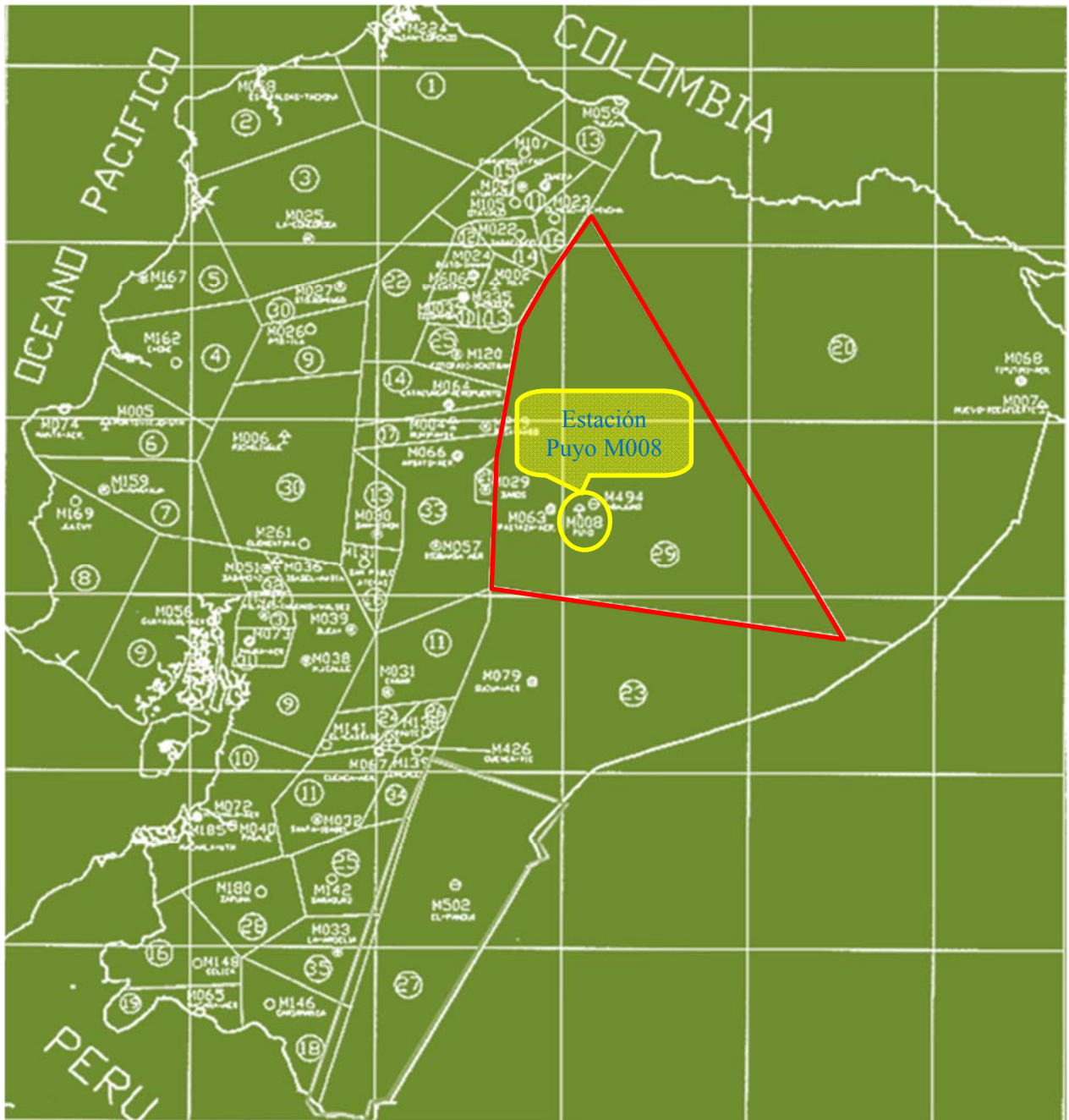
Como el tiempo de concentración $t_c < 120 \text{ min}$; por lo tanto se empleó la expresión #1

$$I_{TR} = 75.204 * \frac{1}{t^{0.4828}} * Id_{TR}$$

$$I_{TR} = 75.204 * \frac{1}{5.30^{0.4828}} * 5.61$$

$$\text{Intensidad de lluvia, } I_{TR} = 188.60 \text{ mm/h}$$

Gráfico No.47 Mapa de zonificación de intensidades



Fuente: INAMHI, 1999

Coefficiente de escorrentía, C

El sector es un lugar con densa vegetación, impermeable por ser suelo limoso-arcilloso, y con pendiente moderada.

Cuadro No.54 Coeficientes de escorrentía

Coeficiente de escorrentía C						
Cobertura vegetal	Tipo suelo	Pendiente del terreno				
		Pronunciada 50%	Alta 20%	Moderada 5%	Suave 1%	Despreciable
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	0.13	0.10	0.05

Fuente: MOP, (2003)

$$C = 0,45$$

Área de drenaje de la cuneta, A

Longitud máxima de drenaje = 409 m

Ancho máximo = 3 m (ancho de carril) + 1 m (cuneta)

Ancho máximo = 4.0 m

A = (Longitud * ancho)

A = (409) m *(4.0) m

A = 1600m²/ 10000

A = 0.16 Ha

Caudal máximo, Q

Se empleó el método empírico “Racional” debido a que la cuenca es pequeña, se considera que una cuenca es pequeña cuando su tiempo de concentración es menor a 6 horas y son áreas menores a 400 Ha.

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

Donde:

Q= caudal máximo probable (m³/s)

C= coeficiente de escurrimiento

I=intensidad de precipitación pluvial (mm/h)

A= área de drenaje (Ha)

$$Q = \frac{0.45 * 188.60 * 0.16}{360}$$

$$Q = 0.039 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

El caudal máximo que presentará la vía es la sumatoria de los caudales parciales que drenará cada tramo de cuneta, esta sumatoria fue 0.415 m³/s

Según las dimensiones que se impuso para el diseño de cuneta esta admitirá un caudal admisible $Q_{\text{admisible}} = 0.835 \text{ m}^3/\text{s}$

Por lo tanto como:

$$Q_{\text{admisible}} > Q_{\text{máx}}$$

$$0.835 \text{ m}^3/\text{s} > 0.415 \text{ m}^3/\text{s} \text{ Cumple}$$

Las dimensiones de la cuneta en la condición más crítica trabajarán de forma óptima ante el caudal máximo esperado.

Cuadro No.55 Áreas de aportación y caudales de diseño para cunetas laterales

Abscisa de ubicación de descarga	Dirección del caudal		Longitud Cuneta	Ancho		Ancho total de drenaje (f)=(d)+(e)	Área de drenaje (g) = $\frac{(c) * (f)}{10000}$	Desnivel entre alcantarilla (h)	Tiempo de concentración (tc)		Intensidad diaria (i) = Id _{TR}	Intensidad de lluvia (I) (k) = $\frac{75.204 * (j)}{(i)^{0.4828}}$	Coef. de escorrentía (C) (l)	Caudal probable Q (m) = $\frac{(l) * (k) * (g)}{360}$
	Inicial	Final		Calzada	Cuneta				(i) = 0.0195 $\left(\frac{(c)^3}{(h)}\right)^{0.385}$	(j)				
	km	km	m	m	m	m	Ha	m	tc calculado min	tc adoptado min	min/h	m ³ /s		
0+000,00	0+409,00	0+000	409,00	3,0	1,0	4,0	0,16	32,40	5,3	5,3	5,61	188,6	0,45	0,039
0+541,50	0+409,00	0+541,50	132,50	3,0	1,0	4,0	0,05	13,57	2,0	5,0	5,61	194,0	0,45	0,013
0+796,00	0+541,50	0+796,00	254,50	3,0	1,0	4,0	0,10	5,53	6,1	6,1	5,61	176,7	0,45	0,022
	1+116,00	0+796,00	320,00	3,0	1,0	4,0	0,13	7,60	7,0	7,0	5,61	165,0	0,45	0,026
1+330,00	1+116,00	1+330,00	214,00	3,0	1,0	4,0	0,09	20,00	3,0	5,0	5,61	194,0	0,45	0,021
	1+672,00	1+330,00	342,00	3,0	1,0	4,0	0,14	3,20	10,5	10,5	5,61	135,4	0,45	0,023
1+936,00	1+672,00	1+936,00	264,00	3,0	1,0	4,0	0,11	23,00	3,7	5,0	5,61	194,0	0,45	0,026
2+197,00	1+936,00	2+197,00	261,00	3,0	1,0	4,0	0,10	0,60	14,7	14,7	5,61	115,3	0,45	0,015
	2+560,00	2+197,00	363,00	3,0	1,0	4,0	0,15	30,30	4,7	5,0	5,61	194,0	0,45	0,035
2+820,00	2+560,00	2+820,00	260,00	3,0	1,0	4,0	0,10	3,00	7,9	7,9	5,61	155,9	0,45	0,020
3+156,50	2+820,00	3+156,50	336,50	3,0	1,0	4,0	0,13	12,00	6,2	6,2	5,61	174,7	0,45	0,029
	3+400,00	3+156,50	243,50	3,0	1,0	4,0	0,10	19,50	3,5	5,0	5,61	194,0	0,45	0,024
3+740,00	3+400,00	3+740,00	340,00	3,0	1,0	4,0	0,14	20,50	5,1	5,1	5,61	191,9	0,45	0,033
4+060,00	3+740,00	4+060,00	320,00	3,0	1,0	4,0	0,13	33,50	3,9	5,0	5,61	194,0	0,45	0,031
	4+313,00	4+060,00	253,00	3,0	1,0	4,0	0,10	2,90	7,7	7,7	5,61	157,3	0,45	0,020
4+484,50	4+313,00	4+484,50	171,50	3,0	1,0	4,0	0,07	3,90	4,4	5,0	5,61	194,0	0,45	0,017
4+662,50	4+484,50	4+662,50	178,00	3,0	1,0	4,0	0,07	4,80	4,2	5,0	5,61	194,0	0,45	0,017
4+702,57	4+662,50	4+702,57	40,07	3,0	1,0	4,0	0,02	1,20	1,3	5,0	5,61	194,0	0,45	0,004
Σ área de drenaje							1,88						Σ Q	0,415

Fuente: Autor

6.7.4.2 Diseño de alcantarillas

El diseño del sistema de drenaje transversal menor de una carretera se realizará tomando en cuenta, para su solución, dos pasos básicos: el análisis hidrológico de la zona por drenar y el diseño hidráulico de las estructuras.

El análisis hidrológico permite la predicción de los valores máximos de las intensidades de precipitación o picos del escurrimiento, según el caso, para períodos de retorno especificados de acuerdo a la finalidad e importancia del sistema.

El diseño hidráulico permite establecer las dimensiones requeridas de la estructura para desalojar los caudales aportados por las lluvias, de conformidad con la eficiencia que se requiera para la evacuación de las aguas (MOP, 2003).

Análisis hidrológico

Dentro de los parámetros de diseño se determinó periodo de retorno, precipitación máxima en 24 horas, tiempo de concentración, la intensidad de precipitación, el área de drenaje para cada alcantarilla y coeficiente de escorrentía. Estos elementos se relacionaron a través de expresiones que permitieron obtener el caudal de diseño. El desarrollo de este procedimiento se presenta a continuación.

Intensidad de lluvia I (mm/h)

El proyecto se basó en el resultado de las investigaciones del Instituto de Meteorología e Hidrología (INAMHI) a través de las ecuaciones pluviométricas para cada una de las “zonas de intensidades” en que está dividido el país y en los análisis estadísticos que el INAMHI publica periódicamente.

➤ Intensidad diaria para un periodo de retorno dado $I_{d_{TR}}$

Este dato es el mismo que se empleó en el análisis hidrológico para cunetas laterales $I_{d_{TR}} = 5,61 \text{ mm/h}$

➤ Periodo de retorno (años)

Por ser obras de drenaje menor se tomó un periodo de retorno de 25 años.

➤ Tiempo de duración de la lluvia ó tiempo de concentración t_c (min)

Por la información limitada se tomó al tiempo de duración de la lluvia como el tiempo de concentración. El t_c se calculó con la expresión de Rowe:

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

Donde:

t_c = tiempo de concentración (min)

L = longitud (en línea recta) del cauce principal, en (metros)

H = desnivel entre el extremo de la cuenca a drenar y el punto de descarga, en (metros)

La $L= 8480$ m y el desnivel fue 454 m

$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{8480^3}{454}\right)^{0.385}$$

$$t_c = 63.73 \text{ min}$$

➤ Ecuación pluviométrica

El proyecto se encuentra dentro de la zona 29 del mapa de zonificación de intensidades del INAMHI, por lo tanto la ecuación de intensidad correspondiente a esta zona es:

Para $5\text{min} < t_c < 120 \text{ min}$

$$1) I_{TR} = 75.204 * \frac{1}{t^{0.4828}} * Id_{TR}$$

Para $120 \text{ min} < t_c < 1440 \text{ min}$

$$2) I_{TR} = 371.89 * \frac{1}{t^{0.8152}} * Id_{TR}$$

Como el tiempo de concentración $t_c < 120 \text{ min}$; por lo tanto se empleó la expresión #1

$$I_{TR} = 75.204 * \frac{1}{t^{0.4828}} * Id_{TR}$$

$$I_{TR} = 75.204 * \frac{1}{63.73^{0.4828}} * 5.61$$

Intensidad de lluvia, $I_{TR} = 56.76 \text{ mm/h}$

Coeficiente de escorrentía, C

C= 0.45(ver cuadro No.54)

Área de drenaje, A

Se refiere al área de aportación que drenará cada alcantarilla, esto se determinó por medio de mapas cartográficos del sector, con la topografía del lugar y las observaciones de campo. El área máxima de aportación fue **130.60 Ha**.

Caudal máximo de diseño

Como ya se mencionó anteriormente se empleó el Método Racional para determinar el caudal máximo por ser áreas pequeñas menores a 400 Ha.

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

Donde:

Q= caudal máximo probable (m^3/s)

C= coeficiente de escurrimiento

I=intensidad de precipitación pluvial (mm/h)

A= área de drenaje (Ha)

$$Q = \frac{0.45 * 56.76 * 130.6}{360}$$

$$Q = 9.269 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Diseño hidráulico

La sección necesaria para cada alcantarilla se calculó con la siguiente expresión empírica de Talbot:

$$A = 0.183 * C_T * \sqrt[4]{H^3}$$

Donde:

A= área libre de la alcantarilla en m²

C_T= coeficiente de Talbot

H= área que desea drenar en Ha

El coeficiente C_T depende del contorno del terreno drenado, para diversos tipo de topografía se recomienda lo siguiente:

Cuadro No.56 Valores de C para la fórmula de Talbot

Tipo de terreno y topografía	Valores de C _T
Suelo rocoso y pendientes abruptas	1
Terreno quebrados con pendientes moderadas	2/3
Valles irregulares, muy anchos en comparación de su largo	½
Terrenos agrícolas ondulados, en los que el largo del valle es de 3 a 4 veces a el ancho	1/3
Zonas a nivel, no afectadas por acumulación de nieve o inundaciones fuertes	1/5

Fuente: XII Congreso Panamericano de Carreteras, (1979)

Área máxima de drenaje = 130,60 Ha

$$A = 0.183 * C_T * \sqrt[4]{H^3}$$

$$A = 0.183 * 2/3 * \sqrt[4]{130.6^3}$$

$$A = 4.71 \text{ m}^2$$

Diámetro de la alcantarilla:

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

$$D = \sqrt{\frac{4 * 4,71}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 4,71}{\pi}}$$

$$D = 2.45 \text{ m} \quad D_{\text{adoptado}} = 2.50 \text{ m}$$

Cálculo del área de la alcantarilla.

$$A_{\text{real}} = \frac{\pi * D_{\text{adoptado}}^2}{4}$$

$$A_{\text{real}} = \frac{\pi * 2.50^2}{4}$$

$$A_{\text{real}} = 4.91 \text{ m}^2$$

Este procedimiento se desarrolló para cada alcantarilla, en la siguiente tabla se encuentra un resumen de los cálculos.

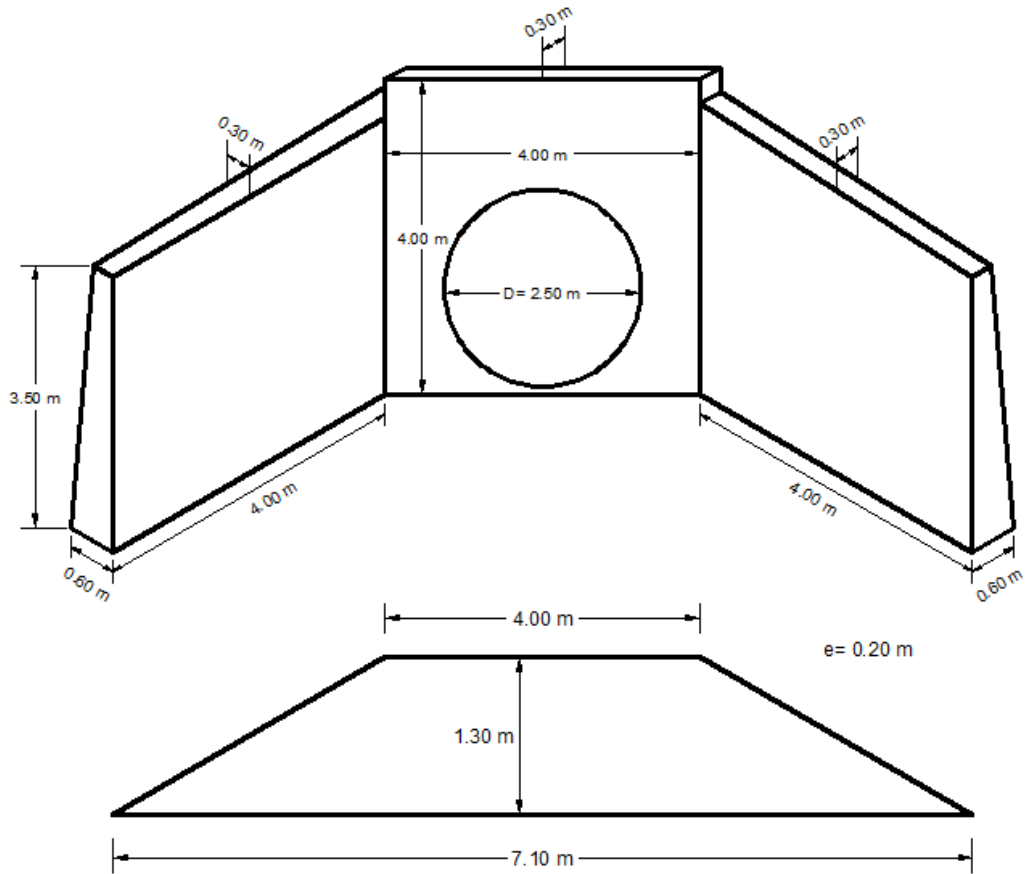
Cuadro No.57 Dimensiones y áreas de drenaje de alcantarillas

Descarga		I	C	C _T	Área de drenaje	Q	A _{calc}	S _{calc}	S _{real}	A _{real}
Tipo	Ubicación									
		min/h			Ha	m ³ /s	m ²	m	m	m ²
*	0+000,00	56,76	0,45	2/3	18,6	1,321				
D=1,20 m	0+541,50	56,76	0,45	2/3	16,2	1,149	0,99	1,12	1,20	1,13
D=1,20 m	0+796,00	56,76	0,45	2/3	17,4	1,233	1,04	1,15	1,20	1,13
D=1,20 m	1+330,00	56,76	0,45	2/3	17,8	1,262	1,06	1,16	1,20	1,13
D=2,50 m	1+936,00	56,76	0,45	2/3	130,6	9,269	4,71	2,45	2,50	4,91
D=1,20 m	2+197,00	56,76	0,45	2/3	18,2	1,291	1,08	1,17	1,20	1,13
D=0,80 m	2+820,00	56,76	0,45	2/3	6,4	0,453	0,49	0,79	0,80	0,50
D=1,20 m	3+156,50	56,76	0,45	2/3	15,8	1,122	0,97	1,11	1,20	1,13
D=0,80 m	3+740,00	56,76	0,45	2/3	6,2	0,438	0,48	0,78	0,80	0,50
D=0,80 m	4+060,00	56,76	0,45	2/3	6,0	0,423	0,47	0,77	0,80	0,50
D=1,20 m	4+484,50	56,76	0,45	2/3	15,1	1,069	0,93	1,09	1,20	1,13
D=1,20 m	4+662,50	56,76	0,45	2/3	14,7	1,043	0,92	1,08	1,20	1,13

* En el primer tramo el agua desembocará en una alcantarilla ya diseñada de una vía existente.

Fuente: Autor

Gráfico No.48 Cabezal Tipo 1

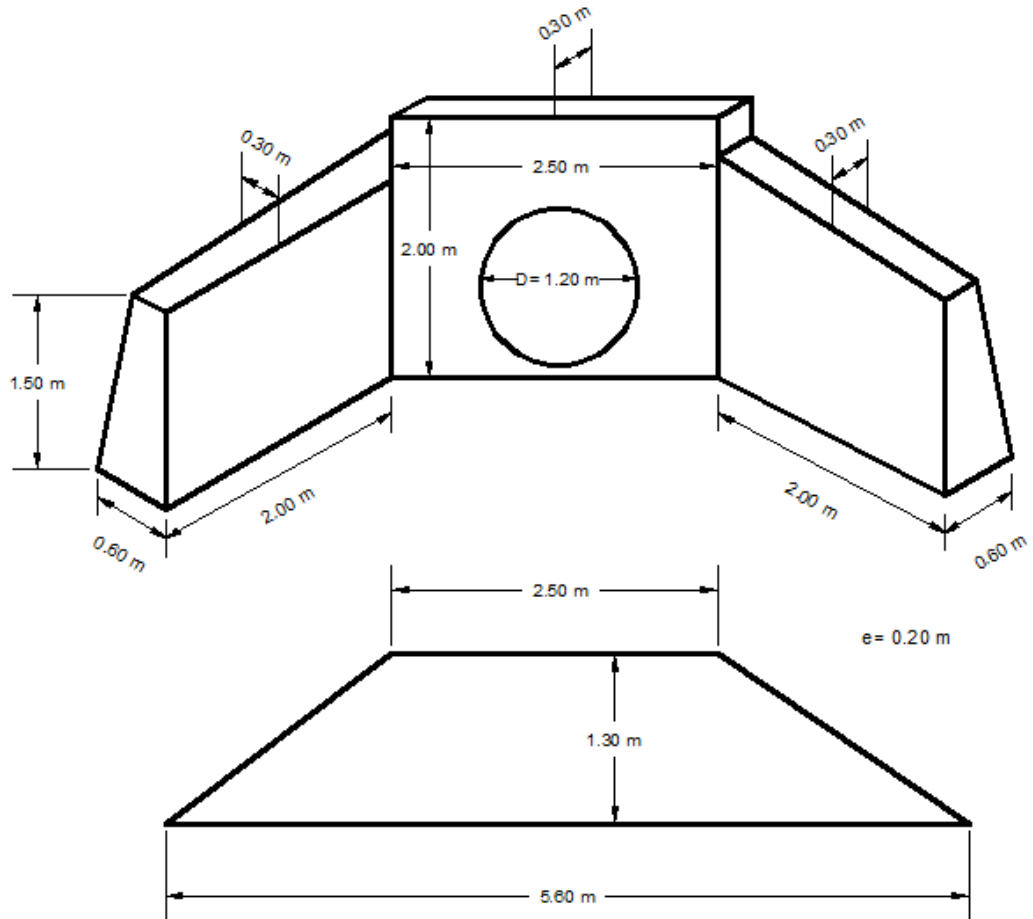


ITEM	RUBRO	UNIDAD	UBICACIÓN	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	SUBTOTAL (m³)	OBSERVACIONES
1	Muro de H. Simple $f_c = 180$ kg/cm² Tipo B	m³	Ala 1	4,00	0,45	3,60	6,48	Ancho y altura promedio
			Pantalla	4,00	0,45	4,00	7,20	Ancho promedio
			Ala 2	4,00	0,45	3,60	6,48	Ancho y altura promedio
			Plataforma	5,55	1,30	0,20	1,44	Largo promedio
							-1,96	Armico de 2,50m

SUBTOTAL 19,64 m³

Fuente: Autor

Gráfico No.49 Cabezal Tipo 2

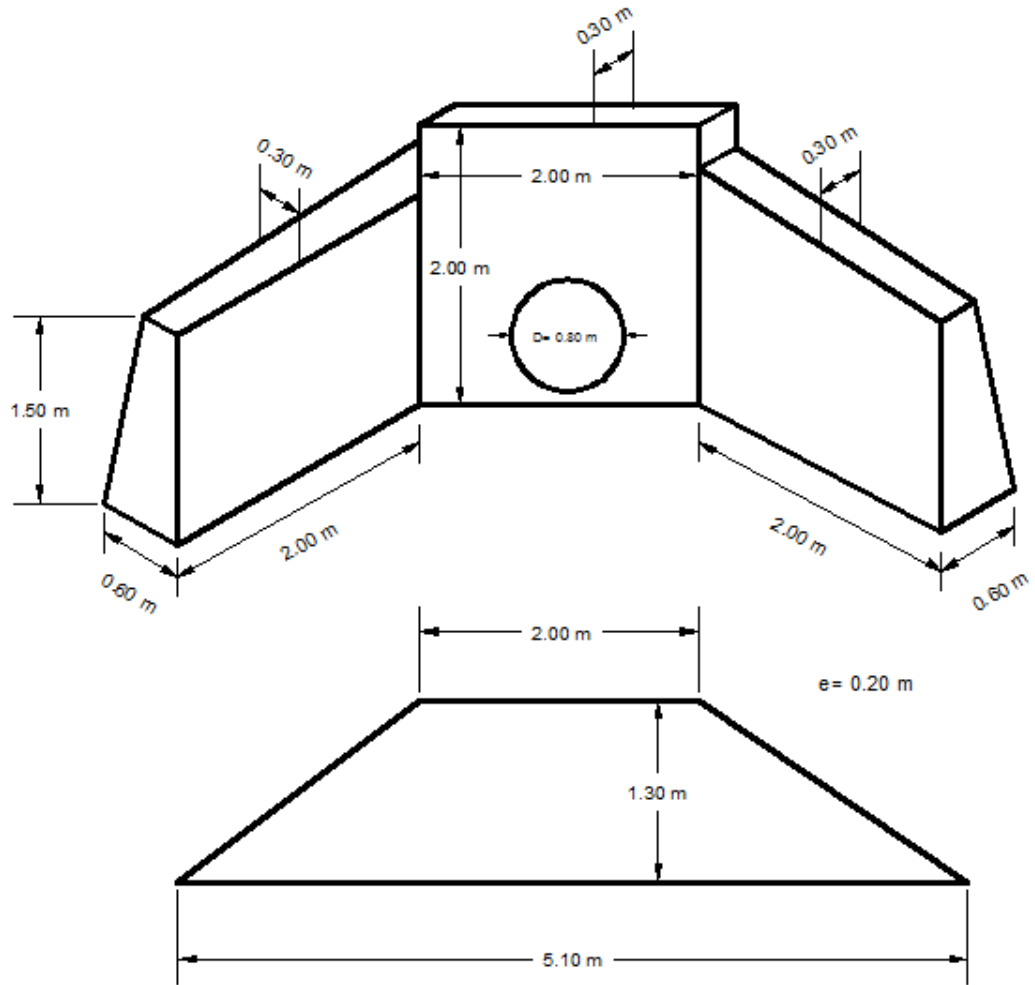


ITEM	RUBRO	UNIDAD	UBICACIÓN	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	SUBTOTAL (m ³)	OBSERVACIONES
1	Muro de H. Simple f _c = 180 kg/cm ² Tipo B	m ³	Ala 1	2,00	0,45	1,60	1,44	Ancho y altura promedio
			Pantalla	2,50	0,45	2,00	2,25	Ancho promedio
			Ala 2	2,00	0,45	1,60	1,44	Ancho y altura promedio
			Plataforma	4,05	1,30	0,20	1,05	Largo promedio
							-0,45	Armico de 1.20 m

SUBTOTAL 6,73 m³

Fuente: Autor

Gráfico No.50 Cabezal Tipo 3

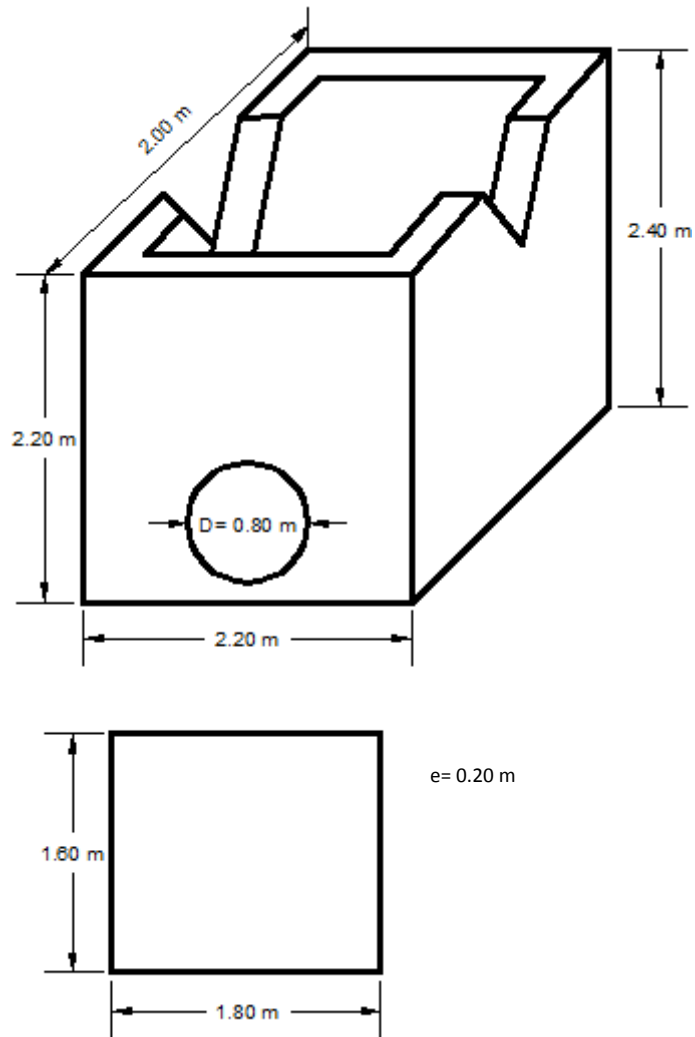


ITEM	RUBRO	UNIDAD	UBICACIÓN	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	SUBTOTAL (m ³)	OBSERVACIONES
1	Muro de H. Simple f'c = 180 kg/cm ² Tipo B	m ³	Ala 1	2,00	0,45	1,60	1,44	Ancho y altura promedio
			Pantalla	2,00	0,45	2,00	1,80	Ancho promedio
			Ala 2	2,00	0,45	1,60	1,44	Ancho y altura promedio
			Plataforma	3,55	1,30	0,20	0,92	Largo promedio
							-0,25	Armico de 0.80 m

Subtotal 5,35 m³

Fuente: Autor

Gráfico No.51 Cabezal Tipo 4

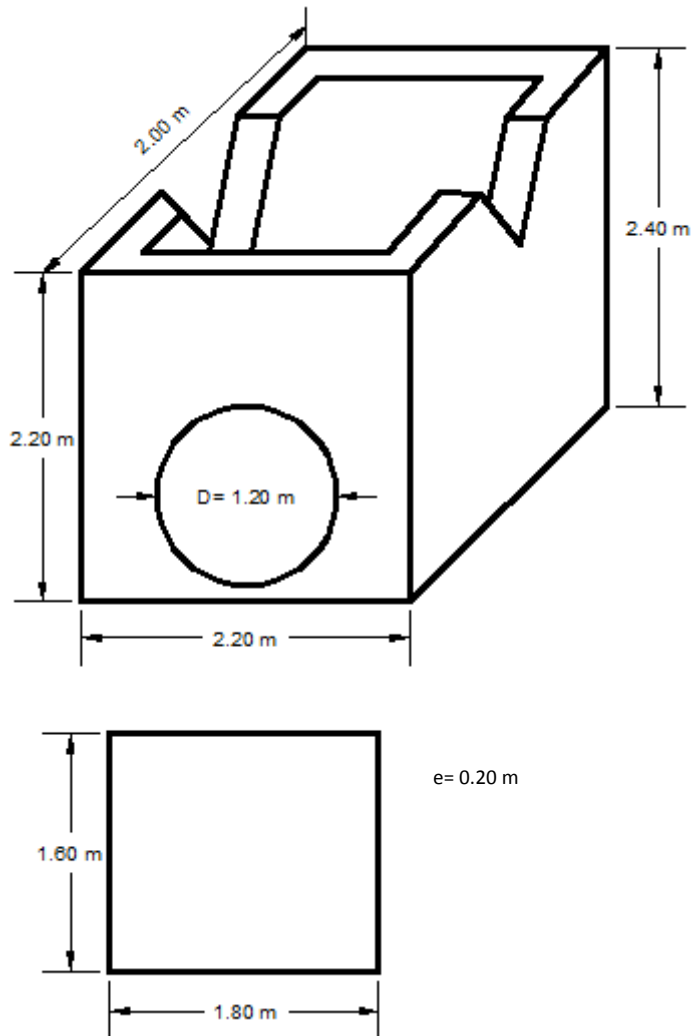


ITEM	RUBRO	UNIDAD	UBICACIÓN	LADO 1 (m)	LADO 2 (m)	ALTURA (m)	SUBTOTAL (m ³)	OBSERVACIONES
1	Muro de H. Simple f'c = 180 kg/cm ² Tipo B	m ³	Cajon ext	2,00	2,20	2,30	10,12	Altura promedio
			Cajon int	1,60	1,80	2,30	6,62	Altura promedio
			Plataforma	1,60	1,80	0,20	0,58	
							-0,10	Armico de 0,80 m

SUBTOTAL 3,97 m³

Fuente: Autor

Gráfico No.52 Cabezal Tipo 5



ITEM	RUBRO	UNIDAD	UBICACIÓN	LADO 1 (m)	LADO 2 (m)	ALTURA (m)	SUBTOTAL (m ³)	OBSERVACIONES
1	Muro de H. Simple $f_c = 180$ kg/cm ² Tipo B	m ³	Cajon ext	2,00	2,20	2,30	10,12	Altura promedio
			Cajon int	1,60	1,80	2,30	6,62	Altura promedio
			Plataforma	1,60	1,80	0,20	0,58	
							-0,23	Armico de 1,20 m

SUBTOTAL 3,85 m³

Fuente: Autor

6.7.5 Señalización

Las señales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos (INEN, 2011).

6.7.5.1 Señalización horizontal

Son señales o marcas efectuadas sobre la superficie de una vía, tal como líneas, símbolos, leyendas, palabras, números u otras indicaciones conocidas como señalización horizontal (<http://es.slideshare.net/savaisgre/modulo-de-sindicato-de-choferes>).

Generalmente se emplea los colores blanco y amarillo.

Según su forma las señales horizontales se clasifican en:

- a) ***Líneas longitudinales.*** Se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.
- b) ***Líneas transversales.*** Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.
- c) ***Símbolos y leyendas.*** Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, FLECHAS, TRIÁNGULOS CEDA EL PASO y leyendas tales como PARE, BUS, CARRIL EXCLUSIVO, SOLO TROLE, TAXIS, PARADA BUS, entre otros.
- d) **Otras señalizaciones, como chevrone, etc.**(INEN, 2011).

Ubicación.-La ubicación de la señalización debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima que permite la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, de modo de satisfacer uno de los siguientes objetivos:

- ✓ Indicar el inicio, tramo o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la señalización debe ubicarse en el lugar específico donde se requiera.
- ✓ Advertir o informar sobre maniobras o acciones que se deben o pueden realizar más adelante (INEN, 2011).

Los materiales para señalización horizontal.- corresponde a los que son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxicos, cintas preformadas, entre otros, las características mínimas del material de aplicación debe ser pintura de tráfico acrílicas con microesferas, siendo opcional en zonas urbanas dependiendo de los niveles de iluminación.

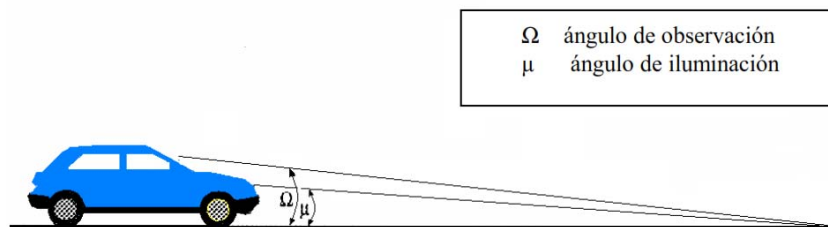
Retroreflexión.- las señalizaciones deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se construirán con materiales apropiados, como micro-esferas de vidrio, y deben someterse a procedimientos que aseguren su retroreflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa (INEN, 2011).

Cuadro No.58 Niveles mínimos de retroreflexión para pinturas de pavimento

Visibilidad	Ángulo		Color	
	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
A 15,00 m	3,5°	4,5°	150	95
A 30,00 m	1,24°	2,29°	150	75

Fuente: INEN, (2011)

Gráfico No.53 Ángulo de iluminación y observación



Fuente: INEN, (2011)

Dimensiones.-las franjas serán de un ancho mínimo de 10 cm. Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3 m con una separación de 9 m. Las líneas punteadas tendrán una longitud de 60 cm con una separación de 60 cm. Las franjas dobles estarán separadas con un espaciamiento de 14 cm (MOP, 2002).

En el proyecto las líneas que predominan son las longitudinales: continuas blancas en los bordes y segmentada amarilla en el centro.

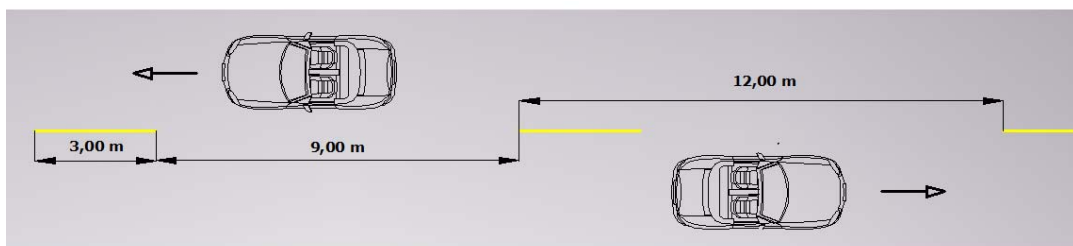
➤ Líneas amarillas definen la separación de tráfico viajando en direcciones opuestas. Estas líneas pueden ser traspasadas siempre y cuando haya seguridad, se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes (INEN, 2011).

Cuadro No.59 Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada

Velocidad máxima de la vía(km/h)	Ancho de línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12,00	3-9
Mayor a 50	150	12,00	3-9

Fuente: INEN, (2011)

Gráfico No.54 Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta



Fuente: INEN, (2011)

➤ Líneas blancas definen el borde derecho de la vía (berma).

6.7.5.2 Señalización vertical

La clasificación de esta señalización es:

- **Señalizaciones 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 (INEN, 2011).

Gráfico No.55 Señales reglamentarias

Leyenda y borde retroreflectivo blanco
Fondo retroreflectivo rojo



R1 - 1

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R1 - 1A	600 x 600	200 Ca
R1 -1B	750 x 750	240 Ca
R1 - 1 C	900 x 900	280 Ca

Símbolo y orla negros
Círculo rojo retroreflectivo
Fondo blanco retroreflectivo



Código No.	Dimensiones (mm)
R4-1 A	600 x 600
R4-1 B	750 x 750
R4-1 C	900 x 900



R4-4

Código No.	Dimensiones (mm)
R4-4 A	750x600
R4-4 B	900x1200
R4-4 C	1500x1200

Fuente: INEN, (2011)

- **Señales preventivas (Código P).**Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma (INEN, 2011).

Gráfico No.56 Señales preventivas

Símbolo y orla negros
Fondo amarillo retroreflectivo



P1-1I



P1-1D

Código	Dimensiones (mm)
P1-1A (I ó D)	600 x 600
P1-1B (I ó D)	750 x 750
P1-1C (I ó D)	900 x 900



P1-1 I



P1-1 D

Código	Dimensiones (mm)
P1-2A (I ó D)	600 x 600
P1-2B (I ó D)	750 x 750
P1-2C (I ó D)	900 x 900



P1-5I



P1-5D

Código	Dimensiones (mm)
P1-5A (I ó D)	600 x 600
P1-5B (I ó D)	750 x 750
P1-5C (I ó D)	900 x 900



P6-2

Código No.	Dimensiones (mm)
P6-2A	600 x 600
P6-2B	750 x 750
P6-2C	900 x 900



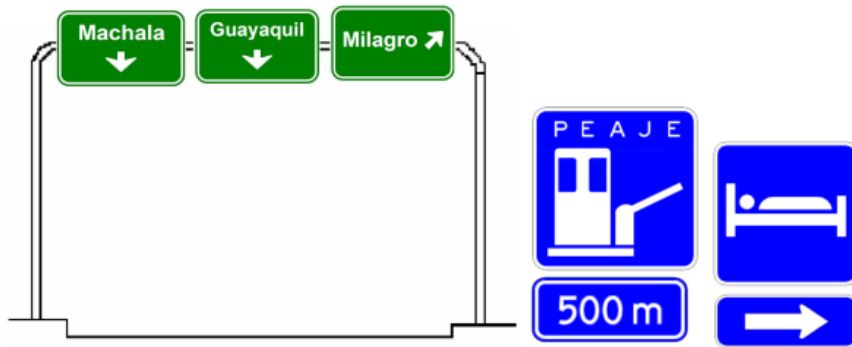
P6-2

Código No.	Dimensiones (mm)
P6-2A	600 x 600
P6-2B	750 x 750
P6-2C	900 x 900

Fuente: INEN, (2011)

- **Señales de información (Código P).** Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma (INEN, 2011).

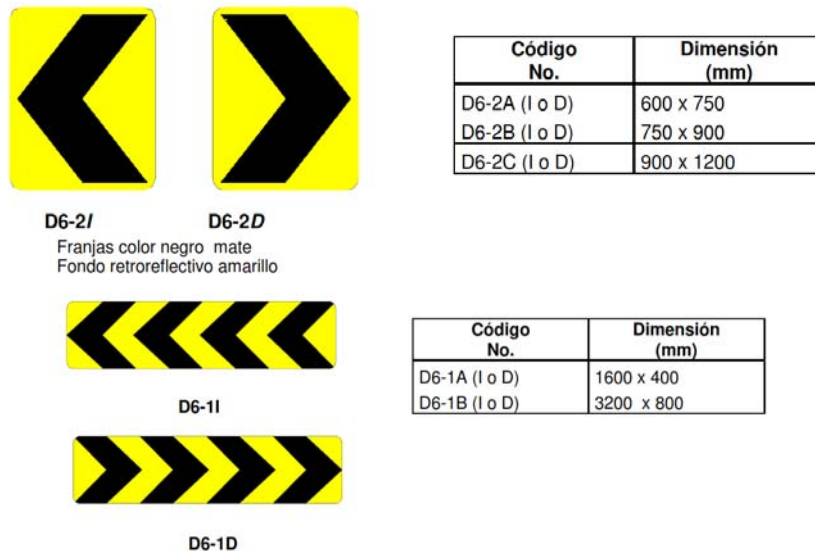
Gráfico No.57 Señales de información



Fuente: INEN, (2011)

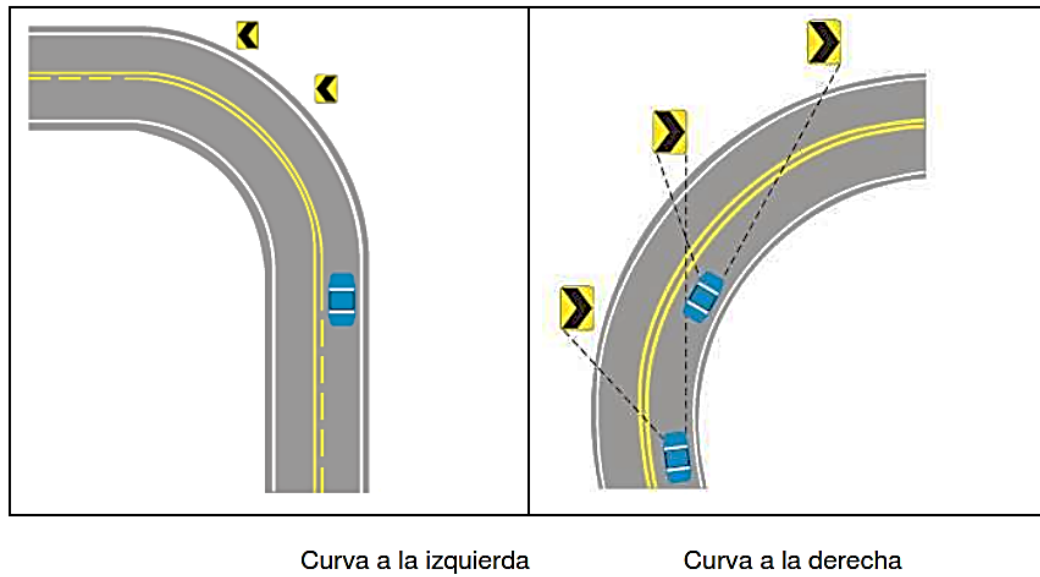
- **Señales especiales delineadoras (Código D).** Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción en la misma (INEN, 2011).

Gráfico No.58 Señales especiales delineadoras



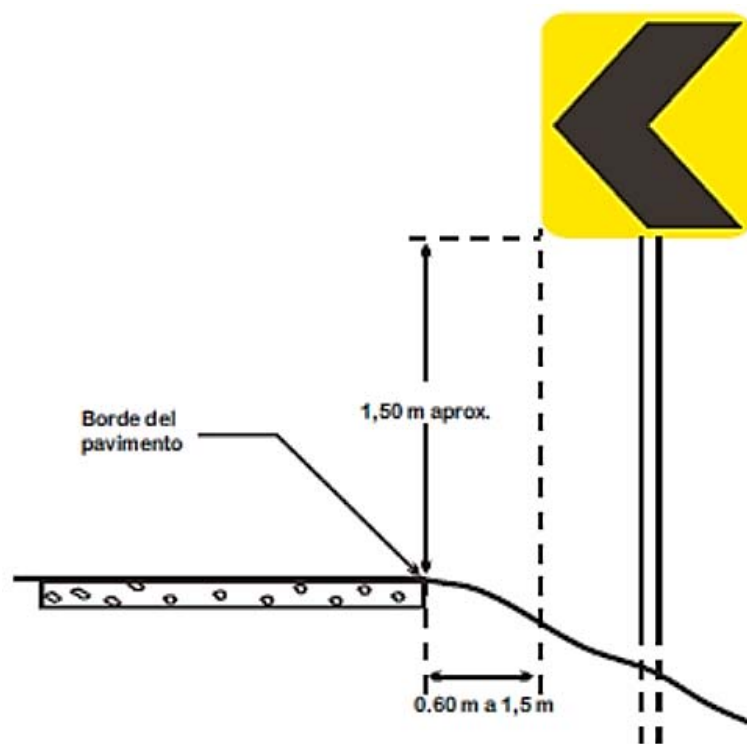
Fuente: INEN, (2011)

Gráfico No.59 Ubicación longitudinal de los delineadores de una curva horizontal



Fuente: INEN, (2011)

Gráfico No.60 Ubicación lateral de los delineadores de una curva horizontal



Fuente: INEN, (2011)

- **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 (INEN, 2011).

Hombres trabajando (T1-1)



Código No.	Dimensiones (mm)
T1-1 A	600 x 600
T1-1 B	750 x 750
T1-1 C	900 x 900

Adelante trabajos en la vía (T1-4)



Código No.	Dimensiones (mm)
T1-4a A	600 x 600
T1-4a B	750 x 750

- **Señalización en zonas escolares**

Forma, color y mensaje.- Las señales de zonas escolares “Serie E1” son de forma Pentagonal y tienen, orla, leyenda y/o símbolos negros sobre fondo verde limón, cumpliendo la Norma ASTM D 4956. Las señales de zonas escolares “Serie E2” son de forma de Rombo y tienen, orla, leyenda y/o símbolos negros sobre fondo verde limón, cumpliendo la Norma ASTM D 4956(INEN, 2011).

Gráfico No.61 Señales escolares



Fuente: INEN, (2011)

- **Señales turísticas y de servicios**

Dependiendo del tipo de señal, los colores que se utilizarán son verde (Informativas de destinos), azul (Informativas de servicios, actividades turísticas, apoyo a servicios turísticos), café (Pictogramas Naturales, Culturales); con orla y letras blancas (INEN, 2011).

Gráfico No.62 Señales turísticas y de servicios



Fuente: INEN, (2011)

6.7.6 Cálculo de volúmenes

a) **Desbroce, desbosque y limpieza.-** Para este rubro se utiliza como unidad de medida la hectárea (Ha), considerando una faja promedio de 20 m de ancho para toda la longitud del proyecto.

Longitud total del proyecto = 4.702,57 m

Ancho de faja = 20 m

Área de desbroce, desbosque y limpieza de faja = longitud total del proyecto * ancho

Área de desbroce, desbosque y limpieza = 4.702,57 m * 20 m

Área de desbroce, desbosque y limpieza = 94.051,40 m²

Área de desbroce, desbosque y limpieza = 9,41 Ha

b) **Replanteo y nivelación.-** El replanteo a realizarse tiene una longitud de:

Longitud total del proyecto = 4.702,57 m = 4,70 km

c) Remoción de alcantarillas.-

Longitud de alcantarillas existentes = 56,58 m

d) Excavación sin clasificar.- Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, es decir inclusive excavaciones en fango, suelo, marginal y roca (MOP, 2002).

Del cálculo de movimiento de tierras se ha determinado un volumen de:

Volumen total de corte en el diseño = 36.888,03 m³

e) Excavación para cunetas y encausamientos.- Se ha calculado con la sección transversal de las cunetas laterales de la vía de 0,2725 m².

Volumen total de excavación = área de excavación * longitud * # de lados

Volumen total de excavación = 0,2725 m² * 4.702,57 m * 2

Volumen total de excavación = 2.562,90 m³

f) Excavación y relleno para estructuras menores.- Se asume una longitud de 20 m en cada lado de la alcantarilla para su respectivo encausamiento, para la excavación de la zanja de cada alcantarilla se asumió un área aproximada de corte de 2,0 m de base y 2,0 m de profundidad. Para cabezales y muros de ala se estima un volumen de excavación de 10 m³ para cada alcantarilla. De esta manera se tiene:

Volumen de excavación para alcantarillas y encausamiento = [(\sum Long. de tubería nuevas) + (long. de enc. * 2 lados * # de alcantarillas)] * ancho * profundidad

Volumen de excavación para alcantarillas y encausamiento = [(146 m) + (20 m * 2 lados * 11 alc.) * 2,0 m * 2,0 m

Volumen de excavación para alcantarillas y encausamiento = [(146 m) + (440 m)] * 2,0 m * 2,0 m

Volumen de excavación para alcantarillas y encausamiento = 2.344,00 m³

Número de alcantarillas = 11,00

Volumen para cabezales y muros = # alc. * 10 m³

Volumen para cabezales y muros = 110,00 m³

Volumen total = 2.344,00 + 110,00

Volumen total = 2.454,00 m³

g) Limpieza de derrumbes.- Se ha estimado un 10% del volumen total de excavación sin clasificar:

Limpieza de derrumbes = excavación sin clasificar * % estimado

= 36.888,03 m³ * 0,10

= 3.688,80 m³

h) Tubería de acero corrugado Ø = 0,80 m, e = 2,0 mm, MP-100.-

Número de alcantarillas = 3

Longitud de tubería por alcantarilla = 12,00 m

Longitud total = 36,00 m

i) Tubería de acero corrugado Ø = 1,20 m, e = 2,5 mm, MP-100.-

Número de alcantarillas = 7

Longitud de tubería por alcantarilla = 5 tuberías de 14 m y 2 tuberías de 12 m

Longitud total = 94,00 m

j) Tubería de acero corrugado Ø = 2,50 m, e = 3,5 mm, MP-100.-

Número de alcantarillas = 1

Longitud de tubería por alcantarilla = 16,00 m

Longitud total = 16,00 m

k) Hormigón simple f'c = 180 Kg/cm² para cunetas.- El volumen a utilizarse en la construcción de cunetas laterales es igual al área de la sección transversal de la cuneta por la longitud del proyecto más las descargas y por los dos lados de la vía.

Se ha considerado cada 1 km de vía colocar 50,00 m de longitud para las descargas.

Longitud total del proyecto = 4.702,57 m

$$\begin{aligned}
 \text{H'S para cunetas} &= \text{área transversal de la cuneta} * (\text{longitud} + \text{descargas}) * \# \text{ lados} \\
 &= 0,1375 \text{ m}^2 * (4.702,57 + 200,00) \text{ m} * 2 \\
 &= 1.348,21 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

l) Muro de hormigón simple f'c = 180 Kg/cm² Tipo B.-Volumen de hormigón en cabezales sobre tuberías de acero corrugado (entrada y salida).

Cuadro No.60 Volúmenes de hormigón para alcantarillas del proyecto

ALCANTARILLAS NUEVAS									
N°	ABSCISA	LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	CABEZALES		HORMIGON DE CABEZALES		
					ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	
1	0+541,50	14,00 m	1,20 m	Armico	Tipo 1	Tipo 1	5,73	5,73	
2	0+796,00	14,00 m	1,20 m	Armico	Tipo 1	Tipo 1	5,73	5,73	
3	1+330,00	12,00 m	1,20 m	Armico	Tipo 2	Tipo 1	3,85	5,73	
4	1+936,00	16,00 m	2,50 m	Armico	Tipo 1	Tipo 1	19,64	19,64	
5	2+197,00	14,00 m	1,20 m	Armico	Tipo 1	Tipo 1	5,73	5,73	
6	2+820,00	12,00 m	0,80 m	Armico	Tipo 2	Tipo 1	3,97	5,35	
7	3+156,50	14,00 m	1,20 m	Armico	Tipo 1	Tipo 1	5,73	5,73	
8	3+740,00	12,00 m	0,80 m	Armico	Tipo 2	Tipo 1	3,97	5,35	
9	4+060,00	12,00 m	0,80 m	Armico	Tipo 2	Tipo 1	3,97	5,35	
10	4+484,50	12,00 m	1,20 m	Armico	Tipo 1	Tipo 1	5,73	5,73	
11	4+662,50	14,00 m	1,20 m	Armico	Tipo 1	Tipo 1	5,73	5,73	
Σ long.		146,00 m					69,78	75,80	
							Volumen total m³		145,58

Fuente: Autor

Del cuadro resumen anterior se obtiene:

$$\text{Volumen total de hormigón} = 145,58 \text{ m}^3$$

m) Material seleccionado de mejoramiento incluido transporte.-

El suelo seleccionado se obtendrá de la excavación para la plataforma del camino, de excavación de préstamo, o de cualquier otra excavación debidamente autorizada y aprobada por el Fiscalizador (MOP, 2002).

Este valor se obtiene de las secciones transversales dadas por el programa CIVILCAD, sin embargo se ha considerado un aumento de volumen para los sobreanchos en las curvas, la mina escogida para este material es la del río Pastaza, sector Pomona-Tashapi con una longitud de 19,9 km al inicio del proyecto, y una longitud de 22,3 km al centro de gravedad del mismo.

Volumen material para mejoramiento = 24.329,35 m³

Volumen subtotal = 24.329,35 m³ * 1,10 (factor de sobreancho)

Volumen subtotal = 26.672,29 m³ * 1,20 (factor de esponjamiento)

Volumen Total = 32.114,74 m³

n) Material de sub-base clase 3 incluido transporte.- La sub-base Clase 3 está formada por agregados gruesos, obtenidos mediante cribado de gravas o roca mezclados con arena natural o material finamente triturado para alcanzar la granulometría especificada en la Tabla 403-1.1 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Puentes y Caminos (MOP, 2002).

Cantidad obtenida de las secciones transversales dadas por el programa CIVILCAD, la mina escogida para este material es la del río Pastaza, sector Madre Tierra con una longitud de 55,8 km al inicio del proyecto, y una longitud de 58,2 km al centro de gravedad del proyecto.

Volumen sub-base clase 3 = 7.618,58 m³

Volumen subtotal = 7.618,58 m³ * 1,10 (factor de sobreancho)

Volumen subtotal = 8.380,44 m³ * 1,20 (factor de esponjamiento)

Volumen total = 10.056,53 m³

o) Material de base clase 4 incluido transporte.- Cuando se haya especificado el empleo de este tipo de agregados, los materiales se obtendrán por trituración o cribado de grava natural, para obtener fragmentos limpios, resistentes y durables, que no presenten partículas alargadas o planas en exceso. Estarán exentos de material vegetal, grumos de arcilla u otro material objetable. Los agregados empleados en la construcción de capas de Base Clase 4 deberán graduarse uniformemente de grueso a fino, y cumplirán las exigencias de granulometría que se indican en la Tabla 404-1.4 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Puentes y Caminos, lo cual será comprobado mediante ensayos granulométricos, siguiendo lo establecido en la Norma INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T-27), luego de que el material ha sido mezclado en planta o colocado en el camino (MOP, 2002).

Cantidad obtenida de las secciones transversales del programa CIVILCAD, la mina escogida para este material es la del río Pastaza, sector Madre Tierra con una longitud de 55,8 km al inicio del proyecto, y una longitud de 58,2 km al centro de gravedad del proyecto.

Volumen material base clase 4 = 5.274,00 m³

Volumen subtotal = 5.274,00 m³ * 1,10(factor de sobre ancho)

Volumen subtotal = 5.801,40 m³ * 1,20 (factor de esponjamiento)

Volumen total = 6.961,68 m³

p) Transporte de material de desalojo.- Dentro de este rubro se considera a todo material proveniente de las excavaciones autorizadas y que no sea requerido para relleno, la disposición de este material de desalojo que no se considere aprovechable se efectuará en sitios denominados como escombreras dispuestos por el Fiscalizador. Se ha considerado la excavación sin clasificar del diseño pasado el acarreo libre (500,00 m) hasta 5 km se pagará únicamente el metro cúbico desalojado.

Volumen total de desalojo = 36.888,03 m³

q) Capa de rodadura asfáltico mezclado en planta e=2”(incluido imprimación).-

$$\text{Área total de asfalto} = 29.528,19 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total} = 29.528,19 \text{ m}^2 * 1,10 \text{ (factor de sobreancho)}$$

$$\text{Área total de asfalto} = 32.481,01 \text{ m}^2$$

r) Marcas en pavimento.- Este rubro se refiere a las marcas de pintura que se realizará como señalización horizontal en toda la longitud del proyecto, serán dos líneas continuas laterales de color blanco y una línea segmentada central de color amarillo.

$$\text{Marcas de pavimento} = \text{longitud} * \# \text{ de líneas}$$

$$= 4.702,57 \text{ m} * 3.0$$

$$= 14.107,71 \text{ m}$$

s) Señales ecológica (2,40 x 1,20)m .- Se tiene una cantidad de 5,00 U.

t) Señales informativas (2,40 x 1,20)m.- Se tiene una cantidad de 10,00 U.

u) Señales reglamentarias (0,75 x 0,75)m .- Se tiene 10,00 U.

v) Señales preventivas (0,75 x 0,75)m .- Se tiene 20,00 U.

w) Comunicaciones radiales.- 100 comunicaciones radiales.

6.7.7 Presupuesto referencial

Una parte fundamental en cualquier proyecto es el análisis de precios unitarios puesto que en este se considera todos los componentes de los rubros del proyecto y por medio de este análisis se determina el presupuesto referencial que será en definitiva el valor de la obra que recibirá el contratista.

Cuadro No.61 Tabla de presupuesto referencial



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

<u>No.</u>	<u>Rubro / Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Precio global</u>
1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	HA	9,41	538,46	5.066,91
2	REPLANTEO Y NIVELACIÓN A NIVEL DE ASFALTO	KM	4,70	608,86	2.861,64
3	REMOCION DE ALCANTARILLAS	ML	56,58	12,63	714,61
4	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR(MOV.DE TIERRA)	M3	36.888,03	0,84	30.985,95
5	EXCAVACIÓN PARA CUNETAS Y ENCAUZAMIENTO	M3	2.562,90	3,35	8.585,72
6	EXCAVACION Y RELLENO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	2.454,00	4,41	10.822,14
7	LIMPIEZA DE DERRUMBES	M3	3.688,80	1,66	6.123,41
8	TUBERÍA DE ACERO CORRUGADO D= 0,80 M ,E=2.0 MM, MP-100	ML	36,00	154,89	5.576,04
9	TUBERÍA DE ACERO CORRUGADO D= 1,20 M ,E=2.5 MM, MP-100	ML	94,00	256,09	24.072,46
10	TUBERÍA DE ACERO CORRUGADO D= 2,50 M ,E=2.5 MM, MP-100	ML	16,00	655,35	10.485,60
11	HORMIGON PARA CUNETAS (FC=180 KG/CM2)	M3	1.348,21	163,76	220.782,87
12	MURO DE H.S. FC=180KG./CM2 TIPO B(CABEZALES)	M3	145,58	172,39	25.096,54
13	MATERIAL SELECCIONADO DE MEJORAMIENTO, (INCLUIDO TRANSPORTE)	M3	32.114,74	4,38	140.662,56
14	MATERIAL DE SUBBASE CLASE 3 (INCLUIDO TRANSPORTE)	M3	10.056,53	12,34	124.097,58
15	MATERIAL DE BASE CLASE 4 (INCLUIDO TRANSPORTE)	M3	6.961,68	15,49	107.836,42
16	TRANSPORTE MATERIAL DE DESALOJO	M3	36.888,03	0,99	36.519,15
17	C. RODADURA HORMIGON ASF. MEZCLADO EN PLANTA, E=2" (INCLUIDO IMPRIMACION)	M2	32.481,01	10,66	346.247,57
18	MARCAS EN PAVIMENTO	ML	14.107,71	0,45	6.348,47
19	SEÑALES ECOLOGICAS (2.40 X 1.20) M	U	5,00	252,88	1.264,40
20	SEÑALES INFORMATIVAS (2.40X1.20)M	U	10,00	252,88	2.528,80
21	SEÑALES REGLAMENTARIAS (0.75 X 0.75)M	U	10,00	129,50	1.295,00
22	SEÑALES PREVENTIVAS (0.75 X 0.75)M	U	20,00	129,50	2.590,00
23	COMUNICACIONES RADIALES	U	100,00	3,44	344,00
				TOTAL:	1.120.907,84

SON : UN MILLÓN CIENTO VEINTE MIL NOVECIENTOS SIETE, 84/100 DÓLARES

Fuente: Autor

En los anexos consta el Análisis de Precios Unitarios.

6.7.8 Cronograma valorado

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS					PERIODOS (MESES/SEMANAS)																								
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL	1 MES				2 MES				3 MES				4 MES				5 MES				6 MES			
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	HA	9,41	538,46	5.066,91	2.026,76				2.026,76				1.013,39															
2	REPLANTEO Y NIVELACIÓN A NIVEL DE ASFALTO	KM	4,70	608,86	2.861,64	572,33				572,33				572,33				572,33				572,32							
3	REMOCION DE ALCANTARILLAS	ML	56,58	12,63	714,61					500,23				214,38															
4	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR(MOV.DE TIERRA)	M3	36.888,03	0,84	30.985,95	10.845,08				10.845,08				9.295,79															
5	EXCAVACIÓN PARA CUNETAS Y ENCAUZAMIENTO	M3	2.562,90	3,35	8.585,72													3.005,00				5.005,00				2.575,72			
6	EXCAVACION Y RELLENO DE ESTRUCTURAS MENORES	M3	2.454,00	4,41	10.822,14									7.575,50				3.246,64											
7	LIMPIEZA DE DERRUMBES	M3	3.688,80	1,66	6.123,41	2.143,19				2.143,19				1.837,03															
8	TUBERÍA DE ACERO CORRUGADO D= 0,80 M ,E=2.0 MM , MP-100	ML	36,00	154,89	5.576,04					3.903,23				1.672,81															
9	TUBERÍA DE ACERO CORRUGADO D= 1,20 M ,E=2.5 MM , MP-100	ML	94,00	256,09	24.072,46					16.850,72				7.221,74															
10	TUBERÍA DE ACERO CORRUGADO D= 2,50 M ,E=2.5 MM , MP-100	ML	16,00	655,35	10.485,60					7.339,92				3.145,68															
11	HORMIGON PARA CUNETAS (F'C=180 KG/CM2)	M3	1.348,21	163,76	220.782,87													77.274,00				77.274,00				66.234,87			
12	MURO DE H.S. F'C=180 KG/CM2 TIPO B(CABEZALES)	M3	145,58	172,39	25.096,54									16.731,03				8.365,51											
13	MATERIAL SELECCIONADO DE MEJORAMIENTO, (INCLUIDO TRANSPORTE)	M3	32.114,74	4,38	140.662,56	42.198,77				42.198,77				42.198,77				14.066,25											
14	MATERIAL DE SUBBASE CLASE 3 (INCLUIDO TRANSPORTE)	M3	10.056,53	12,34	124.097,58					37.229,27				49.639,05				37.229,28											
15	MATERIAL DE BASE CLASE 4 (INCLUIDO TRANSPORTE)	M3	6.961,68	15,49	107.836,42					32.350,93				43.134,57				32.350,92											
16	TRANSPORTE MATERIAL DE DESALOJO	M3	36.888,03	0,99	36.519,15	12.781,70				12.781,70				10.955,75															
17	C. RODADURA HORMIGON ASF. MEZCLADO EN PLANTA, E=2" (INCLUIDO IMPRIMACION)	M2	32.481,01	10,66	346.247,57													173.123,78				173.123,79							
18	MARCAS EN PAVIMENTO	ML	14.107,71	0,45	6.348,47																	6.348,47							
19	SEÑALES ECOLOGICAS (2.40 X 1.20) M	U	5,00	252,88	1.264,40																	1.264,40							
20	SEÑALES INFORMATIVAS (2.40X1.20)M	U	10,00	252,88	2.528,80																	2.528,80							
21	SEÑALES REGLAMENTARIAS (0.75 X 0.75)M	U	10,00	129,50	1.295,00																	1.295,00							
22	SEÑALES PREVENTIVAS (0.75 X 0.75)M	U	20,00	129,50	2.590,00																	2.590,00							
23	COMUNICACIONES RADIALES	U	100,00	3,44	344,00	86,00				86,00				86,00				86,00				86,00							
INVERSION MENSUAL					1.120.907,84	70.653,83				168.742,13				195.293,80				349.319,71				253.975,11				82.923,26			
AVANCE MENSUAL (%)						6,30				15,05				17,42				31,16				22,66				7,40			
INVERSION ACUMULADA AL 100% (linea e=1p)						70.653,83				239.395,96				434.689,76				784.009,47				1.037.984,58				1.120.907,84			
AVANCE ACUMULADO (%)						6,30				21,36				38,78				69,94				92,60				100,00			
INVERSION ACUMULADA AL 80% (linea e=0.5p)						56.523,06				191.516,77				347.751,81				627.207,58				830.387,66				896.726,27			
AVANCE ACUMULADO (%)						5,04				17,09				31,02				55,96				74,08				80,00			

6.8 ADMINISTRACIÓN

La administración del mejoramiento de la vía que conecte las comunidades Chico Copataza y Villaflora, de la parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza respecto a su diseño geométrico, diseño de la estructura de pavimento y sistema de drenaje es de competencia de los organismos de planificación del Gobierno Descentralizado Provincial de Pastaza GADPPz, institución que posee los recursos económicos, humanos y técnicos para la ejecución de la obra.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Se establece un plan de monitoreo y evaluación para llevar a cabo una adecuada ejecución de los trabajos de construcción. Se incluirán las especificaciones técnicas del proyecto, considerando todos los rubros a contratarse.

El proceso constructivo deberá llevarse a cabo según el cronograma valorado de trabajo, en el cual se establece el desarrollo temporal de los procesos constructivos de la siguiente forma: primeramente se replanteará y nivelará a la vez que se realizará la limpieza y desbroce del lugar, el siguiente proceso es el movimiento de tierras en donde se excavará el terreno para dejar la subrasante con los alineamientos necesarios y los taludes impuestos en el diseño.

Por ser una vía abierta anteriormente se removerá los tubos de hormigón colocados y se hará las excavaciones para las cunetas, los encauzamientos y estructuras menores como los cabezales para protección de las alcantarillas, es decir se realizará la conformación de las estructuras menores para posteriormente instalar las alcantarillas con los diámetros especificados y las alineaciones pertinentes en los lugares establecidos según el diseño vertical y horizontal.

Se iniciará con la colocación de la estructura del pavimento, empezando por el mejoramiento de la subrasante, luego la sub-base y base en los espesores determinados según el diseño, ya que haya sido compactada de manera adecuada cada

capa, la estructura está lista para la imprimación con el asfalto diluido para el posterior tendido de la capa asfáltica.

La sección transversal de la vía quedará con la pendiente de bombeo especificada y a la vez se hará las cunetas laterales para el drenaje de la vía. Culminando todo el proceso constructivo se realizará la señalética horizontal y la colocación de la señalización vertical en los tramos que se requiera.

MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA

Benavides, G. y Lugmaña, G. (2012). *Ampliación de la vía Nanegalito – Nanegal de 13+923 km de longitud y refuerzo estructural de los puentes existentes sobre los ríos Palupe – Pillipe y Llullupe*. Tesis de Pre-grado no publicada, Carrera de Ingeniería Civil, Escuela Politécnica del Ejército .

Bustillos, J. (2011). *Estudio de tráfico vehicular. Cálculo del TPDA y tráfico futuro*. Extraído el 7 de Mayo del 2014 desde http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/06-09-2011_informe_tecnico_zamora_gualaquiza_parteII.pdf

Cal y Mayor, R. y Cárdenas, J. (1994). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones*. México DF: Alfaomega

Cárdenas, J. (2004). *Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá: Ecoe ediciones

Chávez, F. (2012). *Análisis del diseño geométrico y estructura del pavimento que une a la parroquia Diez de Agosto con la comuna Juan de Velasco, perteneciente al cantón Pastaza, provincia Pastaza y su incidencia en la calidad de vida de los pobladores de la zona*. Tesis de Pre-grado no publicada, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Ambato.

Chocontá, P. (2002). *Diseño Geométrico de Vías*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería

Instituto Boliviano de Cemento y Hormigón, IBCH. (2006). *Manual de Diseño de Pavimentos en base al Método AASHTO-93*. Extraído desde <https://es.scribd.com/doc/233746811/Diseno-de-Pavimento-Metodo-Aashto-93-Espanol>

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2011). *Alcantarillas metálicas galvanizadas corrugadas. Requisitos*. Extraído desde <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1674.2005.pdf>

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2011). *Señalización Vial. Parte I. Señalización Vertical*. Extraído desde http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte_4_1_1.pdf

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2011). *Señalización Vial. Parte II. Señalización Horizontal*. Extraído desde http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte_4_2_1r.pdf

Jácome, I. (2011). *La infraestructura vial y su incidencia en el buen vivir de los habitantes de las colonias Libertad y Allishungo, parroquia Fátima, cantón Pastaza, provincia de Pastaza*. Tesis de Pre-grado no publicada, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Ambato.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú, MTC. (2008). Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. Extraído el 7 de Mayo del 2014 desde http://www.carreteros.org/hispana/peru/11_peru.pdf

Ministerio de Obras Públicas, MOP. (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras y caminos vecinales*. Quito

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, MOP. (2002). *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes*. Extraído desde http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/01-07-2013_ConcursoPublico_StoDomingo-Esmeraldas-Especificaciones-Tecnicas.pdf

Ministerio de Transportes y Obras Públicas, MTOP. (2013). *Normas Ecuatoriana Vial NEVI-12*. Extraído desde http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf

Parra, C. (2013). *Análisis de la estructura y el diseño geométrico de la vía Las Américas- Santa Martha, del cantón Pastaza, provincia Pastaza para facilitar el tráfico vehicular y optimizar la producción agrícola*. Tesis de Pre-grado no publicada, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Ambato.

Universidad Mayor de San Simón, UMSS. *Pavimentos. Texto guía*. Extraído desde <http://es.slideshare.net/andresricog/libro-de-pavimentos>

2. ANEXOS

- A. FORMATO DE ENCUESTA
- B. FOTOGRAFÍAS
- C. FORMULARIOS DEL CONTEO VEHICULAR
- D. DISTRIBUCIÓN DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA CHI-CUADRADO
- E. ESTUDIOS DE SUELOS
- F. VALORES DE DISEÑO SEGÚN MOP 2003
- G. UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA
- H. ECUACIONES PLUVIOMÉTRICAS PARA CADA ZONA DE INTENSIDAD
- I. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
- J. PLANOS

A. FORMATO DE ENCUESTA



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”



FACULTAD: INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

TEMA: “La infraestructura vial de las comunidades Chico Copataza y Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza y su repercusión en la calidad de vida de los pobladores.”

OBJETIVOS: Estudiar la infraestructura vial de las comunidades Chico Copataza y Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza y su repercusión en la calidad de vida de los pobladores.

INSTRUCCIONES:

- Marque con una x en el paréntesis según sea su respuesta (**solo una**).
- La encuesta es anónima.

NOMBRE DEL ENCUESTADOR(A): Estefanía Fernanda Campoverde Saltos.

CUESTIONARIO

1. ¿Cree usted que es necesario mejorar la vía?

- () SI
- () NO

2. ¿Cómo considera usted la condición actual de la vía?

- () Mala
- () Regular
- () Buena

3. ¿Con qué frecuencia utiliza la vía?

- () Diariamente
- () Semanalmente
- () Esporádicamente

- 4. ¿Cree usted que los centros educativos del sector están en buenas condiciones?**
- SI
 NO
- 5. ¿Considera usted que el subcentro de salud del sector debe ser mejorado?**
- SI
 NO
- 6. ¿Cómo calificaría usted su forma de vivir?**
- Buena
 Aceptable
 Mala
- 7. ¿A qué actividad laboral se dedica?**
- Agricultura
 Otros
- 8. ¿Tiene facilidad para trasportar sus productos?**
- SI
 NO
- 9. ¿Qué tipo de capa de rodadura debería poseer la vía?**
- Asfalto
 Empedrado
 Otros
- 10. ¿Quiénes serían los principales beneficiarios si se realizara el proyecto?**
- Pobladores del sector
 Habitantes de zonas cercanas
 Turistas/viajeros

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

B. FOTOGRAFÍAS



Inicio del proyecto Km 0+000
Comunidad Chico Copataza



Ancho de la vía (5,00 m aprox.)



Vegetación espesa del lugar



Superficie de rodadura deteriorada



Pobladores del lugar



Madera del sector



Muestras de suelos



Realización de ensayos de suelos



Final del proyecto Comunidad Villaflores

C. FORMULARIOS DEL CONTEO VEHICULAR



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Ingeniería Civil



Proyecto: Estudio vial Chico Copataza- Villaflores Estación: Única
Parroquia: Simón Bolívar Ubicación: Simón Bolívar
Provincia: Pastaza Fecha: Lunes, 10/03/14
Duración del conteo: 12 horas Realizado por: Egda. Estefanía Campoverde

Horas	Vehículos			Total	Total Acumulado
	Livianos	Buses	Camiones		



6:00 - 6:15	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	1	1	0	2	
6:30 - 6:45	3	0	0	3	
6:45 - 7:00	1	0	1	2	7
7:00 - 7:15	1	0	0	1	8
7:15 - 7:30	0	1	0	1	7
7:30 - 7:45	1	0	1	2	6
7:45 - 8:00	1	0	0	1	5
8:00 - 8:15	0	0	1	1	5
8:15 - 8:30	0	0	0	0	4
8:30 - 8:45	1	0	0	1	3
8:45 - 9:00	0	0	1	1	3
9:00 - 9:15	0	0	0	0	2
9:15 - 9:30	0	0	0	0	2
9:30 - 9:45	1	0	0	1	2
9:45 - 10:00	1	0	0	1	2
10:00 - 10:15	1	0	0	1	3
10:15 - 10:30	0	0	0	0	3
10:30 - 10:45	0	0	0	0	2
10:45 - 11:00	0	0	0	0	1
11:00 - 11:15	1	0	0	1	1
11:15 - 11:30	0	0	0	0	1
11:30 - 11:45	0	0	1	1	2
11:45 - 12:00	1	0	0	1	3

12:00 - 12:15	2	0	0	2	4
12:15 - 12:30	0	0	0	0	4
12:30 - 12:45	1	0	1	2	5
12:45 - 13:00	1	0	0	1	5
13:00 - 13:15	0	0	0	0	3
13:15 - 13:30	0	0	0	0	3
13:30 - 13:45	0	0	1	1	2
13:45 - 14:00	1	0	0	1	2
14:00 - 14:15	0	0	0	0	2
14:15 - 14:30	2	0	0	2	4
14:30 - 14:45	2	0	0	2	5
14:45 - 15:00	0	0	0	0	4
15:00 - 15:15	0	0	0	0	4
15:15 - 15:30	1	0	0	1	3
15:30 - 15:45	0	0	0	0	1
15:45 - 16:00	0	1	0	1	2
16:00 - 16:15	0	0	0	0	2
16:15 - 16:30	0	0	0	0	1
16:30 - 16:45	1	0	1	2	3
16:45 - 17:00	1	0	0	1	3
17:00 - 17:15	2	0	0	2	5
17:15 - 17:30	0	1	0	1	6
17:30 - 17:45	0	0	0	0	4
17:45 - 18:00	1	0	0	1	4
Sumatoria Σ	29	4	8	41	

Hora de máximo volumen vehicular : 06:15 - 07:15

Resumen del parque automotor durante la hora pico

Livianos	Buses	Camiones	Total
6	1	1	8



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



Ingeniería Civil

Proyecto: Estudio vial Chico Copataza- Villaflores Estación: Única
Parroquia: Simón Bolívar Ubicación: Simón Bolívar
Provincia: Pastaza Fecha: Martes, 11/03/14
Duración del conteo: 12 horas Realizado por: Egda. Estefanía Campoverde

Horas	Vehículos			Total	Total Acumulado
	Livianos	Buses	Camiones		



6:00 - 6:15	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	0	1	0	1	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	2	0	0	2	3
7:00 - 7:15	0	0	1	1	4
7:15 - 7:30	0	0	0	0	3
7:30 - 7:45	0	0	0	0	3
7:45 - 8:00	0	0	0	0	1
8:00 - 8:15	1	0	0	1	1
8:15 - 8:30	0	0	0	0	1
8:30 - 8:45	0	0	0	0	1
8:45 - 9:00	0	0	0	0	1
9:00 - 9:15	1	0	0	1	1
9:15 - 9:30	0	0	0	0	1
9:30 - 9:45	0	0	1	1	2
9:45 - 10:00	2	0	0	2	4
10:00 - 10:15	0	0	0	0	3
10:15 - 10:30	0	0	0	0	3
10:30 - 10:45	1	0	1	2	4
10:45 - 11:00	0	0	0	0	2
11:00 - 11:15	0	0	0	0	2
11:15 - 11:30	1	0	0	1	3
11:30 - 11:45	0	0	0	0	1
11:45 - 12:00	2	0	0	2	3

12:00 - 12:15	1	0	0	1	4
12:15 - 12:30	0	0	0	0	3
12:30 - 12:45	0	0	0	0	3
12:45 - 13:00	2	0	0	2	3
13:00 - 13:15	0	0	1	1	3
13:15 - 13:30	1	0	0	1	4
13:30 - 13:45	0	0	0	0	4
13:45 - 14:00	2	0	1	3	5
14:00 - 14:15	0	0	0	0	4
14:15 - 14:30	1	0	0	1	4
14:30 - 14:45	0	0	0	0	4
14:45 - 15:00	1	0	0	1	2
15:00 - 15:15	0	0	1	1	3
15:15 - 15:30	0	0	0	0	2
15:30 - 15:45	0	1	0	1	3
15:45 - 16:00	1	0	0	1	3
16:00 - 16:15	1	0	0	1	3
16:15 - 16:30	0	0	0	0	3
16:30 - 16:45	0	0	0	0	2
16:45 - 17:00	1	0	0	1	2
17:00 - 17:15	0	0	0	0	1
17:15 - 17:30	1	0	0	1	2
17:30 - 17:45	0	1	0	1	3
17:45 - 18:00	2	0	0	2	4
Sumatoria Σ	24	3	6	33	

Hora de máximo volumen vehicular : 13:00 - 14:00

Resumen del parque automotor durante la hora pico

Livianos	Buses	Camiones	Total
3	0	2	5



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



Ingeniería Civil

Proyecto: Estudio vial Chico Copataza- Villaflora Estación: Única
Parroquia: Simón Bolívar Ubicación: Simón Bolívar
Provincia: Pastaza Fecha: Miércoles, 12/03/14
Duración del conteo: 12 horas Realizado por: Egda. Estefanía Campoverde

Horas	Vehículos			Total	Total Acumulado
	Livianos	Buses	Camiones		



6:00 - 6:15	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	0	1	0	1	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	0	0	1	1	2
7:00 - 7:15	2	0	0	2	4
7:15 - 7:30	0	0	0	0	3
7:30 - 7:45	0	0	1	1	4
7:45 - 8:00	1	0	0	1	4
8:00 - 8:15	0	0	0	0	2
8:15 - 8:30	0	0	0	0	2
8:30 - 8:45	0	0	0	0	1
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0
9:00 - 9:15	1	0	1	2	2
9:15 - 9:30	0	0	0	0	2
9:30 - 9:45	0	0	0	0	2
9:45 - 10:00	0	0	0	0	2
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0
11:00 - 11:15	1	0	0	1	1
11:15 - 11:30	0	0	1	1	2
11:30 - 11:45	0	0	0	0	2
11:45 - 12:00	1	0	0	1	3

12:00 - 12:15	2	0	0	2	4
12:15 - 12:30	1	0	0	1	4
12:30 - 12:45	0	0	0	0	4
12:45 - 13:00	0	0	0	0	3
13:00 - 13:15	1	0	0	1	2
13:15 - 13:30	0	0	0	0	1
13:30 - 13:45	1	0	0	1	2
13:45 - 14:00	1	0	0	1	3
14:00 - 14:15	0	0	1	1	3
14:15 - 14:30	1	0	0	1	4
14:30 - 14:45	0	0	0	0	3
14:45 - 15:00	2	0	0	2	4
15:00 - 15:15	0	0	0	0	3
15:15 - 15:30	2	1	0	3	5
15:30 - 15:45	1	0	1	2	7
15:45 - 16:00	0	0	0	0	5
16:00 - 16:15	1	0	0	1	6
16:15 - 16:30	1	0	0	1	4
16:30 - 16:45	0	0	0	0	2
16:45 - 17:00	0	0	1	1	3
17:00 - 17:15	0	0	0	0	2
17:15 - 17:30	2	1	0	3	4
17:30 - 17:45	0	0	0	0	4
17:45 - 18:00	0	0	0	0	3
Sumatoria Σ	22	3	7	32	

Hora de máximo volumen vehicular : 14:45 - 15:45

Resumen del parque automotor durante la hora pico

Livianos	Buses	Camiones	Total
5	1	1	7



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



Ingeniería Civil

Proyecto: Estudio vial Chico Copataza- Villaflores Estación: Única
Parroquia: Simón Bolívar Ubicación: Simón Bolívar
Provincia: Pastaza Fecha: Jueves, 13/03/14
Duración del conteo: 12 horas Realizado por: Egda. Estefanía Campoverde

Horas	Vehículos			Total	Total Acumulado
	Livianos	Buses	Camiones		



6:00 - 6:15	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	2	0	0	2	
6:45 - 7:00	1	0	0	1	3
7:00 - 7:15	1	0	0	1	4
7:15 - 7:30	2	0	0	2	6
7:30 - 7:45	0	0	1	1	5
7:45 - 8:00	0	0	0	0	4
8:00 - 8:15	1	0	0	1	4
8:15 - 8:30	1	0	0	1	3
8:30 - 8:45	0	0	0	0	2
8:45 - 9:00	0	0	0	0	2
9:00 - 9:15	0	0	1	1	2
9:15 - 9:30	0	0	0	0	1
9:30 - 9:45	1	0	0	1	2
9:45 - 10:00	1	0	0	1	3
10:00 - 10:15	0	0	0	0	2
10:15 - 10:30	1	0	0	1	3
10:30 - 10:45	0	0	0	0	2
10:45 - 11:00	1	0	0	1	2
11:00 - 11:15	0	0	0	0	2
11:15 - 11:30	0	0	1	1	2
11:30 - 11:45	1	0	0	1	3
11:45 - 12:00	1	0	0	1	3

12:00 - 12:15	1	0	0	1	4
12:15 - 12:30	0	0	0	0	3
12:30 - 12:45	2	0	0	2	4
12:45 - 13:00	0	0	0	0	3
13:00 - 13:15	0	0	0	0	2
13:15 - 13:30	0	0	0	0	2
13:30 - 13:45	2	0	0	2	2
13:45 - 14:00	0	0	0	0	2
14:00 - 14:15	1	0	1	2	4
14:15 - 14:30	0	0	0	0	4
14:30 - 14:45	0	0	0	0	2
14:45 - 15:00	0	0	0	0	2
15:00 - 15:15	1	0	0	1	1
15:15 - 15:30	0	1	0	1	2
15:30 - 15:45	0	0	1	1	3
15:45 - 16:00	1	0	0	1	4
16:00 - 16:15	1	0	0	1	4
16:15 - 16:30	0	0	0	0	3
16:30 - 16:45	1	0	0	1	3
16:45 - 17:00	0	0	0	0	2
17:00 - 17:15	1	0	0	1	2
17:15 - 17:30	0	1	0	1	3
17:30 - 17:45	1	0	0	1	3
17:45 - 18:00	0	0	0	0	3
Sumatoria Σ	26	2	5	33	

Hora de máximo volumen vehicular : 06:30 - 07:30

Resumen del parque automotor durante la hora pico

Livianos	Buses	Camiones	Total
6	0	0	6



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



Ingeniería Civil

Proyecto: Estudio vial Chico Copataza- Villaflora Estación: Única
Parroquia: Simón Bolívar Ubicación: Simón Bolívar
Provincia: Pastaza Fecha: Viernes, 14/03/14
Duración del conteo: 12 horas Realizado por: Egda. Estefanía Campoverde

Horas	Vehículos			Total	Total Acumulado
	Livianos	Buses	Camiones		



6:00 - 6:15	0	1	0	1	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	0	0	0	0	1
7:00 - 7:15	0	0	1	1	1
7:15 - 7:30	1	0	0	1	2
7:30 - 7:45	1	0	0	1	3
7:45 - 8:00	1	0	0	1	4
8:00 - 8:15	0	0	0	0	3
8:15 - 8:30	0	0	0	0	2
8:30 - 8:45	2	0	0	2	3
8:45 - 9:00	0	0	0	0	2
9:00 - 9:15	1	0	0	1	3
9:15 - 9:30	0		0	0	3
9:30 - 9:45	0	0	0	0	1
9:45 - 10:00	1	0	1	2	3
10:00 - 10:15	0	0	0	0	2
10:15 - 10:30	0	0	0	0	2
10:30 - 10:45	0	0	0	0	2
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0
11:15 - 11:30	1	0	0	1	1
11:30 - 11:45	0	0	0	0	1
11:45 - 12:00	1	0	0	1	2

12:00 - 12:15	0	0	0	0	2
12:15 - 12:30	0	0	0	0	1
12:30 - 12:45	1	0	1	2	3
12:45 - 13:00	1	0	0	1	3
13:00 - 13:15	1	0	1	2	5
13:15 - 13:30	2	0	0	2	7
13:30 - 13:45	0	0	0	0	5
13:45 - 14:00	0	0	0	0	4
14:00 - 14:15	0	0	0	0	2
14:15 - 14:30	1	0	0	1	1
14:30 - 14:45	0	0	1	1	2
14:45 - 15:00	1	0	0	1	3
15:00 - 15:15	1	0	0	1	4
15:15 - 15:30	0	0	0	0	3
15:30 - 15:45	2	0	0	2	4
15:45 - 16:00	0	0	0	0	3
16:00 - 16:15	1	0	0	1	3
16:15 - 16:30	0	0	0	0	3
16:30 - 16:45	0	0	0	0	1
16:45 - 17:00	0	0	1	1	2
17:00 - 17:15	2	0	0	2	3
17:15 - 17:30	1	0	0	1	4
17:30 - 17:45	0	0	0	0	4
17:45 - 18:00	0	0	0	0	3
Sumatoria Σ	23	1	6	30	

Hora de máximo volumen vehicular : 12:30 - 13:30

Resumen del parque automotor durante la hora pico

Livianos	Buses	Camiones	Total
5	0	2	7



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



Ingeniería Civil

Proyecto: Estudio vial Chico Copataza- Villaflora Estación: Única
 Parroquia: Simón Bolívar Ubicación: Simón Bolívar
 Provincia: Pastaza Fecha: Sábado, 15/03/14
 Duración del conteo: 12 horas Realizado por: Egda. Estefanía Campoverde

Horas	Vehículos			Total	Total Acumulado
	Livianos	Buses	Camiones		



6:00 - 6:15	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	1	1	0	2	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	1	0	0	1	3
7:00 - 7:15	1	0	0	1	4
7:15 - 7:30	1	0	1	2	4
7:30 - 7:45	1	0	0	1	5
7:45 - 8:00	1	0	0	1	5
8:00 - 8:15	0	0	0	0	4
8:15 - 8:30	1	0	0	1	3
8:30 - 8:45	1	0	1	2	4
8:45 - 9:00	0	0	0	0	3
9:00 - 9:15	1	0	0	1	4
9:15 - 9:30	1	0	0	1	4
9:30 - 9:45	0	0	0	0	2
9:45 - 10:00	0	0	1	1	3
10:00 - 10:15	1	0	0	1	3
10:15 - 10:30	0	0	0	0	2
10:30 - 10:45	1	0	0	1	3
10:45 - 11:00	0	0	0	0	2
11:00 - 11:15	1	0	0	1	2
11:15 - 11:30	0	0	0	0	2
11:30 - 11:45	1	0	1	2	3
11:45 - 12:00	2	0	0	2	5

12:00 - 12:15	0	0	0	0	4
12:15 - 12:30	0	0	0	0	4
12:30 - 12:45	0	0	0	0	2
12:45 - 13:00	1	0	0	1	1
13:00 - 13:15	1	0	0	1	2
13:15 - 13:30	1	0	1	2	4
13:30 - 13:45	1	0	0	1	5
13:45 - 14:00	0	0	0	0	4
14:00 - 14:15	0	0	0	0	3
14:15 - 14:30	1	0	0	1	2
14:30 - 14:45	2	0	0	2	3
14:45 - 15:00	0	0	0	0	3
15:00 - 15:15	1	0	0	1	4
15:15 - 15:30	1	1	0	2	5
15:30 - 15:45	2	0	1	3	6
15:45 - 16:00	3	0	0	3	9
16:00 - 16:15	0	0	0	0	8
16:15 - 16:30	0	0	0	0	6
16:30 - 16:45	1	0	0	1	4
16:45 - 17:00	0	0	0	0	1
17:00 - 17:15	1	0	0	1	2
17:15 - 17:30	1	0	0	1	3
17:30 - 17:45	2	1	0	3	5
17:45 - 18:00	0	0	0	0	5
Sumatoria Σ	35	3	6	44	

Hora de máximo volumen vehicular : 15:00 - 16:00

Resumen del parque automotor durante la hora pico

Livianos	Buses	Camiones	Total
7	1	1	9



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



Ingeniería Civil

Proyecto: Estudio vial Chico Copataza- Villaflores Estación: Única
Parroquia: Simón Bolívar Ubicación: Simón Bolívar
Provincia: Pastaza Fecha: Domingo, 16/03/14
Duración del conteo: 12 horas Realizado por: Egda. Estefanía Campoverde

Horas	Vehículos			Total	Total Acumulado
	Livianos	Buses	Camiones		



6:00 - 6:15	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	1	0	0	1	
6:30 - 6:45	1	0	0	1	
6:45 - 7:00	1	1	0	2	4
7:00 - 7:15	1	0	0	1	5
7:15 - 7:30	1	0	0	1	5
7:30 - 7:45	1	0	0	1	5
7:45 - 8:00	1	0	1	2	5
8:00 - 8:15	0	0	0	0	4
8:15 - 8:30	1	0	0	1	4
8:30 - 8:45	2	0	1	3	6
8:45 - 9:00	0	0	0	0	4
9:00 - 9:15	1	0	1	2	6
9:15 - 9:30	1	0	0	1	6
9:30 - 9:45	0	0	0	0	3
9:45 - 10:00	0	0	1	1	4
10:00 - 10:15	1	0	0	1	3
10:15 - 10:30	0	0	0	0	2
10:30 - 10:45	1	0	1	2	4
10:45 - 11:00	2	0	0	2	5
11:00 - 11:15	1	0	0	1	5
11:15 - 11:30	1	0	0	1	6
11:30 - 11:45	1	0	1	2	6
11:45 - 12:00	2	0	0	2	6

12:00 - 12:15	0	0	0	0	5
12:15 - 12:30	2	0	0	2	6
12:30 - 12:45	0	0	0	0	4
12:45 - 13:00	1	0	0	1	3
13:00 - 13:15	1	0	1	2	5
13:15 - 13:30	2	0	0	2	5
13:30 - 13:45	1	0	0	1	6
13:45 - 14:00	0	0	0	0	5
14:00 - 14:15	1	0	1	2	5
14:15 - 14:30	1	0	0	1	4
14:30 - 14:45	2	0	0	2	5
14:45 - 15:00	2	0	0	2	7
15:00 - 15:15	2	0	0	2	7
15:15 - 15:30	3	0	0	3	9
15:30 - 15:45	3	0	1	4	11
15:45 - 16:00	3	0	0	3	12
16:00 - 16:15	3	1	0	4	14
16:15 - 16:30	0	0	0	0	11
16:30 - 16:45	1	0	0	1	8
16:45 - 17:00	1	0	0	1	6
17:00 - 17:15	2	0	1	3	5
17:15 - 17:30	3	0	0	3	8
17:30 - 17:45	1	1	0	2	9
17:45 - 18:00	0	0	0	0	8
Sumatoria Σ	56	3	10	69	

Hora de máximo volumen vehicular : 15:15 - 16:15



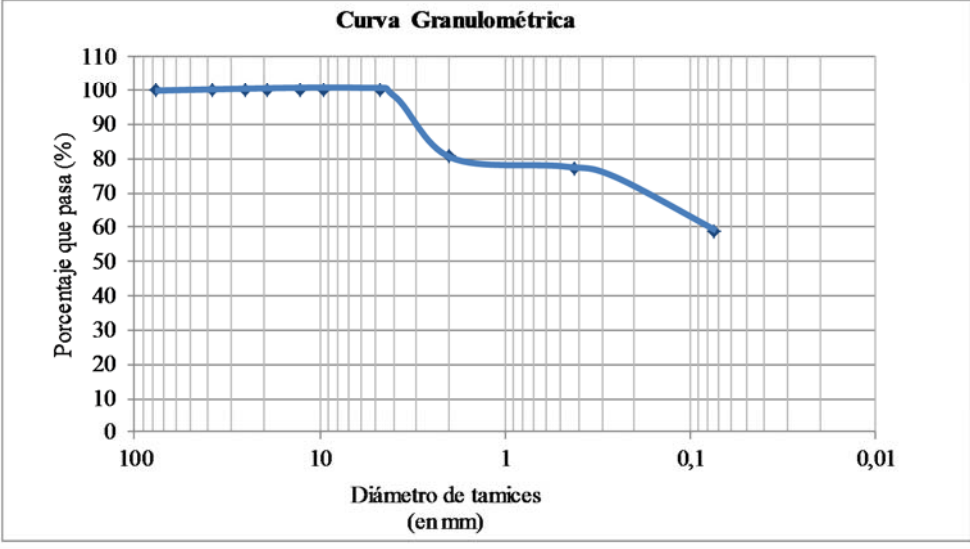
Resumen del parque automotor durante la hora pico

Livianos	Buses	Camiones	Total
12	1	1	14

D. DISTRIBUCIÓN DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA CHI-CUADRADO

Grados de Libertad	Probabilidad de un valor superior				
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60
3	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95
9	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59
10	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19
11	17,28	19,68	21,92	24,73	26,76
12	18,55	21,03	23,34	26,22	28,30
13	19,81	22,36	24,74	27,69	29,82
14	21,06	23,68	26,12	29,14	31,32
15	22,31	25,00	27,49	30,58	32,80
16	23,54	26,30	28,85	32,00	34,27
17	24,77	27,59	30,19	33,41	35,72
18	25,99	28,87	31,53	34,81	37,16
19	27,20	30,14	32,85	36,19	38,58
20	28,41	31,41	34,17	37,57	40,00
21	29,62	32,67	35,48	38,93	41,40
22	30,81	33,92	36,78	40,29	42,80
23	32,01	35,17	38,08	41,64	44,18
24	33,20	36,42	39,36	42,98	45,56
25	34,38	37,65	40,65	44,31	46,93
26	35,56	38,89	41,92	45,64	48,29
27	36,74	40,11	43,19	46,96	49,65
28	37,92	41,34	44,46	48,28	50,99
29	39,09	42,56	45,72	49,59	52,34
30	40,26	43,77	46,98	50,89	53,67
40	51,81	55,76	59,34	63,69	66,77
50	63,17	67,50	71,42	76,15	79,49
60	74,40	79,08	83,30	88,38	91,95
70	85,53	90,53	95,02	100,43	104,21
80	96,58	101,88	106,63	112,33	116,32
90	107,57	113,15	118,14	124,12	128,30
100	118,50	124,34	129,56	135,81	140,17

E. ESTUDIOS DE SUELOS

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA Laboratorio de Suelos			
PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores					
UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza			ABSCISA:	Km 0+000	
RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde			FECHA:	16/09/2014	
1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO AASHTO: T-87-70					
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA	
3"	76,3	0	0	100	
1 1/2"	38,1	0	0	100	
1"	25,4	0	0	100	
3/4"	19,1	0	0	100	
1/2"	12,7	0	0	100	
3/8"	9,52	0	0	100	
N 4"	4,76	0	0	100	
PASA N 4		0	0	100	
N 10	2,00	57,86	19,18	80,82	
N 30	0,59				
N 40	0,425	69,39	23,00	77,00	
N 50	0,30				
N 100	0,149				
N 200	0,074	124,78	41,36	58,64	
PASA EL N 200		176,89	58,64		
TOTAL		301,67			
PESO DESPÉS DEL LAVADO		301,67 gr			
PESO ANTES DEL LAVADO		500,00 gr			
TOTAL - DIFERENCIA		198,33 gr			
2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA					
					
3. Contenido de Humedad					
Peso s. húmedo + Peso del recipiente (Wm+Wr)	Peso s. seco + Peso del recipiente (Ws+Wr)	Peso del recipiente (Wr)	P Agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)	
100,48	72,65	30,32	27,83	42,33	
	w%	65,75			



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



Laboratorio de Suelos

PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza

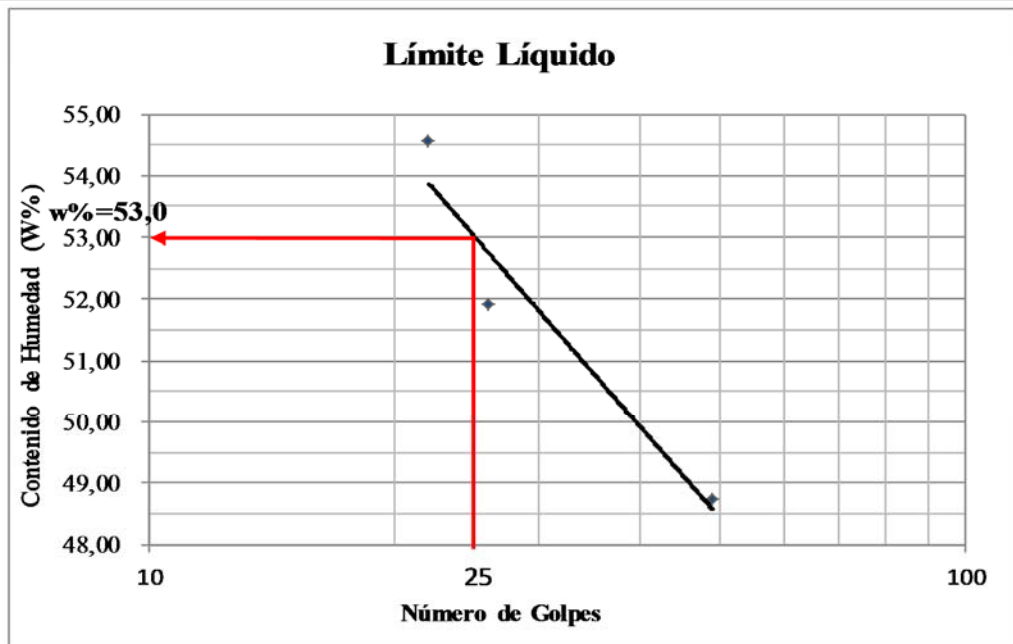
ABSCISA: Km 0+000

RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde

FECHA: 16/09/2014

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	49		26		22	
Recipiente Número	A	1A	B	1B	C	1C
Peso húmedo + recipiente (Wm+ rec)	21,07	18,88	23,56	24,97	22,63	21,52
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	17,88	16,41	19,39	20,3	18,65	18,05
Peso recipiente (wrec)	11,34	11,34	11,36	11,3	11,33	11,71
peso del agua (Ww)	3,19	2,47	4,17	4,67	3,98	3,47
Peso de los sólidos (Ws)	6,54	5,07	8,03	9	7,32	6,34
Contenido de humedad w%	48,78	48,72	51,93	51,89	54,37	54,73
Contenido de humedad prom. w%	48,75		51,91		54,55	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (Wm+ rec)	6,96	6,26	6,53	6,73	6,51	6,78
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	6,58	5,73	5,91	6,37	5,92	6,44
Peso recipiente (wrec)	5,60	4,35	4,36	5,47	4,42	5,57
peso del agua (Ww)	0,38	0,53	0,62	0,36	0,59	0,34
Peso de los sólidos (Ws)	0,98	1,38	1,55	0,90	1,50	0,87
Contenido de humedad w%	38,78	38,41	40,00	40,00	39,33	39,08
Contenido de humedad prom. w%	38,59		40,00		39,21	

Limite líquido = **53,00** %

Limite plástico = **39,27** %

índice plástico = **13,73** %



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza **ABSCISA:** Km 0+000

RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde

FECHA: 16/09/2014

NORMA: AASHTO T-180

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

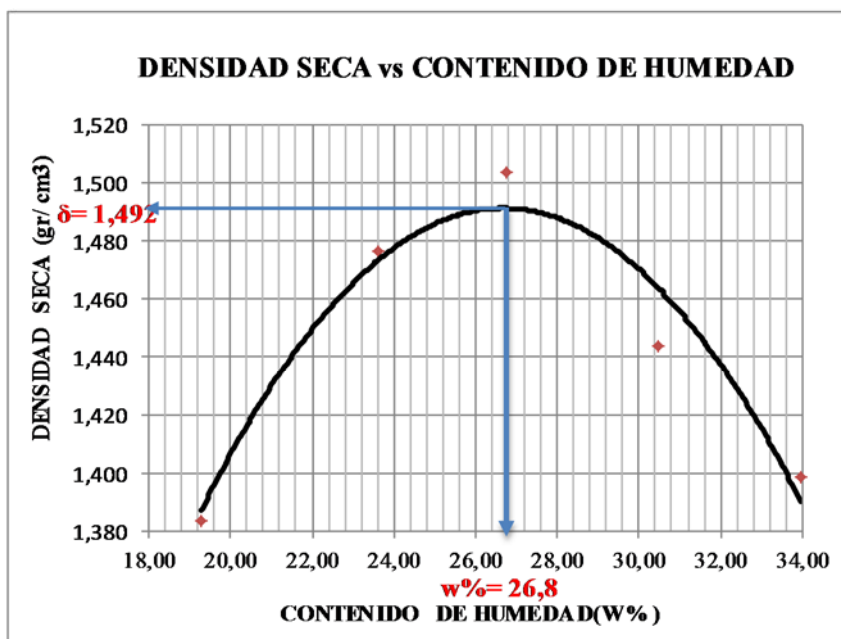
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE :	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5349	5514	5590	5569	5560
Peso suelo húmedo	1558	1723	1799	1778	1769
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,650	1,825	1,906	1,883	1,874

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	A	1A	B	2B	C	2C	D	2D	E	2E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	154,97	145,2	165,2	138,2	167,7	140,2	171,9	132,2	165,2	138,25
Peso seco + recipiente Ws+ rec	137,73	127	143,1	118,2	142,4	116,6	142,8	104,2	135,8	110,8
Peso del recipiente rec	48,62	32,2	49,51	33,5	47,17	28,8	48,26	11,3	48,85	30,32
Peso del agua Ww	17,24	18,2	22,12	20	25,33	23,6	29,12	28	29,4	27,45
Peso suelo seco Ws	89,11	94,8	93,55	84,7	95,2	87,8	94,54	92,9	86,95	80,48
Contenido humedad w%	19,3	19,2	23,6	23,6	26,6	26,9	30,8	30,1	33,8	34,1
Contenido humedad promedio w%	19,27		23,63		26,74		30,47		33,96	
Densidad Seca gd	1,384		1,476		1,504		1,444		1,399	



γ máximo = 1,492 gr/cm³ W óptimo % = 26,8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores NORMA: AASHTO-T-180

UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza ABSCISA: Km 0+000

RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde FECHA: 16/09/2014

ENSAYO CBR

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	12296,5	12471	12106	12418	12260,5	12719
PESO MOLDE (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4305,5	4480	4026	4338	3694,5	4153
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1,842	1,917	1,723	1,856	1,581	1,777
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,476	1,432	1,387	1,325	1,267	1,232

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	1a	2a	1b	2b	1c	2c
Wm +TARRO (gr)	144,8	131,35	141,46	160,61	131,53	194,88
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	122,43	110,35	120,15	128,12	110,72	150,28
PESO AGUA (gr)	22,37	21	21,31	32,49	20,81	44,6
PESO TARRO	32,29	48,35	32,18	47,13	26,84	49,49
PESO MUESTRA SECA (gr)	90,14	62	87,97	80,99	83,88	100,79
CONTENIDO DE HUMEDAD %	24,82	33,87	24,22	40,12	24,81	44,25



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS



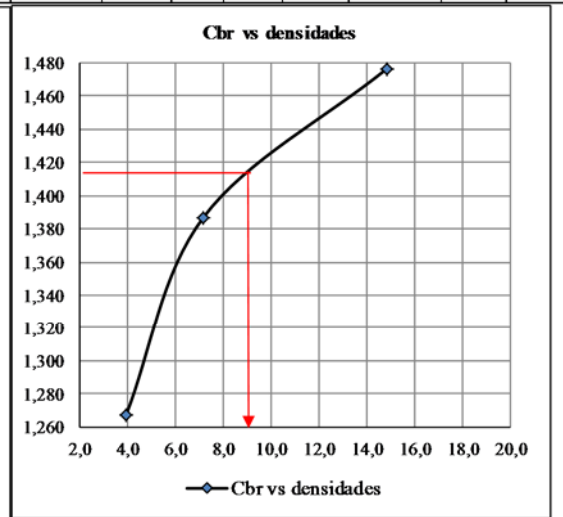
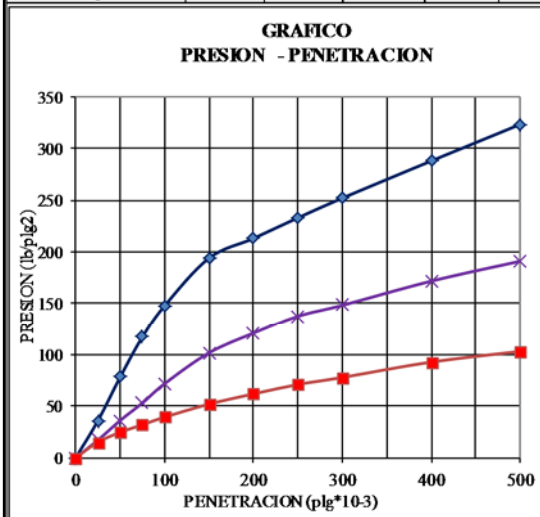
PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
FECHA DIA Y MES	TIEMPO		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ	
	HORA	DIAS		Mues	Plgs. *10-2	%		Mues	Plgs. *10-2	%		Mues	Plgs. *10-2	%
		0	0,05	5,00	0,00	0,00	0,05	5,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00
		1	0,09		4,17	0,83	0,13		7,40	1,48	0,08		7,68	1,54
		2	0,13		7,83	1,57	0,18		12,48	2,50	0,15		15,00	3,00

ENSAYO DE CARGA PENETRACION
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3p12

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	48,7	35,8			23,1	17,0			20,4	15,0		
1	0	50	106,3	78,1			49,0	36,0			33,4	24,5		
1	30	75	159,4	117,1			72,1	53,0			43,4	31,9		
2	0	100	201,4	148,0	14,8		97,5	71,6	71,6	7,2	53,4	39,2	3,9	
3	0	150	264,2	194,1			138,4	101,7			70,6	51,9		
4	0	200	290,2	213,2			164,5	120,9			84,1	61,8		
5	0	250	317,3	233,1			187,5	137,8			96,5	70,9		
6	0	300	343,2	252,1			202,1	148,5			105,8	77,7		
8	0	400	392,1	288,1			234,0	171,9			126,1	92,6		
10	0	500	440,2	323,4			260,2	191,2			140,2	103,0		
CBR corregido					14,8				7,2				3,9	



Densidades	vs	Res istencias	
gr/cm ³	1,476	14,8	%
gr/cm ⁴	1,387	7,2	%
gr/cm ⁵	1,267	3,9	%

Densidad Máx	1,492	gr/cm ³
95% de DM	1,417	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		9 %

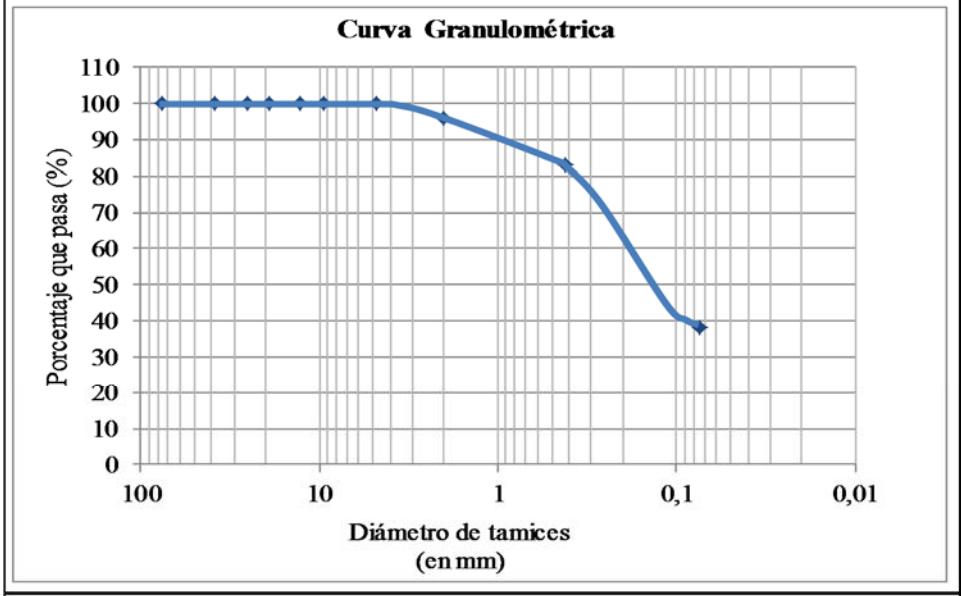


PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores
UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza **ABSCISA:** Km 1+000
RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde **FECHA:** 16/09/2014

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO AASHTO: T-87-70

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	15,25	3,95	96,05
N 30	0,59			
N 40	0,425	66,01	17,08	82,92
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	239,29	61,92	38,08
PASA EL N 200		147,18	38,08	
TOTAL		386,47		
PESO DESPÉS DEL LAVADO	386,47	gr		
PESO ANTES DEL LAVADO	500,00	gr		
TOTAL - DIFERENCIA	113,53	gr		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3. Contenido de Humedad

Peso s.húmedo + Peso del recipiente (Wm+W _r)	Peso s.seco + Peso del recipiente (Ws+W _r)	Peso del recipiente (W _r)	P Agua (W _w)	Peso del suelo seco (W _s)
190,09	158,01	48,8	32,08	109,21
	W %	29,4		



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza

ABSCISA:

Km 1+000

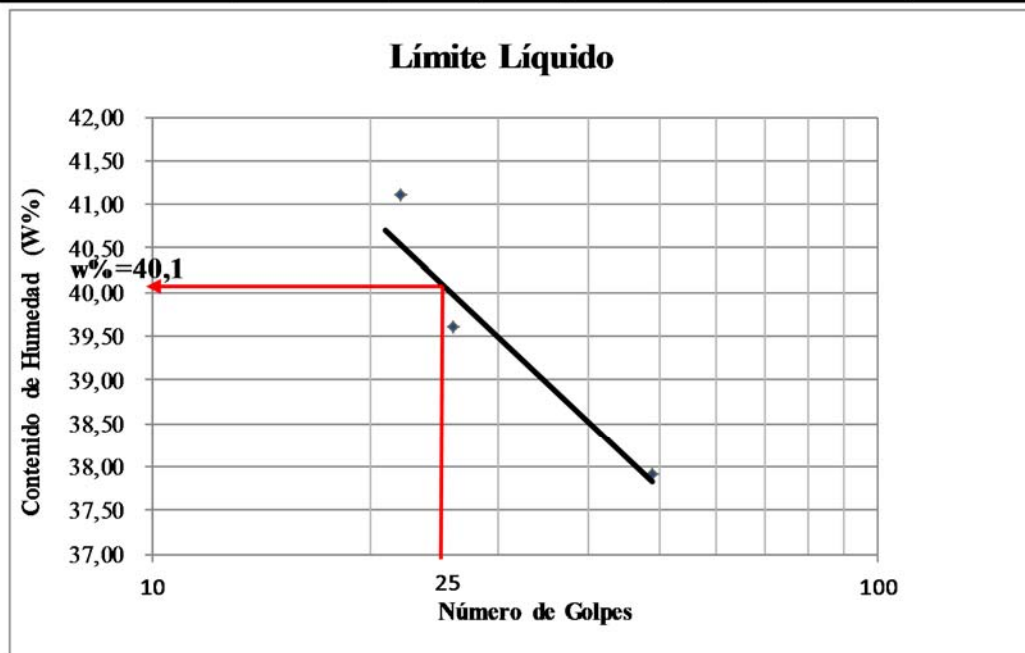
RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde

FECHA:

16/09/2014

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	49		26		22	
Peso húmedo + recipiente (Wm+ rec)	D	1D	E	1E	F	1F
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	19,7	18,88	19,73	26,85	26,18	21,52
Peso recipiente (wrec)	17,4	16,91	17,12	22,45	21,81	18,45
peso del agua (Ww)	11,34	11,71	10,53	11,34	11,37	10,84
Peso de los sólidos (Ws)	2,3	1,97	2,61	4,4	4,37	3,07
Contenido de humedad w%	6,06	5,2	6,59	11,11	10,44	7,61
Contenido de humedad prom. w%	37,95	37,88	39,61	39,60	41,86	40,34
Contenido de humedad prom. w%	37,92		39,60		41,10	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	11	12	21	22	31	32
Peso húmedo + recipiente (Wm+ rec)	7,69	7,72	7,7	7,58	7,7	7,65
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	7,26	7,24	7,16	6,8	7,17	6,83
Peso recipiente (wrec)	5,95	5,76	5,52	4,42	5,57	4,36
peso del agua (Ww)	0,43	0,48	0,54	0,78	0,53	0,82
Peso de los sólidos (Ws)	1,31	1,48	1,64	2,38	1,60	2,47
Contenido de humedad w%	32,82	32,43	32,93	32,77	33,13	33,20
Contenido de humedad prom. w%	32,63		32,85		33,16	

Límite líquido = 40,10 %

Límite plástico = 32,88 %

índice plástico = 7,22 %



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



PRO YECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores **NORMA:** AASHTO:T-180
UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza **ABSCISA:** Km 1+000
RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde **FECHA:** 16/09/2014

ENSAYO CBR

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	12719	12928	12559,5	12811,5	12691,5	13084
PESO MOLDE (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4728	4937	4479,5	4731,5	4125,5	4518
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2,023	2,113	1,917	2,025	1,765	1,933
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,756	1,660	1,654	1,586	1,531	1,465

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	1A	2A	1B	2B	1C	2C
Wm +TARRO (gr)	137,07	96,57	157,47	82,37	168,29	105,19
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	122,55	82,37	140,19	70,59	150,21	87,34
PESO AGUA (gr)	14,52	14,2	17,28	11,78	18,08	17,85
PESO TARRO (gr)	26,99	30,32	31,56	28,02	32,18	31,55
PESO MUESTRA SECA (gr)	95,56	52,05	108,63	42,57	118,03	55,79
CONTENIDO DE HUMEDAD %	15,19	27,28	15,91	27,67	15,32	31,99



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Laboratorio de Suelos



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflora

UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza

ABSCISA: Km 2+000

RESPONSABLE: Edda Estefanía Campoverde

FECHA: 16/09/2014

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO AASHTO: T-87-70

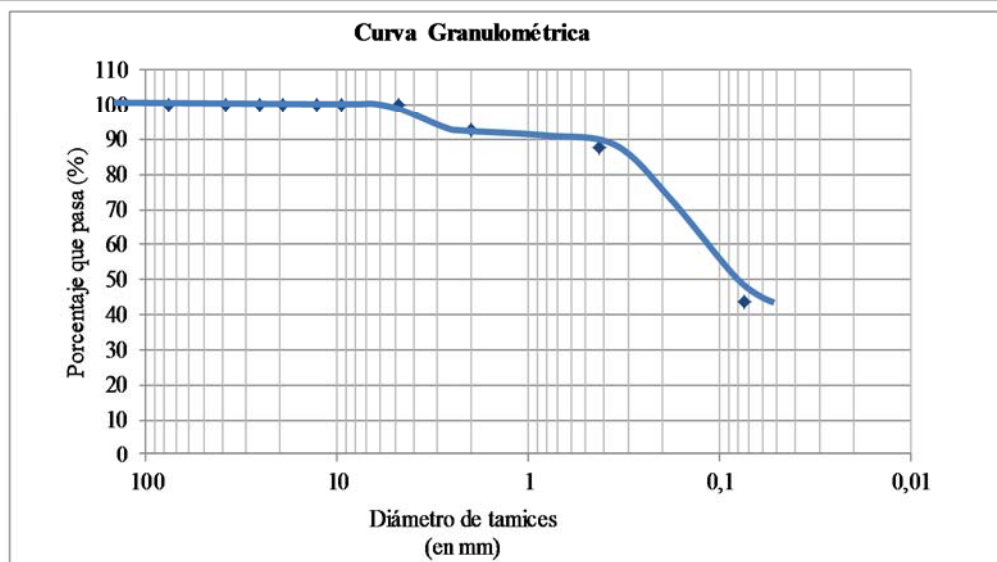
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RETACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	28,17	7,30	92,70
N 30	0,59			
N 40	0,425	47,62	12,35	87,65
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	217,25	56,34	43,66
PASA EL N 200		168,38	43,66	
TOTAL		385,63		

PESO DESPÉS DEL LAVADO 385,63 gr

PESO ANTES DEL LAVADO 500,00 gr

TOTAL - DIFERENCIA 114,37 gr

2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3. Contenido de Humedad

Peso s.húmedo + Peso del recipiente (Wm+Wr)	Peso s.seco + Peso del recipiente (Ws+Wr)	Peso del recipiente (Wr)	P Agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)
127,53	105,33	30,48	22,2	74,85
	W %	29,7		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
Laboratorio de Suelos



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza

ABSCISA:

Km 2+000

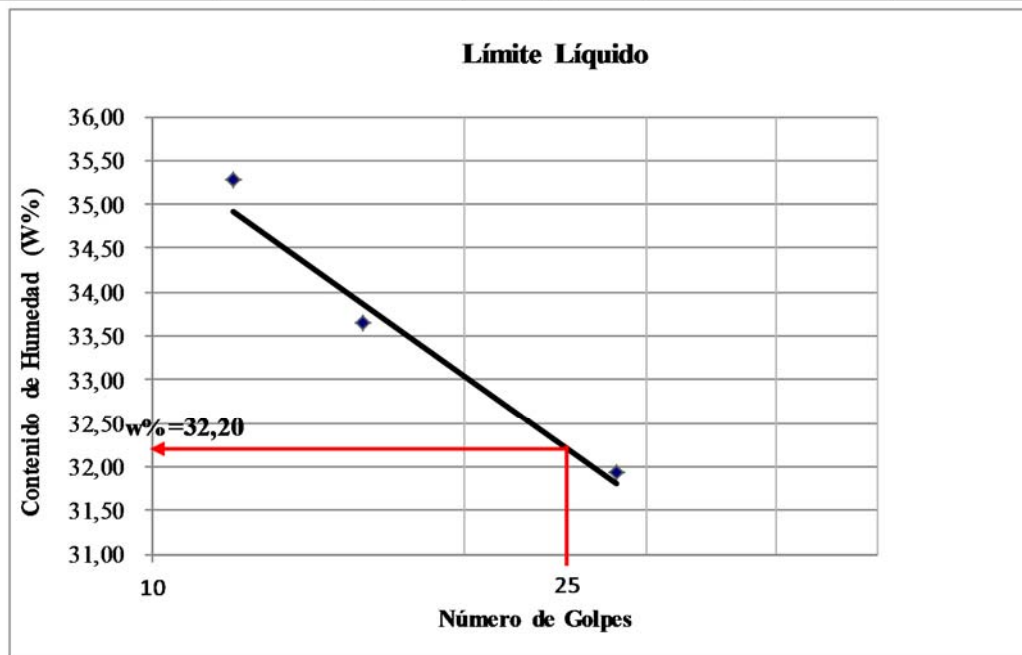
RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde

FECHA:

16/09/2014

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	28		16		12	
Recipiente Número	G	1G	H	1H	I	1I
Peso húmedo + recipiente (Wm+ rec)	27,57	21,69	24,48	26,52	23,99	25,64
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	23,73	18,99	21,05	22,7	20,69	21,9
Peso recipiente (wrec)	11,71	10,53	10,84	11,37	11,34	11,3
peso del agua (Ww)	3,84	2,7	3,43	3,82	3,3	3,74
Peso de los sólidos (Ws)	12,02	8,46	10,21	11,33	9,35	10,6
Contenido de humedad w%	31,95	31,91	33,59	33,72	35,29	35,28
Contenido de humedad prom. w%	31,93		33,66		35,29	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	M1	M2	N1	N2	O1	O2
Peso húmedo + recipiente (Wm+ rec)	7,72	7,96	7,96	6,28	7,78	7,52
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	7,26	7,39	7,4	6,09	7,35	7,04
Peso recipiente (wrec)	5,76	5,52	5,56	5,47	5,94	5,47
peso del agua (Ww)	0,46	0,57	0,56	0,19	0,43	0,48
Peso de los sólidos (Ws)	1,50	1,87	1,84	0,62	1,41	1,57
Contenido de humedad w%	30,67	30,48	30,43	30,65	30,50	30,57
Contenido de humedad prom. w%	30,57		30,54		30,53	

Límite líquido = **32,20** %

Límite plástico = **30,55** %

índice plástico = **1,65** %



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza **ABSCISA:** Km 2+000

RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde

FECHA: 16/09/2014

NORMA: AASHTO T- 180

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

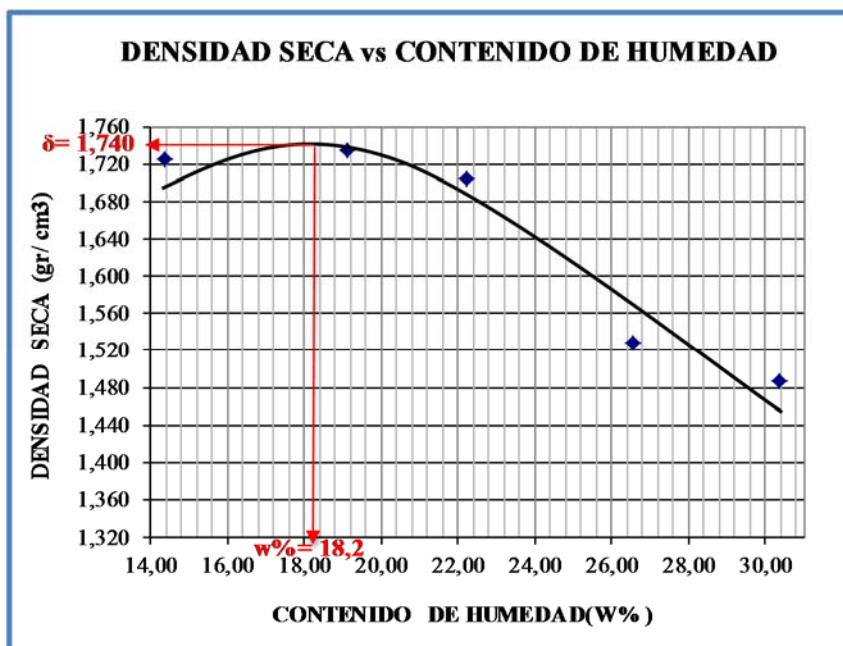
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE :	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	y1	y2	y3	y4	y5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5654,5	5742	5758,5	5616	5620
Peso suelo húmedo	1863,5	1951	1967,5	1825	1829
Densidad Húmeda en gr/cm3	1,974	2,067	2,084	1,933	1,938

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	d1	d2	e1	e2	f1	f2	g1	g2	h1	h2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	154,08	150,3	143	128,2	128,8	130,3	190	126,8	135,15	130,8
Peso seco + recipiente Ws+ rec	138,76	137,5	124,4	114,8	111,1	111,7	159,6	107,1	110,2	107,91
Peso del recipiente rec	32,19	48,82	26,9	45,03	31,55	28,03	45,01	33	27,41	33
Peso del agua Ww	15,32	12,77	18,62	13,35	17,72	18,57	30,39	19,7	24,95	22,89
Peso suelo seco Ws	106,57	88,68	97,5	69,77	79,55	83,67	114,6	74,1	82,79	74,91
Contenido humedad w%	14,4	14,4	19,1	19,1	22,3	22,2	26,5	26,6	30,1	30,6
Contenido humedad promedio w%	14,39	19,12	22,23	26,55	30,35					
Densidad Seca gd	1,726	1,735	1,705	1,528	1,486					



γ máximo = 1,74 gr/cm³ W óptimo % = 18,2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores NORMA: AASHTO:T-180
UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza ABCISA: Km 2+000
RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde FECHA: 16/09/2014

ENSAYO CBR

MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	10665	10763,5	10542	10723,5	10022,5	10321
PESO MOLDE (gr)	5864,5	5864,5	5965,5	5965,5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4800,5	4899	4576,5	4758	4247,5	4546
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2,054	2,096	1,958	2,036	1,818	1,945
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,767	1,713	1,676	1,644	1,555	1,539

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	1D	2D	1E	2E	1F	2F
W _m +TARRO (gr)	157,78	155	153,43	102,41	143	126,57
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	141,99	135,57	135,33	88,52	127,09	105,83
PESO AGUA (gr)	15,79	19,43	18,1	13,89	15,91	20,74
PESO TARRO (gr)	45,03	48,82	28,03	30,33	33	27,41
PESO MUESTRA SECA (gr)	96,96	86,75	107,3	58,19	94,09	78,42
CONTENIDO DE HUMEDAD %	16,29	22,40	16,87	23,87	16,91	26,45



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

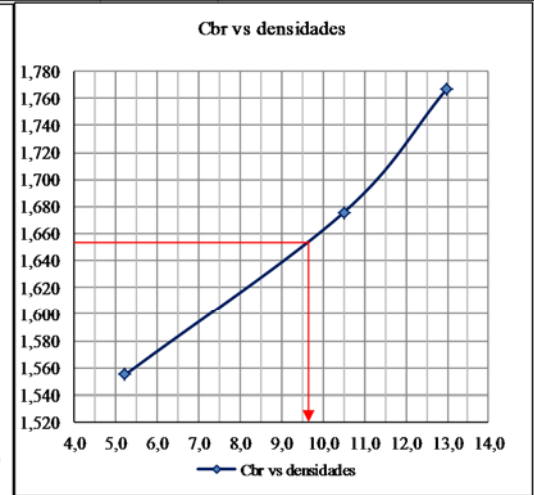
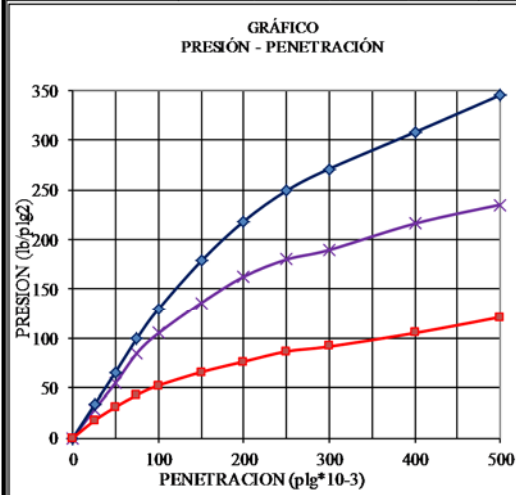
LECTURA DIAL en Pigs*10-2

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C				
FECHA DIA Y MES	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		
	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Pigs.	%	DIAL	Mues	Pigs.	%	DIAL	Mues	Pigs.	%	
		0	0,07	5,00	0,00	0,00	0,07	5,00	0,00	0,00	0,03	5,00	0,00	0,00	
		1	0,10		3,54	0,71	0,10		3,28	0,66	0,05			1,88	0,38
		2	0,13		6,42	1,28	0,13		6,00	1,20	0,09			5,60	1,12

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3p12

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	45,1	33,1			38,7	28,4			23,6	17,3		
1	0	50	89,9	66,0			75,2	55,2			42,5	31,2		
1	30	75	136,1	100,0			115,8	85,1			58,5	43,0		
2	0	100	176,6	129,7	129,7	13,0	143,0	105,1	105,1	10,5	71,2	52,3	52,3	5,2
3	0	150	242,9	178,5			185,2	136,1			89,5	65,8		
4	0	200	297,5	218,6			221,6	162,8			103,9	76,3		
5	0	250	339,2	249,2			245,1	180,1			117,8	86,5		
6	0	300	369,2	271,2			258,2	189,7			124,6	91,5		
8	0	400	419,2	308,0			294,2	216,1			143,2	105,2		
10	0	500	470,0	345,3			320,1	235,2			165,2	121,4		
CBR corregido						13,0				10,5				5,2



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,767	13,0	%
gr/cm ⁴	1,676	10,5	%
gr/cm ⁵	1,555	5,2	%

Densidad Máx	1,740	gr/cm ³
95% de DM	1,653	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		9,6 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Laboratorio de Suelos



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza

ABSCISA: Km 3+000

RESPONSABLE: Edda Estefanía Campoverde

FECHA: 16/09/2014

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO AASHTO: T-87-70

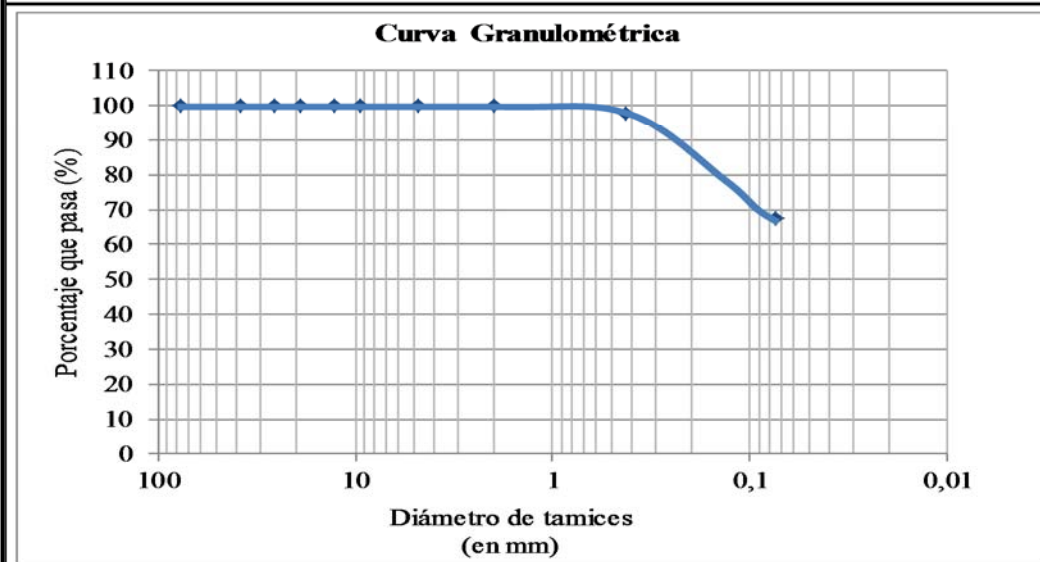
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO REDACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	0,27	0,08	99,92
N 30	0,59			
N 40	0,425	7,27	2,10	97,90
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	111,99	32,33	67,67
PASA EL N 200		234,40	67,67	
TOTAL		346,39		

PESO ANTES DEL LAVADO 346,39 gr

PESO DESPUÉS DE LAVADO 500,00 gr

TOTAL - DIFERENCIA 153,61 gr

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3. Contenido de Humedad

Peso s.húmedo + Peso del recipiente (W _m +W _r)	Peso s.seco + Peso del recipiente (W _s +W _r)	Peso del recipiente (W _r)	P Agua (W _w)	Peso del suelo seco (W _s)
154,17	120,63	45	33,54	75,63
	W %	44,3		



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza

ABSCISA:

Km 3+000

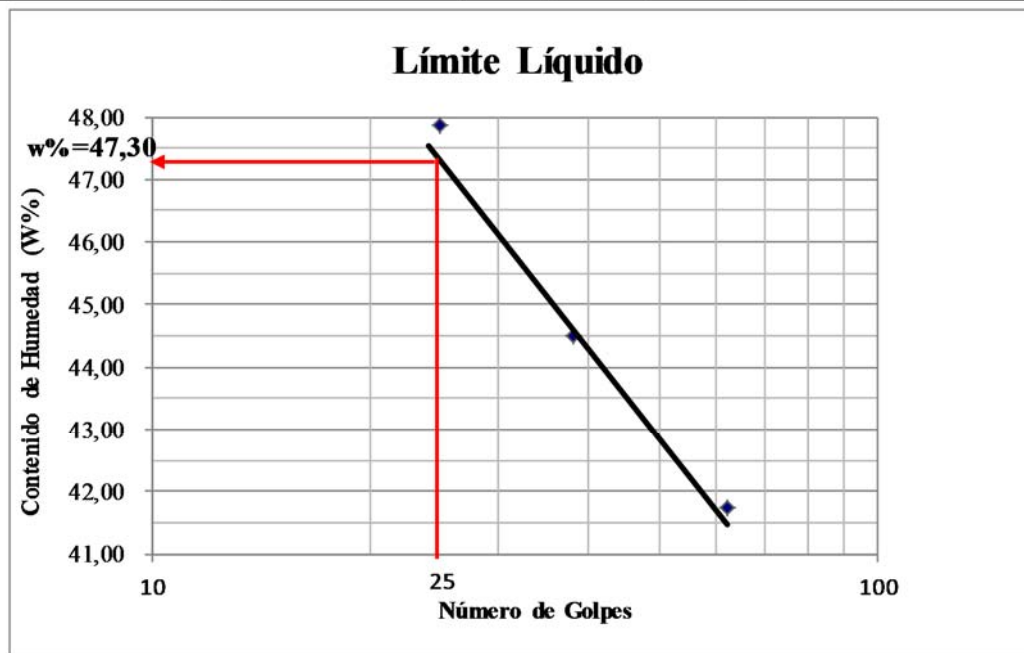
RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde

FECHA:

16/09/2014

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	62		38		25	
	J	IJ	K	IK	L	IL
Peso húmedo + recipiente (Wm+ rec)						
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	21,36	21,25	23,61	25,21	21,49	23,84
Peso recipiente (wrec)	18,42	18,29	19,82	20,93	18,32	19,91
peso del agua (Ww)	11,35	11,22	11,31	11,31	11,7	11,7
Peso de los sólidos (Ws)	2,94	2,96	3,79	4,28	3,17	3,93
Contenido de humedad w%	7,07	7,07	8,51	9,62	6,62	8,21
Contenido de humedad prom. w%	41,58	41,87	44,54	44,49	47,89	47,87
Contenido de humedad prom. w%	41,73		44,51		47,88	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	P1	P2	Q1	Q2	R1	R2
Peso húmedo + recipiente (Wm+ rec)	7,71	7,98	8,11	6,18	7,85	7,37
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	7,22	7,3	7,4	5,98	7,27	6,55
Peso recipiente (wrec)	5,95	5,55	5,56	5,47	5,75	4,42
peso del agua (Ww)	0,49	0,68	0,71	0,2	0,58	0,82
Peso de los sólidos (Ws)	1,27	1,75	1,84	0,51	1,52	2,13
Contenido de humedad w%	38,58	38,86	38,59	39,22	38,16	38,50
Contenido de humedad prom. w%	38,72		38,90		36,27	

Límite líquido = **47,30** %

Límite plástico = **37,96** %

índice plástico = **9,34** %



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza **ABSCISA:** Km 3+000

RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde

FECHA: 16/09/2014

NORMA: AASHTO T- 180

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE:	944

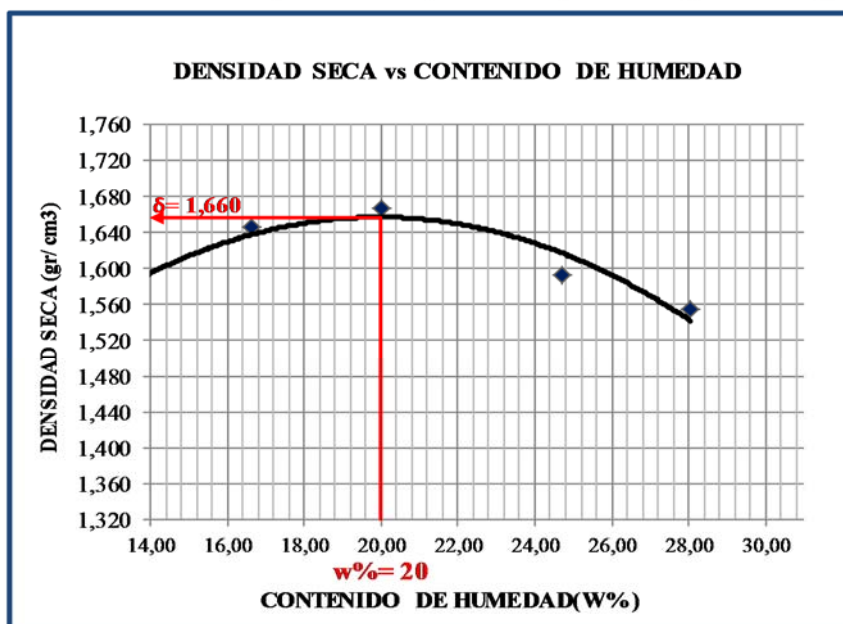
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	p1	p2	p3	p4	p5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5422,5	5603,5	5678,5	5665	5670
Peso suelo húmedo	1631,5	1812,5	1887,5	1874	1879
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,728	1,920	1,999	1,985	1,990

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	i1	i2	j1	j2	k1	k2	l1	l2	m1	m2
Peso húmedo + recipiente W _{m+rec}	172,91	148,2	161,1	126,2	147,8	129,2	166,5	125,2	134,5	129,2
Peso seco + recipiente W _{s+rec}	159,63	135,2	145,1	112	131,3	112,3	142,8	106,8	112,2	110,8
Peso del recipiente rec	49,52	27,41	48,37	26,89	48,63	28,04	47,18	32,19	33	45
Peso del agua W _w	13,28	13,01	16	14,2	16,49	16,9	23,67	18,4	22,3	18,4
Peso suelo seco W _s	110,11	107,8	96,73	85,11	82,67	84,26	95,63	74,61	79,2	65,8
Contenido humedad w%	12,1	12,1	16,5	16,7	19,9	20,1	24,8	24,7	28,2	28,0
Contenido humedad promedio w%	12,07	16,61	20,00	24,71	28,06					
Densidad Seca g _d	1,542	1,646	1,666	1,592	1,554					



γ máximo = 1,66

W óptimo % = 20



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



PRO YECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores **NORMA:** AASHTO:T-180
UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza **ABSCISA:** Km 3+000
RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde **FECHA:** 16/09/2014

ENSAYO CBR

MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10513	10750	10329,2	10629,5	9713,2	10138
PESO MOLDE (gr)	5864,5	5864,5	5965,5	5965,5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4648,5	4885,5	4363,7	4664	3938,2	4363
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,989	2,091	1,867	1,996	1,685	1,867
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,654	1,669	1,560	1,527	1,412	1,423

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	1G	2G	1H	2H	1I	2I
Wm +TARRO (gr)	148,33	103,04	143,5	118,68	140,62	108,22
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	128,9	88,76	125,2	97,4	122,2	88,99
PESO AGUA (gr)	19,43	14,28	18,3	21,28	18,42	19,23
PESO TARRO (gr)	33,2	32,18	32,19	28,04	26,89	27,41
PESO MUESTRA SECA (gr)	95,7	56,58	93,01	69,36	95,31	61,58
CONTENIDO DE HUMEDAD %	20,30	25,24	19,68	30,68	19,33	31,23



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Laboratorio de Suelos



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza **ABSCISA:** Km 4+000

RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde **FECHA:** 16/09/2014

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO AASHTO: T-87-70

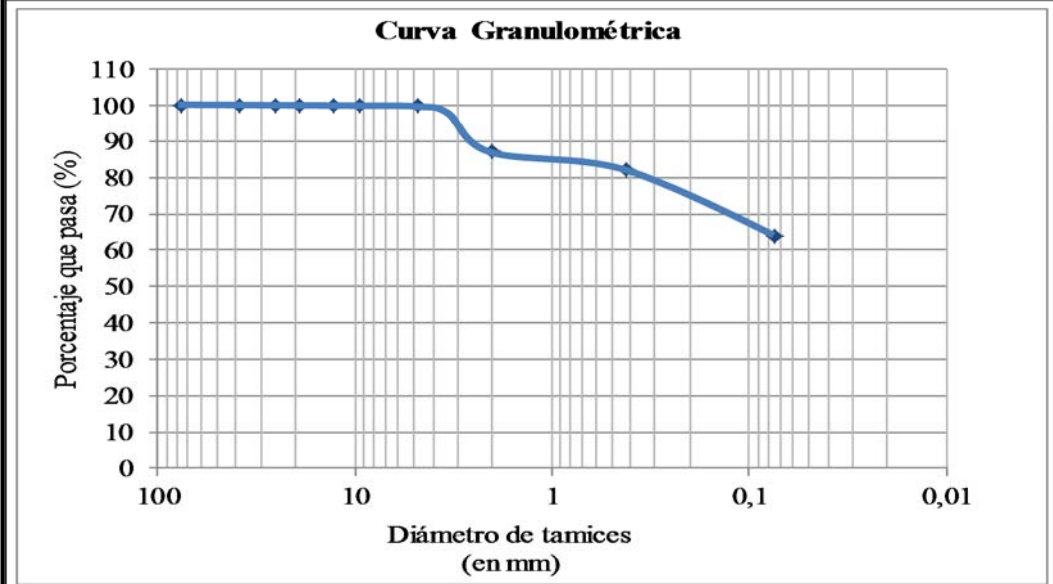
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RETACUM	% REIENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	40,65	12,56	87,44
N 30	0,59			
N 40	0,425	57,25	17,69	82,31
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	117,13	36,20	63,80
PASA EL N 200		206,46	63,80	
TOTAL		323,59		

PESO DESPÉS DEL LAVADO 323,59 gr

PESO ANTES DEL LAVADO 117,13 gr

TOTAL - DIFERENCIA 206,46 gr

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3. Contenido de Humedad

Peso s.húmedo + Peso del recipiente (Wm+Wr)	Peso s.seco + Peso del recipiente (Ws+Wr)	Peso del recipiente (Wr)	P Agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)
110,88	81,43	27,41	29,45	54,02
	W %	54,5		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
Laboratorio de Suelos



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza

ABSCISA:

Km 4+000

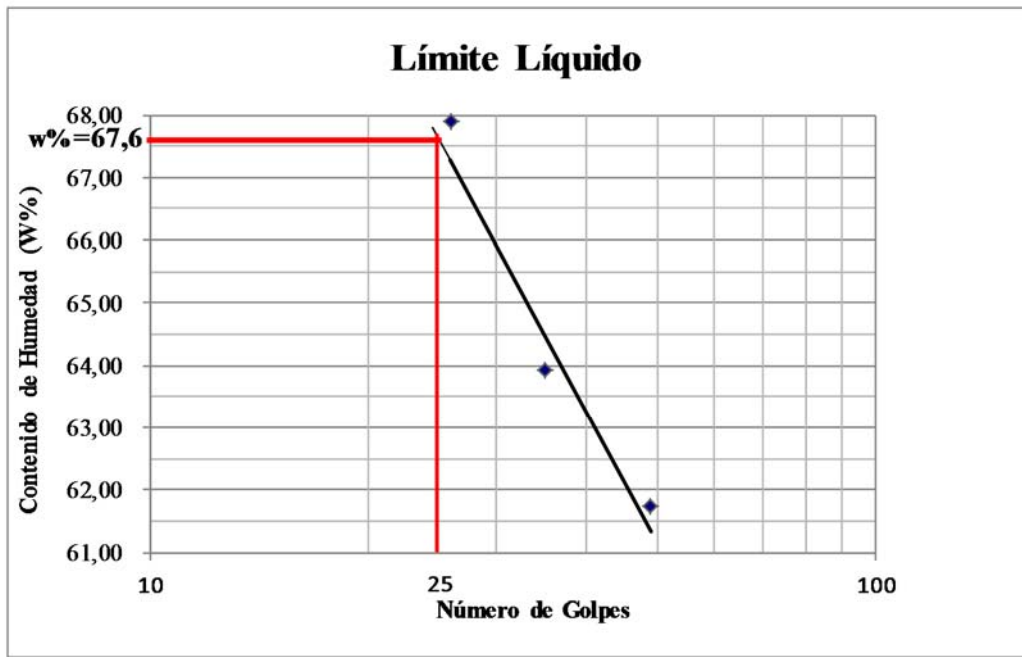
RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde

FECHA:

16/09/2014

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	49		35		26	
Recipiente Número	A	A1	B	B1	C	C1
Peso húmedo + recipiente (Wm+ rec)	22,88	22,15	22,82	25,55	23,66	28,15
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	18,43	18,02	18,32	20,02	18,82	21,36
Peso recipiente (wrec)	11,22	11,33	11,29	11,36	11,7	11,35
peso del agua (Ww)	4,45	4,13	4,5	5,53	4,84	6,79
Peso de los sólidos (Ws)	7,21	6,69	7,03	8,66	7,12	10,01
Contenido de humedad w%	61,72	61,73	64,01	63,86	67,98	67,83
Contenido de humedad prom. w%	61,73		63,93		67,90	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	S1	S2	T1	T2	U1	U2
Peso húmedo + recipiente (Wm+ rec)	7,83	8,1	7,82	6,3	7,92	7,61
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	7	7,2	7,15	5,62	7,14	6,88
Peso recipiente (wrec)	5,55	5,60	5,95	4,40	5,75	5,56
peso del agua (Ww)	0,83	0,9	0,67	0,68	0,78	0,73
Peso de los sólidos (Ws)	1,45	1,60	1,20	1,22	1,39	1,32
Contenido de humedad w%	57,24	56,25	55,83	55,74	56,12	55,30
Contenido de humedad prom. w%	56,75		55,79		55,71	

Límite líquido = **67,60** %

Límite plástico = **56,08** %

índice plástico = **11,52** %



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza **ABSCISA:** Km 4+000

RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde **FECHA:** 16/09/2014

NORMA: AASHTO T-180

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

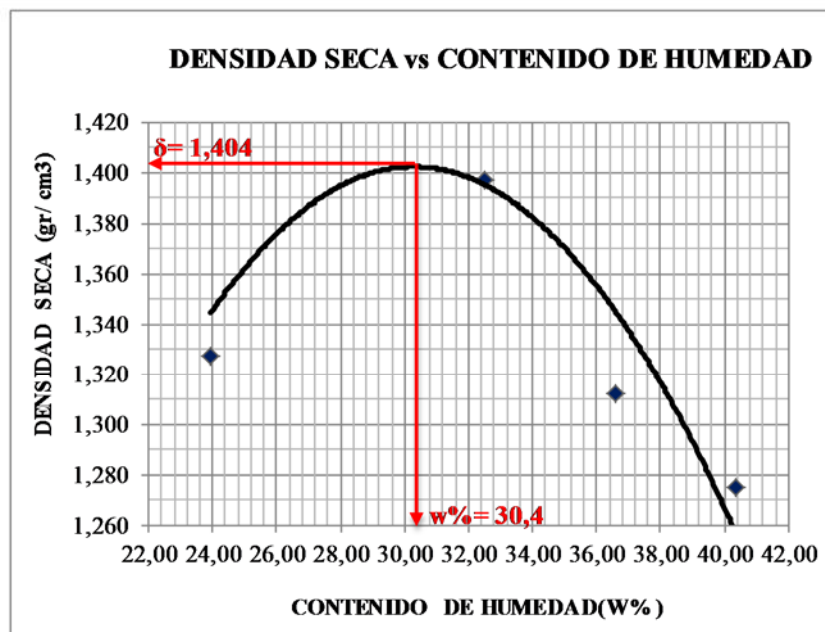
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5344,5	5507	5538,5	5483	5480
Peso suelo húmedo	1553,5	1716	1747,5	1692	1689
Densidad Húmeda en gr/cm3	1,646	1,818	1,851	1,792	1,789

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	N1	N2	N3	N4	N4	N6	N7	N8	N9	N10
Peso húmedo + recipiente W _{m+rec}	137,87	140,2	177,7	128,5	108,1	132,5	126,7	128,7	136,1	132,2
Peso seco + recipiente W _{s+rec}	117,36	122,2	149,6	106,8	88,99	106,9	101,4	103,1	104,9	107,1
Peso del recipiente rec	31,54	47,13	48,81	28,01	30,32	28,04	32,18	33	27,41	45
Peso del agua W _w	20,51	18,01	28,06	21,71	19,12	25,6	25,34	25,6	31,2	25,1
Peso suelo seco W _s	85,82	75,07	100,8	78,79	58,67	78,86	69,19	70,1	77,49	62,1
Contenido humedad w%	23,9	24,0	27,8	27,6	32,6	32,5	36,6	36,5	40,3	40,4
Contenido humedad promedio w%	23,94		27,69		32,53		36,57		40,34	
Densidad Seca g _d	1,328		1,424		1,397		1,312		1,275	



γ_d máximo = 1,404

W óptimo % = 30,4



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflora NORMA: AASHTO:T-180
UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza ABSCISA: Km 4+000
RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde FECHA: 16/09/2014

ENSAYO CBR

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10036	10212,5	9879,5	10193	9275,5	9809
PESO MOLDE (gr)	5864,5	5864,5	5965,5	5965,5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4171,5	4348	3914	4227,5	3500,5	4034
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1,785	1,861	1,675	1,809	1,498	1,726
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,406	1,364	1,328	1,322	1,181	1,248

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	1J	2J	1K	2K	1L	2L
Wm +TARRO (gr)	139,6	93,03	149,39	107,81	146,27	148,2
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	116,2	80,2	124	91,81	122,3	115,9
PESO AGUA (gr)	22,9	12,83	25,39	16	23,97	32,3
PESO TARRO	31,24	45,01	26,9	48,35	32,99	31,55
PESO MUESTRA SECA (gr)	84,96	35,19	97,1	43,46	89,31	84,35
CONTENIDO DE HUMEDAD %	26,95	36,46	26,15	36,82	26,84	38,29



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza

ABSCISA: Km 4+702,57

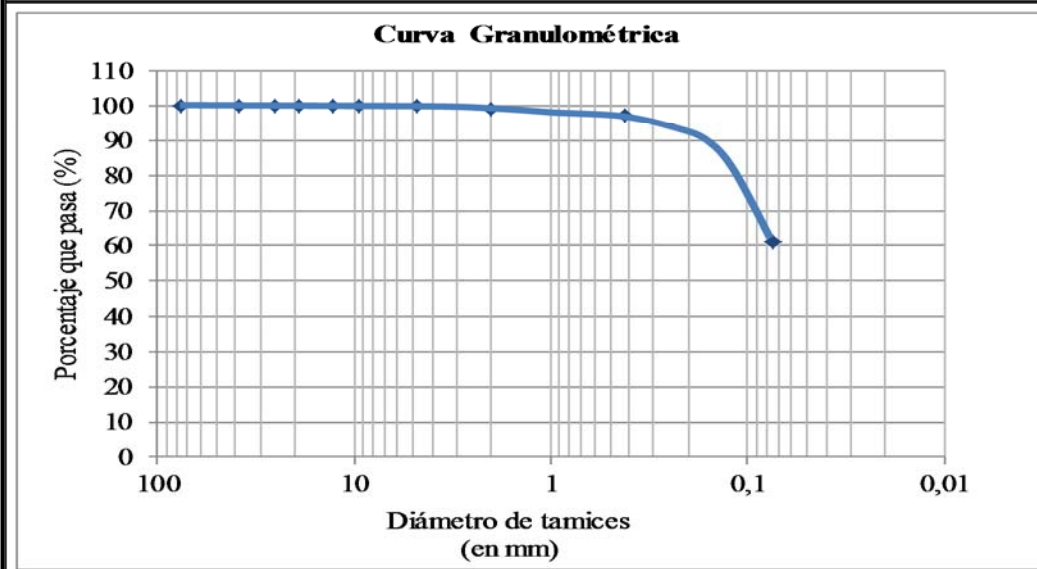
RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde

FECHA: 16/09/2014

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO AASHTO: T-87-70

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	2,45	0,62	99,38
N 30	0,59			
N 40	0,425	10,59	2,68	97,32
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	153,09	38,70	61,30
PASA EL N 200		242,48	61,30	
TOTAL		395,57		
PESO DESPÉS DEL LAVADO		395,57 gr		
PESO ANTES DEL LAVADO		153,09 gr		
TOTAL - DIFERENCIA		242,48 gr		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3. Contenido de Humedad

Peso s.húmedo + Peso del recipiente (Wm+Wr)	Peso s.seco + Peso del recipiente (Ws+Wr)	Peso del recipiente (Wr)	P Agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)
99,64	84,68	28,01	14,96	56,67
	W %	26,4		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Laboratorio de Suelos



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza

ABSCISA:

Km 4+702,57

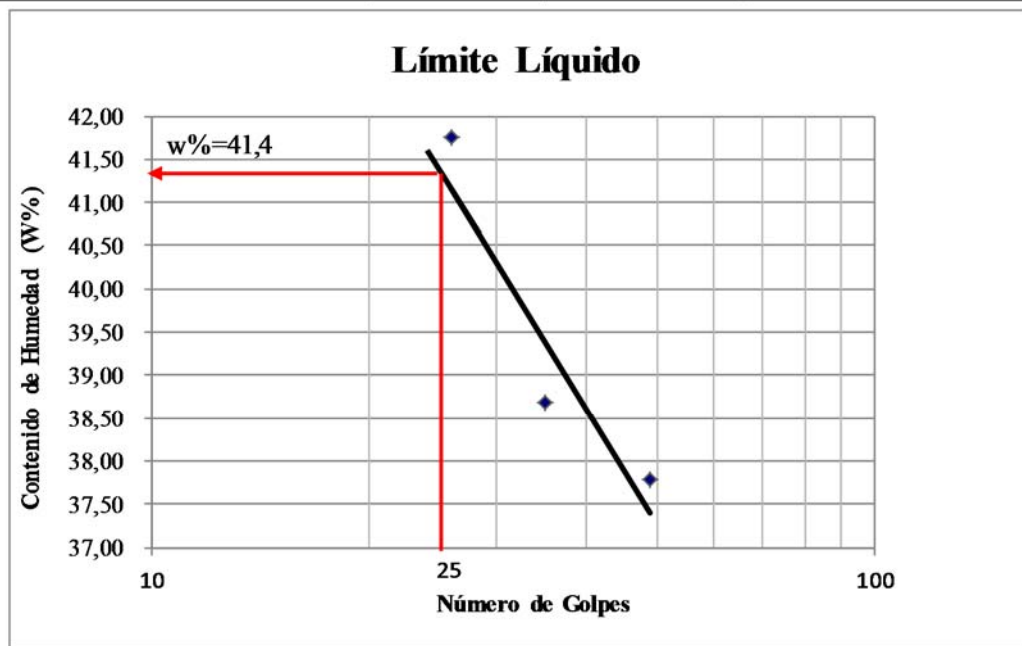
RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde

FECHA:

16/09/2014

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	49		35		26	
Recipiente Número	d-1	d-2	d-3	d-4	d-5	d-6
Peso húmedo + recipiente (Wm+ rec)	23,44	21,21	23,48	23,56	22,57	25,14
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	20,18	18,46	20,08	20,16	19,26	21,06
Peso recipiente (wrec)	11,34	11,35	11,3	11,36	11,3	11,33
peso del agua (Ww)	3,26	2,75	3,4	3,4	3,31	4,08
Peso de los sólidos (Ws)	8,84	7,11	8,78	8,8	7,96	9,73
Contenido de humedad w%	36,88	38,68	38,72	38,64	41,58	41,93
Contenido de humedad prom. w%	37,78		38,68		41,76	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	v1	v2	w1	w2	x1	x2
Peso húmedo + recipiente (Wm+ rec)	7,25	8,08	5,85	6,21	6,34	7,51
Peso seco + recipiente (Ws + rec)	6,79	7,44	5,48	5,74	5,82	7
Peso recipiente (wrec)	5,47	5,60	4,42	4,40	4,35	5,56
peso del agua (Ww)	0,46	0,64	0,37	0,47	0,52	0,51
Peso de los sólidos (Ws)	1,32	1,84	1,06	1,34	1,47	1,44
Contenido de humedad w%	34,85	34,78	34,91	35,07	35,37	35,42
Contenido de humedad prom. w%	34,82		34,99		36,27	

Límite líquido = **41,40 %**

Límite plástico = **35,36 %**

índice plástico = **6,04 %**



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
COMPACTACIÓN



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza **ABSCISA:** Km 4+702,57

RESPONSABLE: Edda Estefanía Campoverde

FECHA: 16/09/2014

NORMA: AASHTO T-180

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

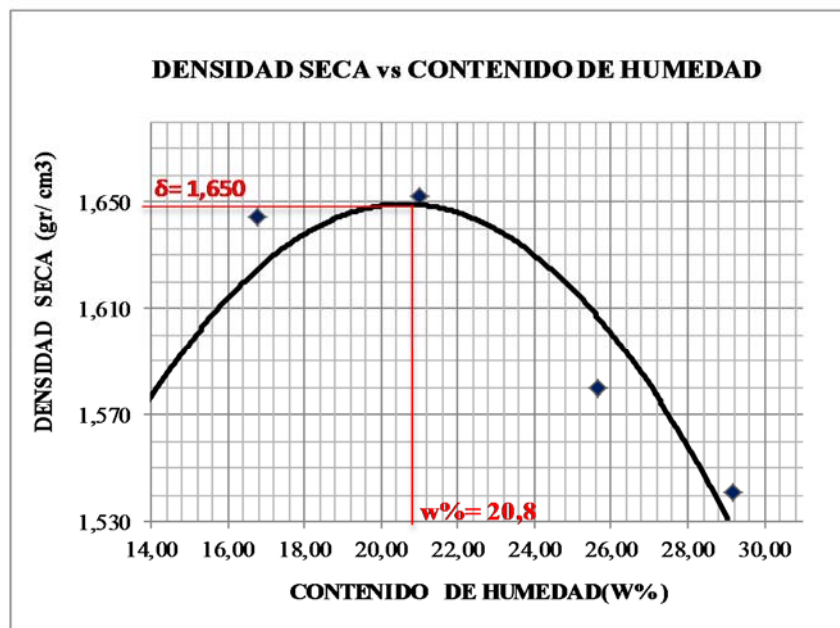
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE:	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5422,5	5603,5	5678,5	5665	5670
Peso suelo húmedo	1631,5	1812,5	1887,5	1874	1879
Densidad Húmeda en gr/cm3	1,728	1,920	1,999	1,985	1,990

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	162,45	145,1	172,6	126,2	163,3	130,2	177,3	125,2	136,1	130,2
Peso seco + recipiente Ws+ rec	149,61	132,2	154,8	112	143,6	112,3	151,2	106,4	112,8	110,8
Peso del recipiente rec	47,11	31,55	48,37	28,01	48,6	28,04	49,5	33	32,19	45
Peso del agua Ww	12,84	12,92	17,72	14,2	19,73	17,9	26,12	18,8	23,3	19,4
Peso suelo seco Ws	102,5	100,7	106,5	83,99	94,99	84,26	101,7	73,4	80,61	65,8
Contenido humedad w%	12,5	12,8	16,6	16,9	20,8	21,2	25,7	25,6	28,9	29,5
Contenido humedad promedio w%	12,68	16,77	21,01	25,65	29,19					
Densidad Seca gd	1,534	1,644	1,652	1,580	1,541					



$\gamma_{\text{máximo}} = 1,65$

$W_{\text{óptimo}} \% = 20,8$



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores NORMA: AASHTO:T-180
UBICACIÓN: Parroquia Simón Bolívar, Cantón Pastaza ABSCISA: Km 4+702,57
RESPONSABLE: Egda. Estefanía Campoverde FECHA: 16/09/2014

ENSAYO CBR

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10485,5	10787	10410,5	10761	9740,5	10265
PESO MOLDE (gr)	5864,5	5864,5	5965,5	5965,5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4621	4922,5	4445	4795,5	3965,5	4490
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79	2336,79
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1,977	2,107	1,902	2,052	1,697	1,921
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,667	1,605	1,609	1,567	1,433	1,462

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	1-X	2-X	1-Y	2-Y	1-Z	2-Z
Wm +TARRO (gr)	168,86	139,71	154,97	114,18	209,82	148,2
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	147,5	117,16	135,2	98,62	184,2	120,28
PESO AGUA (gr)	21,36	22,55	19,77	15,56	25,62	27,92
PESO TARRO	33	45,01	26,9	48,35	45,02	31,55
PESO MUESTRA SECA (gr)	114,5	72,15	108,3	50,27	139,18	88,73
CONTENIDO DE HUMEDAD %	18,66	31,25	18,25	30,95	18,41	31,47



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura Vial Chico Copastaza - Villaflores

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

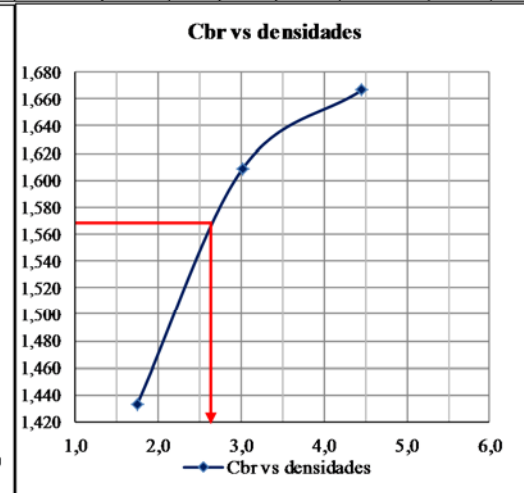
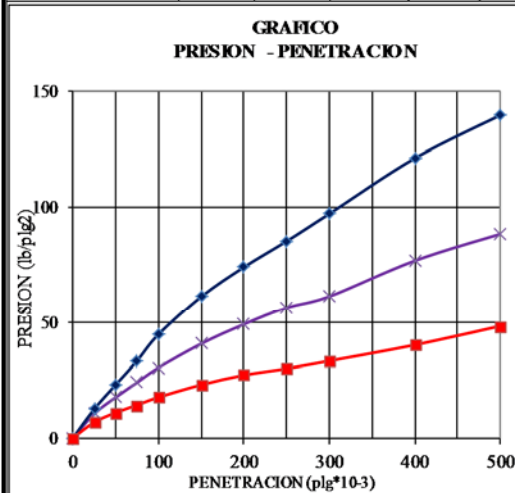
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ	
	DIA Y MES	HORA			DIAS	Mues			Pigs.	Mues			Pigs.	Mues
			Pigs.	Pigs.	*10-2	%	Pigs.	Pigs.	*10-2	%	Pigs.	Pigs.	*10-2	%
10-feb-14	15:10	0	0,07	5,00	0,00	0,00	0,04	5,00	0,00	0,00	0,03	5,00	0,00	0,00
11-feb-14	14:08	1	0,22		14,57	2,91	0,18		13,96	2,79	0,12		9,16	1,83
12-feb-14	14:45	2	0,28		20,55	4,11	0,24		20,44	4,09	0,20		17,16	3,43

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3p12

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
				lb/plg2	%		lb/plg2	%		lb/plg2	%		lb/plg2	%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	17,0	12,5			14,2	10,4			9,2	6,8		
1	0	50	31,2	22,9			23,8	17,5			14,8	10,9		
1	30	75	45,2	33,2			32,5	23,9			19,3	14,2		
2	0	100	60,7	44,6	44,6	4,5	41,1	30,2	30,2	3,0	23,8	17,5	17,5	1,7
3	0	150	83,2	61,1			55,2	40,6			31,1	22,8		
4	0	200	100,7	74,0			66,7	49,0			36,8	27,0		
5	0	250	116,0	85,2			76,6	56,3			40,6	29,8		
6	0	300	132,2	97,1			83,4	61,3			45,1	33,1		
8	0	400	164,8	121,1			104,5	76,8			54,5	40,0		
10	0	500	190,0	139,6			120,3	88,3			65,6	48,2		
CBR corregido						4,5				3,0				1,7



Densidades	vs	Resistencias		
gr/cm ³	1,667	4,5	%	
gr/cm ⁴	1,609	3,0	%	
gr/cm ⁵	1,433	1,7	%	
Densidad Max	1,650	gr/cm ³		
95% de DM	1,568	gr/cm ³		
CBR PUNTUAL				2,6 %

F. VALORES DE DISEÑO SEGÚN MOP 2003

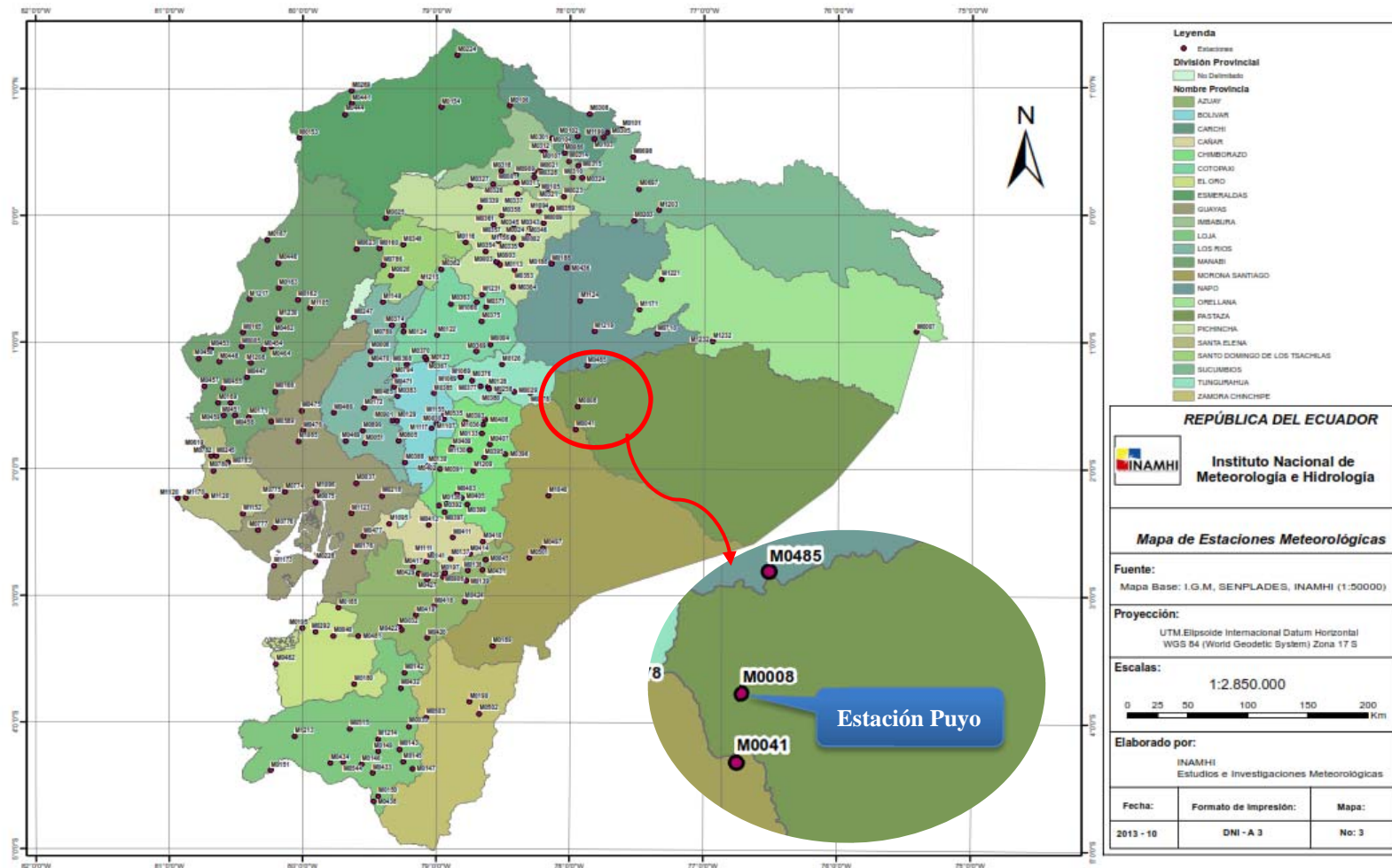


República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE
DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

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

G. UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA



H. ECUACIONES PLUVIOMÉTRICAS PARA CADA ZONA DE INTENSIDAD.

ZONA	DURACIÓN	ECUACIÓN
1	5 min < 130 min 130 min < 1440 min	ITR = 47.926 t [^] - 0.3387 IdTR ITR = 787.57 t [^] - 0.9154 IdTR
2	5 min < 30 min 30 min < 1440 min	ITR = 19.305 t [^] - 0.1332 IdTR ITR = 115.4 t [^] - 0.6546 IdTR
3	5 min < 90 min 90 min < 1440 min	ITR = 53.369 t [^] - 0.3278 IdTR ITR = 639.52 t [^] - 0.8838 IdTR
4	5 min < 20 min 20 min < 1440 min	ITR = 56.507 t [^] - 0.2694 IdTR ITR = 247.71 t [^] - 0.7621 IdTR
5	5 min < 40 min 40 min < 1440 min	ITR = 54.719 t [^] - 0.3875 IdTR ITR = 197.81 t [^] - 0.7378 IdTR
6	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	ITR = 57.598 t [^] - 0.4267 IdTR ITR = 344.08 t [^] - 0.7982 IdTR
7	5 min < 60 min 60 min < 1440 min	ITR = 97.005 t [^] - 0.403 IdTR ITR = 869.87 t [^] - 0.9346 IdTR
8	5 min < 30 min 30 min < 1440 min	ITR = 80.068 t [^] - 0.3683 IdTR ITR = 351.73 t [^] - 0.7977 IdTR
9	5 min < 116 min 116 min < 1440 min	ITR = 40.035 t [^] - 0.341 IdTR ITR = 355.49 t [^] - 0.8043 IdTR
10	5 min < 88 min 88 min < 1440 min	ITR = 40.414 t [^] - 0.3124 IdTR ITR = 356.17 t [^] - 0.8009 IdTR
11	5 min < 60 min 60 min < 1440 min	ITR = 137.27 t [^] - 0.5153 IdTR ITR = 578.56 t [^] - 0.8736 IdTR
12	5 min < 50 min 50 min < 1440 min	ITR = 138.01 t [^] - 0.4882 IdTR ITR = 674.13 t [^] - 0.8935 IdTR
13	5 min < 36 min 36 min < 1440 min	ITR = 76.96 t [^] - 0.2953 IdTR ITR = 642.11 t [^] - 0.8898 IdTR
14	5 min < 40 min 40 min < 1440 min	ITR = 133.83 t [^] - 0.4283 IdTR ITR = 800.89 t [^] - 0.9189 IdTR
15	5 min < 230 min 230 min < 1440 min	ITR = 110.85 t [^] - 0.4943 IdTR ITR = 3197.1 t [^] - 1.1077 IdTR
16	5 min < 25 min 25 min < 1440 min	ITR = 76.946 t [^] - 0.4583 IdTR ITR = 174.47 t [^] - 0.7143 IdTR
17	5 min < 40 min 40 min < 1440 min	ITR = 201.28 t [^] - 0.4573 IdTR ITR = 1415.8 t [^] - 0.9947 IdTR
18	5 min < 50 min 50 min < 1440 min	ITR = 69.036 t [^] - 0.335 IdTR ITR = 510.71 t [^] - 0.849 IdTR
19	5 min < 115 min 115 min < 1440 min	ITR = 115.98 t [^] - 0.4844 IdTR ITR = 1223.8 t [^] - 0.9751 IdTR
20	5 min < 40 min 40 min < 1440 min	ITR = 53.316 t [^] - 0.3021 IdTR ITR = 308.38 t [^] - 0.7782 IdTR
21	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	ITR = 28.784 t [^] - 0.4507 IdTR ITR = 30.993 t [^] - 0.472 IdTR
22	5 min < 67 min 67 min < 1440 min	ITR = 48.772 t [^] - 0.3533 IdTR ITR = 266.64 t [^] - 0.7687 IdTR
23	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	ITR = 54.246 t [^] - 0.4596 IdTR ITR = 89.858 t [^] - 0.6234 IdTR
24	5 min < 41 min 41 min < 1440 min	ITR = 177.26 t [^] - 0.5938 IdTR ITR = 446.46 t [^] - 0.843 IdTR
25	5 min < 60 min 60 min < 1440 min	ITR = 97.389 t [^] - 0.6117 IdTR ITR = 125.73 t [^] - 0.6643 IdTR
26	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	ITR = 163.15 t [^] - 0.5018 IdTR ITR = 2477.3 t [^] - 1.007 IdTR
27	5 min < 46 min 46 min < 1440 min	ITR = 76.133 t [^] - 0.3477 IdTR ITR = 539 t [^] - 0.8634 IdTR
28	5 min < 81 min 81 min < 1440 min	ITR = 82.756 t [^] - 0.4722 IdTR ITR = 357.27 t [^] - 0.8077 IdTR
29	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	ITR = 75.204 t [^] - 0.4828 IdTR ITR = 371.89 t [^] - 0.8152 IdTR
30	5 min < 79min 79 min < 1440 min	ITR = 42.089 t [^] - 0.2952 IdTR ITR = 432.57 t [^] - 0.8304 IdTR
31	5 min < 49 min 49 min < 1440 min	ITR = 42.22 t [^] - 0.1828 IdTR ITR = 643.99 t [^] - 0.8852 IdTR
32	5 min < 155 min 155 min < 1440 min	ITR = 87.677 t [^] - 0.4796 IdTR ITR = 850.65 t [^] - 0.9257 IdTR
33	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	ITR = 170.39 t [^] - 0.5052 IdTR ITR = 515.76 t [^] - 0.8594 IdTR
34	5 min < 35 min 35 min < 1440 min	ITR = 147.98 t [^] - 0.4279 IdTR ITR = 882.9 t [^] - 0.9351 IdTR
35	5 min < 43 min 43 min < 1440 min	ITR = 92.854 t [^] - 0.4083 IdTR ITR = 480.47 t [^] - 0.8489 IdTR

I. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 1 DE 23

RUBRO : 1

UNIDAD: HA

DETALLE : DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.						6,94
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS		1,00	35,00	35,00	7,500	262,50
MOTOSIERRA 7 HP		1,00	3,00	3,00	7,500	22,50
						=====
SUBTOTAL M						291,94
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
OPERADOR 1	EO C1	1,00	3,38	3,38	7,500	25,35
AYUDANTE DE MAQUINARIA	EO E2	1,00	3,09	3,09	7,500	23,18
PEON	EO E2	4,00	3,01	12,04	7,500	90,30
						=====
SUBTOTAL N						138,83
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCION			A	B	C=AxB	
					=====	
SUBTOTAL O					0,00	
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
DESCRIPCION			A	B	C=AxB	
					=====	
SUBTOTAL P					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						430,77
INDIRECTOS (%)						25,00% 107,69
UTILIDAD (%)						0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						538,46
VALOR UNITARIO						538,46

SON: QUINIENTOS TREINTA Y OCHO DÓLARES CON CUARENTA Y SEIS CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 3 DE 23

RUBRO : 3

UNIDAD: ML

DETALLE : REMOCION DE ALCANTARILLAS

<i>EQUIPO</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0,13
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS		1,00	35,00	35,00	0,210	7,35
						=====
SUBTOTAL M						7,48
<i>MANO DE OBRA</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>
OPERADOR 1	EO C1	1,00	3,38	3,38	0,210	0,71
AYUDANTE DE MAQUINARIA	EO E2	1,00	3,09	3,09	0,210	0,65
PEON	EO E2	2,00	3,01	6,02	0,210	1,26
						=====
SUBTOTAL N						2,62
<i>MATERIALES</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	
					=====	
SUBTOTAL O					0,00	
<i>TRANSPORTE</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	
					=====	
SUBTOTAL P					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						10,10
INDIRECTOS (%)						25,00%
UTILIDAD (%)						0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO						12,63
VALOR UNITARIO						12,63

SON: DOCE DÓLARES CON SESENTA Y TRES CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 4 DE 23

RUBRO : 4

UNIDAD: M3

DETALLE : EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR(MOV.DE TIERRA)

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,01
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	1,00	35,00	35,00	0,016	0,56
					=====
SUBTOTAL M					0,57
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>
OPERADOR 1	EO C1 1,00	3,38	3,38	0,016	0,05
AYUDANTE DE MAQUINARIA	EO E2 1,00	3,09	3,09	0,016	0,05
					=====
SUBTOTAL N					0,10
<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	
				=====	
SUBTOTAL O				0,00	
<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	
				=====	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,67
INDIRECTOS (%)					25,00%
UTILIDAD (%)					0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,84
VALOR UNITARIO					0,84

SON: OCHENTA Y CUATRO CENTAVOS DE DÓLAR
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 5 DE 23

RUBRO : 5

UNIDAD: M3

DETALLE : EXCAVACIÓN PARA CUNETAS Y ENCAUZAMIENTO

<i>EQUIPO</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0,03
BODCAT		1,00	20,00	20,00	0,100	2,00
						=====
SUBTOTAL M						2,03
<i>MANO DE OBRA</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>
OPERADOR 1	EO C1	1,00	3,38	3,38	0,100	0,34
AYUDANTE DE MAQUINARIA	EO E2	1,00	3,09	3,09	0,100	0,31
						=====
SUBTOTAL N						0,65
<i>MATERIALES</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	
					=====	
SUBTOTAL O					0,00	
<i>TRANSPORTE</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	
					=====	
SUBTOTAL P					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						2,68
INDIRECTOS (%)						25,00%
UTILIDAD (%)						0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO						3,35
VALOR UNITARIO						3,35

SON: TRES DÓLARES CON TREINTA Y CINCO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 6 DE 23

RUBRO : 6

UNIDAD: M3

DETALLE : EXCAVACION Y RELLENO DE ESTRUCTURAS MENORES

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	1,00	35,00	35,00	0,030	1,05	
					=====	
SUBTOTAL M					1,08	
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>	
OPERADOR 1	EO C1	1,00	3,38	3,38	0,030	0,10
AYUDANTE DE MAQUINARIA	EO E2	1,00	3,09	3,09	0,030	0,09
PEON	EO E2	4,00	3,01	12,04	0,030	0,36
MAESTRO DE OBRA	EO C1	1,00	3,38	3,38	0,030	0,10
						=====
SUBTOTAL N						0,65
<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>		
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>			
MATERIAL DE RELLENO	M3	1,200	1,50	1,80		
				=====		
SUBTOTAL O				1,80		
<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>		
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>			
				=====		
SUBTOTAL P				0,00		
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3,53	
INDIRECTOS (%)					25,00%	
UTILIDAD (%)					0,00%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,41	
VALOR UNITARIO					4,41	

SON: CUATRO DÓLARES CON CUARENTA Y UN CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 8 DE 23

RUBRO : 8

UNIDAD: ML

DETALLE : TUBERÍA DE ACERO CORRUGADO D= 0,80 M ,E=2.0 MM, MP-100

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,42	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	1,00	35,00	35,00	0,333	11,66	
					=====	
SUBTOTAL M					12,08	
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>	
MAESTRO DE OBRA	EO C1	1,00	3,38	3,38	0,333	1,13
PEON	EO E2	5,00	3,01	15,05	0,333	5,01
AYUDANTE DE MAQUINARIA	EO E2	1,00	3,09	3,09	0,333	1,03
OPERADOR 1	EO C1	1,00	3,38	3,38	0,333	1,13
					=====	
SUBTOTAL N					8,30	
<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>		
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>D=CxR</i>		
TUB. ACERO CORRUGADO D=800mm	ML	1,050	98,60	103,53		
				=====		
SUBTOTAL O				103,53		
<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>		
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>D=CxR</i>		
				=====		
SUBTOTAL P				0,00		
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					123,91	
INDIRECTOS (%)					25,00%	
UTILIDAD (%)					0,00%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					154,89	
VALOR UNITARIO					154,89	

OBSERVACIONES: 1MO+1AL+4P

SON: CIENTO CINCUENTA Y CUATRO DÓLARES CON OCHENTA Y NUEVE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 9 DE 23

RUBRO : 9

UNIDAD: ML

DETALLE : TUBERÍA DE ACERO CORRUGADO D= 1,20 M ,E=2.5 MM, MP-100

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,42	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	1,00	35,00	35,00	0,333	11,66	
					=====	
SUBTOTAL M					12,08	
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>	
MAESTRO DE OBRA	EO C1	1,00	3,38	3,38	0,333	1,13
PEON	EO E2	5,00	3,01	15,05	0,333	5,01
AYUDANTE DE MAQUINARIA	EO E2	1,00	3,09	3,09	0,333	1,03
OPERADOR 1	EO C1	1,00	3,38	3,38	0,333	1,13
					=====	
SUBTOTAL N					8,30	
<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>		
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>D=CxR</i>		
TUB. ACERO CORRUGADO D=1800mm	ML	1,050	175,70	184,49		
				=====		
SUBTOTAL O				184,49		
<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>		
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>D=CxR</i>		
				=====		
SUBTOTAL P				0,00		
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					204,87	
INDIRECTOS (%)					25,00%	
UTILIDAD (%)					0,00%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					256,09	
VALOR UNITARIO					256,09	

OBSERVACIONES: 1MO+1AL+4P

SON: DOSCIENTOS CINCUENTA Y SEIS DÓLARES CON NUEVE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 10 DE 23

RUBRO : 10

UNIDAD: ML

DETALLE : TUBERÍA DE ACERO CORRUGADO D= 2,50 M ,E=2.5 MM, MP-100

EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.						0,42
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS		1,00	35,00	35,00	0,333	11,66
						=====
SUBTOTAL M						12,08
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
MAESTRO DE OBRA	EO C1	1,00	3,38	3,38	0,333	1,13
PEON	EO E2	5,00	3,01	15,05	0,333	5,01
AYUDANTE DE MAQUINARIA	EO E2	1,00	3,09	3,09	0,333	1,03
OPERADOR 1	EO C1	1,00	3,38	3,38	0,333	1,13
						=====
SUBTOTAL N						8,30
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCION			A	B	C=AxB	
TUB. ACERO CORRUGADO D=2500mm		ML	1,050	479,90	503,90	
					=====	
SUBTOTAL O					503,90	
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
DESCRIPCION			A	B	C=AxB	
					=====	
SUBTOTAL P					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						524,28
INDIRECTOS (%)						25,00% 131,07
UTILIDAD (%)						0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						655,35
VALOR UNITARIO						655,35

OBSERVACIONES: 1MO+1AL+4P

SON: SEISCIENTOS CINCUENTA Y CINCO DÓLARES CON TREINTA Y CINCO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 11 DE 23

RUBRO : 11

UNIDAD: M3

DETALLE : HORMIGON PARA CUNETAS (FC=180 KG/CM2)

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					1,71
CONCRETERA 1 SACO	1,00	5,00	5,00	0,800	4,00
					=====
SUBTOTAL M					5,71
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	R	D=CxR
ALBAÑIL/CARPINTERO	EO D2 3,00	3,05	9,15	0,800	7,32
PEON	EO E2 10,00	3,01	30,10	0,800	24,08
MAESTRO DE OBRA	EO C1 1,00	3,38	3,38	0,800	2,70
					=====
SUBTOTAL N					34,10
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCION	A	B	C=AxB		
CEMENTO PORTLAND	SACO	6,000	7,30	43,80	
PÉTREOS,ARENA NEGRA	M3	0,750	9,20	6,90	
PÉTREOS,RIPIO TRITURADO	M3	0,750	14,20	10,65	
MADERA, TABLA ENCOFRADO/ 20CM	U	12,000	1,50	18,00	
ALFAGÍA	U	3,000	2,80	8,40	
PINGO	M	8,000	0,20	1,60	
CLAVOS DE 2" A 4"	KG	0,900	1,70	1,53	
ACEITE QUEMADO	GLN	0,900	0,36	0,32	
AGUA	M3	0,200	0,01	0,00	
				=====	
SUBTOTAL O				91,20	
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
DESCRIPCION	A	B	C=AxB		
				=====	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					131,01
INDIRECTOS (%)					25,00%
UTILIDAD (%)					0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					163,76
VALOR UNITARIO					163,76

SON: CIENTO SESENTA Y TRES DÓLARES CON SETENTA Y SEIS CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 12 DE 23

RUBRO : 12

UNIDAD: M3

DETALLE : MURO DE H.S. FC=180KG./CM2 TIPO B(CABEZALES)

EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.						1,85
CONCRETERA 1 SACO		1,00	5,00	5,00	1,100	5,50
VIBRADOR		1,00	5,00	5,00	1,100	5,50
						=====
SUBTOTAL M						12,85
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
ALBAÑIL/CARPINTERO	EO D2	3,00	3,05	9,15	1,100	10,07
PEON	EO E2	7,00	3,01	21,07	1,100	23,18
MAESTRO DE OBRA	EO C1	1,00	3,38	3,38	1,100	3,72
						=====
SUBTOTAL N						36,97
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCION			A	B	C=AxB	
CEMENTO PORTLAND		SACO	6,000	7,30	43,80	
PÉTREOS,ARENA NEGRA		M3	0,750	9,20	6,90	
PÉTREOS,RIPIO TRITURADO		M3	0,750	14,20	10,65	
MADERA, TABLA ENCOFRADO/ 20CM		U	8,000	1,50	12,00	
MADERA, PUNTALES		ML	21,000	0,25	5,25	
CLAVOS DE 2" A 4"		KG	0,800	1,70	1,36	
MADERA,LISTONES PARA MUROS 6*6		ML	10,000	0,80	8,00	
ALAMBRE DE AMARRE GALV.		KG	0,050	2,64	0,13	
AGUA		M3	0,168	0,01	0,00	
					=====	
SUBTOTAL O						88,09
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
DESCRIPCION			A	B	C=AxB	
					=====	
SUBTOTAL P					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						137,91
INDIRECTOS (%)						25,00% 34,48
UTILIDAD (%)						0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						172,39
VALOR UNITARIO						172,39

SON: CIENTO SETENTA Y DOS DÓLARES CON TREINTA Y NUEVE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 13 DE 23

RUBRO : 13

UNIDAD: M3

DETALLE : MATERIAL SELECCIONADO DE MEJORAMIENTO, (INCLUIDO TRANSPORTE)

EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta Menor 0% de M.O.						0,00
TRACTOR DE CARRIL		1,00	35,00	35,00	0,014	0,49
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS		1,00	35,00	35,00	0,014	0,49
MOTONIVELADORA		1,00	35,00	35,00	0,014	0,49
RODILLO VIBRATORIO LISO		1,00	25,00	25,00	0,014	0,35
VOLQUETE		1,00	20,00	20,00	0,014	0,28
						=====
SUBTOTAL M						2,10
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
OPERADOR 1	EO C1	3,00	3,38	10,14	0,014	0,14
AYUDANTE DE MAQUINARIA	EO E2	3,00	3,09	9,27	0,014	0,13
OPERADOR 2	EO C2	1,00	3,21	3,21	0,014	0,04
CHOFER	EO C1	1,00	4,36	4,36	0,014	0,06
						=====
SUBTOTAL N						0,37
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.		COSTO
DESCRIPCION			A	B		C=AxB
MATERIAL DE MEJORAMIENTO		M3	1,200	0,60		0,72
						=====
SUBTOTAL O						0,72
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA		COSTO
DESCRIPCION			A	B		C=AxB
MATERIAL DE MEJORAMIENTO		M3	1,200	0,26		0,31
						=====
SUBTOTAL P						0,31
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						3,50
INDIRECTOS (%)						25,00%
UTILIDAD (%)						0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO						4,38
VALOR UNITARIO						4,38

OBSERVACIONES: INCLUYE COSTO DE MATERIAL
SON: CUATRO DÓLARES CON TREINTA Y OCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 15 DE 23

RUBRO : 15

UNIDAD: M3

DETALLE : MATERIAL DE BASE CLASE 4 (INCLUIDO TRANSPORTE)

EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.						0,02
MOTONIVELADORA		1,00	35,00	35,00	0,014	0,49
RODILLO VIVRATORIO LISO		1,00	25,00	25,00	0,014	0,35
CAMION CISTERNA		1,00	20,00	20,00	0,014	0,28
VOLQUETE		1,00	20,00	20,00	0,014	0,28
						=====
SUBTOTAL M						1,42
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
OPERADOR 1	EO C1	1,00	3,38	3,38	0,014	0,05
OPERADOR 2	EO C2	1,00	3,21	3,21	0,014	0,04
CHOFER	EO C1	2,00	4,36	8,72	0,014	0,12
AYUDANTE DE MAQUINARIA	EO E2	1,00	3,09	3,09	0,014	0,04
MAESTRO DE OBRA	EO C1	1,00	3,38	3,38	0,014	0,05
PEON	EO E2	1,00	3,01	3,01	0,014	0,04
						=====
SUBTOTAL N						0,34
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCION			A	B	C=AxB	
BASE GRANULAR		M3	1,200	8,60	10,32	
					=====	
SUBTOTAL O					10,32	
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
DESCRIPCION			A	B	C=AxB	
BASE GRANULAR		M3	1,200	0,26	0,31	
					=====	
SUBTOTAL P					0,31	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					12,39	
INDIRECTOS (%)					25,00%	3,10
UTILIDAD (%)					0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15,49	
VALOR UNITARIO					15,49	

SON: QUINCE DÓLARES CON CUARENTA Y NUEVE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 16 DE 23

RUBRO : 16

UNIDAD: M3

DETALLE : TRANSPORTE MATERIAL DE DESALOJO

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,01
VOLQUETE	1,00	20,00	20,00	0,032	0,64
					=====
SUBTOTAL M					0,65
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>
CHOFER	EO C1 1,00	4,36	4,36	0,032	0,14
					=====
SUBTOTAL N					0,14
<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	
					=====
SUBTOTAL O					0,00
<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	
					=====
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,79
INDIRECTOS (%)					25,00%
UTILIDAD (%)					0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,99
VALOR UNITARIO					0,99

SON: NOVENTA Y NUEVE CENTAVOS DE DÓLAR
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 17 DE 23

RUBRO : 17

UNIDAD: M2

DETALLE : C. RODADURA HORMIGON ASF. MEZCLADO EN PLANTA, E=2" (INCLUIDO IMPRIMACION)

EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.						0,02
PLT. DE ASFALTO COMPLETA		1,00	160,00	160,00	0,005	0,80
CARGADORA FRONTAL		1,00	35,00	35,00	0,005	0,18
TERMINADORA DE ASFALTO		1,00	65,00	65,00	0,005	0,33
RODILLO VIBRATORIO LISO		1,00	25,00	25,00	0,005	0,13
RODILLO VIBRATORIO NEUMATICO		1,00	25,00	25,00	0,005	0,13
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO		1,00	55,00	55,00	0,005	0,28
ESCOBA MECANICA		1,00	25,00	25,00	0,005	0,13
						=====
SUBTOTAL M						2,00
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
OPERADOR 1	EO C1	2,00	3,38	6,76	0,005	0,03
OPERADOR 2	EO C2	4,00	3,21	12,84	0,005	0,06
AYUDANTE DE MAQUINARIA	EO E2	5,00	3,09	15,45	0,005	0,08
PEON	EO E2	13,00	3,01	39,13	0,005	0,20
CHOFER	EO C1	1,00	4,36	4,36	0,005	0,02
						=====
SUBTOTAL N						0,39
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.		COSTO
DESCRIPCION			A	B		C=AxB
ASFALTO AP-3		KG	8,250	0,34		2,81
AGREGADOS TRITURADOS		M3	0,050	11,00		0,55
DIESEL GENERADOR PLANTA		GL	0,570	1,04		0,59
ARENA		M3	0,040	9,50		0,38
TRANSPORTE MEZCLA ASFALTICA		M3*KM	5,420	0,25		1,36
ASFALTO DILUIDO RC-250		KG	1,100	0,34		0,37
DIESEL		LT	0,330	0,24		0,08
						=====
SUBTOTAL O						6,14
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA		COSTO
DESCRIPCION			A	B		C=AxB
						=====
SUBTOTAL P						0,00
						=====
						TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
						8,53
						INDIRECTOS (%)
					25,00%	2,13
						UTILIDAD (%)
					0,00%	0,00
						COSTO TOTAL DEL RUBRO
						10,66
						VALOR UNITARIO
						10,66

SON: DIEZ DÓLARES CON SESENTA Y SEIS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE

ELABORADO



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 18 DE 23

RUBRO : 18

UNIDAD: ML

DETALLE : MARCAS EN PAVIMENTO

<i>EQUIPO</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.		1,00	3,50	3,50	0,001	0,00
MECANISMO ROCIADOR		1,00	6,00	6,00	0,001	0,00
CAMIONETA		1,00	6,00	6,00	0,001	0,01
						=====
SUBTOTAL M						0,01
<i>MANO DE OBRA</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>
CHOFER	EO C1	1,00	4,36	4,36	0,001	0,00
PEON	EO E2	2,00	3,01	6,02	0,001	0,01
						=====
SUBTOTAL N						0,01
<i>MATERIALES</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	
PINTURA SEÑALAMIENTO DE TRANSI		LT	0,045	7,50	0,34	
					=====	
SUBTOTAL O					0,34	
<i>TRANSPORTE</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	
					=====	
SUBTOTAL P					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						0,36
INDIRECTOS (%)						25,00%
UTILIDAD (%)						0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO						0,45
VALOR UNITARIO						0,45

SON: CUARENTA Y CINCO CENTAVOS DE DÓLAR
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 19 DE 23

RUBRO : 19

UNIDAD: U

DETALLE : SEÑALES ECOLOGICAS (2.40 X 1.20) M

EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.						2,33
SOLDADORA ELECTRICA		1,00	3,00	3,00	3,000	9,00
						=====
SUBTOTAL M						11,33
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
ALBAÑIL/CARPINTERO	EO D2	1,00	3,05	3,05	3,000	9,15
PEON	EO E2	2,00	3,01	6,02	3,000	18,06
MAESTRO DE OBRA	EO C1	1,00	3,38	3,38	3,000	10,14
PINTOR	EO D2	1,00	3,05	3,05	3,000	9,15
						=====
SUBTOTAL N						46,50
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCION			A	B	C=AxB	
LAM.E TOOL GALV. (2.44 X 1.22)		U	1,000	43,50	43,50	
TUBO CUAD. GALVAN. 2**2**2MM		ML	6,000	4,13	24,78	
PERNOS INOXIDABLES		U	4,000	0,50	2,00	
HORMIGON CLASE B F'c= 180 KG/C		M3	0,140	160,00	22,40	
TUB. CUADRADO NEGRO 1**1**1.5M		ML	9,760	1,42	13,86	
PINTURA ANTICORROSIVA		GL	0,200	16,00	3,20	
PINTURA REFLECTIVA		GL	1,000	25,00	25,00	
ELECTRODOS		KG	2,880	3,38	9,73	
					=====	
SUBTOTAL O					144,47	
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
DESCRIPCION			A	B	C=AxB	
					=====	
SUBTOTAL P					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						202,30
INDIRECTOS (%)						25,00% 50,58
UTILIDAD (%)						0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						252,88
VALOR UNITARIO						252,88

SON: DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS DÓLARES CON OCHENTA Y OCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 20 DE 23

RUBRO : 20

UNIDAD: U

DETALLE : SEÑALES INFORMATIVAS (2.40X1.20)M

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					2,33
SOLDADORA ELECTRICA	1,00	3,00	3,00	3,000	9,00
					=====
SUBTOTAL M					11,33
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	R	D=CxR
ALBAÑIL/CARPINTERO	EO D2 1,00	3,05	3,05	3,000	9,15
PEON	EO E2 2,00	3,01	6,02	3,000	18,06
MAESTRO DE OBRA	EO C1 1,00	3,38	3,38	3,000	10,14
PINTOR	EO D2 1,00	3,05	3,05	3,000	9,15
					=====
SUBTOTAL N					46,50
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	
LAM.E TOOL GALV. (2.44 X 1.22)	U	1,000	43,50	43,50	
TUBO CUAD. GALVAN. 2**2**2MM	ML	6,000	4,13	24,78	
PERNOS INOXIDABLES	U	4,000	0,50	2,00	
HORMIGON CLASE B F'c= 180 KG/C	M3	0,140	160,00	22,40	
TUB. CUADRADO NEGRO 1**1**1.5M	ML	9,760	1,42	13,86	
PINTURA ANTICORROSIVA	GL	0,200	16,00	3,20	
PINTURA REFLECTIVA	GL	1,000	25,00	25,00	
ELECTRODOS	KG	2,880	3,38	9,73	
				=====	
SUBTOTAL O				144,47	
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	
				=====	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					202,30
INDIRECTOS (%)					25,00% 50,58
UTILIDAD (%)					0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					252,88
VALOR UNITARIO					252,88

SON: DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS DÓLARES CON OCHENTA Y OCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 21 DE 23

RUBRO : 21

UNIDAD: U

DETALLE : SEÑALES REGLAMENTARIAS (0.75 X 0.75)M

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>	
Herramienta Menor 5% de M.O.					1,55	
SOLDADORA ELECTRICA	1,00	3,00	3,00	2,000	6,00	
					=====	
SUBTOTAL M					7,55	
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>	
MAESTRO DE OBRA	EO C1	1,00	3,38	3,38	2,000	6,76
ALBAÑIL/CARPINTERO	EO D2	1,00	3,05	3,05	2,000	6,10
PEON	EO E2	2,00	3,01	6,02	2,000	12,04
PINTOR	EO D2	1,00	3,05	3,05	2,000	6,10
					=====	
SUBTOTAL N					31,00	
<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>		
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>D=CxB</i>		
LAM.E TOOL GALV. (2.44 X 1.22)	M2	0,563	14,64	8,24		
TUBO CUAD. GALVAN. 2**2**2MM	ML	3,000	4,13	12,39		
PERNOS INOXIDABLES	U	2,000	0,50	1,00		
HORMIGON CLASE B F'c= 180 KG/C	M3	0,070	160,00	11,20		
ANGULO 30 X 3MM	M	3,200	1,75	5,60		
PINTURA ANTICORROSIVA	GL	0,080	16,00	1,28		
PINTURA REFLECTIVA	GL	1,000	25,00	25,00		
ELECTRODOS	KG	0,100	3,38	0,34		
				=====		
SUBTOTAL O				65,05		
<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>		
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>D=CxB</i>		
SUBTOTAL P				0,00		
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					103,60	
INDIRECTOS (%)					25,00%	
UTILIDAD (%)					0,00%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					129,50	
VALOR UNITARIO					129,50	

SON: CIENTO VEINTE Y NUEVE DÓLARES CON CINCUENTA CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 22 DE 23

RUBRO : 22

UNIDAD: U

DETALLE : SEÑALES PREVENTIVAS (0.75 X 0.75)M

EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.						1,55
SOLDADORA ELECTRICA		1,00	3,00	3,00	2,000	6,00
						=====
SUBTOTAL M						7,55
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	R	D=CxR
MAESTRO DE OBRA	EO C1	1,00	3,38	3,38	2,000	6,76
ALBAÑIL/CARPINTERO	EO D2	1,00	3,05	3,05	2,000	6,10
PEON	EO E2	2,00	3,01	6,02	2,000	12,04
PINTOR	EO D2	1,00	3,05	3,05	2,000	6,10
						=====
SUBTOTAL N						31,00
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCION			A	B	C=AxB	
LAM.E TOOL GALV. (2.44 X 1.22)		M2	0,563	14,64	8,24	
TUBO CUAD. GALVAN. 2**2**2MM		ML	3,000	4,13	12,39	
PERNOS INOXIDABLES		U	2,000	0,50	1,00	
HORMIGON CLASE B F'c= 180 KG/C		M3	0,070	160,00	11,20	
ANGULO 30 X 3MM		M	3,200	1,75	5,60	
PINTURA ANTICORROSIVA		GL	0,080	16,00	1,28	
PINTURA REFLECTIVA		GL	1,000	25,00	25,00	
ELECTRODOS		KG	0,100	3,38	0,34	
					=====	
SUBTOTAL O						65,05
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
DESCRIPCION			A	B	C=AxB	
					=====	
SUBTOTAL P					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						103,60
INDIRECTOS (%)						25,00% 25,90
UTILIDAD (%)						0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						129,50
VALOR UNITARIO						129,50

SON: CIENTO VEINTE Y NUEVE DÓLARES CON CINCUENTA CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 23 DE 23

RUBRO : 23

UNIDAD: U

DETALLE : COMUNICACIONES RADIALES

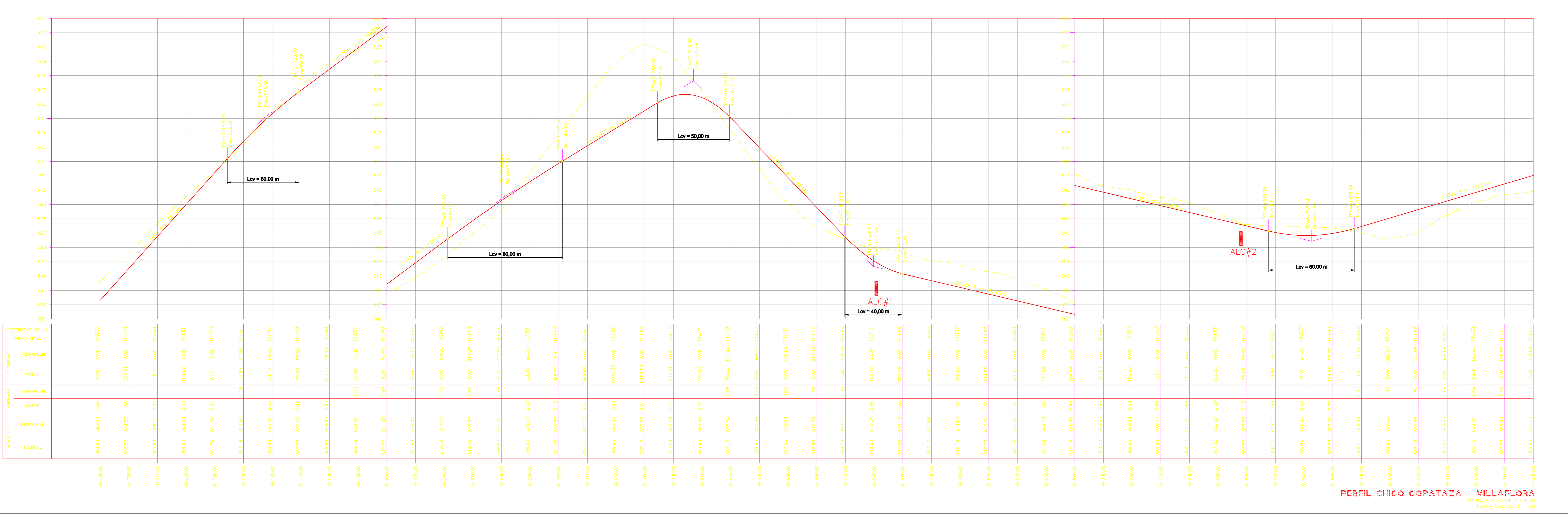
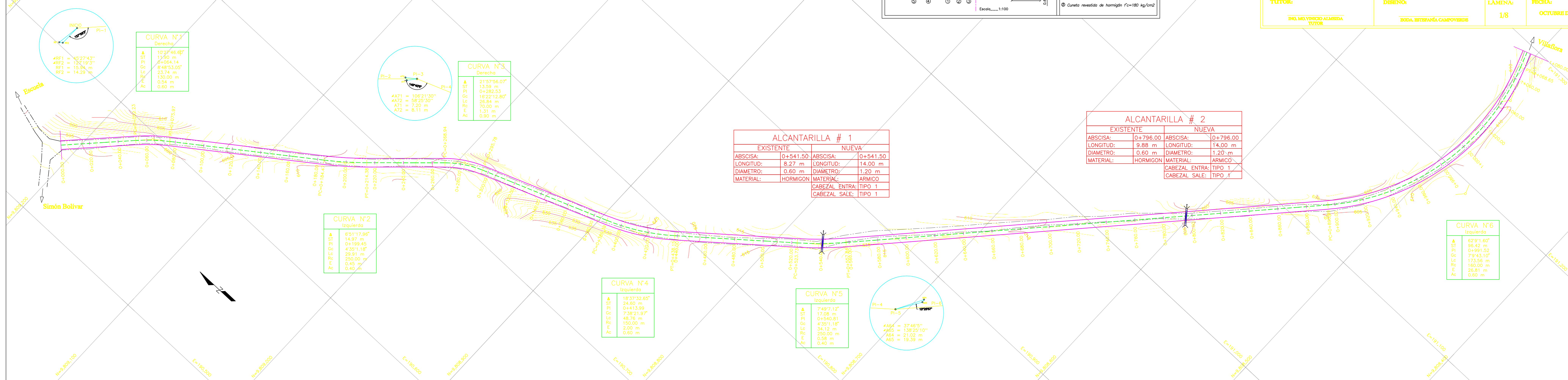
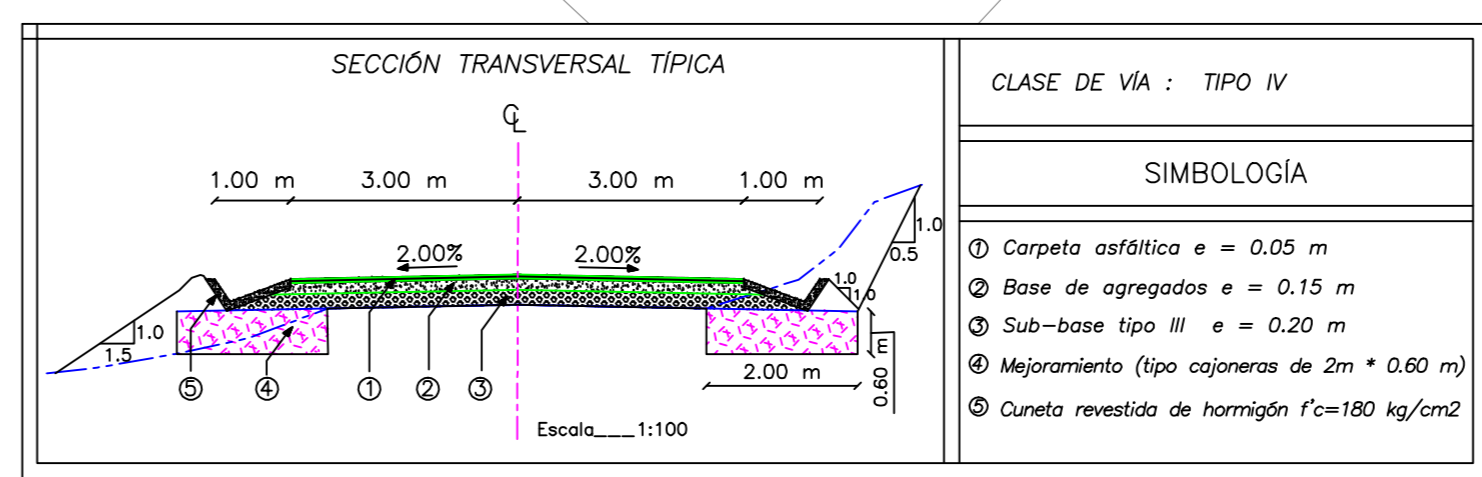
<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
COMUNICACIONES RADIALES	1,00	2,75	2,75	1,000	2,75
					=====
SUBTOTAL M					2,75
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	<i>D=CxR</i>
					0,00
SUBTOTAL N					0,00
<i>MATERIALES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	
					0,00
SUBTOTAL O					0,00
<i>TRANSPORTE</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	
					0,00
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,75
INDIRECTOS (%)					25,00%
UTILIDAD (%)					0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,44
VALOR UNITARIO					3,44

SON: TRES DÓLARES CON CUARENTA Y CUATRO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 09 DE SEPTIEMBRE DE 2014

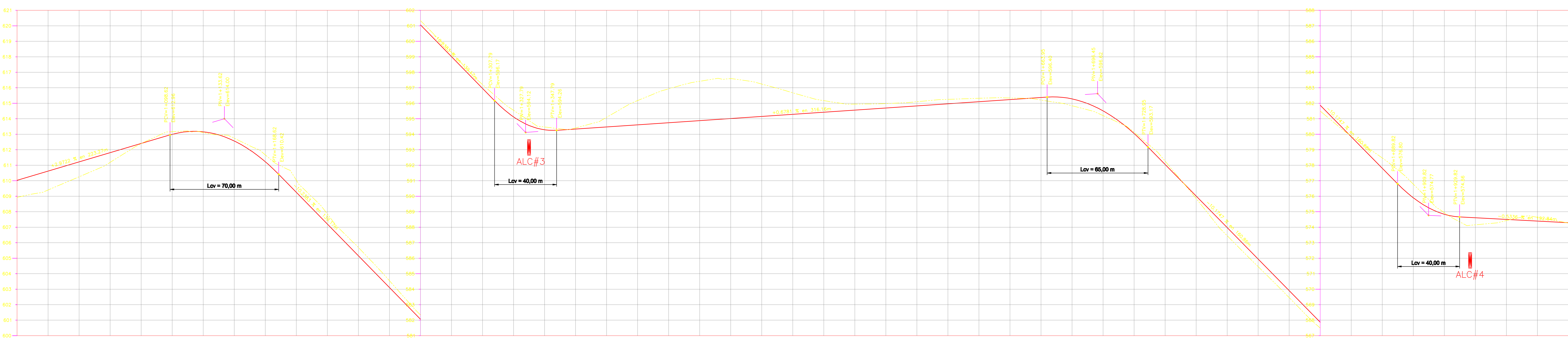
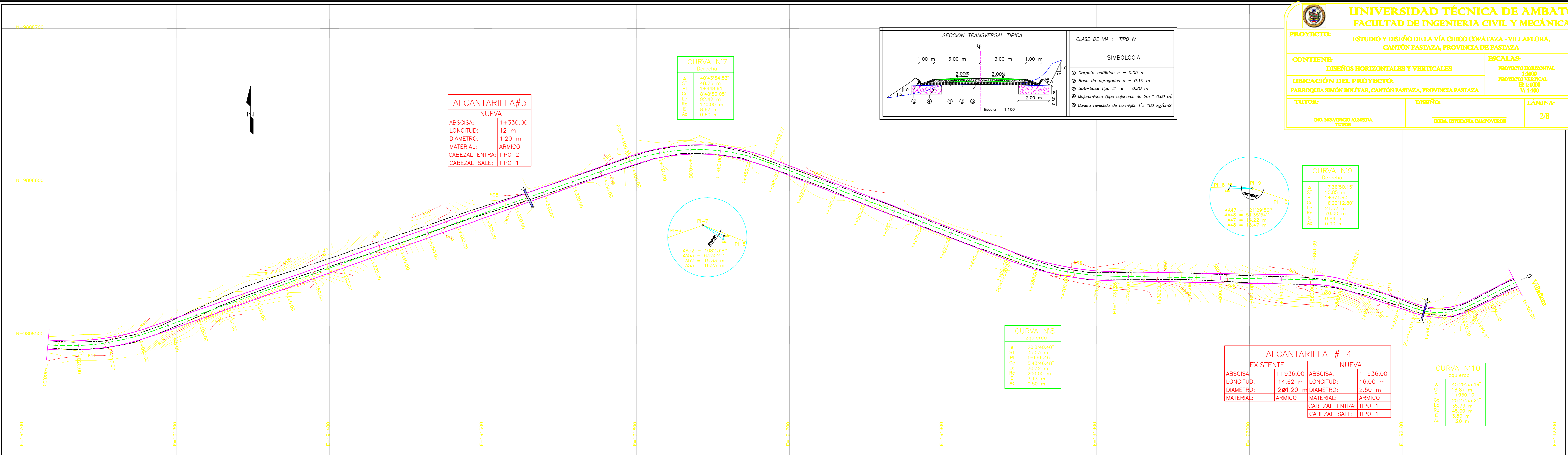
EGDA.ESTEFANIA CAMPOVERDE
ELABORADO

J. PLANOS

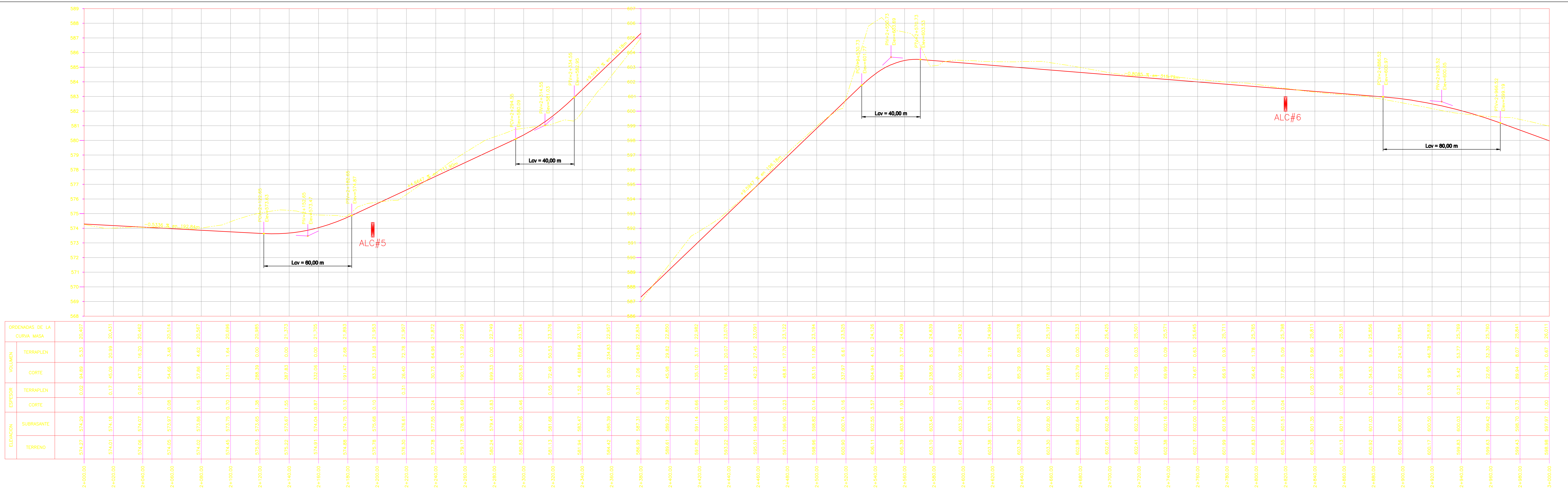
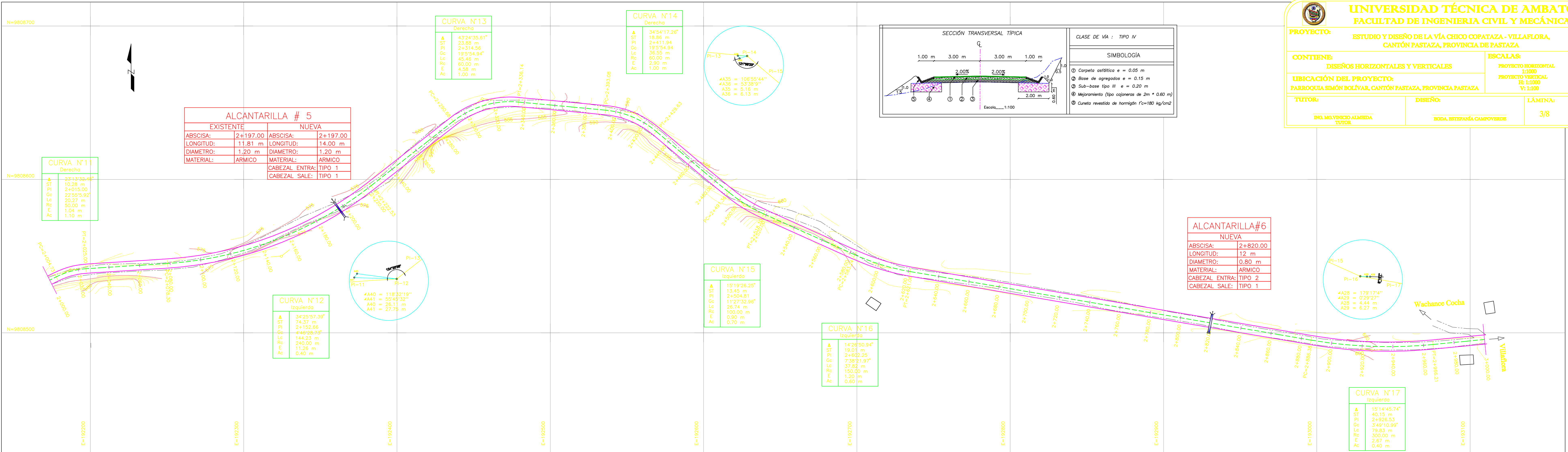


ORDENADAS DE LA CURVA MASA	TERRAPLEN	CORTE	TERRAPLEN	CORTE	SUBRASANTE	TERRENO
0+000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	605.50	605.50
0+020.00	0.00	0.00	0.00	0.00	605.53	605.53
0+040.00	0.00	0.00	0.00	0.00	605.59	605.59
0+060.00	0.00	0.00	0.00	0.00	605.72	605.72
0+080.00	0.00	0.00	0.00	0.00	605.92	605.92
0+100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	606.14	606.14
0+120.00	0.00	0.00	0.00	0.00	606.38	606.38
0+140.00	0.00	0.00	0.00	0.00	606.64	606.64
0+160.00	0.00	0.00	0.00	0.00	606.91	606.91
0+180.00	0.00	0.00	0.00	0.00	607.19	607.19
0+200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	607.48	607.48
0+220.00	0.00	0.00	0.00	0.00	607.78	607.78
0+240.00	0.00	0.00	0.00	0.00	608.08	608.08
0+260.00	0.00	0.00	0.00	0.00	608.38	608.38
0+280.00	0.00	0.00	0.00	0.00	608.68	608.68
0+300.00	0.00	0.00	0.00	0.00	608.97	608.97
0+320.00	0.00	0.00	0.00	0.00	609.26	609.26
0+340.00	0.00	0.00	0.00	0.00	609.54	609.54
0+360.00	0.00	0.00	0.00	0.00	609.81	609.81
0+380.00	0.00	0.00	0.00	0.00	610.07	610.07
0+400.00	0.00	0.00	0.00	0.00	610.32	610.32
0+420.00	0.00	0.00	0.00	0.00	610.56	610.56
0+440.00	0.00	0.00	0.00	0.00	610.78	610.78
0+460.00	0.00	0.00	0.00	0.00	610.98	610.98
0+480.00	0.00	0.00	0.00	0.00	611.16	611.16
0+500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	611.31	611.31
0+520.00	0.00	0.00	0.00	0.00	611.43	611.43
0+540.00	0.00	0.00	0.00	0.00	611.52	611.52
0+560.00	0.00	0.00	0.00	0.00	611.58	611.58
0+580.00	0.00	0.00	0.00	0.00	611.61	611.61
0+600.00	0.00	0.00	0.00	0.00	611.61	611.61
0+620.00	0.00	0.00	0.00	0.00	611.58	611.58
0+640.00	0.00	0.00	0.00	0.00	611.43	611.43
0+660.00	0.00	0.00	0.00	0.00	611.16	611.16
0+680.00	0.00	0.00	0.00	0.00	610.78	610.78
0+700.00	0.00	0.00	0.00	0.00	610.32	610.32
0+720.00	0.00	0.00	0.00	0.00	609.78	609.78
0+740.00	0.00	0.00	0.00	0.00	609.16	609.16
0+760.00	0.00	0.00	0.00	0.00	608.48	608.48
0+780.00	0.00	0.00	0.00	0.00	607.75	607.75
0+800.00	0.00	0.00	0.00	0.00	606.98	606.98
0+820.00	0.00	0.00	0.00	0.00	606.18	606.18
0+840.00	0.00	0.00	0.00	0.00	605.35	605.35
0+860.00	0.00	0.00	0.00	0.00	604.49	604.49
0+880.00	0.00	0.00	0.00	0.00	603.61	603.61
0+900.00	0.00	0.00	0.00	0.00	602.71	602.71
0+920.00	0.00	0.00	0.00	0.00	601.79	601.79
0+940.00	0.00	0.00	0.00	0.00	600.85	600.85
0+960.00	0.00	0.00	0.00	0.00	600.00	600.00
0+980.00	0.00	0.00	0.00	0.00	599.24	599.24
1+000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	598.57	598.57

PERFIL CHICO COPATAZA - VILLAFLORA
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



ELEVACION	ESPESOR		VOLUMEN	
	TERRAPLEN	CORTE	TERRAPLEN	CORTE
1+000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+020.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+040.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+060.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+080.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+120.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+140.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+160.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+180.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+200.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+220.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+240.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+260.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+280.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+300.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+320.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+340.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+360.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+380.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+400.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+420.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+440.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+460.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+480.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+500.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+520.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+540.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+560.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+580.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+600.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+620.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+640.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+660.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+680.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+700.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+720.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+740.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+760.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+780.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+800.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+820.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+840.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+860.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+880.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+900.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+920.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+940.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+960.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+980.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2+000.00	0.00	0.00	0.00	0.00



PERFIL CHICO COPATAZA - VILLAFLORA
 ESCALA HORIZONTAL: 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100

