



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

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

**INGENIERO CIVIL**

**TOMO I y TOMO II**

**TEMA:**

---

**DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA  
CONSTANTINO FERNÁNDEZ-SAN BARTOLOMÉ DE PINLLO; QUEBRADA  
SHAHUANSHI**

---

**AUTOR:**

Angel Javier Campos Villafuerte

**TUTOR:**

Ing. Mg. Galo Núñez

Ambato-Ecuador

2016

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente proyecto técnico de grado realizado por el Sr. Angel Javier Campos Villafuerte, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil se desarrolló bajo mi tutoría, el mismo que es un trabajo personal e inédito y se lo realizó bajo el tema: “Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.”, el cual se ha concluido de manera satisfactoria cumpliendo con todos los requisitos solicitados por la Universidad Técnica de Ambato

Ambato, Abril del 2016

.....  
Ing. Mg. Galo Nuñez

TUTOR DE TESIS

## **AUTORÍA**

Los trabajos de investigación, cálculo, diseño, así como todas las propuestas emitidas y expuestas en el presente proyecto técnico bajo el tema “Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinllo; quebrada Shahuanshi.” son de total y exclusiva autoría y responsabilidad del autor

Ambato, Abril del 2016

.....

Angel Javier Campos Villafuerte

C.I. 1804374252

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de éste proyecto técnico o parte de el un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi proyecto técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de éste proyecto técnico, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Ambato, Abril del 2016

Autor

.....

Angel Javier Campos Villafuerte



## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del tribunal examinador aprueban el Informe de Investigación, bajo el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CONSTANTINO FERNÁNDEZ - SAN BARTOLOMÉ DE PINLLO; QUEBRADA SHAHUANSHI”**, de Angel Javier Campos Villafuerte, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Ambato, Abril de 2016

Para constancia firman:

.....

**Ing. Mg. Víctor Hugo Paredes**

**Profesor Calificador**

.....

**Ing. Mg. Byron Cañizares**

**Profesor Calificador**

## DEDICATORIA

*El presente proyecto se lo dedico a mis padres, Roberto López y Verónica Villafuerte, quien con mucha paciencia, dedicación y sobre todo amor me han brindado todo su tiempo y apoyo necesario para superar cada obstáculo y etapa en el transcurso de mi vida; ambos han sido un gran ejemplo y un pilar fundamental para ser mejor persona día tras día y cruzar cada año de estudio desde mis primeros ciclos académicos hasta llegar a este momento tan importante de mi vida. A mi hermana María Paula López quien con su amor, cariño y locuras me ha acompañado desde el día en que llegó a este mundo para llenarnos de mucha felicidad, hasta el día de hoy. A mi novia Anita Torres quien me ha brindado su tiempo, su amor y apoyo incondicional durante estos últimos tres semestres de la carrera y durante todo el proceso de realización del presente proyecto. A mis Abuelitos, Clímaco Villafuerte, Fabiola Arcos e Irma Naranjo quienes me han brindado su apoyo durante toda mi vida personal y académica.*

**A. Javier Campos Villafuerte**

## AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco infinitamente a Dios por llevarme de su mano durante toda mi vida y superar junto a él y mis seres queridos cada obstáculo de mi vida personal y académica; sin el imposible.

A mi tutor Ing. Mg. Galo Núñez por guiarme con sus conocimientos durante el proceso de realización del proyecto.

A los profesores de la Carrera de Ingeniería Civil que supieron compartirme todos sus conocimientos necesarios de una manera ética y profesional, para de esa manera lograr culminar de la mejor forma mi etapa Universitaria.

*A. Javier Campos Villafuerte*

## ÍNDICE GENERAL

### A) PÁGINAS PRELIMINARES

Portada.....	I
Certificación.....	II
Autoría del Trabajo.....	III
Derechos de Autor.....	IV
Aprobación del Tribunal de Grado.....	V
Dedicatoria.....	VI
Agradecimiento.....	VII
Índice General.....	VIII
Índice de Cuadros, Gráficos, Fotografías y Planos.....	XIV
Resumen Ejecutivo.....	XXIII

### B) TEXTO

Introducción.....	XXIV
-------------------	------

### CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Tema de Investigación.....	1
1.2. Justificación.....	1

1.3. Objetivos .....	3
1.3.1. Objetivo General .....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3

## **CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN**

2.1. Investigaciones Previas .....	4
2.2. Fundamentación Legal.....	5
2.3. Fundamentación Teórica.....	6
2.3.1. Vías .....	6
2.3.1.1. Clasificación de las Vías .....	6
2.3.1.2. Tráfico .....	9
2.3.1.3. Clasificación de las Carreteras en el Ecuador según el MTOP.....	13
2.3.2. Estudio de Suelos .....	16
2.3.3. Pavimento.....	18
2.3.3.1. Clasificación de los Pavimentos.....	19
2.3.3.2. Método AASHTO 93 para el Diseño de Pavimentos Flexible .....	22
2.3.4. Diseño Geométrico.....	37
2.3.4.1. Criterios de Diseño.....	38
2.3.4.2. Factores de Diseño .....	38
2.3.4.3. Velocidad de Diseño .....	40
2.3.4.4. Relación entre velocidad de circulación y diseño .....	41

2.3.4.5. Alineamiento horizontal.....	42
2.3.4.6. Peralte.....	47
2.3.4.7. Sobreancho de curvas.....	49
2.3.4.8. Distancia de Visibilidad .....	49
2.3.4.9. Alineamiento Vertical .....	51
2.3.4.10. Secciones Transversales Típicas.....	55
2.3.5. Estabilización de taludes .....	60
2.3.5.1. Talud .....	60
2.3.5.2. Estabilidad.....	60
2.3.5.3. Deslizamientos .....	60
2.3.5.4. Movimiento del cuerpo del talud .....	62
2.3.5.5. Falla rotacional.....	62
2.3.5.6. Falla traslacional .....	63
2.3.5.7. Flujo .....	65
2.3.5.8. Cálculo para estabilidad .....	65
2.3.5.9. Métodos de estabilización.....	69
2.3.6. Obras complementarias para vencer depresiones geográficas .....	74
2.3.7.1. Puentes .....	74
2.3.7.2. Alcantarillas Viales .....	78

## **CAPÍTULO III: DISEÑO DEL PROYECTO**

3.1. Ubicación .....	81
3.2. Estudios .....	85
3.2.1. Levantamiento Topográfico .....	85
3.2.2. Conteo vehicular .....	86
3.2.3. Estudio de Suelos .....	89
3.2.3.1. Determinación del CBR de diseño .....	91
3.2.3.2. Determinación de la cohesión, ángulo de fricción interna y peso específico del suelo que conforman los taludes .....	93
3.2.4. Estudio de las precipitaciones .....	94
3.3. Memoria Técnica (Cálculo y Diseño del proyecto) .....	95
3.3.1. Cálculo del TPDA .....	95
3.3.1.1. Factor de Hora Pico .....	96
3.3.1.2. Porcentaje de la trigésima hora .....	97
3.3.1.3. Tránsito Futuro .....	101
3.3.2. Diseño geométrico .....	103
3.3.2.1. Diseño Horizontal .....	103
3.3.2.2. Diseño Vertical .....	109
3.3.2.3. Diseño Transversal .....	112
3.3.3. Cálculo y diseño de la estructura del pavimento .....	113
3.3.3.1. Ejes equivalentes acumulados según el período de diseño (W18) .....	114

3.3.3.2. Factor de distribución por carril.....	116
3.3.3.3. Confiabilidad “R”.....	120
3.3.3.4. Desviación estándar normal ZR.....	121
3.3.3.5. Desviación estándar global “So”.....	121
3.3.3.6. Índice de Serviciabilidad “PSI” .....	122
3.3.3.7. Módulo de resiliencia de la subrasante “Mr” .....	123
3.3.3.8. Coeficientes de la carpeta asfáltica .....	124
3.3.3.9. Coeficientes de drenaje m2 y m3 .....	131
3.3.3.10. Cálculo del Número Estructural “SN” .....	132
3.3.4. Propiedades de los materiales a ser utilizados en cada capa del pavimento ...	135
3.3.4.1. Capa Sub base .....	136
3.3.4.2. Capa Base.....	137
3.3.4.3. Capa de rodadura.....	138
3.3.5. Cálculo y diseño de estructuras menores y obras complementarias .....	141
3.3.5.1. Diseño de cunetas.....	141
3.3.5.2. Diseño de alcantarillas .....	154
3.3.6. Análisis para la estabilidad de taludes .....	160
3.3.6.1. Análisis del talud más crítico (9,5m de altura) .....	162
3.3.6.2. Análisis del talud de altura mediana (6m de altura).....	195
3.3.6.3. Análisis de taludes de altura mediana a baja.....	202
3.3.7. Método de estabilización para taludes .....	207



3.3.7.1. Tendido del talud.....	207
3.3.7.2. Conformación de Bancos y Bermas .....	209
3.3.7.3. Estabilización mediante anclajes.....	210
3.3.8. Señalización Vial y Dispositivos para el Control del Tránsito .....	213
3.3.8.1. Señalización horizontal .....	213
3.3.8.2. Señalización Vertical .....	221
3.3.8.3. Guarda caminos.....	226
3.4. Planos del Diseño del Proyecto.....	228
3.5. Análisis de Precios Unitarios, Presupuesto y Cronograma Valorado de Trabajo...	229
3.5.1. Cálculo de los Volúmenes de Obra.....	229
3.5.1.1. Movimiento de Tierras .....	229
3.5.1.2. Instalación de Drenaje.....	231
3.5.1.3. Estructura del Pavimento .....	233
3.5.1.4. Instalaciones para Control del Tránsito.....	235
3.5.1.5. Mitigación Ambiental .....	237
3.5.2. Análisis de Precios Unitarios .....	239
3.5.3. Presupuesto .....	242
3.5.4. Cronograma Valorado de Trabajo.....	243
3.6. Especificaciones Técnicas.....	245
3.6.1. Movimiento de Tierras .....	245
3.6.2. Instalación de Drenaje.....	252

3.6.3. Estructura del Pavimento .....	253
3.6.4. Instalaciones para Control del Tránsito.....	258
3.6.5. Mitigación Ambiental .....	260

#### **CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1. Conclusiones .....	268
4.2. Recomendaciones.....	270

#### **C) MATERIAL DE REFERENCIA, BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL Y ANEXOS**

1. REFERENCIAS.....	272
2. BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL .....	274
3. ANEXOS .....	277

#### **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro N° 1.- Tasa de crecimiento del Tráfico en el Ecuador (%) .....	12
Cuadro N°2.- Clasificación de Carreteras de acuerdo al tráfico proyectado .....	14
Cuadro N°3.- Relación función, Clase MOP y Tráfico .....	15
Cuadro N°4.- Período de diseño según el tipo de carretera .....	24
Cuadro N°5.- Factor de distribución por carril .....	25
Cuadro N°6.- Nivel de confiabilidad de acuerdo a la zona.....	25
Cuadro N°7.- Factores de desviación normal .....	26
Cuadro N°8.- Calificación de la serviciabilidad de la carretera.....	28
Cuadro N°9.- Espesores mínimos según los ejes equivalentes (pulg.) .....	31

Cuadro N°10.- Capacidad de drenaje.....	35
Cuadro N°11.- Corrección de coeficientes estructurales con respecto al drenaje y a la humedad a la que está expuesto el pavimento .....	36
Cuadro N°12.- Velocidades de diseño en función del tipo de vía y de terreno .....	40
Cuadro N°13.- Velocidades de circulación.....	42
Cuadro N°14.- Valores mínimos recomendados para radio de curvatura.....	44
Cuadro N°15.- Valores de gradientes longitudinales máximas (%) .....	52
Cuadro N°16.- Valores mínimos para el coeficiente “K” .....	55
Cuadro N°17.- Valores de ancho del pavimento en metros .....	56
Cuadro N°18.- Valor de diseño de taludes recomendables en terrenos planos.....	57
Cuadro N°19.- Clasificación de la superficie de rodadura.....	57
Cuadro N°20.- Pendiente Transversal.....	59
Cuadro N°21.- Ubicación Geográfica del Proyecto.....	84
Cuadro N°22.- Cantidad de ejes equivalentes para selección del porcentaje de CBR...	92
Cuadro N°23.- Hora Pico del día lunes 30 de noviembre .....	95
Cuadro N°24.- Tráfico promedio diario anual actual .....	99
Cuadro N°25.- Tránsito Generado .....	99
Cuadro N°26.- Tránsito Atraído.....	100
Cuadro N°27. Tránsito Desarrollado .....	100
Cuadro N°28.- Índice de crecimiento vehicular.....	102
Cuadro N°29.-Proyección del tráfico para 20 años.....	102

Cuadro N°30 Factores de daños de acuerdo al tipo de vehículo.....	115
Cuadro N°31.- Ejes equivalente acumulados.....	118
Cuadro N°32.- Valores de a1 .....	125
Cuadro N°33.- Valores de a2 .....	128
Cuadro N°34.- Valores de a3 .....	130
Cuadro N°35.- Resumen de resultados obtenidos.....	132
Cuadro N°36.- Cálculo de la estructura del pavimento según “ASSHTO 93” .....	134
Cuadro N°37.- Granulometría especificada para capa sub base .....	136
Cuadro N°38.- Granulometría especificada para capa base.....	137
Cuadro N°39.- Requisitos de graduación de los agregados de acuerdo el método Marshall.....	139
Cuadro N°40.- Porcentajes de agregados necesarios para ensayo Marshall.....	140
Cuadro N°41.- Especificaciones del ensayo Marshall .....	140
Cuadro N°42.- Coeficientes de rugosidad.....	142
Cuadro N°43.- Velocidades y caudales según la pendiente .....	146
Cuadro N°44.- Coeficientes de escurrimientos.....	148
Cuadro N°45.- Volumen de Hormigón Necesario para las Alcantarillas con Cabezales Tipo 1 .....	159
Cuadro N°46.- Volumen de Hormigón Necesario para las Alcantarillas con Cabezales Tipo 2 .....	159
Cuadro N°47.- Ubicación y Detalles de Alcantarillas .....	160
Cuadro N°48.- Cálculo del Factor de Seguridad Fs método manual (Muestra 1) .....	176

Cuadro N°49.- Cálculo del Factor de Seguridad Fs método manual (Muestra 2) .....	177
Cuadro N°50.- Datos del perfil del talud Muestra 1 (Hoja Excel programada).....	178
Cuadro N°51.- Datos de la superficie de rotura Muestra 1 (Hoja Excel programada) ..	178
Cuadro N°52.- Datos del círculo de rotura, dovelas y propiedades del suelo Muestra 1 (Hoja Excel programada) .....	180
Cuadro N°53.- Cálculo del Factor de Seguridad Fs según la Hoja Programada en Excel (Muestra 1) .....	181
Cuadro N°54.- Datos del perfil del talud Muestra 2 (Hoja Excel programada).....	183
Cuadro N°55.- Datos de la superficie de rotura Muestra 2 (Hoja Excel programada) ..	183
Cuadro N°56.- Datos del círculo de rotura, dovelas y propiedades del suelo Muestra 2 (Hoja Excel programada) .....	184
Cuadro N°57.- Cálculo del Factor de Seguridad Fs según la Hoja Programada en Excel (Muestra 2) .....	185
Cuadro N°58.- Valores de FS según el modo de cálculo.....	195
Cuadro N°59.- Datos del perfil del talud de 6m (Hoja Excel programada).....	196
Cuadro N°60.- Datos de la superficie de rotura talud 6m (Hoja Excel programada) ...	196
Cuadro N°61.- Datos del círculo de rotura, dovelas y propiedades del suelo talud 6m (Hoja Excel programada) .....	198
Cuadro N°62.- Cálculo del Factor de Seguridad Fs Hoja Programa en Excel.....	199
Cuadro N°63.- Resumen del factor de seguridad en los taludes según su altura .....	204
Cuadro N°64.- Criterios para la selección del factor de seguridad en taludes .....	204
Cuadro N°65.- Amenaza de taludes según su factor de seguridad .....	205

Cuadro N°66.- Valores del factor de seguridad según el método de estabilización .....	213
Cuadro N°67.- Dimensiones aceptadas para Señalización Horizontal .....	213
Cuadro N°68.- Niveles mínimos de retroreflexión .....	217
Cuadro N°69.- Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada.....	219
Cuadro N°70.- Planos del Proyecto .....	228
Cuadro N°71.- Costo de Equipos .....	239
Cuadro N°72.- Costo de Materiales .....	240
Cuadro N°73.- Costo de Mano de Obra.....	241
Cuadro N°74.- Presupuesto del Proyecto.....	242
Cuadro N°75.- Cronograma Valorado de Trabajo .....	243

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1.- Pavimento Flexible .....	19
Gráfico N°2.-Pavimento semi-rígido .....	21
Gráfico N°3.-Pavimento articulado.....	22
Gráfico N°4.- Ábaco para el cálculo del número estructural $S_n$ para los pavimentos flexibles.....	29
Gráfico N°5.- Ábaco para estimación del coeficiente estructural $a_1$ .....	32
Gráfico N°6.- Ábaco para estimación del coeficiente estructural $a_2$ .....	33

Gráfico N°7.- Ábaco para estimación del coeficiente estructural $a_3$ .....	34
Gráfico N°8.- Nomenclatura de los espesores por capa.....	37
Gráfico N°9.- Relación existente entre velocidad de circulación y diseño.....	41
Gráfico N°10.- Elementos de una curva circular simple .....	45
Gráfico N°11.- Clotoide o Espiral de Euler .....	46
Gráfico N°12.- Fricción lateral según la velocidad de proyecto.....	48
Gráfico N°13.- Secciones típicas de cunetas .....	58
Gráfico N°14.- Dimensiones recomendadas para cunetas triangulares .....	59
Gráfico N°15.- a) Nomenclatura de una zona de falla; b) Tipos de falla .....	62
Gráfico N°16.- Tipos de fallas traslacionales .....	64
Gráfico N°17.- Seguridad del talud con respecto a su pendiente.....	70
Gráfico N°18.- Métodos de drenaje en taludes .....	71
Gráfico N°19.- Barra de anclaje.....	72
Gráfico N°20.- Límites de Constantino Fernandez y San Bartolomé de Pinillo .....	82
Gráfico N°21.- Ubicación del proyecto .....	83
Gráfico N°22.- Inicio y Final del Proyecto .....	84
Gráfico N°23.- Punto 1 (Vía Lacon-Angamarquillo) .....	87
Gráfico N°24.- Punto 2 (Vía Constantino Fernández – Vía Intercomunitaria) .....	88
Gráfica N°25.- Determinación del CBR de diseño .....	91
Gráfico N°26.- Ubicación de la estaciones meteorológicas en Tungurahua.....	94
Gráfico N°27. Arco de la hora pico .....	97

Gráfico N°28.- Cálculo del número estructural .....	133
Gráfico N° 29.- Espesores de las capas del pavimento flexible.....	135
Gráfico N° 30.- Sección transversal de cuneta .....	143
Gráfico N°31.- Sección Transversal Típica de la vía (1).....	152
Gráfico N°32.- Sección Transversal Típica de la vía (2).....	153
Gráfico N° 33.- Geometría del Talud con la Superficie de Falla (AutoCad).....	163
Gráfico N° 34.- Ángulo de inclinación de la dovela 1 .....	166
Gráfico N° 35.- Ángulo de inclinación de la dovela 1 .....	171
Gráfico N° 36.- Geometría del Talud de 9,5m con la Superficie de Falla (Hoja Programada en Excel) .....	179
Gráfico N°37.- Selección del método de cálculo del factor de seguridad .....	187
Gráfico N°38.- Determinación de parámetros de análisis del método seleccionado .....	188
Gráfico N°39.- Determinación del área de trabajo .....	189
Gráfico N° 40.- Perfil del Talud de 9,5m de altura con la Superficie de Falla (GEOSLOPE/W).....	190
Gráfico N°41.- Definición de las características del suelo para la muestra 1 .....	190
Gráfico N° 42.- Geometría del Talud de 9,5m con la Superficie de Falla (GEOSLOPE/W).....	
Gráfico N° 43.- Geometría del Talud de 9,5m con la Superficie de Falla y Resultados de la Muestra 1 (GEOSLOPE/W).....	192
Gráfico N°44.- Definición de las características del suelo para la muestra 2.....	193



Gráfico N° 45.- Geometría del Talud de 9,5m con la Superficie de Falla y Resultados de la Muestra 2 (GEOSLOPE/W).....	194
Gráfico N° 46.- Geometría del Talud de 6m con la Superficie de Falla (Hoja Programada en Excel).....	194
Gráfico N° 47.- Geometría del Talud de 6m con la Superficie de Falla y Resultados (GEOSLOPE/W).....	197
Gráfico N° 48.- Geometría del Talud de 5m con la Superficie de Falla y Resultados (GEOSLOPE/W).....	202
Gráfico N° 49.- Geometría del Talud de 4m con la Superficie de Falla y Resultados (GEOSLOPE/W).....	203
Gráfico N° 50.- Geometría del Talud de 3m con la Superficie de Falla y Resultados (GEOSLOPE/W).....	203
Gráfico N° 51.- Talud con valores críticos de las propiedades calculadas del suelo (GEOSLOPE/W).....	206
Gráfico N° 52.- Geometría del Talud de 9,5m con la Superficie de Falla y Resultados con Valores Críticos del Suelo (GEOSLOPE/W).....	206
Gráfico N° 53.- Geometría del Talud con relación 1:1 con la Superficie de Falla y Resultados (GEOSLOPE/W).....	208
Gráfico N° 54.- Geometría del Talud con relación 2:1 con la Superficie de Falla y Resultados (GEOSLOPE/W).....	208
Gráfico N° 55.- Geometría del Talud con bancos y bermas con la Superficie de Falla y Resultados (GEOSLOPE/W).....	209
Gráfico N° 56.- Ingreso de datos de las características del anclaje .....	211
Gráfico N° 57.- Geometría del Talud con anclajes, Superficie de Falla y Resultados .....	212

Gráfico N°58.- Demarcadores y Bordillos Montables .....	216
Gráfico N°59.- Ángulos de iluminación y de observación .....	217
Gráfico N°60.- Línea continua.....	219
Gráfico N°61.- Doble línea continua .....	220
Gráfico N°62.- Líneas de borde .....	221
Gráfico N°63.- Señales regulatorias.....	222
Gráfico N°64.- Señales preventivas .....	223
Gráfico N°65.- Señales informativas .....	224
Gráfico N°66.- Señales especiales delineadoras .....	225
Gráfico N°67.- Señales para trabajos en vías.....	225
Gráfico N°68.- Especificaciones de la colocación de las señales verticales.....	226
Gráfico N°69.- Esquema de los Guarda Caminos.....	227

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N°1.- Deslizamiento superficial por saturación del suelo .....	61
Fotografía N°2.- Concreto Lanzado.....	73
Fotografía N°3.- Alcantarillas en Bóveda.....	78
Fotografía N°4.- Alcantarillas Metálicas .....	79
Fotografía N°5.- Alcantarillas Tipo Cajón.....	80

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente proyecto técnico de investigación previo a obtener el título de Ingeniero Civil, tiene como finalidad realizar el diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinllo; quebrada Shahuanshi en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua, para de esta manera aportar a la comunidad con una vía necesaria y de buenas características, así como también a la Carrera de Ingeniería Civil con aspectos técnicos de investigación.

Para el desarrollo del proyecto se visitó la quebrada Shahuanshi en donde se llevará a cabo la mayoría de los estudios e investigaciones necesarias, y conforme se vaya desarrollando el proyecto, se plantearán las diferentes propuestas y soluciones a problemas que se presenten.

Todo lo relacionado con el diseño geométrico de la vía, se lo realizará basándose en la normativa del MTOP, para el diseño estructural del pavimento en la ASSHTO 93 y para estudiar la estabilidad de taludes se lo hará mediante métodos matemáticos establecidos, logrando así llevar a cabo el proyecto de una manera íntegra, basándose en normativas vigentes.

Una vez que se haya analizado, estudiado y seleccionado las mejores propuestas para el diseño de la vía se obtendrá los volúmenes de obra necesarios para realizar el análisis de precios unitarios, el presupuesto referencial de la obra y finalmente un cronograma valorado de trabajo.

## **B) TEXTO**

### **INTRODUCCIÓN.**

En el presente proyecto se realizarán los trabajos necesarios para diseñar la geometría de la vía que une Constantino Fernández y San Bartolomé de Pinillo, dicho diseño se lo hará en la quebrada Shahuanshi, considerando que este sitio es el límite entre ambas parroquias.

Una vez que se haya trazado el eje de la vía y determinado la geometría de la misma, se procederá a realizar el diseño estructural del pavimento, para de esta manera obtener una capa de rodadura cómoda, eficiente y durable para los usuarios de la vía.

Para obtener una seguridad vial adecuada, es necesario realizar el análisis de la estabilidad de taludes, para posteriormente elegir un método adecuado con el que sea posible mejorar la seguridad de los mismos.

Culminados todos los estudios necesarios para el diseño de la vía, se debe realizar todos los planos pertinentes para obtener el detalle de la geometría y de la estructura del pavimento de la misma; así como también de una obra complementaria que pueda vencer los accidentes geográficos que se encuentran en ella que servirá para obtener un trazado geométrico eficiente.

Con los planos definidos es posible determinar los volúmenes de obra, los mismos que serán necesarios para realizar el análisis de precios unitarios y el presupuesto total que tendrá la ejecución de dicha obra.

El presente proyecto técnico consta de diferentes antecedentes investigativos; fundamentación legal y teórica en la que el diseñador debe apoyarse para llevar a cabo dicho proyecto. Además se presentarán todos los planos necesarios, cuadros de estudios de suelos, cuadros de análisis de precios unitarios y conteo del tránsito.

# CAPÍTULO I

## 1. EL PROBLEMA

### 1.1. Tema de investigación:

Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.

### 1.2. Justificación:

En el Ecuador en la última década las construcciones de carreteras y puentes se lo ha hecho en gran magnitud, las mismas que sirven para comunicar diferentes lugares importantes del país, impulsando así el desarrollo del mismo, proporcionando a los usuarios carreteras cómodas y de buenas condiciones, así como también puentes de larga y corta longitud, dependiendo la topografía y el obstáculo a vencer.

En la Provincia de Tungurahua, las carreteras para unir las parroquias del cantón Ambato, en su mayoría tienen un trazado geométrico eficiente, son pavimentadas y poseen una capa de rodadura adecuada. En algunos casos el problema radica en la inestabilidad que poseen los taludes, como por ejemplo, en el sector La Victoria existe deslizamientos de tierras en algunos taludes y más aún en presencia de lluvia; dicho suceso está en función del tipo de suelo, así lo afirma Freire [1] en el capítulo 1-pag. 2; y de acuerdo a los estudios de suelos realizados en el terreno, concluye que es necesario

realizar un muro de contención de hormigón ciclópeo para estabilizar los taludes en dicho sector. Las investigaciones de Castro [2], en el capítulo 1-pag. 4, afirma que en la carretera Ambato-Píllaro han existido varios tipos de eventos como deslizamientos, reptación, flujos, avalanchas, desprendimientos, esparcimientos que han afectado a la estabilidad de los taludes en esta carretera, y de acuerdo a los estudios que realizó en el terreno y en el laboratorio, recomienda estabilizar los taludes mediante peinado del talud, geomallas, hidrosiembra o anclajes con mallas galvanizadas. El MTOP en el Informe Final de Ingeniería de la estabilización del tramo crítico del Paso Lateral de Ambato, en el Cap. II, afirma la gran inestabilidad que posee el talud de corte de este tramo debido a la escasa vegetación que existe, quedando los materiales expuestos al medio ambiente, causando así una erosión tipo eólica, manifestándose mediante surcos y caída de rocas; esta es una de las diferentes causas de la inestabilidad del talud; las otras causas están relacionadas con la estratigrafía, geología estructural, entre otras. Las dos alternativas de solución que presentaron previo a estudios realizados en campo y laboratorio son, la excavación del material realizando bermas para disminuir la pendiente del talud o emplear pernos de anclaje que sostengan las cuñas inestables.

El presente proyecto consiste en proporcionar una vía corta y de buenas condiciones desde el punto de vista geométrico y de la estructura del pavimento, que pueda unir las parroquias de Constantino Fernández y San Bartolomé de Pinillo mediante la quebrada Shahuanshi, logrando así una forma más cómoda de transportarse entre ambas parroquias, reduciendo el tiempo de viaje y proporcionando seguridad vial al usuario; para ello es necesario realizar los estudios pertinentes y seleccionar el método correcto para la estabilización del talud de corte de la calzada teniendo en cuenta los antecedentes investigativos con respecto a la estabilidad de los mismos; además se debe seleccionar una obra complementaria adecuada que pueda vencer las depresiones geográficas del terreno, logrando un trazado geométrico eficiente de la carretera.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General:**

Realizar el diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos:**

- Determinar obras complementarias que intervengan en las depresiones geográficas necesarias a vencer para el trazado vial.
- Analizar las condiciones del terreno de acuerdo a los cortes necesarios con respecto al ancho de la calzada, para determinar el método más adecuado de estabilización del mismo.



## **CAPÍTULO II**

### **2. FUNDAMENTACIÓN**

#### **2.1. Investigaciones Previas**

El presente proyecto se encuentra ubicado en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia de Constantino Fernández, en la quebrada Shahuanshi. Constantino Fernández cuenta con una superficie territorial de 37 Km<sup>2</sup>, y corresponde al 3,67% del área cantonal. La quebrada Shahuanshi es el límite que se encuentra al Oeste de la parroquia. Dicha quebrada al momento posee vegetación, árboles y en ciertas partes senderos de aproximadamente 1,5m de ancho para circulación únicamente peatonal; tiene una pendiente transversal pronunciada y se lo podría catalogar como un terreno montañoso.

El GAD parroquial de Constantino Fernández tiene la necesidad de unir su parroquia con San Bartolomé de Pinillo mediante una vía corta y de buenas condiciones, ya que con la actual vía toma un tiempo considerable para unir ambas parroquias, lo mismo que es incómodo por la pérdida de tiempo para los usuarios de dicha vía.

Pensando en esto, el GAD de Constantino Fernández presenta la necesidad de realizar un proyecto vial mediante la quebrada ya mencionada, con un trazado geométrico adecuado y con una estructura del pavimento resistente, con la cual el usuario de la vía se sienta cómodo al transitar por ella.

Además es necesario realizar un estudio para la estabilidad que tendrán los taludes de corte con respecto al volumen de excavación que se necesite para conformar el ancho de la calzada.

Para realizar la estabilización de taludes es necesario basarse en estudios e investigaciones previas realizadas en la provincia de Tungurahua; como por ejemplo en el sector La Victoria por [1] y en la carretera Ambato-Pinllo por [2]. Además se tomará en cuenta los estudios realizados por el MTOP en el Informe Final de Ingeniería de la estabilización del tramo crítico del Paso Lateral de Ambato, en el Cap. II.

Es necesario además tomar como referencia y apoyo varias tesis de grado realizadas en la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, que servirán para revisar y analizar los diferentes estudios propuestos por cada uno de los alumnos que realizaron un diseño geométrico y estructural de una determinada vía; así como también de diseños de obras complementarias como puentes o alcantarillas para vencer depresiones geográficas.

## **2.2. Fundamentación Legal**

El presente proyecto se basará en los siguientes sustentos legales:

- Norma de diseño geométrico de carreteras; MTOP 2003
- ASSHTO 93 para el diseño de la estructura del pavimento
- Diseño geométrico de calles y carreteras AASHTO 94
- Especificaciones generales para la construcción de Caminos y Puentes; MOP-001-F-2003

- Ley de Caminos de la República del Ecuador
- ASSHTO LRFD 2012, LRFDUS-6, 2012

## **2.3. Fundamentación Teórica**

### **2.3.1. Vías**

**Vía.-** Estructura de uso público, necesaria para que los vehículos circulen de forma continua, a una velocidad de diseño conveniente, con una comodidad y seguridad adecuada.

#### **2.3.1.1. Clasificación de las Vías**

La clasificación de vías o carreteras se lo realiza de distintas maneras según sus condiciones; se puede determinar las siguientes:

##### **2.3.1.1.1. Por su función:**

**Caminos Primarios.-** Vías que se encuentran entre centros de mayor población y de importancia en nuestro país; aportan para el desarrollo del mismo, además de proporcionar conexión entre sus regiones, así como también de manera internacional.

- Ancho de Camino, incluyendo obras de drenaje, 8 metros
- El derecho de vía es de 14 metros
- Para el afirmado se utiliza pavimentos, base y sub base
- El radio mínimo de curvatura es 60 metros
- Las obras para detalle en la carretera se lo hace de mampostería y en ocasiones de tableros de madera

**Caminos Secundarios.-** Sirven para la conexión de lugares poblados de importancia y proporcionan la entrada a los caminos primarios. Tienen gran importancia, ya que comunican ciudades y además regulan el tráfico que se encuentra en las carreteras de primer orden.

- Ancho de Camino, sin obras de drenaje, 4 metros
- El derecho de vía es de 8 metros
- Para el afirmado se lo hace con terreno natural con revestimiento de piedra
- El radio mínimo de curvatura es 40 metros
- Las obras para detalle en la carretera se lo hace de mampostería y en ocasiones de tableros de madera
- La pendiente aceptable es del 10%

**Caminos Terciarios.-** Sirven para la conexión de lugares poblados de menor importancia y proporcionan el acceso a las carreteras principales. El interés que posee es

a nivel local y su función es suministrar y distribuir el tránsito que se encuentra en las vías de segundo orden.

- Ancho de Calzada, sin obras de drenaje, 4 metros
- El derecho de vía es de 6 metros
- Para el afirmado se lo hace con terreno natural con revestimiento de piedra
- El radio mínimo de curvatura es 30 metros
- Las obras para detalle en la carretera se lo hace de material de la región
- La pendiente aceptable es del 10%

**Caminos Vecinales.-** Son vías generalmente de tierra y tienen la función de conectarse con las vías de tercer orden.

- Ancho de Calzada, sin obras de drenaje, 3 metros
- El derecho de vía es de 6 metros

#### **2.3.1.1.2. Por el tipo de terreno**

**Vía típica de terreno plano.-** Es el acoplamiento vertical y horizontal que posibilita a los vehículos pesados conservar la misma velocidad que los vehículos livianos.

**Vía típica de terreno ondulado.-** Es el acoplamiento vertical y horizontal que obliga a los conductores de los vehículos pesados a disminuir la velocidad con respecto a la de los vehículos livianos para obtener mayor seguridad en la circulación.

**Vía típica de terreno montañoso.-** Es el acoplamiento vertical y horizontal que obliga a los conductores de los vehículos pesados a transitar a velocidad sostenida en rampa durante espacios frecuentes.

### **2.3.1.2. Tráfico**

Para realizar el diseño de una vía es necesario que se fundamente, entre otros datos, en el tráfico que posee la misma, para de esta manera poder obtener una información clara del volumen de tránsito que la carretera pueda mantener, evitando una congestión vehicular significativa. Se deberá realizar además una predicción del tráfico futuro con las fórmulas correspondientes, obteniendo de esta manera la cantidad y tipo de tráfico que circulará por la carretera.

#### **2.3.1.2.1. Tráfico promedio diario anual**

La cifra para determinar el tamaño del tránsito que circula por la misma se refiere al TPDA, que son las siglas correspondientes al tráfico promedio diario anual.

Para el cálculo del TPDA de acuerdo a la norma del MTOP [3] se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- 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.
- Para el caso de Autopistas, generalmente se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene lo que se conoce como FLUJO DIRECCIONAL que es el % de vehículos en cada sentido de la vía: esto, determina composiciones y volúmenes de tráfico diferentes en un mismo período.

Cabe mencionar, de acuerdo a [3] que; “puede realizarse el análisis del TPDA considerando el volumen de los dos sentidos de circulación debiendo quedar plenamente aclarado, para evitar errores en cálculos posteriores que se realicen con estos datos”.

Para realizar el cálculo del TPDA, se debe tomar en cuenta las siguientes variables:

**Factor horario (FH):** Es el factor que permite cambiar la cantidad de vehículos contabilizados durante un determinado número de horas a volumen diario promedio.

**Factor diario (FD):** Es el factor que permite cambiar la cantidad de vehículos diarios promedio, en volumen semanal promedio.

**Factor semanal (FS):** Es el factor que permite cambiar la cantidad de vehículos semanal promedio, en volumen mensual promedio.

**Factor mensual (FM):** Es el factor que permite cambiar la cantidad de vehículos mensual promedio, en TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA).

$$TPDA = T_o \times FH \times FD \times FS \times FM$$

En el cual el  $T_o$  se refiere al tráfico observado

#### **2.3.1.2.2. Tráfico Futuro**

Para obtener una predicción del tránsito futuro que tendrá una vía, se debe siempre basar en el tránsito actual que posee dicha vía. Esta predicción se lo hace con un adelanto de 15 o 20 años de acuerdo a [3].

Para visualizar o determinar el tiempo en que una carretera va a necesitar mantenimiento o mejoramiento de la carpeta asfáltica, es necesario obtener el dato del tránsito futuro. Esta información además sirve para saber si la carretera necesita ser ampliada. De acuerdo a las investigaciones realizadas en [3], para determinar el tránsito futuro, se lo realiza mediante la comparación entre la máxima circulación que puede llevar la vía y el volumen correspondiente a la 30ava hora, o trigésimo volumen horario anual más alto, que es el volumen horario excedido sólo por 29 volúmenes horarios durante un año determinado.



### 2.3.1.2.3. Crecimiento normal del tráfico actual

Si se pretende mejorar una vía el tránsito actual está conformado por:

**Tránsito Existente:** Se obtiene por medio de las investigaciones del tráfico, y se lo utiliza previo al mejoramiento de la carretera.

**Tráfico Desviado:** Una vez que la vía entre en funcionamiento, existirá tráfico atraído desde otras carreteras, a esto se lo conoce como tráfico desviado.

**Tráfico Generado:** Este tipo de tráfico es aquel que se obtendrá solamente si las mejoras de la vía suceden

**Tráfico Desarrollado:** Es el tráfico que se genera por incorporaciones de áreas de comercio o de residencia en la nueva vía

**Cuadro N° 1.- Tasa de crecimiento del Tráfico en el Ecuador (%)**

Tasa de crecimiento vehicular (Ecuador)		
Tipo de Vehículo	Período	
	1990-2000	2000-2010
Livianos	5%	4%
Buses	4%	3,50%
Camiones	6%	5%

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

### **2.3.1.3. Clasificación de las carreteras en el Ecuador según el MTOP**

#### **2.3.1.3.1. Por el tipo de terreno**

**Llano (Ll):** Cuando por la vía no existen pendientes significativas, se lo identifica como un terreno de topografía llana, y el mismo requiere el mínimo movimiento de tierras; las pendientes transversales son menores al 5% y las longitudinales varían del 0 al 5%.

**Ondulado(O):** Un terreno posee una topografía ondulada cuando este tiene una pendiente longitudinal que guarda relación con la pendiente transversal sin excederse; requiere un movimiento de tierras normal; las pendientes transversales son del 6 al 12% y las longitudinales están entre el 3 al 6%.

**Montañoso (M):** Requieren un movimiento de tierras significativo para conformar el ancho de la calzada; en este tipo de terreno las pendientes mandan sobre el trazado de la vía ya que la pendiente transversal es menor o igual al 50%; pendientes mayores al 50% se considera un terreno escarpado.

#### **2.3.1.3.1.2. Por su competencia**

Tomando en cuenta que la red vial nacional está compuesta por el total de carreteras existentes en Ecuador, se clasifican de la siguiente manera:

**Red Vial Estatal.-** Compuesta por todas las carreteras gobernadas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

**Red Vial Provincial.-**Compuesta por todas las carreteras administradas por los Consejos Provinciales.

**Red Vial Cantonal.-** Compuesta por todas las carreteras gobernadas por cada uno de los Consejos Municipales.

**2.3.1.3.1.3. Por el tráfico proyectado**

De acuerdo con [3] para realizar el diseño de vías en la república del Ecuador, la clasificación está en relación con el pronóstico de tráfico para un ciclo comprendido entre 15 o 20 años, que se muestra en el cuadro a continuación

**Cuadro N°2.- Clasificación de Carreteras de acuerdo al tráfico proyectado**

FUNCIÓN	CATEGORIA DE LA VIA		TPDA
CORREDOR	R-I o R-II	Tipo	>8000
	I	Todos	3000-8000
ARTERIAL	II	Todos	1000-3000
COLECTOR	III	Todos	300-1000
A	IV	5,5E,6 Y 7	100-300
VECINAL	V	4 Y 4E	<100

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

#### 2.3.1.3.1.4. Por la función jerárquica

**Corredores Arteriales.-** Los corredores arteriales se los considera como vías de calzadas divididas, por su gran importancia y su gran demanda estos corredores poseen un gran control de circulación y de acceso debido a que los mismos tienen alta jerarquía y pueden conectar al continente y por esto se encuentran en la clase I y II.

**Vías Colectoras.-** Estas carreteras por su demanda moderada del tránsito promedio diario anual tienen el objetivo de recoger tráfico proveniente de las zonas rurales o de una región que llegan a través de vías locales y se encuentran en la clase I, II, III y IV.

**Caminos Vecinales.-** Por su baja demanda de vehículos, corresponde a las vías rurales, pero garantizan la continuidad de la malla estratégica vial y se encuentran dentro de la clase IV y V.

**Cuadro N°3.- Relación función, Clase MOP y Tráfico**

<b>FUNCION</b>	<b>CLASE DE CARRETERA (según MOP)</b>	<b>TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)</b>
CORREDOR ARTERIAL	RI - RII (2)	>8000
	I	3000 – 8000
COLECTORA	II	1000 – 3000
	III	300 – 1000
VECINAL	IV	100 – 300
	V	< 100

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

Para lograr que la construcción de una carretera se lo realice de una manera íntegra, se debe considerar los costos de mantenimiento, de operación y principalmente de construcción.

Con un diseño adecuado de la vía se podrá obtener una capacidad suficiente para la circulación del tránsito, así como también velocidades cómodas y sobretodo la máxima seguridad vial, además de tomar en cuenta todos los aspectos ambientales.

### **2.3.2. Estudio de Suelos**

La elaboración de un estudio de suelos permite determinar las diferentes particularidades físicas y mecánicas del suelo; para el caso de un proyecto de carretera, permite determinar las propiedades y características que posee la subrasante, es decir el terreno de fundación donde se asentará el pavimento.

Para dicho estudio es necesario poseer una asesoría técnica por un profesional experimentado en el estudio de suelos, el mismo que brindará apoyo en las siguientes actividades:

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

Para investigar y conocer las propiedades mecánicas del terreno de fundación o subrasante, es necesario realizar los siguientes ensayos en el laboratorio:

- Granulometría
- Límites Atterberg
- CBR
- Densidad máxima y humedad óptima (Proctor)
- Contenido de humedad

Para elaborar dichos ensayos es necesario tomar muestras realizando calicatas entre 1,5 a 2 metros de profundidad, cada 200 ó 500m, esto depende del tipo de suelo y del tipo de vía que se construirá.

En los primeros 50cm se debe tomar un aproximado de 50kg de muestra alterada, que servirá para realizar los ensayos de:

- Clasificación del suelo
- Humedad natural
- Límites de consistencia
- Granulometría
- Densidad máxima y humedad óptima (Proctor)
- CBR

Además es necesario tomar una muestra inalterada con la cual se pueda determinar la cohesión que posee el suelo de los taludes que conforman la vía, dato que servirá junto con el ángulo de fricción interna, para determinar la estabilidad que poseen dichos taludes

### **2.3.3. Pavimento**

Estructura que descansa sobre un terreno de fundación previamente compactado, con una densidad óptima y un contenido de humedad adecuado, que sirve para soportar el tránsito vehicular; el pavimento se compone por capas superpuestas; construidos con materiales de calidad y compactados adecuadamente.

Según los estudios de Montejo [4], en el capítulo 1- pág. 1; los pavimentos deben reunir las siguientes características:

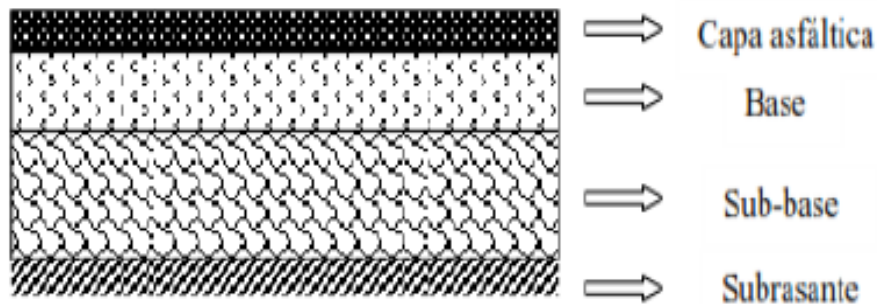
- Poseer una resistencia adecuada a las cargas transmitidas por los vehículos
- Ser resistente a los diferentes agentes de la intemperie
- Poseer una textura y conformación adecuada de la capa de rodadura, apta para dar seguridad a la circulación de los vehículos con la velocidad que se diseña la vía
- Presentar pendientes transversales y sobretodo longitudinales aptas para la circulación cómoda de los vehículos
- Ser durable
- Tener obras de drenaje correctamente diseñadas
- Ser económicas

### 2.3.3.1. Clasificación de los Pavimentos

#### 2.3.3.1.1. Pavimento flexible:

Tipo de pavimento compuesto por la capa base y sub base, de baja rigidez, que poseen una capa de rodadura de carácter bituminoso.

**Gráfico N°1.- Pavimento Flexible**



Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

**Sub base:** Capa del pavimento que debe soportar los esfuerzos producidos por el tránsito y por las capas superiores; y que debe transmitirlos a un nivel adecuado del terreno de fundación.

Además la sub base tiene la función de drenar el agua que la penetra, a través de su misma capa o de la berma, así como también impide la ascensión capilar; en efecto la sub base granular no permite que las capas superiores se contaminen con el suelo fino del terreno de fundación.



**Base:** El objetivo primordial de esta capa es transmitir los esfuerzos producidos por el tránsito vehicular en una mayor intensidad a la cada sub base y al terreno de fundación; además de cumplir una función económica al utilizar materiales resistentes para su conformación de bajo costo.

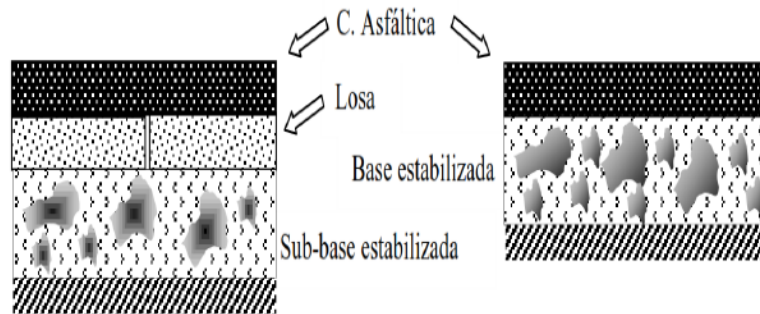
**Capa de rodadura:** Capa del pavimento que tiene como función proporcionar al usuario de la vía una superficie de rodamiento cómoda y segura para su circulación.

Otras de sus funciones es el de transmitir los esfuerzos producidos por el tránsito a sus capas inferiores, la base y la sub base, así como también el de impedir el paso del agua hasta donde sea posible y poseer una tensión adecuada para mejorar la función estructural del pavimento.

#### **2.3.3.1.2. Pavimento Semi-rígido**

Tipo de pavimento que posee características similares al de un pavimento flexible, la diferencia radica en que estos pavimentos son mejorados en alguna de sus capas con materiales artificiales como cemento, cal, asfalto, emulsión y ciertos químicos. Estos materiales artificiales se emplean para proporcionar propiedades mecánicas adecuadas de los materiales que se van a utilizar para la construcción del pavimento. Dicha labor se la realiza cuando los materiales que poseen propiedades adecuadas para construir el pavimento, se encuentran a una distancia considerable de la obra, por lo que es más económico y práctico estabilizar los materiales de construcción del pavimento.

**Gráfico N°2.-Pavimento semi-rígido**



Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

#### **2.3.3.1.3. Pavimento rígido:**

Tipo de pavimento en el cual su principal estructura es una losa de concreto hidráulico, mediante el cual se transmiten los esfuerzos producidos por la circulación vehicular al terreno de fundación o a una capa sub base compuesta con un material seleccionado.

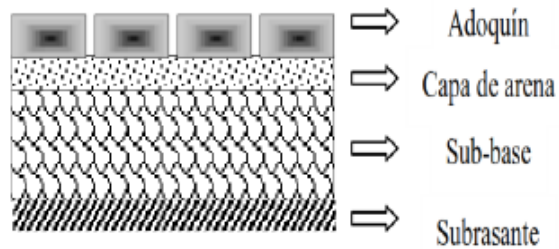
Este tipo de pavimento trabaja de gran forma aun cuando el terreno de fundación no es de buena calidad, esto es debido a la resistencia que posee la losa de concreto, por lo que no es de gran importancia el diseño que se le proporcione a las capas o a la capa que se encuentre por debajo de la losa de concreto hidráulico.

#### **2.3.3.1.4. Pavimento articulado:**

La capa de rodadura de este tipo de pavimento está conformada por elementos de hormigón prefabricados llamados adoquines, los mismos que poseen un espesor

determinado y son iguales entre sí. La capa sobre la cual se apoyan estos elementos está conformada únicamente por arena, y dependiendo de las condiciones del terreno de fundación y de las cargas que soportará el pavimento, se puede apoyar directamente sobre la subrasante o sobre una capa sub base granular.

**Gráfico N°3.-Pavimento articulado**



Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

### **2.3.3.2. Método ASSTHO 93 para el diseño de pavimentos flexibles.**

Según la ASSHTO 93 [5], para realizar el diseño del pavimento flexible se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

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

El método ASSHTO para realizar el diseño de pavimentos flexibles, se fundamenta en determinar un número estructural “SN”, el mismo que proporciona un resultado con el que se pueda soportar las diferentes cargas a las que va a estar expuesta la carretera, principalmente el del tránsito vehicular.

La fórmula para el diseño del pavimento flexible es la siguiente:

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

En donde:

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

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

**So:** Desviación estándar de todas las variables

**ΔPSI:** Pérdida de la serviciabilidad

**Mr:** Módulo de resiliencia de la subrasante

**SN:** Número estructural

Para el diseño estructural del pavimento flexible se deben tomar en cuenta las siguientes variables:

**2.3.3.2.1. Período de Diseño:** Según la fundamentación del Manual Centro Americano de Pavimentos [6], en su capítulo 2; el período de diseño es “el tiempo total para el cual se diseña un pavimento en función de la proyección del tránsito y el tiempo que se considere apropiado para que las condiciones del entorno se comiencen a alterar desproporcionalmente”.

**2.3.3.2.2. Vida útil del pavimento:** Es aquel período que transcurre desde que la vía empieza a funcionar hasta que la misma presenta bajos servicios de serviciabilidad.

**Cuadro N°4.- Período de diseño según el tipo de carretera**

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

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

**2.3.3.2.3. Tránsito equivalente según el período de diseño requerido (W18)**

Según los estudios e investigaciones realizadas por la ASSHTO, determinan que existe un valor de carga determinado con el que se produce los diferentes daños en el

pavimento; dicho valor es equivalente a un número de pasadas de un eje sencillo de 18000 lb (8.2 ton), acumulados durante el período de diseño.

**Cuadro N°5.- Factor de distribución por carril**

Número de carriles en una dirección	% del W18 en el carril de diseño, DL
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

#### 2.3.3.2.4. Nivel de confiabilidad “R”

El factor de confiabilidad “R” introducido por la ASSHTO, es de gran importancia, debido a q el mismo toma en cuenta cual es el comportamiento y desempeño del pavimento frente al entorno natural o exterior. Con este nivel de confiabilidad se puede dar la probabilidad de que el pavimento se comporte igual o mejor que el previsto para la vida útil del pavimento diseñado.

**Cuadro N°6.- Nivel de confiabilidad de acuerdo a la zona**

Clasificación funcional	Zonas Urbanas	Zonas Rurales
Autopistas	85-99,9	80-99,9
Carreteras de 1er orden	80-90	75-95
Carreteras de 2do orden	80-95	75-95
Caminos vecinales	50-80	50-80

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

Los valores que proporciona la ASSHTO del nivel de confiabilidad R, guarda relación con el coeficiente de desviación estándar normal “Zr”, el mismo que se asocia con la desviación estándar global “So”.

**Cuadro N°7.- Factores de desviación normal**

Confiabilidad	Zr
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405

Confiabilidad	Zr
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

#### **2.3.3.2.5. Desviación estándar global “So”**

El valor de desviación global, guarda relación con la confiabilidad “R”, y proporciona un valor para considerar posibles cambios que puedan existir en el comportamiento del pavimento y en el cálculo del tránsito futuro. En el diseño de pavimentos flexibles se recomienda usar un valor de 0,45.

#### **2.3.3.2.6. Módulo de Resiliencia “Mr”**

El módulo de resiliencia sirve para determinar las propiedades del terreno de fundación, es decir de la subrasante. Este dato es muy importante considerando que la subrasante es

en donde se va a asentar el pavimento, por lo que identificando la condiciones del terreno de fundación es posible determinar los espesores de las capas del pavimento.

En el método ASSHTO 93 para el diseño de pavimentos flexibles se incluye una relación entre el módulo de resiliencia “Mr” y el CBR, considerando que en algunos países como el nuestro, no existen los equipos necesarios para determinar el módulo de resiliencia.

- $Mr (PSI) = 1500 \times CBR$  para  $CBR < 10\%$  (sugerido por ASSHTO)
- $Mr (PSI) = 3000 \times CBR^{0,65}$  para CBR de 7,2% a 20% (ecuación desarrollada por Sudáfrica)
- $Mr (PSI) = 4326 \times \ln CBR + 241$  (utilizada para suelos granulares por la ASSHTO)

#### **2.3.3.2.7. Índice de Serviciabilidad “ $\Delta PSI$ ”**

La serviciabilidad de un pavimento se la considera como una condición en la cual se obtiene un manejo cómodo y seguro en la vía en un determinado tiempo.

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

El índice de servicio inicial es igual a 4,2 por tratarse de pavimento flexible.

Para el índice de servicio terminal se recomienda valores entre 2,5 o 3,0 para caminos principales y 2,0 para secundarios.



Según opiniones de conductores, los siguientes valores que se muestran fueron tabulados en la tabla que se muestra a continuación

**Cuadro N°8.- Calificación de la serviciabilidad de la carretera**

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

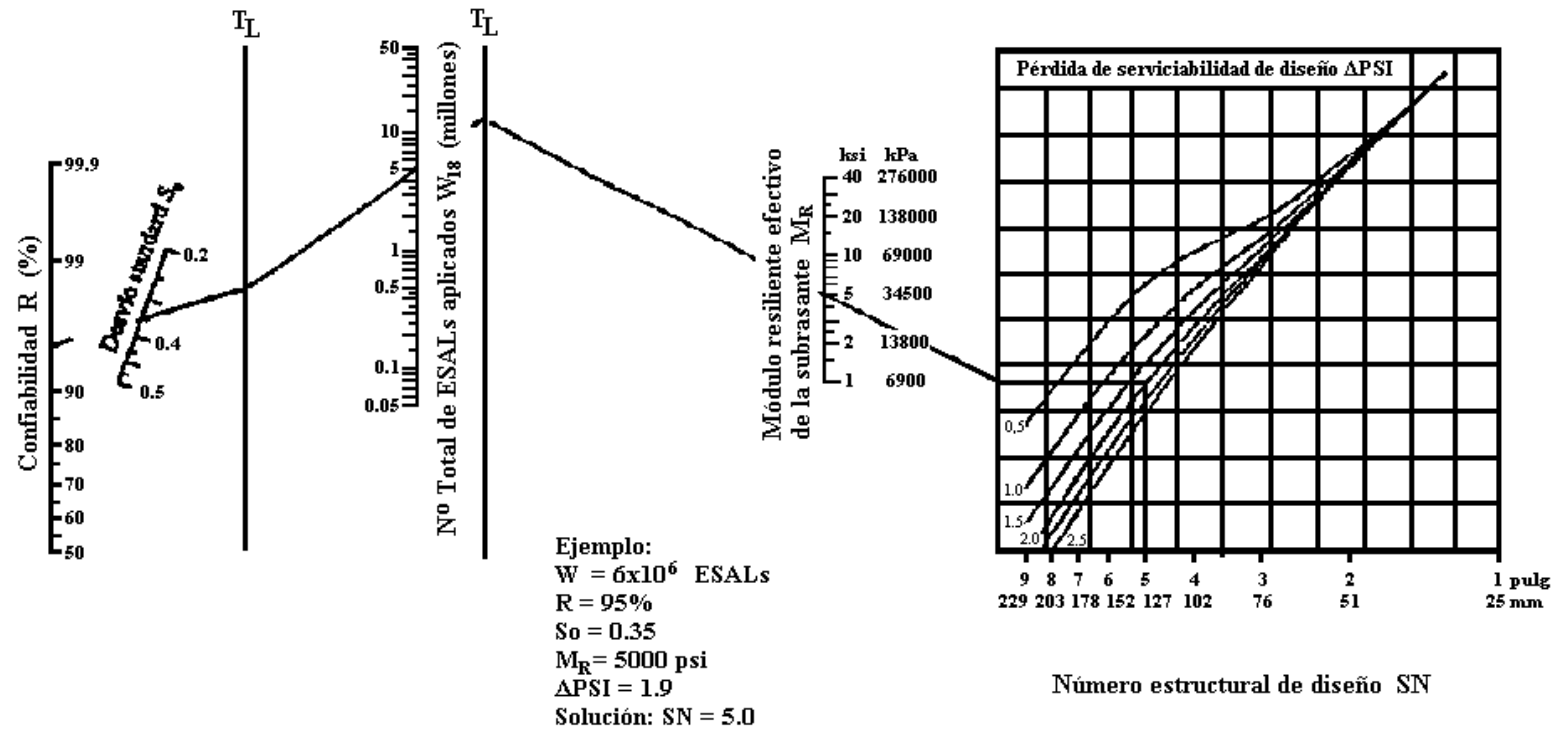
Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

#### **2.3.3.2.8. Determinación del Número Estructural según ábaco AASHTO 93**

A continuación se presentan las diferentes variables que se considera en el ábaco de la ASSHTO para el cálculo del número estructural.

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

Gráfico N°4.- Ábaco para el cálculo del número estructural Sn para pavimentos flexibles



Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

Además existen programas computacionales y hojas en Excel con los que es posible calcular el número estructural de una manera más práctica; como por ejemplo el programa propio de la ASSHTO 93 elaborado para dicho cálculo.

### **2.3.3.2.9. Determinación de espesores por capa**

A continuación de haber obtenido el número estructural, ya sea por cálculo manual con el ábaco ASSHTO o con algún programa computacional, damos paso a determinar los diferentes espesores de cada una de las capas que conforman el pavimento, proporcionando a cada capa el suficiente valor de soporte equivalente al número estructural que se calculó.

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Dónde:

$a_1, a_2, a_3$  = Coeficientes estructurales correspondientes de la carpeta asfáltica, capa base y de la capa sub base respectivamente

$D_1, D_2, D_3$  = Espesores de la carpeta asfáltica, capa base y de la capa sub base respectivamente

$m_2$  y  $m_3$  = Coeficientes de drenaje para la capa base y la capa sub base respectivamente

En la tabla que se muestra a continuación se presentan los siguientes valores de espesores mínimos sugeridos según la cantidad de ejes equivalentes simples acumulados:

**Cuadro N°9.- Espesores mínimos según los ejes equivalentes (pulg.)**

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

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

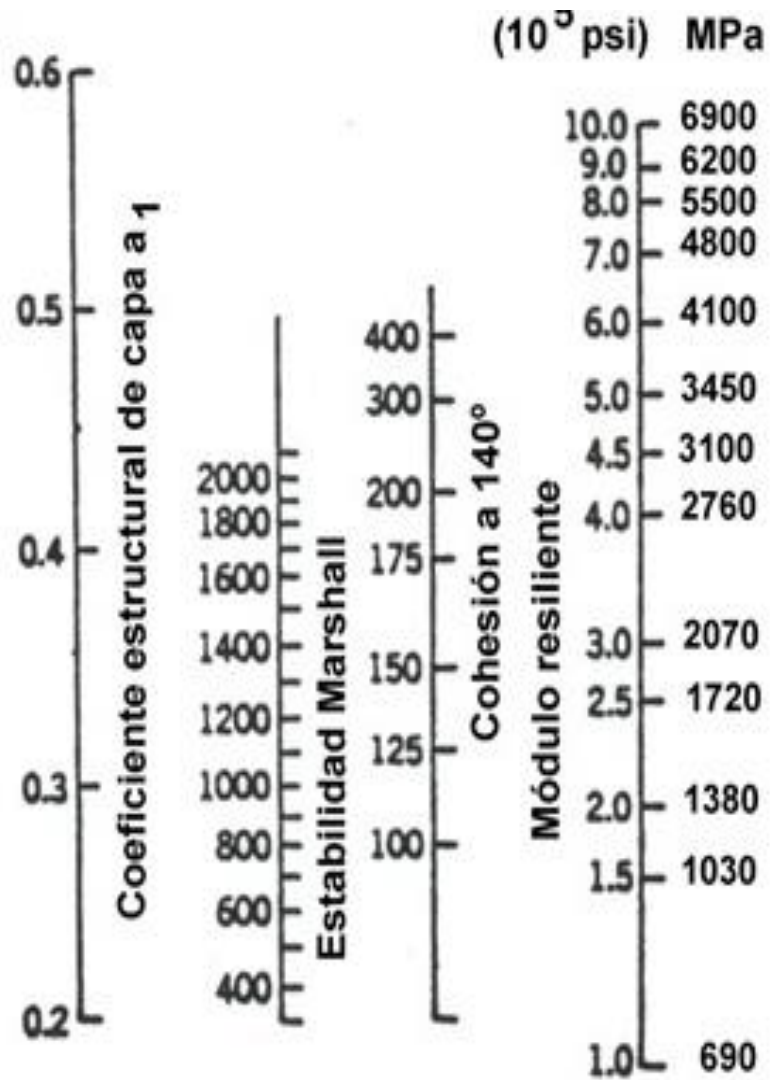
#### **2.3.3.2.10. Coeficientes estructurales a1, a2, a3**

Cada uno de los materiales empleados para la elaboración de cada una de las capas que conforman el pavimento, poseen un coeficiente estructural  $a_i$ , el mismo que está en función de las características ingenieriles. Los coeficientes estructurales muestra la capacidad del material para resistir las cargas producidas principalmente por la circulación vehicular.

Los coeficientes se obtienen a partir de pruebas de laboratorio realizadas, tales como, módulo resiliente, CBR y Texas triaxial; de esta manera se obtienen las siguientes figuras para cada coeficiente estructural.

## Coeficiente a1

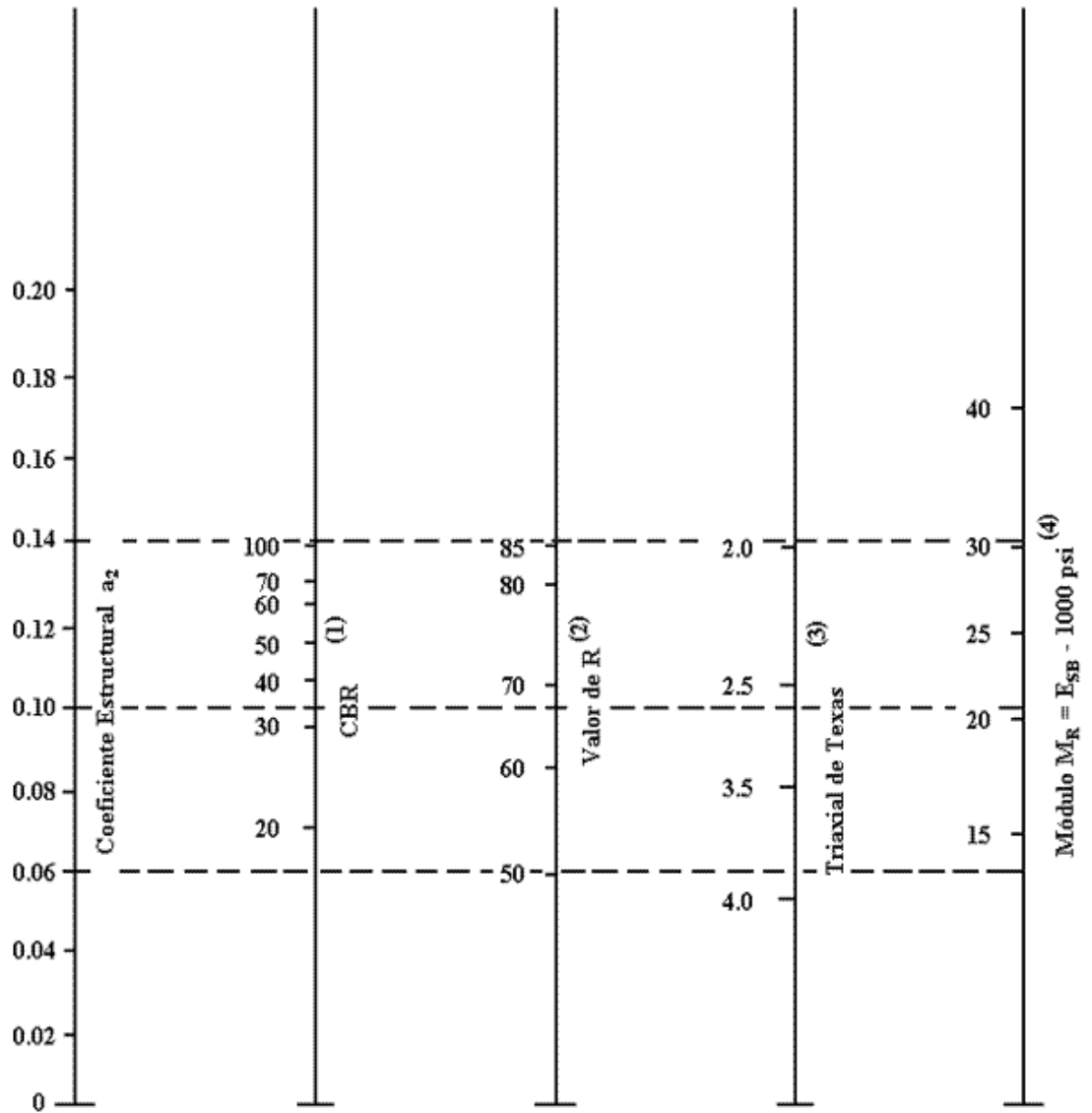
Gráfico N°5.- Ábaco para estimación del coeficiente estructural a1



Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

**Coefficiente a<sub>2</sub>**

**Gráfico N°6.- Ábaco para estimación del coeficiente estructural a<sub>2</sub>**

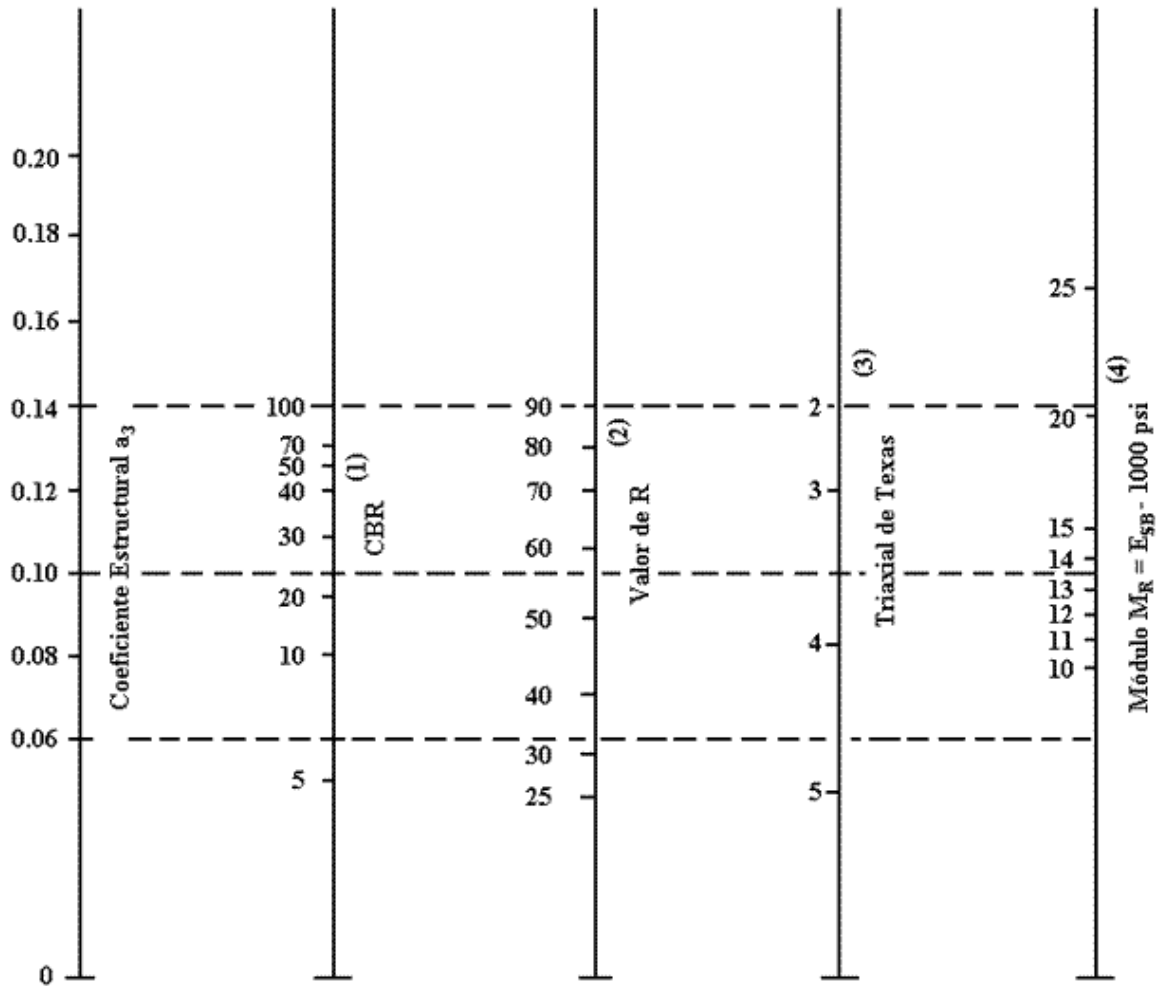


- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo Mexico y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

**Coefficiente a3**

**Gráfico N°7.- Ábaco para estimación del coeficiente estructural a3**



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

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

### 2.3.3.2.11. Coeficientes de drenaje

De acuerdo al tiempo en el que el agua es eliminada de la capa sub base y de la capa base se puede determinar la calidad del drenaje.

La ASSHTO93 muestra la siguiente tabla en donde se puede evaluar la calidad del drenaje.

**Cuadro N°10.- Capacidad de drenaje**

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

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

La tabla que se muestra a continuación, proporcionada por la ASSHTO, indica factores de rectificación estructural en m<sup>2</sup> para bases y en m<sup>3</sup> para sub bases sin estabilizar, de acuerdo a la calidad que tiene el drenaje en cada una de estas capas. Estos valores están en función del tiempo en el que el pavimento se encuentra comprometido con niveles de humedad cercanos a la saturación.



**Cuadro N°11.- Corrección de coeficientes estructurales con respecto al drenaje y a la humedad a la que está expuesto el pavimento**

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	1,00 - 0,80	0,80
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Deficiente	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

**2.3.3.2.12. Diseño final con sistema multicapa**

Debido a que el pavimento flexible es un conjunto de capas, el diseño del mismo se lo realizará considerando varios elementos y no uno solo; por tanto se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones en las ecuaciones que se presentan a continuación.

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

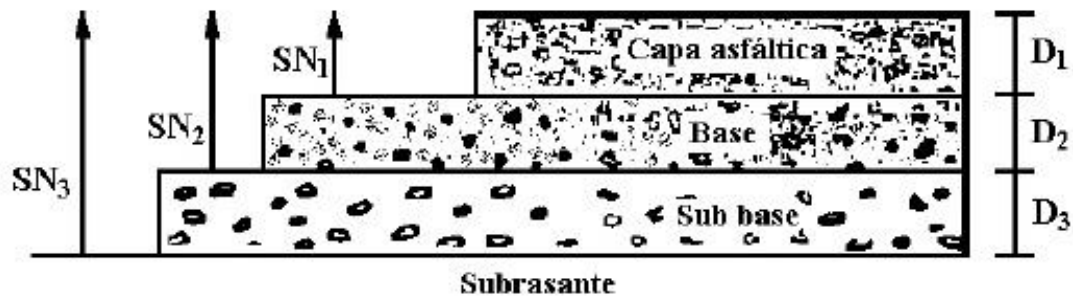
$$SN^{\circ}1 = a1D^{\circ}1 \geq SN1$$

$$D^{\circ}2 \geq \frac{SN2 - SN^{\circ}1}{a2m2}$$

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

$$D^{\circ}3 \geq \frac{SN3 - (SN^{\circ}1 + SN^{\circ}2)}{a3m3}$$

**Gráfico N°8.- Nomenclatura de los espesores por capa**



Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

#### 2.3.4. Diseño geométrico

Para que una carretera posea características y condiciones adecuadas desde el punto de vista funcional, cómodo, seguro, económico y produciendo el menor impacto ambiental, debe poseer un trazado geométrico eficiente, debido a que de esto depende la calidad que posea la carretera al momento que inicie con sus funciones.

#### **2.3.4.1. Criterios de Diseño**

**Seguridad:** Con una geometría eficiente de la vía se logrará obtener una seguridad vial alta, dándole al usuario mayor confianza al transitar por ella.

**Comodidad:** Diseñando curvas adecuadas en la vía, se logrará que los usuarios transiten a velocidades constantes, sin variar la aceleración, obteniendo como resultado una vía cómoda.

**Funcionalidad:** Para que una vía sea totalmente funcional debe proporcionar velocidades de diseño adecuadas, con un flujo de tránsito permanente, evitando congestiones.

**Entorno:** Si a la vía se la adapta lo mayor posible a la topografía natural del terreno, será compatible con el entorno, produciendo el menor impacto ambiental.

**Economía:** Al cumplir con todos los objetivos anteriores con el menor costo posible del proyecto, se tendrá como resultado una vía económica.

#### **2.3.4.2. Factores de diseño**

Los factores a los cuales se encuentra expuesta una carretera son los externos y los internos:

Según la información proporcionada por Agudelo [7] , en su capítulo 3, pag. 54, los factores externos e internos son los siguientes:

**Externos:**

- Las características físicas (Topografía, geología, climatología, hidrología).
- El volumen y características del tránsito actual y futuro.
- Los recursos económicos de que se pueda disponer para su estudio construcción y mantenimiento.
- Los aspectos ambientales
- Los desarrollos urbanísticos existentes y previstos en la zona de influencia.
- Los parámetros socioeconómicos del área de influencia (uso de la tierra, empleo, producción)
- La calidad de las estructuras existentes.
- Los peatones
- Tráfico de ciclistas
- La seguridad vial

**Internos:**

- Las velocidades a tener en cuenta
- Las características de los vehículos
- Los efectos operacionales de la geometría
- Las características del tráfico
- Las capacidades de las vías
- Las aptitudes y comportamiento de los conductores

- Las restricciones a los accesos

### 2.3.4.3. Velocidad de diseño

La velocidad de diseño es un factor muy importante para el usuario de la vía, debido a que esta velocidad es la máxima con la que el conductor del vehículo puede circular por la carretera de una manera segura y cómoda, siempre y cuando las condiciones climáticas sean favorables.

Esta velocidad depende de las habilidades del conductor y la capacidad que posea su vehículo, pero primordialmente depende del tipo de carretera, tipo de terreno y de la cantidad de vehículos que circulen.

**Cuadro N°12.- Velocidades de diseño en función del tipo de vía y de terreno**

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

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

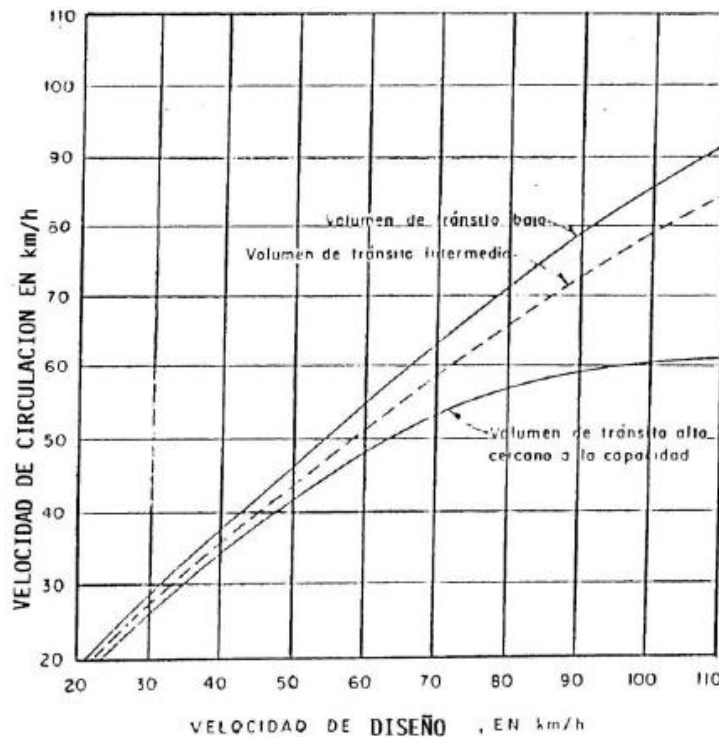
Con la velocidad de diseño seleccionada se plantean los diferentes elementos geométricos de la carretera que se encuentra en relación con la operación de los vehículos.

#### 2.3.4.4. Relación entre velocidad de circulación y diseño

Según [3], 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”

La velocidad con la que un vehículo circula por una vía, muestra la calidad de servicio que presenta dicha vía, por tanto es necesario obtener el dato de la velocidad con la que se espera que circulen los vehículos con diferentes volúmenes de tránsito.

**Gráfico N°9.- Relación existente entre velocidad de circulación y diseño**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

**Cuadro N°13.- Velocidades de circulación**

Velocidad de Diseño Km/h	Velocidades de Circulación (Km/h)		
	Volúmen de Tránsito Bajo	Volúmen de Tránsito Intermedio	Volúmen de Tránsito Alto
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
120	105	95	63

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

#### **2.3.4.5. Alineamiento horizontal**

El alineamiento horizontal consiste en realizar una representación del eje de la vía, sobre un plano propiamente horizontal, el mismo que se encuentra conformado por las tangentes y además por curvas de diferentes tipos; por lo general son curvas simples, de transición y espirales.

##### **2.3.4.5.1. Tangentes**

La función de las tangentes es de unir las curvas mediante la proyección de las rectas sobre un plano horizontal. En el punto donde se cruzan dos tangentes cuando se las prolonga se lo denomina como PI y al ángulo de definición como  $\alpha$  (alfa).

### **2.3.4.5.2. Curvas Circulares**

Las curvas circulares son aquellas que sirven para unir dos tangentes proyectadas consecutivas mediante un arco de círculo, las mismas pueden ser simples o compuestas.

El grado máximo de curvatura sirve para que el usuario al transitar por la curva lo haga con la mayor seguridad posible, el valor es de 20m.

El radio de curvatura como su propio nombre lo dice, es el radio que posee la curva circular, se lo identifica como R, y la fórmula está en función del grado de curvatura, como se lo muestra en la siguiente ecuación.

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

Dónde:

Gc: Grado de curvatura

R: Radio de curvatura

### **2.3.4.5.3. Radio mínimo de curvatura.**

Es el radio con un valor de curvatura que permite que los vehículos transiten por la curva con la mayor seguridad y comodidad posible, el mismo depende del peralte y de la fricción que posee la capa de rodadura. Su fórmula es la siguiente.



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

Dónde:

R = Radio mínimo de curvatura

V = Velocidad de diseño

f = Coeficiente de fricción lateral

e = peralte de la curva

**Cuadro N°14.- Valores mínimos recomendados para radio de curvatura**

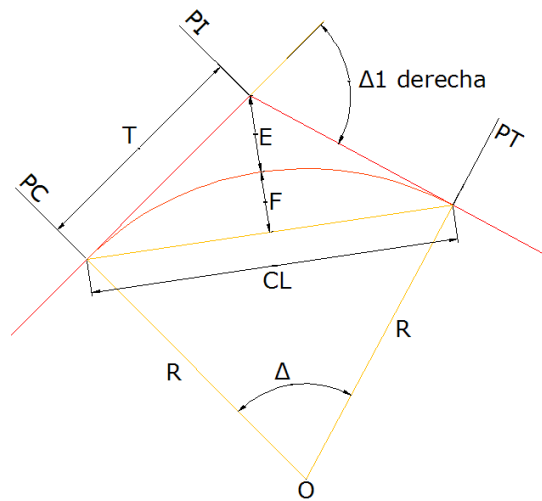
Velocidad de Circulación Km/h	f	Radio Mínimo Calculado				Radio Mínimo Recomendado			
		10%	8%	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0,350	7	7	8	8	-	20	20	20
25	0,315	12	13	13	14	-	20	25	25
30	0,284	19	20	21	22	-	25	30	30
35	0,255	27	29	31	33	-	30	35	35
40	0,221	39	42	45	48	-	42	45	50
45	0,206	52	56	60	65	-	58	60	66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

Fuente: "Normas de Diseño Geometrico de Carreteras" MTOP-001-F-2003

En terrenos difíciles o escarpados se puede optar por un radio de curvatura mínimo de 15m

A continuación se representan los elementos de una curva circular simple mediante un gráfico.

**Gráfico N°10.- Elementos de una curva circular simple**



Fuente: J. Montejo; “Diseño Geométrico de Carreteras”. Ecoe ediciones. Bogotá. 2002.

PI: Punto de intersección, resultante de la prolongación de las tangentes

PC: Punto de inicio de la curva

PT: Punto de terminación de la curva

$\Delta$ : Ángulo de deflexión de las tangentes

R: Radio de la curva circular

E: Distancia desde el PI al punto medio de la curva

F: Ordenada media

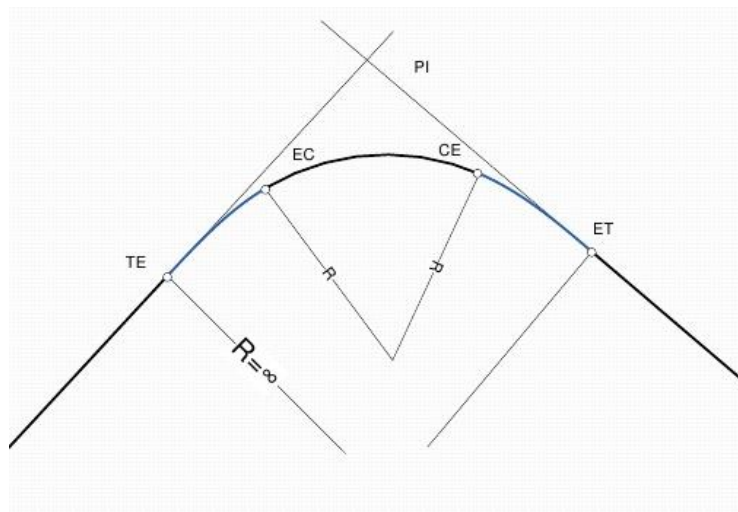
CL: Cuerda larga

T: Tangente

#### 2.3.4.5.4. Curvas de transición

Las curvas de transición proporcionan una ruta apropiada y natural para el conductor, con velocidades uniformes, es decir sin tener cambios en la aceleración, además proporciona una longitud de transición para que el peralte pueda desarrollarse. El clotoide es el la curva más apropiada para efectuar transiciones

**Gráfico N°11.- Clotoide o Espiral de Euler**



Fuente: “Normas de Diseño Geometrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

PI: Punto de intersección, resultante de la prolongación de las tangentes

TE: Inicio de la espiral

EC: Inicio circular

CE: Inicio de la espiral de salida

ET: Final de la espiral de salida

R: Radio de curvatura

#### **2.3.4.6. Peralte**

El peralte es la pendiente que posee la carretera hacia el interior de la curva, con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga que actúa sobre el vehículo, evitando de esta manera el deslizamiento o el volcamiento del vehículo, por tanto el peralte da mayor seguridad al usuario de la vía cuando transita por una curva.

Para calcular la inclinación o pendiente del peralte, se ha establecido la siguiente fórmula:

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

Dónde:

e = Pendiente de la carretera

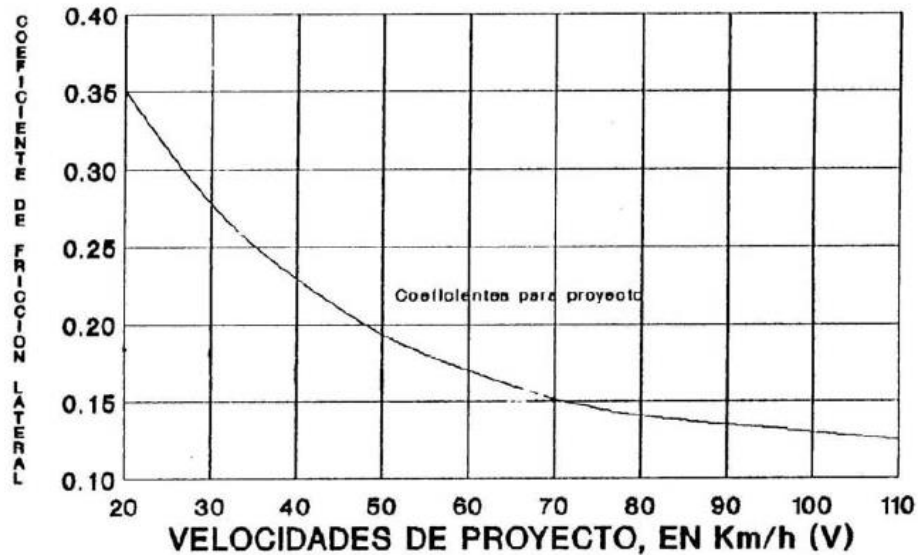
R = Radio mínimo de curvatura

V = Velocidad de diseño

f = Coeficiente de fricción lateral

Para obtener el coeficiente de fricción lateral es necesario basarse en la siguiente gráfica:

**Gráfico N°12.- Fricción lateral según la velocidad de proyecto**



**Fig. V.4 COEFICIENTES DE FRICCIÓN LATERAL PARA PROYECTO A DIFERENTES VELOCIDADES**

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

#### 2.3.4.6.1. Magnitud del peralte

Es necesario tomar en cuenta que el peralte posee un valor máximo de inclinación, ya que si sobrepasamos el límite, los vehículos pueden deslizarse hacia el interior de la curva cuando estos transitan a baja velocidad.

Según investigaciones de [3], se ha adoptado el criterio de contrarrestar con el peralte aproximadamente el 55% de la fuerza centrífuga; el restante 45% lo absorbe la fricción

lateral. Además se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% con velocidades mayores a 50km/h y del 8% para caminos vecinales tipo 4, 5 y 6 con capa granular con velocidades hasta 50 km/h.

#### **2.3.4.7. Sobreancho de curvas**

A las curvas se les proporciona un sobreancho con el fin de dar mayor comodidad y seguridad al usuario de la vía, ya que cuando este transita por una curva, ocupa mayor espacio debido a que las ruedas traseras marcan una trayectoria ubicada en la parte interior de la descrita por las ruedas delanteras. Otra consideración por la que se proporciona un sobreancho en curvas es porque al conductor se le dificulta mantenerse en su carril debido a que no aprecia su posición cuando transita por una curva.

Por razones de costo según [3] el valor mínimo de sobreancho es de 30cm para velocidades no mayores a 50 km/h y de 40cm para velocidades mayores.

#### **2.3.4.8. Distancia de Visibilidad**

La distancia de visibilidad es la longitud continua de vía que se puede visualizar en la parte delantera por el conductor; es de gran importancia ya que da seguridad y eficiencia para la operación de los vehículos. A continuación se presentan los dos tipos de distancia de visibilidad:

### 2.3.4.8.1. Distancia de visibilidad necesaria para que se detenga un vehículo

Es la distancia que necesita un conductor para detenerse antes de llegar a un objeto fijo que se encuentra en su trayectoria, considerando que el vehículo se encuentre circulando a la velocidad de diseño.

Se considera una altura del ojo del conductor de 1,15m y la altura del objeto de 15cm que se encuentra sobre la calzada.

La fórmula simplificada para determinar la distancia de visibilidad necesaria para que se detenga un vehículo es la siguiente:

$$DVP = 0,7V + \frac{V^2}{254 f}$$

Dónde:

DVP: Distancia de visibilidad de parada

V: Velocidad de diseño

f: Fricción longitudinal

#### **2.3.4.8.2. Distancia de visibilidad para el rebasamiento de vehículos**

Siempre tomando en cuenta la seguridad del usuario, el dato para esta distancia se lo obtiene basándose en la velocidad de diseño y en la longitud de la carretera necesaria para poder realizar la maniobra de rebasamiento. Con la siguiente fórmula simplificada se puede calcular esta distancia:

$$DVR = 9,54V - 218$$

Dónde:

DVR: Distancia de visibilidad de rebasamiento

V: Velocidad de diseño

#### **2.3.4.9. Alineamiento Vertical**

El alineamiento vertical que se diseñe en una carretera, tiene igual importancia que el alineamiento horizontal, y guarda gran relación con la velocidad con la que se diseñe la vía; pero en ningún caso se debe realizar modificaciones en el trazado horizontal por dar mejoras o prioridad al alineamiento vertical. Este alineamiento es la proyección del desarrollo del eje de la subcorona sobre un plano propiamente vertical. Al alineamiento vertical también se lo conoce como línea de la subrasante.

Los diferentes elementos que integran el alineamiento vertical son los siguientes:



### 2.3.4.9.1. Gradientes

Las gradientes a tomar en cuenta en el proyecto vertical, guardan relación con la topografía del terreno, y de lo posible deben poseer valores bajos para que de esta manera se obtenga una mejor circulación del tránsito, facilitando la operación de los vehículos manteniéndose con velocidades constantes. A continuación se muestran valores de gradientes máximas que se pueden adoptar.

**Cuadro N°15.- Valores de gradientes longitudinales máximas (%)**

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

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

### **Gradiente mínima**

Según [3] el valor mínimo de una gradiente longitudinal es del 0,5%. Es posible acoger un valor de 0% de gradiente siempre y cuando se lo haga en rellenos de 1 m de altura o más, así como también cuando el pavimento posea un bombeo adecuado para drenar el agua lluvia.

Los valores que pueden adoptarse según la longitud máxima y la gradiente, son los siguientes:

8 – 10 %	Longitud máxima = 1000m
10 – 12%	Longitud máxima = 500m
12 – 14%	Longitud máxima = 250m

#### **2.3.4.9.2. Curvas Verticales**

Son aquellas curvas que sirven para enlazar a dos pendientes consecutivas para darle suavidad a su transición durante el paso de los vehículos.

Una parábola, que se asemeja a una curva circular, es el tipo de curva vertical que se utiliza de preferencia para el diseño del perfil de la vía. Se tienen dos tipos de curvas verticales, y son:

#### **Cóncavas**

Por motivos de seguridad las curvas cóncavas deberán ser lo más largas posibles, ya que de esta manera es posible igualar la distancia de visibilidad de parada, con los rayos de luz producidos por los faros del vehículo que transita por la curva vertical cóncava.

Para el cálculo de la longitud vertical de la curva, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Lv = K \times A$$

Dónde:

Lv: Longitud de la curva vertical

K: Coeficientes para curvas cóncavas

A: Diferencia entre gradientes

Para realizar el cálculo de la longitud mínima de las curvas cóncavas, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Lvmin = 0,60 \times V$$

Dónde:

Lvmin: Longitud mínima de la curva vertical

V: Velocidad de diseño.

### **Convexas**

El valor para diseñar las curvas convexas se lo determina basándose en la distancia de visibilidad que requiere un vehículo para detenerse, tomando las consideraciones de altura de ojo del conductor de 1,15m y la altura del objeto de 15cm. La fórmula para determinar esta longitud es la siguiente:

$$L = K \times A$$

Dónde:

Lv: Longitud de la curva vertical

K: Coeficientes para curvas convexas

A: Diferencia entre gradientes

**Cuadro N°16.- Valores mínimos para el coeficiente “K”**

Tipo de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I ó R-II	115	80	43	80	43	28
I	80	60	28	60	28	12
II	60	43	19	43	28	7
III	43	28	12	28	12	4
IV	28	12	7	12	3	2
V	12	7	4	7	3	2

Fuente: “Normas de Diseño Geometrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

#### **2.3.4.10. Secciones Transversales Típicas**

Para determinar la sección transversal de una carretera, es importante basarse en el terreno, y primordialmente en el volumen de tránsito que está previsto para la vía, así como también en la velocidad de diseño.

##### **2.3.4.10.1. Ancho de la sección típica**

Los elementos que suman para obtener el valor total del ancho de la sección transversal típica son los siguientes:

- Pavimento
- Espaldones
- Taludes interiores
- Cunetas

En la siguiente tabla se muestran los valores para el diseño del ancho del pavimento en Ecuador.

**Cuadro N°17.- Valores de ancho del pavimento en metros**

Tipo de Carretera	Valor Recomendable	Valor Absoluto
R-I ó R-II	7,30	7,30
I	7,30	7,30
II	7,30	6,50
III	6,70	6,00
IV	6,00	6,00
V	6,50	4,00

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

#### **2.3.4.10.2. Taludes**

En la siguiente tabla se muestran la relación de pendiente recomendable que debe poseer un talud en terrenos planos, tanto de corte como relleno.

**Cuadro N°18.- Valor de diseño de taludes recomendables en terrenos planos**

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

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

### 2.3.4.10.3. Tipos de Superficie de Rodadura

El tipo de superficie de rodadura es de gran importancia en el diseño geométrico vial al momento de conocer las deformaciones, la capacidad de drenaje y el escurrimiento de líquido pluvial de la calzada; además la calidad de operación de los vehículos también dependerá de la superficie de rodadura. En el siguiente cuadro se muestra la clasificación de las superficies de rodadura según el tipo de carretera.

**Cuadro N°19.- Clasificación de la superficie de rodadura**

Clase de Carretera	Tipo de Superficie
R-I ó R-II > 8000 TPDA	Alto grado estructural, carpeta asfáltica, hormigón
I 3000 a 8000 TPDA	Alto grado estructural, carpeta asfáltica, hormigón
II 1000 a 3000 TPDA	Grado estructural medio; carpeta asfáltica o triple tratamiento
III 3000a 1000 TPDA	Bajo grado estructural, doble tratamiento superficial bituminoso
IV 100 a 300 TPDA	Grava, DTSB
V Menos de 100 TPDA	Grava, empedrado, tierra

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

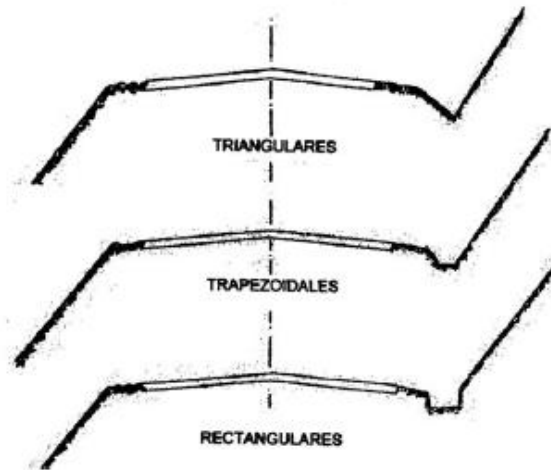
#### 2.3.4.10.4. Sistema de drenaje

Un sistema de drenaje en una carretera, es aquel que permite desalojar el agua que se encuentra sobre la calzada, evitando de esta manera que se produzcan daños estructurales por el agua, dando mayor funcionalidad y seguridad a la carretera. Los elementos más utilizados para drenar el agua en una carretera de manera longitudinal son las cunetas.

#### Cuneta

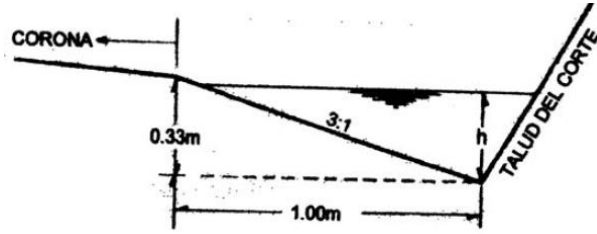
Elemento que sirve para el drenaje de agua de manera longitudinal, ubicada en el extremo de la calzada, y discurre paralelamente a esta. A continuación se muestra las secciones típicas de las cunetas y el dimensionamiento para cunetas de tipo triangular.

**Gráfico N°13.- Secciones típicas de cunetas**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

**Gráfico N°14.- Dimensiones recomendadas para cunetas triangulares**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

**2.3.4.10.5. Bombeo**

El bombeo es la pendiente transversal necesaria para el drenaje de aguas lluvias de la superficie del pavimento; sus valores recomendables se los presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro N°20.- Pendiente Transversal**

Clase de Carretera	Pendiente
R-I ó R-II > 8000 TPDA	1,5 a 2
I 3000 a 8000 TPDA	1,5 a 2
II 1000 a 3000 TPDA	2
III 3000a 1000 TPDA	2
IV 100 a 300 TPDA	2,5 a 4
V Menos de 100 TPDA	4

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003



### **2.3.5. Estabilización de taludes**

#### **2.3.5.1. Talud**

Un talud es un terreno inclinado con respecto al eje horizontal que está conformado por estructuras de tierra; su ángulo de inclinación depende de la topografía del terreno. El análisis y estudio de un talud es complejo debido a la amplia gama de problemas que posee la mecánica de suelos y la mecánica de rocas, además de tener en cuenta los estudios geológicos y geotécnicos que se deben realizar para conocer las propiedades del talud.

#### **2.3.5.2. Estabilidad**

La estabilidad se refiere a la seguridad que posee la masa de tierra que conforma el talud, ante el deslizamiento por diversas causas.

#### **2.3.5.3. Deslizamientos**

Se considera como deslizamiento al desprendimiento de la masa de tierra que se encuentra por debajo de la superficie del talud, que origina movimientos en el interior, provocando que la masa de tierra desprendida se dirija hacia el exterior y posteriormente se desplace por el talud. A continuación se presentan las fallas más comunes que se presentan en los taludes:

- Deslizamientos en la superficie del talud
- Movimientos del cuerpo del talud
- Flujos

### **Deslizamientos superficiales**

Este fenómeno se refiere a un deslizamiento lento y continuo que se produce en la superficie del talud, en la mayoría de los casos producido por factores externos a los cuales se encuentra expuesto; dichos factores hacen que las partículas que lo conforman presenten inestabilidad y empiecen a deslizarse hacia el pie del talud.

#### **Fotografía N°1.- Deslizamiento superficial por saturación del suelo**



Fuente: A. de Matteis, “Estabilidad de Taludes”, Univ. Nacional de Rosario, 2003.

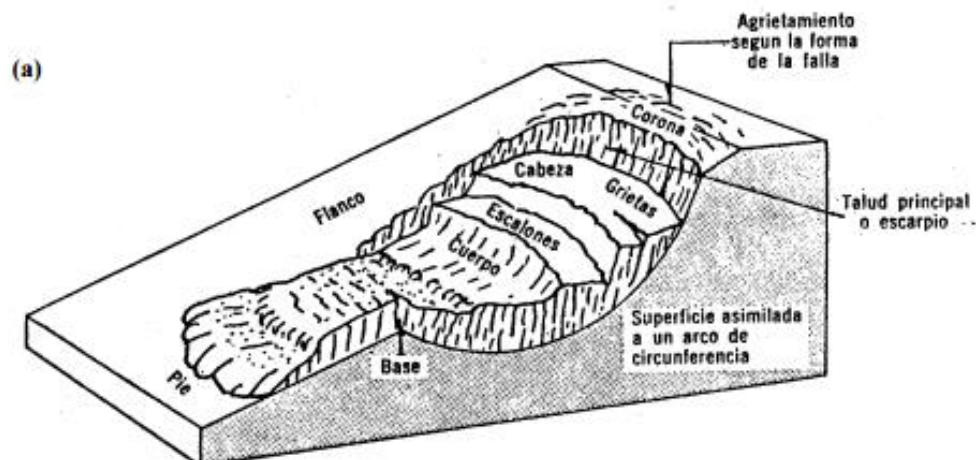
#### 2.3.5.4. Movimiento del cuerpo del talud

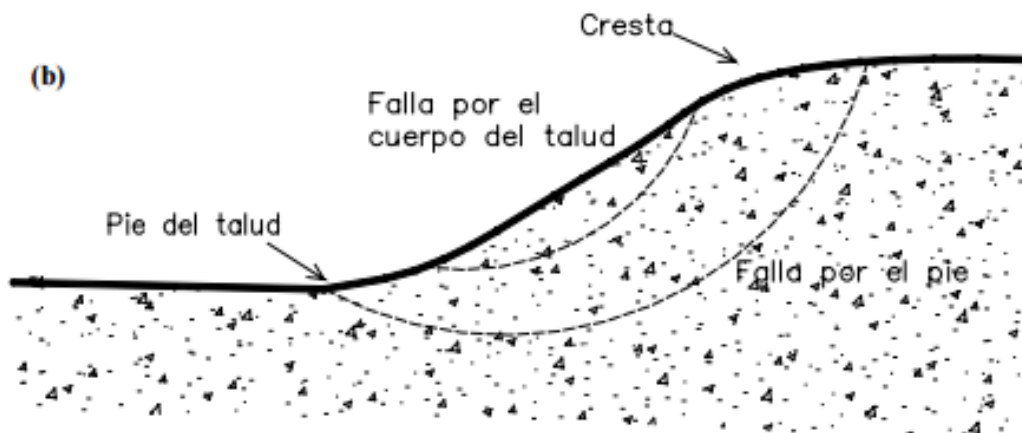
La superficie de falla en un movimiento del cuerpo del talud se presenta cuando la masa de tierra no posee una resistencia al corte adecuada para soportar los diferentes esfuerzos a los que está expuesto el talud, por consecuencia se produce la fractura del mismo y posterior a esto el deslizamiento de tierras. Dicho deslizamiento se los estudia desde dos puntos de vista que se presentan a continuación:

#### 2.3.5.5. Falla rotacional

La primera evidencia que identifica una falla rotacional es la conformación de una falla curva en la cual se desliza el talud. Por lo general este tipo de fallas ocurren en suelos arcillosos homogéneos y se presentan a una profundidad considerable desde la superficie del talud.

Gráfico N°15.- a) Nomenclatura de una zona de falla; b) Tipos de falla





Fuente: A. de Matteis, “Estabilidad de Taludes”, Univ. Nacional de Rosario, 2003.

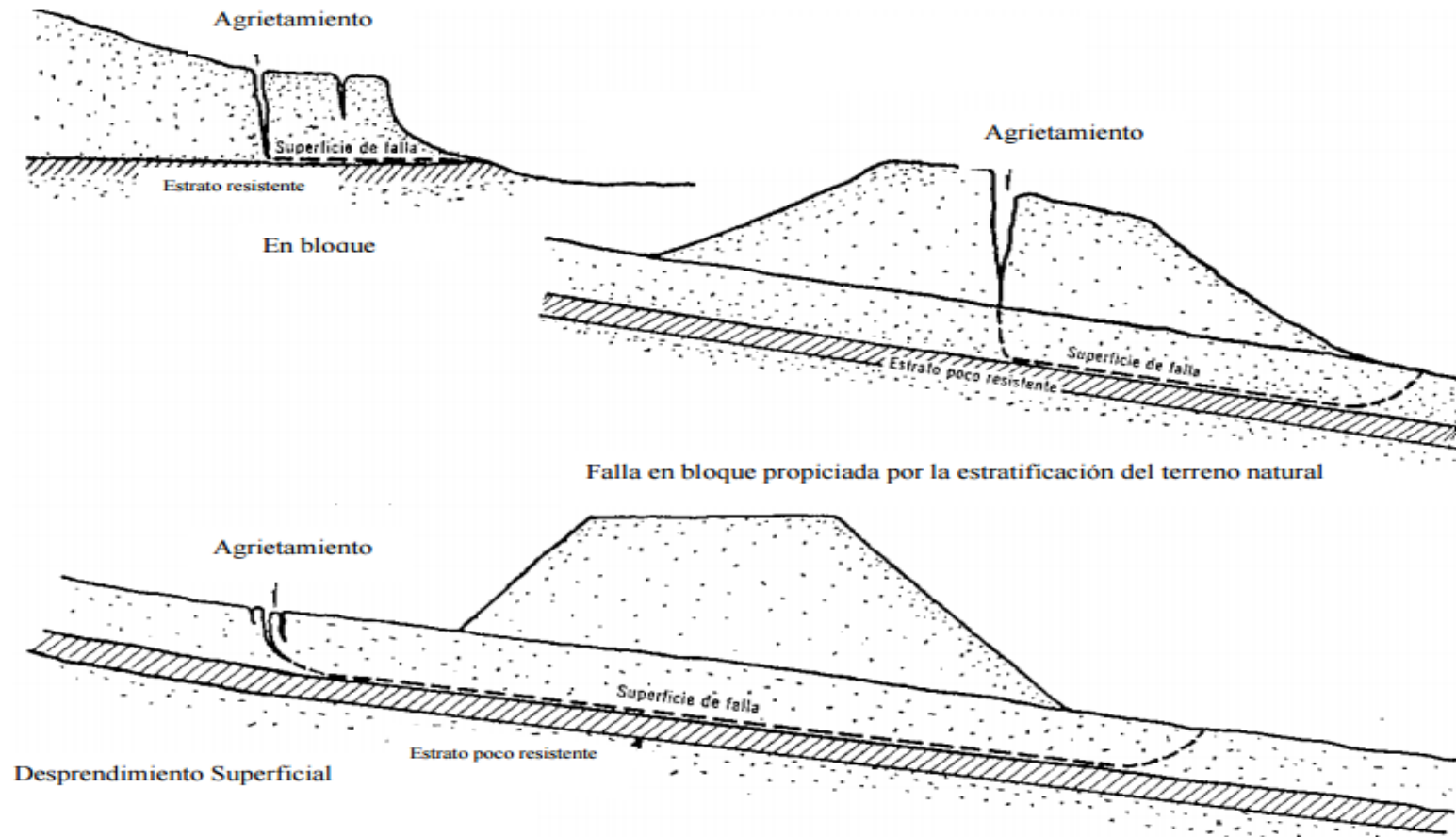
#### 2.3.5.6. Falla traslacional

Cuando existen estratos pocos resistentes que se encuentran localizados cerca de la superficie del talud, se producen movimientos de traslación del cuerpo del talud, lo mismo que origina inestabilidad en el mismo, y posteriormente deslizamiento de tierras; a este tipo de falla se lo conoce como falla traslacional.

Según las investigaciones realizadas por [8], en su capítulo 4, la falla se desarrolla en forma paralela al estrato débil, y se remata en sus extremos con superficies curvas que llegan al exterior, formando agrietamientos. Por lo general estos estratos débiles son conformados por suelos arcillosos blandos o arenas finas.

Cuando existe una falla traslacional del material en bloque, se producen por la discontinuidad que existe en la conformación del talud y fracturas que se producen en la masa de tierra que conforman dicho talud. En cambio cuando existe una falla en una franja superficial del talud, se debe al material conformado por suelo arcilloso.

Gráfico N°16.- Tipos de fallas traslacionales



Fuente: A. de Matteis, "Estabilidad de Taludes", Univ. Nacional de Rosario, 2003.

### **2.3.5.7. Flujo**

Este tipo de falla se refiere a un deslizamiento de tierras que poseen una velocidad moderada, debido a que el movimiento que posee el material y la velocidad de deslizamiento se lo puede comparar con el comportamiento que posee un líquido viscoso al desplazarse.

Según [8], en su capítulo 4, este fenómeno puede presentarse en fragmentos de roca, depósitos de talud, suelos granulares finos o arcillas francas, también son frecuentes los flujos de lodo.

Cuando el flujo se presenta en fragmentos de roca, el deslizamiento posee una velocidad muy alta y se lo considera como una avalancha. Si el flujo es de tierra no muy húmeda, por lo general ocurren en la parte inferior de la falla de tipo rotacional.

### **2.3.5.8. Cálculo para estabilidad**

Para realizar el cálculo y chequeo de la estabilidad de un talud existen varios métodos propuestos; uno de ellos es el método simplificado de Janbu, el mismo que es aplicable para cualquier superficie de rotura, además asume alturas de fuerzas laterales por encima de la base de la dovela.

Otro método práctico para el análisis de taludes es el de Bishop simplificado, el mismo que es aplicable únicamente para fallas con superficie circular; este método asume que

las fuerzas cortantes en la dovela son iguales a cero, de esta manera se reduce el número de incógnitas. Se debe realizar un proceso iterativo para determinar el resultado final.

Para el análisis del talud mediante el método de Janbu, se toma en cuenta la siguiente ecuación:

$$FS = \frac{f_o \sum_{i=1}^n \frac{[c' + (\gamma h_i - \gamma_w h_{wi}) \tan \phi'] (1 + \tan^2 \alpha_i) b_i}{\left(1 + \frac{\tan \alpha_i \tan \phi'}{FS}\right)}}{\sum_{i=1}^n W_i \tan \alpha_i + \frac{1}{2} \gamma_w z^2}$$

$$f_o = 1 + k \left( \frac{d}{T} - 1,4 \left( \frac{d}{T} \right)^2 \right) \quad \begin{array}{l} \text{Para } c' = 0; \quad \Rightarrow k = 0,31 \\ \text{Para } c' > 0, \phi' > 0 \Rightarrow k = 0,50 \end{array}$$

Dónde:

$c'$ : Cohesión

$\Phi'$ : Ángulo de fricción interna

$\gamma$ : Peso específico del terreno

$\gamma_w$ : Peso específico del agua

$h$ : Altura de la dovela en la parte media

$h_w$ : Altura del nivel de agua

$\alpha$ : Ángulo positivo o negativo de la base de la dovela con respecto a la horizontal

b: Ancho de la dovela

L: Longitud de la base de la dovela

W: Peso

z: Altura de nivel en la grieta de tracción

fo: Factor de corrección

Para el análisis del talud mediante el método de Bishop, se toma en cuenta las siguientes ecuaciones:

Sin nivel freático:

$$FS = \frac{\Sigma(C * b + Wn * \tan\phi) * m\alpha}{\Sigma Wn * \text{sen}\alpha}$$

Con nivel freático

$$FS = \frac{\Sigma(C * b + (Wn - u * b) * \tan\phi) * m\alpha}{\Sigma Wn * \text{sen}\alpha}$$



Dónde:

C: Cohesión

$\Phi'$ : Ángulo de fricción interna

Wn: Peso total que corresponde a cada dovela

b: Ancho en la parte inferior de cada dovela

U: Presión de los poros; correspondiente a la ecuación:  $h_w \cdot \gamma_w$

$\gamma_w$ : Peso específico del agua

$h_w$ : Altura del nivel de agua

Los dos métodos propuestos con sus respectivas expresiones se los puede calcular de manera manual o elaborando una hoja de Excel, ya que al arrojar resultados indeterminados en una primera instancia, requieren de procesos iterativos para llegar a obtener los valores reales.

Otra forma para realizar el cálculo del factor de seguridad sin tener que optar por procesos iterativos, es utilizando herramientas computacionales, tal es el caso del programa SLOPE/W, el cual es viable para realizar los cálculos pertinentes con el método de análisis que proponemos.

Para lograr un análisis adecuado de la estabilidad de taludes, se debe seleccionar el método más apropiado de acuerdo a las diferentes variables que se presenta en cada ecuación, además de tomar en cuenta las consideraciones de cada uno de los métodos propuestos.

### **2.3.5.9. Métodos de estabilización**

Para determinar el método adecuado de estabilización de taludes, es importante conocer las causas que originan la poca estabilidad que posee el mismo, así como también realizar el análisis para determinar la amenaza que posee el talud ante la inestabilidad, de acuerdo al cálculo del factor de seguridad FS.

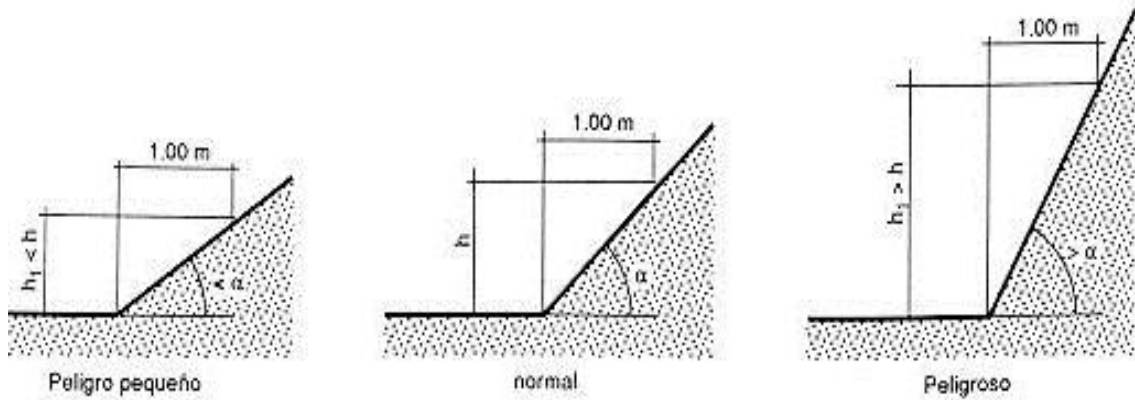
A continuación se presentan los métodos más usados por su eficiencia para el mejoramiento de la estabilidad del talud:

#### **2.3.5.9.1. Excavación**

Los diferentes tipos de excavación para el mejoramiento del talud son:

- Excavación en la corona del talud para disminuir la altura y el peso del mismo, evitando de esta manera concentraciones de masa que originen un deslizamiento
- Realizar el Tendido del talud, es decir reducir de la pendiente que posee con respecto a la horizontal
- Excavación para la conformación de bancos y bermas en el cuerpo del talud

**Gráfico N°17.- Seguridad del talud con respecto a su pendiente**



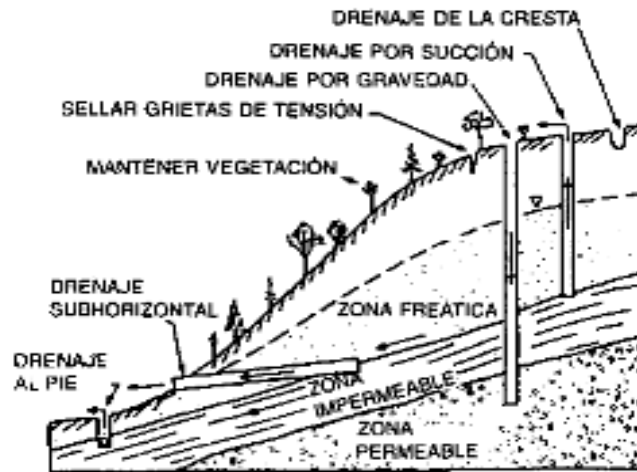
Fuente: A. Gonzales, “Prevención del desprendimiento de tierras”, SIAFA, Argentina, 2003. Disponible en: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota45/zanjas.htm>

### 2.3.5.9.2. Drenaje

Los métodos de drenaje en el talud son los siguientes:

- Drenes ubicados en forma horizontal en el pie del talud para evitar la inestabilidad por acumulación de humedad.
- Construcción de pozos continuos en la corona del talud para evitar la penetración de agua que pueda recorrer el cuerpo del talud.
- Mejoramiento del drenaje en la corona del talud mediante la construcción de canales.

**Gráfico N°18.- Métodos de drenaje en taludes**



Fuente: F. Aranciba, “Deslizamiento de taludes, guía para identificar problemas”,  
Ingeniería y Construcción, 2009, Disponible en:

<http://facingyconst.blogspot.com/2009/08/deslizamientos-de-taludes-guia-para.html>

### **2.3.5.9.3. Estructuras de contención de tierras**

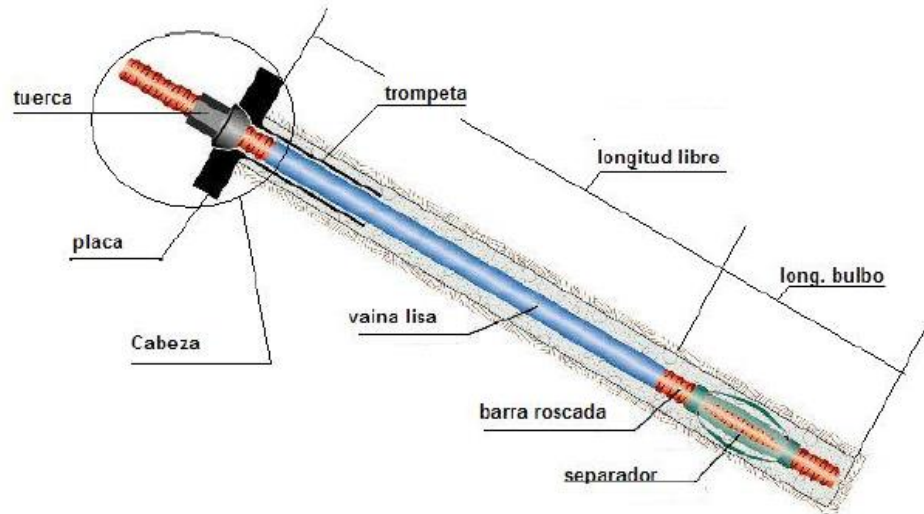
A continuación se presentan las diferentes estructuras que se emplean para retención de tierras:

- Muros de contención tipo cantiliver o en voladizo.
- Pilotes ubicados en forma vertical, que son colados in situ desde la corona del talud y reposan sobre una cimentación, de tal manera que llegue a la superficie de falla
- Pernos que se anclan en el cuerpo del talud, los mismo pueden aplicarse en suelo o en roca; este método es utilizado fundamentalmente en taludes de gran altura

- Anclajes con varillas corrugadas

La varillas para los anclajes según [3], exige un diámetro mínimo de 12mm con longitud variable de hasta 600cm, colocados con una inclinación de 20° desde la horizontal con la perforación en relación de 4mm con respecto al diámetro del anclaje; el espaciado será relleno con lechada. A continuación se presenta las partes de un anclaje

**Gráfico N°19.- Barra de anclaje**



Fuente: L. Ortuño, “Gráfico 2.14.- Métodos de drenaje en taludes, Anclajes y Bulanojes”, Madrid, 2010

#### 2.3.5.9.4. Métodos especiales

- Grouting
- Inyección de químicos
- Congelamiento

- Calentamiento

Además existen varios métodos geotécnicos de estabilización de taludes, como por ejemplo la hidrosiembra, el concreto lanzado, colocación de biomantas, geoceldas, entre otras. Todos estos métodos recubren en su totalidad al talud, mejorando las propiedades mecánicas y dándole mayor estabilidad al mismo.

### Fotografía N°2.- Concreto Lanzado



Fuente: “Estabilidad de taludes”, Galería Terraforma, Disponible en:  
<http://www.terraformadesarrollos.com/#!/portafolio/c1f0d>

### **2.3.6. Obras complementarias para vencer depresiones geográficas**

#### **2.3.7.1. Puentes**

Un puente es una estructura que sirve para vencer los diferentes accidentes geográficos que se encuentran en nuestro entorno; tales como ríos, vías férreas, tránsito vial mediante pasos elevados o deprimidos, o simplemente obstáculos que se presentan por la topografía compleja del sitio; de esta manera se puede dar continuidad a un camino.

##### **2.3.7.1.1. Partes de un puente**

###### **a) Superestructura**

Son todos los elementos que se encuentran sobre los diferentes apoyos del puente, los cuales permiten conformar la parte horizontal; son los siguientes:

**Losa:** Lámina conformada de hormigón, de madera o de metal, que sirve como tablero del puente para la circulación del tránsito.

**Vigas:** Son vigas que se encuentran en dirección paralela a la vía, y sirven para transmitir los esfuerzos a los estribos y a las pilas donde se apoya.

**Diafragmas transversales:** Sirven como rigidizadores entre las vigas y además comunican los esfuerzos a las vigas que se encuentran de manera longitudinal al tablero.

**Arriostramiento:** Son de gran aplicabilidad en estructuras metálicas, y sirven para que los elementos estructurales que conforman la superestructura se mantengan en una posición fija de manera estable.

**Barandas:** Elementos que se encuentran a los bordes del tablero que sirven como seguridad, canalizando el tránsito y evitando caída de vehículos o personas.

**Calzada:** Es la superficie de rodamiento que se encuentra sobre el tablero, y es por donde circula el tráfico vehicular.

## **b) Subestructura**

Elementos verticales que sirven para soportar todas las cargas producidas por los elementos horizontales, y son:

**Apoyos:** Elementos que se encuentran instalados entre la superestructura y la subestructura, garantizando así la transferencia de cargas de los elementos horizontales a los elementos verticales del puente.



**Estribos:** Un estribo es aquel elemento que se encuentra al final y al inicio del puente; tiene como objetivo soportar el empuje del suelo y soportar en ambos extremos a la superestructura, transmitiendo los esfuerzos a la estructura de cimentación.

**Pilas:** Soportes intermedios que tienen como función transmitir las cargas horizontales y verticales de la superestructura al suelo donde se encuentra cimentado el puente.

**Fundaciones:** Elementos estructurales que soportan todas las cargas del puente, es decir de la superestructura y de la subestructura, transmitiendo dichas cargas al suelo de fundación.

#### **2.3.7.1.2. Tipos de puentes**

A continuación se muestran los principales tipos de puentes:

##### **Puente Viga**

Son puentes en los cuales las vigas soportan los vanos por los cuales está compuesto el puente; estas vigas son generalmente de tipo T o vigas cajón cuando son de hormigón, y tipo I cuando son metálicas.

### **Puente en Cantiliver**

Es aquel puente en el que las vigas que lo conforman trabajan en voladizos, en general este tipo de estructura se lo hace para grandes puentes, en el cual sus vigas se construyen con la técnica de voladizos sucesivos.

### **Puente en Arco**

Este tipo de puente posee los apoyos situados a los costados de la luz de dicho puente, mediante el cual se dispone una estructura en forma de arco para transmitir las cargas. La luz principal de este tipo de puente puede estar constituida entre 80 a 500m.

### **Puente Colgante**

Está conformado por un arco invertido que se encuentra fabricado por cables de acero que poseen alta resistencia a la tensión, de los mismos que se encuentra suspendido el tablero por tirantes verticales. Los puentes colgantes pueden tener grandes luces entre 500 a 1500m.

### **Puentes Atirantados**

Tipo de puente en el cual el tablero se encuentra suspendido por diversos cables que se encuentran anclados a varios pilones centrales. Las luces que pueden vencer estos puentes están entre 150 a 1000m.

### **2.3.7.2. Alcantarillas Viales**

Obras que sirven para el paso del tráfico sobre terraplenes bien conformados; por lo cual en la mayoría de los casos quedan enterradas. Para determinar la abertura de la alcantarilla es necesario conocer el caudal posible que la va a atravesar.

A continuación se presentan los principales tipos de alcantarillas que dan solución cuando existen aberturas menores a los 8m.

#### **2.3.7.2.1 Alcantarillas en Bóveda**

Son construidas por concreto armado debido al gran relleno que se encuentra por encima de estas, por lo general poseen geometría en arco o circular.

**Fotografía N°3.- Alcantarillas en Bóveda**



Fuente: Cueva del Ingeniero Civil, "Drenaje Transversal en Carreteras", Disponible en:  
<http://www.cuevadelcivil.com/2011/03/alcantarillas-puentes.htm>

### **2.3.7.2.2. Alcantarillas Metálicas**

Se utilizan generalmente cuando se encuentran bajo un terraplén de mediana altura, y además cuando el terreno de fundación no es de buena calidad. Los tubos circulares metálicos son prefabricados.

**Fotografía N°4.- Alcantarillas Metálicas**



Fuente: Cueva del Ingeniero Civil, "Drenaje Transversal en Carreteras", Disponible en:  
<http://www.cuevadelcivil.com/2011/03/alcantarillas-puentes.htm>

### **2.3.7.2.3. Alcantarillas tipo Cajón**

Este tipo de alcantarillas se las utiliza cuando posee un terraplén muy pequeño por encima de estas, o cuando no existe un terraplén que la cubra. Sirven para cubrir luces de hasta 10m de longitud.

### **Fotografía N°5.- Alcantarillas Tipo Cajón**



Fuente: Cueva del Ingeniero Civil, "Drenaje Transversal en Carreteras", Disponible en:  
<http://www.cuevadelcivil.com/2011/03/alcantarillas-puentes.htm>

Tomando en cuenta las diferentes consideraciones de los puentes y de las alcantarillas, se debe seleccionar la mejor obra complementaria para vencer las depresiones geográficas y dar continuidad de la mejor forma posible a un trazado vial considerando además los costos que conlleva las construcciones de cada una de estas obras.

## **CAPÍTULO III**

### **3. DISEÑO DEL PROYECTO**

#### **3.1. Ubicación**

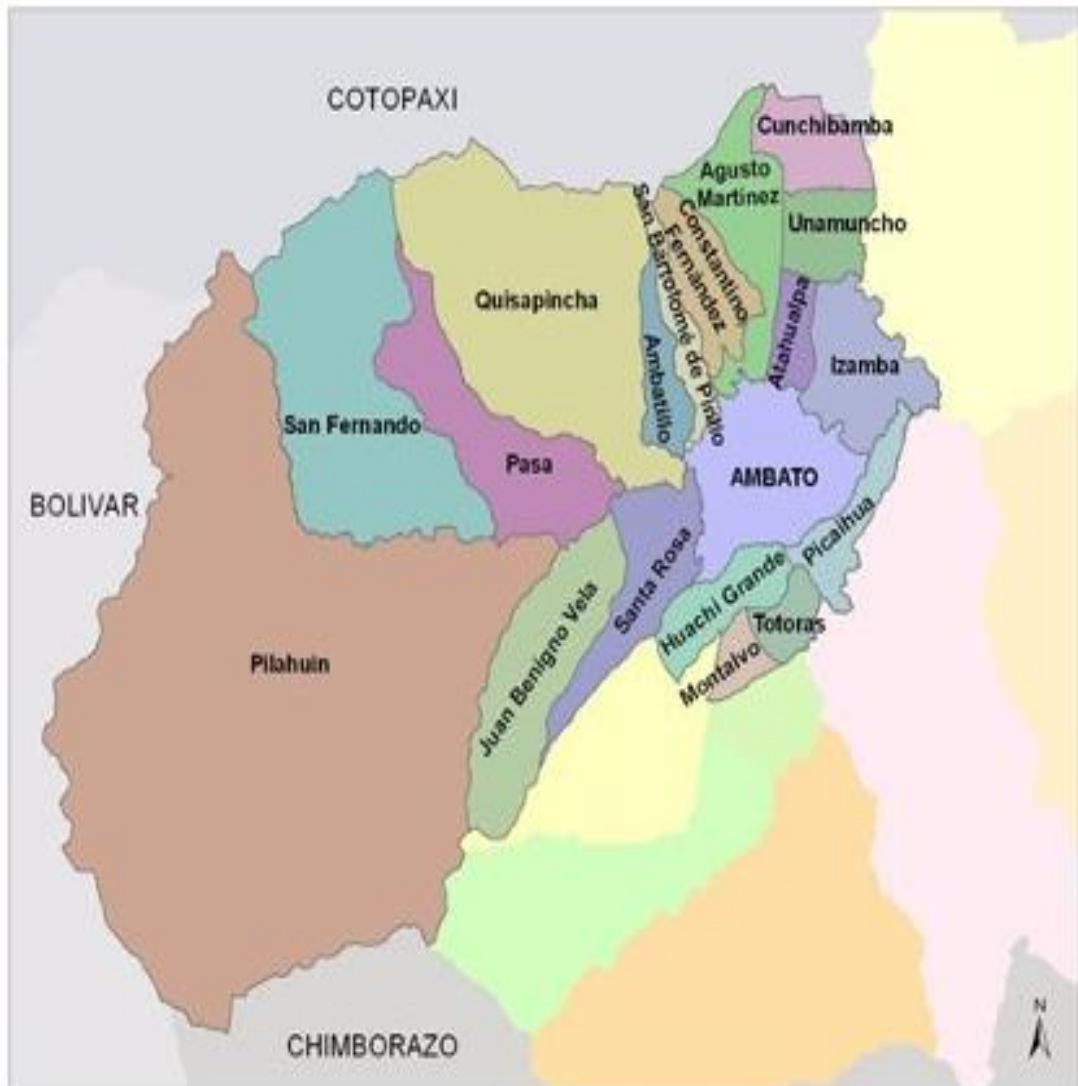
El presente proyecto está ubicado en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, en el límite de las parroquias Constantino Fernández, San Bartolomé de Pinllo. El límite en el que convergen ambas parroquias es la quebrada Shahuanshi, lugar en el cual se realizarán todos los estudios e investigaciones necesarias para el diseño de la carretera.

Constantino Fernández cuenta con una superficie territorial de 37 Km<sup>2</sup>, mientras que San Bartolomé de Pinllo con 12,5 Km<sup>2</sup>.

El inicio del proyecto se encuentra en la parroquia de Constantino Fernández en el barrio San José y el final se encuentra en la parroquia de San Bartolomé de Pinllo, en la comuna de Angamarquillo.

En el siguiente mapa se presentan los límites de ambas parroquias; como ya se mencionó anteriormente el límite por el cual es dividido es la quebrada Shahuanshi, territorio por el cual se propone la carretera del presente proyecto.

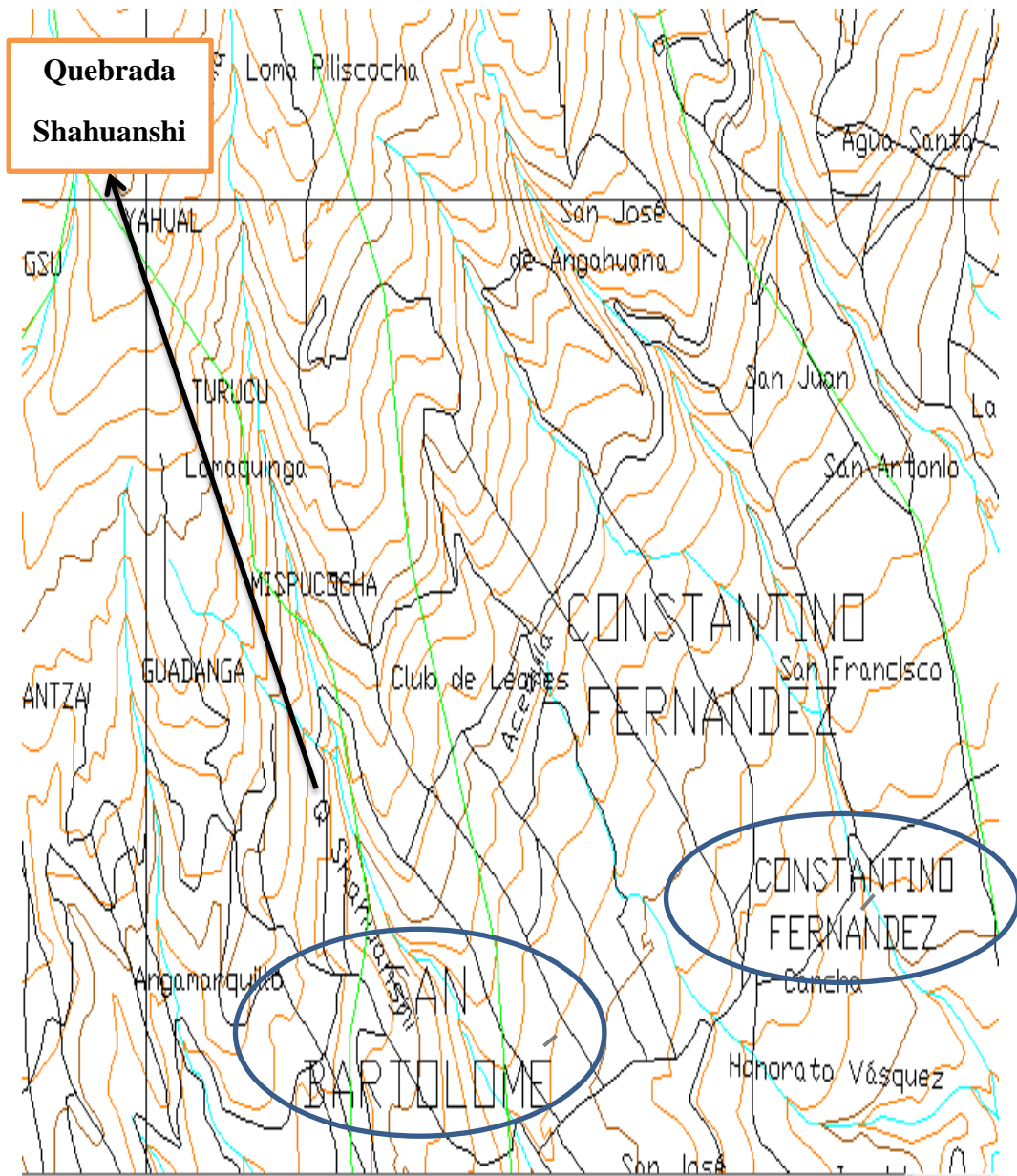
Gráfico N°20.- Límites de Constantino Fernandez y San Bartolomé de Pinlo



Fuente: Plan de Desarrollo 2011, Parroquia Constantino Fernández

En los siguientes gráficos que se muestran a continuación, se presenta la ubicación del proyecto con detalle:

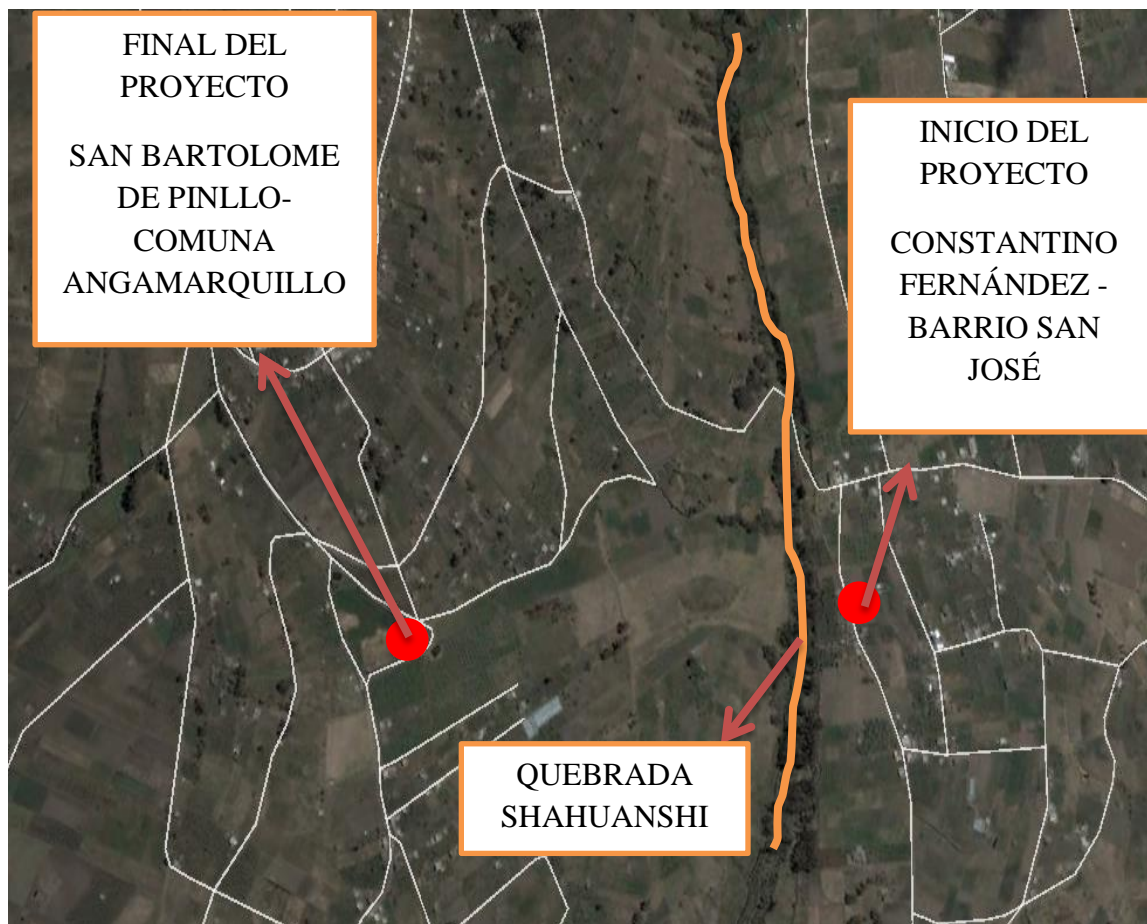
**Gráfico N°21.- Ubicación del proyecto**



Fuente: BiblioCad, Mapa de Tungurahua, Disponible en:  
<http://www.bibliocad.com/biblioteca/plano-tungurahua>



**Gráfico N°22.- Inicio y Final del Proyecto**



Fuente: Google Earth

**Cuadro N°21.- Ubicación Geográfica del Proyecto**

Ubicación	Abscisa	Longitud (E)	Latitud (N)	Cota
Constantino Fernández- Barrio San Jose	Km 0+000	762156,775	9866912,576	3070
San Bartolome de Pinllo- Comuna Angamarquillo	Km 1+516,83	761570,501	9866453,467	3185

Fuente: Autor

## **3.2. Estudios**

### **3.2.1. Levantamiento Topográfico**

Uno de los primeros pasos para llevar a cabo un proyecto de ingeniería civil es el levantamiento topográfico en el sitio en donde se va a realizar la obra. En el caso de la apertura de una nueva vía es necesario realizar un reconocimiento previo del terreno y conocer las diferentes depresiones geográficas que pueden dar complicaciones al levantamiento topográfico.

Una vez realizado el reconocimiento del terreno, se procede a realizar el levantamiento, el mismo que dará como resultado la faja topográfica necesaria para realizar el trazado geométrico de la vía, tanto horizontal como vertical.

El levantamiento se lo realizó con la estación total TOPCON GPT-3009. En una primera instancia se tomó las coordenadas de los puntos de control con los receptores satelitales fijos SOKKIA GRX-1 y el móvil SOKKIA SHC-250. La faja topográfica se la realizó inicialmente con una distancia de 60m de ancho aproximadamente, tomando datos de cada cima y pie de talud, y detalles en el cuerpo de dicho talud; este procedimiento se lo realiza cada 12m aproximadamente cuando no existen quiebres representativos en la conformación de los taludes; de ser el caso se toman datos con mayor detalle a menor distancia.

Los datos obtenidos con la estación total se lo exportó al programa AutoCAD Civil 3-D 2014, en el mismo que se muestra la faja topográfica del terreno en estudio con cada uno de los detalles, como por ejemplo pozos de revisión, canales, casas etc.

Al momento de realizar el trazado horizontal de la carretera, en la parte de la quebrada correspondiente a Pinllo, las pendientes longitudinales en la faja topográfica obtenida eran muy pronunciadas; lo que daba como resultado pendientes del 14% en distancias de 750m, lo que no es adecuado para la operación de los vehículos y la norma [3] rechaza estas condiciones. Se intentó además colocar mayor cantidad de curvas para suavizar las pendientes, pero esto no fue posible ya que las curvas tenían radios de menos de 15m, condición que la norma [3] de igual manera la rechaza.

Al obtener estos inconvenientes al realizar el trazado vial, se optó por obtener mayor faja topográfica, para lo cual se hizo un nuevo reconocimiento previo del terreno y posterior a esto se tomó más datos topográficos con la mayor cantidad de área posible, para con esto obtener mayor distancias para el desarrollo de la pendiente y poder insertar curvas necesarias con los radios mínimos propuestos por la norma [3].

Inicialmente se tomaron 1195 puntos; en el nuevo levantamiento se tomaron 374 puntos más. Esto nos da un total de 1569 puntos que se tomó en la mayor cantidad de área necesaria para el trazado vial adecuado. Los datos topográficos obtenidos se los presenta con detalle en el Anexo A, teniendo la numeración del complemento del levantamiento topográfico iniciando en el punto10001 únicamente para diferenciar los puntos del primer levantamiento topográfico. En el Anexo I se presentan los plano de la faja topográfica definitiva con su trazado horizontal y vertical de la vía.

### **3.2.2. Conteo vehicular**

Para realizar del diseño de una nueva carretera es necesario obtener una información aproximada del volumen del tránsito que atraerá dicha carretera una vez que entre en funcionamiento.

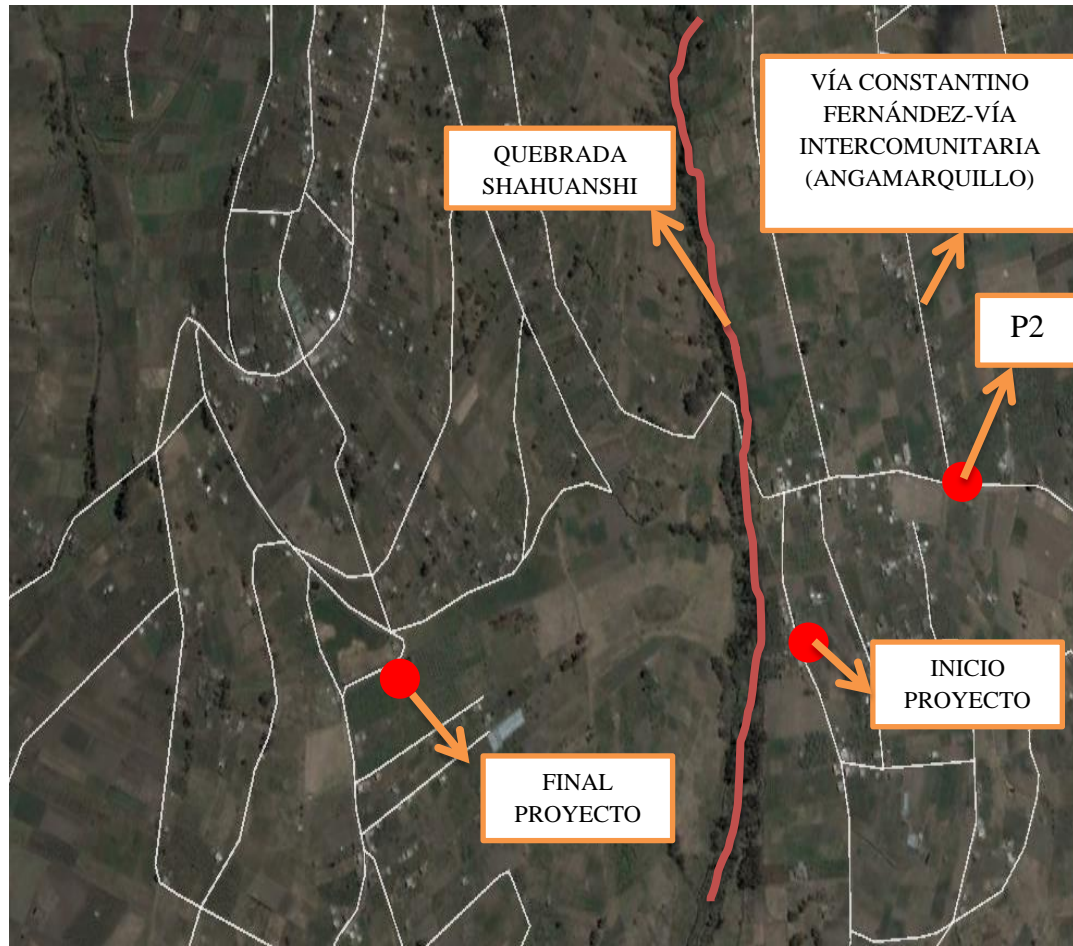
Para obtener esta información se procedió a determinar dos puntos estratégicos tanto en Constantino Fernández, como en Pinllo, en donde se pueda obtener mayor volumen de tránsito. El primer punto está ubicado en la vía Lacon-Angamarquillo Km 0+000; y el segundo punto está ubicado en la vía Constantino Fernández-Vía Intercomunitaria (Angamarquillo) Km 0+000. A continuación se presenta el mapa de ubicación de ambos puntos:

**Gráfico N°23.- Punto 1 (Vía Lacon-Angamarquillo)**



Fuente: Google Earth

**Gráfico N°24.- Punto 2 (Vía Constantino Fernández-Vía Intercomunitaria)**



Fuente: Google Earth

El conteo del tráfico se lo realizó durante 4 días de la semana de Sábado a Martes en ambos puntos, de 6:00am a 6:00pm, con la consideración previa de que es feria el día Domingo en Quisapincha y el día Lunes en Ambato, por lo que la mayor cantidad de tránsito puede estar entre el Domingo y el Lunes ya que los vehículos tienen que pasar por estos puntos obligados para ir ya sea a Quisapincha o Ambato

Para llevar a cabo el conteo es necesario dividir el tránsito de la siguiente manera:

- Livianos
- Buses
- Camiones 2E
- Camiones 3E

Una vez identificados los tipos de vehículos se contará en intervalos de 15 minutos, siguiendo este procedimiento para las 12 horas establecidas. Los cuadros del conteo del tránsito se los presenta en el Anexo B

### **3.2.3. Estudio de Suelos**

El estudio de las propiedades del suelo es de gran importancia para poder realizar el diseño de la estructura del pavimento, ya que debido a los resultados que nos proporcione dicho estudio junto a otras variables, se podrá obtener el resultado del número estructural, dato que es necesario para obtener los diferentes espesores de las capas del pavimento. Además proporcionará resultados para determinar la estabilidad que poseen los taludes del terreno en estudio.

Mientras el suelo posea mayor resistencia y sea de buenas características, los espesores de cada capa del pavimento se podrán disminuir, obteniendo así un proyecto más económico con buenas características para la durabilidad del pavimento.

Para la obtención de muestras para los ensayos de laboratorio se siguió el siguiente procedimiento:



- Se toma muestras aproximadamente cada 750m, procurando obtener una muestra al inicio, en el medio y al final de la carretera
- Se debe tomar aquel suelo en donde coincida el corte con el relleno, para ello es necesario revisar los planos del diseño vertical o de la subrasante del proyecto; esto es debido a que es irracional tomar muestras de suelo en donde vaya a existir un relleno o donde se vaya a cortar el terreno.
- Para determinar los lugares en donde se van a tomar las muestras de la subrasante es necesario revisar los planos horizontales y verticales del trazado geométrico; con esto se determina la abscisa donde coincide el corte con el relleno y mediante coordenadas geográficas con GPS se busca en el terreno los lugares en donde se debe tomar las muestras.
- Para este caso la abscisa inicial donde no existe ni corte ni relleno fue en el Km 0+000, y allí no es necesario determinar las coordenadas debido a que el sitio es muy cercano a la estación 1 del levantamiento topográfico; es decir en el terreno se encuentra marcado este punto con una estaca.

Donde coincidió el corte con el relleno aproximadamente en la mitad de la carretera fue en el Km 0+697 a una altura de 3116 msnm con las siguientes coordenadas: E: 761906,414 N: 9866891,969.

La abscisa donde coincidió el corte con el relleno cerca del final de la vía fue en el Km 1+410 a una altura de 3174 msnm con las siguientes coordenadas:

E: 761627,329 N: 9866503,842

- Se retira la capa vegetal del terreno y a partir de ello se realiza una calicata de 50cm de profundidad, y con el suelo alterado extraído se realizaran los ensayos

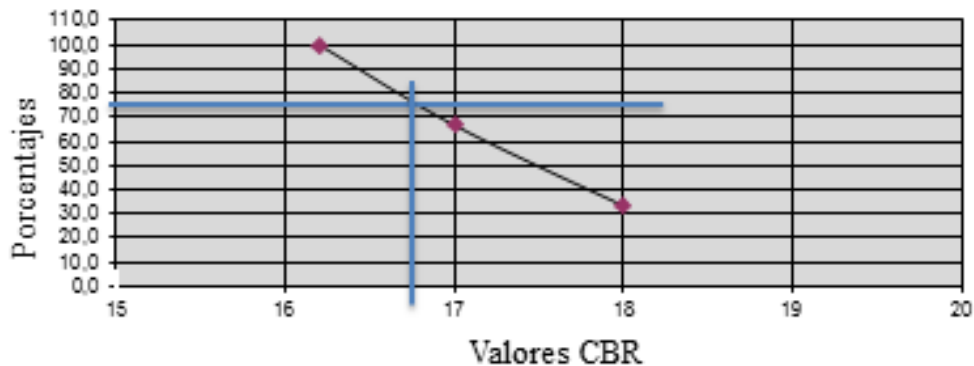
de clasificación, contenido de humedad, límites de consistencia, proctor modificado, CBR y granulometría.

- Para determinar la cohesión que posee el suelo de un talud se toma dos muestras inalteradas en forma de cubo de las siguientes dimensiones aproximadamente 10x10x20cm, las mismas que se las debe extraer como mucho cuidado sin alterar su composición física y química para que lleguen al laboratorio lo más inalteradas posible.

### 3.2.3.1. Determinación del CBR de diseño

El dato más importante que se utiliza para determinar la estructura del pavimento es el valor de soporte de california CBR, el cual se muestra en la siguiente gráfica de acuerdo a los ensayos realizados. Los ensayos restantes y completos se encuentran disponibles en el Anexo C

**Gráfica N°25.- Determinación del CBR de diseño**



Fuente: Autor



El CBR de diseño es igual a 16,8%, para la obtención de la gráfica anterior se tomó en cuenta los 3 valores de CBR correspondientes a cada abscisa, es decir a cada muestra, que dieron como resultados los siguientes porcentajes.

Km 0+697 = 16,2%

Km 1+410 = 17%

Km 0+000 = 18%

Tomando en cuenta un criterio en el cual se obtenga seguridad al momento de calcular el número estructural es necesario considerar que el menor valor de 16,2% se lo asumen como CBR de toda la vía es decir al 100%, consecuentemente el 17% corresponde al 66,7% y el 18% de CBR al 33,3% de toda la vía.

Una vez obtenidos los valores de CBR y porcentajes correspondientes es necesario tomar en cuenta el método del percentil para la obtención del CBR de diseño, el cual está en función del nivel de tránsito. En el siguiente cuadro se muestra el valor de percentil que se debe adoptar según el volumen de tránsito:

**Cuadro N°22.- Cantidad de ejes equivalentes para selección del porcentaje de CBR**

Número de ejes de 8,2 Ton en el carril de diseño	Valor de percentil para diseño de Subrasante
< 10 <sup>4</sup> ESAL's	60
10 <sup>4</sup> < 10 <sup>6</sup> ESAL's	75
> 10 <sup>6</sup> ESAL's	87,5

Fuente: Manual Centro Americano de Pavimentos

Para este caso al poseer un valor de 130504 ejes equivalentes calculados en el cuadro N°31, y estar en el rango de  $10^4 < 10^6$ , se opta por un valor de percentil del 75%. Con este valor es posible trazar una línea horizontal y una vertical en la gráfica N°25 para lograr obtener el valor final del CBR de diseño.

### **3.2.3.2. Determinación de la cohesión, ángulo de fricción interna y peso específico del suelo que conforman los taludes**

Es necesario además realizar un estudio en el cual se pueda determinar la cohesión que posee el suelo de los taludes, así como también el ángulo de fricción interna y peso específico; ya que con estos dos datos es posible calcular el factor de seguridad “FS” que indica la estabilidad y seguridad que poseen los taludes ante el deslizamiento.

Para la determinación de la cohesión se lo realizó mediante el ensayo de laboratorio de compresión inconfiada, con muestras inalteradas.

El ángulo de fricción interna y el peso específico del suelo para el presente proyecto se lo determinó mediante tablas de acuerdo al tipo de suelo que conforman los taludes de los cuales se obtuvieron las muestras inalteradas.

En el Anexo C se presentan los cuadros del ensayo para el cálculo de la cohesión, y en el anexo E-1 y E-2 se encuentra disponible la tabla para la determinación del ángulo de fricción interna y el peso específico del suelo.

### 3.2.4. Estudio de las precipitaciones

Para realizar el cálculo hidrológico de las cunetas y de alcantarillas, así como también para determinar los coeficientes de drenaje para el diseño del pavimento, es necesario determinar las precipitaciones que se presentan en el lugar del proyecto.

**Gráfico N°26.- Ubicación de las estaciones meteorológicas en Tungurahua**



Fuente: Red Hidrometeorológica de Tungurahua, Anuario Meteorológico, Gobierno Provincial de Tungurahua, 2014.

Para ello se tomó los datos de la Dirección de Recursos Hídricos y Gestión Ambiental que junto con el Gobierno Provincial de Tungurahua presentan un anuario

meteorológico, en el cual se muestra la temperatura del ambiente, la humedad relativa, las precipitaciones, la velocidad del viento y la dirección del viento.

El anuario meteorológico escogido es del 2014, es decir el último informe presentado por la Dirección de Recursos Hídricos y Gestión Ambiental. La tabla de precipitaciones necesaria para la elaboración del presente proyecto se encuentra disponible en el anexo E-3

### 3.3. Memoria Técnica (Cálculo y Diseño del proyecto)

#### 3.3.1. Cálculo del TPDA

Mediante el estudio del tráfico es posible realizar el cálculo del TPDA; dato que es importante para determinar el tipo de vía, y con esto realizar el diseño de la misma. A continuación se presenta la tabla en la que se muestra el día en el que se obtuvo mayor circulación de vehículos en una hora determinada, la cual se obtuvo en la estación 1. El conteo completo de los 4 días de los dos puntos se lo detalla en el Anexo B.

**Cuadro N°23.- Hora Pico del día lunes 30 de noviembre**

HORA PICO EN LA VÍA LACÓN-ANGAMARQUILLO							
HORA	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2E	Camiones 3E ó mas	Total Camiones	Total	Total Acumulado
7:15-7:30	16	2	0	0	0	18	18
7:30-7:45	9	2	1	0	1	12	30
7:45-8:00	17	3	0	0	0	20	50
8:00-8:15	10	1	2	0	2	13	63
Total	52	8	3	0	3	63	
%	82,54	12,7	4,76	0		100	

Fuente: Autor

La hora pico se determinó en la estación 1; es decir en la parroquia de Pinllo en la vía Lacon-Angamarquillo, Km 0+000, obteniendo el 82,54% de livianos, 12,7% de buses y 4,76% de camiones de 2E; del total que es 63 vehículos

El sistema aplicado para determinar el TPDA, es el de la trigésima hora de diseño (30 HD), que según [3] es el volumen horario excedido solamente durante 29 volúmenes horarios en el año.

### 3.3.1.1. Factor de Hora Pico

A continuación se debe calcular el factor de hora pico con la siguiente fórmula:

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

$$FHP = \frac{63}{4 * 20}$$

$$FHP = 0,79$$

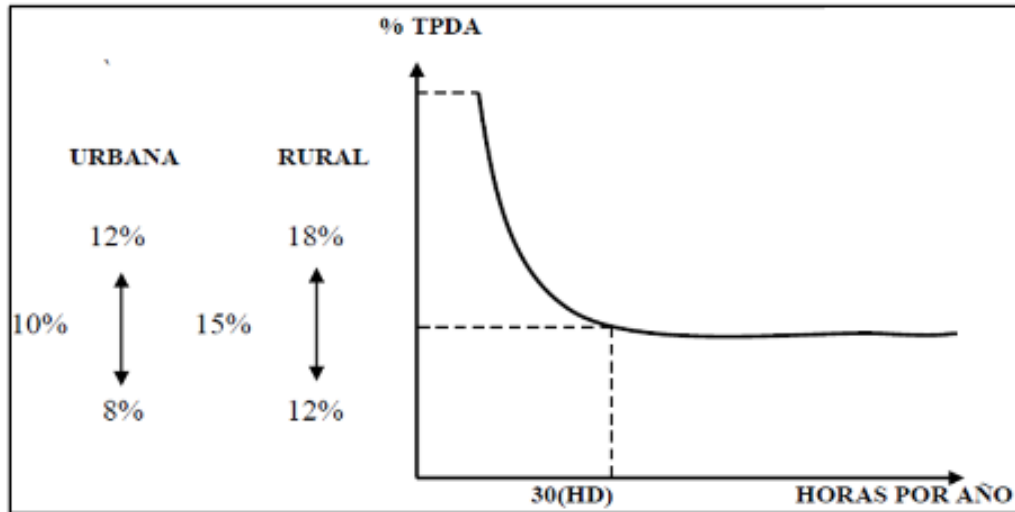
El factor de hora pico siempre va a ser menor que la unidad; cuando el FHP es igual a uno indica un flujo vehicular constante a toda hora, y los valores menores a la unidad indica concentraciones de flujo máximo de vehículos en intervalos cortos de tiempo dentro de la hora pico.

### 3.3.1.2. Porcentaje de la trigésima hora

Este porcentaje se lo determina con la gráfica que se muestra a continuación, en donde se aprecia una curva que desciende rápidamente a un punto de inflexión. En donde además indica el valor de 10% para vías urbanas y 15% para zonas rurales.

Para este caso al ser una vía rural se elegirá el valor del 15%

**Gráfico N°27. Arco de la hora pico**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

A continuación se calculará el TPDA actual, en función del porcentaje de la trigésima hora y del factor de hora pico asumiendo 1, con la siguiente ecuación:

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

- Para vehículos livianos

$$TPDA(\text{livianos}) = \frac{52 * 1}{0,15}$$

$$TPDA(\text{livianos}) = 347 \text{ Vehículos/día}$$

- Para buses

$$TPDA(\text{buses}) = \frac{8 * 1}{0,15}$$

$$TPDA(\text{buses}) = 53 \text{ Vehículos/día}$$

- Para Camiones 2E

$$TPDA(\text{camiones}) = \frac{3 * 1}{0,15}$$

$$TPDA(\text{camiones}) = 20 \text{ Vehículos/día}$$

Entonces el TPDA actual será igual a:

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

$$TPDA (actual) = 347 + 53 + 20$$

$$TPDA (actual) = 420 \text{ vehiculos dia}$$

**Cuadro N°24.- Tráfico promedio diario anual actual**

TPDA actual para cada Vehículo		
Tipo de Vehículo	Total	TPDA actual
Livianos	52	347
Buses	8	53
Camiones	3	20
	TPDA total	420

Fuente: Autor

Para obtener un dato aproximado de la cantidad de vehículos que van a circular por la nueva carretera, es necesario tomar en cuenta tres tipos de tránsito, los mismos que se muestran a continuación:

- Tránsito Generado (Tg) : Se asume como el 20% del TPDA actual
- Tránsito Atraído (Tat) : Se asume como el 10% del TPDA actual
- Tránsito Desarrollado (Td) : Se asume como el 5% del TPDA actual

**Cuadro N°25.- Tránsito Generado**

Tránsito Generado (20%TPDA)		
Tipo de Vehículo	TPDA actual	Tg
Livianos	347	69
Buses	53	11
Camiones	20	4
	Tg total	84

Fuente: Autor



### Cuadro N°26.- Tránsito Atraído

Tránsito Atraído (10% TPDA)		
Tipo de Vehículo	TPDA actual	Tat
Livianos	347	35
Buses	53	5
Camiones	20	2
	Tat total	42

Fuente: Autor

### Cuadro N°27. Tránsito Desarrollado

Tránsito Desarrollado(5% TPDA)		
Tipo de Vehículo	TPDA actual	Td
Livianos	347	17
Buses	53	3
Camiones	20	1
	Td total	21

Fuente: Autor

Entonces para determinar el tránsito vehicular que existirá en la nueva vía, únicamente se suma el tránsito generado, atraído y desarrollado. No se toma en cuenta el TPDA actual debido a que no existe.

$$Ta = Tg + Tat + Td$$

$$Ta(\text{livianos}) = 69 + 35 + 17$$

$$Ta(\text{livianos}) = 121 \text{ Vehículos/día}$$

$$Ta(buses) = 11 + 5 + 3$$

$$Ta(buses) = 19 \text{ Vehículos/día}$$

$$Ta(camiones) = 4 + 2 + 1$$

$$Ta(camiones) = 7 \text{ Vehículos/día}$$

### 3.3.1.3. Tránsito Futuro

Se realizará una proyección del tránsito para 20 años y se lo calculará con la siguiente fórmula:

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

Dónde:

Tf: Tráfico futuro

Ta: Tránsito actual

i: Índice de crecimiento vehicular

n: Número de años de proyección (para 20 años)

**Cuadro N°28.- Índice de crecimiento vehicular**

Período	Tipo de Vehículos		
	Livianos	Buses	Camiones
2010-2015	4,47	2,22	2,18
2015-2020	3,97	1,97	1,94
2020-2025	3,57	1,78	1,74
2025-2030	3,25	1,62	1,58

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

En el siguiente cuadro se presenta la proyección del tránsito vehicular para 20 años, es decir hasta el 2035.

**Cuadro N°29.-Proyección del tráfico para 20 años**

AÑO	n	INDICE DE CRECIMIENTO (i)%			TPDA FUTURO = $Ta*(1+i)^n$			TOTAL
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
2015	0	4,47	2,22	2,18	121	19	7	147
2016	1	3,97	1,97	1,94	126	19	7	152
2017	2	3,97	1,97	1,94	131	20	7	158
2018	3	3,97	1,97	1,94	136	20	7	163
2019	4	3,97	1,97	1,94	141	21	8	170
2020	5	3,97	1,97	1,94	147	21	8	176
2021	6	3,57	1,78	1,74	149	21	8	178
2022	7	3,57	1,78	1,74	155	21	8	184
2023	8	3,57	1,78	1,74	160	22	8	190
2024	9	3,57	1,78	1,74	166	22	8	196
2025	10	3,57	1,78	1,74	172	23	8	203
2026	11	3,25	1,62	1,58	172	23	8	203
2027	12	3,25	1,62	1,58	178	23	8	209
2028	13	3,25	1,62	1,58	183	23	9	215
2029	14	3,25	1,62	1,58	189	24	9	222
2030	15	3,25	1,62	1,58	195	24	9	228
2031	16	3,25	1,62	1,58	202	25	9	236
2032	17	3,25	1,62	1,58	208	25	9	242
2033	18	3,25	1,62	1,58	215	25	9	249
2034	19	3,25	1,62	1,58	222	26	9	257
2035	20	3,25	1,62	1,58	229	26	10	265

Fuente: Autor

Según el total de tráfico que se presenta en el cuadro N°29, la vía se encuentra en camino vecinal clase IV de acuerdo al cuadro N°3, ya que el TPDA que se espera es igual a 265 Vehículos día.

### 3.3.2. Diseño geométrico

#### 3.3.2.1. Diseño Horizontal

##### 3.3.2.1.1. Velocidad de diseño

Para determinar la velocidad de diseño para la carretera, es necesario realizar la clasificación de la vía según el TPDA esperado de acuerdo al cuadro N°2 del capítulo 2 del presente proyecto que nos proporciona [3].

**Cuadro N°2.- Clasificación de Carreteras de acuerdo al tráfico proyectado**

FUNCIÓN	CATEGORIA DE LA VIA		TPDA
CORREDOR ARTERIAL	R-I o R-II	Tipo	>8000
	I	Todos	3000-8000
COLECTOR A	II	Todos	1000-3000
	III	Todos	300-1000
	IV	5,5E,6 Y 7	100-300
VECINAL	V	4 Y 4E	<100

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

Según la tabla y el TPDA calculado la nueva vía se encontrará en la categoría IV, es decir es una vía colectora.

Una vez determinada la categoría de la nueva vía se procede a determinar la velocidad de diseño según tipo de terreno y propiamente la categoría de la vía con el cuadro disponible en el anexo E-4. Al ser un terreno montañoso y la categoría de la vía IV, se determinan las siguientes velocidades de diseño:

- Para cálculo de elementos longitudinales

Recomendado: 50 km/h

Absoluto: 25 km/h

- Para el cálculo de la sección transversal y otros

Recomendado: 50 km/h

Absoluto: 25 km/h

Se debe tomar en cuenta que los valores recomendados son utilizados siempre y cuando el TPDA se encuentre en el límite superior de la categoría a la cual corresponde la vía; y los valores absolutos cuando el TPDA este cerca del límite inferior de la categoría de la vía o cuando el terreno posea la característica de escarpado. En este caso se optará por los valores absolutos, debido a q el terreno es difícil o escarpado.

#### **3.3.2.1.2. Velocidad de circulación**

La expresión con la cual se calcula la velocidad de circulación siempre y cuando el TPDA sea menor a 1000, es la siguiente:

$$V_c = 0,8V_d + 6,5$$

Dónde:

V<sub>c</sub>: Velocidad de circulación

V<sub>d</sub>: Velocidad de diseño

Entonces:

$$V_c = 0,8 * (25Km/h) + 6,5$$

$$V_c = 26,5 Km/h$$

### **3.3.2.1.3. Distancia de visibilidad**

#### **Distancia de visibilidad de parada**

Para determinar cuál es la distancia necesaria para detener el vehículo cuando este se encuentre circulando a la velocidad de diseño, se lo realiza con la siguiente expresión:

$$DVP = 0,7V + \frac{V^2}{254 f}$$

Dónde:

DVP: Distancia de visibilidad de parada

V: Velocidad de diseño

f: Fricción longitudinal

Entonces:

$$f = \frac{1,15}{V^{0,3}}$$

$$f = \frac{1,15}{(25Km/h)^{0,3}}$$

$$f = 0,438$$

$$DVP = 0,7\left(\frac{25Km}{h}\right) + \frac{\left(\frac{25km}{h}\right)^2}{254 * (0,438)}$$

$$DVP = 23,11 m$$

**DVP = 25 m** Según tabla del Anexo E-5

### **Distancia de visibilidad para rebasamiento**

Para determinar la distancia necesaria para que un vehículo rebase a otro, se lo realiza con la siguiente expresión simplificada

$$DVR = 9,54V - 218$$

Dónde:

DVR: Distancia de visibilidad de rebasamiento

V: Velocidad de diseño

Entonces:

$$DVR = 9,54\left(\frac{25km}{h}\right) - 218$$

$$DVR = 20,5m$$

La velocidad mínima de rebasamiento recomendada que se encuentra en la tabla del anexo E-6, cuando el vehículo rebasante se encuentra circulando a 40km/h y el rebasado a 24 km/h, es de 80m. Por tanto se opta por el valor de 80m como distancia de visibilidad para el rebasamiento.

$$DVR = 80m \text{ Según tabla del Anexo E-6}$$



#### **3.3.2.1.4. Peralte**

Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% con velocidades mayores a 50km/h y del 8% para caminos vecinales tipo 4, 5 y 6 con capa granular con velocidades hasta 50 km/h.

Al obtener una velocidad de diseño de 25km/h, el peralte máximo adoptado es de 8%

#### **3.3.2.1.5. Radio mínimo de curvatura**

La expresión que se muestra a continuación sirve para obtener el radio mínimo que tendrán las curvas en la carretera para darle mayor comodidad y seguridad al usuario.

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

Dónde:

R = Radio mínimo de curvatura

V = Velocidad de diseño

f = Coeficiente de fricción lateral máximo (0,16 a 0,40)

e = peralte máximo de la curva

Entonces:

$$R = \frac{\left(\frac{25km}{h}\right)^2}{127 (0,08 + 0,40)}$$

$$R = 10,25m$$

**R = 20m** Según Cuadro N°14 del capítulo 2 del presente proyecto

En el presente proyecto fue necesario adoptar 5 curvas con un radio de curvatura de 15m; lo cual la norma [3] indica que es posible utilizar dicho radio en terrenos escarpados. Estos radios de curvaturas mínimos fueron utilizados en la curva 9, 10, 11, 26, 27, que sirvieron para vencer pendientes pronunciadas.

### **3.3.2.2. Diseño Vertical**

#### **3.3.2.2.1. Pendientes**

Para determinar las pendientes máximas admisibles en el presente proyecto es necesario revisar el cuadro N°15 del capítulo 2 del presente proyecto, en el cual se indica un valor del 12% para una carretera tipo IV y de terreno montañoso. Al ser un terreno sumamente escarpado, con pendientes longitudinales y transversales altas, se utilizó un valor máximo del 14% de pendiente longitudinal tal como lo indica la norma [3].

**Cuadro N°15.- Valores de gradientes longitudinales máximas (%)**

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

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

Además se tomó en cuenta las siguientes consideraciones para los tramos de pendiente longitudinal considerables:

8 – 10 %                      Longitud máxima = 1000m

10 – 12%                      Longitud máxima = 500m

12 – 14%                      Longitud máxima = 250m

En los casos más críticos se utilizaron pendientes del 13,96% en una longitud de 96,25m; y del 12,99% en 104,72m lo cual está dentro de las especificaciones de la norma [3]

### 3.3.2.2.2. Curvas verticales cóncavas y convexas

Para determinar el valor de las curvas tanto cóncavas como convexas se utiliza la siguiente expresión:

$$Lv = K \times A$$

Dónde:

Lv: Longitud de la curva vertical

K: Coeficiente

- Curva cóncava K=5
- Curva convexa K=3

A: Diferencia que existe entre dos gradientes consecutivas (Valor Absoluto)

La longitud mínima de la curva vertical se la determina con la siguiente expresión:

$$Lvmin = 0,60 \times V$$

Dónde:

Lvmin: Longitud mínima posible a adoptar en la curva vertical

V: Velocidad de diseño

Entonces:

$$Lvmin = 0,60 \times \left(\frac{25km}{h}\right)$$

$$Lvmin = 15m$$

### 3.3.2.3. Diseño Transversal

#### 3.3.2.3.1. Ancho de calzada

Para determinar el ancho de la calzada que posee la vía, es necesario basarse en el cuadro N°17 del capítulo 2 del presente proyecto; y de acuerdo a este nos proporciona un valor de 6m para carreteras tipo IV.

**Cuadro N°17.- Valores de ancho del pavimento en metros**

Tipo de Carretera	Valor Recomendable	Valor Absoluto
R-I ó R-II	7,30	7,30
I	7,30	7,30
II	7,30	6,50
III	6,70	6,00
IV	6,00	6,00
V	6,50	4,00

Fuente: “Normas de Diseño Geometrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

### 3.3.2.3.2. Bombeo

Para esta vía clase IV se utilizó una pendiente transversal del 2,5%, basándose en el cuadro N°20 del capítulo 2 del presente proyecto, excepto cuando no existe pendiente longitudinal ni peralte, ya que de ser el caso se utilizará un bombeo del 3,5%.

**Cuadro N°20.- Valores de pendiente transversal recomendados**

Clase de Carretera	Pendiente
R-I ó R-II > 8000 TPDA	1,5 a 2
I 3000 a 8000 TPDA	1,5 a 2
II 1000 a 3000 TPDA	2
III 3000a 1000 TPDA	2
<b>IV 100 a 300 TPDA</b>	<b>2,5 a 4</b>
V Menos de 100 TPDA	4

Fuente: “Normas de Diseño Geometrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003

En 3 tramos del proyecto es posible utilizar una pendiente transversal de 3,5% al no poseer pendiente longitudinal. Esto se lo realizó para obtener un drenaje adecuado en la vía. Este detalle se lo presenta de mejor manera en los planos del presente proyecto.

### 3.3.3. Cálculo y diseño de la estructura del pavimento

Para determinar la estructura del pavimento, es necesario determinar un número estructural SN, el cual nos permita conocer cuáles son los diferentes espesores para cada capa del pavimento.

La fórmula para el diseño del pavimento flexible es la siguiente:

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

En donde:

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

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

**So:** Desviación estándar de todas las variables

**ΔPSI:** Perdida de la serviciabilidad

**Mr:** Módulo de resiliencia de la subrasante

**SN:** Número estructural

### 3.3.3.1. Ejes equivalentes acumulados según el período de diseño (W18)

Es necesario determinar un período de diseño para la vía que se construirá de acuerdo al tipo de carretera. La determinación de los años de vida útil del pavimento flexible permitirá realizar un diseño en el cual se tome en cuenta en gran parte la economía del

proyecto. A continuación se presenta los diferentes períodos de análisis propuestos por [5] que se encuentra en el capítulo 2 del presente proyecto.

**Cuadro N°4.- Período de diseño según el tipo de carretera**

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

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

Para este caso se tomará el período de 15 a 25 años, al considerar una carretera que va a ser pavimentada y va a tener bajo volumen de tránsito. Es necesario además tomar en cuenta el daño que producirá cada vehículo en el pavimento según el peso que posea. El cuadro que se muestra a continuación propuesto por las investigaciones de [3], se indica los diferentes factores de daño:

**Cuadro N°30 Factores de daños de acuerdo al tipo de vehículo**

Tipo	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		Factor de Daño
	TON	$(P/6,6)^4$	TON	$(P/6,6)^4$	TON	$(P/6,6)^4$	TON	$(P/6,6)^4$	
Bus	4	0,13	8	0,91					1,04
C-2P	2,5	0,02							1,29
	7	1,27							
C-2G	6	0,68	11	3,24					3,92
C-3	6	0,68			18	2,08			2,76
C-4	6	0,68					25	1,4	2,08
C-5	6	0,68			18	2,08			2,76
C-6	6	0,68			18	2,08	25	1,4	4,16

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MTOP-001-F-2003



En este caso únicamente es necesario tomar en cuenta los buses y los camiones de 2 ejes, por lo que los valores son de 1,04 y 1,29 respectivamente

### 3.3.3.2. Factor de distribución por carril

A continuación se presenta la distribución de la carga de los vehículos según el número de carriles del cuadro propuesto por [5], en el capítulo 2 del presente proyecto

**Cuadro N°5.- Factor de distribución por carril**

Número de carriles en una dirección	% del W18 en el carril de diseño,
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

Al ser una vía de un solo carril por sentido, se tomará el 100% de la carga de los vehículos para realizar el diseño de la estructura del pavimento.

Para realizar el cálculo del número total de ejes equivalentes hasta el período de diseño determinado, es necesario aplicar la siguiente fórmula:

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

Dónde:

W18: Número de ejes equivalentes acumulados (hasta el período de diseño)

TPDA final: Tránsito promedio diario anual (proyectado a 20 años)

Entonces:

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

$$W18_{parcial} = (365 * 26 * 1,04) + (365 * 10 * 1,29)$$

$$W18_{parcial} = 14578$$

$$W18_{acumulado} = 14578 + 246429$$

$$W18_{acumulado} = 261007$$

$$W18 \text{ por dirección} = 261007 * 0,5$$

$$W18 \text{ por dirección} = 130504$$

En la siguiente tabla se presenta el número de ejes equivalentes acumulados hasta el período de diseño definido.

**Cuadro N°31.- Ejes equivalente acumulados**

AÑO	n	ÍNDICE DE CRECIMIENTO (i)%			TPDA FUTURO = $Ta*(1+i)^n$			TOTAL	W18 PARCIAL	W18 ACUMULADO	W18 POR DIRECCIÓN	W18 DE DISEÑO
		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES					
2015	0	4,47	2,22	2,18	121	19	7	147	10508	10508	5254	5254
2016	1	3,97	1,97	1,94	126	19	7	152	10508	21016	10508	10508
2017	2	3,97	1,97	1,94	131	20	7	158	10888	31904	15952	15952
2018	3	3,97	1,97	1,94	136	20	7	163	10888	42792	21396	21396
2019	4	3,97	1,97	1,94	141	21	8	170	11738	54530	27265	27265
2020	5	3,97	1,97	1,94	147	21	8	176	11738	66268	33134	33134
2021	6	3,57	1,78	1,74	149	21	8	178	11738	78006	39003	39003
2022	7	3,57	1,78	1,74	155	21	8	184	11738	89744	44872	44872
2023	8	3,57	1,78	1,74	160	22	8	190	12118	101862	50931	50931
2024	9	3,57	1,78	1,74	166	22	8	196	12118	113980	56990	56990
2025	10	3,57	1,78	1,74	172	23	8	203	12498	126478	63239	63239
2026	11	3,25	1,62	1,58	172	23	8	203	12498	138976	69488	69488
2027	12	3,25	1,62	1,58	178	23	8	209	12498	151474	75737	75737
2028	13	3,25	1,62	1,58	183	23	9	215	12968	164442	82221	82221
2029	14	3,25	1,62	1,58	189	24	9	222	13348	177790	88895	88895
2030	15	3,25	1,62	1,58	195	24	9	228	13348	191138	95569	95569
2031	16	3,25	1,62	1,58	202	25	9	236	13728	204866	102433	102433
2032	17	3,25	1,62	1,58	208	25	9	242	13728	218594	109297	109297
2033	18	3,25	1,62	1,58	215	25	9	249	13728	232322	116161	116161
2034	19	3,25	1,62	1,58	222	26	9	257	14107	246429	123215	123215
2035	20	3,25	1,62	1,58	229	26	10	265	14578	261007	130504	130504

Fuente: Autor

En el cuadro N°31 se presenta el valor total de ejes equivalentes en el año 2035, el cual muestra un valor de 130504

En el siguiente cuadro que se encuentra disponible en el capítulo 2 del presente proyecto se muestra los valores recomendados según [5] para el espesor de las capas del pavimento flexible en pulgadas, según el número de ejes equivalentes totales para el período de diseño definido:

**Cuadro N°9.- Espesores mínimos según los ejes equivalentes (pulg.)**

Tránsito W18	Concreto Asfáltico	Base granular
Menos de 5,000	1,0 ó Tandem Superficial	4,0
50,001 a 150,000	2,0	4,0
150,001 a 500,000	2,5	4,0
500,001 a 2'000,000	3,0	6,0
2'000,001 a 7'000,000	3,5	6,0
Mayor a 7'000,000	4,0	6,0

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

El valor de ejes equivalentes totales en el 2035 es de 130504, por lo que este valor se encuentra en el rango de 50001 a 150000, dando como resultado los siguientes valores:

- Concreto asfáltico o capa de rodadura D1 = 2,0plg = 5,08cm ó 5cm
- Base granular D2 = 4,0plg = 10,16cm ó 10cm

Estos valores sirven como referencia para realizar el cálculo de los espesores de las capas que conforman el pavimento manteniéndose en los valores mínimos recomendados por la norma.

### 3.3.3.3. Confiabilidad “R”

Es necesario definir una confiabilidad la cual permite dar la probabilidad de que la estructura funcione igual o mejor de lo previsto dentro del período de diseño previamente definido. Dicha confiabilidad está en función del tipo de carretera y de la zona. A continuación se presenta el cuadro mostrado en el capítulo 2 del presente proyecto definido según [5] con los siguientes valores:

**Cuadro N°6.- Nivel de confiabilidad de acuerdo a la zona**

Clasificación funcional	Zonas Urbanas	Zonas Rurales
Autopistas	85-99,9	80-99,9
Carreteras de 1er orden	80-90	75-95
Carreteras de 2do orden	80-95	75-95
Caminos vecinales o locales	50-80	50-80

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

En este caso se define como un camino vecinal o carretera local ubicada en una zona rural, obteniendo como resultado 50-80. Para el presente proyecto se tomará un valor del 70%.

### 3.3.3.4. Desviación estándar normal $Z_R$

A continuación se muestra el siguiente cuadro que se encuentra en el capítulo 2 del presente proyecto con los valores correspondientes según [5]:

**Cuadro N°7.- Factores de desviación normal**

Confiabilidad	$Z_r$
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405

Confiabilidad	$Z_r$
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

Los valores expuestos están en función de la confiabilidad que se le dé a la estructura del pavimento, en el caso de poseer la confiabilidad  $R=70\%$ , la desviación  $Z_R = -0,524$ .

### 3.3.3.5. Desviación estándar global “ $S_o$ ”

Según la teoría mostrada en el capítulo 2 del presente proyecto y acorde a investigaciones de [5], la desviación global estándar se encuentra en un rango de 0,40 y 0,50 para pavimentos flexibles. En este caso se seleccionará un valor promedio de  $S_o=0,45$ .

### 3.3.3.6. Índice de Serviciabilidad “PSI”

Para realizar el diseño del pavimento es necesario determinar la calidad de servicio que brindará dicho pavimento a los usuarios de la vía. Para ello se presenta el siguiente cuadro que se expone en el capítulo 2 del presente proyecto, según [5]:

**Cuadro N°8.- Calificación de la serviciabilidad de la carretera**

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

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

Con la siguiente expresión se determina la diferencia entre los índices de servicio inicial y final:

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

El índice de servicio inicial es igual a 4,2 por tratarse de pavimento flexible. Para el índice de servicio terminal se recomienda valores entre 2,5 o 3,0 para caminos principales y 2,0 para secundarios.

Entonces:

$$\Delta PSI = 4,2 - 2,0$$

$$\Delta PSI = 2,2$$

Para este caso se determinó un valor de 2,2 el cual indica que la calificación de la vía según la estructura del pavimento se la define como regular.

### **3.3.3.7. Módulo de resiliencia de la subrasante “Mr”**

De acuerdo a la teoría señalada en el capítulo 2 del presente proyecto según [5], se presenta los siguientes valores de relación entre el CBR y el módulo de resiliencia de la subrasante.

- Mr (PSI) = 1500xCBR para CBR < 10% (sugerido por ASSHTO)
- Mr (PSI) = 3000xCBR<sup>0,65</sup> para CBR de 7,2% a 20% (ecuación desarrollada por Sudáfrica)
- Mr (PSI) = 4326xlnCBR + 241 (utilizada para suelos granulares por la ASSHTO)

Entonces de acuerdo al estudio de suelos realizado con un valor de CBR de diseño de 16,8%, es necesario ocupar la siguiente fórmula, debido a que se encuentra en el rango de 7,2 al 20%.

$$Mr (PSI) = 3000 \times 16,8^{0,65}$$



$$M_r \text{ (PSI)} = 18775 \text{ psi}$$

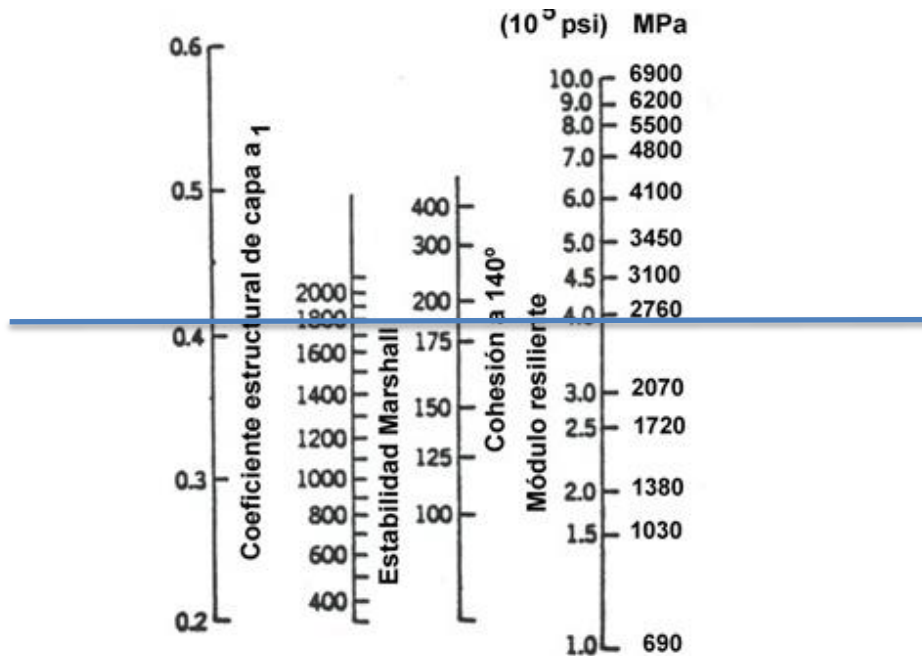
$$M_r \text{ (PSI)} = 18,78 \text{ ksi}$$

### 3.3.3.8. Coeficientes de la carpeta asfáltica

Para determinar cada uno de los coeficientes estructurales  $a_1$ ,  $a_2$  y  $a_3$  se tomarán los gráficos 5, 6 y 7 respectivamente del capítulo 2 del presente proyecto:

#### Coeficiente $a_1$

Gráfico N°5.- Ábaco para estimación del coeficiente estructural  $a_1$



Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

Según [5] se establece una estabilidad Marshall mínima de 1800 lb para tráfico pesado, de acuerdo a este valor se trazó una línea la cual interseque a las demás, para la determinación del coeficiente estructural  $a_1$ , es decir el coeficiente de la carpeta asfáltica.

A continuación se presenta el siguiente cuadro que permite interpolar los valores de  $a_1$ , debido a que en la gráfica no es posible apreciar claramente dichos valores:

**Cuadro N°32.- Valores de  $a_1$**

Módulos Elásticos		Valores $a_1$
psi	Mpa	
125000	875	0,220
150000	1050	0,250
175000	1225	0,280
200000	1400	0,295
225000	1575	0,320
250000	1750	0,330
275000	1925	0,350
300000	2100	0,360
325000	2275	0,375
350000	2450	0,850
375000	2625	0,405
400000	2800	0,420
425000	2975	0,435
450000	3150	0,440

Fuente: Guía Técnica de Pavimentos, Ing. Mg. Fricson Moreira C.

De acuerdo a la gráfica y a la tabla que se mostró anteriormente, los valores están comprendidos entre 375000 y 400000; entonces con estos valores efectuamos la siguiente operación:

$$\text{Módulo Elástico: } 400000 - 375000 = 25000$$

$$\text{Valores de } a_1: 0,405 - 0,420 = 0,015$$

Entonces:

$$x = (5000 * 0,015) / 25000$$

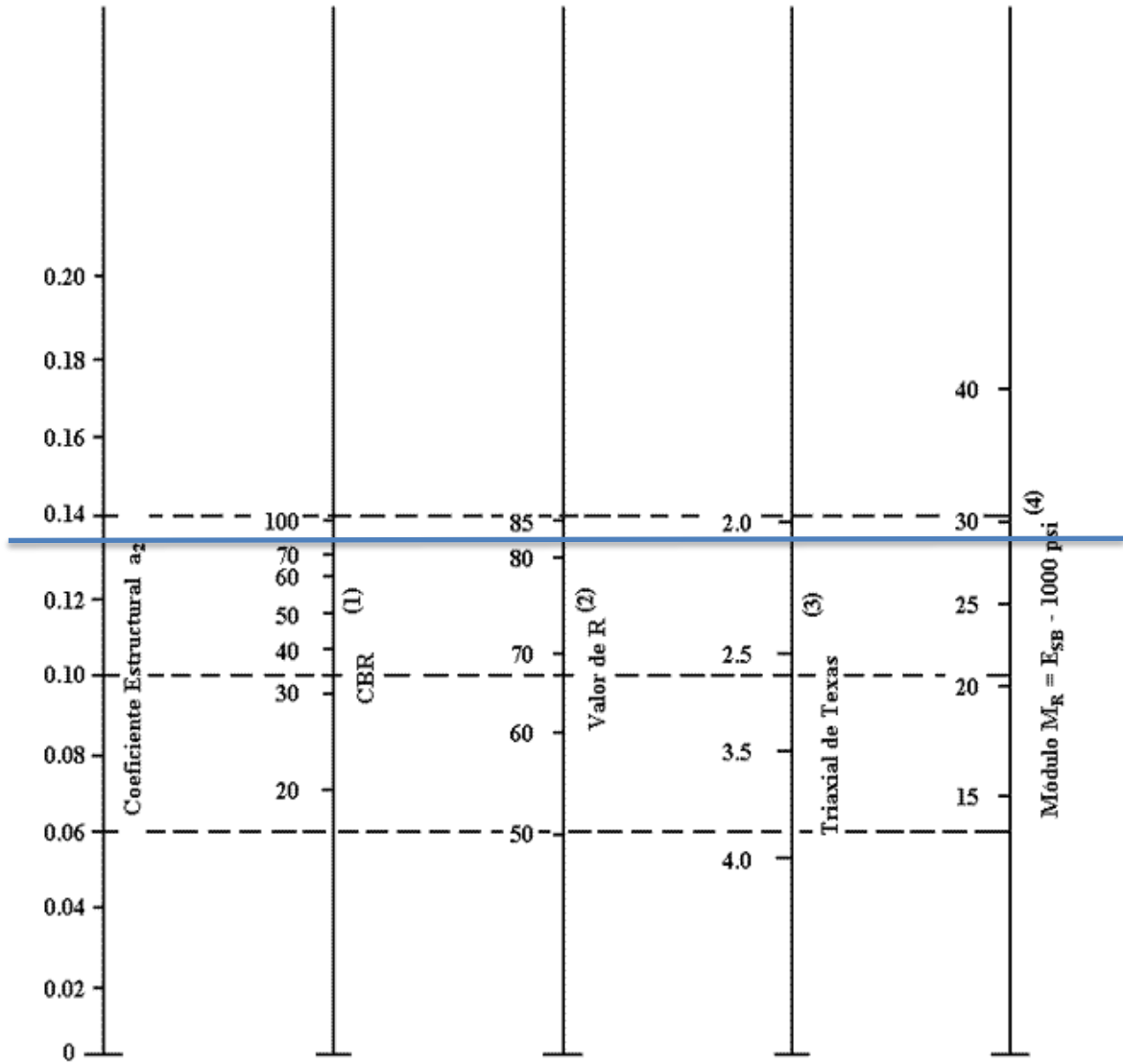
$$x = 0,003$$

$$a_1 = 0,42 - 0,003$$

$$a_1 = 0,417$$

**Coefficiente a2**

**Gráfico N°6.- Ábaco para estimación del coeficiente estructural a2**



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

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

Según [5] la capa base debe poseer un CBR que sea igual o mayor al 80%, por ello se trazó una línea en el ábaco asumiendo un CBR igual al 80%.

En el siguiente cuadro se muestra los valores de  $a_2$  con respecto al CBR, ya que de la misma manera es difícil apreciar los valores claramente en el ábaco:

**Cuadro N°33.- Valores de  $a_2$**

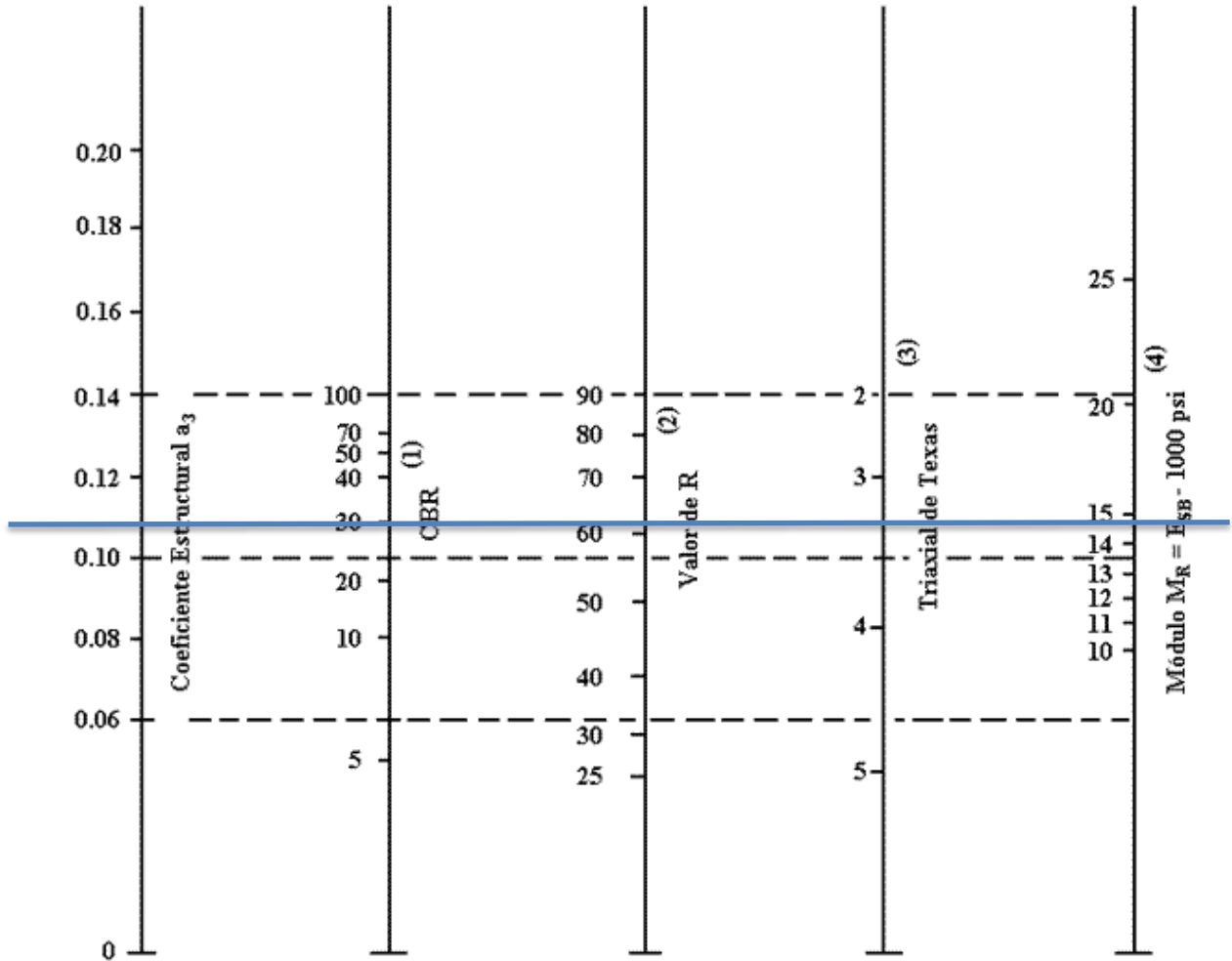
BASE DE AGREGADOS	
CBR	$a_2$
50	0,115
55	0,120
60	0,125
70	0,130
80	0,133
90	0,137
100	0,140

Fuente: Guía Técnica de Pavimentos, Ing. Mg. Fricson Moreira C.

El cuadro anterior muestra un valor de  $a_2 = 0,133$  para un CBR del 80%; y obteniendo un valor de 29 ksi para el módulo de elasticidad según el gráfico de la capa base.

## Coefficiente a3

Gráfico N°7.- Ábaco para estimación del coeficiente estructural a3



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

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

Para determinar el coeficiente  $a_3$  es necesario tomar en cuenta las especificaciones de [5], en el cual se indica un CBR que sea igual o mayor al 30%. De esta manera se trazó una línea horizontal en el ábaco anterior.

De la misma manera se determinará el coeficiente  $a_3$  con el cuadro que se muestra a continuación:

**Cuadro N°34.- Valores de  $a_3$**

SUB-BASE GRANULAR	
CBR	$a_2$
10	0,080
15	0,090
20	0,093
25	0,102
30	0,108
35	0,115
40	0,120
45	0,125
50	0,128
55	0,130
60	0,135
65	0,138
70	0,140

Fuente: Guía Técnica de Pavimentos, Ing. Mg. Fricson Moreira C.

Entonces de acuerdo al cuadro anterior, con un CBR de 30%, indica un valor de 0,108 del coeficiente estructural  $a_3$ ; y según el ábaco el módulo de elasticidad de la sub-base es igual a 15 ksi.

### 3.3.3.9. Coeficientes de drenaje m2 y m3

Conocer la calidad de drenaje que posee el pavimento es necesario para realizar su diseño, por ello las investigaciones de [5] muestra los siguientes valores en los cuadros expuestos en el capítulo 2 del presente proyecto:

**Cuadro N°10.- Capacidad de drenaje**

Calidad del Drenaje	Tiempo de eliminación de agua
Excelente	2 horas
Buena	1 día
<b>Regular</b>	<b>1 semana</b>
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93

**.Cuadro N°11.- Corrección de coeficientes estructurales con respecto al drenaje y a la humedad a la que está expuesta el pavimento**

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
<b>Regular</b>	<b>1,25 - 1,15</b>	<b>1,15 - 1,05</b>	<b>1,00 - 0,80</b>	<b>0,80</b>
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Deficiente	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento” ASSHTO 93



Para el pavimento que se va a diseñar se tomará un drenaje regular; es decir el tiempo de eliminación del agua al 50% de saturación, se lo hará en una semana. Además se indica que el pavimento estará expuesto a una humedad entre el 5% al 25 %; y por ello los coeficientes de drenaje m2 y m3 serán igual a 0,90 tomando el valor promedio entre 1,00 y 0,80

### 3.3.3.10. Cálculo del Número Estructural “SN”

Para realizar el cálculo del número estructural SN, se lo realizará con la ecuación ASSHTO 93 y con su propio programa, para ello se presenta la siguiente tabla resumen de los valores obtenidos:

**Cuadro N°35.- Resumen de resultados obtenidos**

<b>DATOS OBTENIDOS PARA EL CÁLCULO DE "SN"</b>	
Tipo de pavimento	Flexible
TPDA para el 2035	265
Período de diseño	20 años
Ejes equivalentes	130504
Clasificación de la vía	IV Orden
Serviciabilidad inicial	4,2
Serviciabilidad final	2
CBR de la subrasante	16,80%
Confiabilidad	70%
Desviación Estándar	-0,524
Desviación Global	0,45
Módulo de resiliencia Subrasante	18775 psi
Módulo de resiliencia capa base	29000 psi
Módulo de resiliencia capa sub base	15000 psi
Coficiente a1	0,417
Coficiente a2	0,133
Coficiente a3	0,108
Coficiente m2 y m3	0,90

Fuente: Autor

Entonces:

Se ingresa los datos al programa “Ecuación ASSHTO 93”

**Gráfico N°28.- Cálculo del número estructural**

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. It 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 set to '70 % Zr=-0.524' and a text box for 'So' with the value '.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (4.2) and 'PSI final' (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for 'Mr' with the value '18775 psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. A text box shows 'W18 = 130504'.
- Número Estructural:** A text box shows 'SN = 1.50'.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Fuente: “Asociación americana de vías estatales y transporte oficial” *ASSTHO* (1993)

**Cuadro N°36.- Cálculo de la estructura del pavimento según “ASSHTO 93”**

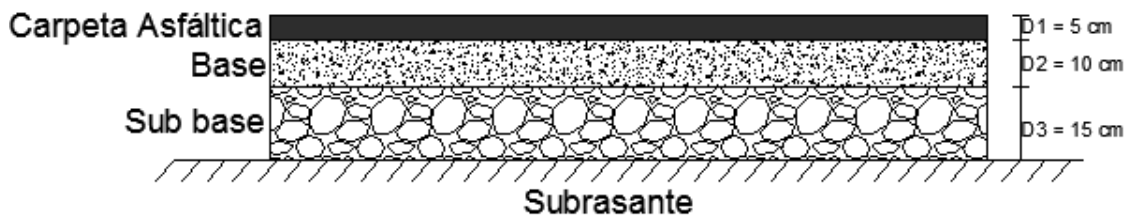
<b>DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES</b>			
<b>MÉTODO AASHTO 1993</b>			
<b>PROYECTO :</b> Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinlo; quebrada Shahuanshi.	<b>TRAMO</b>	Único	
	<b>FECHA</b>	Diciembre 2015	
<b>SECCIÓN: km 0+000 al Km 1+516.83</b>			
<b>DATOS DE ENTRADA :</b>			
<b>1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES</b>		<b>DATOS</b>	
A. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395,00
B. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			29,00
C. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			15,00
<b>2. DATOS DE TRÁFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE</b>			
A. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			130,504
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)			-0,524
DESVIACIÓN ESTÁNDAR GLOBAL (So)			0,45
C. MÓDULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			18,78
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2,0
F. PERÍODO DE DISEÑO (Años)			20
<b>3. DATOS PARA ESTRUCTURACIÓN DEL REFUERZO</b>			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a <sub>1</sub> )			0,417
Base granular (a <sub>2</sub> )			0,133
Subbase (a <sub>3</sub> )			0,108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m <sub>2</sub> )			0,900
Subbase (m <sub>3</sub> )			0,900
<b>DATOS DE SALIDA :</b>			
NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN <sub>REQ</sub> )		<b>1,50</b>	
NÚMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN <sub>CA</sub> )		<b>1,24</b>	
NÚMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN <sub>BG</sub> )		<b>0,40</b>	
NÚMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN <sub>SB</sub> )		<b>-0,14</b>	
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO</b>			
		<b>PROPUESTA</b>	
	<b>TEÓRICO</b>	<b>ESPESOR</b>	<b>SN*</b>
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	7,6 cm	<b>5,0 cm</b>	0,82
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	8,5 cm	<b>10,0 cm</b>	0,47
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-3,7 cm	<b>15,0 cm</b>	0,57
ESPESOR TOTAL (cm)		<b>30,0 cm</b>	<b>1,87</b>
<b>DISEÑADO POR : Angel Javier Campos Villafuerte</b>			

Fuente: Autor

De acuerdo al cuadro N°36 la especificación cumple al poseer un número estructural requerido menor que el propuesto; es decir  $SN_{requerido}=1,50 < SN_{propuesto}=1,87$ . De esta manera se obtienen los siguientes espesores para cada capa cumpliendo con los requerimientos del cuadro N°9 del capítulo 2 del presente proyecto:

- Carpeta asfáltica = 5cm
- Base granular = 10cm
- Sub base granular = 15cm

**Gráfico N° 29.- Espesores de las capas del pavimento flexible**



Fuente: Autor

### **3.3.4. Propiedades de los materiales a ser utilizados en cada capa del pavimento**

Es importante determinar que tipo de materiales se va a utilizar en la conformación de cada capa, y de la misma manera conocer las características de acuerdo a sus especificaciones. A continuación se presenta las siguientes propiedades de las capas que van a ser utilizadas para el presente proyecto:

### 3.3.4.1. Capa Sub base

Para la conformación de la capa sub base, se sugiere la clase 3, la cual se encuentra constituida con agregados que son naturales y procesados. Esta clase de sub base es graduada de una manera uniforme y se encuentra dentro de los siguientes límites:

- El coeficiente de desgaste tendrá un valor máximo del 50%
- El índice de plasticidad no deberá exceder el 6%
- El máximo porcentaje que puede tener el límite líquido es del 25%
- El CBR deber ser igual o mayor al 30%, pero en ningún caso menor a este valor

En el cuadro que se muestra a continuación se presenta la granulometría que debe tener la sub base de acuerdo a la clase a la que pertenece:

**Cuadro N°37.- Granulometría especificada para capa sub base**

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3"(76,2mm)	-	-	100
2" (50,4mm)	-	100	-
1 1/2" (38,1mm)	100	70-100	-
N°4 (4,75mm)	30-70	30-70	30-70
N°40 (0,425mm)	10-35	15-40	-
N°200 (0,075mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: “Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes” MTOP-001-F-2002

### 3.3.4.2. Capa Base

Para la construcción de la capa base en el presente proyecto se sugiere la clase 1 y según el aporte de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Caminos y Puentes [9]; en su capítulo 400; se encuentra conformada por agregados gruesos y finos que son triturados en su totalidad, y se encuentran graduados de manera uniforme dentro de los límites señalados para los tipo A y B que se muestra en el cuadro N°38

Los límites en los cuales se encuentra la base clase 1, son los siguientes:

- El límite líquido < 25%
- Índice de plasticidad < 6%
- Porcentaje de desgaste por abrasión < 40%
- El CBR debe ser mayor o igual al 80%

**Cuadro N°38.- Granulometría especificada para capa base**

Tamiz	Base Clase 1		Base Clase 2	Base Clase 3	Base Clase 4
	-				
2"	100				100
3/2"	70-100	100			
1"	55-85	70-100	100		60-90
3/4"	50-80	60-90	70-100	100	
3/8"	35-60	45-75	50-80		
#4	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
#10	20-40	20-50	25-50	30-60	
#40	10-25	10-25	15-30	20-35	
#200	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: “Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes” MTOP-001-F-2002

### 3.3.4.3. Capa de rodadura

Existen varios métodos que proporcionan las cantidades adecuadas para realizar una mezcla bituminosa adecuada y dentro de las especificaciones establecidas; la técnica a ser empleada para este proyecto es el método Marshall.

Este método, como algunos otros, tiene la finalidad de proporcionar una mezcla asfáltica con gran durabilidad, estabilidad, impermeabilidad, flexibilidad, trabajabilidad, resistencia a la fatiga y resistencia al deslizamiento. Para que este método pueda ser aplicado, es necesario que la mezcla este caliente, con agregados máximo de 25mm o menos, compuestos de piedra triturada, grava triturada, grava o piedra natural.

Se puede encontrar 3 tipos de agregados, A, B y C, con diferentes especificaciones cada uno en cuanto a la obtención de las partículas que conforman el agregado. En el presente proyecto se propone la utilización de los agregados tipo A.

El agregado tipo A según [9] son aquellos en los cuales el 100% de sus partículas que conforman el agregado grueso se obtienen mediante la trituración. El agregado fino puede ser arena natural o material obtenido mediante la trituración, y si es necesario se puede incluir un relleno mineral para cumplir con las exigencias de graduación.

A continuación se presentan las siguientes especificaciones técnicas que deben cumplir los agregados:

- Resistencia al desgaste por abrasión  $\leq 40\%$  (INEN 860)

- Resistencia ante la acción de los sulfatos < 12% (INEN 863)
- Peladura y recubrimiento: Adherencia 95% - Peladura 5% (ASSHTO T 182)
- Índice plástico de lo que pasa el tamiz #40 < 4%
- Hinchamiento 1,50%

En el siguiente cuadro se muestran los requisitos de graduación para los agregados:

**Cuadro N°39.- Requisitos de graduación de los agregados de acuerdo el método Marshall**

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	3/4"	1/2"	3/8"	N°4
1"	100			
3/4"	90-100	100		
1/2"		90-100	100	
3/8"	56-80		90-100	100
N°4	35-65	44-74	55-85	80-100
N°8	23-49	28-58	32-67	65-100
N°16				40-80
N°30				25-65
N°50	5-19	5-21	7-23	7-70
N°100				3-20
N°200	2-8	2-10	2-10	2-10

Fuente: “Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes” MTOP-001-F-2002

Es necesario definir los porcentajes de agregados gruesos, medios y finos que se utilizarán en la mezcla, que se lo muestra en el siguiente cuadro:



**Cuadro N°40.- Porcentajes de agregados necesarios para ensayo Marshall**

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

Fuente: “Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes” MTOP-001-F-2002

En el país el material bituminoso a emplearse en la mezcla es el cemento asfáltico, tipo AP-3 ó AC-20, en el cual el grado de penetración está comprendido entre 80 a 120 décimas de milímetros. Finalmente se presenta a continuación las especificaciones técnicas del ensayo Marshall según el tipo de tráfico para el que se diseñe la vía:

**Cuadro N°41.- Especificaciones del ensayo Marshall**

Ensayo de acuerdo al método Marshall	Tráfico							
	Liviano		Medio		Pesado		Muy Pesado	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	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					0,8	1,2	0,8	1,2

Fuente: “Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes” MTOP-001-F-2002

### 3.3.5. Cálculo y diseño de estructuras menores y obras complementarias

#### 3.3.5.1. Diseño de cunetas

El diseño de cunetas es necesario para obtener una obra de drenaje paralela a la carretera, la misma que evite la acumulación de agua en el pavimento. Para ejecutar este diseño se empleará la fórmula de Manning:

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

Dónde:

V: Velocidad del flujo (m/s)

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

R: Radio hidráulico

J: Pendiente de la cuneta (%)

En el siguiente cuadro se presenta los coeficientes de Manning de acuerdo al tipo de superficie de la cuneta por donde circulará el fluido:

**Cuadro N°42.- Coeficientes de rugosidad**

Tipo de Superficie	n
Tierra lisa	0,02
Césped con más de 15cm	0,04
Césped con menos de 15cm	0,06
Revestimiento rugoso de piedra	0,04
Cunetas revestidas de hormigón	0,016

Fuente: INEN 2010

Para este caso se escoge el valor de  $n = 0,016$ , ya que las cunetas estarán revestidas de hormigón.

Con el fin de realizar un buen diseño, se considera el escenario más crítico de trabajo de las cunetas, es decir a sección llena, por ello el cálculo del radio hidráulico se realiza de la siguiente manera:

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

Dónde:

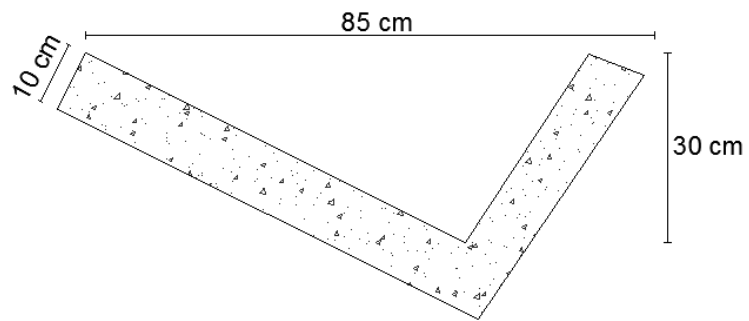
R: Radio Hidráulico

Am: Área mojada

Pm: Perímetro mojado

Se propone la siguiente sección de cuneta:

**Gráfico N° 30.- Sección transversal de cuneta**



Fuente: Autor

Entonces:

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

$$Am = \frac{0,85 * 0,30}{2}$$

$$Am = 0,1275 \text{ m}^2$$

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

$$Pm = \sqrt{0,20^2 + 0,30^2} + \sqrt{0,65^2 + 0,30^2}$$

$$Pm = 0,361 + 0,716$$

$$Pm = 1,08 \text{ m}$$

Con los datos del área mojada y el perímetro mojado, es posible determinar el radio hidráulico:

$$R = \frac{0,1275 \text{ m}^2}{1,08 \text{ m}}$$

$$R = 0,118 \text{ m}$$

Entonces la velocidad del flujo según Manning es igual a:

$$V = \frac{1}{0,016} * 0,11^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = 15,03 * J^{1/2}$$

Utilizando la ecuación de la continuidad tenemos:

$$Q = A * V$$

Dónde:

Q: Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

A: Área de la sección (m<sup>2</sup>)

V: Velocidad del flujo (m/s)

$$Q = 0,1275 * 15,03 * J^{1/2}$$

$$Q = 1,917 * J^{1/2}$$

El caudal de diseño y la velocidad del flujo están en función de la pendiente, y con estas dos relaciones es posible obtener diferentes caudales de diseño y velocidades con valores de pendiente variados. En el siguiente cuadro se presentan los diferentes valores de caudales y velocidades según la pendiente longitudinal que posea la cuneta:

**Cuadro N°43.- Velocidades y caudales según la pendiente**

J%	J	V (m/seg)	Q (m3/seg)
0,50	0,005	1,063	0,136
1,00	0,010	1,503	0,192
1,50	0,015	1,841	0,235
2,00	0,020	2,126	0,271
2,50	0,025	2,376	0,303
3,00	0,030	2,603	0,332
3,50	0,035	2,812	0,359
4,00	0,040	3,006	0,383
4,50	0,045	3,188	0,407
5,00	0,050	3,361	0,429
5,50	0,055	3,525	0,45
6,00	0,060	3,682	0,47
6,50	0,065	3,832	0,489
7,00	0,070	3,977	0,507
7,50	0,075	4,116	0,525
8,00	0,080	4,251	0,542
8,50	0,085	4,382	0,559
9,00	0,090	4,509	0,575
9,50	0,095	4,633	0,591
10,00	0,100	4,753	0,606
10,50	0,105	4,87	0,621
11,00	0,110	4,985	0,636
11,50	0,115	5,097	0,65
12,00	0,120	5,207	0,664
12,50	0,125	5,314	0,678
13,00	0,130	5,419	0,691
13,50	0,135	5,522	0,704
14,00	0,140	5,624	0,717

Fuente: Autor

De acuerdo al cuadro N°43, se puede observar que el caudal máximo es de 0,717 m<sup>3</sup>/seg con una pendiente del 14,00 %.

### 3.3.5.1.1. Caudal a ser desalojado

Para calcular el caudal total que debe ser desalojado se aplicará el método racional, el cual utiliza la siguiente expresión:

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

Dónde:

Q: Caudal máximo esperado (m<sup>3</sup>/seg)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de lluvia de diseño

A: Área de drenaje

Para determinar el coeficiente de escorrentía se utilizará la siguiente fórmula acompañada del cuadro N°45:

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



**Cuadro N°44.- Coeficientes de escurrimientos**

<b>POR LA TOPOGRAFÍA (Ct)</b>	<b>C</b>
Plana con pendiente de 0,2 a 0,6 m/km	0,3
Colinas con pendientes de 3,0 a 4,0 m/km	0,2
Colinas con pendientes de 30 a 50 m/km	0,1
<b>POR EL TIPO DE SUELO (Cs)</b>	<b>C</b>
Arcilla compacta impermeable	0,1
Combinacion de limo y arcilla	0,2
Suelo limo arenoso no muy compactado	0,4
<b>POR LA CAPA VEGETAL (Cv)</b>	<b>C</b>
Terrenos cultivados	0,1
Bosques	0,2

Fuente: Tesis de Grado; Ramos Silva Luis Humberto

Entonces:

$$C = 1 - (0,1 + 0,2 + 0,1)$$

$$C = 0,6$$

La intensidad “I” se la debe calcular con la siguiente fórmula que proporciona el INHAMI:

$$I = \frac{4,14 * T^{0,18} * Pmáx}{t^{0,58}}$$

Dónde:

I: Intensidad de lluvia de diseño

T: Período de retorno en años (10 años)

P<sub>máx</sub>: Precipitación máxima (125,10mm) Anexo E-3

t: Tiempo de precipitación (minutos)

A continuación se calculará el tiempo de concentración con la siguiente expresión:

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

Dónde:

tc: Tiempo de concentración (minutos)

L: Longitud máxima entre 2 alcantarillas (205m)

Ve: Velocidad de escurrimiento (Velocidades entre 6 a 15 m/min)

Entonces:

$$tc = \frac{205}{15}$$

$$tc = 13,67min$$

$$I = \frac{4,14 * 10^{0,18} * 125,10}{13,67^{0,58}}$$

$$I = 172 \text{ mm/hora}$$

Para determinar el área de drenaje se consideró la sección transversal promedio que posee la vía, la longitud de aportación de aguas lluvias en los taludes y la longitud máxima entre alcantarillas

Ancho de carril = 3,0m

Cuneta = 0,85m

Longitud aproximada de aportación de aguas lluvias de los taludes = 35m

Entonces:

$$A = (\text{Ancho del carril} + \text{cuneta} + \text{long. aguas lluvias en taludes}) * L$$

$$A = (3\text{m} + 0,85 + 35\text{m}) * 205$$

$$A = 7964,25 \text{ m}^2 = 0,80 \text{ Ha}$$

Aplicando los valores obtenidos para utilizarlos en la expresión del método racional, se obtiene lo siguiente:

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

$$Q = \frac{0,60 * 172 * 0,80}{360}$$

$$Q = 0,229 \text{ m}^3/\text{seg}$$

De acuerdo al cuadro N°43 del presente capítulo, se obtuvo un caudal admisible del 0,717 m<sup>3</sup>/seg, el cual es aceptable para el caudal máximo esperado del 0,229 m<sup>3</sup>/seg

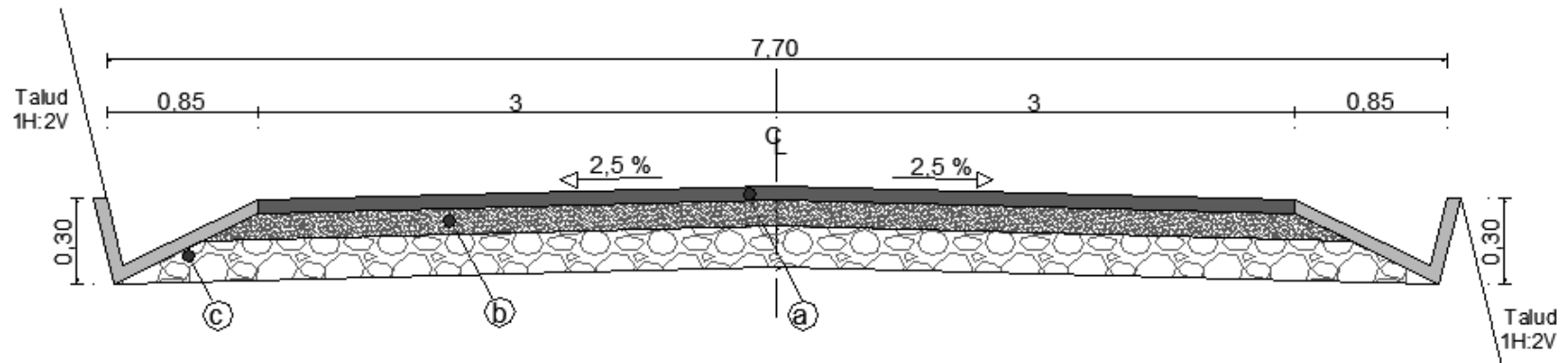
$$Q_{adm} > Q_{max}$$

$$0,717 \text{ m}^3/\text{seg} > 0,229 \text{ m}^3/\text{seg}$$

De acuerdo a los cálculos realizados, el diseño de cunetas es correcto.

Una vez determinado todos los parámetros geométricos de la carretera es posible realizar el gráfico de la sección típica transversal que tendrá la carretera y se la presenta a continuación:

**Gráfico N°31.- Sección Transversal Típica de la vía (1)**



Fuente: Autor

**Período de diseño para 20 años**

**Cuneta triangular revestida de hormigón**

**Ancho de calzada= 6m**

(a): Carpeta asfáltica (e=5cm)

Ancho = 85cm

**Bombeo= 2.5%**

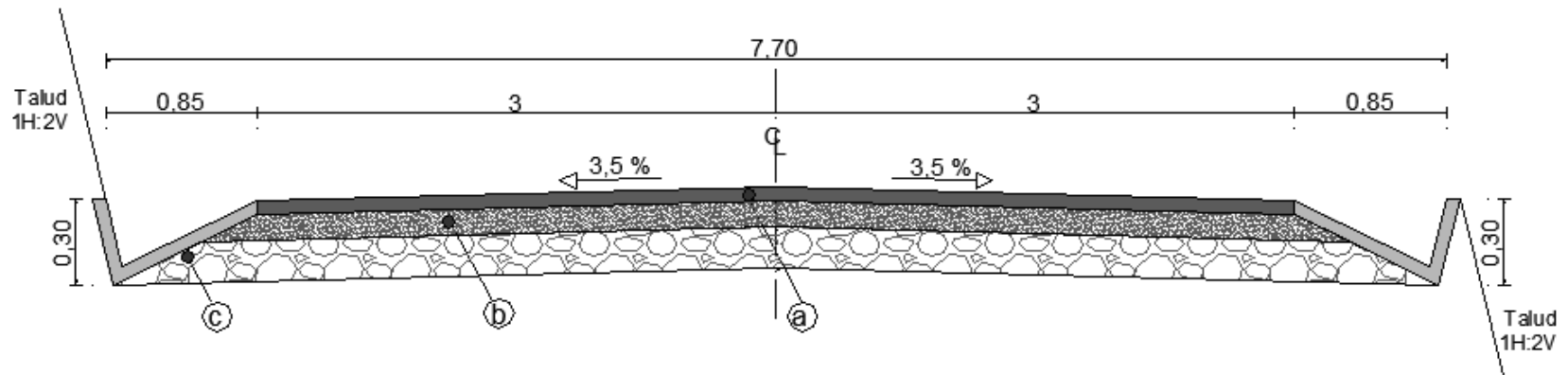
(b): Capa base (e=10cm)

Altura =30cm

(c): Capa Sub base (e=15cm)

Fuente: Autor

**Gráfico N°32.- Sección Transversal Típica de la vía (2)**



Fuente: Autor

**Período de diseño para 20 años**

**Cuneta triangular revestida de hormigón**

**Ancho de calzada= 6m**

(a): Carpeta asfáltica (e=5cm)

Ancho = 85cm

**Bombeo= 3.5%**

(b): Capa base (e=10cm)

Altura =30cm

(c): Capa Sub base (e=15cm)

Fuente: Autor

La sección típica 1 será aplicada en toda la vía, excepto en los siguientes tramos a los cuales corresponde la sección típica 2 en el caso de no existir peralte ni pendiente.

Tramo: 0+414,10 - 0+431,88

Tramo: 0+739 - 0+793,10

Tramo: 1+101,00 - 1+129,75

La variación entre secciones transversales es únicamente en el valor del bombeo, debido a que en los tramos presentados anteriormente la pendiente longitudinal es igual a cero, por lo que se necesita mayor pendiente transversal para lograr drenar el agua de manera adecuada.

### **3.3.5.2. Diseño de alcantarillas**

En el presente proyecto se seleccionó como obra complementaria las alcantarillas para poder vencer las depresiones geográficas del terreno, ya que la depresión y la longitud libre a vencer no requieren de grandes estructuras como por ejemplo un puente; solo requieren de un relleno bien compactado con una alcantarilla diseñada adecuadamente para el paso de aguas lluvias.

Para realizar el diseño de una alcantarilla es necesario tomar en cuenta ciertas especificaciones en cuanto a los diámetros de tubería; de igual manera se toma en cuenta las velocidades de escurrimiento, caudales máximos esperados, así como también la profundidad a la cual se va a colocar la alcantarilla.

### **3.3.5.2.1. Diseño hidráulico**

El diámetro mínimo recomendado para una tubería en alcantarillas es de 200mm u 8 plg. La variación de este diámetro está relacionado con la pendiente del terreno y por el caudal máximo esperado.

#### **Diámetro de tubería**

Se propondrá un diámetro de 1m y 0,80m para las tuberías de las alcantarillas

#### **Velocidad de Escurrimiento**

La velocidad de escurrimiento se encuentra entre 6 a 15mm/min, por lo que se tomará un valor de 15mm/min

#### **Profundidad mínima de tuberías**

La profundidad mínima medida desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la tubería para evitar daños producidos por el relleno y la carga dinámica de los vehículos son los siguientes:

Tráfico normal = 1,0m

Tráfico pesado = 1,20m



En la norma [3] se expone la fórmula de TALBOT para realizar el diseño de una alcantarilla, y se la muestra a continuación:

$$B = \frac{0,183 * C * A^{\frac{3}{4}} * i}{100}$$

Donde:

B: Área libre de la alcantarilla en m<sup>2</sup>

A: Área de drenaje en Ha

C: Coeficiente de escorrentía que depende de las características topográficas del terreno (contorno del terreno drenado); por tanto tenemos:

- C=1 En suelo rocoso y pendiente abruptas
- C=2/3 En terrenos quebrados con pendientes moderadas

En este caso se opta por un valor de C=1 ya que así se tiene el caso más crítico.

i: Intensidad de precipitación pluvial en mm/hora

Para ello se obtienen las siguientes fórmulas de cálculo:

$$i = \frac{389}{tc^{0,49}}$$

$$tc = \frac{L}{ve}$$

Donde:

tc: Tiempo de concentración

L: Longitud máxima entre alcantarillas (205m)

Ve: Velocidad de escurrimiento

### 3.3.5.2.2. Comprobación del diseño

Se comprueba el diseño con una sección circular de alcantarilla de 1m de diámetro. La longitud máxima entre alcantarillas es de 205m según los planos del diseño del proyecto.

Entonces:

$$tc = \frac{205}{15m/min}$$

$$tc = 13,67 \text{ min}$$

$$i = \frac{389}{13,67^{0,49}}$$

$$i = 108 \text{ mm/hora}$$

$$0,78m^2 = \frac{0,183 * 1 * A^{\frac{3}{4}} * 108}{100}$$

$$A = 6,22 \text{ Ha}$$

El área a ser drenada por las alcantarillas más críticas en el Km 0+430 y Km 0+763 en el sector donde se encuentra el proyecto no sobrepasa las 4 hectáreas, esto quiere decir que el diseño es óptimo en cuanto al drenaje de aguas lluvias por alcantarillas, debido a que el área calculada con el diámetro de tubería de 1m es mayor al existente en el lugar del proyecto.

Para las alcantarillas restantes se propone un diámetro de 0,80m:

$$0,50m^2 = \frac{0,183 * 1 * A^{\frac{3}{4}} * 108}{100}$$

$$A = 3,45 \text{ Ha}$$

El área aproximada a drenarse por las alcantarillas restantes, están comprendidas entre 1 Ha la mínima y 2 Ha la máxima, por lo que el diseño es óptimo para los dos diámetros de alcantarillas propuestos.

Por tanto se propone para este proyecto dos tipos de cabezales de hormigón  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$  con tuberías de 1,0m y 0,80m de diámetro. Con estos valores el diseño se encuentra en un rango de seguridad alto, ya que en algún momento del año se puede producir una precipitación extraordinaria.

A continuación se presentan los cuadros de los detalles de las secciones de la alcantarilla, volumen de hormigón necesario, diámetros de tuberías, ubicación, material, longitud de tubería y su pendiente.

**Cuadro N°45.- Volumen de Hormigón Necesario para las Alcantarillas con Cabezales Tipo 1**

ELEMENTO	ALTO (m)	LARGO (m)	ANCHO (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	OBSERVACIÓN
Pantalla	2,4	2	0,3	1,44	-
Plataforma	0,2	3,14	1,13	0,71	Largo Promedio
Ala 1	2	1,6	0,45	1,44	Ancho Promedio
Ala 2	2	1,6	0,45	1,44	Ancho Promedio
Tubería	Diámetro = 0,8m			-0,5	Ármico
				Σ	4,53

Fuente: Autor

**Cuadro N°46.- Volumen de Hormigón Necesario para las Alcantarillas con Cabezales Tipo 2**

ELEMENTO	ALTO (m)	LARGO (m)	ANCHO (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	OBSERVACIÓN
Pantalla	2,8	2,6	0,3	2,18	-
Plataforma	0,2	4,15	1,56	1,29	Largo Promedio
Ala 1	2,2	2,2	0,5	2,42	Ancho Promedio
Ala 2	2,2	2,2	0,5	2,42	Ancho Promedio
Tubería	Diámetro = 1,0m			-0,78	Ármico
				Σ	7,54

Fuente: Autor

### Cuadro N°47.- Ubicación y Detalles de Alcantarillas

N°	UBICACIÓN (Abscisa)	CABEZAL ENTRADA	CABEZAL SALIDA	DIÁMETRO (m)	LONGITUD (m)	MATERIAL	PENDIENTE	VOL. CABEZAL ENTRADA	VOL. CABEZAL SALIDA
1	0+250	Tipo 1	Tipo 1	0,8	10	Ármico	2%	4,53	4,53
2	0+430	Tipo 2	Tipo 2	1	10	Ármico	2%	7,54	7,54
3	0+590	Tipo 1	Tipo 1	0,8	10	Ármico	2%	4,53	4,53
4	0+660	Tipo 1	Tipo 1	0,8	10	Ármico	2%	4,53	4,53
5	0+763	Tipo 2	Tipo 2	1	10	Ármico	2%	7,54	7,54
6	0+968	Tipo 1	Tipo 1	0,8	10	Ármico	2%	4,53	4,53
7	1+110	Tipo 1	Tipo 1	0,8	10	Ármico	2%	4,53	4,53
8	1+300	Tipo 1	Tipo 1	0,8	10	Ármico	2%	4,53	4,53
Longitud Total de Tubería					80	Volumen Total		84,52	

Fuente: Autor

En el Anexo I de los planos del proyecto se presenta las secciones propuestas para las alcantarillas tipo.

#### 3.3.6. Análisis para la estabilidad de taludes

Cuando existen grandes cortes en un proyecto vial para formar la carretera propuesta, es necesario considerar el análisis de la estabilidad de taludes para posteriormente optar por un método de estabilización si así lo requiere el terreno.

Para esto es conveniente elegir un método de cálculo de los varios disponibles para calcular el factor de seguridad que nos proporciona el talud de acuerdo a varios elementos a los cuales está ligada dicha seguridad.

En el presente proyecto para realizar el análisis de la estabilidad de los taludes y calcular el factor de seguridad se optó por el método de Bishop Simplificado. Este es un método aproximado que requiere de iteraciones si los cálculos se lo realizan de forma manual, caso contrario, si se opta por una herramienta computacional como el GEOSTUDIO 2012, con su aplicación GEOSLOPE/W, proporcionará resultados directos y más precisos.

En este caso se optó por realizar los cálculos de forma manual, apoyada con una hoja de cálculo en Excel para facilitar las operaciones matemáticas y realizar las iteraciones con mayor facilidad. Además para comprobar los resultados obtenidos del factor de seguridad FS se lo realizará con una hoja de Excel proporcionada por Soil Mechanics in Engineering Practice Third edition Karl Terzaghi, Ralph B, y además con el programa GEOSTUDIO 2012, con su aplicación GEOSLOPE/W.

Al ser un proyecto que por el momento se encuentra únicamente en planos y no existe ningún corte para la conformación de la vía, la toma de muestras se lo realizó en los taludes que se encuentran cercanos o forman parte de la carretera conformada en planos. Para esto se tomó 2 muestras de dos taludes existentes en el terreno que son cercanos al lugar por donde se trazó la vía y poseen una altura considerable.

De los estudios de suelos realizados se determinó la cohesión que poseen las muestras y el tipo de suelo, el ángulo de fricción interna se lo obtuvo mediante tablas con valores confiables disponible en las investigaciones de [10], y el dato del peso específico del suelo, de igual manera se lo tomó del cuadro de las investigaciones proporcionadas por [11].

Para el caso del peso específico, al ser una Arena Limo Arcillosa, se obtienen datos entre 1390 y 2030 Kg/m<sup>3</sup>, en este caso se optará por el valor crítico de 2030 Kg/m<sup>3</sup> para las dos muestras. En el caso del ángulo de fricción interna se tiene un dato de 30°, considerando que el talud será compactado. Los datos de los estudios de suelos realizados para determinar la cohesión, así como también los valores obtenidos en tablas del peso específico y el ángulo de fricción interna se encuentran disponibles en el Anexo E-1 y E-2

Muestra 1: Peso específico: 2030 Kg/m<sup>3</sup> ; Cohesión: 0,75 Kg/cm<sup>2</sup> ; Angulo de Fricción Interna: 30°

Muestra 2: Peso específico: 2030 Kg/m<sup>3</sup> ; Cohesión: 0,56 Kg/m<sup>2</sup> ; Angulo de Fricción Interna: 30°

De acuerdo a los planos de las secciones transversales de la vía que se encuentran disponibles en el anexo I, los dos taludes con las alturas más críticas son de 9,5m y 6m, con pendientes con relación 1:2 para todos los taludes de la vía.

### **3.3.6.1. Análisis del talud más crítico (9,5m de altura)**

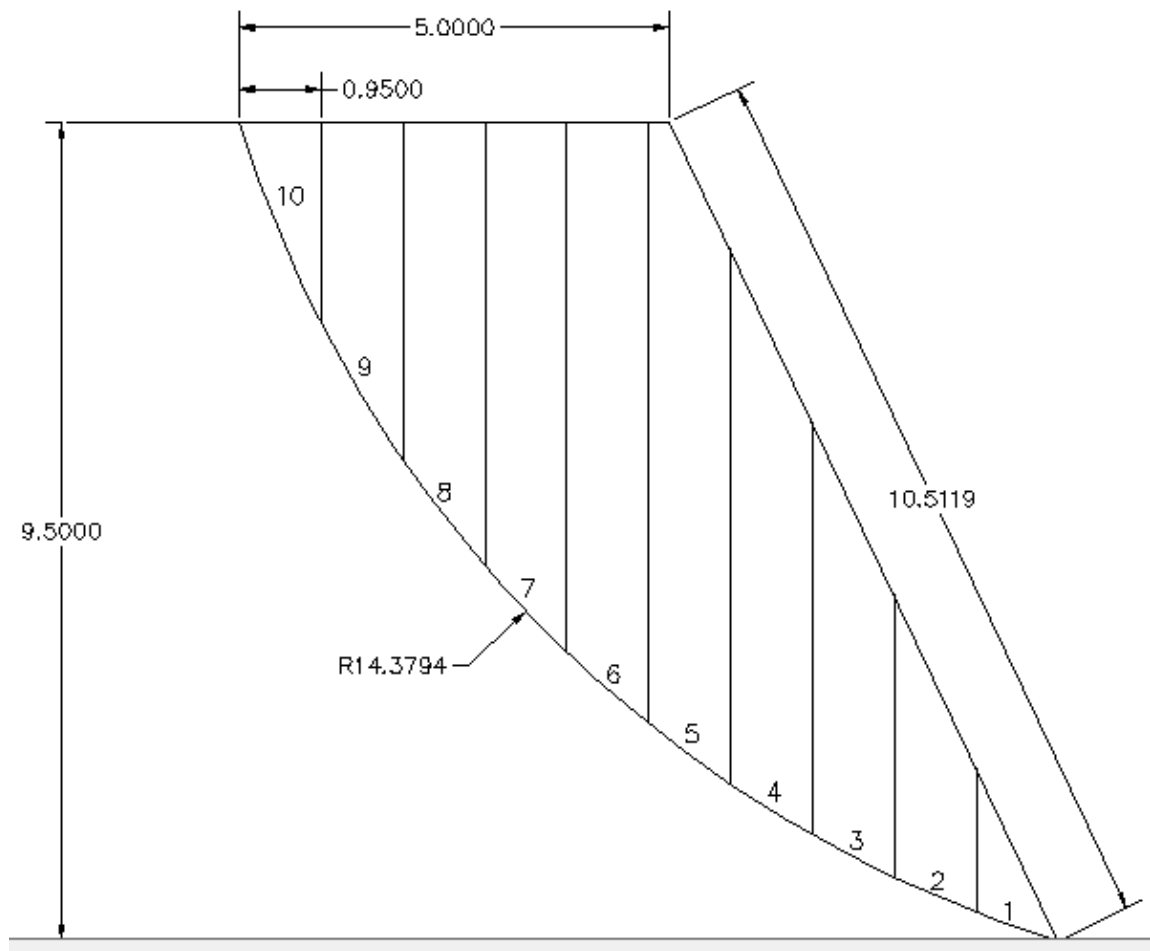
#### **3.3.6.1.1. Análisis del talud con cálculos manuales**

Para realizar los cálculos de forma manual, una vez obtenidos los datos de las propiedades del suelo será necesario determinar la geometría del talud y el posible círculo de falla que posee, acompañado de la división por dovelas.

Para ello se realizó un gráfico en el programa AUTOCAD, con el cual se puede visualizar cada uno de los parámetros geométricos ya mencionados.

Para las dos muestras obtenidas se considerará la misma geometría de talud, debido a que en los planos del área de corte y relleno la geometría que se muestra a continuación es la más crítica del proyecto debido a la altura del talud

**Gráfico N° 33.- Geometría del Talud con la Superficie de Falla (AutoCad)**



Fuente: Autor



De acuerdo al gráfico obtenido en AUTOCAD, se tienen los siguientes datos:

Altura de talud (H): 9,5m

Inclinación: 1:2

Ancho de las dovelas (b): 0,95m

Número de dovelas: 10

Radio del círculo de falla: 4,4m

Ancho del círculo de falla en la cima del talud: 5m

Todos los datos necesarios para cada dovela se lo presentarán en el cuadro N°48 y N°49 al final de este apartado. Para simplificar los pasos y únicamente para demostración cada uno de los cálculos necesarios se lo realizará únicamente para una dovela:

#### **a) Cálculos según los datos de la muestra 1**

##### **Altura promedio de cada dovela**

Dovela 1:

Con AutoCAD se determinó una altura promedio de 0,95m

### **Área de cada dovela**

Dovela 1:

Con AutoCAD se determinó un área de  $0,90 \text{ m}^2$

### **Peso de cada dovela**

Dovela 1:

Para calcular el peso se multiplica el área de cada dovela por el peso específico del suelo

$$W = \text{Area} * \text{Peso Específico}$$

$$W = 0,90 * 2030 \text{ Kg/m}^3$$

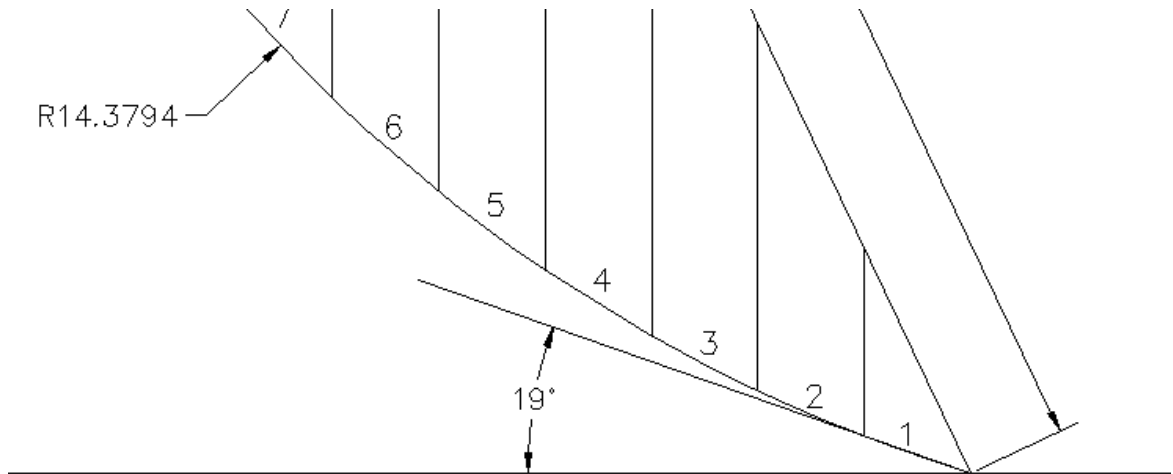
$$W = 1832,08 \text{ Kg/m}$$

### **Ángulo de inclinación de la base de la dovela**

Dovela 1:

Utilizando la herramienta AutoCAD se obtiene un ángulo de inclinación de  $\alpha = 19^\circ$

**Gráfico N° 34.- Ángulo de inclinación de la dovela 1**



Fuente: Autor

### **Cálculo de la fuerza tangente $W \cdot \text{Sen}\alpha$**

Dovela 1:

$$W \cdot \text{Sen}\alpha = 1832,08 * \text{Sen}19^\circ$$

$$W \cdot \text{Sen}\alpha = 596,47 \text{ Kg/m}$$

En este caso se debe realizar la sumatoria total de la fuerza tangente en cada dovela, entonces:

$$\Sigma W \text{sen}\alpha = 58978,32 \text{ Kg/m}$$

## **Cálculo de las fuerzas resistentes (Cohesión y Fricción)**

Dovela 1:

Cohesión

$$C * b = 7500 * 0,95$$

$$C * b = 7125 \text{ Kg/m}$$

Fricción

$$W * (\text{Tan}\Phi) = 1832,08 * (\text{Tan}30^\circ)$$

$$W * (\text{Tan}\Phi) = 1057,75 \text{ Kg/m}$$

### **Suma de las fuerzas resistentes**

Dovela 1:

$$(C * b) + (W * (\text{Tan}\Phi)) = 7125 + 1057,75$$

$$(C * b) + (W * (\text{Tan}\Phi)) = 8182,75 \text{ Kg/m}$$

En este caso es necesario obtener la sumatoria total, entonces:

$$\Sigma((C * b) + (W * (Tan\Phi))) = 125094,99 \text{ Kg/m}$$

### **Cálculo del factor de seguridad aproximado**

$$FS_{aprox} = \frac{\Sigma(C * b) + (W * (Tan\Phi))}{\Sigma W sen\alpha}$$

$$FS_{aprox} = \frac{125094,99 \text{ Kg/m}}{58978,32 \text{ Kg/m}}$$

$$FS_{aprox} = 2,12$$

### **Cálculo del factor de seguridad FS**

Se escoge un valor tentativo para realizar una primera iteración, para este caso se coloca el valor final de FS, que es igual a 2,42 y se lo reemplaza en la siguiente ecuación para cada dovela

Dovela 1:

$$\frac{Sec\alpha}{1 + Tan\alpha * \frac{Tan\Phi}{FS}}$$

$$\frac{1,06}{1 + \text{Tan}19 * \frac{\text{Tan}30}{2,42}} = 0,98$$

El valor obtenido de 0,98 se lo multiplica por el valor de las fuerzas resistentes, entonces:

$$\frac{\text{Sec}\alpha}{1 + \text{Tan}\alpha * \frac{\text{Tan}\Phi}{FS}} * ((C * b) + (W * (\text{Tan}\Phi)))$$

$$0,98 * 8182,75 = 7996,03$$

Se realiza la sumatoria y se obtiene el siguiente valor:

$$\sum \frac{\text{Sec}\alpha}{1 + \text{Tan}\alpha * \frac{\text{Tan}\Phi}{FS}} * ((C * b) + (W * (\text{Tan}\Phi)))$$

$$\sum \frac{\text{Sec}\alpha}{1 + \text{Tan}\alpha * \frac{\text{Tan}\Phi}{FS}} * ((C * b) + (W * (\text{Tan}\Phi))) = 140941,67$$

Por último el valor de sumatoria anterior se lo divide para la sumatoria de la fuerza tangente, entonces:

$$\frac{\sum \frac{Sec\alpha}{1 + Tan\alpha * \frac{Tan\Phi}{FS}} * ((C * b) + (W * (Tan\Phi)))}{\sum Wsen\alpha}$$

$$\frac{140941,67}{58978,32} = 2,39$$

Se realiza una siguiente iteración con el valor de 2,39 y se confirma que este valor es el factor de seguridad FS para la muestra 1

#### **b) Cálculos según los datos de la muestra 2**

##### **Altura promedio de cada dovela**

Dovela 1:

Con AutoCAD se determinó una altura promedio de 0,95m

##### **Área de cada dovela**

Dovela 1:

Con AutoCAD se determinó un área de 0,90 m<sup>2</sup>

### **Peso de cada dovela**

Dovela 1:

Para calcular el peso se multiplica el área de cada dovela por el peso específico del suelo

$$W = Area * Peso Específico$$

$$W = 0,90 * 2030 Kg/m^3$$

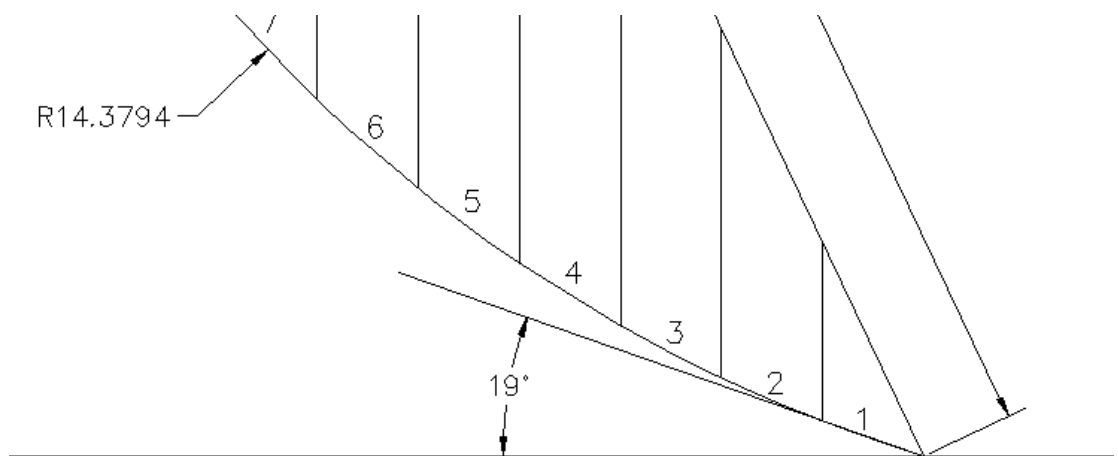
$$W = 1832,08 Kg/m$$

### **Ángulo de inclinación de la base de la dovela**

Dovela 1:

Utilizando la herramienta AutoCAD se obtiene un ángulo de inclinación de  $\alpha = 19^\circ$

**Gráfico N° 35.- Ángulo de inclinación de la dovela 1**



Fuente: Autor



### **Cálculo de la fuerza tangente $W \cdot \text{Sen}\alpha$**

Dovela 1:

$$W \cdot \text{Sen}\alpha = 1832,08 * \text{Sen}19^\circ$$

$$W \cdot \text{Sen}\alpha = 596,47 \text{ Kg/m}$$

En este caso se debe realizar la sumatoria total de la fuerza tangente en cada dovela, entonces:

$$\sum W \text{sen}\alpha = 58978,32 \text{ Kg/m}$$

### **Cálculo de las fuerzas resistentes (Cohesión y Fricción)**

Dovela 1:

Cohesión

$$C * b = 5600 * 0,95$$

$$C * b = 5320 \text{ Kg/m}$$

Fricción

$$W * (\text{Tan}\Phi) = 1832,08 * (\text{Tan}30^\circ)$$

$$W * (\text{Tan}\Phi) = 1057,75 \text{ Kg/m}$$

### Suma de las fuerzas resistentes

Dovela 1:

$$(C * b) + (W * (Tan\Phi)) = 5320 + 1057,75$$

$$(C * b) + (W * (Tan\Phi)) = 6377,75 \text{ Kg/m}$$

En este caso es necesario obtener la sumatoria total, entonces:

$$\Sigma((C * b) + (W * (Tan\Phi))) = 107044,99 \text{ Kg/m}$$

### Cálculo del factor de seguridad aproximado

$$FS_{aprox} = \frac{\Sigma(C * b) + (W * (Tan\Phi))}{\Sigma W \text{ sen}\alpha}$$

$$FS_{aprox} = \frac{107044,99 \text{ Kg/m}}{58978,32 \text{ Kg/m}}$$

$$FS_{aprox} = 1,81$$

## Cálculo del factor de seguridad FS

Se escoge un valor tentativo para realizar una primera iteración, para este caso se coloca el valor final de FS, que es igual a 1,94 y se lo reemplaza en la siguiente ecuación para cada dovela

Dovela 1:

$$\frac{Sec\alpha}{1 + Tan\alpha * \frac{Tan\Phi}{FS}}$$

$$\frac{1,06}{1 + Tan19 * \frac{Tan30}{1,94}} = 0,96$$

El valor obtenido de 0,83 se lo multiplica por el valor de las fuerzas resistentes, entonces:

$$\frac{Sec\alpha}{1 + Tan\alpha * \frac{Tan\Phi}{FS}} * ((C * b) + (W * (Tan\Phi)))$$

$$0,96 * 6377,75 = 6118,28$$

Se realiza la sumatoria y se obtiene el siguiente valor:

$$\sum \frac{Sec\alpha}{1 + Tan\alpha * \frac{Tan\Phi}{FS}} * ((C * b) + (W * (Tan\Phi)))$$

$$\sum \frac{Sec\alpha}{1 + Tan\alpha * \frac{Tan\Phi}{FS}} * ((C * b) + (W * (Tan\Phi))) = 115414,00$$

Por último el valor de sumatoria anterior se lo divide para la sumatoria de la fuerza tangente, entonces:

$$\frac{\sum \frac{Sec\alpha}{1 + Tan\alpha * \frac{Tan\Phi}{FS}} * ((C * b) + (W * (Tan\Phi)))}{\sum Wsen\alpha}$$

$$\frac{115414,00}{58978,32} = 1,96$$

Se realiza una siguiente iteración con el valor de 1,96 y se confirma que este valor es el factor de seguridad FS para la muestra 2

**Cuadro N°48.- Cálculo del Factor de Seguridad Fs método manual (Muestra 1)**

Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7
Dovela	Altura	Area	Peso	Ángulo	Wsenα	Cohesión (C)
1	0,95	0,90	1832,08	19,00	596,47	7125,00
2	2,79	2,65	5380,52	23,00	2102,33	7125,00
3	4,54	4,31	8755,39	27,00	3974,86	7125,00
4	6,19	5,88	11937,42	32,00	6325,87	7125,00
5	7,46	7,09	14386,61	36,00	8456,24	7125,00
6	7,59	7,21	14637,32	40,00	9408,68	7125,00
7	6,81	6,47	13133,09	45,00	9286,49	7125,00
8	5,80	5,51	11185,30	50,00	8568,44	7125,00
9	4,42	4,20	8523,97	57,00	7148,80	7125,00
10	1,81	1,72	3490,59	63,00	3110,13	7125,00
				Σ	58978,32	
				<b>RESULTADOS PARCIALES</b>		
				FS	2,12	
				Fs mayorado	2,42	

Col 8	Col 9	Col 10	Col 11		Col 12	
Fricción (F)	C+F	Sec α	Iteración 1		Iteración 2	
1057,75	8182,75	1,06	0,98	7996,03	0,98	7989,60
3106,44	10231,44	1,09	0,99	10091,01	0,99	10081,19
5054,93	12179,93	1,12	1,00	12185,52	1,00	12171,53
6892,07	14017,07	1,18	1,03	14380,39	1,02	14360,64
8306,11	15431,11	1,24	1,05	16251,18	1,05	16225,78
8450,86	15575,86	1,31	1,09	16935,53	1,09	16905,65
7582,39	14707,39	1,41	1,14	16786,31	1,14	16752,12
6457,84	13582,84	1,56	1,21	16445,61	1,21	16407,13
4921,32	12046,32	1,84	1,34	16166,54	1,34	16120,66
2015,29	9140,29	2,20	1,50	13703,54	1,49	13657,40
Σ	125094,99		Σ	140941,67	Σ	140671,70
			<b>RESULTADOS FINALES</b>			
			FS	2,39		2,39

Fuente: Autor

**Cuadro N°49.- Cálculo del Factor de Seguridad Fs método manual (Muestra 2)**

Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7
Dovela	Altura	Area	Peso	Ángulo	Wsen $\alpha$	Cohesión (C)
1	0,95	0,90	1832,08	19,00	596,47	5320,00
2	2,79	2,65	5380,52	23,00	2102,33	5320,00
3	4,54	4,31	8755,39	27,00	3974,86	5320,00
4	6,19	5,88	11937,42	32,00	6325,87	5320,00
5	7,46	7,09	14386,61	36,00	8456,24	5320,00
6	7,59	7,21	14637,32	40,00	9408,68	5320,00
7	6,81	6,47	13133,09	45,00	9286,49	5320,00
8	5,80	5,51	11185,30	50,00	8568,44	5320,00
9	4,42	4,20	8523,97	57,00	7148,80	5320,00
10	1,81	1,72	3490,59	63,00	3110,13	5320,00
$\Sigma$					58978,32	
<b>RESULTADOS PARCIALES</b>						
FSaprox					1,81	
FSaprox2					1,94	

Col 8	Col 9	Col 10	Col 11	Col 12	Col 13	Col 14
Fricción (F)	C+F	Sec $\alpha$	Iteración 1		Iteración 2	
1057,75	6377,75	1,06	0,96	6118,28	0,96	6123,19
3106,44	8426,44	1,09	0,96	8127,45	0,97	8135,33
5054,93	10374,93	1,12	0,97	10110,88	0,98	10122,38
6892,07	12212,07	1,18	0,99	12142,21	1,00	12158,66
8306,11	13626,11	1,24	1,02	13848,47	1,02	13869,75
8450,86	13770,86	1,31	1,04	14384,50	1,05	14409,35
7582,39	12902,39	1,41	1,09	14061,88	1,09	14089,76
6457,84	11777,84	1,56	1,15	13525,85	1,15	13556,48
4921,32	10241,32	1,84	1,26	12894,65	1,26	12929,71
2015,29	7335,29	2,20	1,39	10199,85	1,39	10232,41
$\Sigma$	107044,99		$\Sigma$	115414,00	$\Sigma$	115627,02
<b>RESULTADOS FINALES</b>						
FS real				1,96		1,96

Fuente: Autor

### 3.3.6.1.2. Análisis de taludes con hoja de Excel programada

#### a) Cálculos según los datos de la muestra 1

En primera instancia se debe ingresar los datos del perfil del talud como se muestra a continuación e ingresar la geometría del círculo probable de falla que tendrá el talud

**Cuadro N°50.- Datos del perfil del talud Muestra 1 (Hoja Excel programada)**

Perfil del Talud		
P	x	y
1	0	0
2	18,5	0
3	18,5	0
4	11,5	0
5	7	9,5
6	0	9,5
7	0	0

Fuente: Autor

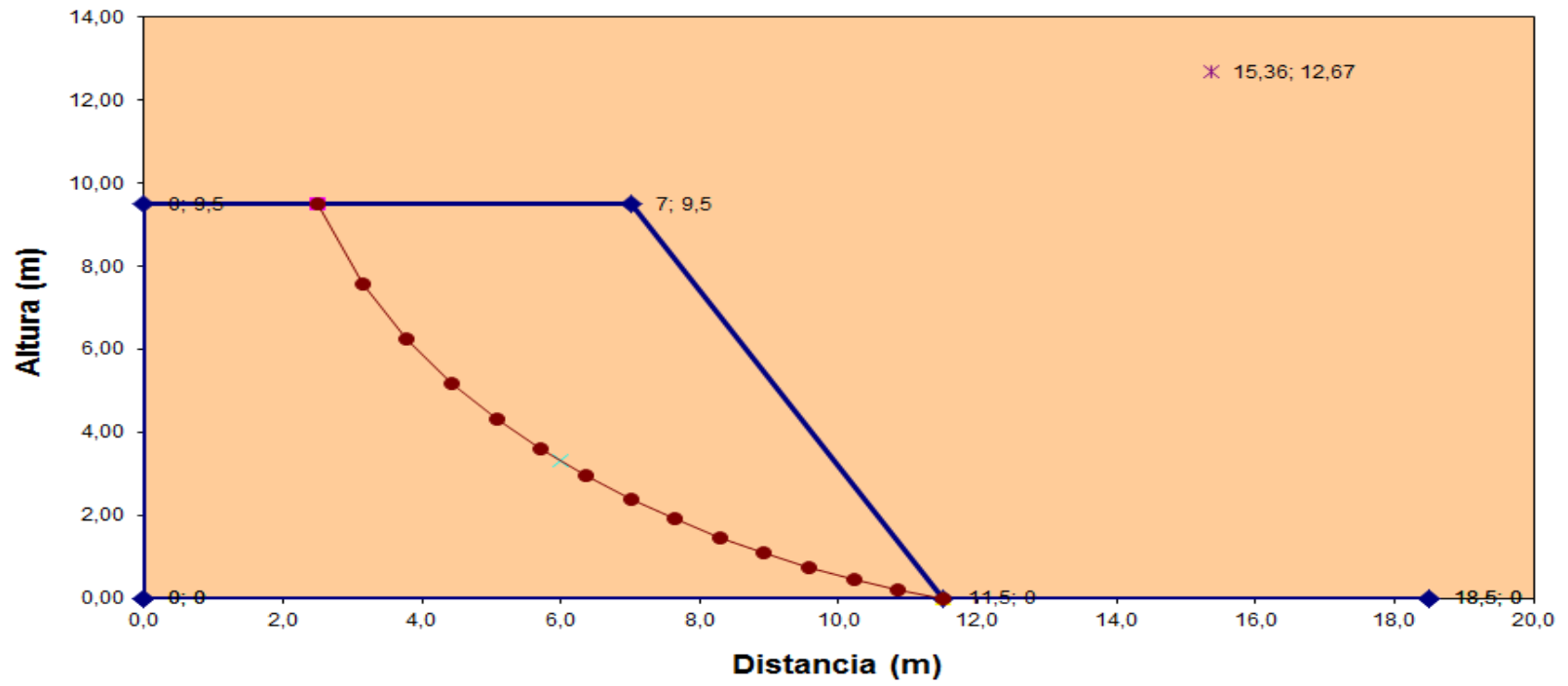
**Cuadro N°51.- Datos de la superficie de rotura Muestra 1 (Hoja Excel programada)**

Superficie de Rotura			
<b>Punto entrada</b>		<b>Centro</b>	
x	y	x <sub>c</sub>	y <sub>c</sub>
2,5	9,5	15,36	12,67
<b>Punto Salida</b>		<b>Radio</b>	
x	y	R= 13,25	
11,5	0,0		
<b>Tercer Punto</b>			
x	y		
6,0	3,3		

Fuente: Autor

De los datos ingresados se obtiene la siguiente gráfica que será válida tanto para la muestra 1 como para la muestra 2:

**Gráfico N° 36.- Geometría del Talud de 9,5m con la Superficie de Falla (Hoja Programada en Excel)**



Fuente: Autor



A continuación se muestra la representación del círculo de falla que posee el talud y los datos de las propiedades del suelo

**Cuadro N°52.- Datos del círculo de rotura, dovelas y propiedades del suelo Muestra 1 (Hoja Excel programada)**

Círculo de Rotura		Perfil	Dovelas	
x	$y_c$	$y_T$	h	$h_{media}$
2,5	9,50	9,50	0,00	0,97
3,14	7,56	9,50	1,94	2,61
3,79	6,23	9,50	3,27	3,79
4,43	5,19	9,50	4,31	4,74
5,07	4,33	9,50	5,17	5,54
5,71	3,59	9,50	5,91	6,22
6,36	2,96	9,50	6,54	6,82
7,00	2,40	9,50	7,10	6,67
7,64	1,91	8,14	6,24	5,77
8,29	1,47	6,79	5,31	4,82
8,93	1,09	5,43	4,34	3,83
9,57	0,76	4,07	3,31	2,78
10,21	0,47	2,71	2,25	1,70
10,86	0,21	1,36	1,14	0,57
11,5	0,00	0,00	0,00	

Rango de los valores	9
n° de divisiones	14
Ancho dovela	0,64

Datos del Terreno		
$\gamma_1$	c	$\phi$
kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	°
2030	7500	30

Fuente: Autor

A continuación se presenta la tabla de resultados:

**Cuadro N°53.- Cálculo del Factor de Seguridad Fs Hoja Programa en Excel  
(Muestra 1)**

Dovela	$x_i$ m	$y_i$ m	$y_{i+1}$ m	$y_i - y_{i+1}$ m	$b_i$ m	$\theta$ °	$\theta$ rad	$h_{media}$ m
1	2,50	9,50	7,56	1,94	0,64	71,71	1,25	0,97
2	3,14	7,56	6,23	1,32	0,64	64,09	1,12	2,61
3	3,79	6,23	5,19	1,04	0,64	58,27	1,02	3,79
4	4,43	5,19	4,33	0,86	0,64	53,30	0,93	4,74
5	5,07	4,33	3,59	0,74	0,64	48,86	0,85	5,54
6	5,71	3,59	2,96	0,64	0,64	44,79	0,78	6,22
7	6,36	2,96	2,40	0,56	0,64	40,99	0,72	6,82
8	7,00	2,40	1,91	0,49	0,64	37,39	0,65	6,67
9	7,64	1,91	1,47	0,43	0,64	33,97	0,59	5,77
10	8,29	1,47	1,09	0,38	0,64	30,68	0,54	4,82
11	8,93	1,09	0,76	0,33	0,64	27,49	0,48	3,83
12	9,57	0,76	0,47	0,29	0,64	24,40	0,43	2,78
13	10,21	0,47	0,21	0,25	0,64	21,38	0,37	1,70
14	10,86	0,21	0,00	0,21	0,64	18,42	0,32	0,57

$\gamma_1$ kN/m <sup>3</sup>	$W_i$ KN	$c$ KPa	$\phi$ °	$\phi$ rad	$\cos\theta$	$\sen\theta$	$tg\theta$	$W_i \cos\theta$ KN
2030	1268,83	7500	30	0,52	0,31	0,95	3,02	398,27
2030	3401,19	7500	30	0,52	0,44	0,90	2,06	1486,10
2030	4942,98	7500	30	0,52	0,53	0,85	1,62	2599,92
2030	6183,91	7500	30	0,52	0,60	0,80	1,34	3696,00
2030	7226,70	7500	30	0,52	0,66	0,75	1,14	4754,73
2030	8123,15	7500	30	0,52	0,71	0,70	0,99	5765,40
2030	8903,93	7500	30	0,52	0,75	0,66	0,87	6721,38
2030	8703,48	7500	30	0,52	0,79	0,61	0,76	6914,71
2030	7535,64	7500	30	0,52	0,83	0,56	0,67	6249,66
2030	6295,99	7500	30	0,52	0,86	0,51	0,59	5414,96
2030	4992,03	7500	30	0,52	0,89	0,46	0,52	4428,28
2030	3629,53	7500	30	0,52	0,91	0,41	0,45	3305,37
2030	2212,95	7500	30	0,52	0,93	0,36	0,39	2060,65
2030	745,82	7500	30	0,52	0,95	0,32	0,33	707,59

			Ordinario	Bishop		
$W_i \text{sen} \theta$ KN	$\Delta l_i$ m	$c \Delta l_i$ KPa	$F_R$ KPa	$c b_i$ KPa	$F_R$ KPa	$m_\alpha$
1204,71	2,05	15360,56	15590,50	4821,43	10821,87	0,5132
3059,35	1,47	11034,68	11892,67	4821,43	10842,66	0,6258
4203,98	1,22	9166,52	10667,58	4821,43	10893,99	0,7045
4957,86	1,08	8066,92	10200,80	4821,43	10955,24	0,7660
5442,22	0,98	7328,08	10073,22	4821,43	11021,19	0,8160
5722,39	0,91	6793,15	10121,80	4821,43	11090,04	0,8576
5839,79	0,85	6387,04	10267,63	4821,43	11161,12	0,8926
5285,58	0,81	6068,69	10060,90	4821,43	10679,66	0,9220
4210,43	0,78	5813,53	9421,77	4821,43	9689,04	0,9467
3212,11	0,75	5605,88	8732,22	4821,43	8743,41	0,9672
2304,51	0,72	5435,24	7991,90	4821,43	7828,94	0,9840
1499,34	0,71	5294,27	7202,63	4821,43	6934,86	0,9974
806,75	0,69	5177,76	6367,48	4821,43	6052,36	1,0077
235,69	0,68	5081,86	5490,39	4821,43	5173,90	1,0151

Fuente: Autor

El programa muestra dos resultados para poder realizar las iteraciones pertinentes; una por un método ordinario y el resultado final por el método simplificado de Bishop

Método Ordinario			
$FS =$	$\frac{\sum F_R}{\sum F_t}$	$\frac{134.081,48}{47.984,70}$	$= 2,794$

Coefficiente de seguridad Iteración Método de Bishop

$F =$	2,75
-------	------

Método de Bishop			
$FS =$	$\frac{\sum F_R}{\sum F_t}$	$\frac{131.888,29}{47.984,70}$	$= 2,749$

Diferencia Iteración 0,00

El valor F es aquel que se debe modificar hasta que la diferencia de iteración sea igual a cero; en este caso el valor se cerró en 2,75

**b) Cálculos según los datos de la muestra 2**

**Cuadro N°54.- Datos del perfil del talud Muestra 2 (Hoja Excel programada)**

Perfil del Talud		
P	x	y
1	0	0
2	18,5	0
3	18,5	0
4	11,5	0
5	7	9,5
6	0	9,5
7	0	0

Fuente: Autor

**Cuadro N°55.- Datos de la superficie de rotura Muestra 2 (Hoja Excel programada)**

Superficie de Rotura			
<b>Punto entrada</b>		<b>Centro</b>	
x	y	xc	yc
2,5	9,5	15,36	12,67
<b>Punto Salida</b>		<b>Radio</b>	
x	y	R= 13,25	
11,5	0,0		
<b>Tercer Punto</b>			
x	y		
6,0	3,3		

Fuente: Autor

**Cuadro N°56.- Datos del círculo de rotura, dovelas y propiedades del suelo Muestra 2 (Hoja Excel programada)**

Círculo de Rotura		Perfil	Dovelas	
x	y <sub>c</sub>	y <sub>T</sub>	h	h <sub>media</sub>
2,5	9,50	9,50	0,00	0,97
3,14	7,56	9,50	1,94	2,61
3,79	6,23	9,50	3,27	3,79
4,43	5,19	9,50	4,31	4,74
5,07	4,33	9,50	5,17	5,54
5,71	3,59	9,50	5,91	6,22
6,36	2,96	9,50	6,54	6,82
7,00	2,40	9,50	7,10	6,67
7,64	1,91	8,14	6,24	5,77
8,29	1,47	6,79	5,31	4,82
8,93	1,09	5,43	4,34	3,83
9,57	0,76	4,07	3,31	2,78
10,21	0,47	2,71	2,25	1,70
10,86	0,21	1,36	1,14	0,57
11,5	0,00	0,00	0,00	

Rango de los valores	9
n° de divisiones	14
Ancho dovela	0,64

Datos del Terreno		
$\gamma_1$	c	$\phi$
kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	°
2030	5600	30

Fuente: Autor

**Cuadro N°57.- Cálculo del Factor de Seguridad Fs Hoja Programa en Excel  
(Muestra 2)**

Dovela	$x_i$ m	$y_i$ m	$y_{i+1}$ m	$y_i - y_{i+1}$ m	$b_i$ m	$\theta$ °	$\Theta$ rad	$h_{media}$ m
1	2,50	9,50	7,56	1,94	0,64	71,71	1,25	0,97
2	3,14	7,56	6,23	1,32	0,64	64,09	1,12	2,61
3	3,79	6,23	5,19	1,04	0,64	58,27	1,02	3,79
4	4,43	5,19	4,33	0,86	0,64	53,30	0,93	4,74
5	5,07	4,33	3,59	0,74	0,64	48,86	0,85	5,54
6	5,71	3,59	2,96	0,64	0,64	44,79	0,78	6,22
7	6,36	2,96	2,40	0,56	0,64	40,99	0,72	6,82
8	7,00	2,40	1,91	0,49	0,64	37,39	0,65	6,67
9	7,64	1,91	1,47	0,43	0,64	33,97	0,59	5,77
10	8,29	1,47	1,09	0,38	0,64	30,68	0,54	4,82
11	8,93	1,09	0,76	0,33	0,64	27,49	0,48	3,83
12	9,57	0,76	0,47	0,29	0,64	24,40	0,43	2,78
13	10,21	0,47	0,21	0,25	0,64	21,38	0,37	1,70
14	10,86	0,21	0,00	0,21	0,64	18,42	0,32	0,57

$\gamma_1$ kN/m <sup>3</sup>	$W_i$ KN	$c$ KPa	$\phi$ °	$\phi$ rad	$\cos\theta$	$\sen\theta$	$tg\theta$	$W_i \cos\theta$ KN
2030	1268,83	5600	30	0,52	0,31	0,95	3,02	398,27
2030	3401,19	5600	30	0,52	0,44	0,90	2,06	1486,10
2030	4942,98	5600	30	0,52	0,53	0,85	1,62	2599,92
2030	6183,91	5600	30	0,52	0,60	0,80	1,34	3696,00
2030	7226,70	5600	30	0,52	0,66	0,75	1,14	4754,73
2030	8123,15	5600	30	0,52	0,71	0,70	0,99	5765,40
2030	8903,93	5600	30	0,52	0,75	0,66	0,87	6721,38
2030	8703,48	5600	30	0,52	0,79	0,61	0,76	6914,71
2030	7535,64	5600	30	0,52	0,83	0,56	0,67	6249,66
2030	6295,99	5600	30	0,52	0,86	0,51	0,59	5414,96
2030	4992,03	5600	30	0,52	0,89	0,46	0,52	4428,28
2030	3629,53	5600	30	0,52	0,91	0,41	0,45	3305,37
2030	2212,95	5600	30	0,52	0,93	0,36	0,39	2060,65
2030	745,82	5600	30	0,52	0,95	0,32	0,33	707,59

			Ordinario	Bishop		
$W_i \text{sen}\theta$ KN	$\Delta l_i$ m	$c \Delta l_i$ KPa	$F_R$ KPa	$c b_i$ KPa	$F_R$ KPa	$m_\alpha$
1204,71	2,05	11469,22	11699,16	3600,00	8441,93	0,5132
3059,35	1,47	8239,22	9097,22	3600,00	8890,80	0,6258
4203,98	1,22	6844,33	8345,40	3600,00	9160,34	0,7045
4957,86	1,08	6023,30	8157,18	3600,00	9360,68	0,7660
5442,22	0,98	5471,63	8216,77	3600,00	9524,42	0,8160
5722,39	0,91	5072,22	8400,87	3600,00	9665,88	0,8576
5839,79	0,85	4768,99	8649,58	3600,00	9792,68	0,8926
5285,58	0,81	4531,29	8523,50	3600,00	9354,87	0,9220
4210,43	0,78	4340,77	7949,01	3600,00	8398,78	0,9467
3212,11	0,75	4185,73	7312,06	3600,00	7480,53	0,9672
2304,51	0,72	4058,31	6614,98	3600,00	6587,64	0,9840
1499,34	0,71	3953,06	5861,41	3600,00	5710,27	0,9974
806,75	0,69	3866,06	5055,78	3600,00	4840,29	1,0077
235,69	0,68	3794,46	4202,99	3600,00	3970,64	1,0151

Fuente: Autor

Resultados finales con las iteraciones

Método Ordinario				
FS=	$\frac{\Sigma F_R}{\Sigma F_t}$	$\frac{108.085,90}{47.984,70}$	=	2,253

Coefficiente de seguridad Iteración Método de Bishop

F= 2,22

Método de Bishop				
FS=	$\frac{\Sigma F_R}{\Sigma F_t}$	$\frac{106.577,88}{47.984,70}$	=	2,221

Diferencia Iteración 0,00

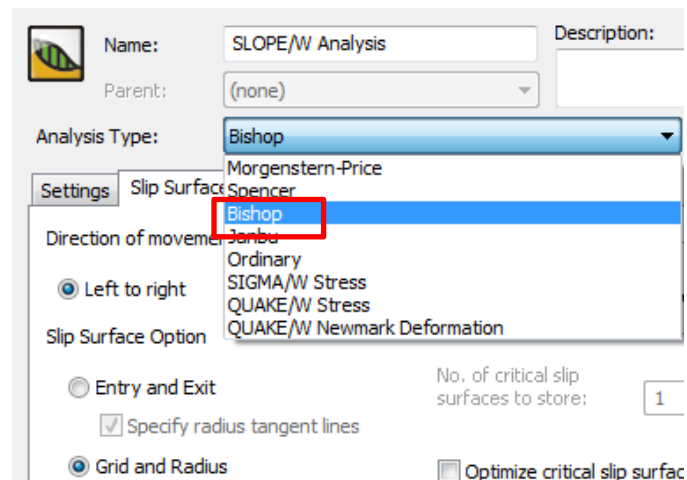
Para este caso el resultado final del factor de seguridad FS se cierra con un valor de 2,22 para la muestra 2.

### 3.3.6.1.3. Análisis de taludes con el programa GEOSTUDIO (GEOSLOPE/W)

#### a) Cálculos según los datos de la muestra 1

En primera instancia el programa GEOSLOPE/W pide ingresar el método mediante el cual se desea realizar el análisis de la estabilidad del talud; en este caso se selecciona el método de Bishop como se muestra a continuación:

**Gráfico N°37.- Selección del método de cálculo del factor de seguridad**



Fuente: Autor

En segunda instancia se debe seleccionar la dirección del movimiento de falla, en este caso es de izquierda a derecha, y el modo en que se quiere ingresar la superficie de



deslizamiento, para este caso es ingresando una malla con la superficie y el radio del círculo de falla.

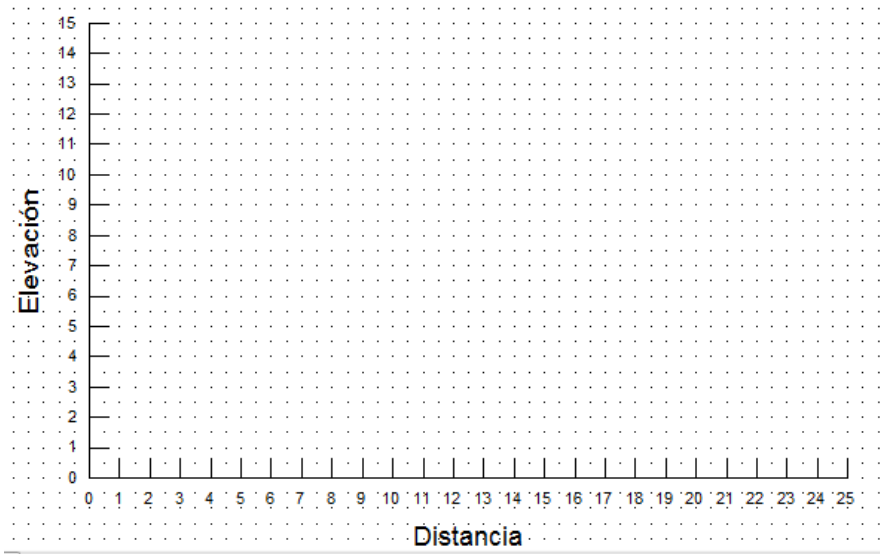
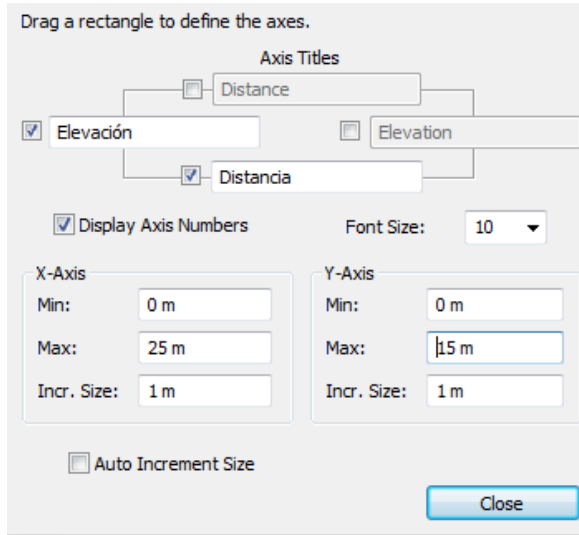
### Gráfico N°38.- Determinación de parámetros de análisis del método seleccionado

The image shows a software interface for SLOPE/W Analysis. At the top, there is a 'Name' field containing 'SLOPE/W Analysis' and a 'Description' field. Below this is a 'Parent' dropdown menu set to '(none)'. The 'Analysis Type' is set to 'Bishop'. A tabbed interface is visible with 'Settings', 'Slip Surface', 'F of S Distribution', and 'Advanced' tabs. The 'Settings' tab is active, showing 'Direction of movement' with 'Left to right' selected (highlighted with a red box), 'Right to left', and 'Use passive mode'. Under 'Slip Surface Option', 'Grid and Radius' is selected (highlighted with a red box), along with 'Specify radius tangent lines'. Other options include 'Entry and Exit', 'Block Specified', 'Fully Specified', and 'Critical Slip Surfaces from:'. A 'No. of critical slip surfaces to store' field is set to '1', and 'Optimize critical slip surface location' is unchecked.

Fuente: Autor

Posterior a esto se define un área de trabajo con los incrementos máximos en cada eje, tanto en x como en y; es decir para la distancia horizontal del talud y elevación del mismo respectivamente.

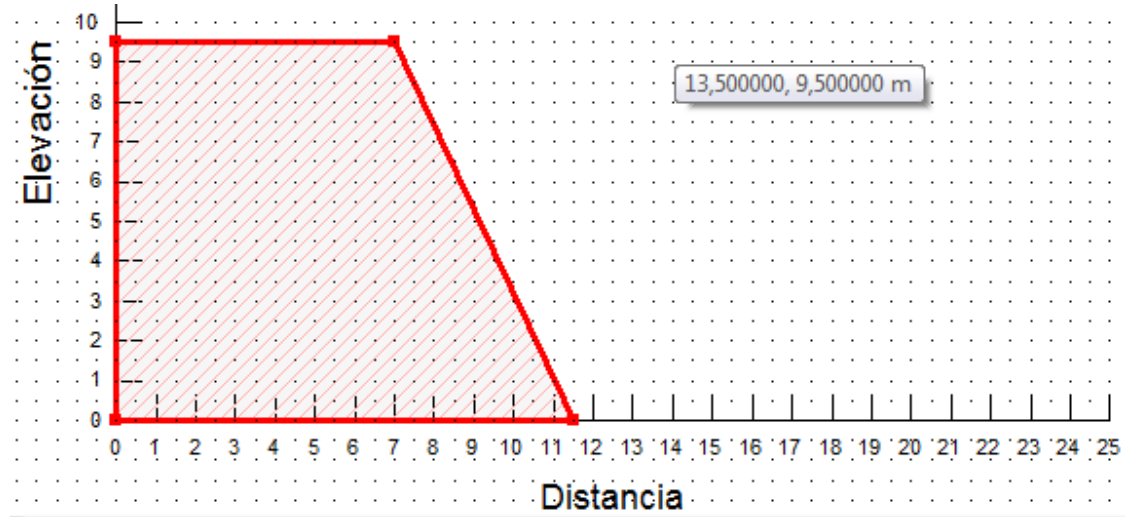
### Gráfico N°39.- Determinación del área de trabajo



Fuente: Autor

Una vez definida el área de trabajo se procede a dibujar el perfil del talud con la opción Draw Regions

**Gráfico N° 40.- Perfil del Talud de 9,5m con la Superficie de Falla  
(GEOSLOPE/W)**



Fuente: Autor

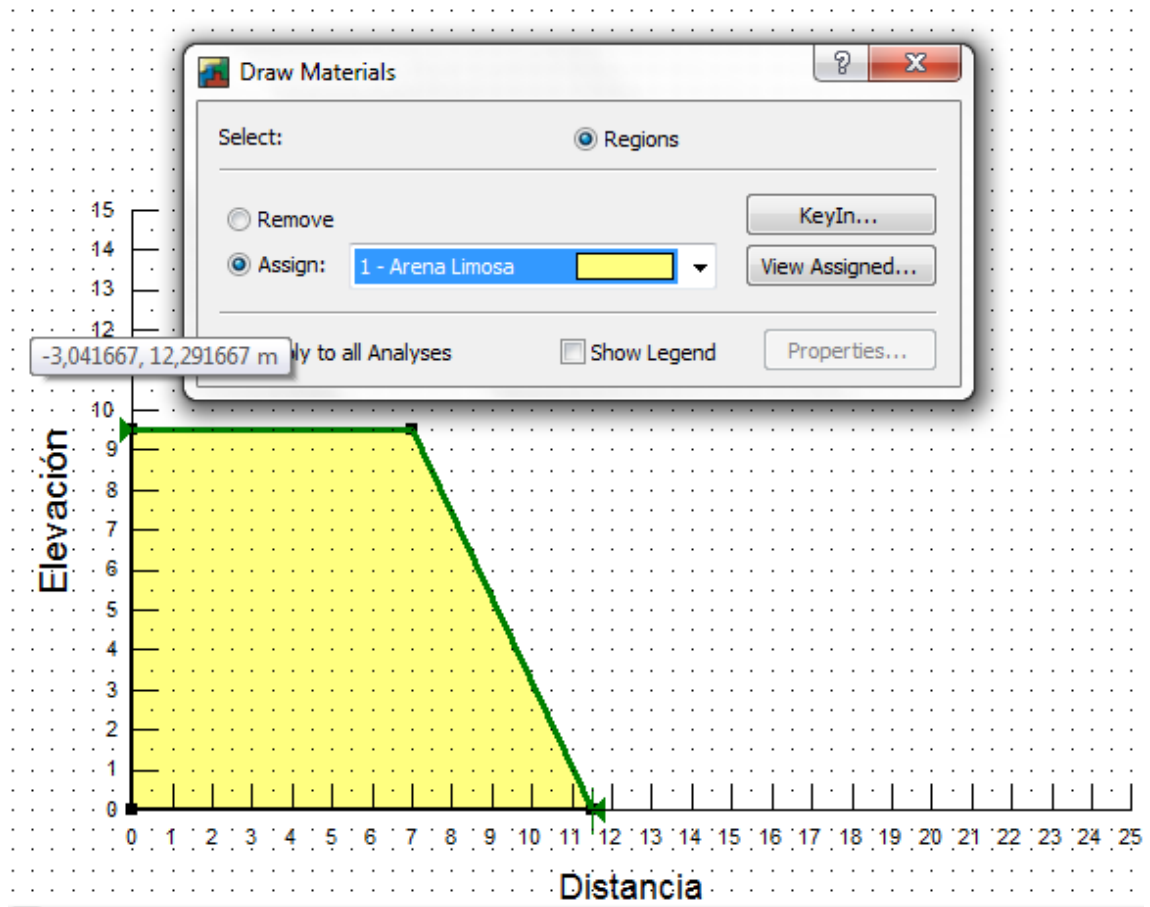
Ya con el perfil del talud dibujado, el siguiente paso es definir las propiedades del suelo, es decir el peso específico, la cohesión y el ángulo de fricción interna; y ya definido esto se procede a asignar el material al perfil del talud

**Gráfico N°41.- Definición de las características del suelo para la muestra 1**

La interfaz de usuario muestra los siguientes campos de configuración:

- Name:** Arena Limosa
- Color:** [Color amarillo] Set...
- Material Model:** Mohr-Coulomb
- Basic:**
  - Unit Weight:** 20,3 kN/m<sup>3</sup>
  - Cohesion:** 75 kPa
  - Phi:** 30 °

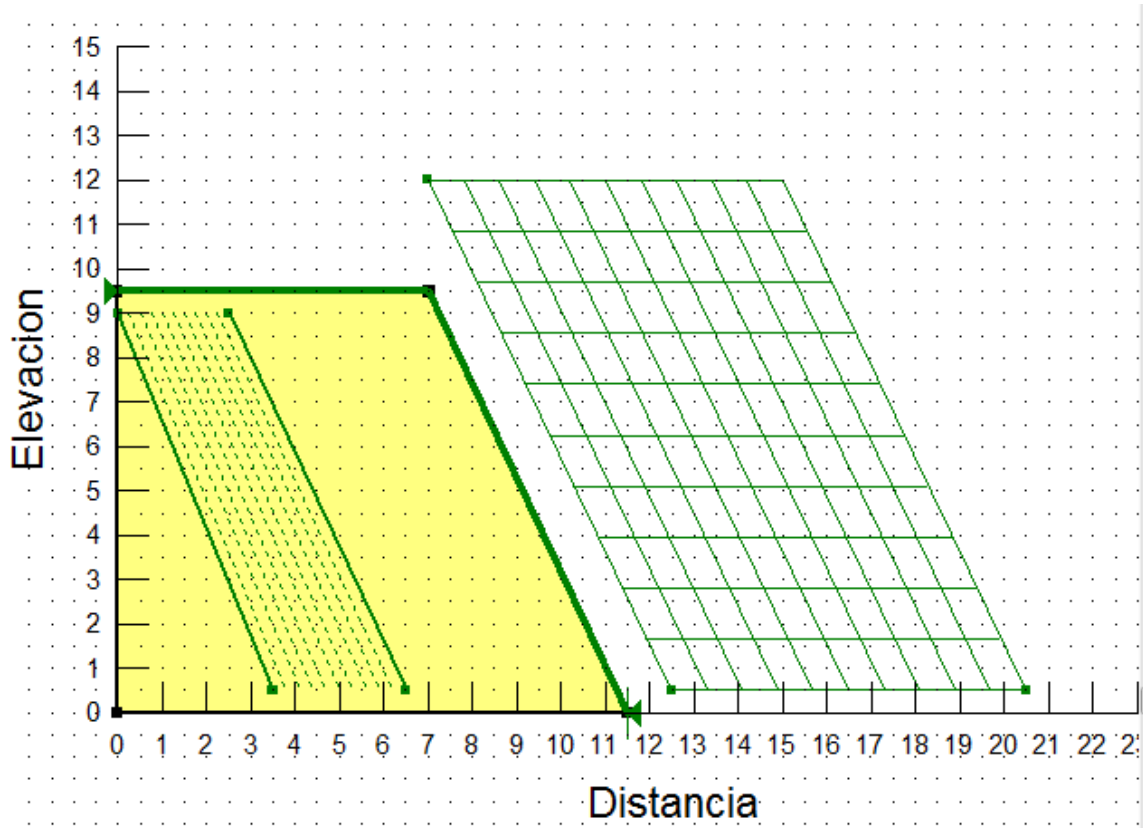
Botones de control: Undo, Redo, Show Legend, Properties..., Close.



Fuente: Autor

Posterior a esto se define el área de superficie de falla mediante una malla y de la misma manera el radio del círculo de dicha falla, quedando la modelación de la siguiente manera.

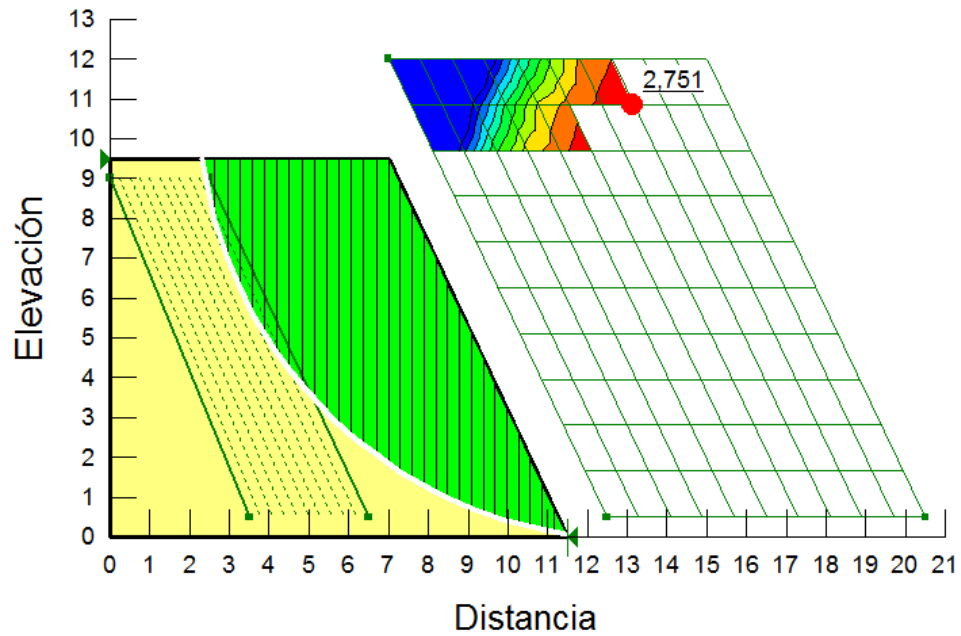
**Gráfico N° 42.- Geometría del Talud de 9,5m con la Superficie de Falla  
(GEOSLOPE/W)**



Fuente: Autor

Como paso final es correr el modelo para que el programa calcule el factor de seguridad crítico en el talud.

**Gráfico N° 43.- Geometría del Talud de 9,5m con la Superficie de Falla y  
Resultados de la Muestra 1 (GEOSLOPE/W)**



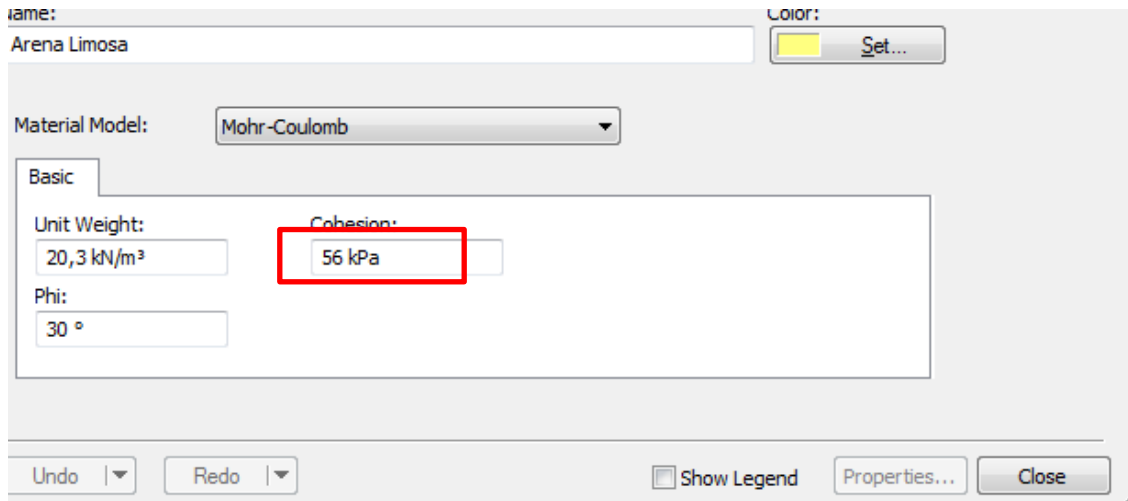
Fuente: Autor

Según la modelación realizada con el presente talud, el programa nos arroja un factor de seguridad FS de 2,75

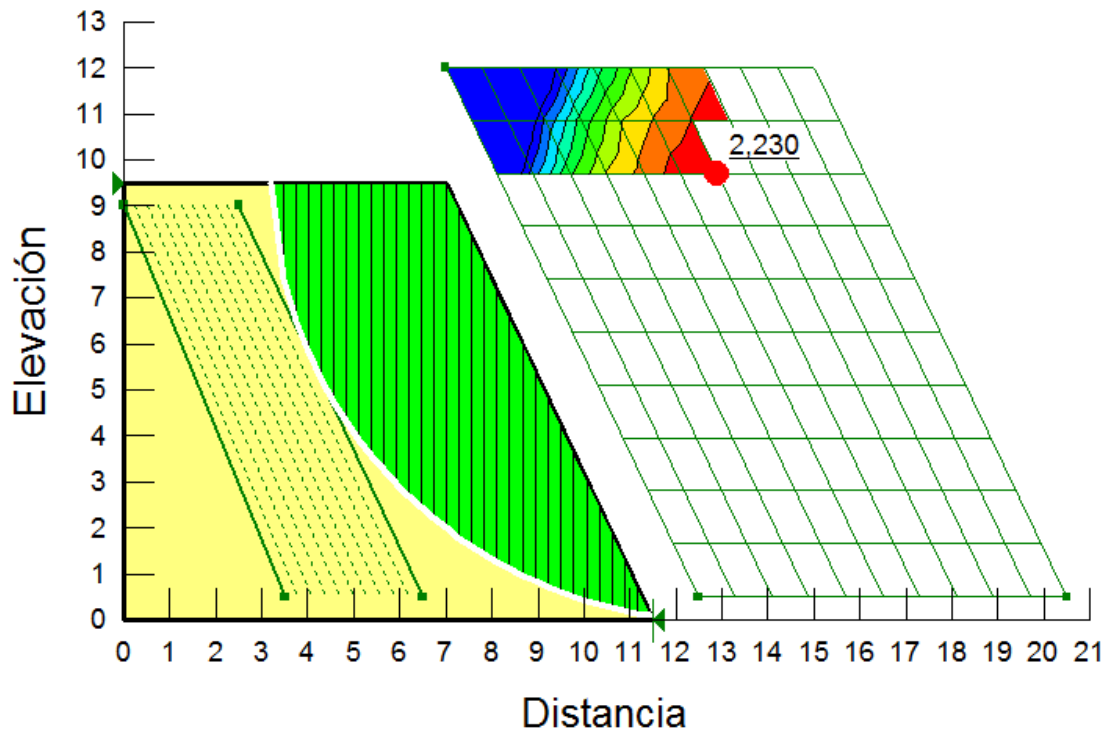
#### **b) Cálculos según los datos de la muestra 2**

Para la muestra número 2 el único dato a cambiar es el de la cohesión, obteniendo los siguientes resultados.

**Gráfico N°44.- Definición de las características del suelo para la muestra 2**



**Gráfico N° 45.- Geometría del Talud de 9,5m con la Superficie de Falla y Resultados de la Muestra 2 (GEOSLOPE/W)**



Fuente: Autor

Para la muestra 2 se obtiene un factor de seguridad FS= 2,23. A continuación se presenta un cuadro resumen de los valores obtenidos del factor de seguridad FS por cada uno de los modos de cálculo aplicados.

**Cuadro N°58.- Valores de FS según el modo de cálculo**

MUESTRA	MODO DE CÁLCULO		
	MANUAL	HOJA EXCEL	GEOSLOPE/W
1	2,39	2,75	2,75
2	1,96	2,22	2,23

Fuente: Autor

Según el cuadro anterior se puede visualizar que existe un error bajo entre el modo de cálculo manual y los programas computacionales; y entre los programas de cálculo no existe error alguno, por ello se despreciará el resultado por el modo manual y se escogerá los datos obtenidos por los programas computacionales. Al haber realizado los cálculos con el peso específico crítico para cada una de las muestras, los valores obtenidos para cada muestra del factor FS se encuentran dentro de un rango de seguridad adecuado.

### **3.3.6.2. Análisis del talud de altura mediana (6m de altura)**

En este caso para realizar los cálculos se ocupara la hoja de excel programada y el programa GEOPSOLPE/W, y al tener variación únicamente en la cohesión entre las dos muestras obtenidas, se optará por tomar la cohesión más crítica de  $0,56\text{Kg/cm}^2$  para realizar los cálculos pertinentes en el presente talud.



**3.3.6.2.1. Análisis de taludes con hoja de Excel programada**

**Cuadro N°59.- Datos del perfil del talud de 6m (Hoja Excel programada)**

Perfil del Talud		
P	x	y
1	0	0
2	17	0
3	17	0
4	10	0
5	7	6
6	0	6
7	0	0

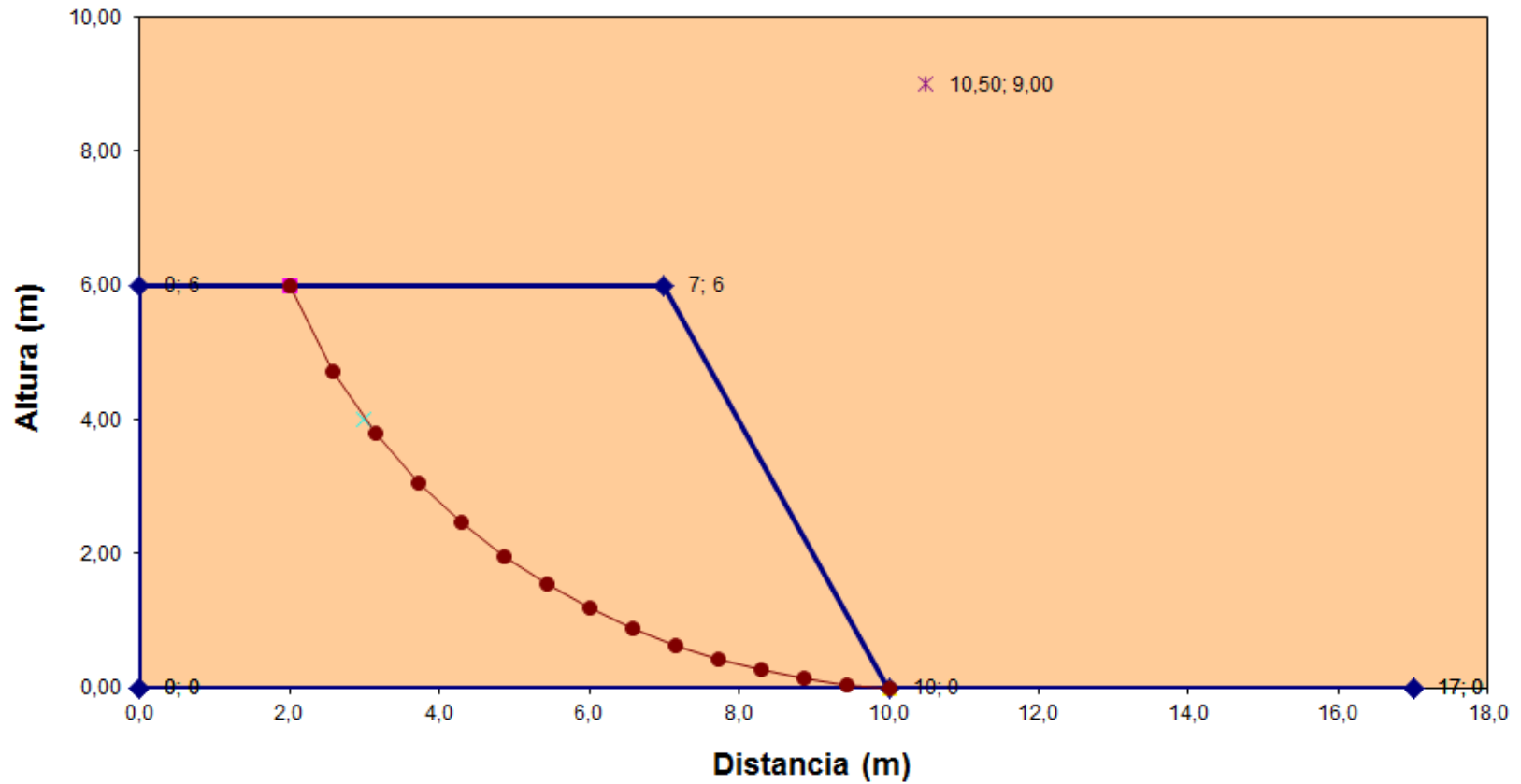
Fuente: Autor

**Cuadro N°60.- Datos de la superficie de rotura talud 6m (Hoja Excel programada)**

Superficie de Rotura			
<b>Punto entrada</b>		<b>Centro</b>	
x	y	x <sub>c</sub>	y <sub>c</sub>
2	6	10,50	9,00
<b>Punto Salida</b>		<b>Radio</b>	
x	y	R= 9,01	
10,0	0,0		
<b>Tercer Punto</b>			
x	y		
3,0	4,0		

Fuente: Autor

**Gráfico N° 46.- Geometría del Talud de 6m con la Superficie de Falla (Hoja Programada en Excel)**



Fuente: Autor

**Cuadro N°61.- Datos del círculo de rotura, dovelas y propiedades del suelo talud  
6m (Hoja Excel programada)**

Circulo de Rotura		Perfil	Dovelas	
x	y <sub>c</sub>	y <sub>T</sub>	h	h <sub>media</sub>
2	6,00	6,00	0,00	0,64
2,57	4,71	6,00	1,29	1,75
3,14	3,79	6,00	2,21	2,57
3,71	3,07	6,00	2,93	3,23
4,29	2,47	6,00	3,53	3,78
4,86	1,97	6,00	4,03	4,24
5,43	1,55	6,00	4,45	4,63
6,00	1,19	6,00	4,81	4,96
6,57	0,89	6,00	5,11	5,10
7,14	0,63	5,71	5,08	4,61
7,71	0,43	4,57	4,14	3,66
8,29	0,26	3,43	3,17	2,66
8,86	0,14	2,29	2,15	1,62
9,43	0,05	1,14	1,09	0,55
10	0,00	0,00	0,00	

Rango de los valores	8
nº de divisiones	14
Ancho dovela	0,57

Datos del Terreno		
$\gamma_1$	c	$\phi$
kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	°
2030	5600	30

**Cuadro N°62.- Cálculo del Factor de Seguridad Fs Hoja Programa en Excel**

Dovela	$x_i$ m	$y_i$ m	$y_{i+1}$ m	$y_i - y_{i+1}$ m	$b_i$ m	$\theta$ °	$\theta$ rad	$h_{media}$ m
1	2,00	6,00	4,71	1,29	0,57	66,08	1,15	0,64
2	2,57	4,71	3,79	0,92	0,57	58,15	1,01	1,75
3	3,14	3,79	3,07	0,73	0,57	51,77	0,90	2,57
4	3,71	3,07	2,47	0,60	0,57	46,21	0,81	3,23
5	4,29	2,47	1,97	0,50	0,57	41,17	0,72	3,78
6	4,86	1,97	1,55	0,42	0,57	36,50	0,64	4,24
7	5,43	1,55	1,19	0,36	0,57	32,09	0,56	4,63
8	6,00	1,19	0,89	0,30	0,57	27,89	0,49	4,96
9	6,57	0,89	0,63	0,25	0,57	23,85	0,42	5,10
10	7,14	0,63	0,43	0,21	0,57	19,93	0,35	4,61
11	7,71	0,43	0,26	0,17	0,57	16,11	0,28	3,66
12	8,29	0,26	0,14	0,13	0,57	12,36	0,22	2,66
13	8,86	0,14	0,05	0,09	0,57	8,66	0,15	1,62
14	9,43	0,05	0,00	0,05	0,57	5,00	0,09	0,55

$\gamma_1$ kN/m <sup>3</sup>	$W_i$ KN	$c$ KPa	$\phi$ °	$\phi$ rad	$\cos\theta$	$\sen\theta$	$\text{tg}\theta$	$W_i \cos\theta$ KN
2030	747,09	5600	30	0,52	0,41	0,91	2,25	302,96
2030	2027,69	5600	30	0,52	0,53	0,85	1,61	1070,01
2030	2981,91	5600	30	0,52	0,62	0,79	1,27	1845,25
2030	3748,35	5600	30	0,52	0,69	0,72	1,04	2593,97
2030	4383,91	5600	30	0,52	0,75	0,66	0,87	3300,01
2030	4918,97	5600	30	0,52	0,80	0,59	0,74	3954,29
2030	5372,04	5600	30	0,52	0,85	0,53	0,63	4551,11
2030	5755,33	5600	30	0,52	0,88	0,47	0,53	5086,65
2030	5911,59	5600	30	0,52	0,91	0,40	0,44	5406,68
2030	5349,75	5600	30	0,52	0,94	0,34	0,36	5029,23
2030	4239,97	5600	30	0,52	0,96	0,28	0,29	4073,45
2030	3082,62	5600	30	0,52	0,98	0,21	0,22	3011,16
2030	1880,04	5600	30	0,52	0,99	0,15	0,15	1858,59
2030	633,84	5600	30	0,52	1,00	0,09	0,09	631,43

			Ordinario	Bishop		
$W_i \text{sen} \theta$ KN	$\Delta_i$ m	$c \Delta_i$ KPa	$F_R$ KPa	$c b_i$ KPa	$F_R$ KPa	$m_\alpha$
682,91	1,41	7891,27	8066,18	3200,00	6438,60	0,5640
1722,39	1,08	6064,09	6681,85	3200,00	6475,38	0,6750
2342,40	0,92	5171,16	6236,52	3200,00	6518,59	0,7550
2705,81	0,83	4624,07	6121,70	3200,00	6564,11	0,8172
2885,93	0,76	4251,05	6156,31	3200,00	6611,04	0,8669
2925,72	0,71	3980,67	6263,68	3200,00	6659,22	0,9070
2854,16	0,67	3777,22	6404,80	3200,00	6708,77	0,9393
2692,54	0,65	3620,66	6557,44	3200,00	6759,92	0,9649
2390,54	0,62	3498,83	6620,38	3200,00	6715,80	0,9847
1823,94	0,61	3403,95	6307,57	3200,00	6293,74	0,9992
1176,60	0,59	3330,82	5682,62	3200,00	5598,47	1,0088
659,89	0,58	3275,94	5014,43	3200,00	4911,32	1,0139
283,21	0,58	3236,94	4309,99	3200,00	4223,33	1,0147
55,28	0,57	3212,24	3576,79	3200,00	3526,07	1,0113

Fuente: Autor

### Resultados Finales

Método Ordinario					
FS=	$\Sigma F_R$	84.000,28	=	3,333	
	$\Sigma F_t$	25.201,30			

### Coficiente de seguridad Iteración Método de Bishop

F=	3,33
----	------

Método de Bishop					
FS=	$\Sigma F_R$	84.004,34	=	3,333	
	$\Sigma F_t$	25.201,30			

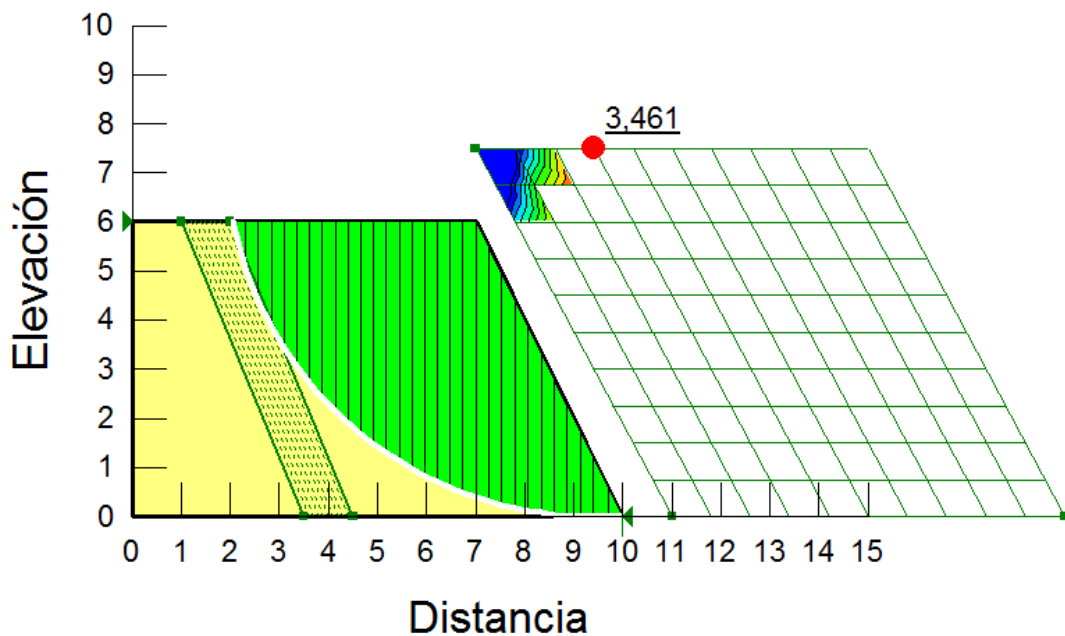
Diferencia Iteración 0,00

Para este caso se obtiene un factor de seguridad FS = 3,33

### 3.3.6.2.2. Análisis del talud con el programa GEOSTUDIO (GEOSLOPE/W)

Siguiendo los mismos pasos que para el talud de 9,5m de altura, se obtiene el siguiente resultado del factor de seguridad.

**Gráfico N° 47.- Geometría del Talud de 6m con la Superficie de Falla y Resultados (GEOSLOPE/W)**



Fuente: Autor

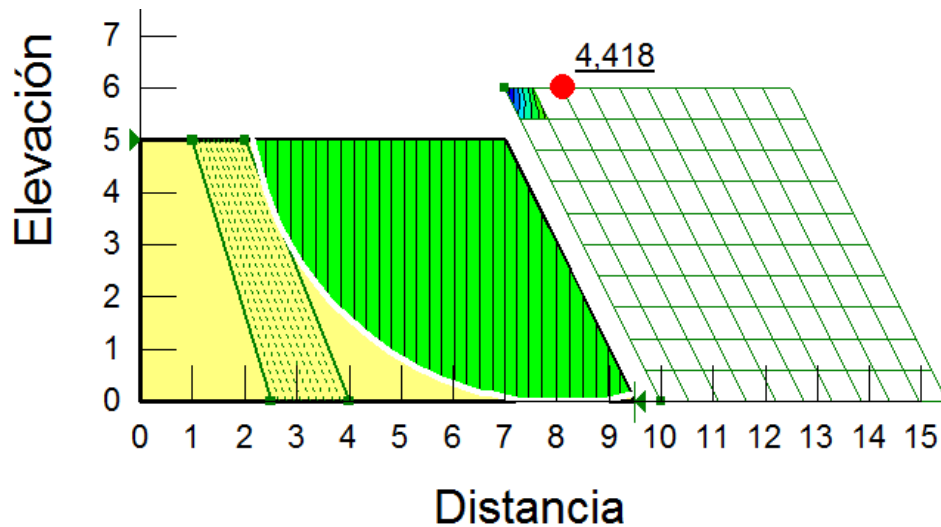
En este caso se tiene un factor de seguridad  $FS=3,46$ , y sacando un promedio entre el FS de la hoja de cálculo y el FS del programa GEOSLOPE/W se obtiene el siguiente factor de seguridad;  $FS= 3,39$

Para los siguientes taludes que son iguales o menores a 5m de altura, se ocupará únicamente el programa GEOSLOPE/W para facilidad de cálculo y para obtener mayor cantidad de datos del factor de seguridad de los taludes existentes.

### 3.3.6.3. Análisis de taludes de altura mediana a baja

#### a) Talud de 5m de altura

**Gráfico N° 48.- Geometría del Talud de 5m con la Superficie de Falla y Resultados (GEOSLOPE/W)**

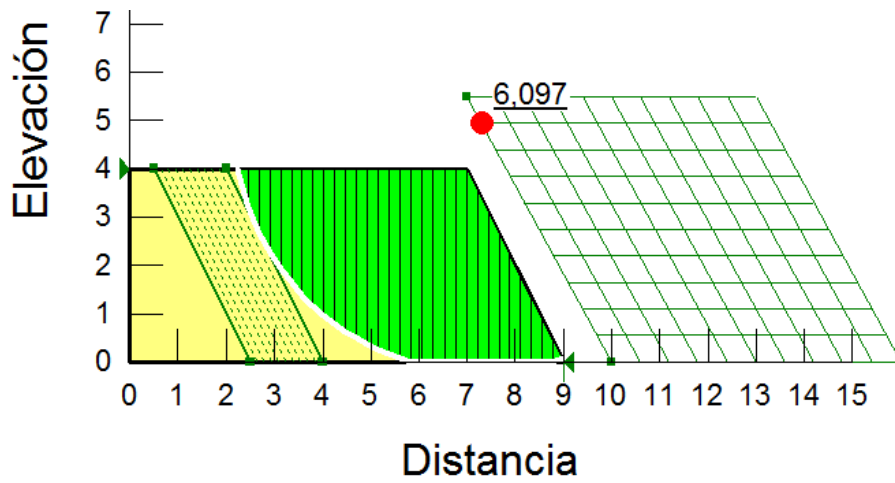


Fuente: Autor

Para un talud de 5m de altura se obtiene un factor de seguridad  $FS=4,42$

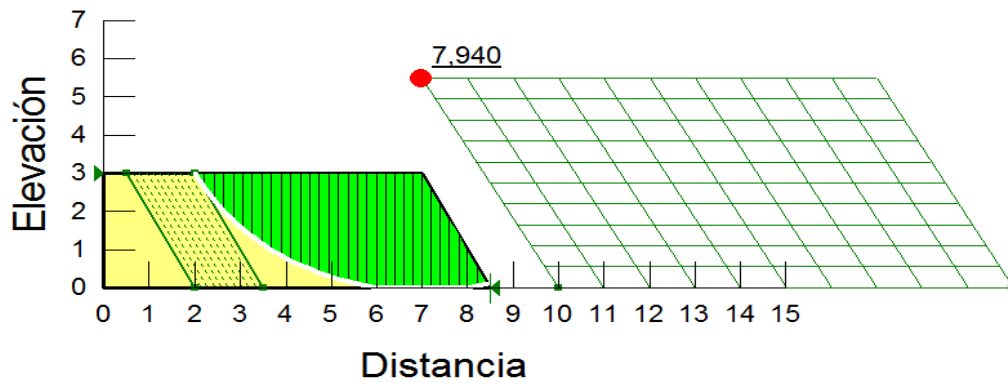
b) Talud de 4m y 3m de altura

Gráfico N° 49.- Geometría del Talud de 4m con la Superficie de Falla y Resultados  
(GEOSLOPE/W)



Fuente: Autor

Gráfico N° 50.- Geometría del Talud de 3m con la Superficie de Falla y Resultados  
(GEOSLOPE/W)



Fuente: Autor



Para un talud de 4m de altura se obtiene un factor de seguridad  $FS=6,10$  y para un talud de 3m de altura se obtiene un factor de seguridad  $FS=7,94$ . A continuación se presenta un cuadro resumen en el que se presenta el factor de seguridad de acuerdo a la altura del talud

**Cuadro N°63.- Resumen del factor de seguridad en los taludes según su altura**

TALUD	Factor de Seguridad
9,5m	2,23
6m	3,39
5m	4,42
4m	6,1
3m	7,94

Fuente: Autor

A continuación se presentan los siguientes cuadros donde se muestra el factor de seguridad que se debe seleccionar para un diseño adecuado de taludes y la amenaza según su factor de seguridad.

**Cuadro N°64.- Criterios para la selección del factor de seguridad en taludes**

Caso	Factor de Seguridad
Si puede ocurrir la pérdida de vidas humanas al fallar el talud	1,7
Si la falla del talud puede producir la pérdida de más del 30% de la inversión de la obra	1,5
Si se puede producir pérdidas económicas no muy importantes	1,3
Si la falla del talud no causa daños	1,2

Fuente: J. Suárez, “Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales”, Bucaramanga Colombia, 2003.

**Cuadro N°65.- Amenaza de taludes según su factor de seguridad**

CATEGORÍA DE AMENAZA	FACTOR DE SEGURIDAD
MUY ALTA	$FS \leq 0,6$
ALTA	$0,6 < FS \leq 1,1$
MEDIA	$1,1 < FS \leq 1,9$
BAJA	$1,9 < FS \leq 3,4$
MUY BAJA	$3,4 < FS$

Fuente: J. Freire, El Tipo De Suelo y su incidencia en el deslizamiento de tierras de los taludes en el sector "La Victoria", Cantón Ambato, Provincia Tungurahua, Tesis de Grado, Geotécnia, Univ. Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador, 2011

En las investigaciones realizadas por [2] se indica que un valor igual o mayor a 1 del factor FS cumple con la seguridad adecuada de estabilidad del talud, y en ese caso no se propone ningún método de estabilización.

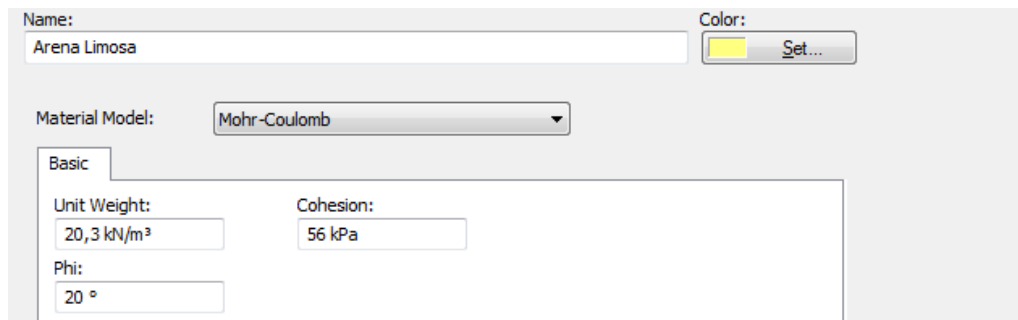
Según el cuadro N°64, en el presente proyecto se optará por un valor de  $Fs \geq 1,2$  para considerar que el talud se encuentra estable y dentro la seguridad necesaria del caso.

De acuerdo al cuadro N°65, proporcionado por [1] los taludes de 6 a 9,5m del presente proyecto poseen una amenaza baja y aquellos que son menores a 6m poseen una amenaza muy baja.

Estos valores altos obtenidos del factor de seguridad son debido a que la cohesión que posee las muestras ensayadas del suelo de los taludes en estudio es alta y de acuerdo a los cuadros N°64 y N°65 no se requiere de ningún método de estabilización de dichos taludes.

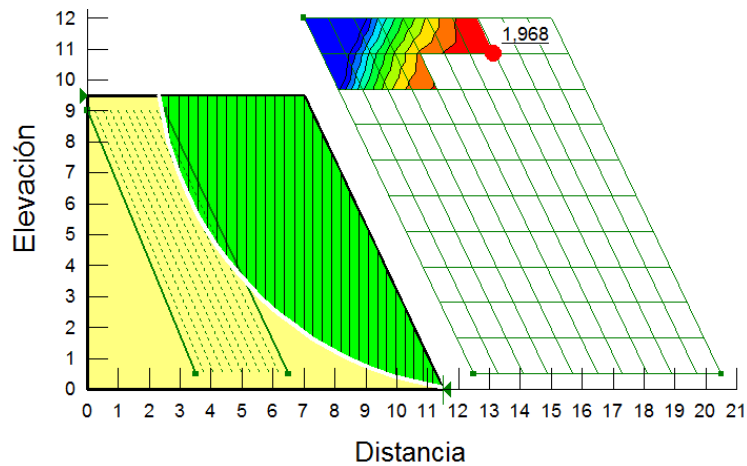
La razón por la cual los valores del peso específico y el ángulo de fricción interna del suelo se los obtuvieron únicamente por tablas es debido a que al tener una cohesión muy alta, estos dos valores no influyen de manera significativa al momento de calcular el factor de seguridad, y esto se lo muestra a continuación:

**Gráfico N° 51.- Talud con valores críticos de las propiedades del suelo  
(GEOSLOPE/W)**



Fuente: Autor

**Gráfico N° 52.- Geometría del Talud de 9,5m con la Superficie de Falla y  
Resultados con Valores Críticos del Suelo (GEOSLOPE/W)**



Fuente: Autor

Aun con valores críticos del peso específico, ángulo de fricción interna y la cohesión, el talud sigue en un rango de amenaza baja y muy por encima de los valores recomendados en el cuadro N°64. Con esta demostración se recalca que al tener valores de cohesión altos, la estabilidad del talud no se ve comprometida aun teniendo un peso específico alto y un ángulo de fricción interna bajo.

Aunque en el presente proyecto no se requiera de estabilización de taludes, a continuación se presenta una demostración de algunos métodos para mejorar la estabilidad y con ello aumentar el factor de seguridad FS.

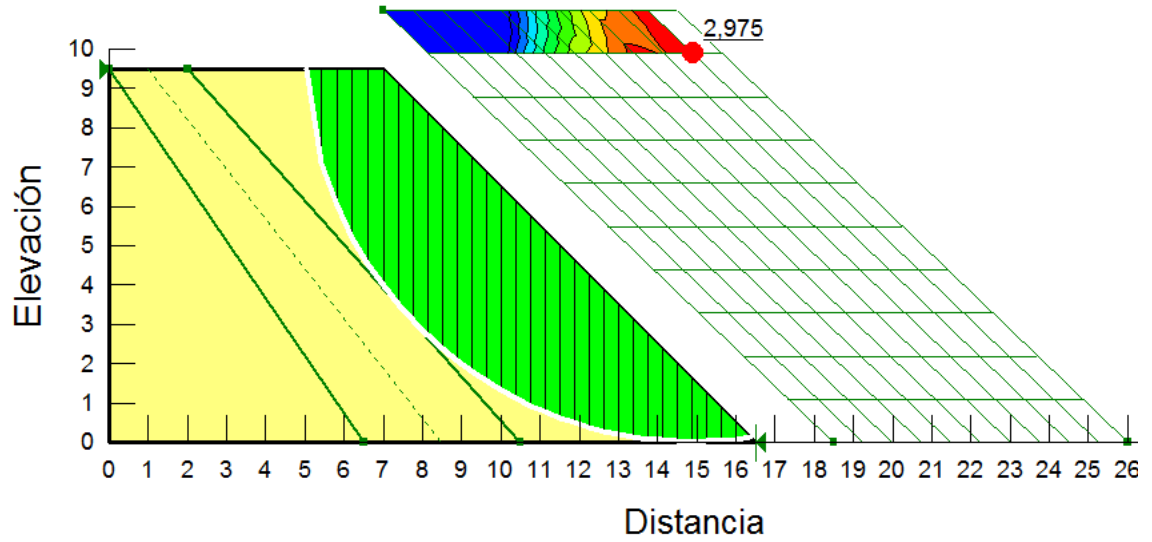
### **3.3.7. Método de estabilización para taludes**

A continuación se presentan las opciones más viables para mejorar la estabilidad del talud en el presente proyecto, y con ello aumentar el factor de seguridad y colocarlo dentro del rango adecuado. Esto se lo realizará con el talud más crítico de 9,5m con el menor valor de cohesión de  $0,56 \text{ Kg/cm}^2$ , un ángulo de fricción interna de  $30^\circ$  y un peso específico de  $2030 \text{ Kg/m}^3$

#### **3.3.7.1. Tendido del talud**

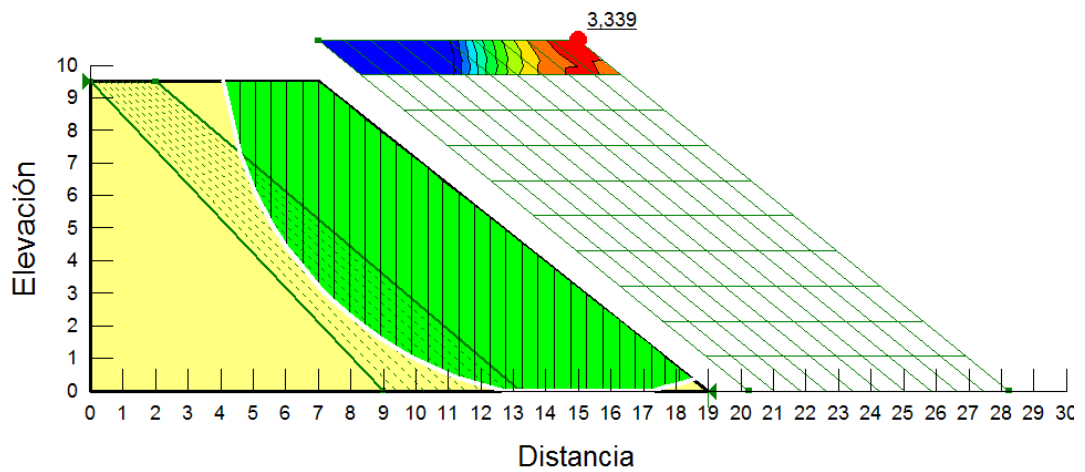
Una de las primeras opciones y la más sencilla desde el punto de vista práctico y de cálculo es la disminución de la pendiente del talud. A continuación se presenta el cálculo del factor de seguridad con el programa GEOSLOPE/W disminuyendo la pendiente con la relación actual de 1:2 a 1:1 y de 1:2 a 2:1

**Gráfico N° 53.- Geometría del Talud con relación 1:1 con la Superficie de Falla y Resultados (GEOSLOPE/W)**



Fuente: Autor

**Gráfico N° 54.- Geometría del Talud con relación 2:1 con la Superficie de Falla y Resultados (GEOSLOPE/W)**



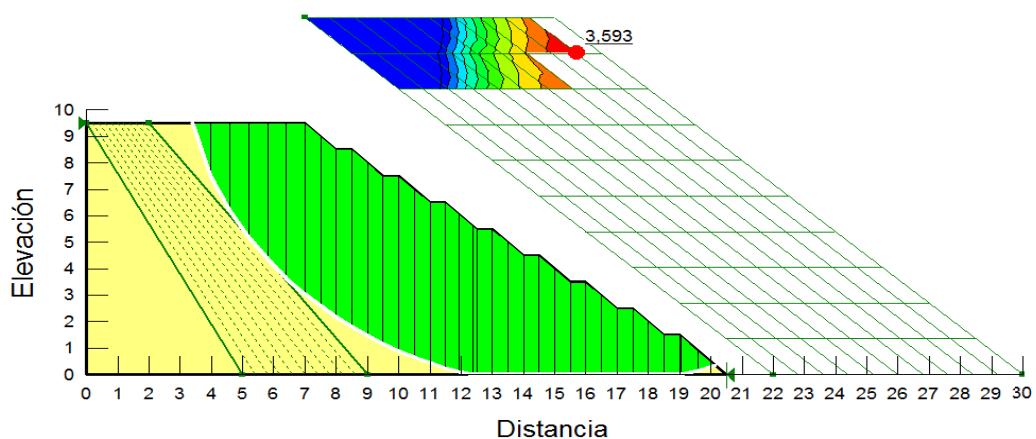
Fuente: Autor

Finalmente se puede observar que con el método del tendido del talud el factor de seguridad aumento de 2,23 a 2,98 y posteriormente a 3,34 según su pendiente. Este método requiere de mayor movimiento de tierras y mayor cantidad de área disponible en el terreno para la conformación del talud y por esta razón se deben analizar estos parámetros para determinar su viabilidad.

### 3.3.7.2. Conformación de Bancos y Bermas

Con este método es posible reducir el peso del talud y darle al mismo una geometría que impida la inestabilidad del mismo por arrastre de material en grandes cantidades. Para este caso los bancos tendrán una altura de 1m con una pendiente con relación 1:1 y la berma un ancho de 0,5m para de esta manera no tener mayor cantidad de movimiento de tierras con respecto al método de tendido de talud.

**Gráfico N° 55.- Geometría del Talud con bancos y bermas con la Superficie de Falla y Resultados (GEOSLOPE/W)**



Fuente: Autor

Con este método se puede observar que el factor de seguridad aumentó con respecto al tendido de talud con una pendiente similar al del banco, es decir 1:1, pero requiere mayor movimiento de tierras. Con respecto al tendido de talud con pendiente 2:1 el factor de seguridad no aumentó en gran cantidad ya que el movimiento de tierras es similar y los bancos y bermas son pequeños; caso contrario si se le da menor pendiente al banco y mayor ancho a la berma el factor de seguridad aumentará significativamente.

### **3.3.7.3. Estabilización mediante anclajes**

Otro de los métodos viables para lograr estabilizar taludes y mejorar su factor de seguridad, es colocando anclajes mediante perforaciones en el talud. Como ya se mencionó en el capítulo 2 del presente proyecto en el apartado 2.3.5.9.3 de los métodos de estabilización de taludes , los anclajes van desde 50 a 600cm de largo, con un diámetro mínimo de 12mm colocados con una inclinación de 20° con una perforación con relación de 4mm con el diámetro del anclaje. Todas estas variables dependen de la geometría y necesidad que presente el talud.

En el presente proyecto por demostración se colocará anclajes en el talud más crítico de 9,5m utilizando el programa GEOSLOPE/W para visualizar la mejora que este método produce en el talud ante su estabilidad.

Los anclajes tendrán las siguientes especificaciones que exige el programa GEOSLOPE/W para el análisis del talud.

- Longitud del enlace = 5m
- Diámetro de varilla de anclaje = 12mm ó 0,0012m

- Capacidad de la varilla = 18,5 KN
- Capacidad al cortante de la varilla = 16,5 KN

Los datos obtenidos de las características del anclaje se encuentran disponibles en el Anexo E-7 y E-8

A continuación se presenta los datos ingresados en el programa en la opción Draw Reinforcement Loads y los resultados del factor de seguridad.

**Gráfico N° 56.- Ingreso de datos de las características del anclaje**

The screenshot shows a software dialog box titled "Draw Reinforcement Loads". It contains the following fields and values:

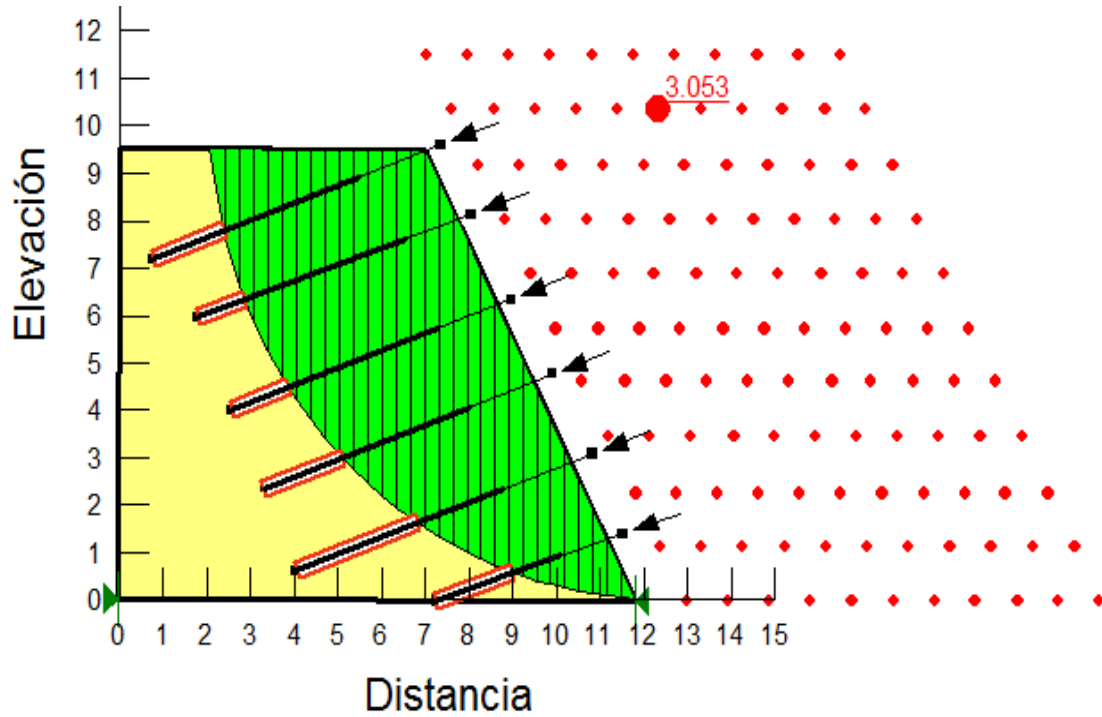
Reinforcement	
Type:	Anchor
F of S Dependent:	No
Load Distribution:	Even along reinf.
Length:	7 m
Direction:	20 °
<input type="radio"/> Constant Applied Load:	0 kN
<input checked="" type="radio"/> Variable Applied Load	
Bond Length:	5 m
Bond Diameter:	0.0012 m
Bond Safety Factor:	2.15
Bond Skin Friction (F/Area):	1 kPa
Anchor Spacing:	1 m
Bar Capacity:	18.5 kN
Bar Safety Factor:	1
Shear Capacity:	16.5 kN
Shear Safety:	1
Apply Shear:	Parallel to Slip
Applied Load:	0 - 0.0087672 kN
Bond Resistance:	0.0017534 kPa

Done

Fuente: Autor



Gráfico N° 57.- Geometría del Talud con anclajes, Superficie de Falla y Resultados



Fuente: Autor

Se puede observar que se colocaron 6 anclajes de manera vertical en el talud, y el factor de seguridad aumento de 2,23 a 3,05.

Al ser un talud de una altura moderada, este método no es viable debido al costo que demanda el suministro y la colocación de los anclajes. En este tipo de taludes es más viable realizar el tendido o la conformación de bermas en el talud, ya que solo requiere de mayor movimiento de tierras y mayor cantidad de terreno.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados del factor de seguridad FS para el talud de 9,5m de altura con los datos de la cohesión más crítica de 0,56Kg/cm<sup>2</sup> según el método de estabilización aplicado en el talud.

**Cuadro N°66.- Valores del factor de seguridad según el método de estabilización**

MÉTODO DE ESTABILIZACIÓN	VALOR DE FS
Sin estabilizar	2,23
Tendido del Talud (1:1, 2:1)	2,98-3,34
Conformación de bermas	3,59
Colocación de Anclajes	3,05

Fuente: Autor

### **3.3.8. Señalización Vial y Dispositivos para el Control del Tránsito**

#### **3.3.8.1. Señalización horizontal**

La señalización horizontal debe cumplir con los siguientes aspectos para satisfacer las necesidades del usuario de la vía, según la norma RTE INEN [12]:

- Tiene que ser necesaria
- Debe ser lo más visible posible y llamativa
- Tiene que ser clara y concreta para su fácil entendimiento
- Debe ser confiable y además tiene que infundir respeto

### **3.3.8.1.1. Ubicación de las Señales**

Las señales que se instalen en la carretera, deben tener una ubicación de tal manera que los usuarios con distintas capacidades visuales, psicomotoras y cognitivas la puedan visualizar con anticipación y sin ningún inconveniente.

### **3.3.8.1.2. Clasificación según su forma**

**Líneas longitudinales:** Según [12] son las líneas necesarias para distinguir los carriles y la calzada, zonas para poder o no adelantar, zonas para la prohibición de estacionamiento y para carriles que tienen uso exclusivo

**Líneas transversales:** Son aquellas líneas que sirven como límite para indicar el lugar en el cual los vehículos deben detenerse, además indican en donde es el cruce de peatones o bicicletas.

**Símbolos y leyendas:** Líneas que poseen la función de regular la circulación y de advertir al usuario de la vía. Según [12] esta señalización incluye: FLECHAS, TRÍANGULOS CEDA EL PASO, y leyendas tales como: BUS, PARE, CARRIL EXCLUSIVO, TAXIS, SOLO TROLE, PARADA, entre otros.

### **3.3.8.1.3. Complementos**

Son aquellos de más de 6mm, hasta 200mm, lo cual sirve para dar mayor altura a la señalización horizontal para que la misma sea más legible.

#### **3.3.8.1.4. Materiales**

De acuerdo a lo propuesto por [12], estos materiales son: capas delgadas como, pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxicos, cintas preformadas, entre otros. El espesor de la señalización horizontal para su aplicación debe cumplir con lo siguiente:

MÍNIMO ZONA URBANA	300 (micras) en seco
MÍNIMO ZONA RURAL	250 (micras) en seco

#### **3.3.8.1.5. Dispositivos complementarios**

Son aquellos conformados por las tachas, los bordillos montables, encauzadores, reductores de velocidad, entre otros.

#### **3.3.8.1.6. Características básicas**

La señalización horizontal debe indicar al usuario que circula a la velocidad permitida por la vía, poder visualizar y entender con anticipación el mensaje que proporciona dicha señalización.

Las dimensiones normadas para la señalización horizontal se presenta en el siguiente cuadro:

**Cuadro N°67.- Dimensiones aceptadas para Señalización Horizontal**

Dimensión	Tolerancia Permitida
Ancho de una línea	$\pm 3 \%$
Largo de una línea segmentada	$\pm 5 \%$
Dimensiones de símbolos y letras	$\pm 5 \%$
Separación entre líneas adyacentes	$\pm 5 \%$

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

**Gráfico N°58.- Demarcadores y Bordillos Montables**



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

### 3.3.8.1.7. Retroreflexión

La señalización horizontal debe estar expuesta a varios factores que la pueden perjudicar si no se construyen con los materiales apropiados, por ello son construidas con micro esferas de vidrio y estas se someten a varios procedimientos para que garanticen su retroreflexión.

En el siguiente cuadro se muestran los niveles mínimos que debe cumplir la retroreflexión cuando se encuentre en pintura sobre pavimentos:

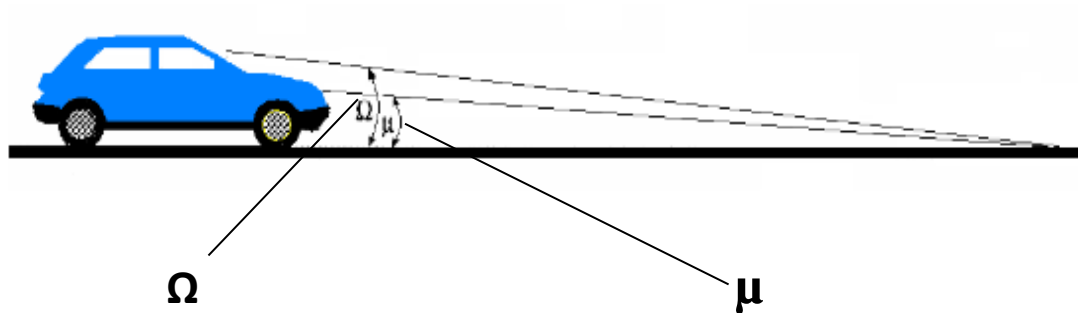
**Cuadro N°68.- Niveles mínimos de retroreflexión**

Visibilidad	Ángulos		Colores	
	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
a 15,00m	3,5°	4,5°	150	95
a 30,00m	1,24°	2,29°	150	75

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

En el siguiente gráfico se muestra cuáles son los ángulos de iluminación y de observación para un vehículo que circula por una vía

**Gráfico N°59.- Ángulos de iluminación y de observación**



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

$\Omega$ : Ángulo de observación

$\mu$ : Ángulo de iluminación

### **3.3.8.1.8. Resistencia al deslizamiento**

De igual manera que la capa de rodadura, la señalización horizontal debe poseer una resistencia al deslizamiento para de esta manera dar seguridad al usuario que transita por la vía. Esta resistencia se mide en función del coeficiente de fricción, y sus valores son:

- Mayor o igual a 0,40 en vías urbanas
- Mayor o igual a 0,45 en vías rurales

### **3.3.8.1.1.9. Líneas de separación de flujos opuestos**

Son aquellas líneas que se utilizan en calzadas bidireccionales, y sirven para separar el flujo de vehículos que circulan en sentido opuesto y siempre son de color amarillo. Generalmente la ubicación de estas líneas son en el centro de la calzada. Este tipo de líneas son de gran importancia, y según [12] deben ser señalizadas siempre y cuando se cumpla con las siguientes especificaciones:

- Vías rurales con ancho de calzada mínima de 5,60m y con un TPDA de 300 vehículos o más
- Vías urbanas con ancho de calzada mínima de 6,80m

### **3.3.8.1.1.10. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta**

Son líneas que se emplean cuando el diseño geométrico de la vía permite un rebasamiento seguro al usuario; son de color amarillo.

En la siguiente tabla se muestran dos tipos de líneas centrales segmentadas:

**Cuadro N°69.- Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada**

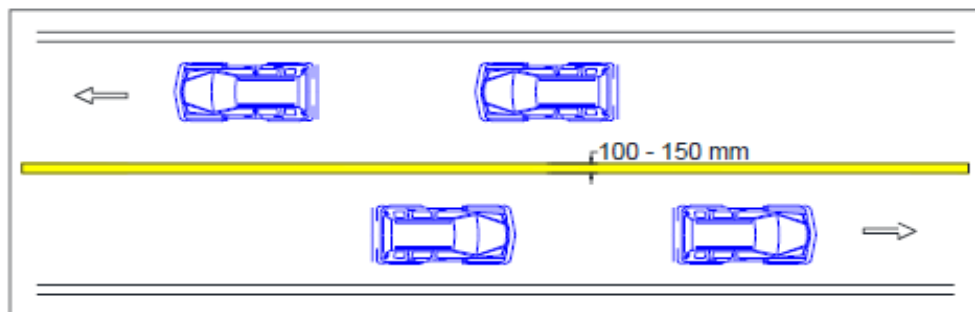
Velocidad máxima de la vía (km/h)	Ancho de la línea	Patrón	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12	3-9
Mayor a 50	150	12	3-9

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

### 3.3.8.1.11. Línea continua de circulación opuesta

Prohíbe el adelantamiento a otro vehículo o el giro a lo largo de la vía; son de color amarillo con un ancho de 100 a 150mm.

**Gráfico N°60.- Línea continua**



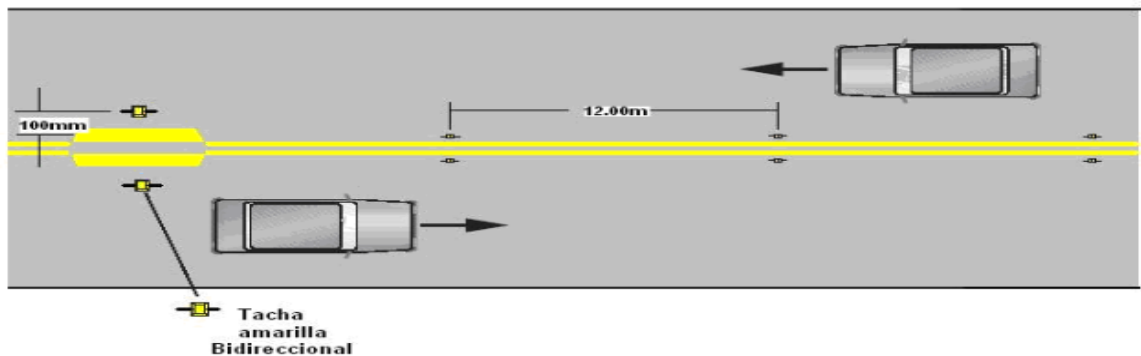
Fuente: RTE INEN 004-2-2011



### 3.3.8.1.12. Doble línea continua

Se emplean en calzadas con doble sentido de circulación en donde la distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo se ve reducida por alguna curva o algún obstáculo que impida un adelantamiento de manera confiable y segura. Estas líneas tienen un ancho de 100 a 150mm con tachas a los costados con una separación de 100mm

**Gráfico N°61.- Doble línea continua**

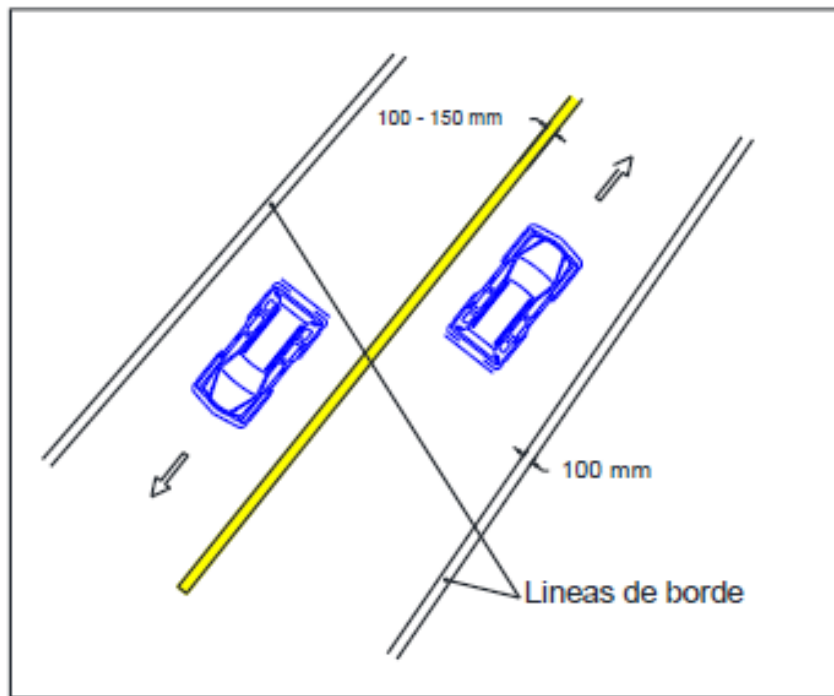


Fuente: RTE INEN 004-2-2011

### 3.3.8.1.13. Líneas de borde

Son aquellas líneas que tienen como función delimitar el ancho de la calzada hasta la berma o espaldón. Son de color blanco con un ancho de 100mm.

**Gráfico N°62.- Líneas de borde**



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

### **3.3.8.2. Señalización Vertical**

La señalización vertical en la carretera son de gran importancia para lograr que el usuario de la vía circule por ella de una manera segura y confiable. Al colocar las señales verticales en la vía, se debe tener precauciones para no ocasionar una obstrucción entre señales verticales, impidiendo que el usuario las visualice con facilidad.

### 3.3.8.2.1. Clasificación de las señales

**Señales regulatorias (R):** Señales que indican cuando se aplica un requerimiento legal y sirven además para regular la circulación del tránsito.

Gráfico N°63.- Señales regulatorias



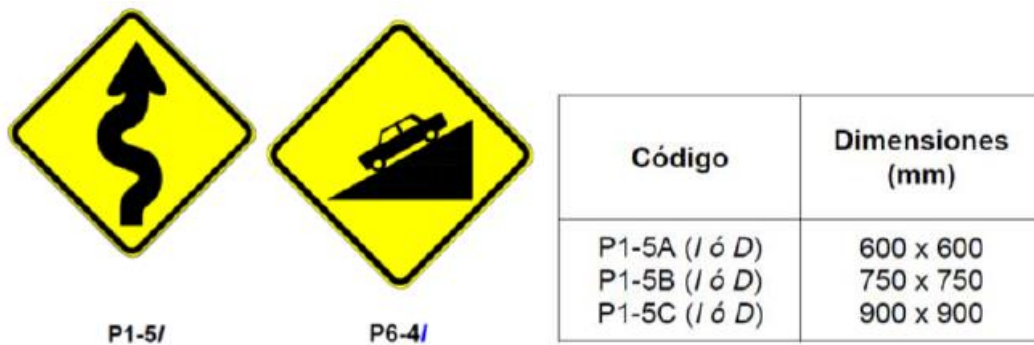
Fuente: RTE INEN 004-2-2011

Para el presente proyecto se utilizarán las siguientes señales regulatorias; las gráficas se muestran con mayor detalle en los anexos F-1 y F-2

- No rebasar (R2-13)
- Límite máximo de Velocidad (R4-1)

**Señales preventivas (P):** Son aquellas señales que sirven para advertir al usuario que un riesgo o una situación que no está prevista, se encuentran cercana a la vía o en sectores adyacentes. Estas señales son instaladas a una distancia mínima de 90m en carreteras rurales.

**Gráfico N°64.- Señales preventivas**



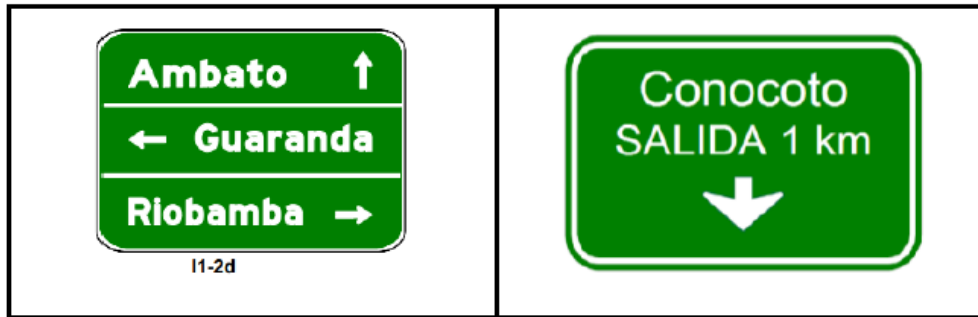
Fuente: RTE INEN 004-2-2011

A continuación se presentan las señales preventivas necesarias para el presente proyecto; las gráficas se muestran con mayor detalle en los anexos F-3 al F-9:

- Curva abierta izquierda (P1 – 2I) derecha (P1 – 2D).
- Vía Sinuosa primera izquierda (P1-5I) – primera derecha (P1-5D).
- Curva Cerrada izquierda (P1-1I), derecha (P1-1D).
- Curva tipo U izquierda (P1-6I) – derecha (P1-6D).
- Bifurcación en Y (P2-7A)
- Descenso pronunciado (P6-4A)
- Ascenso Pronunciado (P6-5A)

**Señales Informativas (I):** Son aquellas señales que guían e informan al usuario de la vía sobre direcciones, rutas, distancias, servicios y lugares turísticos

**Gráfico N°65.- Señales informativas**

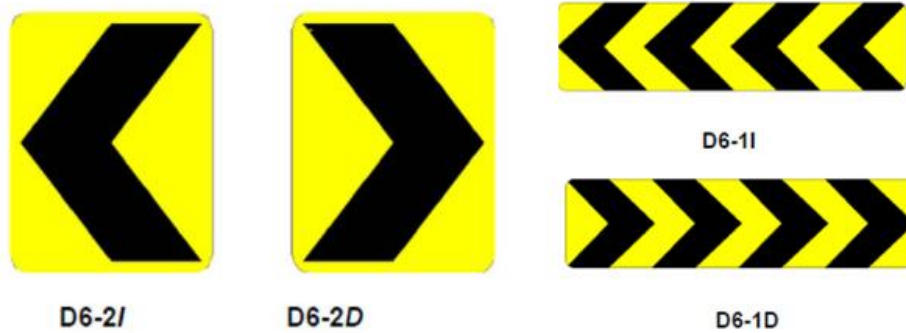


Fuente: RTE INEN 004-2-2011

Para el presente proyecto se utilizará la señal de salida (11-5cA); el gráfico se muestra con mayor detalle en el anexo F-10

**Señales especiales delineadoras (D):** Según [12] son aquellas que delimitan el tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura o dirección) de la carretera; además informa de algún obstáculo que se presente en la vía

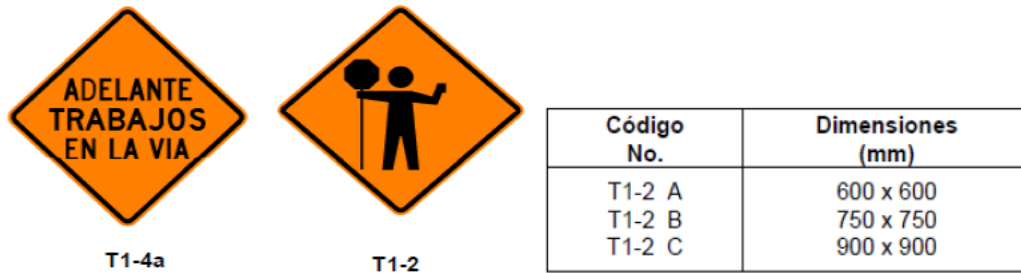
**Gráfico N°66.- Señales especiales delineadoras**



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

**Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales:** Son aquellas señales que informan y guían al usuario sobre trabajos que se están realizando cercanos a su ruta, para que este circule con precaución

**Gráfico N°67.- Señales para trabajos en vías**

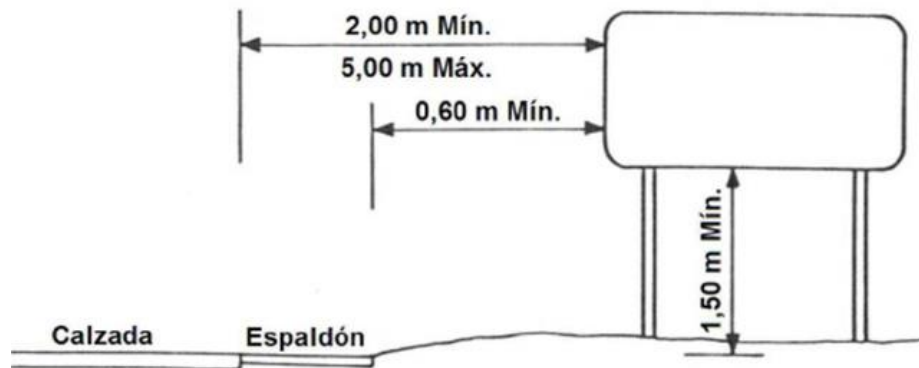


Fuente: RTE INEN 004-2-2011

### 3.3.8.2.1.2. Colocación de señales verticales en zonas rurales

En vías en donde no existe bordillos las distancia de la señal debe ser igual a 600mm del borde exterior del espaldón o la berma, poste, guarda camino o cunetas según sea el caso. La separación no debe ser mayor a 5,00 m ni menor a 2,00m del filo del pavimento de la carretera. En zonas rurales las señales verticales deben estar alejadas de la vegetación para que la señal sea más legible y no sea obstaculizada. La altura de la señal no debe ser menor a 1,50 m desde la superficie del terreno hacia el borde inferior de la señal.

**Gráfico N°68.- Especificaciones de la colocación de las señales verticales**



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

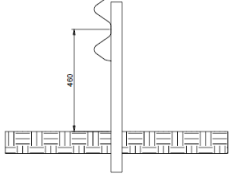
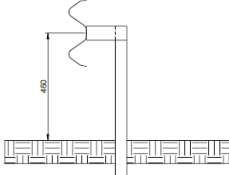
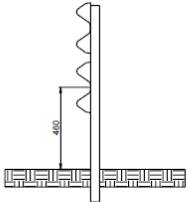
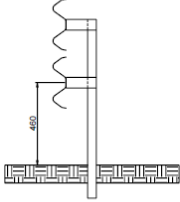
### 3.3.8.3. Guarda caminos

Los guarda caminos tienen por objetivo aumentar la seguridad de las personas que no se encuentran dentro del vehículo, y además impiden el ingreso de los vehículos en zonas de riesgo o peligrosas, como por ejemplo en quebradas de gran altura.

Los vehículos que chocan en los guarda caminos obligan a estos a continuar su trayectoria errónea conduciéndoles nuevamente al sentido paralelo a la vía. El lugar en donde se deben colocar estos elementos de protección es recomendado principalmente al borde de quebradas, en terraplenes con pendientes en relación 1:1 o más pronunciadas que superen los 60cm de altura.

A continuación se presenta un esquema de los guarda caminos:

**Gráfico N°69.- Esquema de los Guarda Caminos**

CONFIGURACIÓN	ESQUEMA
<p>1. BARANDAL SIMPLE SIN SEPARADOR</p>	
<p>2. BARANDAL SIMPLE CON SEPARADOR</p>	
<p>3. BARANDAL DOBLE SIN SEPARADOR</p>	
<p>4. BARANDAL DOBLE CON SEPARADOR</p>	

Fuente: RTE INEN 004-2-2011



### 3.4. Planos del Diseño del Proyecto

En el Anexo I se muestran todos los planos necesarios para el diseño del proyecto. Estos se refiere a la faja topográfica, el trazado horizontal , trazado vertical o de la subrasante secciones transversales y alcantarillas de la carretera propuesta.

A continuación se presenta un cuadro con mayor detalle el listado de los tipos de plano con su número de lámina y contenido de cada una

**Cuadro N°70.- Planos del Proyecto**

PLANO N°	CONTIENE	TRAMO (Km)
1	TRAZADO HORIZONTAL Y VERTICAL	0+000 - 0+680
2	TRAZADO HORIZONTAL Y VERTICAL	0+680 - 1+240
3	TRAZADO HORIZONTAL Y VERTICAL	1+240 - 1+1516,83
4	SECCIONES TRANSVERSALES	0+020 - 0+400
5	SECCIONES TRANSVERSALES	0+420 - 0+740
6	SECCIONES TRANSVERSALES	0+760 - 1+080
7	SECCIONES TRANSVERSALES	1+110 - 1+500
8	ALCANTARILLAS MAS CABEZALES DE ENTRADA Y SALIDA TIPOS	General

Fuente: Autor

### **3.5. Análisis de Precios Unitarios, Presupuesto y Cronograma Valorado de Trabajo**

#### **3.5.1. Cálculo de los Volúmenes de Obra**

##### **3.5.1.1. Movimiento de Tierras**

###### **3.5.1.1.1. Desbroce, Desbosque y Limpieza**

Tomando en cuenta un ancho de faja de 20m y la longitud total de la vía de 1516,83m, se obtiene el siguiente valor en Hectáreas

$$\text{Área total} = 20 * 1516,83$$

$$\text{Área total} = 3,03 \text{ Ha}$$

###### **3.5.1.1.2. Replanteo y Nivelación**

El replanteo y la nivelación es la longitud total de la vía en Km; entonces: 1,52 Km

###### **3.5.1.1.3. Excavación sin Clasificar, incluye Conformación y Compactación de Subrasante**

Según los datos del Anexo D, se obtiene el siguiente valor:

$$\text{Volumen Total de Corte} = 7766,03 \text{ m}^3$$

#### **3.5.1.1.4. Excavación para Cunetas y Encauzamiento**

Longitud total de cunetas = (Longitud de la vía\*2)

Sección Transversal de cuneta = 0,2257 m<sup>2</sup>

Encauzamiento a ambos lados de la vía

$$\text{Volumen total de excavación} = 1516,83 * 2 * 0,2257$$

$$\text{Volumen total de excavación} = 684,70\text{m}^3$$

#### **3.5.1.1.5. Excavación y Relleno para Estructuras Menores**

Longitud de nuevas tuberías = 80m

Longitud de encauzamiento = Se asume 20m para el encauzamiento

Número de Alcantarillas = 8

Ancho = Se asume áreas de corte de 2,0m de ancho de zanja

Profundidad = Se asume áreas de corte en la base de 2,0 m de profundidad

El volumen de excavación de cabezales lo asumimos  $10\text{m}^3 * 8\text{alcantarillas} = 80\text{m}^3$

*Volumen de excavación de muros*

$$\begin{aligned} &= +(Longitud\ de\ encauzamiento * 2\text{lados} * \#\text{Alcantarillas}) \\ &\quad * Ancho * Profundidad \end{aligned}$$

$$\text{Volumen de excavación para muros} = ((80) + (20 * 2\text{ lados} * 8) * 2,0 * 2,0)$$

$$\text{Volumen de excavación para muros} = 1600 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total de excavación para muros y cabezales} = 1600 + 80$$

$$\text{Volumen total de excavación para muros y cabezales} = 1680 \text{ m}^3$$

#### **3.5.1.1.6. Limpieza de Derrumbes y Transporte del Material de Desalojo**

Se considerará el 20% de la excavación sin clasificar, y se pagará únicamente el mémetro cúbico producto de desalojos y de derrumbes

$$\text{Volumen} = 7766,03 * 0,20$$

$$\text{Volumen} = 1553,21 \text{ m}^3$$

#### **3.5.1.2. Instalación de Drenaje**

##### **3.5.1.2.1. Tubería de acero corrugado D=0,8m , e=2,0mm, MP-100**

Número de Alcantarillas = 6

Longitud de Tubería por cada Alcantarilla = 10m

Longitud Total de Tubería de acero corrugado = 60m

### 3.5.1.2.2. Tubería de acero corrugado D=1,0m , e=2,5mm, MP-100

Número de Alcantarillas = 2

Longitud de Tubería por cada Alcantarilla = 10m

Longitud Total de Tubería de acero corrugado = 20m

### 3.5.1.2.3. Hormigón Simple $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$ para cunetas

Área de la sección transversal de la cuneta para HS =  $0,1070\text{m}^2$

Longitud total de la vía a ambos lados = 3033,66 Km

Cada Km se considera 50m de descarga; entonces la longitud de descarga es 50m

En donde existe rellenos no se colocan cuneta, por tanto la longitud total de relleno se la resta de la longitud total de la vía a ambos lados; entonces:

*Volumen de HS para cunetas*

*= Área Cuneta*

*\* (Long. Proyecto(ambos lados) + Long. Descarga*

*– Long. Relleno) \* 2*

$$\text{Volumen de HS para cunetas} = 0,1070 * (3033,66 + 50 - 1480) * 2$$

$$\text{Volumen de HS para cunetas} = 343,18\text{m}^3$$

#### **3.5.1.2.4. Hormigón Simple $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$ para cabezales de entrada y salida**

*Volumen Total de HS para cabezales = Volumen \* #Cabezales \* 2lados*

$$\text{Volumen de HS para cabezales tipo 1} = 4,53 * 6 * 2$$

$$\text{Volumen de HS para cabezales tipo 1} = 54,36$$

$$\text{Volumen de HS para cabezales tipo 2} = 7,54 * 2 * 2$$

$$\text{Volumen de HS para cabezales tipo 2} = 30,16$$

$$\text{Volumen Total de HS para cabezales} = 54,36 + 30,16 = 84,52\text{m}^3$$

#### **3.5.1.3. Estructura del Pavimento**

##### **3.5.1.3.1. Material Sub base Granular Clase 3**

Longitud de la carretera = 1516,83m

Ancho de calzada = 6m

Espesor de Sub base = 15cm = 0,15m

Factor de Sobreancho = 1,10

Factor de Esponjamiento = 1,20

$$\text{Volumen} = 1516,83 * 6\text{m} * 0,15$$

$$Volumen = 1365,15 * 1,10 * 1,20$$

$$Volumen = 1802 m^3$$

### **3.5.1.3.2. Material Base Granular Clase 1**

Longitud de la carretera = 1516,83m

Ancho de calzada = 6m

Espesor de Base = 10cm = 0,10m

Factor de Sobreancho = 1,10

Factor de Esponjamiento = 1,20

$$Volumen = 1516,83 * 6m * 0,10$$

$$Volumen = 910,10 * 1,10 * 1,20$$

$$Volumen = 1201,34 m^3$$

### **3.5.1.3.3. Transporte de material Sub base Granular Clase 3**

Distancia de la Mina a la Obra = 20Km

Cantidad de Sub base = 1802 m<sup>3</sup>

$$Total = 1802 * 20$$

$$Total = 36040 m^3 - km$$

#### **3.5.1.3.4. Transporte de material Base Granular Clase 1**

Distancia de la Mina a la Obra = 20Km

Cantidad de Sub base = 1201,34 m<sup>3</sup>

$$Total = 1201,34 * 20$$

$$Total = 24026,80 m^3 - km$$

#### **3.5.1.3.5. C. rodadura hormigón asfáltico mezclado en planta e=5cm (incluye imprimación)**

Factor de Sobreancho = 1,15

$$\text{Área total de carpeta asfáltica} = 1516,83 * 6 * 1,15$$

$$\text{Área total de carpeta asfáltica} = 10466,13m^2$$

#### **3.5.1.4. Instalaciones para Control del Tránsito**

##### **3.5.1.4.1. Guardavía Doble**

Longitud total de guardavías para rellenos de altura moderada y peligrosa = 830m



#### **3.5.1.4.2. Señalización Longitudinal**

Longitud de la carretera = 1516,83m

Número de Líneas = 3

$$\text{Marcas en Pavimento} = \text{Long. Carretera} * \#\text{Líneas}$$

$$\text{Marcas en Pavimento} = 1516,83 * 3$$

$$\text{Marcas en Pavimento} = 4550,43\text{m}$$

#### **3.5.1.4.3. Señales Informativas**

Del estudio = 2 unidades

#### **3.5.1.4.4. Señales Preventivas y Regulatorias Varias**

Preventivas = 32 unidades

Regulatorias = 5 unidades

- No rebasar = 3 unidades
- Límite Máximo de Velocidad = 2 unidades

Total = 37 unidades

### **3.5.1.5. Mitigación Ambiental**

#### **3.5.1.5.1. Agua para el Control del Polvo**

Considerando 2,5lt necesarios por cada metro cuadrado y un área de trabajo de 6m de ancho de calzada más 10m a cada lado, y la longitud total de la vía de 1516,83m se tiene lo siguiente:

$$\text{Área de control del polvo} = 1516,85 * (6 + 20)$$

$$\text{Área de control del polvo} = 39438,1 \text{ m}^2$$

$$\text{Cantidad de agua} = 39438,1 * 2,5$$

$$\text{Cantidad de agua} = 98565,25 \text{ lt} \quad \text{ó} \quad 98,56 \text{m}^3$$

#### **3.5.1.5.2. Comunicaciones Radiales**

Estas comunicaciones se las realizaran con parlante móvil de 8H00 Am a 1H00 Pm y de 3H00 Pm a 5H00 Pm durante 5 días antes del inicio de la obra, y 10 en el transcurso de la misma con una duración de 1 minuto cada cuña, con la información pertinente de los trabajos que se realizarán

Cantidad = 15 Comunicaciones Radiales;

Se considera como una comunicación radial a un día de transmisión de la cuña informativa

### **3.5.1.5.3. Cono de Señalización Vial**

Del estudio = 16 Unidades

### **3.5.1.5.4. Charlas de Concientización 12HRS**

Necesarias = 9

Cada charla tendrá una duración de 60 minutos

### **3.5.1.5.5. Vallas de Advertencia por los Trabajos en Obra**

Del Estudio = 8 Unidades

### **3.5.1.5.6. Señalización con Cinta**

Del estudio = 720m

### 3.5.2. Análisis de Precios Unitarios

**Cuadro N°71.- Costos de Equipos**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.			
COSTOS DE EQUIPOS			
DESCRIPCIÓN	COSTOxHORA	HORA-EQUIPO	COSTO TOTAL
Herramienta menor(% total)	1.480,00		1.480,00
Acabadora Pavimento Asfáltico	52,80	52,33	2.763,02
Camion mediano	18,00	47,31	851,58
Camioneta	5,00	4,55	22,75
Camión Cisterna	23,00	159,03	3.657,69
Cargadora Frontal	35,20	52,33	1.842,02
Compactador Manual	2,75	67,20	184,80
Comunicaciones Radiales	3,00	15,00	45,00
Concretera 1 saco	5,00	359,06	1.795,30
Equipo para pintura de tráfico	4,00	4,55	18,20
Equipos Topográficos	20,00	20,26	405,20
Escoba Mecánica	18,00	52,33	941,94
Excavadora sobre Oruga	40,00	45,06	1.802,40
Excavadora sobre orugas	40,00	100,96	4.038,40
Motoniveladora	40,00	133,40	5.336,00
Motosierra 7HP0	3,00	20,21	60,63
Planta Asfáltica	110,00	52,33	5.756,30
Retroexcavadora	25,00	187,90	4.697,50
Rodillo Compactador	28,00	52,33	1.465,24
Rodillo Liso Vibratorio	28,00	133,40	3.735,20
Rodillo Neumático	34,00	52,33	1.779,22
Soldadora Eléctrica	2,50	37,60	94,00
Tanquero Imprimador	19,00	52,33	994,27
Trans. de Sub base granul. C 1	1,45	2.979,32	4.320,01
Trans. de Sub base granul. C 3	1,45	4.468,96	6.479,99
Vibrador	4,50	84,52	380,34
Volqueta 8m3	25,00	514,15	12.853,75
		<b>TOTAL:</b>	<b>67.800,75</b>
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte		Ambato-Marzo 2016	

Fuente: Autor

### Cuadro N°72.- Costo de Materiales

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuashi.				
COSTO DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Aceite Quemado	gl	0,20	302,00	60,40
Agua	m3	3,00	2.638,31	7.914,93
Alambre de amarre galvanizado	kg	2,90	50,71	147,06
Arena (En Obra)	m3	14,00	735,90	10.302,60
Asfalto AC-20	gl	2,30	19.362,34	44.533,38
Asfalto RC-250 para imprimación (inc. transporte)	gl	3,00	4.919,08	14.757,24
Cemento Portland	Saco	7,95	2.566,20	20.401,29
Cemento Portland	kg	0,16	1.660,00	265,60
Cinta Plástica (Leyenda = Peligro)	m	0,30	720,00	216,00
Clavos 2" a 4"	kg	2,75	33,81	92,98
Cono de Señalización Vial	u	12,50	16,00	200,00
Cuñas Radiales	u	10,00	3,00	30,00
Diesel	gl	1,03	3.139,84	3.234,04
Electrodos	kg	3,14	69,10	216,97
Estacas de Madera	u	0,25	121,60	30,40
Hormigón Clase B f'c=180 kg/cm2	m3	115,75	2,89	334,52
Laminas de Tool Galvanizado(2,44*1,22) e=1,4m	hoja	10,08	4,40	44,35
Madera, cuadro encofrado / 20cm	u	10,08	18,50	186,48
Madera, cuadro encofrado/ 20cm	u	2,25	5.132,40	11.547,90
Madera, listones para muros 6*6	m	0,80	845,20	676,16
Madera, puntales	m	0,40	1.774,92	709,97
Material Base Granular Clase 1 (en obra)	m3	7,28	1.441,61	10.494,92
Material Sub base clase 3 (en obra)	m3	5,04	2.162,40	10.898,50
Material de Relleno (Arena)	m3	14,00	840,00	11.760,00
Mojones de Hormigon	u	4,50	3,04	13,68
Perfil Guardavía TIPO "W"	m	31,10	1.743,00	54.207,30
Perno Inoxidable	u	0,25	86,00	21,50
Pernos espec. Defensa, con tuerca	u	0,30	913,00	273,90
Pintura Anticorrosiva	gl	20,00	4,10	82,00
Pintura Esmalte	lt	4,00	7,62	30,48
Pintura Reflectiva	gl	25,00	2,05	51,25
Pintura de Tráfico	gl	26,82	50,05	1.342,34
Postes Guardavía H=1,5m	u	34,50	249,00	8.590,50
Ripio Triturado (En Obra)	m3	14,50	829,74	12.031,23
Terminales de Guardavía (2.7mm)	u	27,50	166,00	4.565,00
Thinner Comercial	gl	16,99	13,65	231,91
Tubo Cuadrado Galv. 2"x2m	m	3,80	145,50	552,90
Tubo Cuadrado Negro 1"x1"x1,5m	u	6,22	3,16	19,66
Tubo Galvanizado Poste 2"	u	15,46	2,00	30,92
Tubo de Acero Corrugado D=100cm	m	170,80	21,00	3.586,80
Tubo de Acero Corrugado D=80cm	m	150,25	63,00	9.465,75
Ángulo 30x3mm	m	1,56	119,00	185,64
			<b>TOTAL:</b>	<b>244.338,45</b>
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016	

Fuente: Autor

### Cuadro N°73.- Costo de Mano de Obra

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinlo; quebrada Shahuanshi.				
COSTO DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CAT.	SAL.REAL xHORA	HOR- HOMBRE	COSTO TOTAL
Chofer	CH C1	4,79	366,56	1.755,82
Chofer Volqueta	CH C1	4,79	304,83	1.460,14
Inspector de Obra	EO B3	3,66	4,24	15,52
Ing. Ambientalista	EO C1	3,66	72,00	263,52
Maestro de Obras	EO C1	3,66	504,21	1.845,41
Soldador	EO C1	3,66	75,20	275,23
Topografo 2	EO C1	3,66	20,26	74,15
Albañil	EO D2	3,30	990,10	3.267,33
Ayudante de maquinaria	EO D2	3,30	428,38	1.413,65
Cadenero	EO D2	3,30	60,78	200,57
Carpintero	EO D2	3,30	169,04	557,83
Pintor	EO D2	3,30	37,60	124,08
Sociologo	EO D2	3,30	72,00	237,60
Peon	EO E2	3,26	4.431,15	14.445,55
Operador	OP C1	3,66	45,06	164,92
Operador 1	OP C1	3,66	526,92	1.928,53
Operador 2	OP C1	3,39	342,72	1.161,82
			<b>TOTAL:</b>	<b>29.191,67</b>
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016	

Fuente: Autor

El detalle de cada uno de los rubros para el análisis de precios unitarios se encuentra disponible en el Anexo G

### 3.5.3. Presupuesto Referencial

**Cuadro N°74.- Presupuesto Referencial del Proyecto**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinlo; quebrada Shahuanshi.					
RUBROS, CANTIDADES, PRECIOS UNITARIOS Y PRECIOS TOTALES					
No	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
1	Desbroce, Desbosque y Limpieza	Ha	3,03	437,22	1324,78
2	Relanteo y Nivelación de la Vía	Km	1,52	596,09	906,06
3	Excavación Sin Clasificar; incluye conformación y compactación de subrasante	m <sup>3</sup>	7766,03	3,99	30986,46
4	Excavación para cunetas y encauzamiento	m <sup>3</sup>	684,70	8,69	5950,04
5	Excavación y Relleno de Estructuras Menores	m <sup>3</sup>	1680,00	11,27	18933,60
6	Limpieza de Derrumbes y Transporte de Material de Desalojo	m <sup>3</sup>	1553,21	1,51	2345,35
<b>INSTALACIÓN DE DRENAJE</b>					
7	Tubería de Acero Corrugado D=0,8m; e=2,0mm, Mp-100	m	60,00	222,88	13372,80
8	Tubería de Acero Corrugado D=1,0m; e=2,0mm, Mp-100	m	20,00	249,21	4984,20
9	H.S. f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> para cunetas	m <sup>3</sup>	343,18	158,60	54428,35
10	H.S. f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> Tipo B para cabezales	m <sup>3</sup>	84,52	210,56	17796,53
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO</b>					
11	Material con sub- base granular clase 3	m <sup>3</sup>	1802,00	10,07	18146,14
12	Material con base granular Clase 1	m <sup>3</sup>	1201,34	13,57	16302,18
13	Transporte de Sub base granular Clase 3	m <sup>3</sup> -km	36040,00	0,22	7928,80
14	Transporte de Base granular Clase 1	m <sup>3</sup> -km	24026,80	0,22	5285,90
15	C. rodadura hormigón asfáltico mezclado en planta e=5cm (incluye trans. e imprimación)	m <sup>2</sup>	10466,13	11,85	124023,64
<b>INSTALACIONES PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO</b>					
16	Guardavía Doble	m	830,00	103,36	85788,80
17	Señalización Longitudinal	m	4550,43	0,45	2047,69
18	Señales Informativas (2,40*1,2)m	u	2,00	151,73	303,46
19	Señales Preventivas y Regulatorias Varias (0,60x0,60)m	u	37,00	81,74	3024,38
<b>MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>					
20	Agua para el control del Polvo	m <sup>3</sup>	98,56	13,66	1346,33
21	Comunicaciones Radiales	u	15,00	6,10	91,50
22	Cono de Señalización Vial	u	16,00	15,25	244,00
23	Charlas de Consientización	u	9,00	71,32	641,88
24	Vallas de Advertencia por los Trabajos en Obra	u	8,00	35,10	280,80
25	Señalización con Cinta	m	720,00	0,37	266,40
PRECIO TOTAL DE LOS RUBROS OFERTADOS :			<b>TOTAL</b>		<b>416750,07</b>
Cuatrocientos Dieciseis Mil Setecientos Cincuenta, 07/100 Dólares					
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte				Ambato-Marzo 2016	

Fuente: Autor

### 3.5.4. Cronograma Valorado de Trabajo

**Cuadro N°75.- Cronograma Valorado de Trabajo**

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO						PERÍODO EN MESES/SEMANAS											
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	1 MES		2 MES				3 MES					
						1	2	3	4	5	6	7	8	5	6	7	8
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>																	
1	Desbroce, Desbosque y Limpieza	Ha	3,03	437,22	1.324,78												
2	Relanteo y Nivelación de la Vía	Km	1,52	596,09	906,06												
3	Excavación Sin Clasificar; incluye conformación y compactación de subrasante	m³	7766,03	3,99	30.986,46												
4	Excavación para cunetas y encauzamiento	m³	684,70	8,69	5.950,04												
5	Excavación y Relleno de Estructuras Menores	m³	1.680,00	11,27	18.933,60												
6	Limpieza de Derrumbes y Transporte de Material de Desalojo	m³	1.553,21	1,51	2.345,35												
<b>INSTALACIÓN DE DRENAJE</b>																	
7	Tubería de Acero Corrugado D=0,8m; e=2,0mm, Mp-100	m	60,00	222,88	13.372,80												
8	Tubería de Acero Corrugado D=1,0m; e=2,0mm, Mp-100	m	20,00	249,21	4.984,20												
9	H.S. f'c=180 kg/cm² para cunetas	m³	343,18	158,60	54.428,35												
10	H.S. f'c=180 kg/cm² Tipo B para cabezales	m³	84,52	210,56	17.796,53												
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO</b>																	
11	Material con sub- base granular clase 3	m³	1.802,00	10,07	18.146,14												
12	Material con base granular Clase 1	m³	1.201,34	13,57	16.302,18												
13	Transporte de Sub base granular Clase 3	m³-Km	36.040,00	0,22	7.928,80												
14	Transporte de Base granular Clase 1	m³-Km	24.026,80	0,22	5.285,90												
15	C. rodadura hormigón asfáltico mezclado en planta e=5cm (incluye trans. e imprimación)	m²	10.466,13	11,85	124.023,64												
<b>INSTALACIONES PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO</b>																	
16	Guardavía Doble	m	830,00	103,36	85.788,80												
17	Señalización Longitudinal	m	4.550,43	0,45	2.047,69												
18	Señales Informativas (2,40*1,2)m	u	2,00	151,73	303,46												
19	Señales Preventivas y Regulatorias Varias (0,60x0,60)m	u	37,00	81,74	3.024,38												



MITIGACIÓN AMBIENTAL									
20	Agua para el control del Polvo	m3	98,56	13,66	1.346,33	403,90	471,22	471,21	
21	Comunicaciones Radiales	u	15,00	6,10	91,50	30,50	30,50	30,50	
22	Cono de Señalización Vial	u	16,00	15,25	244,00	73,20	85,40	85,40	
23	Charlas de Consientización	u	9,00	71,32	641,88	213,96	213,96	213,96	
24	Vallas de Advertencia por los Trabajos en Obra	u	8,00	35,10	280,80	84,24	98,28	98,28	
25	Señalización con Cinta	m	720,00	0,37	266,40	79,92	93,24	93,24	
INVERSION MENSUAL					TOTAL	416.750,07	36.995,88	122.752,37	257.001,82
AVANCE MENSUAL (%)						8,88	29,45	61,67	
INVERSION ACUMULADA AL 100% (línea e=1p)						36.995,88	159.748,25	416.750,07	
AVANCE ACUMULADO (%)						8,88	38,33	100,00	
INVERSION ACUMULADA AL 80% (línea e=0.5p)						29596,704	127798,6	333400,056	
AVANCE ACUMULADO (%)						7,10	30,67	80,00	

Fuente: Autor

### **3.6. Especificaciones Técnicas**

Las especificaciones técnicas de cada uno de los rubros considerados para el presente proyecto se basará en las ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002 [9]

#### **3.6.1. Movimiento de Tierras**

##### **3.6.1.1. Desbroce, Desbosque y Limpieza (Sección 302)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Procedimientos de trabajo.-** El desbroce, desbosque y limpieza se efectuarán por medios eficaces, manuales y mecánicos, incluyendo la zocola, tala, repique y cualquier otro procedimiento que dé resultados que el Fiscalizador considere satisfactorios. Por lo general, se efectuará dentro de los límites de construcción y hasta 10 metros por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes.

En las zonas de excavaciones o de terraplenes de altura inferior a 2 m. deberán removerse y desecharse todos los troncos, tocones, raíces, vegetación en general y material calificado por el Fiscalizador como inadecuado. En las zonas que deben cubrirse por terraplenes de altura superior a 2 m. la tala de árboles se podrá realizar de modo que el corte se haga a una altura no mayor a 20 cm. sobre la superficie del terreno natural; los arbustos y maleza se eliminarán por completo y el césped se deberá cortar al ras.

En las áreas fuera de los límites de construcción y dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, los troncos se cortarán en lo posible, al ras del terreno natural; pero en ningún caso se los dejará de una altura mayor de 30 cm.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
302-1 Desbroce, Desbosque y Limpieza.....	Hectárea (Ha)

### **3.6.1.2. Replanteo y Nivelación**

El procedimiento para realizar el replanteo y nivelación será estacando cada 20m el eje de la carretera en las tangentes y cada 10m en donde exista curvas y deberán ser señaladas con material reflectivo.

La unidad de medida del replanteo y la nivelación es el Km.

### **3.6.1.3. Excavación sin clasificar, incluye conformación y compactación de subrasante (Sección 303-2.01.1. y Sección 305)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Excavación sin Clasificación.-** Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, es decir inclusive excavaciones en fango, suelo, marginal y roca.

**N° del Rubro de Pago y Designación****Unidad de Medición**

303-2 (1) Excavación sin clasificación.....Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

**Terraplenado (Sección 305)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Procedimientos de trabajo**

Cuando lo señalen los planos o lo juzgue necesario el Fiscalizador, la capa superior de 15 cm. de espesor del suelo existente por debajo de un terraplén deberá compactarse con la misma exigencia requerida para el material a colocarse en el terraplén.

**Colocación.-** En la construcción de terraplenes, el material de tierra, grava, fragmentos de roca y otro material relativamente fino deberá ser colocado en capas aproximadamente horizontales y su espesor será determinado por el Fiscalizador de acuerdo al equipo de compactación que disponga el Contratista de la obra.

**Compactación.-** Cada una de las capas de material colocada en el terraplén deberá ser humedecida u oreada hasta lograr el contenido de humedad adecuado para conseguir la compactación requerida, luego de lo cual se procederá a compactarla con rodillos aprobados.

**Pago.-** La realización de los trabajos descritos en esta Sección no serán pagados en forma directa, sino que será considerada como una obligación del Contratista subsidiaria al conjunto de trabajos cuyo pago se efectúe mediante los precios unitarios establecidos en el contrato.

#### **3.6.1.4. Acabado de la Obra Básica Nueva (Sección 308-2; 308-3)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Procedimiento de trabajo.-** Para la realización de estos trabajos deberán estar concluidos excavación y relleno para la plataforma, todas las alcantarillas, obras de arte y construcciones conexas e inclusive el relleno para estructuras.

**Obra básica nueva.-** Después de que la plataforma del camino haya sido sustancialmente terminada, será acondicionada en su ancho total, retirando cualquier material blando o inestable que no pueda ser compactado debidamente, y será reemplazado con suelo seleccionado, de acuerdo a lo previsto en la Sección 306; luego de lo cual, toda la plataforma será conformada y compactada, como se estipula en las subsecciones correspondientes al terraplenado.

La plataforma acabada será mantenida en las mismas condiciones hasta que se coloque por encima la capa de sub base o de rodadura, señalada en los planos o, en el caso de no ser requerida tal capa, hasta la recepción definitiva de la obra.

**308-3.01. Medición.-** La terminación o acabado de la obra básica nueva, no será medida a efectos de pago directo, considerándose compensada por los pagos que se efectúen por los varios rubros de excavación y relleno.

**3.6.1.5. Excavación para Cunetas y Encauzamiento (Sección 307-3)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Procedimiento de trabajo.-** Las cunetas y encauzamientos serán construidas de acuerdo al alineamiento, pendiente y sección transversal señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador.

Su construcción podrá llevarse a cabo en forma manual o con maquinaria apropiada, o con una combinación de estas operaciones. No podrán contener restos de raíces, troncos, rocas u otro material que las obstruya, y será obligación del Contratista mantenerlas limpias permanentemente para su eficiente funcionamiento, hasta la recepción provisional, sin costo adicional.

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
307-3 (1) Excavación para cunetas y encauzamientos.....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

**3.6.1.6. Excavación y Relleno de Estructuras Menores (Sección 307-2.04. y 307-2.06. Alcantarillas)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Excavación para alcantarillas.-** El ancho de la zanja que se excave para una alcantarilla o un conjunto de alcantarillas estará de acuerdo a lo indicado en los planos o como indique el Fiscalizador. El ancho no podrá ser aumentado por el Contratista para su conveniencia de trabajo.

El material removido de esta sobre-excavación será remplazado con material de relleno para estructuras, que será compactado por capas de 15 cm., de acuerdo a lo previsto en esta Sección y en la subsección 305-2.

**Relleno de estructuras.-** Luego de terminada la estructura, la zanja deberá llenarse por capas con material de relleno no permeable. El material seleccionado tendrá un índice plástico menor a 6 y cumplirá, en cuanto a su granulometría, las siguientes exigencias

<b>Tamaño del Tamiz</b>	<b>Porcentaje que pasa</b>
Nº 3" (75.0 mm.)	100
Nº 4 (4.75 mm.)	35 -100
Nº 30 (0.60 mm.)	25 - 100

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
307-2 (1) Excavación y relleno para estructuras.....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

**3.6.1.7 Limpieza de Derrumbes y Transporte del Material de Desalojo (Sección 308-4, Derrumbes)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Derrumbes.-** Los materiales acumulados en la plataforma del camino, provenientes de derrumbes ocurridos después de que el Contratista haya terminado la obra básica correspondiente, deberán ser removidos y desalojados hasta los sitios que ordene el Fiscalizador, empleando el equipo, personal y procedimientos aprobados por él mismo y de tal manera que evite en lo posible, cualquier daño a la plataforma y la calzada. Este trabajo incluirá limpieza de cunetas, traslado y disposición adecuado de los materiales desalojados.

**Procedimiento de trabajo.-** El desalojo de derrumbes depositados en la plataforma del camino y cunetas deberá ejecutarse con el empleo de palas cargadoras de ruedas neumáticas, a fin de evitar la destrucción de la subrasante, afirmados o carpeta asfáltica.

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
308-4 (1) Limpieza de derrumbe.....	Metro cúbico (m3)



### 3.6.2. Instalación de Drenaje

#### 3.6.2.1. Tubería de Acero Corrugado D=1,0m ; e=2,5mm y D=0,80m; e=2,0mm (Sección 602, Alcantarillas de Tubo de Metal Corrugado)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

#### Procedimiento de trabajo.

**Colocación de tubos.-** Los tubos y accesorios de metal corrugado deberán ser transportados y manejados con cuidado para evitar abolladuras, escamaduras, roturas o daños en la superficie galvanizada o la capa de protección; cualquier daño ocasionado en el recubrimiento del tubo, será reparado mediante la aplicación de dos manos de pintura asfáltica o siguiendo otros procedimientos satisfactorios para el Fiscalizador

**Muros de cabezal.-** De acuerdo con los planos, los muros de cabezal y cualquier otra estructura a la entrada y salida de la alcantarilla, deberá construirse al mismo tiempo que se coloca la tubería, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador.

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
602- (2A)* Tubería de acero corrugado (*).....	Metro lineal (m)

### **3.6.3. Estructura del Pavimento**

#### **3.6.3.1. Material con Sub base Granular Clase 3 (Sección 403, Sub bases)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Preparación de la Subrasante.-** Antes de proceder a la colocación de los agregados para la sub-base, el Contratista habrá terminado la construcción de la subrasante, debidamente compactada y con sus alineaciones, pendientes y superficie acordes con las estipulaciones contractuales. La superficie de la subrasante terminada, en cumplimiento de lo establecido en la Sección 308 deberá además encontrarse libre de cualquier material extraño.

**Selección y Mezclado.-** Los agregados preparados para la sub-base deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de sub-base establecida en el contrato.

**Tendido, Conformación y Compactación.-** Cuando el material de la sub-base haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportando al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la hidratación necesaria, tendido o emparejamiento, conformación y compactación, de tal manera que la sub-base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

**Compactación.-** Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de sub-base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor, u otro tipo de compactadores aprobados.

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Sub-base Clase.....	Metro cúbico (m3)

### **3.6.3.2. Material con Base Granular Clase 1 (Sección 404, Bases)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

#### **Procedimiento de trabajo.**

**Preparación de la Sub-base.-** La superficie de la sub-base deberá hallarse terminada, conforme a los requerimientos estipulados para la Sección 404. Deberá, así mismo, hallarse libre de cualquier material extraño, antes de iniciar el transporte del material de base a la vía.

**Selección y Mezclado.-** Los agregados preparados para la base, deberán cumplir la granulometría y más condiciones de la clase de base especificada en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección y mezcla de los agregados en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

**Tendido y Conformación.-** Cuando el material de la base haya sido mezclado e hidratado en planta central, deberá cargarse directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportado al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la conformación y compactación, de tal manera que la base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

**Compactación.-** Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de la capa de la base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de mínimo 8 Toneladas, rodillos vibratorios de energía de compactación equivalente o mayor.

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Base, Clase.....	Metro cúbico (m3)

**3.6.3.3. Asfalto RC-250 para imprimación, incluye transporte, 1,40 lt/m<sup>2</sup> (Sección 405-1, Riego de Imprimación**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificado sobre la superficie de una base o subbase, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso.

**Procedimientos de trabajo.-** El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia de cualquier material extraño; el Fiscalizador podrá disponer que se realice un ligero riego de agua antes de la aplicación del asfalto.

Cuando se use asfalto diluido de curado medio la cantidad estará entre límites de 1.00 a 2.25 litros por metro cuadrado, cuando se use un asfalto emulsificado SS-1, SS-1h, CSS-1 o CSS-1h variara entre 0.5 y 1.4 l/m<sup>2</sup> (De acuerdo al Manual Instituto del Asfalto), los valores exactos de aplicación serán determinados por el ingeniero fiscalizador.

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Asfalto MC para imprimación.....	Litro (l)
Asfalto SC para imprimación.....	Litro (l)

**3.6.3.4. C. rodadura hormigón asfáltico mezclado en planta e=5cm incluye transporte (Sección 405-5, Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.

**Plantas mezcladoras.-** Las plantas para la preparación de hormigón asfáltico utilizadas por el Contratista, podrán ser continuas o por paradas.

**Equipo de transporte.-** Los camiones para el transporte del hormigón asfáltico serán de volteo y contarán con cajones metálicos cerrados y en buen estado. Para el uso, los cajones deberán ser limpiados cuidadosamente y recubiertos con aceite u otro material aprobado, para evitar que la mezcla se adhiera al metal.

**Equipo de distribución de la mezcla.-** La distribución de la mezcla asfáltica en el camino, será efectuada mediante el empleo de una máquina terminadora autopropulsada, que sea capaz de distribuir el hormigón asfáltico de acuerdo con los espesores, alineamientos, pendientes y ancho especificados.

**Equipo de compactación.-** El equipo de compactación podrá estar formado por rodillos lisos de ruedas de acero, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente y rodillos neumáticos autopropulsados. La mejor temperatura para empezar a compactar la mezcla recién extendida, dentro del margen posible que va de 163 a 85 °C, es la máxima temperatura a la cual la mezcla puede resistir el rodillo sin desplazarse horizontalmente.

**Distribución.-** La distribución del hormigón asfáltico deberá efectuarse sobre una base preparada, de acuerdo con los requerimientos contractuales, imprimada, limpia y seca, o sobre un pavimento existente.

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
405-5 C de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de....cm. de espesor.....	Metro cuadrado (m2)

### **3.6.4. Instalaciones para Control del Tránsito**

#### **3.6.4.1. Guardacaminos (Sección 703, Guardacaminos y Barreras de Hormigón)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de guardacaminos y barreras de hormigón, de acuerdo con estas especificaciones y las alineaciones y pendientes establecidas en los planos, indicadas por el Fiscalizador o en las especificaciones especiales. Los sistemas de guardacaminos y barreras estarán conformados por los siguientes materiales:

- Guardacamino de cable
- Viga W (Weak post)
- Viga Cajón
- Barrera de seguridad estándar tipo viga W
- Barrera de seguridad estándar
- Barrera de seguridad para parterre tipo viga W
- Barrera de seguridad para parterre de hormigón.

**N° del Rubro de Pago y Designación**

**Unidad de Medición**

Guardacamino.....Metro Lineal (m)

**3.6.4.2. Señalización Longitudinal (Sección 705, Marcas Permanentes en el Pavimento)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.

**Procedimiento de Trabajo.**

**Generales.-** Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secas y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos.

**Marcas de Pinturas.-** Las marcas serán aplicadas con métodos aceptables por el Fiscalizador. El cabezal rociador de pintura será del tipo spray y que permita aplicar satisfactoriamente la pintura a presión, con una alimentación uniforme y directa sobre el pavimento.



<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
---	---------------------------

Marcas de pavimento (Pintura).....	Metro Lineal (m)
------------------------------------	------------------

### **3.6.4.3. Señales Informativas, Preventivas y Regulatorias (Sección 707, Puentes para Señales)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de pórticos y/o su mensaje para señales en la carretera, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales, las instrucciones del Fiscalizador o las especificaciones especiales.

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
---	---------------------------

Pórticos para señalización de carreteras.....	Cada una
---	----------

Mensaje total en un Pórtico.....	Cada una
----------------------------------	----------

### **3.6.5. Mitigación Ambiental**

#### **3.6.5.1. Control del Polvo (Sección 205)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la aplicación, según las órdenes del Fiscalizador, de un paliativo para controlar el polvo que se produzca, como consecuencia de la construcción de la obra o del tráfico público que transita por el proyecto, los desvíos y los accesos.

**Procedimientos de Trabajo.-** En caso de usar el agua como paliativo para el polvo, ésta será distribuida de modo uniforme por carros cisternas equipados con un sistema de rociadores a presión. El equipo empleado deberá contar con la aprobación del Fiscalizador. La rata de aplicación será entre los 0,90 y los 3,5 litros por metro cuadrado, conforme indique el Fiscalizador, así como su frecuencia de aplicación.

Al efectuar el control de polvo con carros cisternas, la velocidad máxima de aplicación será de 5 Km/h.

<b>No. del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Agua para control de polvo.....	Métro cúbico

### **3.6.5.2. Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (Sección 213)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Descripción.-** La seguridad industrial es el conjunto de normas de prevención y control que el Contratista debe implementar en cada uno de sus frentes de trabajo e instalaciones a fin de evitar la ocurrencia riesgos y accidentes de trabajo. La salud ocupacional,

previene la generación de enfermedades profesionales, consideradas graves y que son resultado de efectuar labores en un ambiente de trabajo inadecuado.

**Procedimiento de Trabajo.-** El Contratista tendrá la obligación de adoptar las medidas de seguridad industrial necesarias en los frentes de trabajo, y de mantener programas que tiendan a lograr una adecuada salud física y mental de todo su personal, de acuerdo a la normativa que tiene el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), sobre el tema.

**Medición y Pago.-** Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

#### **3.6.5.3. Prevención y Control de la Contaminación del Suelo (Sección 214)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Descripción.-** Al ocupar áreas en las que el suelo se encontraba en su estado natural, es importante que se tomen medidas de prevención y control a fin de evitar su deterioro y contaminación.

**Procedimiento de Trabajo.-** El Contratista deberá:

- Evitar la compactación de aquellos suelos donde no sea necesario el tránsito de maquinaria, ubicación de instalaciones, acopio de materiales y de demás tareas que se asienten sobre suelo firme.

- Prevenir y evitar derrames de hidrocarburos, aceites y grasas y otras sustancias contaminantes, construyendo diques de contención alrededor de los depósitos.
- Inicialmente medirá el grado o valor de compactación de los suelos a usar y propondrá al Fiscalizador los métodos de descompactación, en caso que no estuvieran estipulados en las especificaciones ambientales particulares.

**Medición y Pago.-** Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

#### **3.6.5.4. Prevención y Control de la Contaminación del Aire (Sección 216)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Descripción.-** Esta sección pretende dar las pautas generales para prevenir y controlar los impactos ambientales negativos que se generan por efecto de las emisiones de gases contaminantes que salen de vehículos, transporte pesado, maquinaria y otros, necesarios para ejecutar la obra vial.

**Procedimiento de Trabajo.-** El Contratista deberá ejecutar los trabajos viales con equipos y procedimientos constructivos que minimicen la emisión de contaminantes hacia la atmósfera, por lo que será de su responsabilidad el control de la calidad de emisiones, olores, humos, polvo, quemas incontroladas y uso de productos químicos tóxicos y volátiles.

El Contratista, mediante un adecuado mantenimiento de sus equipos y maquinaria propulsados por motores de combustión interna con uso de combustibles fósiles, controlará las emisiones de humos y gases. El Fiscalizador impedirá la utilización de equipos, materiales o maquinaria que produzcan emisiones objetables de gases, olores o humos a la atmósfera.

**Medición y Pago.-** Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

#### **3.6.5.5. Educación y Concientización Ambiental**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Descripción.-** Esta sección conlleva la ejecución por parte del Contratista de un conjunto de actividades cuya finalidad es la de fortalecer el conocimiento y respeto por el patrimonio natural y el involucramiento de los habitantes que serán beneficiados por la obra.

Estarán dirigidas hacia dos puntos focales de la obra: a) la población directamente involucrada con la obra y demás actores sociales que se localizan dentro del área de influencia; y b) el personal técnico y obrero que está en contacto permanente con la obra y el ambiente.

Su proceso de ejecución debe iniciar 15 días antes del arranque de las obras y ser continuo hasta la finalización de la construcción.

### **Charlas de concientización.-**

Las charlas de concientización estarán dirigidas a los habitantes de las poblaciones aledañas y polos de la vía, que directa o indirectamente están relacionados con el objeto de la obra vial.

La temática será diseñada y ejecutada por profesionales con suficiente experiencia en manejo de recursos naturales, desarrollo comunitario y comunicación social. La duración de estas charlas será de un mínimo de 60 minutos y se las dará en los principales centros poblados aledaños a la obra vial.

Como soporte de estas charlas el Contratista implementará una serie de “comunicados radiales”, afiches e instructivos, que sustentarán principalmente el tema de la obra y el medio ambiente, los cuales, antes de ejecutarse deberán ser propuestos al Fiscalizador, para su conocimiento y aprobación.

Los comunicados radiales serán de 1 a 2 minutos de duración y su temática será informativa respecto de las obras a realizar como parte de la obra vial a ejecutarse. Se utilizará el medio radial que tenga influencia en las poblaciones meta.

Los afiches serán de cartulina duplex de dimensiones mínimas 0.40 por 0.60 metros e impresos a color, con los diseños alusivos a la conservación del medio ambiente

propuestos por el Contratista y aprobados por el Fiscalizador Ambiental y fijados en los sitios que éste establezca.

Los instructivos o trípticos serán realizados a colores en papel bond de 90 gramos, formato A4 y cuyo contenido textual y gráfico sea alusivo a la defensa de los valores ambientales presentes en el área de la obra, tales como: paisaje, ríos, vegetación y especies animales en peligro de extinción, saneamiento ambiental, etc.

#### **Charlas de educación ambiental.-**

Las charlas de educación ambiental, tienen por objetivo capacitar al personal de la Cía. Constructora y al de la Fiscalización sobre como ejecutar las labores propias de la construcción o mantenimiento vial considerando los aspectos de conservación de la salud, seguridad y medio ambiente.

Estas charlas tendrán una duración de 60 minutos y los temas a tratar deberán ser muy concretos, prácticos y de fácil comprensión, los cuales deberán previamente ser puestos a consideración del Fiscalizador para conocimiento y aprobación. Las charlas deben ser diseñadas por profesionales vinculados al área ambiental.

<b>No. del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
220- (1) Charlas de concientización.....	Cada una
220- (2) Charlas de adiestramiento.....	Cada una
220- (3) Afiches.....	Cada uno

220- (4) Instructivos o Trípticos.....Cada uno

220- (5) Comunicados radiales.....Cada uno

### **3.6.5.6. Señales al Lado de la Carretera (Sección 708)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de señales completas, adyacentes a la carretera, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales, el Manual de Señalización del MOP y las instrucciones del Fiscalizador.

Estas señales se las colocarán en lugares donde exista tránsito vehicular, peatonal y que sea cercano a los lugares de trabajo, para de esta manera informar a los conductores y peatones de los riesgos que existen en la zona de trabajo. Las señales serán de restricción y de prevención de accidentes.

Para la prevención de accidentes el Contratista se ve obligado a colocarlas con una anticipación de 150m, 100m y 50m con las siguientes leyendas “Zona de Peligro”, “Conduzca con Cuidado”, “Reduzca la Velocidad”, “Desvíos”, “No Paso de Vehículos” y otros requerimientos de señalización preventiva móvil.

Además será necesario colocar conos de seguridad de 0,90m de alto y cintas en forma de faja delgada de 20cm de ancho con una leyenda de PELIGRO, para regular el tráfico y conducirlo por una ruta segura y además para bloquear el paso de vehículos a zonas de riesgo.



## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Al realizar los estudios pertinentes se determina que mediante la vía propuesta para unir las parroquias de Constantino Fernández y San Bartolomé de Pinllo el tiempo se redujo de entre 20 a 25 minutos a 3 a 4 minutos de viaje en 1516,83m de longitud total de la vía.
- Utilizando el método de la Treintava Hora se obtuvo un TPDA futuro para una proyección de 20 años de 265 vehículos al día, categorizando a la vía como camino vecinal clase IV.
- La velocidad con la cual fue diseñada la vía es de 25Km/h , con la cual se calcula una velocidad de circulación de 26,5Km/h.
- Al ser un terreno difícil o escarpado se utilizó pendientes críticas del 14% procurando que los tramos con estas pendientes sean cortos. En el caso más crítico se utilizó una pendiente del 13,96% en una longitud de 96,25m. Además se insertó radios de curvatura críticos de 15m en ciertos tramos de la carretera, cumpliendo con lo establecido en la norma [3]. Estos radios de curvaturas

mínimos fueron utilizados en las curva 9, 10, 11, 26, 27, que sirvieron para vencer pendientes pronunciadas.

- La sección típica propuesta para el presente proyecto posee un ancho de calzada de 6m con pendientes transversales del 2,5%, y del 3,5% si la pendiente longitudinal es menor al 0,5% para lograr un mejor drenaje vial. Los taludes poseen pendientes con relación 1H, 2V.
- Con un valor de 130504 ejes equivalentes y un CBR de diseño bueno de 16,80%, se ha considerado un pavimento flexible de 30cm de espesor, 5cm para la capa de rodadura, 10cm para la capa base y 15cm para la capa sub base.
- De acuerdo a la disponibilidad de material en la mina en estudio, se ha propuesto una Sub Base Clase 1 y una Base Clase 3. Para la capa de rodadura de acuerdo a la disponibilidad de la planta se ha considerado el Asfalto AC-20, y el Asfalto RC-250 para imprimación.
- Del estudio hidrológico realizado se obtuvo una sección de cuneta de 85cm de ancho con una altura de 30cm, cumpliendo el requisito en el cual señale que el caudal admisible sea mayor que el caudal máximo.
- Para lograr vencer las depresiones geográficas del terreno se ha propuesto alcantarillas tipo ármico, para de esta manera dar continuidad a la carretera ajustándose a la topografía del terreno y logrando de esta manera dar paso a las aguas lluvias de manera fluida

- En el presente proyecto se ha considerado alcantarillas con cabezales de entrada y salida de diferentes secciones de acuerdo a los diámetros de tubería propuestos según los estudios hidrológicos pertinentes. En dos puntos críticos del proyecto (Abscisas 0+430Km y 0+755Km) se ha propuesto alcantarillas de 1,0m de diámetro y para las alcantarillas restantes con 0,80m de diámetro. Con estas secciones y diámetros las condiciones cumplen para el desalojo seguro de aguas lluvias.
- En el análisis de estabilidad de taludes se llegó a determinar que no se requiere ningún método de estabilización debido al tipo de suelo y a la alta cohesión de  $0,75 \text{ Kg/cm}^2$  y  $0,56 \text{ Kg/cm}^2$  que se obtuvo al momento de realizar los ensayos en el laboratorio. Con estos datos de cohesión y con los cálculos pertinentes se obtuvo un factor de seguridad mínimo de 2,23 para el talud más crítico de 9,5m de altura, lo cual indica que el talud posee una amenaza baja.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Cumplir con todas las normas pertinentes al diseño geométrico de la carretera, estructura del pavimento, obras de drenaje vial y estabilización de taludes; para de esta manera realizar un diseño y construcción óptimo e integro de la carretera.
- Respetar cada uno de los rubros propuestos para el presente proyecto; para de esta manera ejecutar la obra de acuerdo al presupuesto calculado; así como también cada una de sus especificaciones técnicas según [13].

- Satisfacer con todas las medidas ambientales para de esta manera lograr el menor impacto ambiental en el sitio de ejecución de la obra.
- Dar mantenimiento a las obras de drenaje vial continuamente, y más en épocas lluviosas, ya que así se puede retirar escombros y basura que impidan el flujo libre de las aguas por las cunetas y por las alcantarillas. De esta manera se puede evitar el daño futuro en la capa de rodadura debido a la acumulación de fluido.
- Colocar la señalización vial propuesta en el presente proyecto de acuerdo a la norma [12], para con esto obtener mayor seguridad vial una vez que la vía entre en funcionamiento.

## C) MATERIAL DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL

### 1. REFERENCIAS

- [1] J. Freire, *El Tipo De Suelo y su incidencia en el deslizamiento de tierras de los taludes en el sector "La Victoria"*; Cantón Ambato, Provincia Tungurahua, Tesis de Grado, Geotecnia, Univ. Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador, 2011; cap. 1-pag. 2
- [2] M. Castro, *Modelo de aplicación tecnológico para estabilización de taludes y su incidencia en la disminución de los accidentes de tránsito en la vía intercantonal Ambato - Pillaro*, Maestría en Vías Terrestres, Univ. Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador, 2015; cap. 1-pag. 4
- [3] *Norma de diseño geométrico de carreteras*; MTOP 2003
- [4] A. Montejo, *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*, 2nd ed, 2002; cap.1-pag. 1
- [5] AASHTO. *Guía para el Diseño de la Estructura del Pavimento- "Design of Pavement Structures" (1993)*; Washington D.C: American Association of State Highway and Transportation Officials

- [6] J. Coronado; “Consideraciones de Diseño” *Manual centro americano de pavimentos*, Guatemala, 2002; pag. 3
  
- [7] J. Agudelo, *Diseño Geométrico de Vías*, Univ. Nacional de Colombia-Medellin,2002; cap.3-pag. 54
  
- [8] A. de Matteis, *Estabilidad de Taludes*, Univ. Nacional de Rosario, 2003; cap.4- pag. 8-9
  
- [9] *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes*; MOP - 001-F 2002, Quito, 2002
  
- [10] M. Braja, *Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica*, Sacramento, California, 1985
  
- [11] Univ. Francisco de Paula de Santander, Facultad de Ingeniería Tecnológica en Obras Civiles; *Relación Volumétrica y Gravimétrica de los Suelos*, Cucuta, 2008.
  
- [12] *Reglamento Técnico Ecuatoriano, Señalización Vial*, 1er ed.; RTE INEN 004-2-2011.

## 2. BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL

- J. Suárez, *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*, Bucaramanga Colombia, 2003.
  
- *Soil Mechanics in Enginnering Practice* Third edition Karl Terzaghi, Ralph B
  
- L. Ortuño, “*Métodos de drenaje en taludes, Anclajes y Bulanojes*”, Madrid, 2010.
  
- L. Monsalve; L. Giraldo; J. Maya, *Diseño de Pavimento Flexible y Rígido*, Armenia, 2012.
  
- UMSS, Facultad de Ciencias y Tecnología, *Manual Completo de Diseño de Pavimentos*, 2008.
  
- C. Cruz, *Manual de Carreteras*. 2nd ed. Chile, 2001
  
- V. Almeida, *Apuntes de Diseño Geométrico de Vías*, 7mo Semestre, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Univ. Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador
  
- F. Moreira, *Apuntes de Pavimentos*, 8vo Semestre, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Univ. Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador.

- F. Mantilla, *Apuntes de Mecánica de Suelos 1*, 5to Semestre, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Univ. Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador.
  
- L. Pérez, *Apuntes de Mecánica de Suelos 2*, 5to Semestre, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Univ. Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador.
  
- Red Hidrometeorológica de Tungurahua, *Anuario Meteorológico*, Gobierno Provincial de Tungurahua, 2014.
  
- SIKA ANCHOR FIX, *Adhesivo Epóxico de alto módulo y resistencia, especial para anclajes*, Hoja Técnica, Ed. 1608201101.
  
- HILTI, *Varillas Hilti, Especificaciones e Información Técnica*, Varillas de Anclaje
  
- SUCS , *Sistema Unificado de Clasificación de Suelos*
  
- *Ley de Caminos de la República del Ecuador*
  
- *ASSHTO LRFD 2012*, LRFDUS-6, 2012



- Revista de la Cámara de la Construcción de Ambato, *Modus Vivendi*, Boletín Técnico, Listado de Materiales, Alquiler de Maquinaria, Enero-Marzo 2016.
  
- Contraloría General del Estado, Dirección de Auditoría de Proyectos y Ambiental, *Reajuste de Precios, Salarios Mínimo por Ley*, Enero 2016
  
- Gonzales, *Prevención del desprendimiento de tierras*, SIAFA, Argentina, 2003. Disponible en: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota45/zanjas.htm>
  
- F. Arancibia, *Deslizamiento de taludes, guía para identificar problemas*, Ingeniería y Construcción, 2009, Disponible en: <http://facingyconst.blogspot.com/2009/08/deslizamientos-de-taludes-guia-para.html>
  
- *Estabilidad de taludes*, Galería Terraforma, Disponible en: <http://www.terraformadesarrollos.com/#!portafolio/c1f0d>
  
- Cueva del Ingeniero Civil , *Drenaje Transversal en Carreteras*, Disponible en: <http://www.cuevadelcivil.com/2011/03/alcantarillas-puentes.htm>
  
- BiblioCad, *Mapa de Tungurahua*, Disponible en: <http://www.bibliocad.com/biblioteca/plano-tungurahua>

# **ANEXOS**

**Anexo A.-** Datos Topográficos

**Anexo B.-** Conteo del Tránsito

**Anexo C.-** Estudio de Suelos

**Anexo D.-** Volúmenes de Corte y Relleno

**Anexo E.-** Tablas Necesarias para el Diseño del Proyecto

**Anexo F.-** Señales de Tránsito Consideradas en el Proyecto

**Anexo G.-** Análisis de Precios Unitarios

**Anexo H.-** Archivo Fotográfico

**Anexo I.-** Planos del Proyecto

**Nota:** Los anexos se encuentran disponibles en el TOMO II del presente proyecto

# **ANEXO A**

## **DATOS TOPOGRÁFICOS**

## COORDENADAS Y COTAS DE LOS VÉRTICES DEL POLÍGONO

VÉRTICE	PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
1 (GPS1)	1	9866901,192	762161,907	3069,915
2 (GPS2)	2	9866997,093	762130,248	3070,919
2	2	9866997,054	762130,261	3070,782
3	85	9866994,189	762070,899	3069,624
4	137	9866892,926	762161,291	3070,011
5	169	9866881,284	762127,762	3051,424
6	170	9866902,257	762111,006	3051,506
7	396	9867059,002	762033,753	3075,395
8	618	9866813,983	761900,492	3113,971
9	619	9867065,494	761962,546	3061,246
10	620	9867069,780	761950,595	3064,088
11	681	9867005,664	762020,978	3049,088
12	821	9866818,008	761856,876	3121,955
13	916	9866669,278	761719,518	3158,823
14	917	9866741,605	761690,330	3161,255
15	1062	9866469,370	761577,964	3185,935
16	1153	9866483,029	761548,812	3189,497
17	1196	9866483,029	761548,808	3189,500

## DATOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
1	9866901,192	762161,907	3069,915
2	9866997,054	762130,261	3070,782
3	9866850,836	762201,542	3069,274
4	9866851,512	762202,299	3069,365
5	9866854,075	762205,826	3069,226
6	9866855,467	762207,346	3068,280
7	9866854,886	762206,902	3068,914
8	9866856,508	762195,857	3069,357
9	9866857,916	762196,470	3069,426
10	9866860,473	762200,083	3069,392
11	9866861,416	762201,063	3069,172
12	9866862,101	762201,628	3068,424
13	9866863,557	762188,603	3069,514
14	9866864,886	762189,646	3069,504
15	9866867,387	762193,394	3069,565
16	9866868,335	762194,479	3069,250
17	9866868,846	762194,960	3068,812
18	9866868,210	762183,892	3069,015
19	9866869,871	762185,014	3069,550
20	9866872,402	762188,635	3069,651
21	9866873,354	762189,459	3069,329
22	9866873,804	762189,830	3069,061
23	9866880,600	762174,575	3069,532
24	9866881,364	762174,702	3069,689
25	9866884,176	762178,000	3069,824
26	9866885,394	762179,317	3069,419
27	9866884,254	762170,862	3069,582
28	9866885,011	762171,435	3069,733
29	9866888,261	762174,343	3069,881
30	9866889,397	762175,506	3069,473
31	9866890,745	762172,461	3069,916
32	9866891,836	762173,120	3069,514
33	9866892,860	762172,225	3069,499
34	9866892,578	762171,299	3069,934
35	9866890,512	762170,091	3069,946
36	9866887,347	762166,785	3069,793
37	9866888,753	762168,081	3069,826

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
38	9866891,476	762161,541	3070,242
39	9866895,074	762165,083	3069,876
40	9866906,510	762165,439	3069,818
41	9866906,266	762164,606	3069,983
42	9866904,311	762160,805	3069,943
43	9866918,415	762159,853	3069,928
44	9866918,243	762159,181	3070,104
45	9866916,869	762154,922	3070,062
46	9866931,899	762153,970	3070,045
47	9866931,963	762153,275	3070,282
48	9866930,236	762148,660	3070,169
49	9866939,548	762149,032	3070,484
50	9866939,098	762144,292	3070,439
51	9866939,369	762144,889	3070,489
52	9866947,628	762148,120	3070,311
53	9866947,302	762147,211	3070,485
54	9866946,900	762141,807	3070,581
55	9866946,560	762140,904	3070,609
56	9866961,229	762142,730	3070,408
57	9866960,857	762141,924	3070,752
58	9866960,449	762137,023	3070,831
59	9866960,285	762136,221	3070,685
60	9866962,067	762135,110	3070,978
61	9866965,765	762134,378	3070,772
62	9866976,153	762136,136	3070,645
63	9866974,311	762131,404	3071,066
64	9866974,500	762131,983	3071,094
65	9866991,028	762130,831	3070,815
66	9866994,122	762130,025	3070,853
67	9866996,652	762129,908	3070,821
68	9866998,698	762131,040	3070,622
69	9867002,864	762134,756	3070,069
70	9867006,461	762138,623	3069,886
71	9866989,151	762126,617	3071,000
72	9866985,802	762127,519	3071,243
73	9866998,711	762121,735	3071,150
74	9866998,350	762122,461	3071,532

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
75	9867002,475	762125,959	3071,173
76	9867001,835	762126,332	3071,181
77	9867006,153	762129,649	3070,493
78	9867011,251	762136,077	3069,620
79	9866997,983	762124,700	3071,393
80	9867002,495	762125,074	3071,643
81	9866995,048	762114,902	3071,992
82	9866922,251	762151,272	3069,951
83	9866867,111	762182,371	3068,436
84	9866871,390	762180,535	3068,238
85	9866994,189	762070,899	3069,624
86	9866877,613	762175,175	3067,633
87	9866877,947	762167,746	3066,788
88	9866880,212	762170,091	3066,786
89	9866881,550	762163,370	3066,792
90	9866884,595	762166,177	3066,852
91	9866885,395	762166,773	3066,842
92	9866896,110	762159,811	3069,657
93	9866889,224	762162,032	3066,511
94	9866892,708	762158,542	3066,478
95	9866894,545	762157,966	3068,890
96	9866897,652	762151,609	3065,702
97	9866898,674	762151,927	3067,699
98	9866900,155	762153,644	3068,396
99	9866900,300	762153,809	3068,787
100	9866902,881	762144,230	3064,915
101	9866904,378	762144,352	3067,044
102	9866906,267	762146,607	3067,947
103	9866906,418	762147,123	3068,687
104	9866909,455	762136,141	3064,287
105	9866910,627	762136,595	3066,576
106	9866912,701	762139,206	3067,552
107	9866913,296	762140,013	3068,671
108	9866917,191	762126,266	3063,468
109	9866917,787	762127,122	3065,618
110	9866921,128	762128,860	3066,724
111	9866922,203	762129,189	3067,804
112	9866926,188	762115,577	3062,848
113	9866928,275	762117,467	3065,943
114	9866929,280	762119,391	3066,617
115	9866929,915	762120,034	3067,576

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
116	9866932,749	762107,153	3062,228
117	9866935,005	762108,825	3065,584
118	9866937,081	762110,919	3066,263
119	9866938,052	762111,872	3067,609
120	9866942,078	762107,527	3067,513
121	9866941,836	762107,134	3066,311
122	9866939,926	762105,832	3065,407
123	9866925,069	762107,354	3059,452
124	9866950,398	762119,171	3069,866
125	9866957,775	762128,868	3071,102
126	9866917,197	762117,769	3060,600
127	9866944,393	762134,123	3070,413
128	9866937,042	762125,772	3068,842
129	9866908,168	762126,637	3060,892
130	9866925,307	762136,587	3069,001
131	9866928,727	762143,499	3069,924
132	9866900,492	762136,635	3062,117
133	9866915,365	762151,729	3069,533
134	9866911,468	762147,599	3069,000
135	9866901,828	762158,042	3069,474
136	9866890,651	762144,477	3061,945
137	9866892,926	762161,291	3070,011
138	9866886,658	762151,738	3063,224
139	9866879,431	762158,190	3063,872
140	9866884,424	762163,167	3066,595
141	9866882,757	762161,764	3066,293
142	9866882,907	762161,328	3065,849
143	9866878,741	762163,220	3066,320
144	9866878,514	762162,684	3065,680
145	9866874,600	762167,148	3066,481
146	9866874,342	762167,196	3066,008
147	9866874,875	762168,156	3066,513
148	9866860,181	762172,506	3064,436
149	9866873,463	762159,814	3063,379
150	9866851,521	762160,547	3058,639
151	9866868,670	762166,383	3064,279
152	9866857,369	762156,093	3058,370
153	9866862,450	762171,651	3064,299
154	9866858,802	762152,704	3057,450
155	9866858,481	762164,418	3060,917
156	9866864,520	762146,836	3056,420

<b>PUNTO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>
157	9866867,725	762157,090	3060,730
158	9866869,642	762141,060	3055,315
159	9866874,669	762150,674	3059,857
160	9866878,600	762134,992	3054,488
161	9866882,638	762143,169	3058,383
162	9866887,841	762128,005	3054,846
163	9866901,435	762117,722	3055,548
164	9866910,300	762111,945	3056,659
165	9866918,461	762109,182	3058,637
166	9866919,543	762102,297	3056,216
167	9866929,850	762096,285	3055,959
168	9866932,184	762101,576	3059,831
169	9866881,284	762127,762	3051,424
170	9866902,257	762111,006	3051,506
171	9866858,093	762104,502	3024,378
172	9866856,384	762144,359	3050,032
173	9866855,657	762143,244	3050,400
174	9866865,886	762098,947	3024,769
175	9866865,909	762136,983	3050,274
176	9866865,480	762136,128	3050,499
177	9866873,683	762087,530	3026,352
178	9866869,152	762134,879	3050,351
179	9866868,789	762133,951	3050,746
180	9866886,591	762083,207	3028,517
181	9866872,066	762133,565	3050,448
182	9866871,834	762132,569	3050,802
183	9866895,230	762078,673	3028,976
184	9866876,297	762131,838	3050,562
185	9866876,164	762130,968	3050,757
186	9866906,084	762066,089	3031,026
187	9866883,311	762128,297	3050,845
188	9866882,160	762126,975	3051,318
189	9866918,098	762065,871	3031,253
190	9866889,371	762122,561	3050,743
191	9866888,425	762121,594	3051,384
192	9866899,188	762113,606	3050,792
193	9866898,663	762112,813	3051,348
194	9866906,257	762110,255	3050,878
195	9866905,781	762109,468	3051,553
196	9866930,830	762064,885	3032,880
197	9866914,611	762103,683	3050,906

<b>PUNTO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>
198	9866914,175	762103,328	3051,322
199	9866918,086	762098,960	3050,999
200	9866917,217	762098,392	3051,456
201	9866926,615	762092,492	3051,064
202	9866925,975	762091,647	3051,633
203	9866864,893	762114,722	3038,238
204	9866857,413	762122,433	3038,990
205	9866872,407	762116,611	3040,837
206	9866868,454	762110,988	3036,395
207	9866883,119	762112,734	3041,564
208	9866875,497	762108,894	3036,395
209	9866872,994	762105,154	3034,342
210	9866895,400	762109,764	3045,941
211	9866889,103	762108,049	3041,507
212	9866879,482	762101,625	3033,378
213	9866883,601	762097,524	3033,577
214	9866890,759	762104,353	3040,481
215	9866897,396	762108,247	3046,535
216	9866885,571	762095,927	3033,673
217	9866888,573	762091,599	3032,898
218	9866895,401	762099,519	3038,952
219	9866901,137	762105,449	3045,719
220	9866907,513	762100,158	3045,403
221	9866903,727	762095,055	3040,574
222	9866899,038	762089,132	3035,615
223	9866903,147	762088,499	3037,287
224	9866907,706	762088,091	3039,399
225	9866910,296	762093,882	3042,858
226	9866911,405	762098,076	3046,248
227	9866917,318	762090,790	3045,302
228	9866922,808	762082,533	3044,032
229	9866915,285	762089,056	3043,362
230	9866916,146	762083,187	3042,193
231	9866911,988	762083,091	3039,598
232	9866922,483	762088,441	3047,373
233	9866959,067	762116,048	3070,389
234	9866954,715	762107,735	3068,680
235	9866967,442	762112,345	3070,568
236	9866964,013	762104,657	3068,921
237	9866980,009	762108,382	3070,889
238	9866972,911	762100,206	3068,814

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
239	9866989,145	762101,228	3071,841
240	9866985,545	762096,359	3070,634
241	9867002,235	762092,166	3073,007
242	9866993,896	762083,088	3070,868
243	9867020,030	762081,317	3073,942
244	9867007,256	762074,336	3070,927
245	9867020,036	762068,032	3072,763
246	9867039,220	762070,549	3074,868
247	9867031,218	762061,335	3073,543
248	9867057,947	762060,098	3075,825
249	9867049,307	762052,676	3074,916
250	9866942,517	762101,636	3061,401
251	9866944,177	762102,471	3064,955
252	9866951,103	762094,136	3060,347
253	9866949,375	762096,239	3063,573
254	9866959,706	762089,226	3060,067
255	9866957,954	762093,415	3064,210
256	9866967,502	762086,710	3060,798
257	9866966,932	762089,996	3064,391
258	9866975,534	762082,219	3061,055
259	9866974,558	762085,833	3064,782
260	9866979,035	762075,267	3060,259
261	9866979,545	762078,552	3063,508
262	9866984,468	762065,487	3058,849
263	9866986,774	762065,250	3061,889
264	9866989,951	762056,608	3057,755
265	9866991,091	762057,142	3060,726
266	9866995,614	762048,705	3057,337
267	9866997,530	762049,536	3059,382
268	9867002,238	762041,246	3056,572
269	9867003,228	762041,650	3058,165
270	9867008,550	762037,612	3057,497
271	9867019,396	762027,627	3055,617
272	9867025,285	762024,264	3054,956
273	9867026,537	762022,321	3053,635
274	9867025,913	762021,222	3053,479
275	9867020,794	762024,863	3053,443
276	9867020,292	762023,938	3053,643
277	9867013,633	762031,180	3055,470
278	9867011,995	762029,925	3053,159
279	9867011,513	762029,346	3053,446

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
280	9867004,990	762035,668	3055,454
281	9867003,819	762034,479	3053,110
282	9867003,090	762033,336	3052,787
283	9866995,879	762040,558	3055,286
284	9866995,084	762038,879	3053,040
285	9866994,420	762037,791	3053,082
286	9866987,339	762046,546	3055,616
287	9866986,308	762045,330	3052,908
288	9866985,468	762043,924	3053,172
289	9866976,260	762056,300	3055,644
290	9866974,880	762054,203	3052,330
291	9866973,769	762053,244	3052,497
292	9866964,249	762066,396	3055,434
293	9866963,052	762064,353	3051,700
294	9866960,952	762062,505	3051,025
295	9866957,037	762072,432	3055,036
296	9866951,879	762078,319	3054,756
297	9866949,870	762076,648	3051,471
298	9866948,462	762076,156	3051,658
299	9866940,208	762088,511	3054,870
300	9866946,536	762084,074	3054,294
301	9866945,524	762082,308	3051,436
302	9866944,625	762081,701	3051,694
303	9866938,181	762087,687	3051,276
304	9866937,612	762086,738	3051,545
305	9866936,160	762094,388	3056,163
306	9866934,406	762090,136	3051,222
307	9866934,061	762089,617	3051,472
308	9866931,889	762093,735	3055,132
309	9866935,515	762097,545	3058,230
310	9866943,708	762093,383	3057,416
311	9866955,264	762084,752	3058,068
312	9866966,350	762080,319	3058,955
313	9866974,717	762069,786	3058,212
314	9866977,085	762060,955	3056,254
315	9866988,098	762051,827	3056,551
316	9866995,669	762045,876	3056,802
317	9867025,568	762007,966	3050,918
318	9867015,884	762014,375	3050,220
319	9867009,633	762018,842	3049,439
320	9867001,300	762024,506	3049,417



PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
321	9866995,032	762030,904	3051,395
322	9866991,888	762035,157	3051,897
323	9866984,192	762033,716	3050,642
324	9866973,123	762034,263	3046,838
325	9866963,203	762038,054	3044,250
326	9866960,981	762043,826	3042,854
327	9866953,967	762051,740	3040,095
328	9866965,698	762040,207	3045,970
329	9866963,834	762042,465	3045,881
330	9866964,233	762050,397	3048,880
331	9866952,066	762063,511	3048,392
332	9866967,320	762055,557	3051,210
333	9866959,253	762056,342	3046,578
334	9866948,797	762103,216	3066,254
335	9866949,283	762103,926	3067,988
336	9866956,970	762099,343	3066,565
337	9866958,172	762099,908	3067,901
338	9866965,676	762095,730	3066,350
339	9866965,868	762096,549	3067,753
340	9866971,318	762096,956	3067,147
341	9866971,161	762097,593	3068,108
342	9866974,943	762101,304	3069,161
343	9866980,944	762099,893	3070,466
344	9866979,609	762105,538	3071,020
345	9866974,283	762095,147	3066,910
346	9866981,480	762091,654	3069,116
347	9866978,960	762093,130	3066,429
348	9866987,020	762082,705	3069,903
349	9866980,720	762082,394	3064,250
350	9866991,072	762074,501	3069,452
351	9866985,600	762071,825	3062,824
352	9866999,496	762066,728	3069,711
353	9866988,325	762066,922	3062,061
354	9866993,558	762062,877	3064,401
355	9866999,295	762064,855	3066,647
356	9867007,384	762064,771	3070,224
357	9867007,686	762064,430	3070,831
358	9867010,820	762069,594	3070,785
359	9867011,345	762069,279	3071,677
360	9867014,319	762074,192	3072,389
361	9867001,766	762054,104	3064,206

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
362	9867017,600	762057,382	3071,798
363	9867012,492	762056,575	3067,722
364	9867025,833	762054,328	3072,508
365	9867026,387	762051,842	3069,866
366	9867034,300	762051,728	3073,603
367	9867033,093	762046,727	3069,530
368	9867043,886	762043,233	3074,080
369	9867042,176	762041,507	3071,469
370	9867057,398	762034,326	3075,267
371	9867065,473	762026,570	3075,508
372	9867063,763	762024,465	3073,308
373	9867075,397	762018,980	3076,711
374	9867080,158	762006,078	3073,362
375	9867102,782	762011,385	3079,341
376	9867091,895	762019,408	3078,131
377	9867081,846	762030,349	3077,134
378	9867069,590	762038,188	3076,167
379	9867057,969	762045,132	3075,542
380	9866988,423	762106,805	3071,927
381	9867004,305	762095,269	3073,100
382	9866934,921	762044,109	3043,617
383	9866943,678	762036,676	3048,329
384	9866950,383	762024,121	3052,245
385	9866967,400	762014,701	3054,622
386	9866974,406	762009,353	3053,670
387	9866987,552	762004,611	3054,227
388	9866994,629	762004,883	3053,769
389	9867004,482	762002,746	3054,943
390	9867008,668	762001,018	3055,328
391	9867010,033	761998,633	3055,752
392	9867016,166	761999,452	3055,301
393	9867025,207	761995,104	3055,778
394	9867033,626	761992,465	3056,247
395	9867039,717	761987,132	3056,724
396	9867059,002	762033,753	3075,395
397	9866962,211	762007,093	3056,480
398	9866955,636	761993,853	3061,903
399	9866969,649	761989,972	3062,454
400	9866972,028	762002,291	3056,526
401	9866952,836	761982,142	3068,598
402	9866962,070	761979,004	3069,028

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
403	9866988,442	762043,340	3070,034
404	9866983,588	761986,359	3061,956
405	9866993,215	761997,702	3056,805
406	9867001,377	761991,911	3058,690
407	9866996,186	761984,566	3062,219
408	9866990,131	761971,176	3068,793
409	9867001,539	761967,909	3068,325
410	9867005,844	761980,286	3063,189
411	9867008,443	761988,477	3059,342
412	9867019,746	761985,489	3059,772
413	9867014,829	761974,987	3064,444
414	9867010,945	761967,055	3067,485
415	9867019,705	761963,295	3068,381
416	9867022,737	761972,840	3064,603
417	9867026,826	761977,390	3062,034
418	9867029,866	761984,703	3058,519
419	9867039,821	761978,326	3058,900
420	9867033,538	761970,796	3063,799
421	9866991,873	762017,321	3039,687
422	9867010,952	762006,567	3040,468
423	9867006,870	762048,710	3063,375
424	9867014,789	762039,810	3062,024
425	9867021,763	762034,463	3061,759
426	9867026,363	762032,698	3062,224
427	9867037,815	762030,063	3064,478
428	9867042,031	762022,481	3062,315
429	9867048,664	762016,389	3063,019
430	9867056,522	762010,525	3064,282
431	9867063,633	762006,379	3065,213
432	9867080,800	762011,239	3077,002
433	9867079,700	762010,202	3075,357
434	9867070,443	761998,099	3063,823
435	9867094,795	761999,272	3077,807
436	9867095,462	761998,575	3078,522
437	9867094,496	761997,453	3077,366
438	9867074,476	761996,376	3065,368
439	9867105,192	761988,197	3080,433
440	9867104,092	761987,271	3078,239
441	9867079,122	761989,259	3063,719
442	9867118,520	761977,372	3082,199
443	9867116,998	761975,944	3080,231

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
444	9867085,074	761982,842	3063,890
445	9867128,235	761964,397	3082,801
446	9867126,652	761963,233	3081,590
447	9867089,024	761978,358	3067,224
448	9867135,149	761957,520	3083,476
449	9867103,614	761969,238	3070,369
450	9867043,571	761974,698	3055,177
451	9867041,707	761976,620	3059,326
452	9867047,171	761966,697	3058,005
453	9867041,303	761969,361	3063,864
454	9867047,804	761962,995	3061,570
455	9867053,041	761962,700	3058,996
456	9867045,156	761961,436	3067,395
457	9867057,658	761962,066	3059,094
458	9867047,175	761959,180	3068,723
459	9867056,089	761960,858	3060,825
460	9867046,702	761958,249	3067,907
461	9867054,071	761955,933	3065,571
462	9867047,313	761952,544	3067,671
463	9867032,864	761953,007	3071,789
464	9867032,678	761953,625	3070,511
465	9867033,118	761951,798	3069,903
466	9867033,691	761948,970	3070,270
467	9867021,675	761949,997	3074,014
468	9867021,302	761950,170	3072,897
469	9867021,797	761948,392	3072,315
470	9867022,001	761945,618	3071,480
471	9867008,611	761946,366	3076,908
472	9867008,500	761946,736	3075,392
473	9867008,236	761944,926	3075,660
474	9867008,769	761942,022	3075,776
475	9866988,633	761945,221	3079,851
476	9866988,424	761944,145	3080,913
477	9866988,706	761942,840	3080,430
478	9866987,274	761939,421	3081,790
479	9866974,407	761945,994	3080,941
480	9866974,719	761945,272	3083,190
481	9866974,586	761939,817	3083,570
482	9866962,203	761944,039	3083,450
483	9866962,390	761943,208	3085,165
484	9866963,420	761938,475	3084,516

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
485	9866952,160	761944,560	3085,692
486	9866951,880	761943,466	3087,098
487	9866951,892	761938,210	3087,492
488	9866946,780	761944,183	3087,297
489	9866946,848	761943,644	3088,222
490	9866947,455	761938,539	3088,446
491	9866946,776	761942,810	3087,678
492	9866929,984	761941,672	3089,387
493	9866929,910	761941,133	3091,118
494	9866928,760	761936,429	3091,746
495	9866911,801	761942,510	3092,182
496	9866912,004	761941,357	3093,845
497	9866911,207	761936,180	3093,844
498	9866892,057	761937,722	3096,224
499	9866892,014	761936,490	3096,162
500	9866891,243	761933,477	3096,303
501	9866873,337	761934,110	3099,662
502	9866873,751	761931,999	3099,491
503	9866873,317	761928,835	3099,990
504	9866869,438	761931,448	3100,773
505	9866856,861	761926,177	3103,289
506	9866856,718	761927,141	3103,486
507	9866857,033	761922,179	3103,475
508	9866839,022	761916,722	3106,651
509	9866837,554	761917,256	3107,685
510	9866836,281	761904,518	3114,477
511	9866844,567	761894,435	3117,911
512	9866849,542	761886,751	3120,384
513	9866861,930	761900,899	3116,175
514	9866865,190	761890,149	3119,452
515	9866849,259	761914,697	3112,094
516	9866868,084	761910,943	3111,707
517	9866860,659	761920,437	3108,685
518	9866875,918	761903,600	3113,888
519	9866893,771	761904,121	3111,322
520	9866897,629	761917,052	3104,897
521	9866902,958	761934,398	3098,682
522	9866918,200	761933,999	3096,690
523	9866916,278	761919,140	3101,813
524	9866919,712	761909,068	3104,776
525	9866924,949	761918,566	3100,706

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
526	9866925,342	761918,356	3099,839
527	9866922,193	761909,010	3104,586
528	9866922,610	761909,063	3103,357
529	9866926,300	761923,539	3098,233
530	9866939,855	761918,530	3097,981
531	9866937,503	761905,900	3103,428
532	9866954,107	761916,937	3097,251
533	9866952,554	761904,575	3102,484
534	9866966,704	761913,807	3096,643
535	9866967,340	761913,493	3096,249
536	9866961,412	761903,223	3101,500
537	9866963,566	761902,834	3100,204
538	9866983,645	761919,602	3092,118
539	9866983,242	761906,905	3095,885
540	9867000,209	761921,541	3088,294
541	9866997,870	761907,652	3092,821
542	9867013,091	761918,889	3086,083
543	9867015,414	761906,890	3089,999
544	9867028,152	761907,772	3086,009
545	9867039,130	761905,839	3084,519
546	9867020,935	761928,049	3081,460
547	9867021,227	761929,559	3080,244
548	9867031,918	761921,809	3081,125
549	9867032,184	761923,035	3079,805
550	9867041,998	761917,358	3080,923
551	9867042,489	761918,088	3079,808
552	9867046,898	761934,260	3076,001
553	9867062,319	761933,304	3074,850
554	9867057,289	761922,013	3077,736
555	9867076,386	761927,270	3075,546
556	9867068,553	761916,937	3078,748
557	9867081,416	761930,853	3074,178
558	9867085,129	761927,454	3073,960
559	9867087,349	761920,068	3074,862
560	9867088,205	761919,870	3074,157
561	9867096,733	761923,791	3070,789
562	9867084,902	761912,263	3077,620
563	9867102,016	761920,187	3072,321
564	9867098,554	761909,556	3077,487
565	9867109,232	761905,621	3076,994
566	9867108,862	761918,239	3072,154

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
567	9867115,959	761915,450	3071,383
568	9867035,020	761954,992	3069,388
569	9867023,961	761959,330	3069,583
570	9867027,583	761957,619	3070,363
571	9867027,873	761958,842	3069,105
572	9867025,807	761963,406	3067,864
573	9867024,935	761974,253	3063,767
574	9867009,245	761961,282	3070,053
575	9867012,429	761973,162	3065,127
576	9867003,882	761953,800	3073,946
577	9866992,886	761952,548	3076,513
578	9866995,973	761963,501	3070,571
579	9866977,104	761954,750	3078,093
580	9866970,647	761967,962	3073,819
581	9866963,040	761957,257	3079,291
582	9866955,636	761963,598	3077,352
583	9866955,243	761963,331	3077,871
584	9866961,891	761943,999	3084,322
585	9866961,738	761944,636	3083,451
586	9866951,025	761950,298	3084,734
587	9866951,964	761951,727	3082,933
588	9866935,159	761952,868	3085,339
589	9866936,789	761954,161	3082,888
590	9866921,789	761958,976	3083,480
591	9866922,575	761959,984	3082,026
592	9866928,824	761966,770	3078,819
593	9866908,676	761951,464	3088,625
594	9866909,057	761951,745	3087,125
595	9866896,507	761943,291	3092,934
596	9866895,994	761942,873	3094,592
597	9866895,495	761957,002	3087,778
598	9866895,750	761957,480	3086,315
599	9866883,876	761947,731	3093,213
600	9866883,900	761945,737	3096,863
601	9866882,973	761962,766	3087,435
602	9866882,949	761962,785	3086,302
603	9866866,314	761967,118	3087,305
604	9866857,117	761955,463	3093,017
605	9866853,497	761947,233	3095,987
606	9866850,977	761936,768	3100,850
607	9866849,011	761933,567	3102,846

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
608	9866866,023	761938,322	3099,221
609	9866874,640	761940,503	3098,271
610	9866831,235	761926,361	3107,316
611	9866825,501	761934,396	3107,396
612	9866818,777	761913,786	3111,205
613	9866809,978	761921,848	3111,092
614	9866810,094	761898,803	3114,777
615	9866800,360	761906,254	3114,605
616	9866804,024	761893,623	3116,263
617	9866793,175	761895,115	3116,566
618	9866813,983	761900,492	3113,971
619	9867065,494	761962,546	3061,246
620	9867069,780	761950,595	3064,088
621	9867050,453	761952,167	3067,357
622	9867058,737	761949,481	3066,959
623	9867066,002	761946,272	3066,656
624	9867073,596	761944,283	3066,347
625	9867082,474	761937,471	3065,679
626	9867085,236	761937,471	3065,147
627	9867097,443	761933,107	3064,971
628	9867057,591	761951,041	3066,268
629	9867062,810	761950,442	3064,721
630	9867067,215	761953,015	3063,116
631	9867066,932	761959,629	3061,074
632	9867066,094	761953,621	3062,382
633	9867061,691	761951,412	3063,724
634	9867056,414	761952,459	3064,926
635	9867058,379	761955,024	3064,787
636	9867063,267	761954,592	3062,727
637	9867064,944	761956,180	3061,828
638	9867062,812	761959,004	3060,559
639	9867061,631	761963,865	3059,240
640	9867061,590	761965,632	3060,005
641	9867053,369	761966,971	3058,481
642	9867053,528	761967,534	3059,249
643	9867051,930	761969,783	3057,434
644	9867047,479	761973,035	3055,965
645	9867054,677	761972,484	3053,251
646	9867064,051	761973,543	3050,147
647	9867069,318	761959,098	3060,597
648	9867074,276	761954,383	3060,085

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
649	9867084,233	761952,836	3058,215
650	9867089,198	761948,466	3059,509
651	9867094,490	761938,211	3063,728
652	9867099,849	761934,061	3063,832
653	9866861,825	761921,329	3107,728
654	9866898,901	761934,258	3098,976
655	9866930,508	761934,868	3094,186
656	9866937,831	761934,384	3093,529
657	9866948,753	761937,865	3091,661
658	9866956,646	761936,201	3091,023
659	9866962,120	761937,339	3090,493
660	9866966,885	761934,864	3090,987
661	9866967,671	761931,074	3091,406
662	9866974,234	761933,986	3090,798
663	9866972,254	761937,934	3086,772
664	9866980,279	761938,899	3086,199
665	9866985,935	761937,490	3085,984
666	9866990,228	761935,966	3085,356
667	9866995,368	761934,609	3084,521
668	9867003,464	761937,806	3081,959
669	9867010,281	761940,354	3079,636
670	9867017,189	761939,706	3078,555
671	9867023,975	761941,827	3076,973
672	9867027,964	761944,055	3076,095
673	9867036,232	761945,591	3073,922
674	9867044,217	761948,954	3072,498
675	9867048,150	761949,287	3071,817
676	9867052,514	761948,797	3071,670
677	9867057,076	761945,858	3071,864
678	9867059,933	761944,544	3071,683
679	9867064,047	761945,914	3070,900
680	9867067,203	761945,361	3070,828
681	9867005,664	762020,978	3049,088
682	9867143,875	761926,552	3076,773
683	9867141,136	761921,077	3072,136
684	9867138,253	761939,797	3076,473
685	9867136,922	761945,790	3077,378
686	9867123,978	761957,531	3074,352
687	9867111,539	761964,663	3072,888
688	9867105,772	761973,800	3073,313
689	9867098,235	761981,997	3072,652

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
690	9867092,338	761989,181	3072,202
691	9867086,192	761986,091	3068,692
692	9867087,788	761978,002	3066,897
693	9867096,164	761972,334	3068,299
694	9867104,012	761966,688	3069,282
695	9867113,345	761960,837	3070,962
696	9867116,779	761957,093	3071,252
697	9867123,853	761951,087	3071,798
698	9867129,608	761941,254	3071,154
699	9867136,255	761931,770	3071,482
700	9867140,542	761921,080	3071,827
701	9867132,595	761927,564	3065,261
702	9867128,282	761934,762	3063,666
703	9867116,482	761946,487	3061,817
704	9867111,871	761951,626	3061,250
705	9867101,433	761957,412	3061,254
706	9867097,852	761961,049	3061,004
707	9867095,601	761964,440	3060,857
708	9867093,400	761969,177	3060,482
709	9867089,785	761972,848	3060,624
710	9867084,839	761974,238	3059,128
711	9867081,903	761977,674	3059,910
712	9867085,466	761983,460	3064,839
713	9867083,967	761986,453	3065,091
714	9867085,688	761989,811	3068,146
715	9867090,211	761996,623	3073,565
716	9867082,814	762002,585	3073,070
717	9867077,767	762009,078	3072,949
718	9867074,335	762012,326	3072,408
719	9867070,854	762016,683	3072,667
720	9867066,924	762019,757	3072,326
721	9867062,172	762021,641	3070,942
722	9867057,881	762025,552	3070,561
723	9867055,021	762030,136	3071,085
724	9867085,274	761996,590	3070,085
725	9867081,832	761999,793	3069,774
726	9867076,421	762003,395	3069,431
727	9867074,043	762007,414	3070,018
728	9867069,689	762009,158	3068,511
729	9867064,017	762011,764	3067,567
730	9867059,794	762015,804	3067,183

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
731	9867055,801	762019,314	3066,765
732	9867052,710	762024,971	3067,755
733	9867022,412	762034,481	3061,675
734	9867026,235	762031,546	3061,857
735	9867031,156	762030,030	3062,384
736	9867037,061	762025,629	3062,305
737	9867043,160	762020,529	3061,775
738	9867048,039	762016,422	3062,748
739	9867053,593	762011,178	3063,242
740	9867057,736	762009,769	3063,984
741	9867064,114	762005,159	3064,765
742	9867068,368	761998,338	3064,068
743	9867070,436	761996,781	3064,223
744	9867074,126	761996,219	3064,845
745	9867075,079	761991,085	3063,433
746	9867077,467	761989,849	3062,937
747	9867080,456	761985,441	3062,462
748	9867083,600	761982,501	3062,781
749	9867080,064	761983,090	3059,106
750	9867075,142	761987,212	3058,931
751	9867069,843	761992,483	3057,880
752	9867066,473	761995,122	3058,092
753	9867061,673	761998,186	3057,323
754	9867056,367	762004,071	3057,556
755	9867051,815	762006,304	3057,271
756	9867048,176	762008,770	3057,612
757	9867042,537	762016,448	3057,394
758	9867040,221	762016,822	3058,326
759	9867032,127	762020,184	3053,366
760	9867031,745	762018,804	3053,887
761	9867043,411	762011,045	3053,609
762	9867042,731	762009,956	3054,405
763	9867050,291	762004,631	3053,810
764	9867049,584	762003,459	3054,336
765	9867058,340	761998,601	3053,992
766	9867057,743	761997,742	3054,361
767	9867064,251	761993,904	3054,203
768	9867063,731	761993,250	3054,442
769	9867067,252	761990,885	3054,316
770	9867066,805	761990,010	3054,643
771	9867072,666	761986,751	3054,649

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
772	9867071,940	761986,066	3054,977
773	9867077,902	761979,478	3055,006
774	9867077,167	761979,059	3055,135
775	9867080,843	761975,168	3055,303
776	9867079,773	761974,508	3055,638
777	9867085,166	761971,069	3055,551
778	9867084,264	761970,502	3056,182
779	9867086,634	761969,379	3055,676
780	9867086,095	761968,668	3056,127
781	9867088,856	761968,689	3055,960
782	9867088,311	761967,998	3056,434
783	9867094,550	761961,517	3056,630
784	9867093,487	761961,023	3057,244
785	9867099,498	761955,907	3056,977
786	9867098,950	761955,382	3057,292
787	9867104,592	761951,780	3057,149
788	9867103,876	761950,636	3057,498
789	9867112,353	761947,503	3057,285
790	9867111,889	761946,566	3057,826
791	9867119,449	761939,040	3057,689
792	9867118,614	761938,700	3057,886
793	9867122,327	761935,033	3057,879
794	9867121,063	761934,829	3058,291
795	9867120,104	761932,208	3054,822
796	9867108,818	761941,853	3054,177
797	9867092,517	761955,001	3053,015
798	9867076,857	761967,373	3050,947
799	9867064,980	761982,232	3048,765
800	9867056,143	761985,648	3048,094
801	9867035,223	762013,779	3052,661
802	9867043,889	762005,897	3052,424
803	9867051,954	761997,685	3051,919
804	9867061,550	761990,671	3051,907
805	9867065,276	761989,122	3052,535
806	9867070,720	761982,952	3050,316
807	9867075,103	761974,681	3050,310
808	9867069,419	761979,916	3049,679
809	9867066,870	761986,587	3051,892
810	9867058,736	761989,820	3051,749
811	9867050,231	761994,615	3051,462
812	9867047,703	761992,889	3042,313

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
813	9867042,962	762001,335	3051,773
814	9867040,532	761999,369	3042,202
815	9867037,483	762004,256	3051,234
816	9867034,297	762002,621	3040,893
817	9867030,815	761998,639	3042,910
818	9866986,749	762021,095	3039,099
819	9866974,766	762028,641	3037,857
820	9866958,808	762031,959	3036,946
821	9866818,008	761856,876	3121,955
822	9866820,989	761899,020	3112,908
823	9866816,831	761886,542	3116,791
824	9866815,686	761872,298	3119,334
825	9866803,565	761873,048	3120,320
826	9866793,492	761872,184	3120,556
827	9866806,158	761855,743	3123,191
828	9866794,997	761856,775	3123,407
829	9866816,864	761866,128	3120,133
830	9866818,534	761854,069	3122,390
831	9866818,252	761848,657	3123,599
832	9866820,963	761844,846	3124,395
833	9866813,345	761840,860	3124,988
834	9866797,650	761838,772	3125,109
835	9866824,905	761836,292	3125,910
836	9866828,581	761825,432	3126,954
837	9866801,271	761826,671	3126,907
838	9866812,646	761830,012	3126,988
839	9866815,179	761820,679	3128,100
840	9866801,310	761819,023	3128,023
841	9866829,460	761819,507	3127,586
842	9866814,955	761808,682	3129,433
843	9866803,310	761809,294	3129,309
844	9866827,080	761808,480	3128,553
845	9866800,868	761794,066	3131,009
846	9866812,582	761792,906	3131,151
847	9866826,472	761800,176	3129,353
848	9866806,318	761781,744	3132,673
849	9866793,304	761785,034	3132,433
850	9866821,752	761788,766	3130,880
851	9866783,925	761770,382	3134,312
852	9866794,611	761765,706	3134,607
853	9866819,253	761782,840	3131,612

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
854	9866781,424	761753,295	3136,640
855	9866769,956	761758,479	3136,135
856	9866813,771	761771,914	3133,231
857	9866764,131	761747,319	3138,205
858	9866751,733	761756,575	3136,939
859	9866804,703	761760,795	3134,853
860	9866795,040	761750,865	3135,609
861	9866758,557	761749,058	3141,606
862	9866744,446	761760,098	3140,199
863	9866783,059	761742,810	3137,171
864	9866739,683	761740,856	3144,606
865	9866727,589	761749,758	3143,659
866	9866770,800	761737,706	3139,246
867	9866721,939	761736,940	3147,671
868	9866712,526	761744,663	3146,702
869	9866700,566	761737,125	3149,910
870	9866689,158	761745,792	3149,148
871	9866674,409	761735,669	3152,887
872	9866666,951	761747,992	3150,695
873	9866769,538	761737,577	3141,913
874	9866756,159	761733,448	3143,875
875	9866657,234	761729,150	3155,113
876	9866649,065	761741,842	3152,861
877	9866749,089	761732,897	3144,803
878	9866751,637	761735,344	3143,465
879	9866630,849	761726,373	3156,408
880	9866637,496	761717,095	3158,120
881	9866733,287	761730,871	3147,109
882	9866732,849	761728,241	3148,595
883	9866624,789	761702,770	3160,557
884	9866719,449	761725,615	3150,575
885	9866719,497	761726,937	3149,853
886	9866615,141	761711,845	3158,964
887	9866703,743	761727,149	3151,399
888	9866704,056	761726,386	3151,954
889	9866615,017	761711,800	3158,970
890	9866685,820	761728,919	3152,894
891	9866686,082	761727,118	3154,120
892	9866676,596	761726,948	3154,098
893	9866677,833	761725,437	3155,155
894	9866663,613	761720,436	3156,212

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
895	9866664,994	761719,643	3156,525
896	9866648,427	761712,760	3158,506
897	9866649,345	761711,577	3158,732
898	9866636,894	761705,023	3159,842
899	9866637,745	761704,348	3160,097
900	9866664,212	761716,687	3159,008
901	9866666,545	761711,901	3158,760
902	9866670,136	761718,014	3158,630
903	9866671,852	761713,308	3158,636
904	9866675,429	761718,150	3158,468
905	9866676,778	761713,336	3158,528
906	9866682,171	761716,585	3158,525
907	9866679,797	761712,595	3158,579
908	9866692,451	761712,998	3158,713
909	9866689,654	761708,790	3158,840
910	9866707,347	761706,491	3159,403
911	9866704,379	761702,339	3159,368
912	9866723,904	761698,992	3160,263
913	9866720,746	761694,566	3160,220
914	9866735,279	761693,521	3160,885
915	9866733,586	761688,149	3160,944
916	9866669,278	761719,518	3158,823
917	9866741,605	761690,330	3161,255
918	9866682,302	761718,326	3158,554
919	9866682,651	761718,323	3158,550
920	9866690,251	761717,171	3157,543
921	9866695,642	761719,238	3156,861
922	9866683,111	761724,974	3156,695
923	9866683,589	761720,403	3156,909
924	9866695,640	761719,234	3156,866
925	9866694,894	761719,954	3155,196
926	9866694,933	761725,008	3155,162
927	9866705,218	761717,866	3156,756
928	9866704,346	761719,268	3153,172
929	9866704,230	761724,792	3153,552
930	9866709,448	761712,198	3157,291
931	9866717,503	761724,344	3150,782
932	9866716,306	761720,054	3151,194
933	9866717,471	761719,027	3155,480
934	9866724,816	761711,554	3155,900
935	9866730,866	761720,676	3153,247

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
936	9866739,687	761714,900	3153,017
937	9866733,569	761721,994	3148,303
938	9866730,347	761726,189	3147,994
939	9866746,386	761730,449	3144,087
940	9866747,881	761726,684	3144,460
941	9866747,915	761724,951	3149,549
942	9866762,890	761712,392	3150,404
943	9866777,210	761701,732	3151,595
944	9866758,640	761733,291	3141,686
945	9866760,675	761730,080	3141,557
946	9866760,108	761728,904	3146,094
947	9866778,884	761715,622	3146,945
948	9866793,157	761703,434	3147,591
949	9866773,003	761733,917	3139,398
950	9866773,947	761732,184	3143,657
951	9866790,502	761722,456	3143,575
952	9866812,585	761715,773	3143,947
953	9866783,897	761742,047	3137,873
954	9866785,818	761738,658	3137,857
955	9866787,750	761737,111	3141,147
956	9866814,127	761726,303	3141,969
957	9866825,465	761726,455	3141,857
958	9866793,739	761748,281	3136,493
959	9866797,705	761747,447	3136,555
960	9866800,129	761746,706	3138,726
961	9866820,623	761743,458	3139,406
962	9866826,962	761743,972	3139,252
963	9866845,582	761744,783	3139,140
964	9866808,394	761763,406	3134,023
965	9866811,503	761761,129	3134,203
966	9866812,288	761760,623	3136,273
967	9866815,537	761773,436	3132,759
968	9866818,583	761771,445	3132,895
969	9866819,236	761770,946	3134,835
970	9866821,188	761756,270	3136,982
971	9866843,323	761758,032	3136,781
972	9866820,592	761783,189	3131,475
973	9866823,889	761781,325	3131,532
974	9866824,145	761780,600	3133,526
975	9866848,256	761774,849	3133,939
976	9866833,975	761777,389	3134,084



PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
977	9866827,246	761800,256	3129,316
978	9866832,186	761799,427	3129,137
979	9866832,788	761799,463	3130,984
980	9866838,596	761802,963	3129,371
981	9866838,420	761802,411	3130,403
982	9866845,000	761788,557	3129,900
983	9866844,746	761788,435	3132,119
984	9866842,810	761803,781	3129,124
985	9866842,959	761803,893	3131,224
986	9866850,490	761784,097	3131,648
987	9866850,631	761784,158	3133,100
988	9866862,264	761791,086	3133,686
989	9866854,023	761807,161	3131,880
990	9866867,321	761815,590	3132,222
991	9866871,786	761834,179	3130,122
992	9866871,803	761833,974	3131,044
993	9866857,620	761825,248	3129,480
994	9866858,027	761824,616	3130,764
995	9866840,001	761811,646	3129,367
996	9866838,551	761811,977	3128,439
997	9866828,124	761808,977	3128,059
998	9866830,068	761819,528	3126,331
999	9866835,414	761819,834	3126,571
1000	9866835,882	761820,343	3128,809
1001	9866841,914	761824,864	3128,745
1002	9866856,211	761841,446	3128,547
1003	9866827,190	761833,141	3124,401
1004	9866831,813	761832,913	3124,309
1005	9866833,691	761833,443	3127,255
1006	9866850,384	761852,118	3126,726
1007	9866858,857	761864,876	3125,162
1008	9866828,392	761844,678	3125,198
1009	9866827,434	761844,181	3122,490
1010	9866823,298	761843,654	3121,873
1011	9866844,220	761861,100	3125,063
1012	9866857,742	761871,087	3124,086
1013	9866819,874	761854,492	3119,413
1014	9866824,277	761855,634	3119,781
1015	9866825,024	761856,116	3123,780
1016	9866838,746	761866,496	3123,349
1017	9866852,890	761877,693	3122,338

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
1018	9866824,176	761867,431	3121,756
1019	9866823,261	761867,605	3117,208
1020	9866817,746	761866,422	3116,308
1021	9866836,716	761877,797	3121,152
1022	9866834,378	761889,896	3117,886
1023	9866822,752	761884,327	3118,124
1024	9866821,648	761884,458	3113,635
1025	9866817,137	761877,913	3113,824
1026	9866823,608	761891,067	3117,219
1027	9866822,444	761891,299	3112,304
1028	9866818,444	761890,888	3111,549
1029	9866827,407	761897,984	3115,053
1030	9866826,678	761898,570	3110,585
1031	9866823,715	761900,890	3108,977
1032	9866838,572	761906,720	3107,999
1033	9866699,267	761704,231	3160,824
1034	9866696,753	761697,901	3162,305
1035	9866686,846	761710,178	3160,263
1036	9866679,412	761712,596	3160,307
1037	9866675,430	761713,336	3159,904
1038	9866670,498	761712,504	3160,719
1039	9866666,915	761711,357	3161,068
1040	9866663,911	761710,241	3161,012
1041	9866680,246	761703,719	3162,120
1042	9866664,150	761705,061	3161,605
1043	9866662,938	761710,664	3158,934
1044	9866661,203	761715,696	3159,284
1045	9866663,673	761700,910	3162,065
1046	9866663,158	761694,301	3164,385
1047	9866648,862	761710,198	3160,359
1048	9866651,510	761706,415	3159,992
1049	9866651,989	761706,225	3162,548
1050	9866653,802	761697,633	3163,702
1051	9866654,447	761692,101	3164,642
1052	9866640,648	761704,231	3161,153
1053	9866643,049	761700,884	3161,128
1054	9866643,739	761700,824	3163,283
1055	9866645,857	761690,653	3164,764
1056	9866633,656	761691,571	3162,564
1057	9866630,727	761694,640	3162,525
1058	9866645,345	761684,553	3166,396

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
1059	9866637,587	761689,468	3164,192
1060	9866636,319	761678,638	3166,054
1061	9866641,254	761669,768	3167,920
1062	9866469,370	761577,964	3185,935
1063	9866629,901	761686,244	3164,981
1064	9866629,194	761686,881	3163,012
1065	9866625,369	761689,614	3163,512
1066	9866625,406	761690,679	3161,958
1067	9866621,454	761670,088	3167,791
1068	9866615,719	761672,526	3167,746
1069	9866615,423	761672,639	3165,356
1070	9866612,566	761675,026	3165,649
1071	9866611,001	761676,361	3163,949
1072	9866609,930	761662,920	3169,627
1073	9866608,140	761664,039	3169,273
1074	9866606,106	761661,355	3167,180
1075	9866608,207	761664,409	3166,819
1076	9866603,337	761665,991	3167,156
1077	9866602,459	761666,648	3165,173
1078	9866603,968	761656,536	3168,217
1079	9866601,878	761655,214	3168,227
1080	9866601,555	761655,606	3168,049
1081	9866597,499	761658,154	3168,130
1082	9866595,700	761658,814	3165,891
1083	9866596,782	761650,006	3168,903
1084	9866596,434	761647,934	3169,722
1085	9866603,542	761651,915	3169,086
1086	9866596,307	761638,403	3172,707
1087	9866592,851	761646,025	3171,137
1088	9866592,266	761646,452	3169,349
1089	9866589,075	761648,797	3169,452
1090	9866588,184	761650,478	3167,450
1091	9866589,912	761634,857	3173,014
1092	9866579,954	761635,096	3172,995
1093	9866579,489	761635,473	3171,162
1094	9866575,986	761637,524	3171,364
1095	9866575,035	761639,063	3169,875
1096	9866585,663	761630,668	3173,551
1097	9866574,909	761631,535	3173,781
1098	9866574,602	761631,743	3171,937
1099	9866566,974	761624,633	3176,646

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
1100	9866566,552	761625,263	3173,521
1101	9866561,825	761628,202	3173,911
1102	9866560,804	761628,964	3172,566
1103	9866576,739	761628,273	3174,928
1104	9866577,745	761629,153	3174,651
1105	9866570,139	761624,466	3174,699
1106	9866553,393	761614,059	3179,212
1107	9866552,698	761614,485	3176,311
1108	9866549,557	761617,765	3176,387
1109	9866548,319	761619,264	3175,164
1110	9866563,898	761613,407	3178,321
1111	9866534,897	761601,104	3182,394
1112	9866534,580	761601,456	3179,577
1113	9866529,973	761603,465	3180,136
1114	9866524,913	761601,109	3179,764
1115	9866551,998	761605,777	3180,738
1116	9866554,237	761598,536	3181,994
1117	9866519,100	761588,668	3184,910
1118	9866518,943	761589,051	3182,335
1119	9866515,488	761592,053	3182,608
1120	9866515,205	761593,265	3181,201
1121	9866541,014	761596,442	3182,816
1122	9866507,081	761576,570	3187,189
1123	9866506,761	761576,582	3184,973
1124	9866501,193	761576,652	3185,595
1125	9866498,004	761576,529	3184,929
1126	9866543,586	761590,696	3184,125
1127	9866501,959	761570,341	3189,012
1128	9866500,859	761570,607	3186,208
1129	9866495,660	761571,816	3186,645
1130	9866494,327	761572,604	3185,813
1131	9866517,850	761579,251	3186,817
1132	9866523,265	761573,565	3188,011
1133	9866489,598	761559,912	3191,110
1134	9866489,133	761560,379	3188,119
1135	9866489,355	761567,254	3187,584
1136	9866489,092	761567,708	3186,627
1137	9866501,003	761557,300	3191,049
1138	9866510,088	761552,348	3192,368
1139	9866487,463	761558,146	3188,690
1140	9866491,038	761556,844	3190,951

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
1141	9866486,197	761555,107	3191,486
1142	9866485,369	761554,873	3188,858
1143	9866492,379	761550,520	3191,874
1144	9866499,170	761543,755	3193,680
1145	9866483,629	761543,047	3192,069
1146	9866482,702	761543,453	3189,645
1147	9866490,647	761533,759	3193,234
1148	9866491,023	761533,998	3193,132
1149	9866469,832	761582,369	3184,991
1150	9866483,692	761589,275	3183,229
1151	9866491,514	761583,818	3184,053
1152	9866503,621	761593,814	3181,860
1153	9866483,029	761548,812	3189,497
1154	9866498,412	761600,728	3180,648
1155	9866518,930	761610,095	3178,272
1156	9866513,900	761615,520	3177,347
1157	9866485,233	761557,034	3188,684
1158	9866540,298	761626,210	3174,494
1159	9866533,914	761632,964	3173,246
1160	9866479,946	761536,145	3190,568
1161	9866475,701	761538,542	3190,580
1162	9866479,230	761553,524	3189,059
1163	9866557,282	761638,703	3171,038
1164	9866479,808	761558,094	3188,534
1165	9866478,067	761563,209	3187,796
1166	9866472,832	761568,972	3186,612
1167	9866465,337	761571,930	3185,523
1168	9866458,145	761569,941	3184,875
1169	9866452,786	761567,005	3184,476
1170	9866442,930	761556,894	3182,901
1171	9866549,632	761645,113	3170,083
1172	9866439,034	761560,593	3182,991
1173	9866448,614	761570,186	3184,432
1174	9866454,626	761574,865	3184,891
1175	9866460,817	761577,532	3185,297
1176	9866460,625	761578,568	3185,482
1177	9866466,875	761578,345	3185,720
1178	9866467,050	761579,352	3185,853
1179	9866574,207	761655,007	3167,008
1180	9866566,115	761660,162	3165,876
1181	9866472,494	761577,049	3186,252

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
1182	9866473,056	761577,680	3186,361
1183	9866592,017	761670,222	3164,636
1184	9866583,311	761674,113	3163,441
1185	9866477,924	761573,497	3186,932
1186	9866478,462	761573,996	3187,004
1187	9866480,851	761570,761	3187,370
1188	9866481,423	761571,506	3187,469
1189	9866484,794	761564,716	3187,991
1190	9866487,620	761566,601	3187,831
1191	9866484,020	761568,596	3187,756
1192	9866486,458	761570,651	3186,335
1193	9866482,058	761574,624	3185,837
1194	9866475,626	761578,738	3185,151
1195	9866468,935	761581,111	3185,092

**DATOS PARA COMPLEMENTAR EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y  
OBTENER MAYOR FAJA TOPOGRÁFICA**

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
10001	9866469,370	761577,964	3185,947
10002	9866483,029	761548,808	3189,500
10003	9866491,733	761560,089	3190,761
10004	9866457,323	761578,500	3185,333
10005	9866458,345	761579,990	3184,050
10006	9866465,874	761582,564	3183,357
10007	9866466,289	761581,916	3184,587
10008	9866468,305	761586,752	3184,332
10009	9866464,327	761583,210	3184,381
10010	9866463,861	761594,805	3183,983
10011	9866449,829	761588,828	3183,528
10012	9866455,757	761579,223	3184,083
10013	9866472,627	761589,182	3182,111
10014	9866473,140	761588,735	3183,653
10015	9866462,377	761606,022	3179,440
10016	9866482,419	761598,520	3180,298
10017	9866482,602	761597,981	3181,888
10018	9866468,865	761613,652	3177,645
10019	9866490,245	761605,816	3178,825
10020	9866490,415	761605,305	3180,358
10021	9866478,231	761620,371	3175,722
10022	9866500,254	761615,731	3176,419
10023	9866501,196	761615,624	3178,300
10024	9866489,481	761626,294	3174,573
10025	9866510,420	761626,159	3174,046
10026	9866511,121	761625,979	3175,920
10027	9866504,495	761649,023	3169,553
10028	9866527,830	761644,202	3170,060
10029	9866528,328	761644,025	3171,223
10030	9866517,650	761666,141	3166,446
10031	9866539,609	761655,721	3167,194
10032	9866540,061	761655,686	3169,010
10033	9866534,298	761673,360	3163,370
10034	9866563,372	761676,412	3163,021
10035	9866562,581	761677,120	3160,979
10036	9866548,742	761687,514	3160,326
10037	9866581,071	761695,496	3160,718
10038	9866579,990	761696,326	3159,306
10039	9866567,471	761706,829	3156,892

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
10040	9866596,622	761712,710	3158,844
10041	9866596,240	761713,188	3157,869
10042	9866579,480	761725,053	3154,773
10043	9866611,838	761728,329	3156,758
10044	9866611,024	761729,367	3155,754
10045	9866597,967	761744,871	3152,011
10046	9866625,711	761743,291	3153,784
10047	9866624,550	761744,019	3152,591
10048	9866617,867	761759,901	3148,747
10049	9866637,452	761755,770	3149,882
10050	9866638,282	761755,008	3150,881
10051	9866653,422	761768,112	3147,507
10052	9866652,327	761769,156	3146,490
10053	9866669,278	761719,518	3158,820
10054	9866741,592	761690,334	3161,252
10055	9866449,443	761597,231	3180,707
10056	9866426,424	761603,980	3179,119
10057	9866455,197	761622,815	3175,007
10058	9866437,359	761626,070	3174,638
10059	9866475,775	761640,332	3171,766
10060	9866454,471	761651,858	3167,923
10061	9866486,765	761655,558	3168,775
10062	9866473,860	761667,650	3164,524
10063	9866502,444	761670,462	3164,581
10064	9866490,372	761681,684	3161,406
10065	9866519,986	761684,938	3160,922
10066	9866504,279	761702,092	3156,910
10067	9866531,888	761706,191	3155,956
10068	9866519,080	761732,791	3150,574
10069	9866547,331	761727,607	3151,863
10070	9866533,910	761743,408	3149,496
10071	9866562,971	761738,893	3151,645
10072	9866548,764	761753,924	3148,649
10073	9866576,706	761750,471	3150,535
10074	9866562,279	761766,598	3147,068
10075	9866592,464	761766,333	3147,037
10076	9866577,887	761779,469	3144,599
10077	9866612,272	761783,811	3142,829
10078	9866594,605	761794,770	3140,548

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
10079	9866625,112	761795,030	3139,828
10080	9866607,523	761806,419	3137,604
10081	9866635,412	761782,040	3143,153
10082	9866620,851	761819,554	3133,791
10083	9866649,948	761789,917	3140,322
10084	9866638,293	761807,684	3135,825
10085	9866662,944	761778,496	3142,514
10086	9866663,613	761777,229	3144,340
10087	9866653,227	761818,742	3131,205
10088	9866677,037	761788,498	3139,039
10089	9866676,080	761789,673	3137,344
10090	9866634,748	761827,885	3130,757
10091	9866659,821	761804,421	3134,902
10092	9866649,356	761846,562	3124,246
10093	9866649,558	761847,266	3119,161
10094	9866682,401	761817,499	3129,629
10095	9866683,571	761819,318	3126,885
10096	9866667,083	761832,275	3125,258
10097	9866665,953	761831,707	3127,465
10098	9866695,131	761806,879	3128,379
10099	9866695,367	761805,342	3131,555
10100	9866695,746	761805,088	3132,193
10101	9866714,960	761817,202	3126,721
10102	9866697,403	761833,863	3123,683
10103	9866729,542	761804,712	3128,774
10104	9866730,053	761804,262	3129,469
10105	9866711,516	761847,823	3120,894
10106	9866715,830	761790,921	3131,552
10107	9866727,426	761832,180	3123,775
10108	9866746,206	761819,610	3126,682
10109	9866745,717	761820,531	3125,711
10110	9866742,061	761846,749	3121,759
10111	9866725,810	761861,770	3118,919
10112	9866765,592	761839,882	3123,623
10113	9866741,696	761876,829	3117,242
10114	9866778,288	761852,214	3122,768
10115	9866756,733	761861,851	3120,414
10116	9866787,957	761861,655	3122,567
10117	9866770,102	761875,208	3119,155

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
10118	9866797,549	761870,930	3121,083
10119	9866768,735	761903,373	3114,921
10120	9866753,745	761888,084	3116,355
10121	9866786,293	761883,459	3119,118
10122	9866784,491	761889,859	3117,553
10123	9866777,932	761814,932	3127,839
10124	9866786,976	761798,583	3130,288
10125	9866762,073	761801,625	3129,402
10126	9866774,163	761787,618	3131,480
10127	9866750,533	761789,948	3131,431
10128	9866762,016	761776,984	3133,142
10129	9866735,213	761777,474	3134,014
10130	9866746,649	761766,426	3135,298
10131	9866720,166	761781,575	3133,321
10132	9866736,475	761766,894	3135,753
10133	9866718,387	761781,813	3136,116
10134	9866738,863	761764,106	3139,163
10135	9866701,294	761771,904	3139,917
10136	9866688,861	761765,793	3143,786
10137	9866711,233	761758,135	3142,625
10138	9866667,427	761755,162	3149,054
10139	9866688,918	761745,047	3149,338
10140	9866813,983	761900,492	3113,971
10141	9866818,008	761856,876	3121,955
10142	9866786,587	761911,101	3114,165
10143	9866773,579	761922,843	3111,670
10144	9866795,343	761925,377	3111,520
10145	9866795,523	761926,052	3110,794
10146	9866782,998	761936,572	3108,958
10147	9866811,338	761948,529	3106,261
10148	9866791,691	761952,587	3104,821
10149	9866820,313	761970,222	3098,672
10150	9866795,643	761966,141	3101,236
10151	9867059,002	762033,755	3075,395
10152	9866994,187	762070,901	3069,628
10153	9866861,536	761899,787	3116,742
10154	9866872,047	761900,241	3115,462
10155	9866882,820	761908,861	3110,756
10156	9866892,244	761908,012	3110,012

<b>PUNTO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>
10157	9866875,090	761888,158	3119,782
10158	9866881,415	761885,520	3120,058
10159	9866882,831	761896,514	3116,471
10160	9866892,608	761906,525	3110,502
10161	9866902,097	761901,316	3111,550
10162	9866890,888	761889,638	3117,133
10163	9866878,880	761875,348	3123,215
10164	9866911,484	761902,395	3109,005
10165	9866911,174	761902,120	3110,552
10166	9866919,829	761896,028	3110,117
10167	9866919,910	761896,612	3111,427
10168	9866926,250	761890,758	3111,169
10169	9866926,000	761890,491	3113,725
10170	9866929,213	761888,304	3112,342
10171	9866929,228	761888,325	3114,286
10172	9866932,107	761885,400	3113,781
10173	9866931,588	761885,693	3114,452
10174	9866931,448	761881,052	3115,529
10175	9866940,130	761879,957	3114,759
10176	9866944,938	761879,182	3114,508
10177	9866951,908	761878,064	3113,788
10178	9866919,682	761908,764	3105,260
10179	9866923,475	761900,570	3107,727
10180	9866935,815	761896,541	3107,880
10181	9866935,161	761887,895	3111,658
10182	9866944,973	761887,640	3110,472
10183	9866951,070	761902,665	3103,903
10184	9866959,471	761901,050	3103,210
10185	9866948,900	761884,991	3110,528
10186	9866957,072	761884,139	3111,487
10187	9866958,865	761884,316	3108,416
10188	9866953,994	761876,118	3114,203
10189	9866955,641	761873,526	3112,677
10190	9867203,641	761876,585	3096,676
10191	9866952,225	761866,350	3118,059
10192	9866952,717	761866,621	3116,593
10193	9866952,189	761857,719	3121,426
10194	9866949,887	761850,210	3124,622
10195	9866941,227	761830,685	3130,019

<b>PUNTO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>
10196	9866933,444	761812,797	3135,537
10197	9866929,201	761806,676	3139,304
10198	9866905,011	761888,775	3115,430
10199	9866892,689	761880,374	3120,170
10200	9866873,515	761865,084	3125,686
10201	9866893,315	761866,015	3124,865
10202	9866912,252	761878,686	3118,149
10203	9866922,437	761874,489	3117,762
10204	9866912,177	761865,162	3122,355
10205	9866904,029	761855,591	3126,242
10206	9866908,935	761847,523	3129,433
10207	9866915,771	761847,006	3129,431
10208	9866922,699	761841,389	3130,543
10209	9866932,485	761835,251	3131,500
10210	9866939,135	761848,746	3125,902
10211	9866941,716	761859,869	3121,907
10212	9866943,460	761868,484	3118,738
10213	9866929,179	761866,548	3121,099
10214	9866921,840	761858,097	3125,179
10215	9866958,374	761829,911	3130,609
10216	9866970,300	761823,964	3131,810
10217	9866985,266	761818,176	3131,632
10218	9866984,828	761817,990	3132,803
10219	9866995,116	761814,331	3130,785
10220	9866995,088	761814,239	3132,028
10221	9867011,398	761799,240	3135,367
10222	9867025,444	761796,391	3133,709
10223	9867033,446	761794,093	3132,319
10224	9867033,405	761793,713	3133,566
10225	9867051,716	761804,642	3127,152
10226	9867063,052	761787,911	3130,792
10227	9867081,736	761785,843	3128,825
10228	9867097,950	761770,844	3132,953
10229	9867106,243	761773,231	3130,891
10230	9866961,594	761840,886	3126,441
10231	9866971,010	761835,863	3126,783
10232	9866980,720	761835,060	3126,050
10233	9866991,333	761839,978	3122,938
10234	9866997,628	761837,042	3122,857

<b>PUNTO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>
10235	9867007,982	761845,663	3117,398
10236	9866999,629	761850,442	3116,129
10237	9866986,109	761855,355	3116,400
10238	9866972,513	761855,698	3119,004
10239	9866962,047	761860,718	3119,042
10240	9866969,455	761874,007	3112,430
10241	9866975,970	761870,558	3112,485
10242	9866989,910	761863,080	3113,381
10243	9866989,572	761862,556	3113,669
10244	9866995,495	761869,528	3109,979
10245	9866994,795	761868,678	3111,390
10246	9867007,119	761866,597	3109,292
10247	9867007,456	761865,336	3110,969
10248	9867016,133	761863,167	3109,139
10249	9867015,012	761862,374	3110,590
10250	9867028,999	761859,252	3108,060
10251	9867039,466	761853,034	3108,806
10252	9867037,411	761861,316	3105,721
10253	9867028,103	761866,444	3105,249
10254	9867015,156	761868,901	3107,020
10255	9867007,079	761873,146	3106,612
10256	9866999,143	761875,695	3106,694
10257	9866997,374	761883,469	3103,575
10258	9866989,061	761883,717	3105,044
10259	9866983,758	761889,434	3104,010
10260	9866974,586	761894,097	3104,350
10261	9866986,311	761893,713	3101,605
10262	9866996,072	761892,567	3100,025
10263	9867001,006	761891,127	3099,496
10264	9867008,295	761882,072	3102,002
10265	9867008,052	761881,343	3103,609
10266	9867018,796	761877,721	3101,939
10267	9867018,559	761876,803	3103,287
10268	9867028,704	761874,912	3100,984
10269	9867028,197	761873,664	3102,667
10270	9867035,684	761872,042	3100,897
10271	9867035,432	761870,292	3102,481
10272	9867046,325	761866,088	3102,140
10273	9867054,072	761877,109	3094,811

<b>PUNTO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>
10274	9867045,603	761880,354	3094,350
10275	9867045,734	761880,132	3095,411
10276	9867036,600	761884,528	3094,191
10277	9867036,236	761883,474	3095,656
10278	9867028,488	761888,192	3094,421
10279	9867028,363	761887,598	3096,095
10280	9867012,941	761893,587	3096,483
10281	9867017,999	761893,095	3096,013
10282	9867025,756	761894,885	3092,618
10283	9867032,391	761891,840	3092,406
10284	9867046,551	761886,973	3091,525
10285	9867054,729	761882,797	3092,163
10286	9867055,889	761889,715	3089,197
10287	9867046,889	761887,489	3091,413
10288	9867036,307	761810,417	3127,336
10289	9867046,262	761814,603	3123,776
10290	9867059,032	761801,409	3126,543
10291	9867039,221	761830,926	3117,870
10292	9867052,205	761823,121	3117,883
10293	9867078,260	761809,324	3119,569
10294	9867084,984	761806,475	3119,992
10295	9867099,186	761799,624	3120,714
10296	9867092,407	761818,240	3113,173
10297	9867078,812	761823,547	3113,402
10298	9867053,752	761843,054	3109,610
10299	9867056,794	761856,988	3103,135
10300	9867064,344	761853,302	3102,272
10301	9867079,765	761845,963	3103,186
10302	9867088,528	761866,411	3093,534
10303	9867068,482	761880,536	3091,175
10304	9867081,756	761881,040	3088,530
10305	9867098,207	761880,179	3087,632
10306	9867093,099	761817,613	3113,383
10307	9867101,665	761798,635	3120,428
10308	9867140,114	761875,571	3079,644
10309	9867149,532	761865,484	3081,679
10310	9867158,070	761857,605	3082,003
10311	9867171,577	761847,140	3083,889
10312	9867179,865	761838,338	3083,699

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
10313	9867181,130	761829,260	3088,627
10314	9867188,030	761824,574	3088,735
10315	9867198,706	761818,193	3089,303
10316	9867204,405	761865,840	3096,218
10317	9867181,096	761847,498	3076,935
10318	9867190,163	761834,706	3079,297
10319	9867204,862	761827,131	3079,083
10320	9867184,941	761905,262	3094,128
10321	9867118,475	761875,852	3087,120
10322	9867114,899	761863,389	3091,345
10323	9867108,145	761847,878	3096,797
10324	9867102,284	761834,392	3102,688
10325	9867132,232	761863,068	3085,244
10326	9867141,585	761852,221	3086,645
10327	9867154,106	761845,315	3088,154
10328	9867167,003	761837,837	3087,812
10329	9867162,190	761836,970	3091,767
10330	9867150,204	761842,141	3091,147
10331	9867136,793	761849,193	3090,168
10332	9867124,285	761857,770	3090,635
10333	9867113,567	761845,804	3096,201
10334	9867126,377	761837,057	3097,025
10335	9867139,408	761827,677	3098,345
10336	9867151,166	761822,771	3099,021
10337	9867136,231	761805,018	3109,098
10338	9867120,623	761810,736	3108,993
10339	9867113,936	761826,061	3105,247
10340	9867103,845	761813,266	3112,314
10341	9867116,968	761808,978	3111,519
10342	9867130,115	761801,355	3112,264
10343	9867104,102	761787,387	3124,490
10344	9867205,331	761874,015	3096,724
10345	9867204,965	761873,774	3095,653
10346	9867196,941	761883,520	3095,864
10347	9867193,976	761882,912	3094,723
10348	9867193,545	761882,552	3093,265
10349	9867204,172	761867,481	3093,094
10350	9867189,511	761892,242	3095,112
10351	9867198,308	761873,083	3091,847

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
10352	9867186,326	761889,700	3093,579
10353	9867185,886	761889,232	3090,488
10354	9867191,068	761876,305	3090,075
10355	9867186,073	761900,589	3094,526
10356	9867183,331	761899,511	3093,129
10357	9867183,045	761899,321	3088,748
10358	9867183,924	761881,390	3088,434
10359	9867182,800	761910,105	3092,844
10360	9867179,617	761906,794	3087,624
10361	9867210,085	761827,329	3070,560
10362	9867185,115	761856,247	3066,958
10363	9867180,048	761888,950	3086,665
10364	9867213,198	761883,741	3098,359
10365	9867177,755	761895,093	3085,808
10366	9867205,805	761901,927	3097,518
10367	9867174,706	761902,010	3084,596
10368	9867196,651	761919,387	3095,229
10369	9867186,488	761933,406	3092,160
10370	9867177,107	761943,739	3089,462
10371	9867137,299	761909,155	3059,879
10372	9867165,046	761953,154	3087,358
10373	9867147,289	761891,670	3065,334
10374	9867154,608	761870,644	3068,619



# **ANEXO B**

## **CONTEO DEL TRÁNSITO**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO VEHICULAR EN LA VÍA LACON-ANGAMARQUILLO							
Realizado por: Javier Campos			Conteo: Ambos Sentidos			Fecha: 28-11-2015	
Ubicación: 0+000 km						Día: Sabado	
HORA	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2E	Camiones 3E ó mas	Total Camiones	Total	Total Acumulado
6:00-6:15	2	0	1	0	1	3	
6:15-6:30	2	1	1	0	1	4	
6:30-6:45	5	1	2	0	2	8	
6:45-7:00	7	1	0	0	0	8	23
7:00-7:15	4	2	0	0	0	6	26
7:15-7:30	6	2	1	0	1	9	31
7:30-7:45	3	2	0	0	0	5	28
7:45-8:00	8	2	0	0	0	10	30
8:00-8:15	10	1	1	0	1	12	36
8:15-8:30	9	2	1	0	1	12	39
8:30-8:45	6	1	0	0	0	7	41
8:45-9:00	6	0	0	0	0	6	37
9:00-9:15	5	0	1	0	1	6	31
9:15-9:30	3	1	0	0	0	4	23
9:30-9:45	5	2	0	0	0	7	23
9:45-10:00	8	0	1	0	1	9	26
10:00-10:15	6	0	0	0	0	6	26
10:15-10:30	6	1	0	0	0	7	29
10:30-10:45	9	0	0	0	0	9	31
10:45-11:00	7	0	1	0	1	8	30
11:00-11:15	10	1	1	0	1	12	36
11:15-11:30	9	2	0	0	0	11	40
11:30-11:45	7	1	0	0	0	8	39
11:45-12:00	6	0	1	0	1	7	38
12:00-12:15	6	2	1	0	1	9	35
12:15-12:30	5	2	0	0	0	7	31
12:30-12:45	6	1	1	0	1	8	31
12:45-13:00	6	1	0	0	0	7	31
13:00-13:15	5	0	1	0	1	6	28
13:15-13:30	4	2	0	0	0	6	27
13:30-13:45	5	0	0	0	0	5	24
13:45-14:00	3	1	0	0	0	4	21
14:00-14:15	4	1	1	0	1	6	21
14:15-14:30	4	0	0	0	0	4	19
14:30-14:45	5	1	1	0	1	7	21
14:45-15:00	6	0	1	0	1	7	24
15:00-15:15	5	0	0	0	0	5	23
15:15-15:30	4	1	0	0	0	5	24
15:30-15:45	2	1	0	0	0	3	20
15:45-16:00	5	0	0	0	0	5	18
16:00-16:15	5	0	1	0	1	6	19
16:15-16:30	4	0	1	0	1	5	19
16:30-16:45	4	2	0	0	0	6	22
16:45-17:00	6	1	1	0	1	8	25
17:00-17:15	6	2	0	0	0	8	27
17:15-17:30	5	1	0	0	0	6	28
17:30-17:45	8	1	1	0	1	10	32
17:45-18:00	8	2	0	0	0	10	34
Total	270	45	22	0	22	337	
%	80,12	13,35	6,53	0		100	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO VEHICULAR EN LA VÍA LACON-ANGAMARQUILLO							
Realizado por: Javier Campos			Conteo: Ambos Sentidos			Fecha: 29-11-2015	
Ubicación: 0+000 km						Día: Domingo	
HORA	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2E	Camiones 3E ó mas	Total Camiones	Total	Total Acumulado
6:00-6:15	4	1	1	0	1	6	
6:15-6:30	5	2	0	0	0	7	
6:30-6:45	6	0	1	0	1	7	
6:45-7:00	5	1	0	0	0	6	26
7:00-7:15	6	2	2	0	2	10	30
7:15-7:30	7	2	0	0	0	9	32
7:30-7:45	8	1	1	0	1	10	35
7:45-8:00	8	1	0	0	0	9	38
8:00-8:15	10	1	1	0	1	12	40
8:15-8:30	10	2	0	0	0	12	43
8:30-8:45	12	2	1	0	1	15	48
8:45-9:00	8	1	0	0	0	9	48
9:00-9:15	5	0	0	0	0	5	41
9:15-9:30	7	1	1	0	1	9	38
9:30-9:45	7	1	1	0	1	9	32
9:45-10:00	8	1	1	0	1	10	33
10:00-10:15	5	2	1	0	1	8	36
10:15-10:30	5	1	0	0	0	6	33
10:30-10:45	7	1	0	0	0	8	32
10:45-11:00	7	1	1	0	1	9	31
11:00-11:15	5	2	1	0	1	8	31
11:15-11:30	6	0	1	0	1	7	32
11:30-11:45	5	1	1	0	1	7	31
11:45-12:00	8	1	1	0	1	10	32
12:00-12:15	10	1	0	0	0	11	35
12:15-12:30	5	0	0	0	0	5	33
12:30-12:45	3	1	0	0	0	4	30
12:45-13:00	10	0	0	0	0	10	30
13:00-13:15	8	1	0	0	0	9	28
13:15-13:30	10	1	0	0	0	11	34
13:30-13:45	8	2	0	0	0	10	40
13:45-14:00	8	0	0	0	0	8	38
14:00-14:15	7	0	1	0	1	8	37
14:15-14:30	9	1	1	0	1	11	37
14:30-14:45	6	1	0	0	0	7	34
14:45-15:00	4	1	0	0	0	5	31
15:00-15:15	7	1	1	0	1	9	32
15:15-15:30	8	0	0	0	0	8	29
15:30-15:45	7	0	1	0	1	8	30
15:45-16:00	4	1	0	0	0	5	30
16:00-16:15	4	1	0	0	0	5	26
16:15-16:30	3	2	0	0	0	5	23
16:30-16:45	5	0	1	0	1	6	21
16:45-17:00	8	1	1	0	1	10	26
17:00-17:15	8	1	0	0	0	9	30
17:15-17:30	10	2	0	0	0	12	37
17:30-17:45	4	1	0	0	0	5	36
17:45-18:00	3	0	0	0	0	3	29
Total	323	47	22	0	22	392	
%	82,4	11,99	5,61	0		100	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO VEHICULAR EN LA VÍA LACON-ANGAMARQUILLO							
Realizado por: Javier Campos			Conteo: Ambos Sentidos			Fecha: 30-11-2015	
Ubicación: 0+000 km						Día: Lunes	
HORA	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2E	Camiones 3E ó mas	Total Camiones	Total	Total Acumulado
6:00-6:15	8	1	0	0	0	9	
6:15-6:30	5	2	1	0	1	8	
6:30-6:45	8	2	1	0	1	11	
6:45-7:00	12	3	0	0	0	15	43
7:00-7:15	11	2	1	0	1	14	48
7:15-7:30	16	2	0	0	0	18	58
7:30-7:45	9	2	1	0	1	12	59
7:45-8:00	17	3	0	0	0	20	64
8:00-8:15	10	1	2	0	2	13	63
8:15-8:30	9	2	0	0	0	11	56
8:30-8:45	6	2	0	0	0	8	52
8:45-9:00	4	2	1	0	1	7	39
9:00-9:15	3	2	1	0	1	6	32
9:15-9:30	7	1	1	0	1	9	30
9:30-9:45	7	1	1	0	1	9	31
9:45-10:00	5	0	1	0	1	6	30
10:00-10:15	4	0	1	0	1	5	29
10:15-10:30	5	1	0	0	0	6	26
10:30-10:45	8	0	1	0	1	9	26
10:45-11:00	6	1	2	0	2	9	29
11:00-11:15	3	0	1	0	1	4	28
11:15-11:30	5	1	1	0	1	7	29
11:30-11:45	9	0	1	0	1	10	30
11:45-12:00	7	0	1	0	1	8	29
12:00-12:15	6	1	0	0	0	7	32
12:15-12:30	9	1	0	0	0	10	35
12:30-12:45	5	0	0	0	0	5	30
12:45-13:00	9	2	0	0	0	11	33
13:00-13:15	7	1	0	0	0	8	34
13:15-13:30	8	1	0	0	0	9	33
13:30-13:45	5	2	1	0	1	8	36
13:45-14:00	6	0	0	0	0	6	31
14:00-14:15	7	1	2	0	2	10	33
14:15-14:30	4	0	1	0	1	5	29
14:30-14:45	5	1	1	0	1	7	28
14:45-15:00	2	1	0	0	0	3	25
15:00-15:15	4	0	0	0	0	4	19
15:15-15:30	4	1	0	0	0	5	19
15:30-15:45	4	1	1	0	1	6	18
15:45-16:00	7	0	0	0	0	7	22
16:00-16:15	6	1	0	0	0	7	25
16:15-16:30	3	0	0	0	0	3	23
16:30-16:45	5	0	1	0	1	6	23
16:45-17:00	7	1	1	0	1	9	25
17:00-17:15	8	0	1	0	1	9	27
17:15-17:30	10	2	0	0	0	12	36
17:30-17:45	14	3	0	0	0	17	47
17:45-18:00	13	2	0	0	0	15	53
Total	342	53	28	0	28	423	
%	80,85	12,53	6,62	0		100	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO VEHICULAR EN LA VÍA LACON-ANGAMARQUILLO							
Realizado por: Javier Campos			Conteo: Ambos Sentidos			Fecha: 01-12-2015	
Ubicación: 0+000 km						Día: Martes	
HORA	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2E	Camiones 3E ó mas	Total Camiones	Total	Total Acumulado
6:00-6:15	2	0	1	0	1	3	
6:15-6:30	6	2	0	0	0	8	
6:30-6:45	5	1	0	0	0	6	
6:45-7:00	10	2	0	0	0	12	29
7:00-7:15	10	1	0	0	0	11	37
7:15-7:30	12	2	1	0	1	15	44
7:30-7:45	10	2	1	0	1	13	51
7:45-8:00	8	1	1	0	1	10	49
8:00-8:15	6	1	0	0	0	7	45
8:15-8:30	5	2	0	0	0	7	37
8:30-8:45	6	1	0	0	0	7	31
8:45-9:00	8	2	0	0	0	10	31
9:00-9:15	8	0	0	0	0	8	32
9:15-9:30	5	1	0	0	0	6	31
9:30-9:45	6	0	0	0	0	6	30
9:45-10:00	2	1	2	0	2	5	25
10:00-10:15	5	0	1	0	1	6	23
10:15-10:30	5	1	1	0	1	7	24
10:30-10:45	4	1	0	0	0	5	23
10:45-11:00	3	0	0	0	0	3	21
11:00-11:15	6	0	0	0	0	6	21
11:15-11:30	3	1	1	0	1	5	19
11:30-11:45	2	0	0	0	0	2	16
11:45-12:00	2	1	0	0	0	3	16
12:00-12:15	6	2	1	0	1	9	19
12:15-12:30	8	1	0	0	0	9	23
12:30-12:45	8	2	1	0	1	11	32
12:45-13:00	10	2	1	0	1	13	42
13:00-13:15	9	2	1	0	1	12	45
13:15-13:30	10	1	0	0	0	11	47
13:30-13:45	6	0	0	0	0	6	42
13:45-14:00	8	2	0	0	0	10	39
14:00-14:15	5	1	0	0	0	6	33
14:15-14:30	3	0	1	0	1	4	26
14:30-14:45	4	0	1	0	1	5	25
14:45-15:00	4	1	0	0	0	5	20
15:00-15:15	5	1	1	0	1	7	21
15:15-15:30	4	0	0	0	0	4	21
15:30-15:45	6	1	0	0	0	7	23
15:45-16:00	2	0	1	0	1	3	21
16:00-16:15	2	1	0	0	0	3	17
16:15-16:30	4	1	1	0	1	6	19
16:30-16:45	6	0	0	0	0	6	18
16:45-17:00	6	0	1	0	1	7	22
17:00-17:15	8	2	0	0	0	10	29
17:15-17:30	7	2	0	0	0	9	32
17:30-17:45	8	1	0	0	0	9	35
17:45-18:00	8	2	0	0	0	10	38
Total	286	48	19	0	19	353	
%	81,02	13,6	5,38	0		100	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO VEHICULAR EN LA VÍA CONSTANTINO FERNÁNDEZ-VÍA INTERCOMUNITARIA							
Realizado por: Javier Campos			Conteo: Ambos Sentidos			Fecha: 05-12-2015	
Ubicación: 0+000 km						Día: Sabado	
HORA	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2E	Camiones 3E ó mas	Total Camiones	Total	Total Acumulado
6:00-6:15	1	0	0	0	0	1	
6:15-6:30	3	0	0	0	0	3	
6:30-6:45	1	0	2	0	2	3	
6:45-7:00	2	0	0	0	0	2	9
7:00-7:15	2	1	1	0	1	4	12
7:15-7:30	3	1	0	0	0	4	13
7:30-7:45	2	0	0	0	0	2	12
7:45-8:00	4	0	0	0	0	4	14
8:00-8:15	3	1	0	0	0	4	14
8:15-8:30	2	0	1	0	1	3	13
8:30-8:45	4	0	0	0	0	4	15
8:45-9:00	4	0	0	0	0	4	15
9:00-9:15	3	0	0	0	0	3	14
9:15-9:30	5	1	0	0	0	6	17
9:30-9:45	3	0	0	0	0	3	16
9:45-10:00	5	0	0	0	0	5	17
10:00-10:15	5	0	0	0	0	5	19
10:15-10:30	3	1	1	0	1	5	18
10:30-10:45	2	1	1	0	1	4	19
10:45-11:00	4	0	0	0	0	4	18
11:00-11:15	8	1	0	0	0	9	22
11:15-11:30	6	0	0	0	0	6	23
11:30-11:45	10	0	1	0	1	11	30
11:45-12:00	9	0	0	0	0	9	35
12:00-12:15	4	1	2	0	2	7	33
12:15-12:30	3	0	0	0	0	3	30
12:30-12:45	6	1	1	0	1	8	27
12:45-13:00	7	0	0	0	0	7	25
13:00-13:15	5	0	1	0	1	6	24
13:15-13:30	3	0	0	0	0	3	24
13:30-13:45	4	1	0	0	0	5	21
13:45-14:00	2	0	0	0	0	2	16
14:00-14:15	7	0	0	0	0	7	17
14:15-14:30	6	0	0	0	0	6	20
14:30-14:45	4	0	1	0	1	5	20
14:45-15:00	3	1	0	0	0	4	22
15:00-15:15	3	0	0	0	0	3	18
15:15-15:30	2	1	0	0	0	3	15
15:30-15:45	5	0	0	0	0	5	15
15:45-16:00	3	0	0	0	0	3	14
16:00-16:15	4	0	0	0	0	4	15
16:15-16:30	2	1	1	0	1	4	16
16:30-16:45	2	1	0	0	0	3	14
16:45-17:00	6	0	0	0	0	6	17
17:00-17:15	4	0	0	0	0	4	17
17:15-17:30	3	0	0	0	0	3	16
17:30-17:45	6	1	1	0	1	8	21
17:45-18:00	3	0	0	0	0	3	18
Total	191	15	14	0	14	220	
%	86,82	6,82	6,36	0		100	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO VEHICULAR EN LA VÍA CONSTANTINO FERNÁNDEZ-VÍA INTERCOMUNITARIA							
Realizado por: Javier Campos			Conteo: Ambos Sentidos			Fecha: 06-12-2015	
Ubicación: 0+000 km						Día: Domingo	
HORA	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2E	Camiones 3E ó mas	Total Camiones	Total	Total Acumulado
6:00-6:15	2	1	1	0	1	4	
6:15-6:30	2	0	1	0	1	3	
6:30-6:45	3	1	0	0	0	4	
6:45-7:00	3	0	0	0	0	3	14
7:00-7:15	2	1	0	0	0	3	13
7:15-7:30	6	0	1	0	1	7	17
7:30-7:45	7	0	1	0	1	8	21
7:45-8:00	5	0	1	0	1	6	24
8:00-8:15	5	1	1	0	1	7	28
8:15-8:30	4	0	0	0	0	4	25
8:30-8:45	9	1	1	0	1	11	28
8:45-9:00	7	0	1	0	1	8	30
9:00-9:15	6	0	0	0	0	6	29
9:15-9:30	8	1	0	0	0	9	34
9:30-9:45	7	0	0	0	0	7	30
9:45-10:00	6	0	0	0	0	6	28
10:00-10:15	7	1	1	0	1	9	31
10:15-10:30	6	0	0	0	0	6	28
10:30-10:45	6	1	0	0	0	7	28
10:45-11:00	8	0	0	0	0	8	30
11:00-11:15	6	0	0	0	0	6	27
11:15-11:30	5	1	1	0	1	7	28
11:30-11:45	8	0	0	0	0	8	29
11:45-12:00	5	0	0	0	0	5	26
12:00-12:15	4	1	0	0	0	5	25
12:15-12:30	4	0	0	0	0	4	22
12:30-12:45	6	0	0	0	0	6	20
12:45-13:00	5	0	1	0	1	6	21
13:00-13:15	4	1	0	0	0	5	21
13:15-13:30	4	0	1	0	1	5	22
13:30-13:45	6	1	0	0	0	7	23
13:45-14:00	5	0	1	0	1	6	23
14:00-14:15	5	0	0	0	0	5	23
14:15-14:30	7	0	0	0	0	7	25
14:30-14:45	5	1	0	0	0	6	24
14:45-15:00	4	0	0	0	0	4	22
15:00-15:15	3	0	1	0	1	4	21
15:15-15:30	3	0	0	0	0	3	17
15:30-15:45	4	1	0	0	0	5	16
15:45-16:00	2	0	0	0	0	2	14
16:00-16:15	3	1	1	0	1	5	15
16:15-16:30	2	0	0	0	0	2	14
16:30-16:45	5	1	0	0	0	6	15
16:45-17:00	3	0	0	0	0	3	16
17:00-17:15	2	0	0	0	0	2	13
17:15-17:30	5	1	0	0	0	6	17
17:30-17:45	6	0	0	0	0	6	17
17:45-18:00	2	1	0	0	0	3	17
Total	232	18	15	0	15	265	
%	87,55	6,79	5,66	0		100	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO VEHICULAR EN LA VÍA CONSTANTINO FERNÁNDEZ-VÍA INTERCOMUNITARIA							
Realizado por: Javier Campos			Conteo: Ambos Sentidos			Fecha: 07-12-2015	
Ubicación: 0+000 km						Día: Lunes	
HORA	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2E	Camiones 3E ó mas	Total Camiones	Total	Total Acumulado
6:00-6:15	6	1	0	0	0	7	
6:15-6:30	9	0	0	0	0	9	
6:30-6:45	11	0	1	0	1	12	
6:45-7:00	10	1	0	0	0	11	39
7:00-7:15	10	0	0	0	0	10	42
7:15-7:30	8	0	0	0	0	8	41
7:30-7:45	10	1	2	0	2	13	42
7:45-8:00	6	0	0	0	0	6	37
8:00-8:15	8	1	2	0	2	11	38
8:15-8:30	8	1	0	0	0	9	39
8:30-8:45	5	0	0	0	0	5	31
8:45-9:00	3	0	0	0	0	3	28
9:00-9:15	5	0	1	0	1	6	23
9:15-9:30	5	1	0	0	0	6	20
9:30-9:45	3	0	1	0	1	4	19
9:45-10:00	6	1	0	0	0	7	23
10:00-10:15	5	0	0	0	0	5	22
10:15-10:30	8	0	0	0	0	8	24
10:30-10:45	3	1	2	0	2	6	26
10:45-11:00	4	0	0	0	0	4	23
11:00-11:15	4	0	0	0	0	4	22
11:15-11:30	6	1	0	0	0	7	21
11:30-11:45	4	1	3	0	3	8	23
11:45-12:00	3	0	0	0	0	3	22
12:00-12:15	7	0	0	0	0	7	25
12:15-12:30	8	1	0	0	0	9	27
12:30-12:45	8	1	1	0	1	10	29
12:45-13:00	7	0	0	0	0	7	33
13:00-13:15	5	0	0	0	0	5	31
13:15-13:30	6	0	0	0	0	6	28
13:30-13:45	7	1	0	0	0	8	26
13:45-14:00	5	1	1	0	1	7	26
14:00-14:15	4	0	0	0	0	4	25
14:15-14:30	3	0	0	0	0	3	22
14:30-14:45	6	1	0	0	0	7	21
14:45-15:00	3	0	0	0	0	3	17
15:00-15:15	3	1	1	0	1	5	18
15:15-15:30	5	0	0	0	0	5	20
15:30-15:45	2	0	0	0	0	2	15
15:45-16:00	2	1	1	0	1	4	16
16:00-16:15	3	0	0	0	0	3	14
16:15-16:30	2	0	0	0	0	2	11
16:30-16:45	5	1	2	0	2	8	17
16:45-17:00	3	1	0	0	0	4	17
17:00-17:15	6	0	0	0	0	6	20
17:15-17:30	5	0	0	0	0	5	23
17:30-17:45	8	0	1	0	1	9	24
17:45-18:00	8	1	1	0	1	10	30
Total	271	20	20	0	20	311	
%	87,14	6,43	6,43	0		100	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO VEHICULAR EN LA VÍA CONSTANTINO FERNÁNDEZ-VÍA INTERCOMUNITARIA							
Realizado por: Javier Campos			Conteo: Ambos Sentidos			Fecha: 08-12-2015	
Ubicación: 0+000 km						Día: Martes	
HORA	Vehículos Livianos	Buses	Camiones 2E	Camiones 3E ó mas	Total Camiones	Total	Total Acumulado
6:00-6:15	3	0	0	0	0	3	
6:15-6:30	2	0	2	0	2	4	
6:30-6:45	5	1	0	0	0	6	
6:45-7:00	9	0	0	0	0	9	22
7:00-7:15	8	1	0	0	0	9	28
7:15-7:30	6	1	0	0	0	7	31
7:30-7:45	6	0	2	0	2	8	33
7:45-8:00	4	0	0	0	0	4	28
8:00-8:15	3	0	1	0	1	4	23
8:15-8:30	2	1	0	0	0	3	19
8:30-8:45	4	1	0	0	0	5	16
8:45-9:00	3	0	0	0	0	3	15
9:00-9:15	4	0	0	0	0	4	15
9:15-9:30	5	1	1	0	1	7	19
9:30-9:45	4	0	0	0	0	4	18
9:45-10:00	3	0	0	0	0	3	18
10:00-10:15	2	1	0	0	0	3	17
10:15-10:30	4	0	0	0	0	4	14
10:30-10:45	4	0	0	0	0	4	14
10:45-11:00	6	1	1	0	1	8	19
11:00-11:15	5	1	1	0	1	7	23
11:15-11:30	3	0	0	0	0	3	22
11:30-11:45	2	0	0	0	0	2	20
11:45-12:00	3	0	0	0	0	3	15
12:00-12:15	5	1	0	0	0	6	14
12:15-12:30	4	1	1	0	1	6	17
12:30-12:45	7	0	0	0	0	7	22
12:45-13:00	5	0	0	0	0	5	24
13:00-13:15	4	1	0	0	0	5	23
13:15-13:30	7	0	1	0	1	8	25
13:30-13:45	7	0	2	0	2	9	27
13:45-14:00	6	1	0	0	0	7	29
14:00-14:15	4	0	0	0	0	4	28
14:15-14:30	6	0	0	0	0	6	26
14:30-14:45	5	0	0	0	0	5	22
14:45-15:00	5	1	1	0	1	7	22
15:00-15:15	4	0	0	0	0	4	22
15:15-15:30	3	1	0	0	0	4	20
15:30-15:45	4	0	0	0	0	4	19
15:45-16:00	5	0	0	0	0	5	17
16:00-16:15	3	0	0	0	0	3	16
16:15-16:30	4	0	1	0	1	5	17
16:30-16:45	4	1	0	0	0	5	18
16:45-17:00	3	0	0	0	0	3	16
17:00-17:15	4	1	2	0	2	7	20
17:15-17:30	2	0	1	0	1	3	18
17:30-17:45	2	1	0	0	0	3	16
17:45-18:00	5	1	0	0	0	6	19
Total	208	19	17	0	17	244	
%	85,25	7,79	6,97	0		100	

# **ANEXO C**

## **ESTUDIO DE SUELOS**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

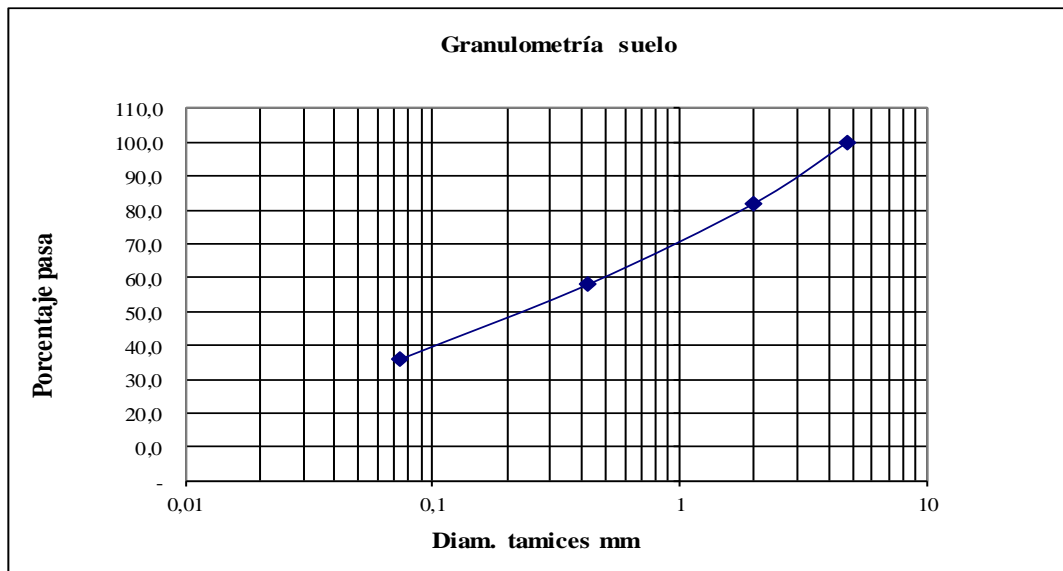
**PROYECTO: Diseño de la Vía Constantino Fernández - Pinllo.**

**ABSCISA: Km 0+000**

**1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO**

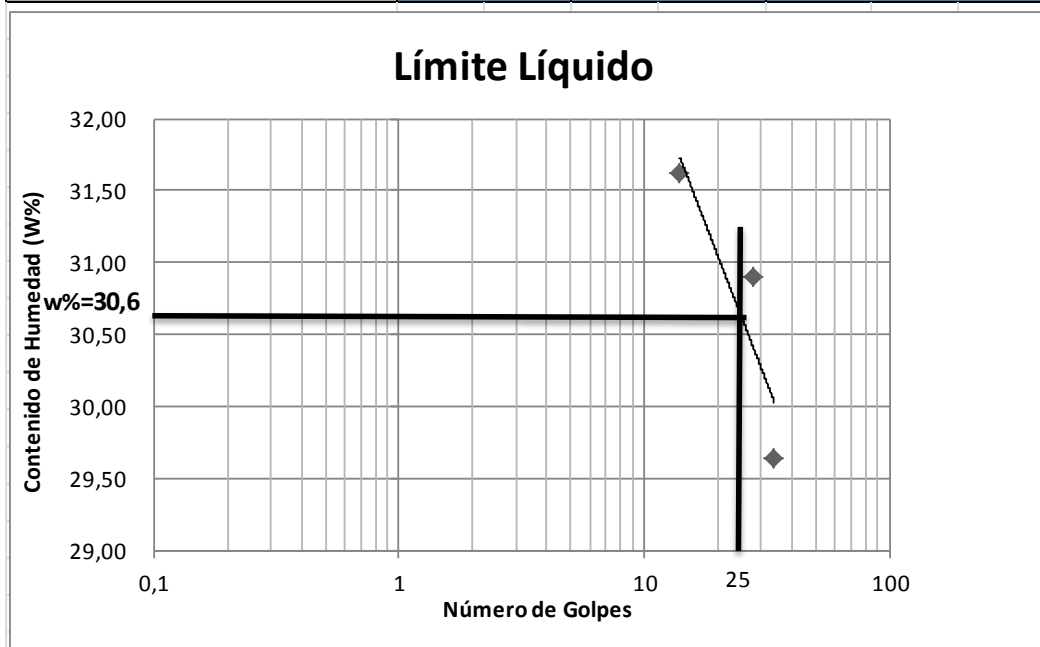
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	75,95	18,03	81,97
N 30	0,59			
N 40	0,425	176,92	41,99	58,01
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	269,92	64,07	35,93
PASA EL N 200		151,39	35,93	
<b>TOTAL</b>		421,31		
<b>PESO ANTES DEL LA VADO</b>	421,31	<b>PESO CUARTEO ANTES/LA VADO</b>		
<b>PESO DESPUÉS DE LA VADO</b>	269,92	<b>PESO CUARTEO DESPUES/LA VADO</b>		
<b>TOTAL - DIFERENCIA</b>	151,39	<b>TOTAL</b>		

**2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**



Contenido de Humedad				PT SS	421,3
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
164,11	145,37	45,04	18,74	100,33	<b>18,7</b>
Clasificación SUCS				SM-SC (Arena Limo arcillosa).	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
PROYECTO: Diseño de la Vía Constantino Fernández - Pinllo.						
ABSCISA: Km 0+000						
1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO						
	34		28		14	
Recipiente Número	X-1	1C	11-F	16-X	12-F	8E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	27,33	20,12	26,44	21,85	23,85	21,11
Peso seco + recipiente Ws + rec	23,64	18,12	22,85	19,42	20,9	18,85
Peso recipiente rec	11,25	11,34	11,21	11,57	11,56	11,71
peso del agua Ww	3,69	2	3,59	2,43	2,95	2,26
Peso de los sólidos WS	12,39	6,78	11,64	7,85	9,34	7,14
Contenido de humedad w%	29,78	29,50	30,84	30,96	31,58	31,65
Contenido de humedad prom. w%	29,64		30,90		31,62	



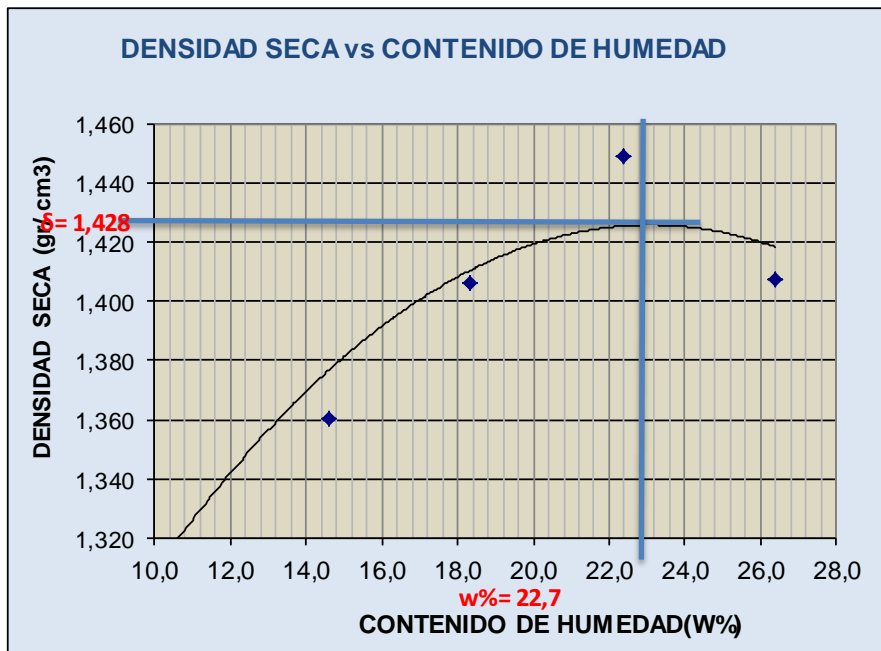
2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente Número	E-1	A-8	A-3	M3	D-5	3A
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5,2	6,11	5,31	6,61	5,66	6,52
Peso seco + recipiente Ws + rec	5,01	5,75	5,1	6,38	5,39	6,33
Peso recipiente rec	4,25	4,34	4,28	5,47	4,28	5,56
peso del agua Ww	0,19	0,36	0,21	0,23	0,27	0,19
Peso de los sólidos WS	0,76	1,41	0,82	0,91	1,11	0,77
Contenido de humedad w%	25,00	25,53	25,61	25,27	24,32	24,68
Contenido de humedad prom. w%	25,27		25,44		24,50	
Límite líquido	30,60	%				
Límite plástico	25,07	%				
Índice plástico	5,53	%				

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>	
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>COMPACTACIÓN MÉTODO AASHTO MODIFICADO</b>	
<b>PROYECTO: Diseño de la Vía Constantino Fernández - Pinillo.</b>	
<b>ABSCISA: Km 0+000</b>	<b>NORMA: AASHTO T - 180</b>

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO					
<b>NÚMERO DE GOLPES :</b>	<b>25</b>	<b>NÚMERO DE CAPAS :</b>	<b>5</b>	<b>PESO MARTILLO :</b>	<b>10 Lb</b>
<b>ALTURA DE CAÍDA :</b>	<b>18"</b>	<b>PESO MOLDE gr :</b>	<b>3791</b>	<b>VOLUMEN MOLDE cc :</b>	<b>944</b>

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)	5163,4	5263	5362	5465,2	5469,8
Peso suelo húmedo	1372,4	1472	1571	1674,2	1678,8
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1,454	1,559	1,664	1,774	1,778

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	11-B	1-D	C-5	D-3	4-B	B-1	B-3	2-R	2-F	D-7
Peso húmedo + recipiente W <sub>m+rec</sub>	131,5	116,7	178,36	115,6	121,7	220,6	204,1	241,51	170,67	135,52
Peso seco + recipiente W <sub>s+rec</sub>	121,7	109,1	161,67	104,5	107,8	193,2	174,4	205,62	145,42	117,05
Peso del recipiente rec	26,9	33,01	48,37	27,49	31,55	44,9	42	45,04	49,54	47,08
Peso del agua W <sub>w</sub>	9,8	7,57	16,69	11,16	13,89	27,39	29,69	35,89	25,25	18,47
Peso suelo seco W <sub>s</sub>	94,8	76,09	113,3	76,98	76,26	148,3	132,4	160,58	95,88	69,97
Contenido humedad w%	10,3	9,9	14,7	14,5	18,2	18,5	22,4	22,4	26,3	26,4
Contenido humedad promedio w%	10,14		14,61		18,34		22,39		26,37	
Densidad Seca gd	1,320		1,360		1,406		1,449		1,407	



<b>γ máximo =</b>	<b>1,428</b>	<b>W óptimo % =</b>	<b>22,7</b>
-------------------	--------------	---------------------	-------------

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL						
PROCTOR MODIFICADO - NORMA AASHTO:T-180						
PROYECTO: Diseño de la Vía Constantino Fernández - Pinllo.						
ABSCISA: Km 0+000				SUELO: SM-SC		
ENSAYO CBR						
MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL
	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO
W <sub>m</sub> +MOLDE (gr)	10161,4	10312,2	9953,4	10215,6	9436,4	9806,4
PESO MOLDE (gr)	5864,5	5864,5	5965,5	5965,5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4296,9	4447,7	3987,9	4250,1	3661,4	4031,4
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,890	1,956	1,754	1,869	1,610	1,773
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,522	1,537	1,420	1,432	1,293	1,344
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm <sup>3</sup> )	1,529		1,426		1,318	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	B-1	4-B	C-5	11-B	B-3	1-D
W <sub>m</sub> +TARRO (gr)	208,11	123,8	205,51	120,36	183,95	125,65
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	177,3	104,05	175,58	98,53	155,95	103,26
PESO AGUA (gr)	30,81	19,75	29,93	21,83	28	22,39
PESO TARRO	49,89	31,54	48,38	26,89	41,98	33,01
PESO MUESTRA SECA (gr)	127,41	72,51	127,2	71,64	113,97	70,25
CONTENIDO DE HUMEDAD %	24,18	27,24	23,53	30,47	24,57	31,87
AGUA ABSORBIDA %		3,06		6,94		7,30

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO: Diseño de la Vía Constantino Fernández - Pinlo. ABSCISA: Km 0+000**

**C.B.R. PUNTUAL**

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

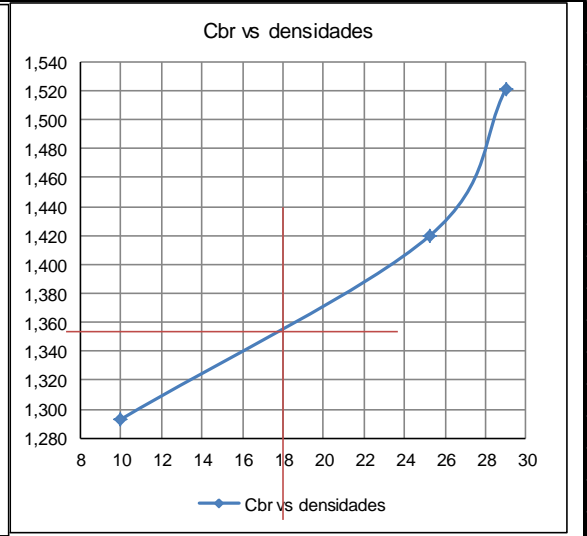
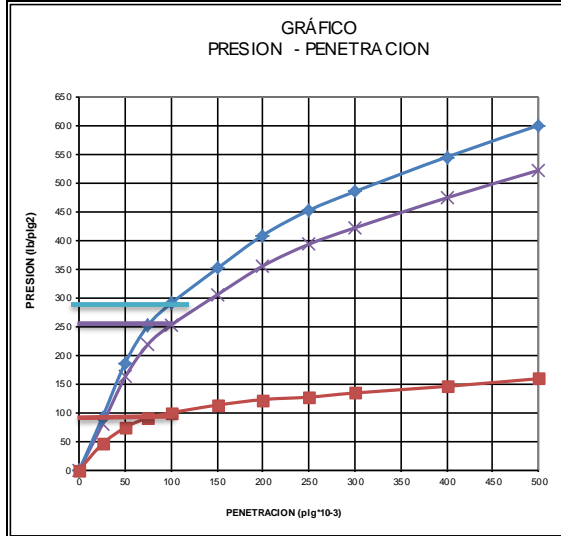
MOLDE NÚMERO			15				18				44			
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2
23-nov-15	15:10	0	0,18	5,00	0,00	0,00	0,06	5,00	0,00	0,00	0,03	5,00	0,00	0,00
24-nov-15	14:08	1	0,18		0,71	0,14	0,07		0,52	0,10	0,04		0,84	0,17
25-nov-15	14:45	2	0,19		1,42	0,28	0,08		1,44	0,29	0,05		1,68	0,34

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%
			DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	123,7	90,9			107,5	79,0			61,3	45,0		
1	0	50	253,8	186,5			220,5	162,0			100,1	73,5		
1	30	75	343,2	252,1			298,3	219,2			123,6	90,8		
2	0	100	394,9	290,1	290,1	<b>29</b>	343,4	252,3	252,3	<b>25,2</b>	135,4	99,5	<b>99,5</b>	<b>9,9</b>
3	0	150	477,5	350,8			415,2	305,0			153,4	112,7		
4	0	200	556,7	409,0			484,0	355,6			166,7	122,5		
5	0	250	615,6	452,3			535,3	393,3			172,4	126,7		
6	0	300	660,3	485,1			574,2	421,8			182,3	133,9		
8	0	400	742,3	545,3			645,4	474,2			198,0	145,5		
10	0	500	817,4	600,5			710,8	522,2			216,3	158,9		

CBR corregido **29** **25,2** **9,9**



Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	1,428	gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>3</sup>	1,522	29,01 %	95% de DM	1,357	gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>4</sup>	1,420	25,23 %	<b>CBR PUNTUAL</b> <span style="float: right;"><b>18%</b></span>		
gr/cm <sup>5</sup>	1,293	9,95 %			

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

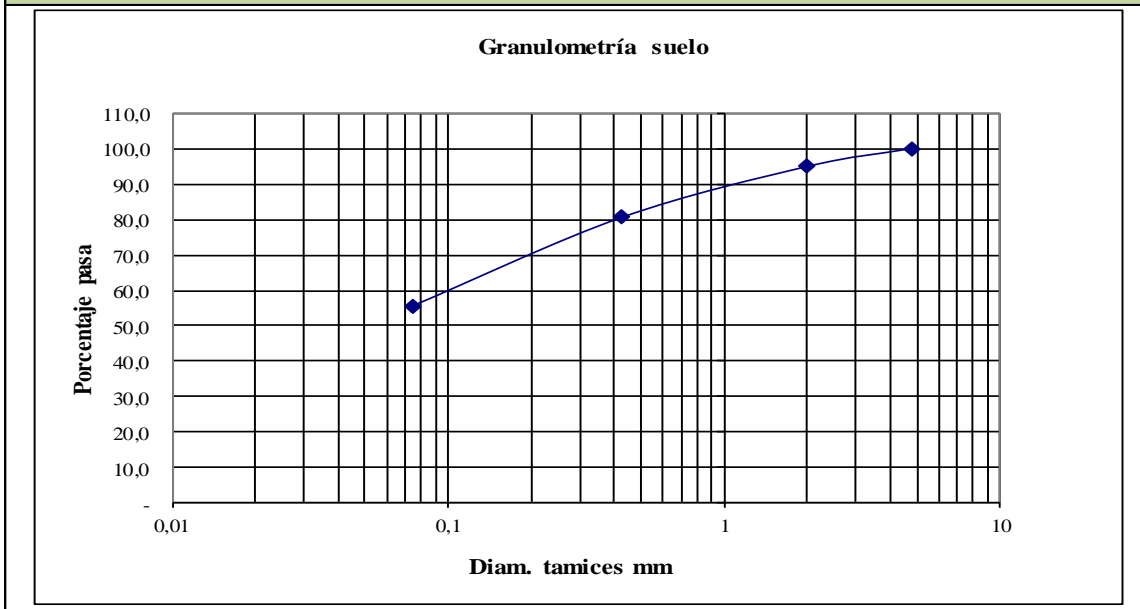
**PROYECTO: Diseño de la Vía Constantino Fernández - Pinlo.**

**ABSCISA: Km 0+697**

**1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO**

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	21,53	5,05	94,95
N 30	0,59			
N 40	0,425	82,86	19,43	80,57
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	189,60	44,45	55,55
PASA EL N 200		236,92	55,55	
TOTAL		426,52		
PESO ANTES DEL LA VADO	426,52	PESO CUARTEO ANTES/LA VADO		
PESO DESPUÉS DE LA VADO	189,60	PESO CUARTEO DESPUES/LA VADO		
TOTAL - DIFERENCIA	236,92	TOTAL		

**2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**



Contenido de Humedad				PT SS	426,5
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
196,91	174,9	47,15	22,01	127,75	17,2
Clasificación SUCS				CL (Arcilla baja plasticidad). Color café	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

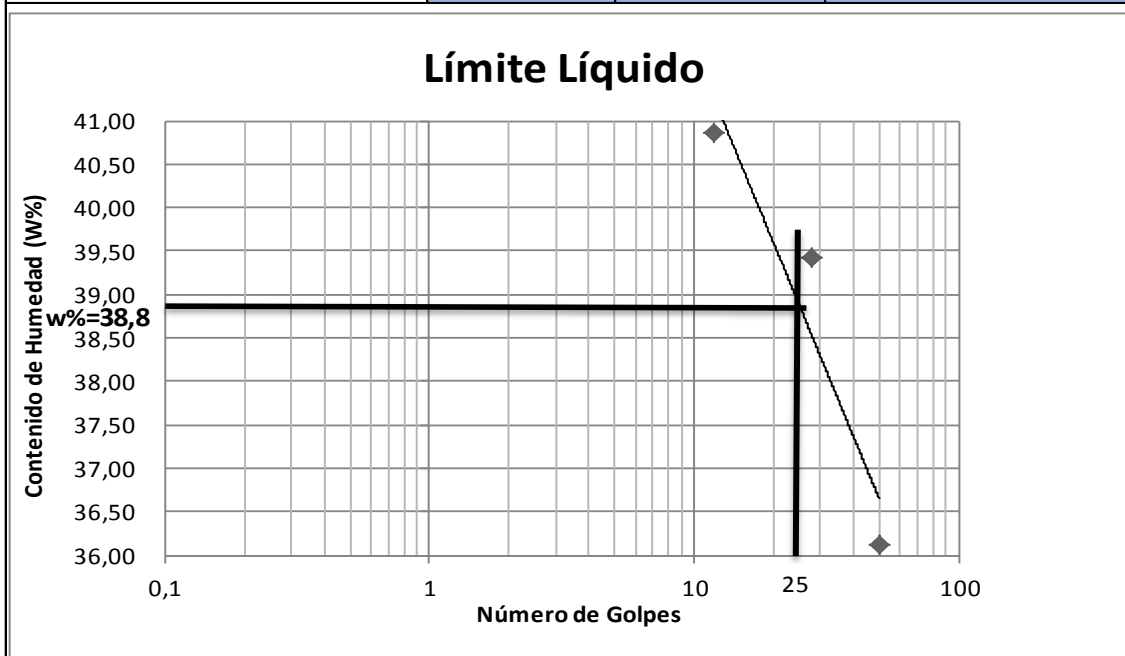
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**PROYECTO: Diseño de la Vía Constantino Fernández - Pinllo.**

**ABSCISA: Km 0+697**

**1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO**

	50		28		12	
<b>Recipiente Número</b>	9-F	1C	7-E	16-X	11-F	8E
<b>Peso húmedo + recipiente Wm+ rec</b>	24,52	20,62	25,52	23,12	25,66	21,12
<b>Peso seco + recipiente Ws + rec</b>	21,04	18,18	21,58	19,85	21,53	18,39
<b>Peso recipiente rec</b>	11,52	11,34	11,57	11,57	11,42	11,71
<b>peso del agua Ww</b>	3,48	2,44	3,94	3,27	4,13	2,73
<b>Peso de los sólidos WS</b>	9,52	6,84	10,01	8,28	10,11	6,68
<b>Contenido de humedad w%</b>	36,55	35,67	39,36	39,49	40,85	40,87
<b>Contenido de humedad prom. w%</b>	36,11		39,43		40,86	



**2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**

<b>Recipiente Número</b>	A-8	A-3	A-2	M3	A-5	3A	
<b>Peso húmedo + recipiente Wm+ rec</b>	6,07	6,11	5,46	6,61	5,69	6,52	
<b>Peso seco + recipiente Ws + rec</b>	5,68	5,69	5,2	6,35	5,38	6,3	
<b>Peso recipiente rec</b>	4,34	4,28	4,34	5,47	4,34	5,56	
<b>peso del agua Ww</b>	0,39	0,42	0,26	0,26	0,31	0,22	
<b>Peso de los sólidos WS</b>	1,34	1,41	0,86	0,88	1,04	0,74	
<b>Contenido de humedad w%</b>	29,10	29,79	30,23	29,55	29,81	29,73	
<b>Contenido de humedad prom. w%</b>	29,45		29,89		29,77		
<b>Límite líquido</b>	38,80		%				
<b>Límite plástico</b>	29,70		%				
<b>índice plástico</b>	9,10		%				

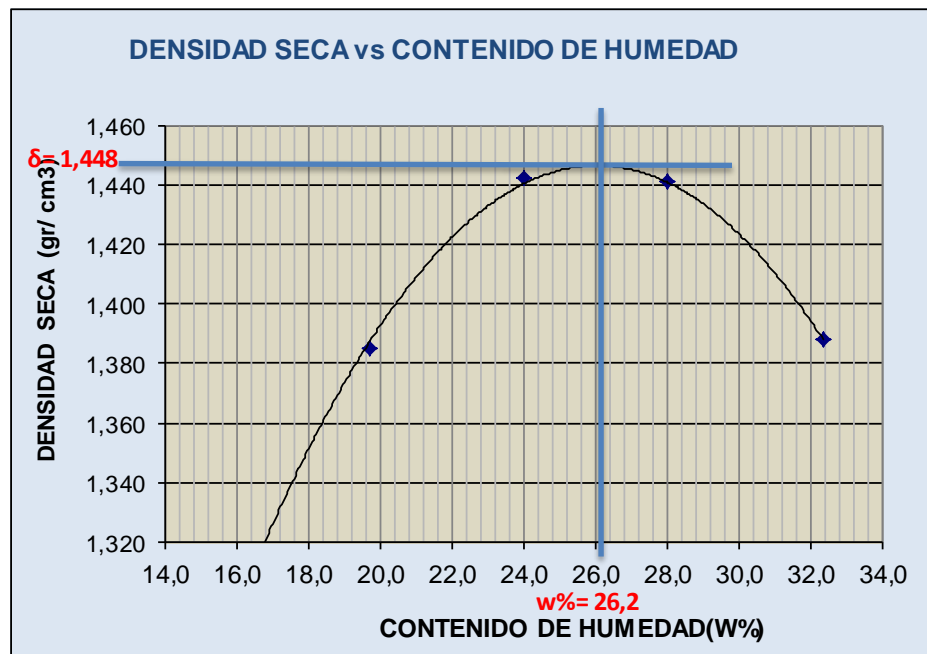
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**COMPACTACIÓN MÉTODO AASHTO MODIFICADO**

**PROYECTO:** Diseño de la Vía Constantino Fernández - Pinllo.  
**ABSCISA:** Km 0+697 **NORMA:** AASHTO T - 180

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO					
NÚMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO					
Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5198,4	5356,4	5478,8	5532	5525
Peso suelo húmedo	1407,4	1565,4	1687,8	1741	1734
Densidad Húmeda en gr/cm3	1,491	1,658	1,788	1,844	1,837

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	2-R	D-3	D-5	4-B	11-B	4-A	B-2	1-D	D-7	2-F
Peso húmedo + recipiente W <sub>m+rec</sub>	172,03	126	253,21	110,6	113,1	203	175,4	117,26	174,21	138,27
Peso seco + recipiente W <sub>s+rec</sub>	155,16	112,4	222,4	97,55	96,5	172,8	147,5	98,69	143,25	116,52
Peso del recipiente rec	45,04	27,45	65,85	31,55	26,89	47,15	47,11	33,02	47,08	49,54
Peso del agua W <sub>w</sub>	16,87	13,58	30,81	13,03	16,62	30,24	27,83	18,57	30,96	21,75
Peso suelo seco W <sub>s</sub>	110,12	84,95	156,55	66	69,6	125,6	100,4	65,67	96,17	66,98
Contenido humedad w%	15,3	16,0	19,7	19,7	23,9	24,1	27,7	28,3	32,2	32,5
Contenido humedad promedio w%	15,65		19,71		23,97		27,99		32,33	
Densidad Seca gd	1,289		1,385		1,442		1,441		1,388	



$\gamma$ máximo = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">1,448</span>	W óptimo % = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">26,2</span>
--	--

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL							
PROCTOR MODIFICADO - NORMA AASHTO:T-180							
PROYECTO: Diseño de la Vía Constantino Fernández - Pinllo.							
ABSCISA: Km 0+697				SUELO: CL			
ENSAYO CBR							
MOLDE #	4		5		6		
# DE CAPAS	5		5		5		
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11		
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	
	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL	
	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	
W <sub>m</sub> +MOLDE (gr)	12586,6	12715,4	12337,8	12587,6	12203,2	12553,4	
PESO MOLDE (gr)	8311,2	8311,2	8369,6	8369,6	8453,7	8453,7	
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4275,4	4404,2	3968,2	4218	3749,5	4099,7	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	2274	2274	2274	2274	2274	2274	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,880	1,937	1,745	1,855	1,649	1,803	
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,504	1,486	1,396	1,430	1,317	1,322	
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm <sup>3</sup> )	1,495		1,413		1,320		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
TARRO #		B-3	4-B	4-A	1-D	2-R	11-B
W <sub>m</sub> +TARRO (gr)		208,19	94,87	189,05	107,74	182,66	113,37
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)		174,93	80,12	160,69	90,63	154,98	90,32
PESO AGUA (gr)		33,26	14,75	28,36	17,11	27,68	23,05
PESO TARRO		41,99	31,55	47,16	33,02	45,09	26,9
PESO MUESTRA SECA (gr)		132,94	48,57	113,53	57,61	109,89	63,42
CONTENIDO DE HUMEDAD %		25,02	30,37	24,98	29,70	25,19	36,35
AGUA ABSORBIDA %			5,35		4,72		11,16

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO: Diseño de la Vía Constantino Fernández - Pinlo. ABSCISA: Km 0+697**

**C.B.R. PUNTUAL**

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

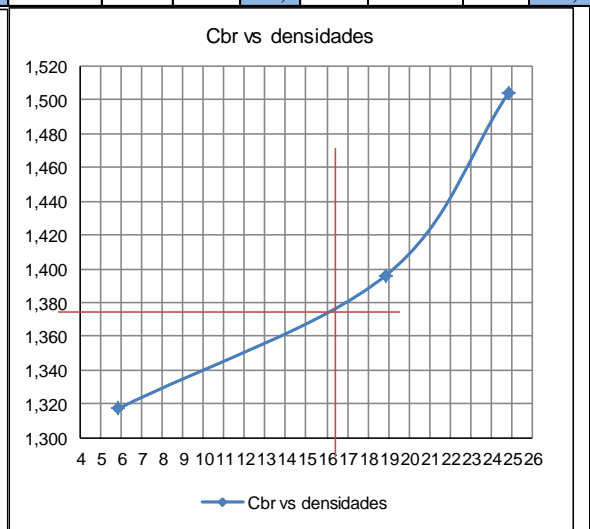
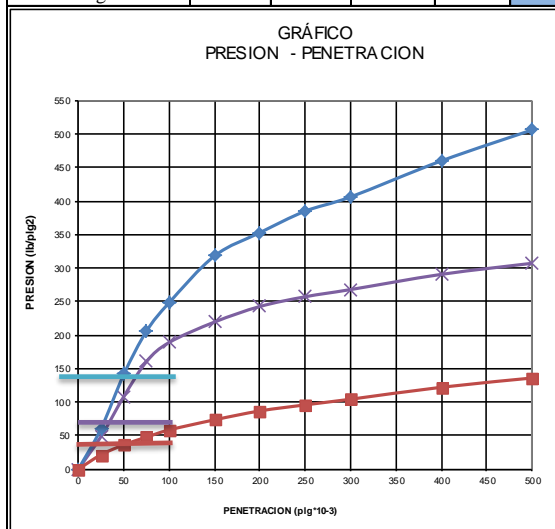
LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

MOLDE NÚMERO			4				5				6			
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
23-nov-15	15:10	0	0,11	5,00	0,00	0,00	0,05	5,00	0,00	0,00	0,12	5,00	0,00	0,00
24-nov-15	14:08	1	0,13		2,05	0,41	0,07		2,48	0,50	0,14		1,76	0,35
25-nov-15	14:45	2	0,14		3,27	0,65	0,10		4,96	0,99	0,16		3,84	0,77

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET.	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEIDA	CORG	LECT	LEIDA	CORG	LECT	LEIDA	CORG	LECT	LEIDA	CORG
		" 10-3	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	82,5	60,6			66,5	48,9			29,1	21,4		
1	0	50	192,6	141,5			147,4	108,3			49,2	36,1		
1	30	75	280,2	205,9			218,3	160,4			64,8	47,6		
2	0	100	338,2	248,5	248,5	25	257,3	189,0	189,0	18,9	79,4	58,3	58,3	5,8
3	0	150	433,2	318,3			298,8	219,5			100,0	73,5		
4	0	200	480,5	353,0			330,4	242,7			118,1	86,8		
5	0	250	524,2	385,1			350,2	257,3			130,4	95,8		
6	0	300	553,2	406,4			364,8	268,0			141,9	104,2		
8	0	400	626,4	460,2			395,7	290,7			166,2	122,1		
10	0	500	689,3	506,4			418,2	307,2			185,0	135,9		
CBR corregido						25				18,9				5,8



Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	1,448	gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>3</sup>	1,504	24,85 %	95% de DM	1,376	gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>4</sup>	1,396	18,90 %	<b>CBR PUNTUAL 16,20%</b>		
gr/cm <sup>5</sup>	1,317	5,83 %			

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

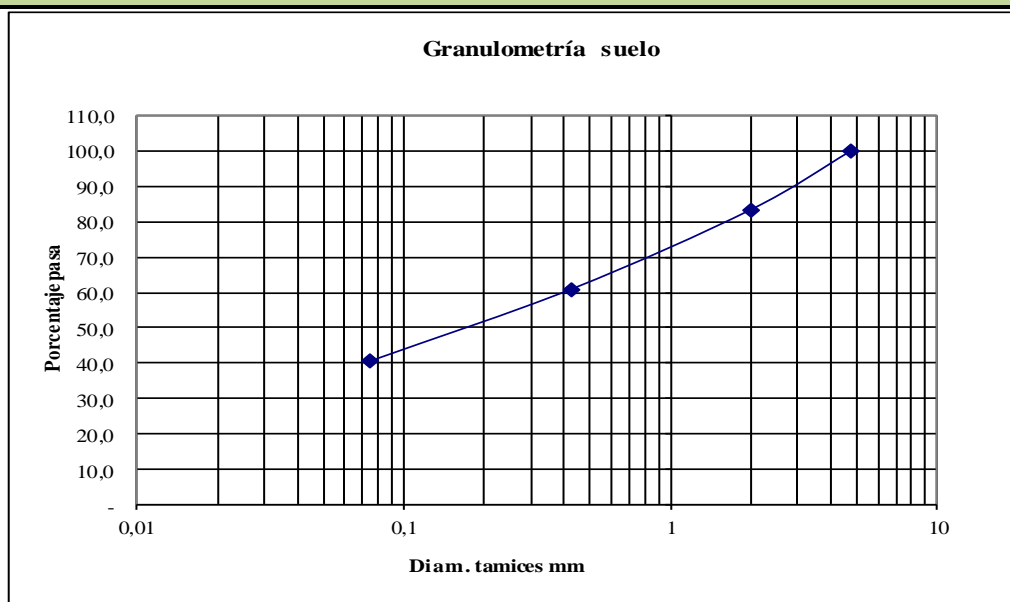
**PROYECTO: Diseño de la Vía Constantino Fernández - Pinlo.**

**ABS CISA: Km 1+410**

**1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO**

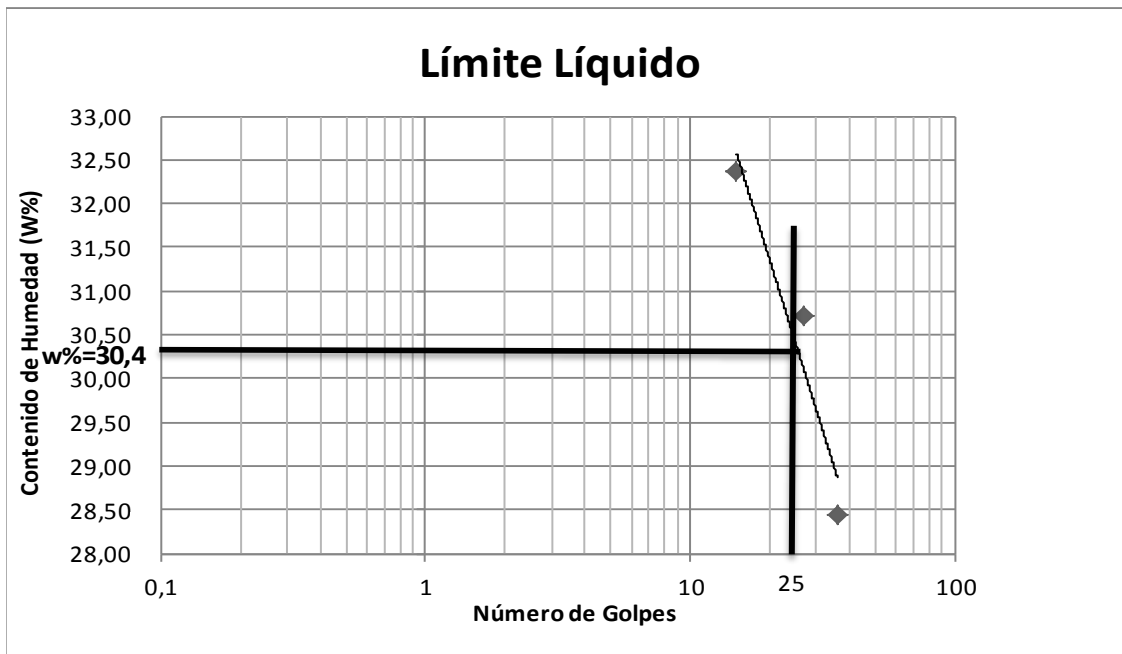
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	70,87	16,64	83,36
N 30	0,59			
N 40	0,425	166,39	39,06	60,94
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	253,39	59,48	40,52
PASA EL N 200		172,58	40,52	
<b>TOTAL</b>		<b>425,97</b>		
<b>PESO ANTES DEL LAVADO</b>	<b>425,97</b>	<b>PESO CUARTEO ANTES/LAVADO</b>		
<b>PESO DESPUÉS DE LAVADO</b>	<b>253,39</b>	<b>PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO</b>		
<b>TOTAL - DIFERENCIA</b>	<b>172,58</b>	<b>TOTAL</b>		

**2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**



Contenido de Humedad				PT SS	426,0
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
160,27	143,21	45,04	17,06	98,17	17,4
Clasificación SUCS				SM-SC (Arena Limo arcillosa).	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
PROYECTO: Diseño de la Vía Constantino Fernández - Pinllo.						
ABSCISA: Km 1+410						
1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO						
	36		27		15	
Recipiente Número	8-E	1C	11-F	16-X	12-F	X-1
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	26,87	20,44	26,52	22,85	23,67	20,99
Peso seco + recipiente Ws + rec	23,52	18,42	22,92	20,2	20,72	18,6
Peso recipiente rec	11,71	11,34	11,21	11,57	11,56	11,25
peso del agua Ww	3,35	2,02	3,6	2,65	2,95	2,39
Peso de los sólidos WS	11,81	7,08	11,71	8,63	9,16	7,35
Contenido de humedad w%	28,37	28,53	30,74	30,71	32,21	32,52
Contenido de humedad prom. w%	28,45		30,72		32,36	



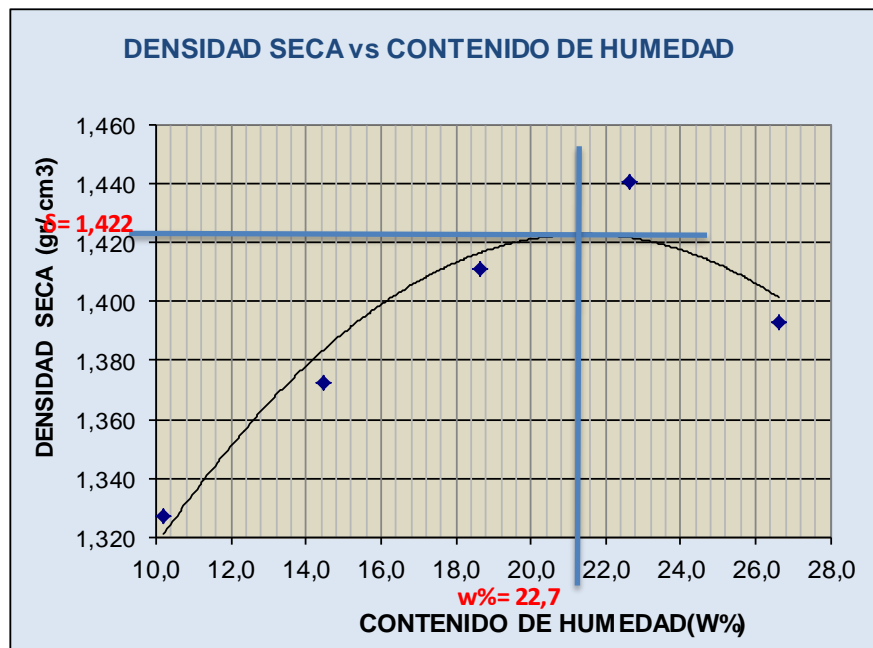
2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente Número	A-5	A-2	A-3	A-8	D-5	3A
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5,31	6,22	5,42	6,72	5,72	6,61
Peso seco + recipiente Ws + rec	5,12	5,85	5,2	6,26	5,44	6,41
Peso recipiente rec	4,34	4,34	4,28	4,34	4,28	5,56
peso del agua Ww	0,19	0,37	0,22	0,46	0,28	0,2
Peso de los sólidos WS	0,78	1,51	0,92	1,92	1,16	0,85
Contenido de humedad w%	24,36	24,50	23,91	23,96	24,14	23,53
Contenido de humedad prom. w%	24,43		23,94		23,83	
Límite líquido	30,40	%				
Límite plástico	24,07	%				
índice plástico	6,33	%				

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>	
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>COMPACTACIÓN MÉTODO AASHTO MODIFICADO</b>	
<b>PROYECTO: Diseño de la Vía Constantino Fernández - Pinllo.</b>	
<b>ABSCISA: Km 1+410</b>	<b>NORMA: AASHTO T - 180</b>

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO					
<b>NÚMERO DE GOLPES :</b>	<b>25</b>	<b>NÚMERO DE CAPAS :</b>	<b>5</b>	<b>PESO MARTILLO :</b>	<b>10 Lb</b>
<b>ALTURA DE CAÍDA :</b>	<b>18"</b>	<b>PESO MOLDE gr :</b>	<b>3791</b>	<b>VOLUMEN MOLDE cc :</b>	<b>944</b>

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)	5172,2	5274,2	5371,5	5458,2	5455,6
Peso suelo húmedo	1381,2	1483,2	1580,5	1667,2	1664,6
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1,463	1,571	1,674	1,766	1,763

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	C-5	1-D	B-2	D-7	2-F	B-1	4-B	2-R	6-T	4-A
Peso húmedo + recipiente W <sub>m+rec</sub>	130,21	118,2	178,36	116,2	120,7	222,1	210,2	190,67	168,52	130,67
Peso seco + recipiente W <sub>s+rec</sub>	122,52	110,4	161,67	107,5	109,5	194,2	177,2	163,85	143,01	113,07
Peso del recipiente rec	48,37	33,01	47,11	47,08	49,54	44,9	31,56	45,04	46,75	47,17
Peso del agua W <sub>w</sub>	7,69	7,79	16,69	8,69	11,15	27,9	33	26,82	25,51	17,6
Peso suelo seco W <sub>s</sub>	74,15	77,41	114,56	60,44	59,98	149,3	145,7	118,81	96,26	65,9
Contenido humedad w%	10,4	10,1	14,6	14,4	18,6	18,7	22,7	22,6	26,5	26,7
Contenido humedad promedio w%	10,22		14,47		18,64		22,62		26,60	
Densidad Seca gd	1,328		1,373		1,411		1,440		1,393	



Y máximo =	1,422	W óptimo % =	21,3
------------	-------	--------------	------

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL							
PROCTOR MODIFICADO - NORMA AASHTO:T-180							
PROYECTO: Diseño de la Vía Constantino Fernández - Pinllo.							
ABSCISA: Km 1+410				SUELO: SM-SC			
ENSAYO CBR							
MOLDE #	15		18		44		
# DE CAPAS	5		5		5		
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11		
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	
	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL	
	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	REMOJO	
W <sub>m</sub> +MOLDE (gr)	10117,6	10282,2	9901,2	10182,2	9396,2	9785,5	
PESO MOLDE (gr)	5864,5	5864,5	5965,5	5965,5	5775	5775	
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4253,1	4417,7	3935,7	4216,7	3621,2	4010,5	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	2274	2274	2274	2274	2274	2274	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,870	1,943	1,731	1,854	1,592	1,764	
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,545	1,526	1,422	1,408	1,316	1,332	
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm <sup>3</sup> )	1,536		1,415		1,324		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
TARRO #		6-T	1-T	4-A	4-B	B-1	1-D
W <sub>m</sub> +TARRO (gr)		200,62	125,65	210,22	118,52	180,67	124,15
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)		173,85	105,22	181,12	97,61	157,12	101,85
PESO AGUA (gr)		26,77	20,43	29,1	20,91	23,55	22,3
PESO TARRO		46,75	30,31	47,17	31,56	44,89	33,01
PESO MUESTRA SECA (gr)		127,1	74,91	133,95	66,05	112,23	68,84
CONTENIDO DE HUMEDAD %		21,06	27,27	21,72	31,66	20,98	32,39
AGUA ABSORBIDA %			6,21		9,93		11,41



**C.B.R. PUNTUAL**

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

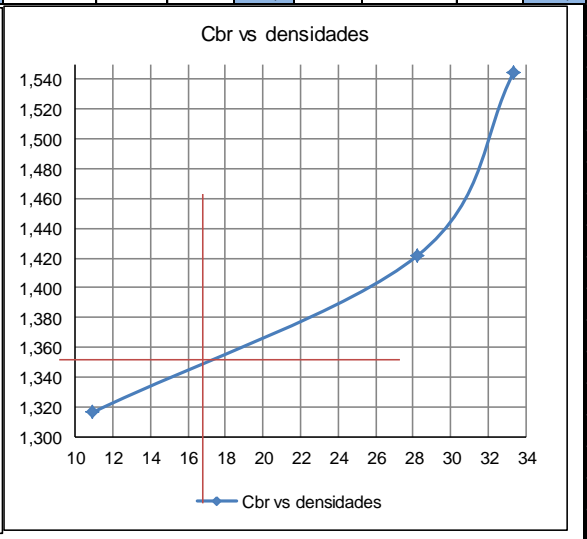
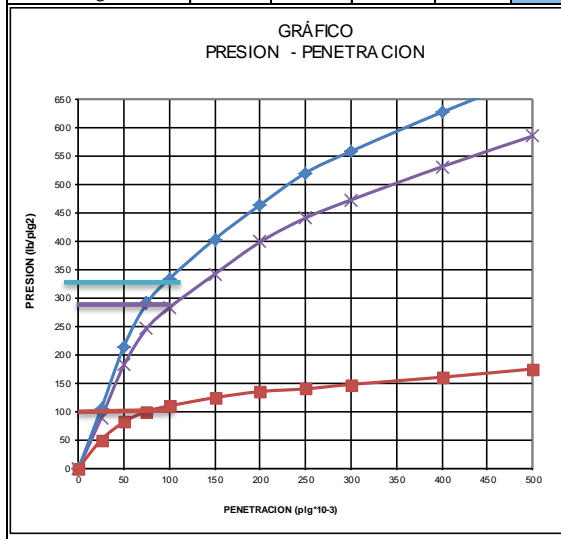
MOLDE NÚMERO			15				18				44			
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2			
24-nov-15	15:10	0	0,13	5,00	0,00	0,00	0,10	5,00	0,00	0,00	0,07	5,00	0,00	0,00
25-nov-15	14:08	1	0,14		0,94	0,19	0,11		1,00	0,20	0,08		1,40	0,28
26-nov-15	14:45	2	0,15		1,69	0,34	0,12		1,92	0,38	0,09		2,20	0,44

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb    ÁREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%
			DIAL	lb/plg2			DIAL	lb/plg2			DIAL	lb/plg2		
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	142,3	104,5			120,4	88,5			67,4	49,5		
1	0	50	291,8	214,4			246,9	181,4			110,2	81,0		
1	30	75	394,6	289,9			334,2	245,5			135,8	99,8		
2	0	100	454,1	333,6	333,6	<b>33</b>	384,6	282,6	282,6	<b>28,3</b>	148,9	109,4	<b>109,4</b>	<b>10,9</b>
3	0	150	549,2	403,5			465,2	341,8			168,7	123,9		
4	0	200	631,3	463,8			542,3	398,4			183,4	134,7		
5	0	250	707,9	520,1			599,8	440,7			189,9	139,5		
6	0	300	759,8	558,2			643,2	472,5			200,5	147,3		
8	0	400	853,6	627,1			722,8	531,0			217,8	160,0		
10	0	500	940,1	690,7			796,5	585,2			237,6	174,6		

CBR corregido **33** **28,3** **10,9**



Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	1,422	gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>3</sup>	1,545	33,36 %	95% de DM	1,351	gr/cm <sup>3</sup>
gr/cm <sup>4</sup>	1,422	28,26 %	<b>CBR PUNTUAL</b> <span style="float: right;"><b>17%</b></span>		
gr/cm <sup>5</sup>	1,316	10,94 %			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL							
PROYECTO: Diseño de la Vía Constantino Fernández - Pinlo.							
MUESTRA: Obtenida de Talud				ABSCISA: Cercana al Km 0+380			
ENSAYO DE COMPRESIÓN INCOFINADA							
Datos de la muestra:							
Díámetro (mm)	65	Area (cm <sup>2</sup> )	33,18	Altura (mm)	157		
Volumen cm <sup>3</sup>	520,98	Peso (gm)	898,5	P. Unit. Húmedo	1,725		
% Humedad	17,6	P. Unit seco	1,467	LRC.	1	Kg/div	
Lectura del deformimetro (pg*10-3)	Lectura carga (kg)	Deformación muestra Δ (mm)	Deformación unitaria ΔL/Lo*10 -2)	Area CF 1-c	Area corregida A' (cm).	Carga total sobre muestra (col *LRC)	Es fuerza sobre la muestra Kg/cm <sup>2</sup>
0	0	0,00	0,000	1,000	33,18	0	0
50,00	35,8	1,27	0,809	0,992	33,45	36	1,070
75,00	50,3	1,91	1,213	0,988	33,59	50	1,497
100,00	0	2,54	1,618	0,984	33,73	0	0,000
150,00	0	3,81	2,427	0,976	34,01	0	0,000

<b>Resistencia a la compresión incofinada <math>q_u =</math></b>	<b>1,497</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Cohesión = <math>q_u/2</math></b>	<b>0,75</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>

Contenido de Humedad					
P tarro+SH	P tarro+SS	P. Agua	P. Suelo Seco	P tarro	Conte. Hum. %
112,82	100,68	12,14	69,12	31,56	17,6

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL							
PROYECTO: Diseño de la Vía Constantino Fernández - Pinllo.							
MUESTRA: Obtenida de Talud				ABSCISA: Cercana al Km 1+180			
ENSAYO DE COMPRESIÓN INCOFINADA							
Datos de la muestra:							
Díámetro (mm)	65	Area (cm <sup>2</sup> )	31,34	Altura (mm)	154		
Volumen cm <sup>3</sup>	482,64	Peso (gm)	887,5	P. Unit. Húmedo	1,839		
% Humedad	18,4	P. Unit seco	1,553	LRC.	1	Kg/div	
Lectura del deformimetro (pg*10-3)	Lectura carga (kg)	Deformación muestra Δ (mm)	Deformación unitaria ΔL/Lo*10 -2)	Area CF 1-c	Area corregida A' (cm).	Carga total sobre muestra (col *LRC)	Esfuerzo sobre la muestra Kg/cm <sup>2</sup>
0	0	0,00	0,000	1,000	31,34	0	0
50,00	25,6	1,27	0,825	0,992	31,60	26	0,810
75,00	35,7	1,91	1,237	0,988	31,73	36	1,125
100,00	0	2,54	1,649	0,984	31,87	0	0,000
150,00	0	3,81	2,474	0,975	32,14	0	0,000

<b>Resistencia a la compresión incofinada qu =</b>	1,125	Kg/cm <sup>2</sup>
Cohesión = qu/2	0,56	Kg/cm <sup>2</sup>

Contenido de Humedad					
P tarro+SH	P tarro+SS	P. Agua	P. Suelo Seco	P tarro	Conte. Hum. %
109,65	97,14	12,51	68,02	29,12	18,4

# **ANEXO D**

**ABSCISADO CON SUS**

**DATOS DE CORTES Y**

**RELLENOS**

**NECESARIOS PARA LA**

**CONFORMACIÓN DE**

**LA CARRETERA**

**Abscisado con sus Respectivos Datos de Cortes y Rellenos Necesarios Para el  
Proyecto (cada 20m en tangentes y cada 10m en curvas)**

<b>ABSCISA</b>	<b>ÁREA DE CORTE</b>	<b>VOLUMEN DE CORTE</b>	<b>ÁREA DE RELLENO</b>	<b>VOLUMEN DE RELLENO</b>	<b>VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO</b>	<b>VOLUMEN DE RELLENO ACUMULADO</b>
0+020.000	3.54	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
0+040.000	3.27	68.07	0.22	2.61	68.07	2.61
0+050.000	3.53	32.76	0.75	5.18	100.84	7.79
0+060.000	4.48	38.06	0.13	4.79	138.90	12.58
0+080.000	4.75	91.06	0.04	1.75	229.95	14.33
0+090.000	3.22	40.25	1.00	5.08	270.20	19.41
0+100.000	8.60	61.32	0.53	6.82	331.52	26.23
0+120.000	4.96	136.17	0.00	5.22	467.69	31.45
0+140.000	3.16	81.05	0.16	1.66	548.74	33.12
0+150.000	3.20	31.27	0.50	3.42	580.01	36.54
0+160.000	2.68	28.90	6.22	34.56	608.91	71.10
0+180.000	3.05	57.38	3.17	93.97	666.30	165.06
0+200.000	3.86	69.30	0.05	32.08	735.59	197.14
0+210.000	2.04	29.79	0.28	1.57	765.39	198.71
0+220.000	1.76	19.20	0.03	1.46	784.58	200.17
0+240.000	0.00	17.67	5.20	52.23	802.25	252.40
0+260.000	0.11	1.05	2.56	77.64	803.30	330.04
0+280.000	1.51	16.41	6.59	89.75	819.71	419.79
0+300.000	8.80	103.08	7.45	140.44	922.79	560.24
0+310.000	7.26	75.51	6.24	73.86	998.30	634.10
0+320.000	1.17	39.19	5.64	63.01	1037.49	697.11
0+340.000	4.13	55.95	0.85	62.42	1093.45	759.53
0+360.000	7.05	113.13	2.58	33.75	1206.57	793.27
0+370.000	14.01	98.78	1.79	23.22	1305.35	816.49
0+380.000	18.48	200.63	0.41	9.19	1505.99	825.68
0+400.000	5.77	257.63	2.92	31.91	1763.62	857.58
0+420.000	2.19	89.75	20.76	203.65	1853.37	1061.24
0+430.000	0.00	11.60	51.70	339.68	1864.98	1400.91
0+440.000	1.30	7.29	2.80	236.76	1872.27	1637.67
0+460.000	4.84	61.34	0.20	30.08	1933.61	1667.75
0+480.000	6.18	110.19	0.27	4.69	2043.79	1672.44
0+490.000	2.43	42.63	2.42	13.58	2086.42	1686.02
0+500.000	0.30	13.49	7.02	47.62	2099.91	1733.64
0+520.000	1.18	14.79	5.56	125.82	2114.70	1859.46

<b>ABSCISA</b>	<b>ÁREA DE CORTE</b>	<b>VOLUMEN DE CORTE</b>	<b>ÁREA DE RELLENO</b>	<b>VOLUMEN DE RELLENO</b>	<b>VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO</b>	<b>VOLUMEN DE RELLENO ACUMULADO</b>
0+540.000	3.18	43.91	6.18	116.67	2158.61	1976.13
0+550.000	2.28	28.06	6.35	61.16	2186.67	2037.29
0+560.000	3.02	26.49	3.08	47.17	2213.16	2084.46
0+580.000	1.15	41.69	5.67	87.53	2254.85	2171.99
0+590.000	0.84	9.89	8.11	69.19	2264.74	2241.18
0+600.000	1.32	10.57	5.70	70.09	2275.31	2311.27
0+620.000	3.16	44.81	6.00	116.97	2320.12	2428.23
0+640.000	1.64	47.97	5.19	111.96	2368.09	2540.19
0+660.000	0.12	17.45	11.76	170.24	2385.54	2710.44
0+680.000	1.44	15.56	7.04	188.00	2401.10	2898.44
0+690.000	2.78	20.77	3.64	53.94	2421.87	2952.38
0+700.000	4.32	35.02	2.22	29.62	2456.89	2982.00
0+710.000	6.88	55.32	0.65	14.51	2512.21	2996.51
0+720.000	8.82	78.50	0.03	3.38	2590.71	2999.89
0+740.000	8.47	172.87	0.05	0.75	2763.59	3000.64
0+760.000	0.00	85.07	46.86	468.53	2848.66	3469.17
0+780.000	0.18	1.78	2.80	496.52	2850.44	3965.69
0+790.000	3.44	17.98	0.21	15.11	2868.42	3980.79
0+800.000	3.14	31.44	0.32	2.89	2899.86	3983.68
0+810.000	1.56	22.34	0.58	4.79	2922.19	3988.47
0+820.000	0.37	9.03	1.51	10.90	2931.23	3999.37
0+840.000	0.00	3.60	2.95	44.88	2934.83	4044.25
0+860.000	0.00	0.00	4.59	76.75	2934.83	4121.00
0+870.000	0.00	0.03	1.46	31.33	2934.86	4152.33
0+880.000	0.74	3.91	0.09	7.95	2938.77	4160.28
0+890.000	2.56	16.99	0.04	0.56	2955.76	4160.84
0+900.000	5.92	42.55	0.00	0.21	2998.31	4161.05
0+920.000	7.08	130.00	0.00	0.00	3128.31	4161.05
0+940.000	7.11	141.83	0.00	0.00	3270.14	4161.05
0+960.000	2.62	97.26	0.19	1.90	3367.40	4162.95
0+970.000	0.00	12.91	3.70	19.67	3380.31	4182.62
0+980.000	6.21	30.69	0.00	19.08	3411.00	4201.71
0+990.000	9.02	75.29	0.00	0.00	3486.28	4201.71
1+000.000	10.95	99.33	0.00	0.00	3585.62	4201.71
1+010.000	14.11	124.89	0.00	0.00	3710.51	4201.71
1+020.000	16.22	151.99	0.00	0.00	3862.50	4201.71
1+040.000	16.36	325.88	0.00	0.00	4188.38	4201.71
1+050.000	17.38	169.84	0.00	0.00	4358.23	4201.71
1+060.000	19.42	186.44	0.00	0.00	4544.66	4201.71
1+070.000	22.33	214.10	0.00	0.00	4758.76	4201.71
1+080.000	20.83	216.29	0.00	0.00	4975.05	4201.71
1+110.000	3.04	358.63	8.78	131.57	5333.68	4333.28
1+130.000	6.77	98.40	0.02	87.92	5432.08	4421.20

ABSCISA	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE CORTE	ÁREA DE RELLENO	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO	VOLUMEN DE RELLENO ACUMULADO
1+140.000	4.36	55.90	0.07	0.46	5487.98	4421.66
1+150.000	3.41	37.13	0.26	1.75	5525.11	4423.41
1+160.000	5.22	40.71	0.03	1.61	5565.81	4425.02
1+180.000	17.62	228.03	0.00	0.34	5793.85	4425.36
1+200.000	22.16	397.82	0.00	0.00	6191.67	4425.36
1+220.000	22.69	448.47	0.00	0.00	6640.13	4425.36
1+240.000	15.83	385.15	0.00	0.00	7025.28	4425.36
1+260.000	8.16	239.87	0.00	0.00	7265.15	4425.36
1+280.000	0.23	83.87	3.01	30.14	7349.02	4455.50
1+300.000	0.00	2.27	23.33	263.49	7351.29	4718.99
1+320.000	0.00	0.00	19.89	432.24	7351.29	5151.23
1+340.000	0.00	0.00	12.12	320.06	7351.29	5471.29
1+360.000	0.00	0.00	15.53	276.52	7351.29	5747.81
1+370.000	0.00	0.00	12.60	141.31	7351.29	5889.12
1+380.000	0.00	0.00	6.76	99.25	7351.29	5988.37
1+390.000	0.08	0.48	0.72	38.55	7351.77	6026.91
1+400.000	2.90	16.68	0.07	3.83	7368.45	6030.75
1+420.000	7.04	101.08	0.82	8.45	7469.53	6039.19
1+430.000	2.12	41.27	0.33	7.02	7510.80	6046.22
1+440.000	5.66	37.38	0.00	1.91	7548.18	6048.13
1+450.000	6.20	57.54	0.00	0.00	7605.72	6048.14
1+460.000	6.05	61.14	0.00	0.02	7666.86	6048.16
1+480.000	1.69	77.35	0.28	2.86	7744.21	6051.02
1+500.000	0.49	21.82	0.16	4.49	7766.03	6055.51

Fuente: Autor

# **ANEXO E**

## **TABLAS NECESARIAS PARA EL DISEÑO DEL PROYECTO**



**Anexo E-1.- Valores del Peso Específico del Suelo según su tipo**

DESCRIPCIÓN	PESO ESPECÍFICO g/cm <sup>3</sup>
Arena Limpia y Uniforme	1,33-1,89
Arena Limosa	1,39-2,03
Arena Micásea	1,22-1,92
Limo Orgánico	1,28-1,89
Arena Limosa y Grava	1,42-2,34
Arena Fina a Gruesa	1,36-2,21

Fuente: Univ. Francisco de Paula de Santander, Facultad de Ingeniería Tecnológica en Obras Civiles; *Relación Volumétrica y Gravimétrica de los Suelos*, Cucuta, 2008.

**Anexo E-2.- Valores del ángulo de fricción interna según el tipo de suelo y su consistencia**

TIPO DE SUELO	Consistencia	Ángulo de Fricción Interna
Arena Gruesa o Arena Grava	Compacto	40
	Suelto	35
Arena Media	Compacto	40
	Suelto	30
Arena Limosa o fina o limo Arenoso	Compacto	30
	Suelto	25
Limo Uniforme	Compacto	30
	Suelto	25
Arcilla-Limo	Suave a Mediana	20
Arcilla-Limosa	Suave a Mediana	15
Arcilla	Suave a Mediana	0-10

Fuente: M. Braja, *Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica*, Sacramento, California,

### Anexo E-3.- Precipitaciones Mensual del Cantón Ambato del año 2014

Parámetro	Precipitación Acumulada Mensual(mm)												Acumu- lación Anual	Núm. Días con lluvia
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.		
Estación														
Cantón Ambato														
Chiquiurcu	98,80	43,40	149,80	78,10	113,20	167,10	84,50	121,80	53,20	71,20	84,30	71,40	1136,80	193
Cunchibamba	40,80	7,60	81,70	34,60	71,60	42,40	12,20	22,80	40,10	35,30	61,80	46,90	497,80	97
Aeropuerto	77,00	14,00	1,30	6,70	200,30	189,70	178,90	162,50	105,90	219,20	146,35	68,30	1370,15	196
Calamaca	65,80	17,00	109,00	57,20	77,50	94,70	78,07	62,02	33,99	49,31	48,33	33,10	726,02	176
Mula Corral	86,00	38,80	116,20	69,90	113,90	138,90	113,60	91,10	53,80	55,00	72,90	67,40	1017,50	187
Quisapincha	125,10	28,05	90,30	75,06	117,90	111,70	69,00	66,40	48,10	73,00	83,20	44,80	932,61	179
Pucará Alto	49,45	36,40	78,40	68,50	82,50	82,00	16,00	66,80	46,30	66,20	50,50	32,50	675,55	167
Pilahuín INAMHI	67,30	22,70	87,60	63,30	78,70	98,10	34,50	72,90	50,70	47,30	24,90	125,40	773,40	156
Cantón Píllaro														
Pisayambo	122,40	43,40	165,00	145,70	179,80	251,80	169,20	160,90	98,20	92,10	73,20	100,50	1602,20	252
Col. Álvarez	45,20	12,20	79,80	39,30	75,20	59,60	17,30	33,10	36,80	40,30	59,90	37,80	536,50	119
Tasinteo	148,70	12,00	109,20	74,80	116,90	107,00	59,80	68,00	50,80	79,00	70,10	51,20	947,50	182
Cantón Patate														
Sucre	64,70	26,20	92,50	86,90	101,60	162,70	99,10	106,40	65,90	67,70	46,20	58,70	978,60	169
Guadalupe	30,30	22,80	49,10	58,80	143,40	129,40	92,20	68,40	43,30	53,90	8,20	16,80	716,60	141
Col. Araujo INAMHI	33,40	19,30	54,90	45,70	79,50	94,50	31,90	58,90	45,70	50,70	23,10	16,10	553,70	106

Fuente: Red Hidrometeorológica de Tungurahua, *Anuario Meteorológico*, Gobierno Provincial de Tungurahua, 2014.

### Anexo E-4.- Velocidades de Diseño Según el Tipo de Terreno

VELOCIDAD DE DISEÑO EN Km/h											
BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES							
(RELIEVE LLANO)				(RELIEVE ONDULADO)				(RELIEVE MONTAÑOSO)			
Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta
120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”; MTOP-001-F-2003

**Anexo E-5.- Distancia de Visibilidad Mínima para Parada de un Vehículo**

Velocidad de Diseño Kph	Velocidad de Circulación Kph	Percepción mas reacción para frenaje		Coeficiente de Fricción Longitudinal	Distancia de Frenaje, Gradiente cero	Distancia de Visibilidad para Parada	
		Tiempo (seg)	Distancia (m)			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	20	2,5	13,89	0,47	3,36	17,25	20
25	24	2,5	16,67	0,44	5,12	21,78	25
30	28	2,5	19,44	0,42	7,29	26,76	30
35	33	2,5	22,92	0,4	10,64	33,56	35
40	37	2,5	25,69	0,39	13,85	39,54	40
45	42	2,5	29,17	0,37	18,53	47,7	50
50	46	2,5	31,94	0,36	22,85	54,79	60
60	55	2,5	38,19	0,35	34,46	72,65	70
70	63	2,5	43,75	0,33	47,09	90,84	90
80	71	2,5	49,31	0,32	62	111,3	110
90	79	2,5	54,86	0,31	79,25	134,11	135
100	86	2,5	59,72	0,3	96,34	156,06	160
110	92	2,5	63,89	0,3	112,51	176,4	180
120	100	2,5	71,53	0,29	145,88	217,41	220

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”; MTOP-001-F-2003

**Anexo E-6.- Distancia Mínima de Rebasamiento**

Velocidad de Diseño (Kph)	Velocidades de los Vehículos (Kph)		Distancia Mínima de Rebasamiento (m)	
	Rebasado	Rebasante	Calculada	Recomendada
25	24	40	-	80
30	28	44	-	110
35	33	49	-	130
40	35	51	268	150
45	39	55	307	180
50	43	59	345	210
60	50	66	412	290
70	58	74	488	380
80	66	82	563	480
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830
120	94	110	831	830

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”; MTOP-001-F-2003

### Anexo E-7.- Capacidad de Carga para Varillas y Barras Roscadas

d (mm)	d <sub>0</sub> (mm)	h <sub>0</sub> = h <sub>ef</sub> (mm)	Distancias características		h <sub>min</sub> (mm)	Torque máx. T <sub>inst</sub> (N-m)	Carga a tensión admisible* (N <sub>RD</sub> ) para concreto f'c = 200 kg/cm <sup>2</sup> (kN) [kg]
			Al borde C <sub>cr,N</sub> (mm)	Entre anclas S <sub>cr,N</sub> (mm)			
8	10	64	64	128	100	10	7.4 [ 750 ]
		80	80	160	110		9.5 [ 970 ]
		96	96	192	125		11.6 [ 1180 ]
10	12	80	80	160	110	20	11.6 [ 1180 ]
		90	90	180	120		13.4 [ 1370 ]
		120	120	240	150		18.5 [ 1890 ]
12	14	96	96	192	125	40	18.5 [ 1890 ]
		110	110	220	140		21.3 [ 2170 ]
		144	144	288	175		27.8 [ 2830 ]
16	18	128	128	256	160	80	27.8 [ 2830 ]
		192	192	384	225		44 [ 4490 ]
20	24	160	160	320	200	150	34.7 [ 3540 ]
		170	170	340	220		37 [ 3770 ]
		240	240	480	280		53.2 [ 5420 ]
24	28	192	192	384	240	200	53.2 [ 5420 ]
		210	210	420	270		57.9 [ 5900 ]
		288	288	576	335		78.7 [ 8020 ]

Fuente: SIKA ANCHOR FIX, *Adhesivo Epóxico de alto módulo y resistencia, especial para anclajes*, Hoja Técnica, Ed. 1608201101.

**Anexo E-8.- Resistencia al Corte de Varillas Roscadas en Acero al Carbón Hilti HAS y de Acuerdo a ACI 318 apéndice D**

Diámetro de Anclaje in. (mm)	HAS-E ISO 898 Clase 5.8 <sup>4</sup>			HAS-Super ASTM A193 B7 <sup>5</sup>			HIT-Z AISI 1038 o 18MnV5 <sup>4</sup>		
	Tensión <sup>1</sup> $\Phi N_{sa}$ lb (kN)	Corte <sup>2</sup> $\Phi V_{sa}$ lb (kN)	Corte por Sismo <sup>3</sup> $\Phi V_{sa,eq}$ lb (kN)	Tensión <sup>1</sup> $\Phi N_{sa}$ lb (kN)	Corte <sup>2</sup> $\Phi V_{sa}$ lb (kN)	Corte por Sismo <sup>3</sup> $\Phi V_{sa,eq}$ lb (kN)	Tensión <sup>1</sup> $\Phi N_{sa}$ lb (kN)	Corte <sup>5</sup> $\Phi V_{sa}$ lb (kN)	Corte por Sismo <sup>3</sup> $\Phi V_{sa,eq}$ lb (kN)
3/8 (9.5)	3,655 (16.3)	1,685 (7.5)	1,180 (5.2)	7,265 (32.3)	3,150 (14.0)	2,205 (9.8)	4,750 (21.1)	1,930 (8.6)	1,930 (8.6)
1/2 (12.7)	6,690 (29.8)	3,705 (16.5)	2,595 (11.5)	13,300 (59.2)	6,915 (30.8)	4,840 (21.5)	8,685 (38.6)	3,530 (15.7)	2,295 (10.2)
5/8 (15.9)	10,650 (47.4)	5,900 (26.2)	4,130 (18.4)	21,190 (94.3)	11,020 (49.0)	7,715 (34.3)	13,840 (61.6)	5,625 (25.0)	3,655 (16.3)
3/4 (19.1)	15,765 (70.1)	8,730 (38.8)	6,110 (27.2)	31,360 (139.5)	16,305 (72.5)	11,415 (50.8)	20,480 (91.1)	8,310 (37.0)	5,400 (24.0)
7/8 (22.2)	21,755 (96.8)	12,050 (53.6)	8,435 (37.5)	43,285 (192.5)	22,505 (100.1)	15,755 (70.1)	- -	- -	- -
1 (25.4)	28,540 (127.0)	15,805 (70.3)	11,065 (49.2)	56,785 (252.6)	29,525 (131.3)	20,670 (91.9)	- -	- -	- -
1-1/4 (31.8)	45,670 (203.1)	25,295 (112.5)	17,705 (78.8)	90,850 (404.1)	47,240 (210.1)	33,070 (147.1)	- -	- -	- -

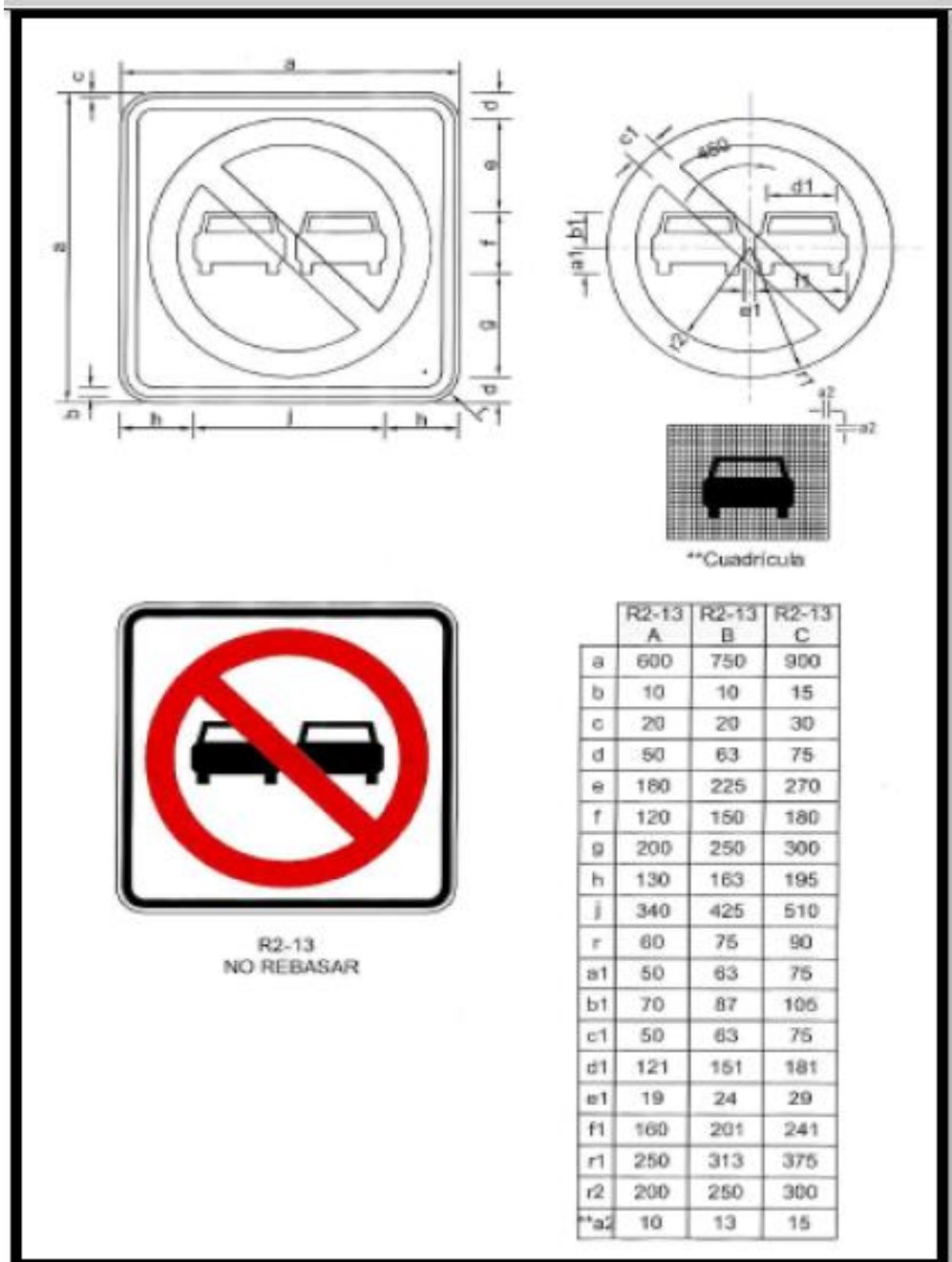
Fuente: HILTI, *Varillas Hilti, Especificaciones e Información Técnica*, Varillas de Anclaje

# **ANEXO F**

## **SEÑALES DE TRÁNSITO NECESARIAS PARA EL PROYECTO**

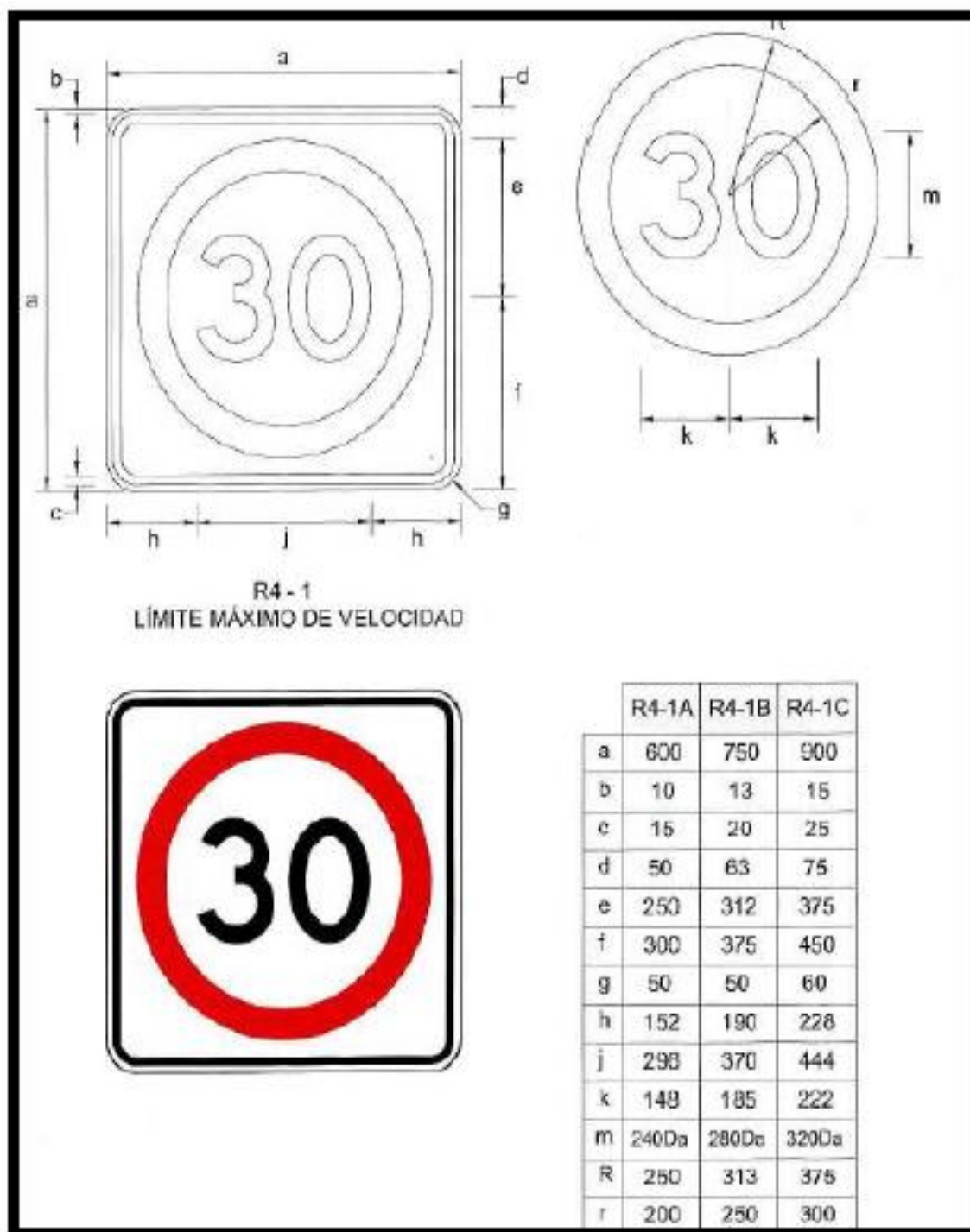


Anexo F-1.- No rebasar (R2-13)



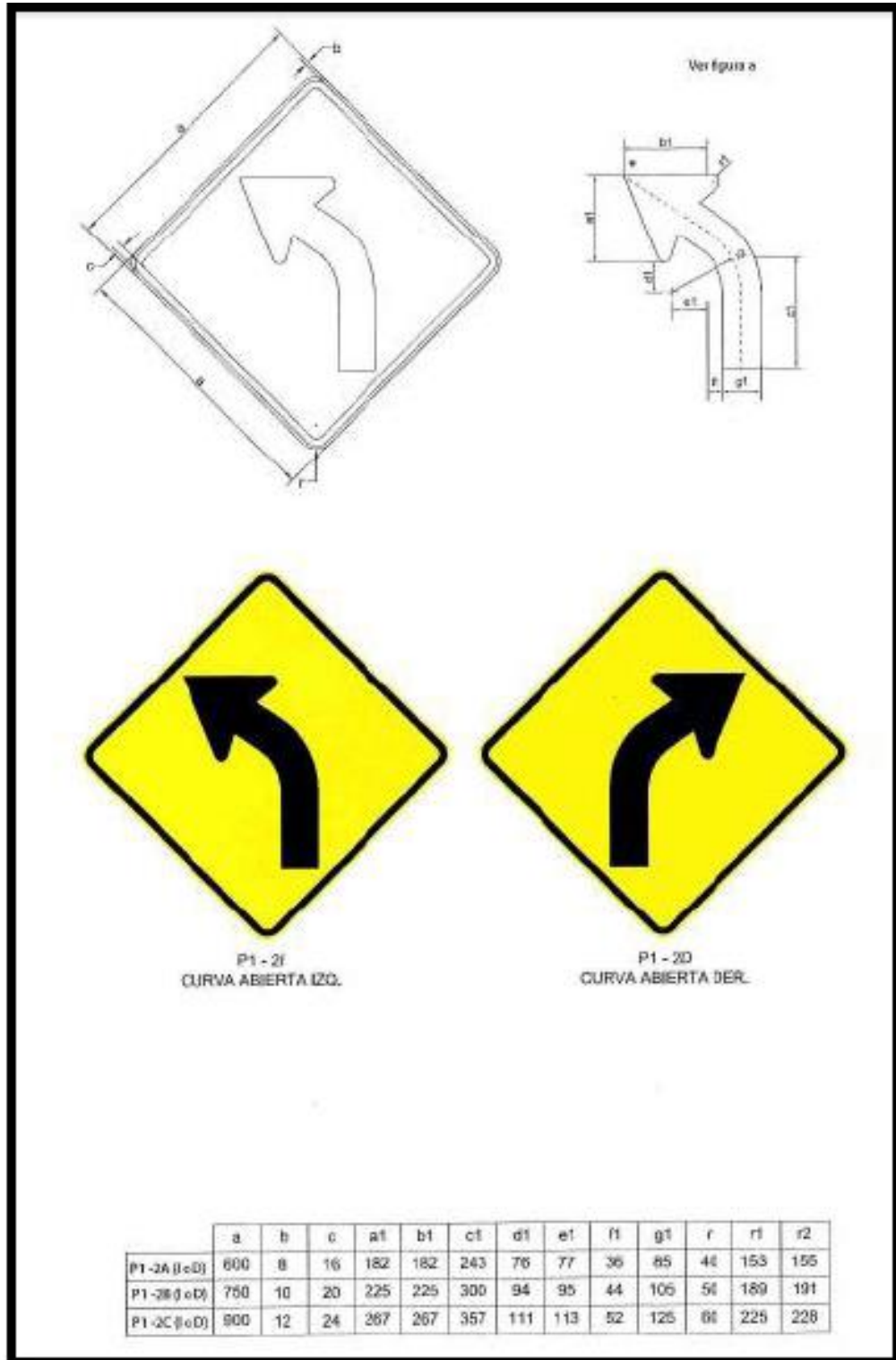
Fuente: RTE INEN 004-2-2011

Anexo F-2.- Límite máximo de Velocidad (R4-1)

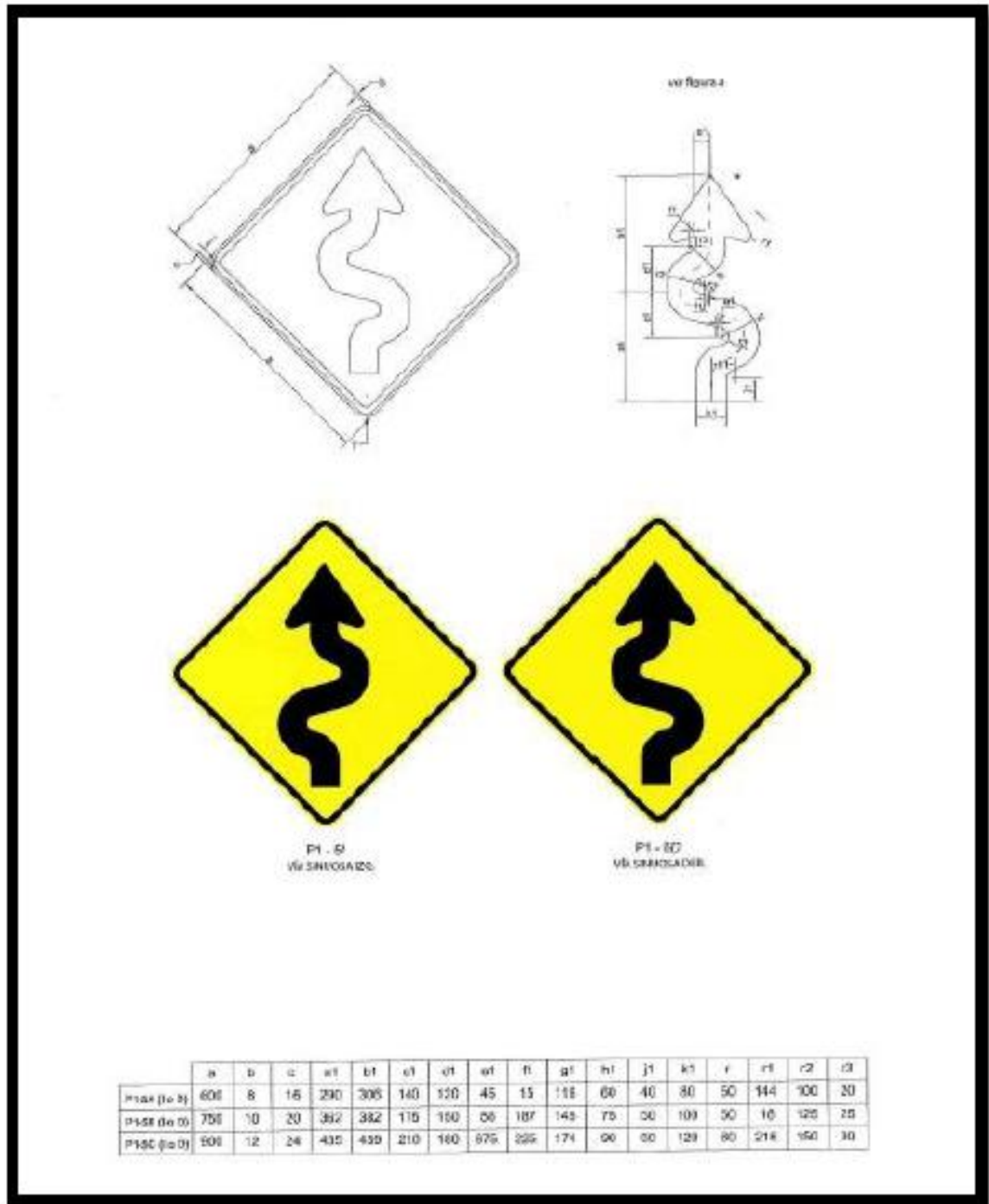


Fuente: RTE INEN 004-2-2011

Anexo F-3.- Curva abierta izquierda (P1 – 2I) derecha (P1 – 2D).

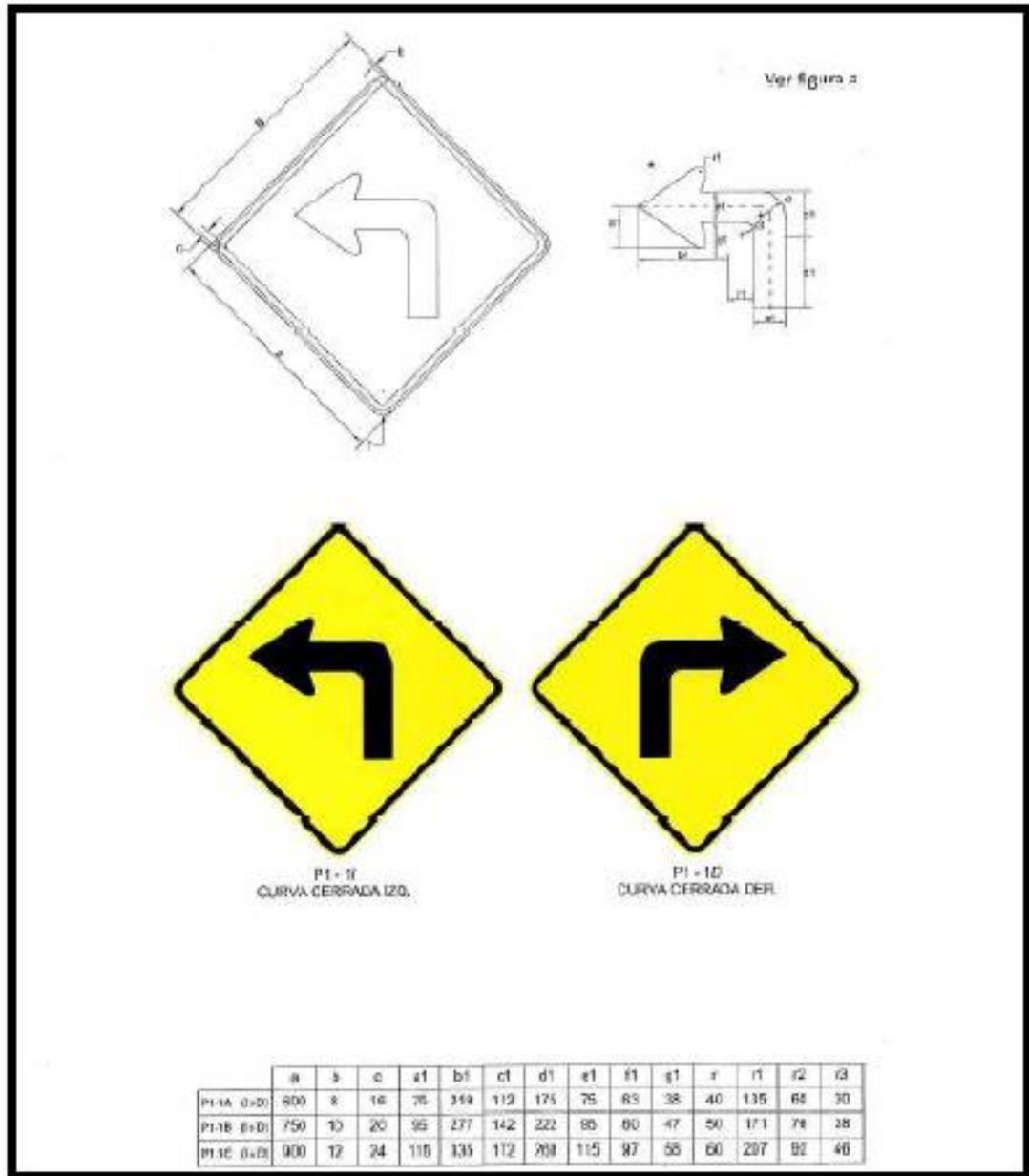


Anexo F-4.- Vía Sinuosa primera izquierda (P1-5I) – primera derecha (P1-5D).



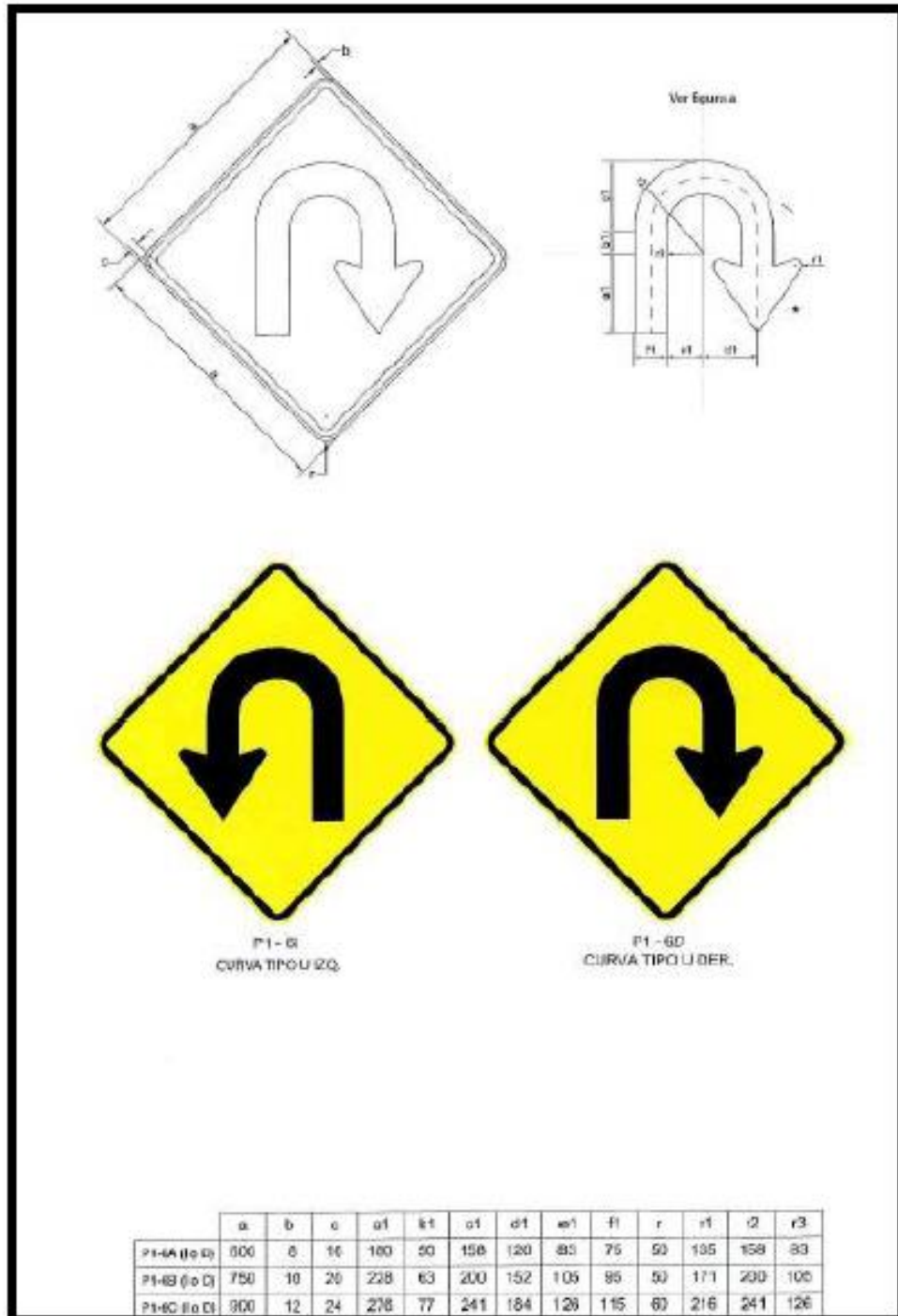
Fuente: RTE INEN 004-2-2011

Anexo F-5.- Curva Cerrada izquierda (P1-1I), derecha (P1-1D).



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

Anexo F-6.- Curva tipo U izquierda (P1-61) – derecha (p1-6D).



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

### Anexo F-7.- Bifurcación en Y (P2-7A)



P2-7

Código	Dimensiones (mm)
P2-7A	600 x 600
P2-7B	750 x 750
P2-7C	900 x 900

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

### Anexo F-8.- Descenso pronunciado (P6-4A)



P6-4/

Código No.	Dimensiones (mm)
P6-4A	600 x 600
P6-4B	750 x 750
P6-4C	900 x 900

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

### Anexo F-9.- Ascenso Pronunciado (P6-5A)



Código No.	Dimensiones (mm)
P6-5A	600 x 600
P6-5B	750 x 750
P6-5C	900 x 900

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

**Anexo F-10.- Señal de salida (I1-5cA) y dimensiones de leyendas**



Código No.	Dimensión (mm)
I1-5c3 A	*
I1-5c3 B	

VELOCIDAD EN km/h	DISTANCIA DE LEGIBILIDAD APROXIMADA (m)	ALTURA DE LETRAS SEGÚN LAS SIGUIENTES SERIES ( cm )				
		SEÑALES A NIVEL			SEÑALES ELEVADAS	
		D	E	F	E	Minúsculas
<60	50	10	7,5	7,5	15	10
	75	12,5	10	10	20	13,3
60 ~80	85	15	12,5	12,5	25	16,7
	100	20	15	15	35	23,3
>80	110	20	15	15	40	26,7
	140	25	20	20	50	33,3

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

Notas:

- Las dimensiones de las letras serán de 7,5cm
- El contenido de la señal será: (Angamarquillo SALIDA y Constantino Fernández SALIDA)



# **ANEXO G**

## **ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 1				Hoja 1 de 25		
Desbroce, Desbosque y Limpieza				Unidad	Ha	
DETALLE						
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Excavadora sobre Oruga	1,00	40,00	40,00	6,67	266,80	
Motosierra 7HP	1,00	3,00	3,00	6,67	20,01	
Herramienta Menor 5% m.o.					3,41	
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL M</b>	290,22
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Operador	1,00	3,66	3,66	6,67	24,41	
Ayudante de Maquinaria	1,00	3,30	3,30	6,67	22,01	
Peón	1,00	3,26	3,26	6,67	21,74	
<b>MATERIALES</b>					<b>SUBTOTAL N</b>	68,16
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
<b>TRANSPORTE</b>					<b>SUBTOTAL O</b>	0,00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00	
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)				358,38	
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 22,00%				78,84	
	OTROS ESPECÍFICOS %				0,00	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				437,22	
	VALOR PROPUESTO				437,22	
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 2					Hoja 2 de 25
Relanteo y Nivelación de la Vía					Unidad
DETALLE					Km
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Equipos Topográficos	1,00	20,00	20,00	13,33	266,60
Herramienta Menor 5% m.o.					9,04
MANO DE OBRA					275,64
SUBTOTAL M					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO DÍA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Topógrafo 2	1,00	3,66	3,66	13,33	48,79
Cadenero	3,00	3,30	9,90	13,33	131,97
MATERIALES					180,76
SUBTOTAL N					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
Estacas de Madera	u	80,00	0,25	20,00	
Pintura Esmalte	gl	0,20	16,00	3,20	
Mojones de Hormigón	u	2,00	4,50	9,00	
TRANSPORTE					32,20
SUBTOTAL O					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0,00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)				488,60
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 22,00%				107,49
	OTROS ESPECÍFICOS %				0,00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				596,09
	VALOR PROPUESTO				596,09
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinlo; quebrada Shahuanshi.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 3					Hoja 3 de 25
Excavación Sin Clasificar; incluye conformación y compactación de subrasante					Unidad
DETALLE					m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Excavadora sobre orugas	1,00	40,00	40,00	0,013	0,52
Motoniveladora	1,00	40,00	40,00	0,013	0,52
Rodillo Liso Vibratorio	1,00	28,00	28,00	0,013	0,36
Camión Cisterna	1,00	23,00	23,00	0,013	0,30
Volqueta 8m <sup>3</sup>	2,00	25,00	50,00	0,013	0,65
Herramienta Menor 5% m.o.					0,02
MANO DE OBRA					SUBTOTAL M
					2,37
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO DÍA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Operador 1	2,00	3,66	7,32	0,013	0,10
Operador 2	1,00	3,39	3,39	0,013	0,04
Ayudante de Maquinaria	1,00	3,30	3,30	0,013	0,04
Chofer Volquetas	2,00	4,79	9,58	0,013	0,12
MATERIALES					SUBTOTAL N
					0,30
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
Agua	m3	0,20	3,00	0,60	
TRANSPORTE					SUBTOTAL O
					0,60
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					3,27
INDIRECTOS Y UTILIDADES					22,00%
OTROS ESPECÍFICOS					%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,99
VALOR PROPUESTO					3,99
ELABORADO POR:			Ambato-Marzo		
Angel Javier Campos Villafuerte			2016		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinlo; quebrada Shahuanshi.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 4					Hoja 4 de 25
Excavación para cunetas y encauzamiento					Unidad
DETALLE					m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Retroexcavadora	1,00	25,00	25,00	0,114	2,85
Volqueta 8m <sup>3</sup>	1,00	25,00	25,00	0,114	2,85
Herramienta Menor 5% m.o.					0,07
MANO DE OBRA					SUBTOTAL M
					5,77
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO DÍA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Operador 1	1,00	3,66	3,66	0,114	0,42
Ayudante de Maquinaria	1,00	3,30	3,30	0,114	0,38
Chofer Volquetas	1,00	4,79	4,79	0,114	0,55
MATERIALES					SUBTOTAL N
					1,35
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
TRANSPORTE					SUBTOTAL O
					0,00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0,00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)				7,12
	INDIRECTOS Y UTILIDADES				22,00%
	OTROS ESPECÍFICOS				%
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				8,69
	VALOR PROPUESTO				8,69
ELABORADO POR:			Ambato-Marzo		
Angel Javier Campos Villafuerte			2016		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 5				Hoja 5 de 25		
Excavación y Relleno de Estructuras Menores				Unidad	m3	
DETALLE						
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Retroexcavadora	1,00	25,00	25,00	0,04	1,00	
Compactador Manual	1,00	2,75	2,75	0,04	0,11	
Herramienta Menor 5% m.o.					0,05	
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL M</b>	1,16
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO DÍA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Operador 1	1,00	3,66	3,66	0,04	0,15	
Ayudante de Maquinaria	1,00	3,30	3,30	0,04	0,13	
Maestro de Obras	1,00	3,66	3,66	0,04	0,15	
Peón	5,00	3,26	16,30	0,04	0,65	
<b>MATERIALES</b>					<b>SUBTOTAL N</b>	1,08
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
Material de Relleno (Arena)	m3	0,50	14,00	7,00		
<b>TRANSPORTE</b>					<b>SUBTOTAL O</b>	7,00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					9,24	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22,00%					2,03	
OTROS ESPECÍFICOS %					0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11,27	
VALOR PROPUESTO					11,27	
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinlo; quebrada Shahuanshi.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 6				Hoja 6 de 25	
Limpieza de Derrumbes y Transporte de Material de Desalojo				Unidad	m3
DETALLE					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Excavadora sobre Oruga	1,00	40,00	40,00	0,016	0,64
Volqueta 8m <sup>3</sup>	1,00	25,00	25,00	0,016	0,40
Herramienta Menor 5% m.o.					0,01
MANO DE OBRA					1,05
SUBTOTAL M					1,05
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO DÍA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Operador	1,00	3,66	3,66	0,016	0,06
Chofer Volqueta	1,00	4,79	4,79	0,016	0,08
Ayudante de Maquinaria	1,00	3,30	3,30	0,016	0,05
MATERIALES					0,19
SUBTOTAL N					0,19
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
TRANSPORTE					0,00
SUBTOTAL O					0,00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0,00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)				1,24
	INDIRECTOS Y UTILIDADES			22,00%	0,27
	OTROS ESPECÍFICOS			%	0,00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,51
	VALOR PROPUESTO				1,51
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 7					
Tubería de Acero Corrugado D=0,8m; e=2,0mm, Mp-100					Hoja 7 de 25
DETALLE					Unidad
					m
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Retroexcavadora	1,00	25,00	25,00	0,533	13,33
Herramienta Menor 5% m.o.					0,55
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL M</b>
					13,88
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Maestro de Obra	1,00	3,66	3,66	0,533	1,95
Operador 1	1,00	3,66	3,66	0,533	1,95
Peón	4,00	3,26	13,04	0,533	6,95
Inspector de Obra	0,10	3,66	0,37	0,533	0,20
<b>MATERIALES</b>					<b>SUBTOTAL N</b>
					11,05
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
Tubo de Acero Corrugado D=80cm	m	1,05	150,25	157,76	
<b>TRANSPORTE</b>					<b>SUBTOTAL O</b>
					157,76
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					182,69
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22,00%					40,19
OTROS ESPECÍFICOS %					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					222,88
VALOR PROPUESTO					222,88
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 8					Hoja 8 de 25
Tubería de Acero Corrugado D=1,0m; e=2,0mm, Mp-100					Unidad
DETALLE					m
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Retroexcavadora	1,00	25,00	25,00	0,533	13,33
Herramienta Menor 5% m.o.					0,55
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL M</b>
					13,88
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Maestro de Obra	1,00	3,66	3,66	0,533	1,95
Operador 1	1,00	3,66	3,66	0,533	1,95
Peón	4,00	3,26	13,04	0,533	6,95
Inspector de Obra	0,10	3,66	0,37	0,533	0,20
<b>MATERIALES</b>					<b>SUBTOTAL N</b>
					11,05
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
Tubo de Acero Corrugado D=100cm	m	1,05	170,80	179,34	
<b>TRANSPORTE</b>					<b>SUBTOTAL O</b>
					179,34
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					204,27
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22,00%					44,94
OTROS ESPECÍFICOS %					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					249,21
VALOR PROPUESTO					249,21
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 9				Hoja 9 de 25	
H.S. f'c=180 kg/cm2 para cunetas				Unidad	m3
DETALLE					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Concretera 1 saco	1,00	5,00	5,00	0,80	4,00
Herramienta Menor 5% m.o.					1,45
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL M</b>
					5,45
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Albañil	2,00	3,30	6,60	0,80	5,28
Maestro de Obra	1,00	3,66	3,66	0,80	2,93
Peón	8,00	3,26	26,08	0,80	20,86
<b>MATERIALES</b>					<b>SUBTOTAL N</b>
					29,07
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
Cemento Portland	Saco	6,00	7,95	47,70	
Arena (En Obra)	m3	0,60	14,00	8,40	
Ripio Triturado (En Obra)	m3	0,80	14,50	11,60	
Madera, cuadro encofrado/ 20cm	u	12,00	2,25	27,00	
Agua	m3	0,20	3,00	0,60	
Aceite Quemado	gl	0,88	0,20	0,18	
<b>TRANSPORTE</b>					<b>SUBTOTAL O</b>
					95,48
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)				130,00
	INDIRECTOS Y UTILIDADES				22,00%
	OTROS ESPECÍFICOS				%
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				158,60
	VALOR PROPUESTO				158,60
ELABORADO POR:			Ambato-Marzo		
Angel Javier Campos Villafuerte			2016		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 10						
H.S. f'c=180 kg/cm2 Tipo B para cabezales					Hoja 10 de 25	
DETALLE					Unidad	m3
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Concreteira 1 saco	1,00	5,00	5,00	1,00	5,00	
Vibrador	1,00	4,50	4,50	1,00	4,50	
Herramienta Menor 5% m.o.					2,31	
MANO DE OBRA					SUBTOTAL M	11,81
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Albañil	3,00	3,30	9,90	1,00	9,90	
Maestro de Obra	1,00	3,66	3,66	1,00	3,66	
Peón	8,00	3,26	26,08	1,00	26,08	
Carpintero	2,00	3,30	6,60	1,00	6,60	
MATERIALES					SUBTOTAL N	46,24
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
Cemento Portland	Saco	6,00	7,95	47,70		
Arena (En Obra)	m3	0,60	14,00	8,40		
Ripio Triturado (En Obra)	m3	0,80	14,50	11,60		
Madera, cuadro encofrado/ 20cm	u	12,00	2,25	27,00		
Madera, puntales	m	21,00	0,40	8,40		
Madera, listones para muros 6*6	m	10,00	0,80	8,00		
Clavos 2" a 4"	Kg	0,40	2,75	1,10		
Alambre de amarre galvanizado	Kg	0,60	2,90	1,74		
Agua	m3	0,20	3,00	0,60		
TRANSPORTE					SUBTOTAL O	114,54
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
SUBTOTAL P						0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)						172,59
INDIRECTOS Y UTILIDADES					22,00%	37,97
OTROS ESPECÍFICOS					%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						210,56
VALOR PROPUESTO						210,56
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinlo; quebrada Shahuanshi.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 11					Hoja 11 de 25	
Material con sub- base granular clase 3					Unidad	m3
DETALLE						
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Motoniveladora	1,00	40,00	40,00	0,010	0,40	
Rodillo Liso Vibratorio	1,00	28,00	28,00	0,010	0,28	
Camión Cisterna	1,00	23,00	23,00	0,010	0,23	
Herramienta Menor 5% m.o.					0,02	
MANO DE OBRA					SUBTOTAL M	0,93
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Operador 1	1,00	3,66	3,66	0,010	0,04	
Operador 2	1,00	3,39	3,39	0,010	0,03	
Ayudante de Maquinaria	1,00	3,3	3,30	0,010	0,03	
Chofer	1,00	4,79	4,79	0,010	0,05	
Peón	6,00	3,26	19,56	0,010	0,20	
Maestro de Obra	0,50	3,66	1,83	0,010	0,02	
MATERIALES					SUBTOTAL N	0,37
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
Material Sub base clase 3 (en obra)	m3	1,20	5,04	6,05		
Agua	m3	0,30	3,00	0,90		
TRANSPORTE					SUBTOTAL O	6,95
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
SUBTOTAL P					0,00	
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)				8,25	
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 22,00%				1,82	
	OTROS ESPECÍFICOS %				0,00	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				10,07	
	VALOR PROPUESTO				10,07	
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinlo; quebrada Shahuanshi.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 12				Hoja 12 de 25		
Material con base granular Clase 1				Unidad	m3	
DETALLE						
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Motoniveladora	1,00	40,00	40,00	0,012	0,48	
Rodillo Liso Vibratorio	1,00	28,00	28,00	0,012	0,34	
Camión Cisterna	1,00	23,00	23,00	0,012	0,28	
Herramienta Menor 5% m.o.					0,02	
MANO DE OBRA					SUBTOTAL M	1,12
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Operador 1	1,00	3,66	3,66	0,012	0,04	
Operador 2	1,00	3,39	3,39	0,012	0,04	
Ayudante de Maquinaria	1,00	3,30	3,30	0,012	0,04	
Chofer	1,00	4,79	4,79	0,012	0,06	
Peón	4,00	3,26	13,04	0,012	0,16	
Maestro de Obra	0,50	3,66	1,83	0,012	0,02	
MATERIALES					SUBTOTAL N	0,36
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
Material Base Granular Clase 1 (en obra)	m3	1,20	7,28	8,74		
Agua	m3	0,30	3,00	0,90		
TRANSPORTE					SUBTOTAL O	9,64
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
SUBTOTAL P					0,00	
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)				11,12	
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 22,00%				2,45	
	OTROS ESPECÍFICOS %				0,00	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				13,57	
	VALOR PROPUESTO				13,57	
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinlo; quebrada Shahuanshi.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 13					Hoja 13 de 25	
Transporte de Sub base granular Clase 3					Unidad	m3-km
DETALLE						
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Transporte de Sub base granular Clase 3 (Volqueta 8m <sup>3</sup> y Chofer)	2,00	2,20	4,40	0,042	0,18	
Herramienta Menor 5% m.o.					0,00	
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL M</b>	0,18
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
<b>MATERIALES</b>					<b>SUBTOTAL N</b>	0,00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
<b>TRANSPORTE</b>					<b>SUBTOTAL O</b>	0,00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					0,18	
INDIRECTOS Y UTILIDADES					22,00%	0,04
OTROS ESPECÍFICOS					%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,22	
VALOR PROPUESTO					0,22	
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinlo; quebrada Shahuanshi.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 14				Hoja 14 de 25		
Transporte de Base granular Clase 1				Unidad	m3-km	
DETALLE						
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Transporte de Base granular Clase 1 (Volqueta 8m <sup>3</sup> y Chofer)	2,00	2,20	4,40	0,042	0,18	
Herramienta Menor 5% m.o.					0	
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL M</b>	0,18
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
<b>MATERIALES</b>					<b>SUBTOTAL N</b>	0,00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
<b>TRANSPORTE</b>					<b>SUBTOTAL O</b>	0,00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00	
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)				0,18	
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 22,00%				0,04	
	OTROS ESPECÍFICOS %				0,00	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				0,22	
	VALOR PROPUESTO				0,22	
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 15				Hoja 15 de 25		
C. rodadura hormigón asfáltico mezclado en planta e=5cm (incluye trans. e imprimación)				Unidad	m2	
DETALLE						
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Cargadora Frontal	1,00	35,20	35,20	0,005	0,18	
Planta Asfáltica	1,00	110,00	110,00	0,005	0,55	
Acabadora Pavimento Asfáltico	1,00	52,80	52,80	0,005	0,26	
Tanquero Imprimador	1,00	19,00	19,00	0,005	0,10	
Rodillo Neumático	1,00	34,00	34,00	0,005	0,17	
Rodillo Compactador	1,00	28,00	28,00	0,005	0,14	
Escoba Mecánica	1,00	18,00	18,00	0,005	0,09	
Volqueta 8m³	4,00	25,00	100,00	0,005	0,50	
Herramienta Menor 5% m.o.					0,02	
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL M</b>	2,01
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Operador 1	2,00	3,66	7,32	0,005	0,04	
Operador 2	4,00	3,39	13,56	0,005	0,07	
Ayudante de Maquinaria	2,00	3,30	6,60	0,005	0,03	
Chofer	4,00	4,79	19,16	0,005	0,10	
Peón	12,00	3,26	39,12	0,005	0,20	
<b>MATERIALES</b>					<b>SUBTOTAL N</b>	0,44
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
Asfalto AC-20	gl	1,85	2,30	4,26		
Asfalto RC-250 para imprimación (inc. transporte)	gl	0,47	3,00	1,41		
Arena	m3	0,045	14,00	0,63		
Ripio	m3	0,045	14,50	0,65		
Diesel	gl	0,30	1,03	0,31		
<b>TRANSPORTE</b>					<b>SUBTOTAL O</b>	7,26
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					9,71	
INDIRECTOS Y UTILIDADES				22,00%	2,14	
OTROS ESPECÍFICOS				%	0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11,85	
VALOR PROPUESTO					11,85	
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016			



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 16				Hoja 16 de 25	
Guardavía Doble				Unidad	m
DETALLE					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Camión Mediano	0,50	18,00	9,00	0,114	1,03
Herramienta Menor 5% m.o.					0,07
MANO DE OBRA					SUBTOTAL M
					1,1
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Chofer	1,00	4,79	4,79	0,114	0,55
Albañil	1,00	3,30	3,30	0,114	0,38
Peón	1,00	3,26	3,26	0,114	0,37
Maestro de Obra	0,20	3,66	0,73	0,114	0,08
MATERIALES					SUBTOTAL N
					1,38
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
Perfil Guardavía TIPO "W"	m	2,10	31,10	65,31	
Postes Guardavía H=1,5m	u	0,30	34,50	10,35	
Terminales de Guardavía (2.7mm)	u	0,20	27,50	5,50	
Pernos espec. Defensa, con tuerca	u	1,10	0,30	0,33	
Cemento Selvalegre	Kg	2,00	0,16	0,32	
Arena (En Obra)	m3	0,01	14,00	0,14	
Ripio Triturado (En Obra)	m3	0,02	14,50	0,29	
TRANSPORTE					SUBTOTAL O
					82,24
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					84,72
INDIRECTOS Y UTILIDADES					22,00%
OTROS ESPECÍFICOS					%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					103,36
VALOR PROPUESTO					103,36
ELABORADO POR:			Ambato-Marzo		
Angel Javier Campos Villafuerte			2016		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinlo; quebrada Shahuanshi.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 17				Hoja 17 de 25		
Señalización Longitudinal				Unidad	m	
DETALLE						
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Equipo para pintura de tráfico	1,00	4,00	4,00	0,001	0,004	
Camioneta	1,00	5,00	5,00	0,001	0,01	
Herramienta Menor 5% m.o.					0,001	
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL M</b>	0,01
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Chofer	1,00	4,79	4,79	0,001	0,005	
Peón	2,00	3,26	6,52	0,001	0,01	
<b>MATERIALES</b>					<b>SUBTOTAL N</b>	0,01
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
Pintura de Tráfico	gl	0,011	26,82	0,30		
Thinner Comercial	gl	0,003	16,99	0,05		
<b>TRANSPORTE</b>					<b>SUBTOTAL O</b>	0,35
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>	
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)				0,37	
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 22,00%				0,08	
	OTROS ESPECÍFICOS %				0,00	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				0,45	
	VALOR PROPUESTO				0,45	
ELABORADO POR:			Ambato-Marzo			
Angel Javier Campos Villafuerte			2016			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 18					Hoja 18 de 25
Señales Informativas (2,40*1,2)m					Unidad
DETALLE					u
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Soldadora Eléctrica	0,50	2,50	1,25	4,00	5,00
Herramienta Menor 5% m.o.					2,37
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL M</b>
					7,37
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Pintor	0,50	3,30	1,65	4,00	6,60
Peón	1,00	3,26	3,26	4,00	13,04
Albañil	1,00	3,30	3,30	4,00	13,20
Soldador	1,00	3,66	3,66	4,00	14,64
<b>MATERIALES</b>					<b>SUBTOTAL N</b>
					47,48
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
Laminas de Tool Galvanizado(2,44*1,22) e=1,4m	u	1,00	10,08	10,08	
Tubo Galvanizado Poste 2"	m	6,00	2,58	15,46	
Perno Inoxidable	u	6,00	0,25	1,50	
Hormigón Clase B f'c=180 kg/cm2	m3	0,15	115,75	17,36	
Electrodos	kg	2,80	3,14	8,79	
Tubo Cuadrado Negro 1"x1"x1,5m	m	9,48	1,04	9,83	
Pintura Anticorrosiva	gl	0,20	20,00	4,00	
Pintura Reflectiva	gl	0,10	25,00	2,50	
<b>TRANSPORTE</b>					<b>SUBTOTAL O</b>
					69,52
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					124,37
INDIRECTOS Y UTILIDADES					22,00%
OTROS ESPECÍFICOS					%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					151,73
VALOR PROPUESTO					151,73
ELABORADO POR:			Ambato-Marzo		
Angel Javier Campos Villafuerte			2016		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 19					Hoja 19 de 25	
Señales Preventivas y Regulatorias Varias (0,60x0,60)m					Unidad	u
DETALLE						
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Soldadora Eléctrica	0,50	2,50	1,25	1,60	2,00	
Herramienta Menor 5% m.o.					1,21	
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL M</b>	3,21
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Pintor	0,50	3,30	1,65	1,60	2,64	
Peón	2,00	3,26	6,52	1,60	10,43	
Albañil	1,00	3,30	3,30	1,60	5,28	
Soldador	1,00	3,66	3,66	1,60	5,86	
<b>MATERIALES</b>					<b>SUBTOTAL N</b>	24,21
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
Laminas de Tool Galvanizado(2,44*1,22)	u	0,50	10,08	5,04		
Tubo Cuadrado Galv. 2"x2m	m	3,50	3,80	13,30		
Perno Inoxidable	u	2,00	0,25	0,50		
Hormigón Clase B f'c=180 kg/cm2	m3	0,07	115,75	8,10		
Electrodos	kg	1,50	3,14	4,71		
Ángulo 30x3mm	m	3,00	1,56	4,68		
Pintura Anticorrosiva	gl	0,10	20,00	2,00		
Pintura Reflectiva	gl	0,05	25,00	1,25		
<b>TRANSPORTE</b>					<b>SUBTOTAL O</b>	39,58
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					67,00	
INDIRECTOS Y UTILIDADES					22,00%	14,74
OTROS ESPECÍFICOS					%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					81,74	
VALOR PROPUESTO					81,74	
ELABORADO POR:			Ambato-Marzo			
Angel Javier Campos Villafuerte			2016			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 20					
Agua para el control del Polvo					Hoja 20 de 25
DETALLE					Unidad m3
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Camión Cisterna	1,00	23,00	23,00	0,260	5,98
Herramienta Menor 5% m.o.					0,11
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL M</b>
					6,09
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Chofer	1,00	4,79	4,79	0,260	1,25
Albañil	1,00	3,30	3,30	0,260	0,86
<b>MATERIALES</b>					<b>SUBTOTAL N</b>
					2,11
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
Agua	m3	1,00	3,00	3,00	
<b>TRANSPORTE</b>					<b>SUBTOTAL O</b>
					3,00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)				11,20
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 22,00%				2,46
	OTROS ESPECÍFICOS %				0,00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				13,66
	VALOR PROPUESTO				13,66
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinlo; quebrada Shahuanshi.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 21					Hoja 21 de 25	
Comunicaciones Radiales					Unidad	u
DETALLE						
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Comunicación Radial	1,00	3,00	3,00	1,00	3,00	
Herramienta Menor 5% m.o.					0,00	
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL M</b>	3,00
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
<b>MATERIALES</b>					<b>SUBTOTAL N</b>	0,00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
Cuñas Radiales	u	0,20	10,00	2,000		
<b>TRANSPORTE</b>					<b>SUBTOTAL O</b>	2,00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00	
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)				5,00	
	INDIRECTOS Y UTILIDADES			22,00%	1,10	
	OTROS ESPECÍFICOS			%	0,00	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				6,10	
	VALOR PROPUESTO				6,10	
ELABORADO POR:			Ambato-Marzo			
Angel Javier Campos Villafuerte			2016			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO # 22					Hoja 22 de 25	
Cono de Señalización Vial					Unidad	u
DETALLE						
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
Herramienta Menor 5% m.o.					0,00	
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL M</b>	0
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR	
<b>MATERIALES</b>					<b>SUBTOTAL N</b>	0,00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
Cono de Señalización Vial	u	1,00	12,50	12,50		
<b>TRANSPORTE</b>					<b>SUBTOTAL O</b>	12,50
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00	
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)				12,50	
	INDIRECTOS Y UTILIDADES			22,00%	2,75	
	OTROS ESPECÍFICOS			%	0,00	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				15,25	
	VALOR PROPUESTO				15,25	
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinlo; quebrada Shahuanshi.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 23					
Charlas de Consientización					Hoja 23 de 25
DETALLE					Unidad
					u
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% m.o.					2,78
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL M</b>
					2,78
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Sociologo	1,00	3,30	3,30	8,000	26,40
Ing. Ambientalista	1,00	3,66	3,66	8,000	29,28
<b>MATERIALES</b>					<b>SUBTOTAL N</b>
					55,68
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
<b>TRANSPORTE</b>					<b>SUBTOTAL O</b>
					0,00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					58,46
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22,00%					12,86
OTROS ESPECÍFICOS %					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					71,32
VALOR PROPUESTO					71,32
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016		







UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 24				Hoja 24 de 25	
Vallas de Advertencia por los Trabajos en Obra				Unidad	u
DETALLE					
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Soldadora Eléctrica	0,50	2,50	1,25	1,00	1,25
Herramienta Menor 5% m.o.					0,43
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>SUBTOTAL M</b>
					1,68
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Pintor	0,50	3,30	1,65	1,00	1,65
Peón	1,00	3,26	3,26	1,00	3,26
Soldador	1,00	3,66	3,66	1,00	3,66
<b>MATERIALES</b>					<b>SUBTOTAL N</b>
					8,57
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
Laminas de Tool Galvanizado(2,44*1,22)	u	0,30	10,08	3,02	
Tubo Cuadrado Galv. 2"x2m	m	2,00	3,80	7,60	
Electrodos	kg	1,00	3,14	3,14	
Ángulo 30x3mm	m	1,00	1,56	1,56	
Pintura Esmalte	gl	0,20	16,00	3,20	
<b>TRANSPORTE</b>					<b>SUBTOTAL O</b>
					18,52
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					28,77
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22,00%					6,33
OTROS ESPECÍFICOS %					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					35,10
VALOR PROPUESTO					35,10
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía Constantino Fernández – San Bartolomé de Pinillo; quebrada Shahuanshi.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO # 25 Señalización con Cinta					Hoja 25 de 25
DETALLE					Unidad
					m
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% m.o.					0,00
MANO DE OBRA					SUBTOTAL M
					0,00
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO (R)	COSTO D=CxR
MATERIALES					SUBTOTAL N
					0,00
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
Cinta Plástica (Leyenda = Peligro)	m	1	0,3	0,300	
TRANSPORTE					SUBTOTAL O
					0,30
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X= (M+N+O+P)					0,30
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22,00%					0,07
OTROS ESPECÍFICOS %					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,37
VALOR PROPUESTO					0,37
ELABORADO POR: Angel Javier Campos Villafuerte			Ambato-Marzo 2016		

**ANEXO H**



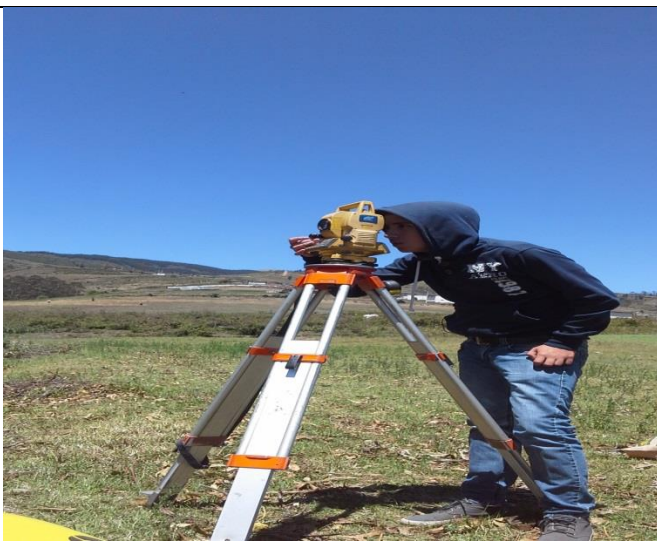
**ARCHIVO  
FOTOGRAFICO**

Fotografía N°1	Información
	<p>Quebrada Shahuanshi Lado Oeste</p>
Fotografía N°2	Información
	<p>Quebrada Shahuanshi Lado Este</p>
Fotografía N°3	Información
	<p>Quebrada Shahuanshi Vista desde el Lado de San Bartolomé de Pinllo</p>



Fotografía N°4	Información
	<p>Colocación del primer punto de referencia con GPS</p>
Fotografía N°5	Información
	<p>Colocación del segundo punto de referencia con GPS</p>
Fotografía N°6	Información
	<p>Toma de datos de las coordenadas del primer punto con GPS</p>






Fotografía N°7	Información
	<p>Toma de datos de las coordenadas del segundo punto con GPS</p>
Fotografía N°8	Información
	<p>Levantamiento Topográfico de la Vía Existente en el lado de Constantino Fernández</p>
Fotografía N°9	Información
	<p>Levantamiento Topográfico de la Quebrada</p>

Fotografía N°10	Información
	<p>Levantamiento Topográfico de la Quebrada</p>
Fotografía N°11	Información
	<p>Levantamiento Topográfico de la Quebrada</p>
Fotografía N°12	Información
	<p>Levantamiento Topográfico de la Quebrada</p>



Fotografía N°13	Información
	<p data-bbox="1019 449 1425 541">Levantamiento Topográfico del eje de la Quebrada</p>
Fotografía N°14	Información
	<p data-bbox="1019 1268 1425 1360">Levantamiento Topográfico del borde de la Quebrada</p>







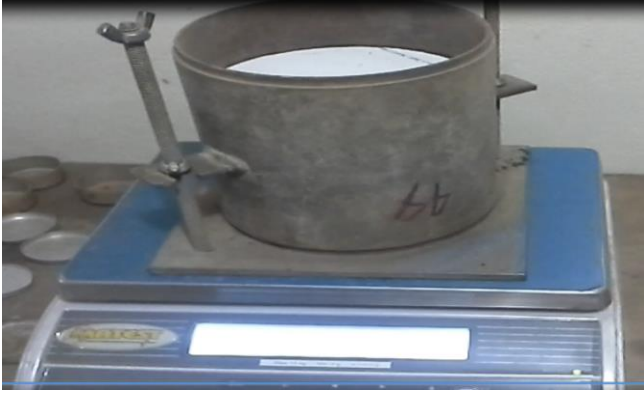

<p align="center"><b>Fotografía N°15</b></p>	<p align="center"><b>Información</b></p>
	<p align="center">Levantamiento Topográfico de la Quebrada</p>
<p align="center"><b>Fotografía N°16</b></p>	<p align="center"><b>Información</b></p>
	<p align="center">Levantamiento Topográfico de la Vía Existente en el lado de San Bartolomé de Pinllo</p>
<p align="center"><b>Fotografía N°17</b></p>	<p align="center"><b>Información</b></p>
	<p align="center">Levantamiento Topográfico de Detalles (Pozos)</p>

Fotografía N°18	Información
	<p>Toma de Muestras para Estudio de Suelos</p>
Fotografía N°19	Información
	<p>Toma de Muestras para Estudio de Suelos</p>
Fotografía N°20	Información
	<p>Toma de Muestras para Estudio de Suelos</p>





Fotografía N°21	Información
	<p>Secado de Muestras para el Estudio de Suelos</p>
Fotografía N°22	Información
	<p>Ensayo Proctor Modificado (Obtención de 2000gr de Suelo Tamizado)</p>
Fotografía N°23	Información
	<p>Ensayo Proctor Modificado (Compactación del Suelo con el Martillo)</p>

Fotografía N°24	Información
	<p>Ensayo Proctor Modificado (Determinación del Contenido de Humedad)</p>
Fotografía N°25	Información
	<p>Ensayo CBR (Obtención de 5000gr de Suelo Tamizado)</p>
Fotografía N°26	Información
	<p>Ensayo CBR (Medición de 828cm<sup>3</sup> para preparar el suelo tamizado para su posterior compactación)</p>

<p align="center"><b>Fotografía N°27</b></p>	<p align="center"><b>Información</b></p>
	<p align="center">Ensayo CBR (Compactación del Suelo con el Martillo)</p>
<p align="center"><b>Fotografía N°28</b></p>	<p align="center"><b>Información</b></p>
	<p align="center">Ensayo CBR (Determinación del Peso del Molde y el Suelo Seco Compactado)</p>
<p align="center"><b>Fotografía N°29</b></p>	<p align="center"><b>Información</b></p>
	<p align="center">Ensayo CBR (Muestra Sumergida para Medir el Esponjamiento)</p>






Fotografía N°30	Información
 <p>A close-up photograph of a Matrix Wall digital scale. The scale is blue and white, with a red LED display showing '90.0 kg'. The brand name 'MATRIX WALL' is visible on the front panel. The scale is placed on a dark surface, and a portion of a white document is visible in the bottom left corner.</p>	Ensayo CBR (Penetración)
Fotografía N°31	Información
 <p>A full view photograph of a Matrix Wall digital scale. The scale is blue and white, with a red LED display showing '100.4 kg'. The brand name 'MATRIX WALL' is visible on the front panel. The scale is placed on a dark surface, and a portion of a white document is visible in the bottom right corner. The scale is connected to a power source, and a small gauge is visible on the left side of the scale.</p>	Ensayo CBR (Penetración)

<p align="center"><b>Fotografía N°32</b></p>	<p align="center"><b>Información</b></p>
	<p>Toma de muestra 1 inalterada del talud para la determinación de la cohesión</p>
<p align="center"><b>Fotografía N°33</b></p>	<p align="center"><b>Información</b></p>
	<p>Toma de muestra 1 inalterada del talud para la determinación de la cohesión</p>
<p align="center"><b>Fotografía N°34</b></p>	<p align="center"><b>Información</b></p>
	<p>Toma de muestra 2 inalterada del talud para la determinación de la cohesión</p>

Fotografía N°35	Información
	<p>Muestra Inalterada para Determinar la Cohesión del Suelo (Ensayo de Compresión Inconfinada)</p>
Fotografía N°36	Información
	<p>Muestra Inalterada para Determinar la Cohesión del Suelo (Ensayo de Compresión Inconfinada)</p>
Fotografía N°37	Información
	<p>Muestra Inalterada para Determinar la Cohesión del Suelo (Ensayo de Compresión Inconfinada)</p>



Fotografía N°38	Información
	<p>Conteo del Tránsito Vehicular (Punto 1)</p>
Fotografía N°39	Información
	<p>Conteo del Tránsito Vehicular (Punto 1)</p>
Fotografía N°40	Información
	<p>Conteo del Tránsito Vehicular (Punto 1)</p>

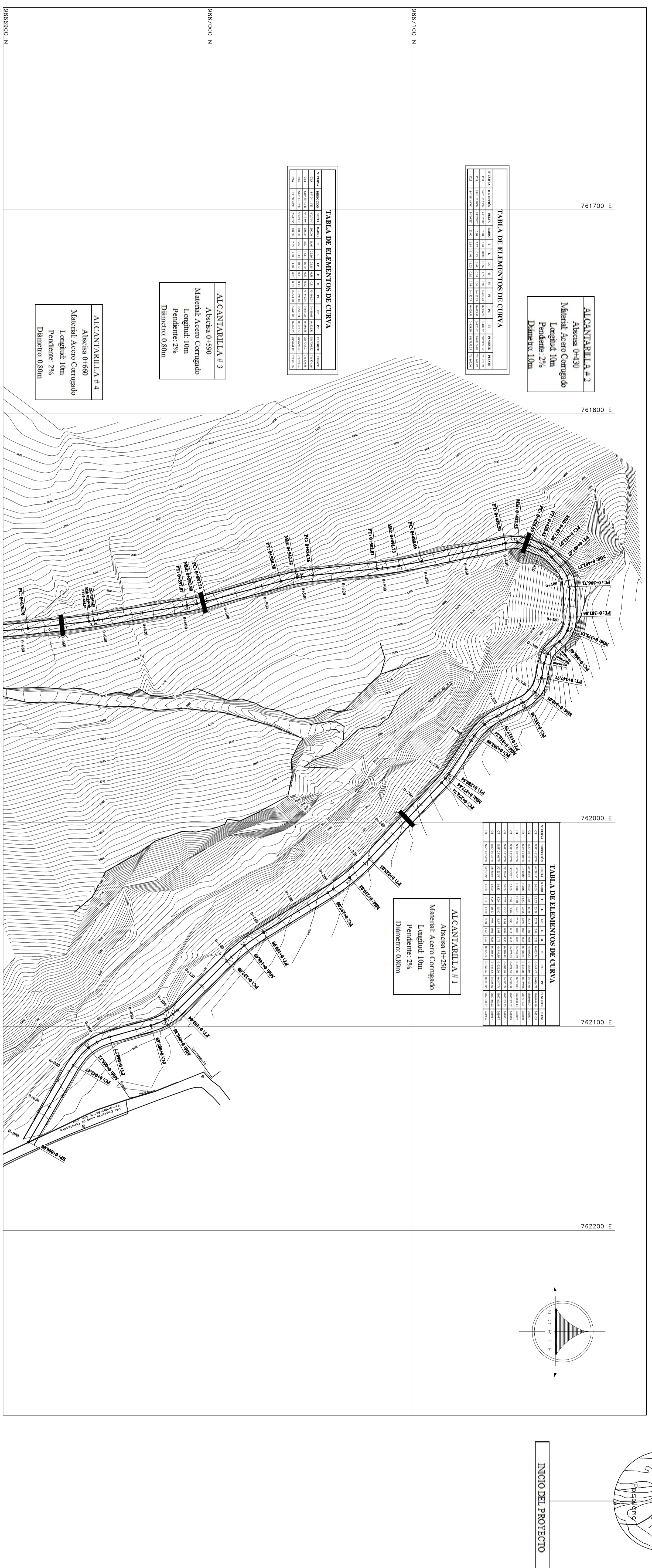
Fotografía N°41	Información
	<p>Conteo del Tránsito Vehicular (Punto 2)</p>
Fotografía N°42	Información
	<p>Conteo del Tránsito Vehicular (Punto 2)</p>
Fotografía N°43	Información
	<p>Conteo del Tránsito Vehicular (Punto 2)</p>

# **ANEXO I**

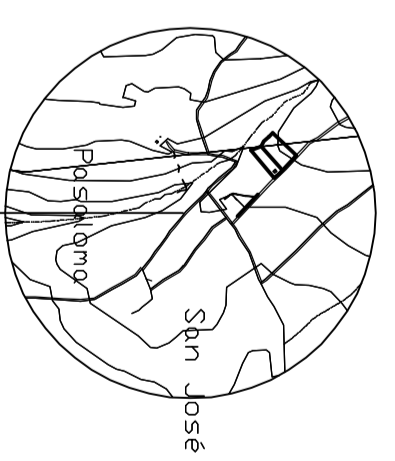
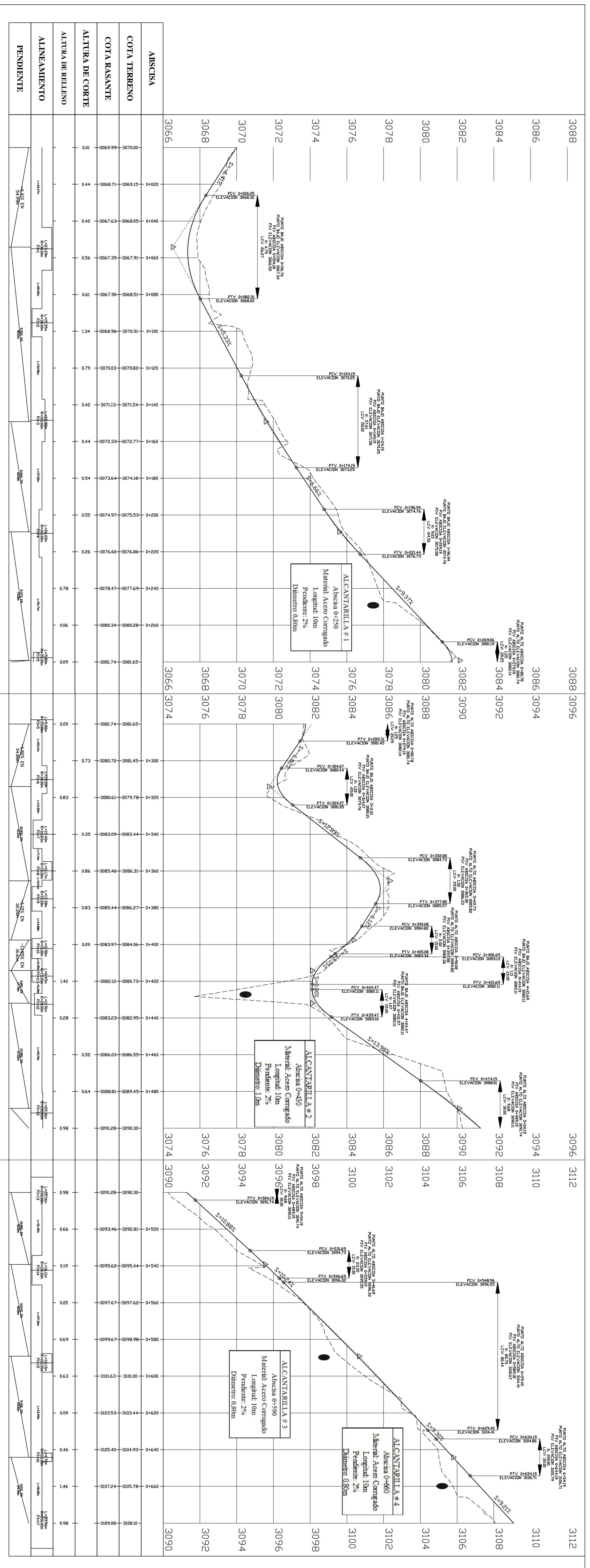
## **PLANOS DEL DISEÑO DEL PROYECTO**



TRAZADO HORIZONTAL Km 0+000 - Km 0+680



TRAZADO VERTICAL Km 0+000 - Km 0+680



INICIO DEL PROYECTO

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

PROYECTO TÉCNICO PRELIMINAR PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

UBICACIÓN: CANTÓN AMBATO, PARROQUIAS CONSTANTINO FERNÁNDEZ Y SAN BARTOLOMÉ DE PINILLO (QUÉBRADA SHAHUANSIB)

CONTIENE: TAZADO HORIZONTAL Y VERTICAL  
Km 0+000-Km 0+680

REVISADO POR:   
REVISADO POR:   
REVISADO POR:

ELABORADO POR:   
ELABORADO POR:   
ELABORADO POR:

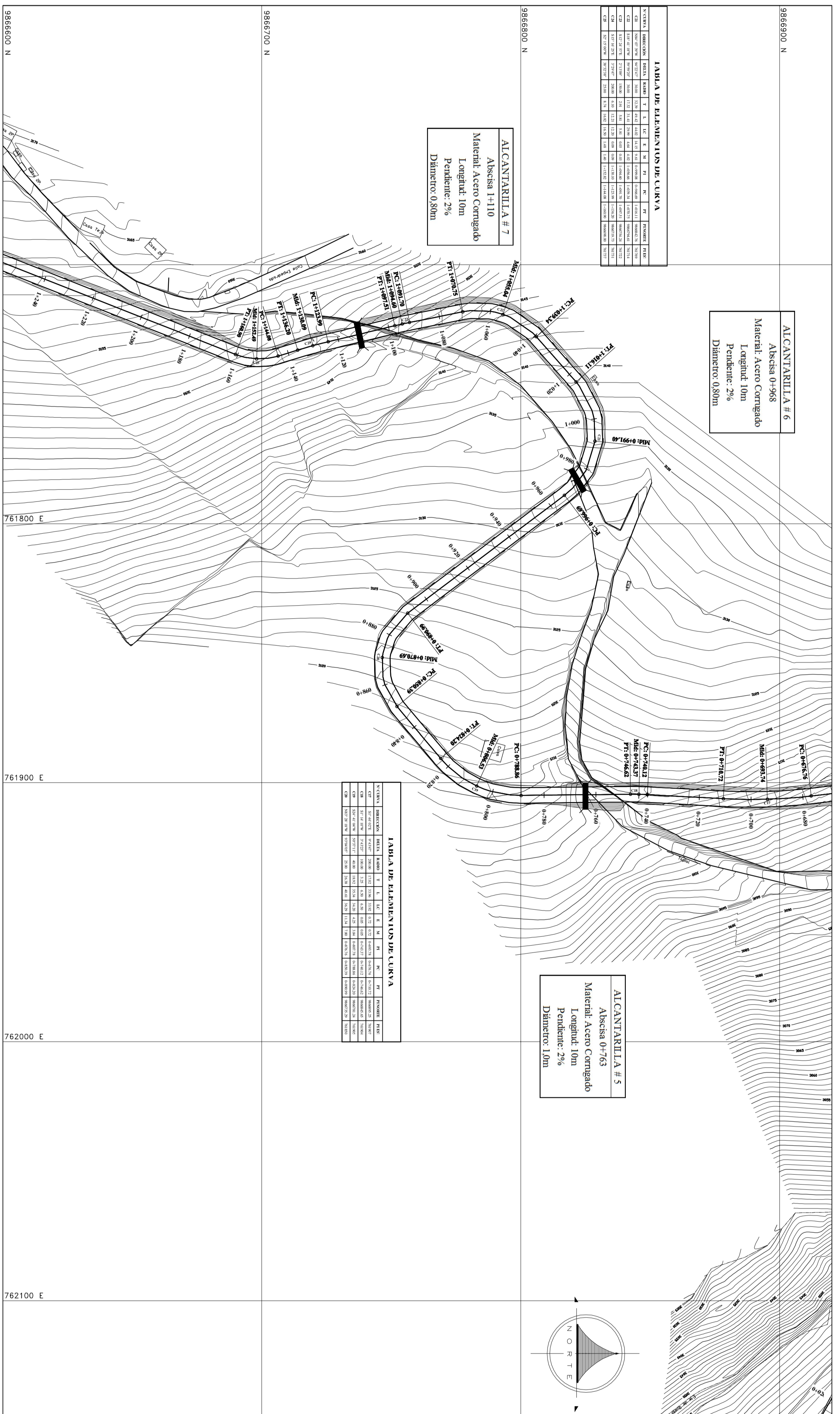
ESC.: LIGABRITIA  
1:100 H  
1:100 V  
LÁMINA 13

AMBATO FEB. 2016

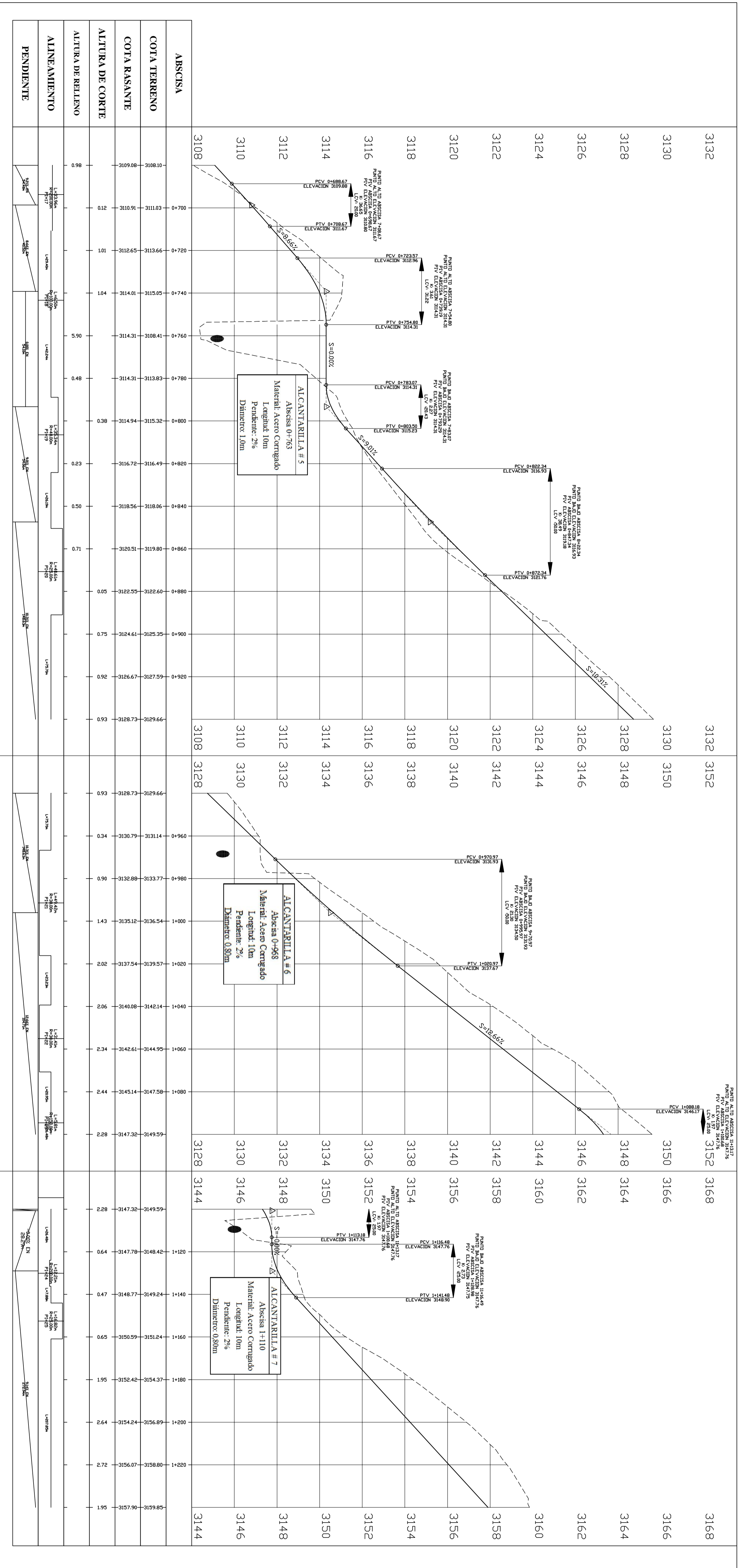
Capa de Rodadura: 5cm  
Capa Base: 10cm  
Capa Sub Base: 15cm



TRAZADO HORIZONTAL Km 0+680 - Km 1+240



TRAZADO VERTICAL Km 0+680 - Km 1+240



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ING. CIVIL  
LICENCIADO CANTÓN AMBATO PARROQUIAS CONSTANTINO FERRE ANDRÉZ Y SAN RAFAEL DE PINILLO (QUÉBRADA SHAHLANSHI)

CONTIENE Trazado Horizontal y Vertical  
Km 0+680 - Km 1+240  
REALIZADO POR: REVISADO POR:

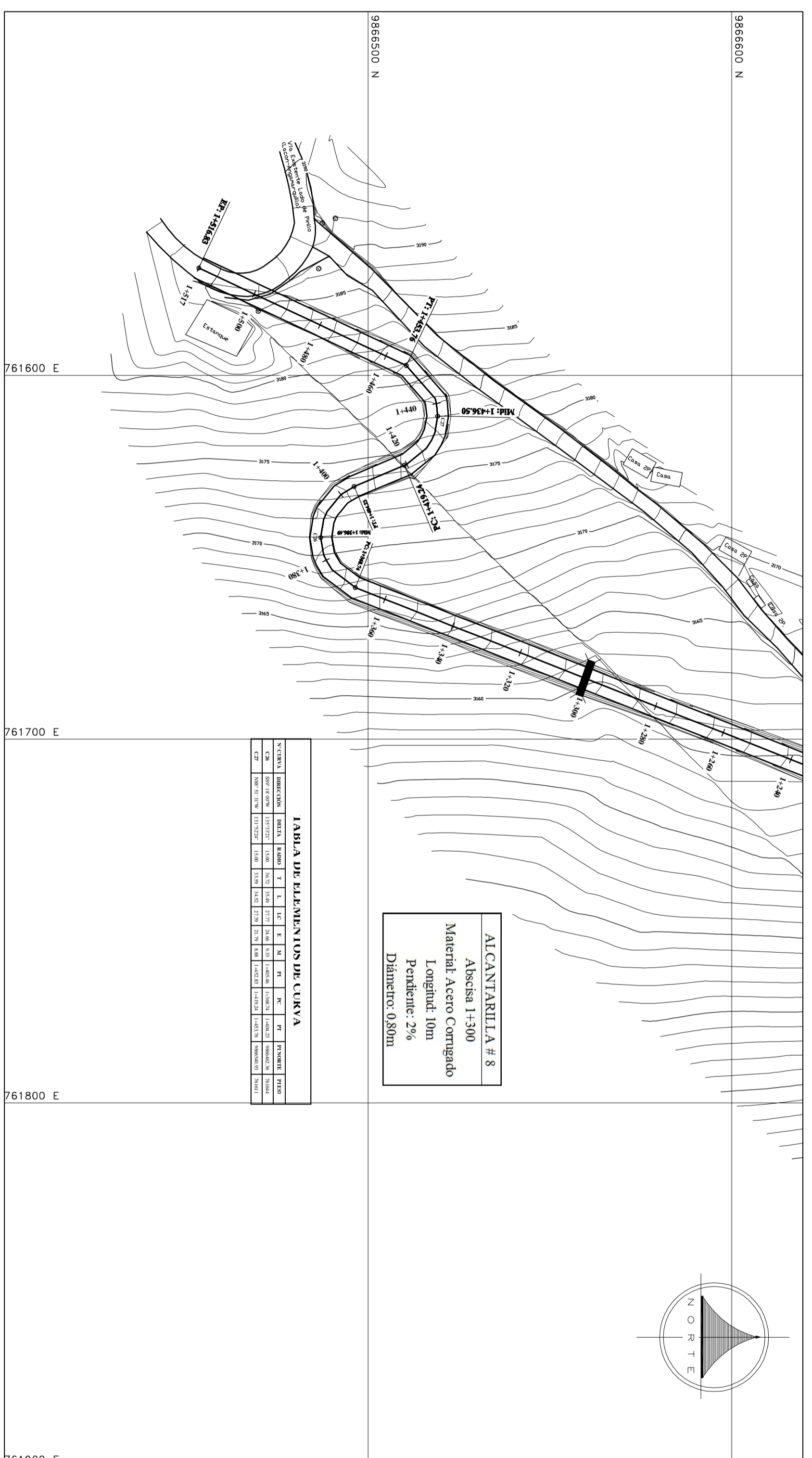
ESC.: LUGAR FECHA  
H:1000 H: AMBATO FEB. 2018  
LABORNA 23

Ing. Mg. Gub. Name

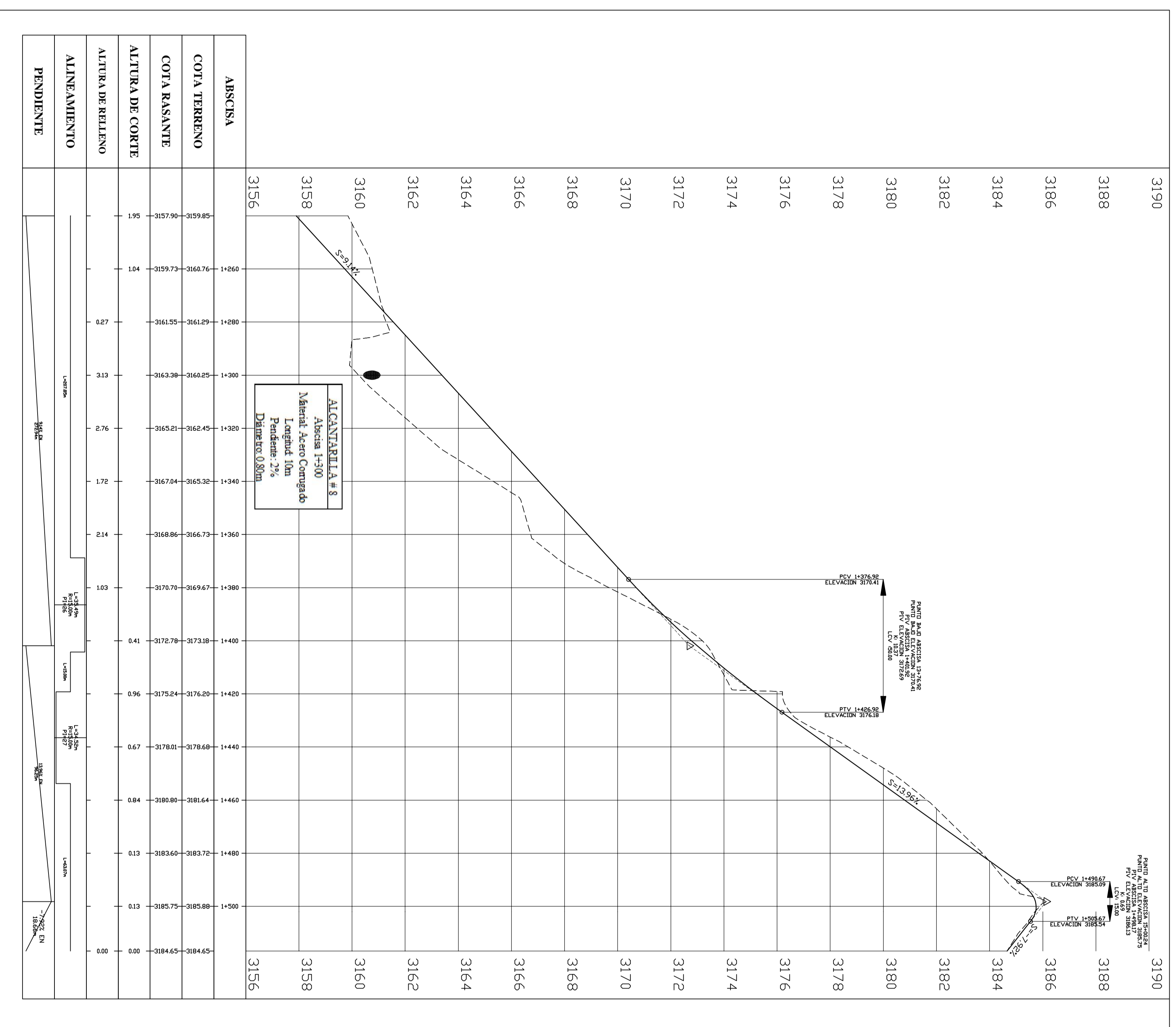
Espesores de las Capas del Pavimento: Capa de Rodadura = 5cm, Capa Base = 10cm, Capa Sub Base = 15cm



TRAZADO HORIZONTAL Km 1+240 - Km 1+516,83



TRAZADO VERTICAL Km 1+240 - Km 1+516,83



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ING. CIVIL  
UBICACIÓN: CANTÓN AMBATO, PARROQUIA CONSTANTINO HERNÁNDEZ Y SAN BARTOLOMÉ DE PINILLO, QUERESDA, SRAHUI, ANSHU

CONTIENE Trazado Horizontal y Vertical  
Km 1+240 Km 1+516,83  
REALIZADO POR: ...  
REVISADO POR: ...

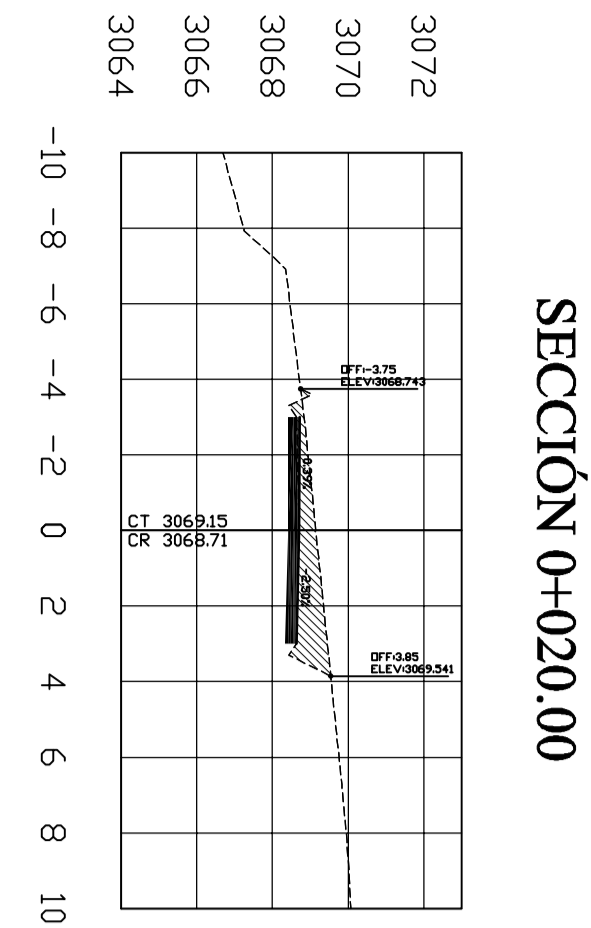
ESC.: LUIGARFERRIA  
1:1000 H  
1:100 V  
LABORA 33

AMBATO FEB. 2016  
LABORA 33

SECCION TRANSVERSAL TIPOCA

Especies de las Capas del Pavimento:  
Capa de Rodadura = 5cm  
Capa Base = 10cm  
Capa Sub Base = 15cm





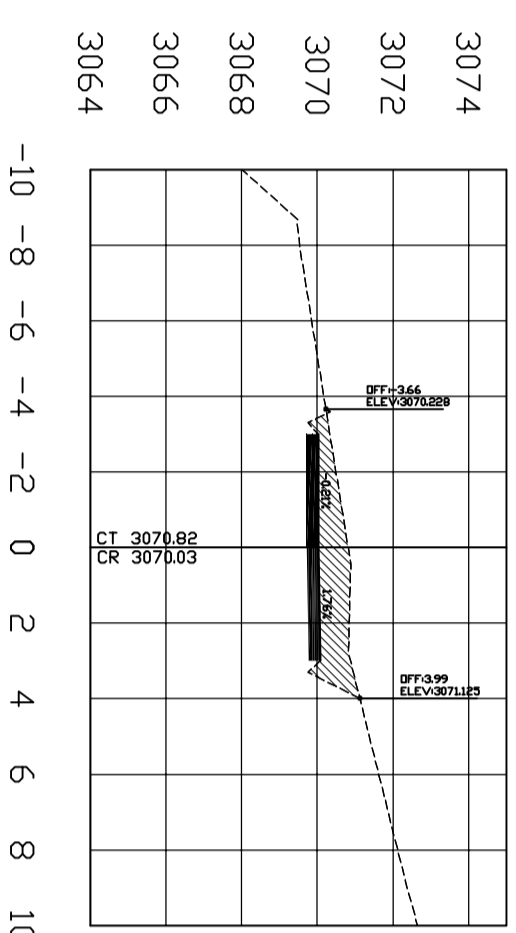
3072  
3070  
3068  
3066  
3064

ÁREA DE CORTE  
3.54m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
0.04m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
0.00m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
0.00m<sup>3</sup>



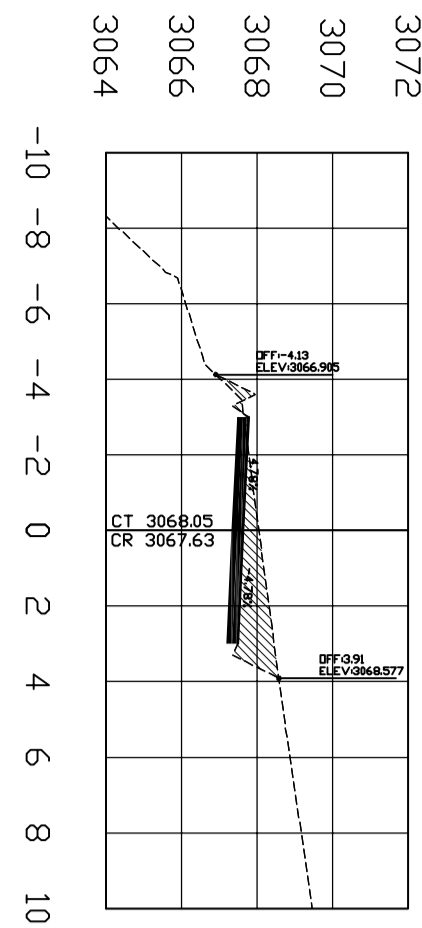
3074  
3072  
3070  
3068  
3066  
3064

ÁREA DE CORTE  
4.96m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
0.01m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
136.17m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
5.22m<sup>3</sup>



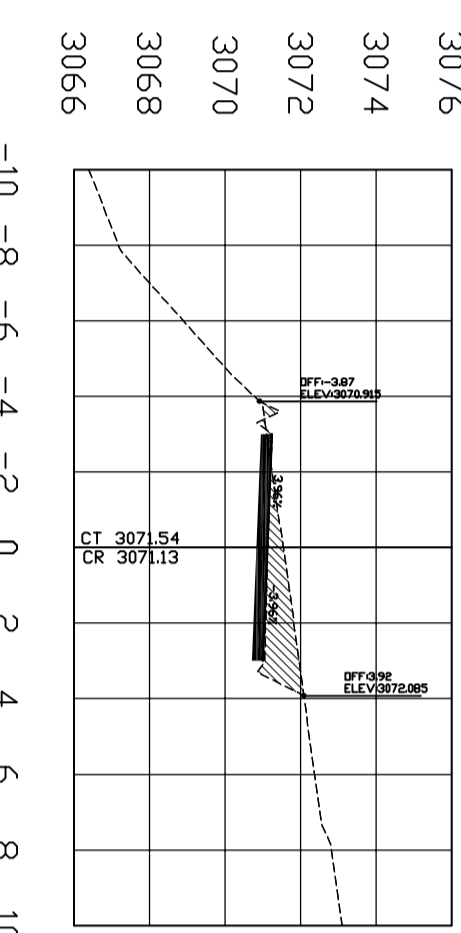
3072  
3070  
3068  
3066  
3064

ÁREA DE CORTE  
3.27m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
0.22m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
68.07m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
2.61m<sup>3</sup>



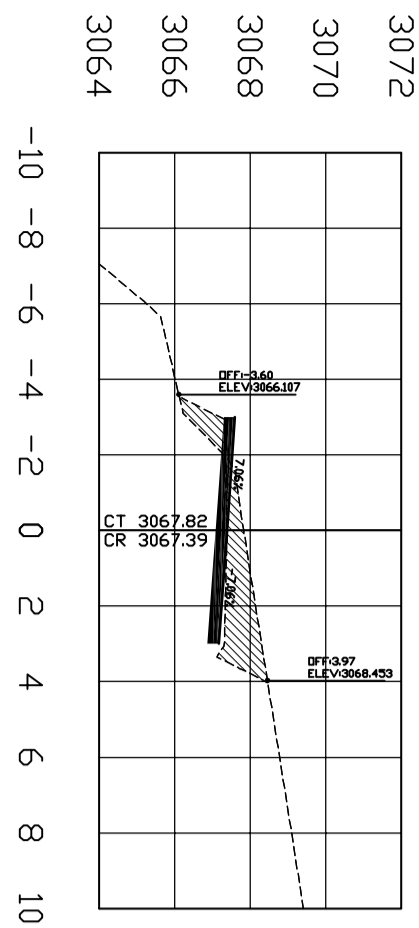
3076  
3074  
3072  
3070  
3068  
3066

ÁREA DE CORTE  
3.16m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
0.16m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
81.05m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
1.66m<sup>3</sup>



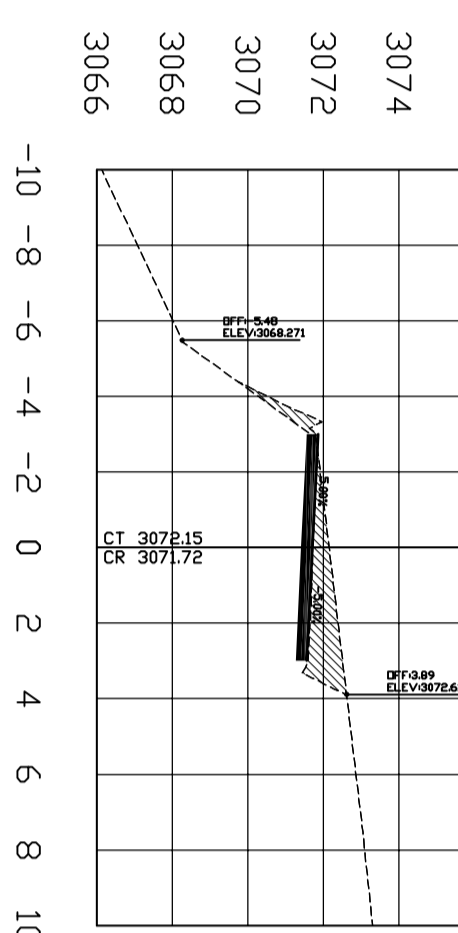
3072  
3070  
3068  
3066  
3064

ÁREA DE CORTE  
3.53m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
0.75m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
32.76m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
5.18m<sup>3</sup>



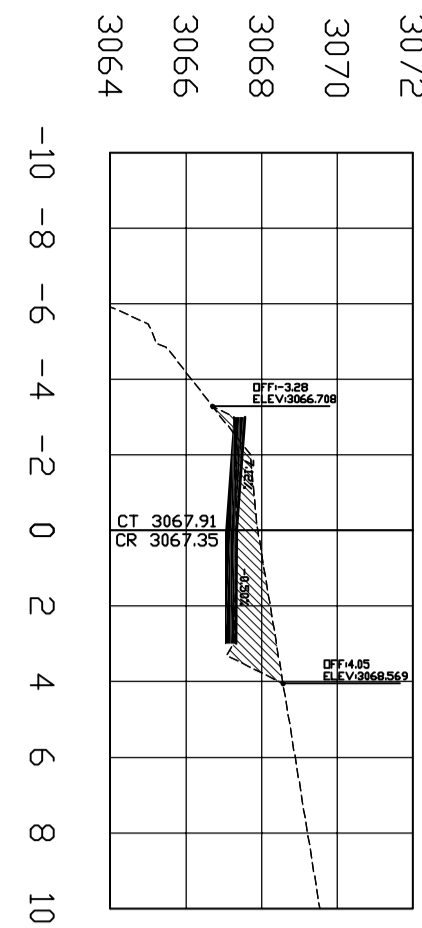
3076  
3074  
3072  
3070  
3068  
3066

ÁREA DE CORTE  
3.20m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
0.50m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
31.27m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
3.42m<sup>3</sup>



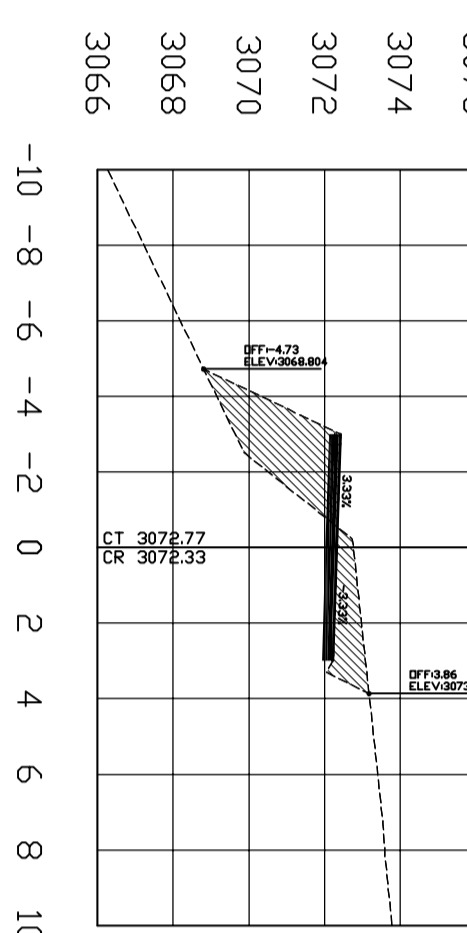
3072  
3070  
3068  
3066  
3064

ÁREA DE CORTE  
4.48m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
0.13m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
38.06m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
4.79m<sup>3</sup>



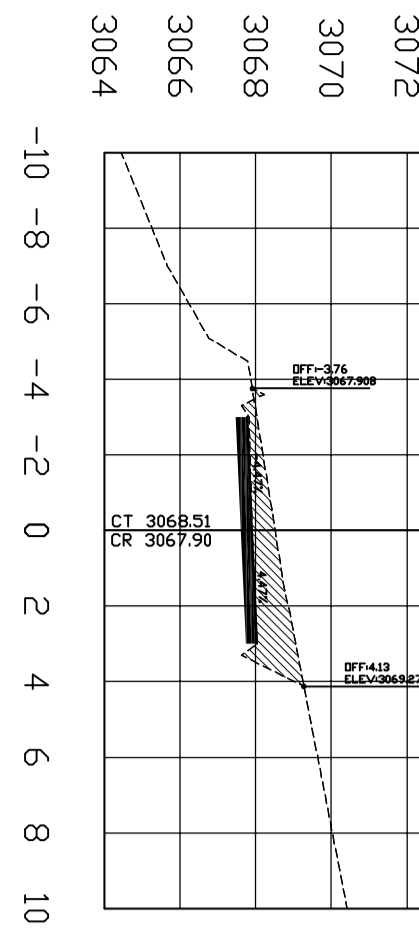
3076  
3074  
3072  
3070  
3068  
3066

ÁREA DE CORTE  
2.68m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
6.22m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
28.90m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
34.56m<sup>3</sup>



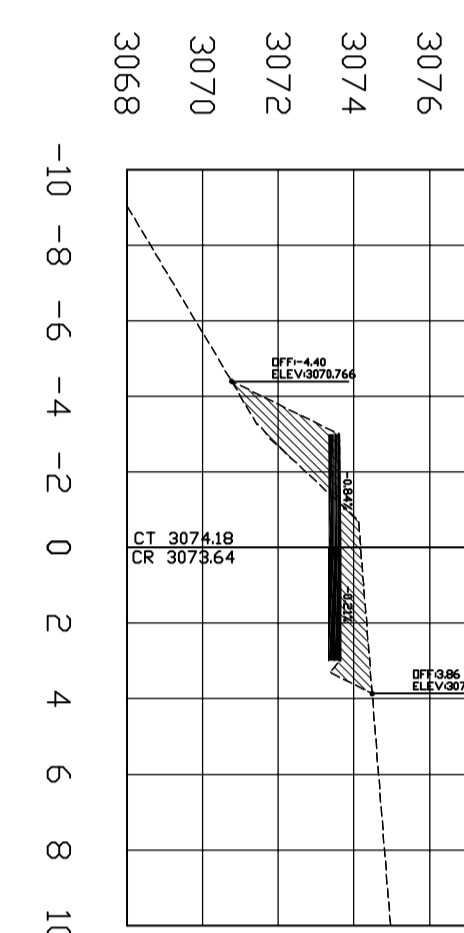
3072  
3070  
3068  
3066  
3064

ÁREA DE CORTE  
4.75m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
0.04m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
91.05m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
1.75m<sup>3</sup>



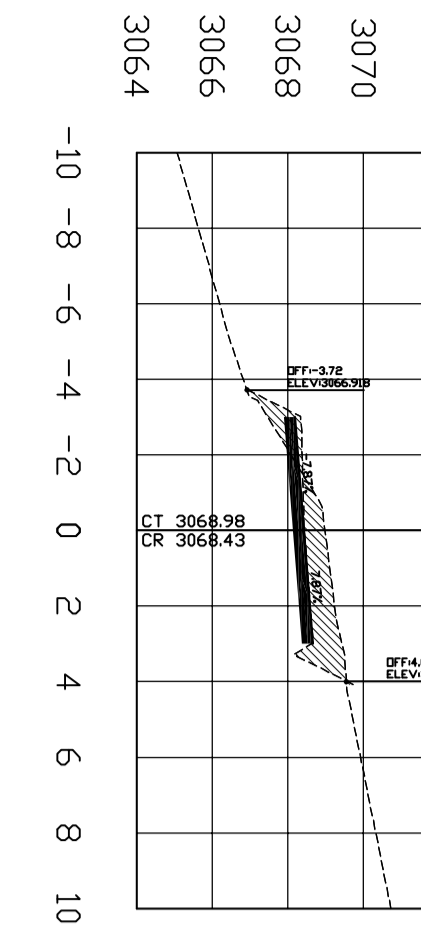
3078  
3076  
3074  
3072  
3070  
3068

ÁREA DE CORTE  
3.05m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
3.17m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
57.38m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
93.97m<sup>3</sup>



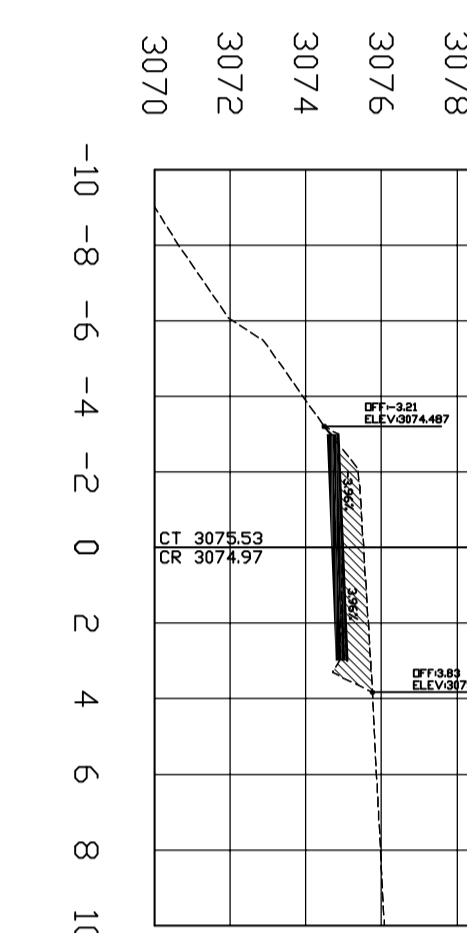
3072  
3070  
3068  
3066  
3064

ÁREA DE CORTE  
3.22m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
1.00m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
40.25m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
5.08m<sup>3</sup>



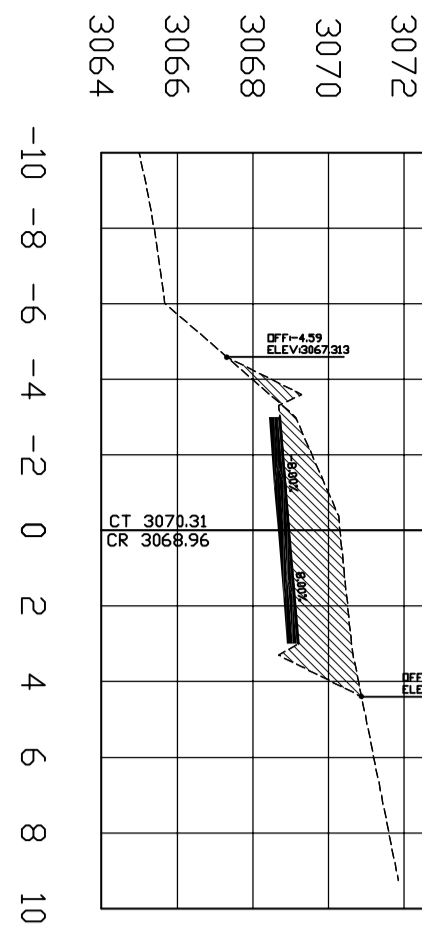
3080  
3078  
3076  
3074  
3072  
3070

ÁREA DE CORTE  
3.86m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
0.05m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
69.30m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
32.08m<sup>3</sup>



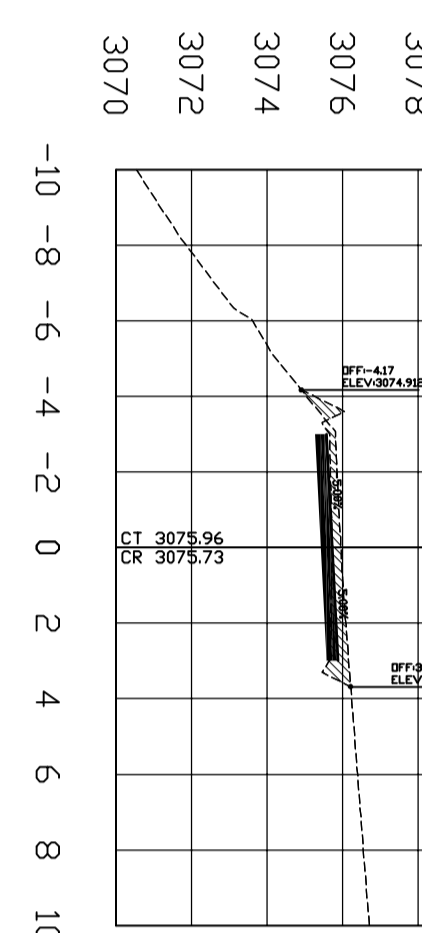
3074  
3072  
3070  
3068  
3066  
3064

ÁREA DE CORTE  
8.60m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
0.53m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
61.32m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
6.82m<sup>3</sup>



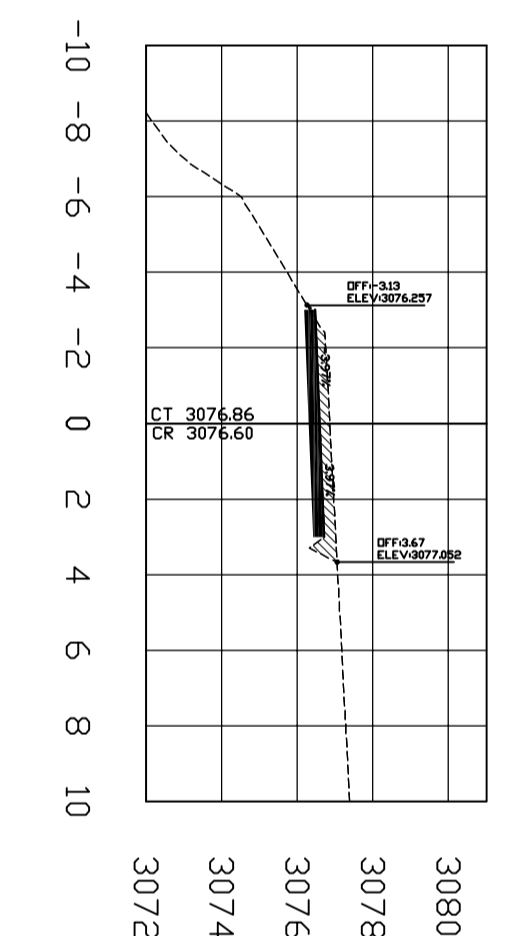
3080  
3078  
3076  
3074  
3072  
3070

ÁREA DE CORTE  
2.04m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
0.28m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
29.79m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
1.57m<sup>3</sup>



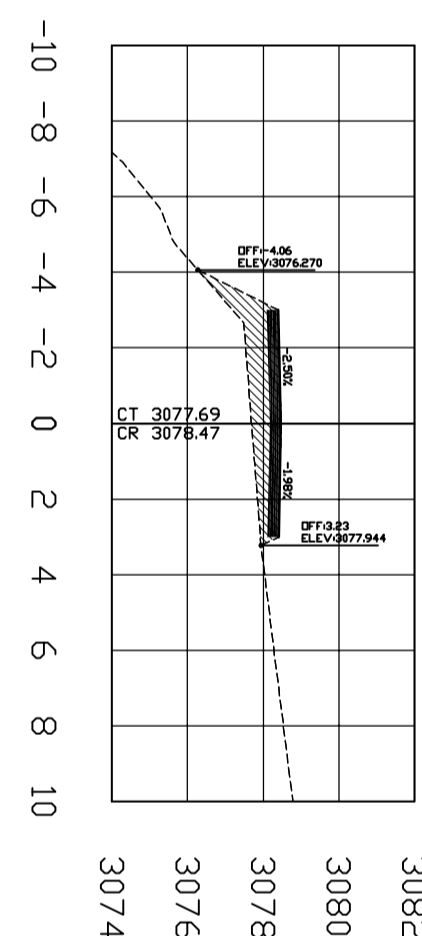
3080  
3078  
3076  
3074  
3072

ÁREA DE CORTE  
1.76m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
0.03m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
19.20m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
1.46m<sup>3</sup>



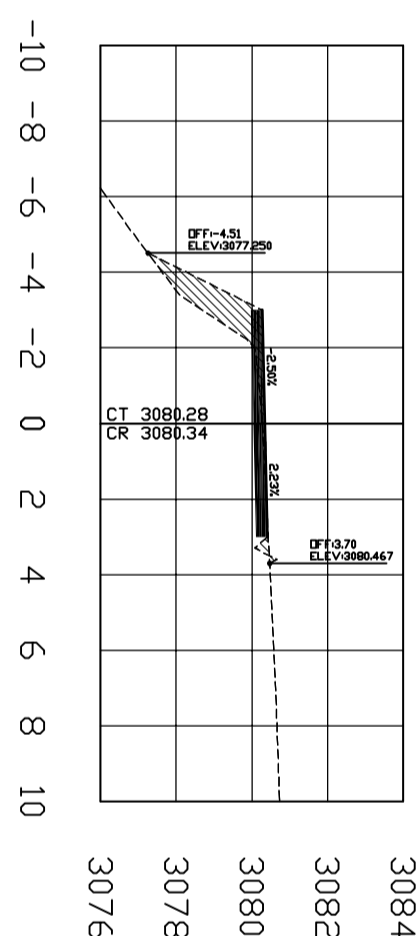
3082  
3080  
3078  
3076  
3074

ÁREA DE CORTE  
0.00m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
5.20m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
17.67m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
52.23m<sup>3</sup>



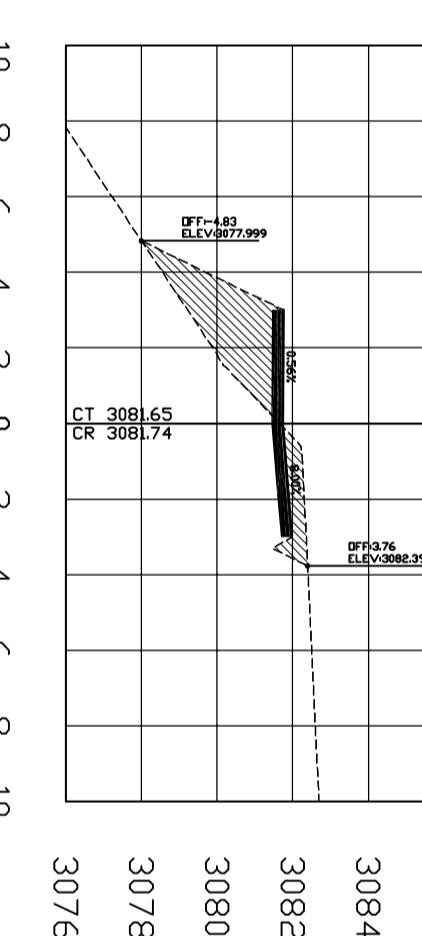
3084  
3082  
3080  
3078  
3076

ÁREA DE CORTE  
0.11m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
2.56m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
1.05m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
77.64m<sup>3</sup>



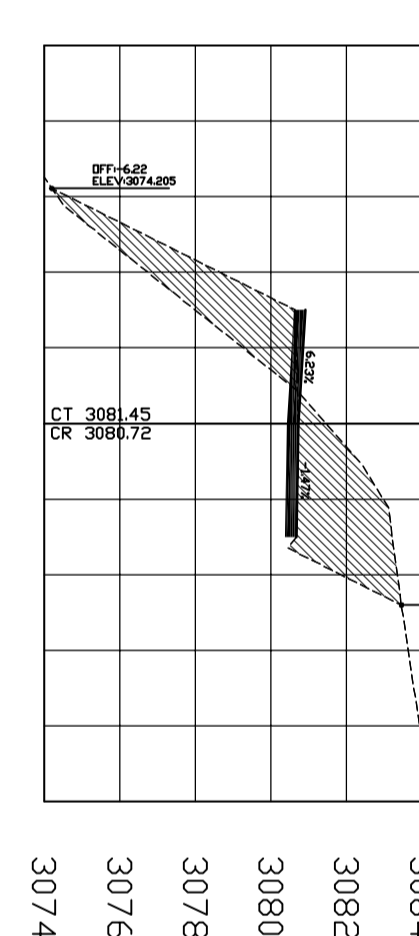
3086  
3084  
3082  
3080  
3078  
3076

ÁREA DE CORTE  
1.51m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
6.59m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
16.41m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
89.75m<sup>3</sup>



3086  
3084  
3082  
3080  
3078  
3076  
3074

ÁREA DE CORTE  
8.80m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
7.45m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
103.08m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
140.44m<sup>3</sup>



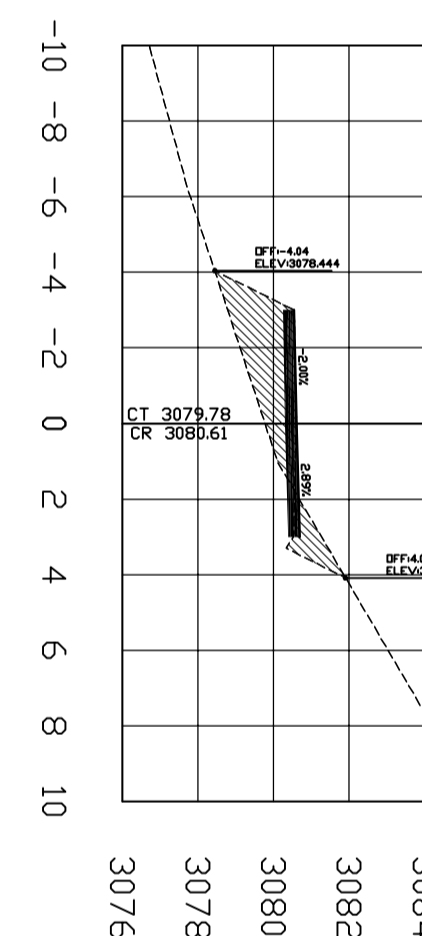
3088  
3086  
3084  
3082  
3080  
3078  
3076  
3074

ÁREA DE CORTE  
7.26m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
6.24m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
75.51m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
73.86m<sup>3</sup>



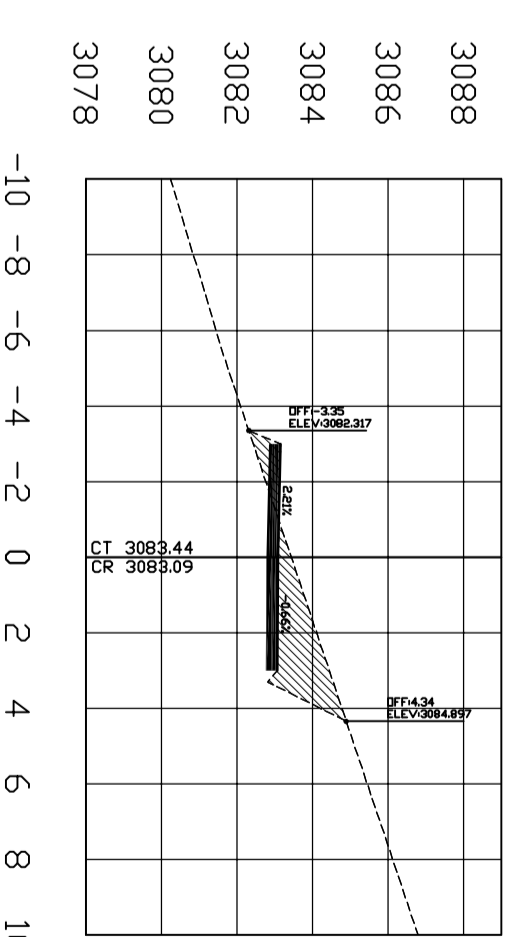
3086  
3084  
3082  
3080  
3078  
3076

ÁREA DE CORTE  
1.17m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
5.64m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
39.19m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
63.01m<sup>3</sup>



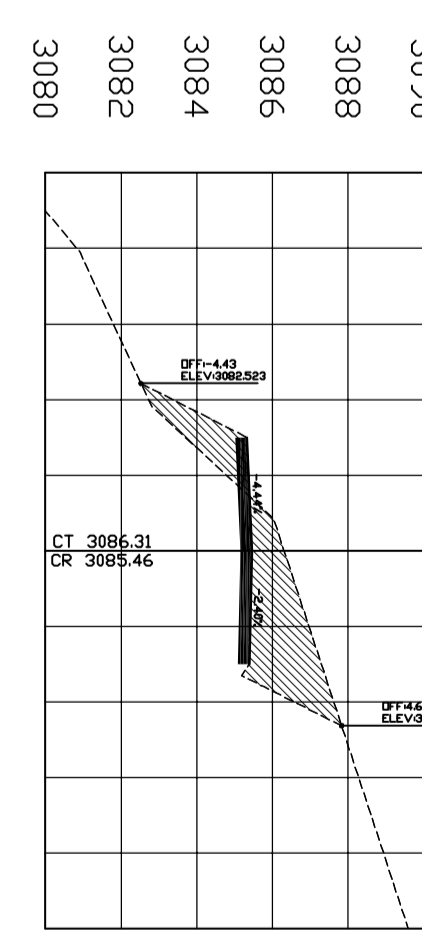
3088  
3086  
3084  
3082  
3080  
3078

ÁREA DE CORTE  
4.13m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
0.85m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
55.95m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
62.42m<sup>3</sup>



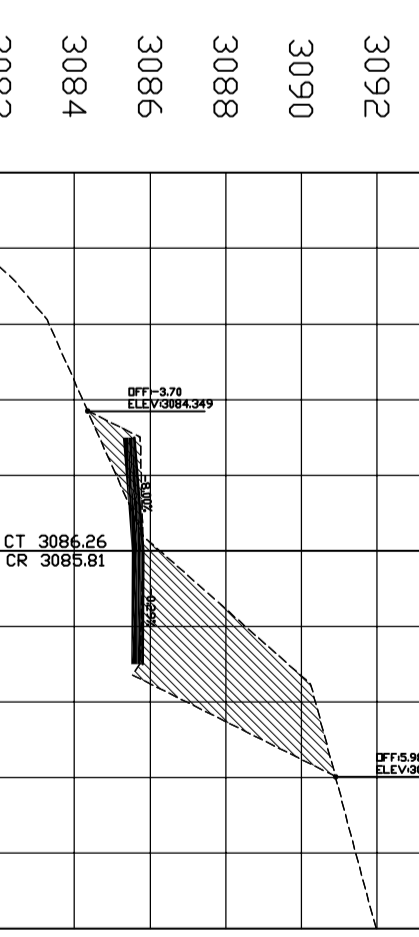
3092  
3090  
3088  
3086  
3084  
3082

ÁREA DE CORTE  
7.05m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
2.58m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
113.13m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
33.75m<sup>3</sup>



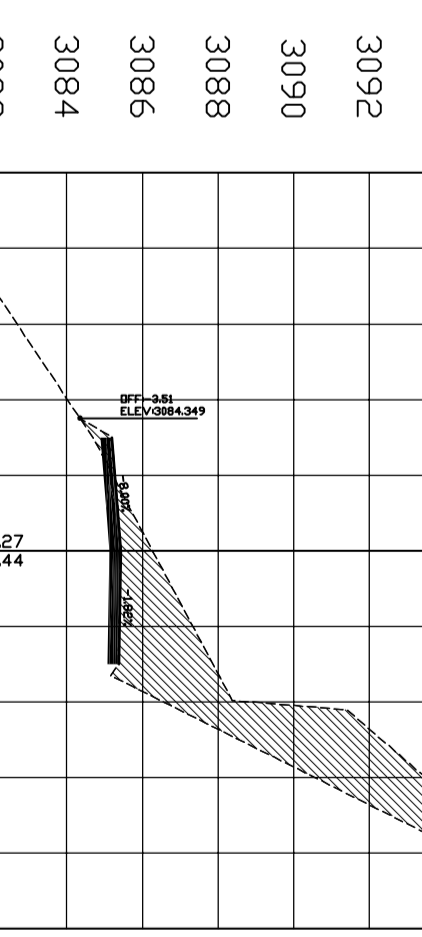
3094  
3092  
3090  
3088  
3086  
3084  
3082

ÁREA DE CORTE  
14.01m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
1.79m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
98.78m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
23.22m<sup>3</sup>



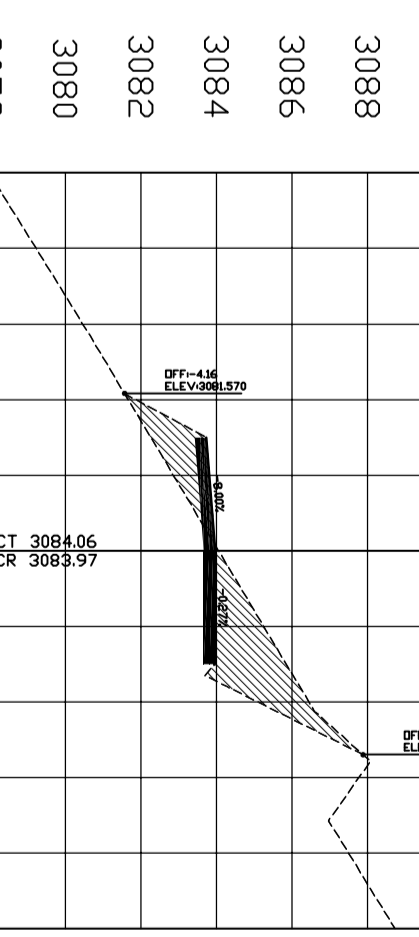
3098  
3096  
3094  
3092  
3090  
3088  
3086  
3084  
3082

ÁREA DE CORTE  
18.48m<sup>2</sup>

ÁREA DE RELLENO  
0.41m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
200.63m<sup>3</sup>

VOLUMEN DE RELLENO  
9.19m<sup>3</sup>



3092  
3090  
3088  
3086  
3084  
3082  
3080  
3078

ÁREA DE CORTE  
5.77m<sup>2</sup>

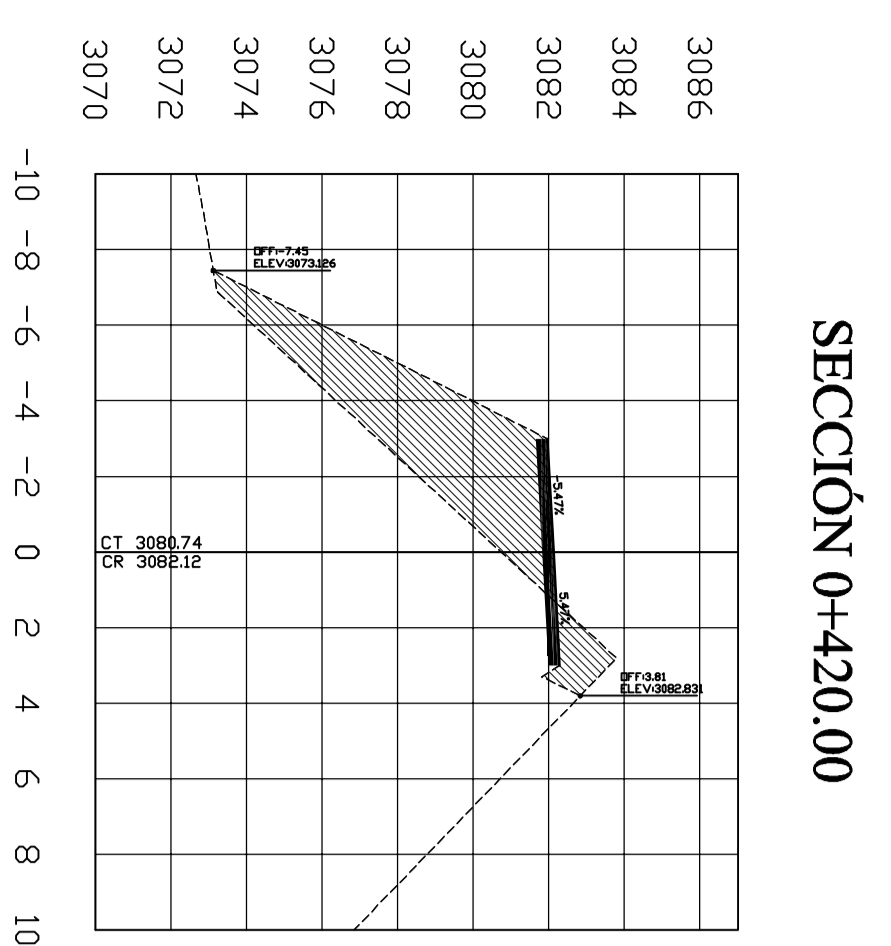
ÁREA DE RELLENO  
2.92m<sup>2</sup>

VOLUMEN DE CORTE  
257.63m<sup>3</sup>

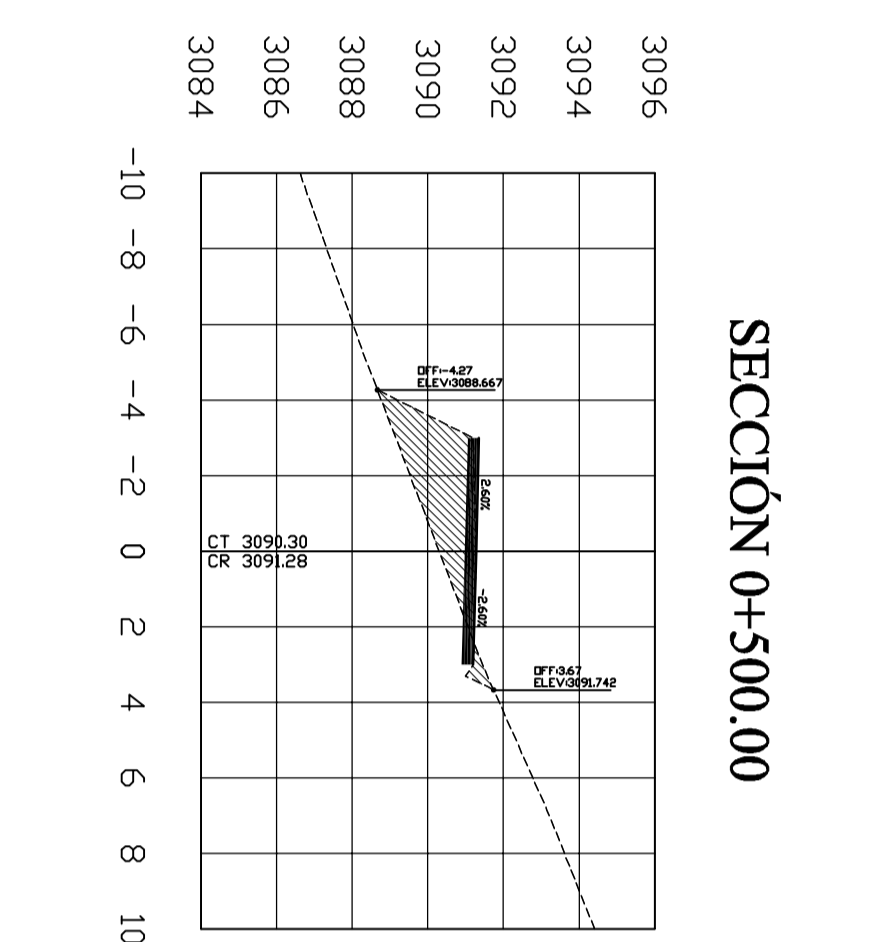
VOLUMEN DE RELLENO  
31.91m<sup>3</sup>

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL	
UBICACIÓN: CANTÓN AMBATO, PARROQUIAS CONSTANTINO FERRANDEZ Y SAN BARTOLOMÉ DE PIVILLO (QUÉBRADA SHARI ANSHI)	
CONTIENE SECCIONES TRANSVERSALES Km 0+00-Km 0+400	ESC: LIGARTECHIA AMBATO FEB 2016 LÁMINA 14
REALIZADO POR:	REVISADO POR:
Javier Campos	Ing. Mg. Galo Nuñez

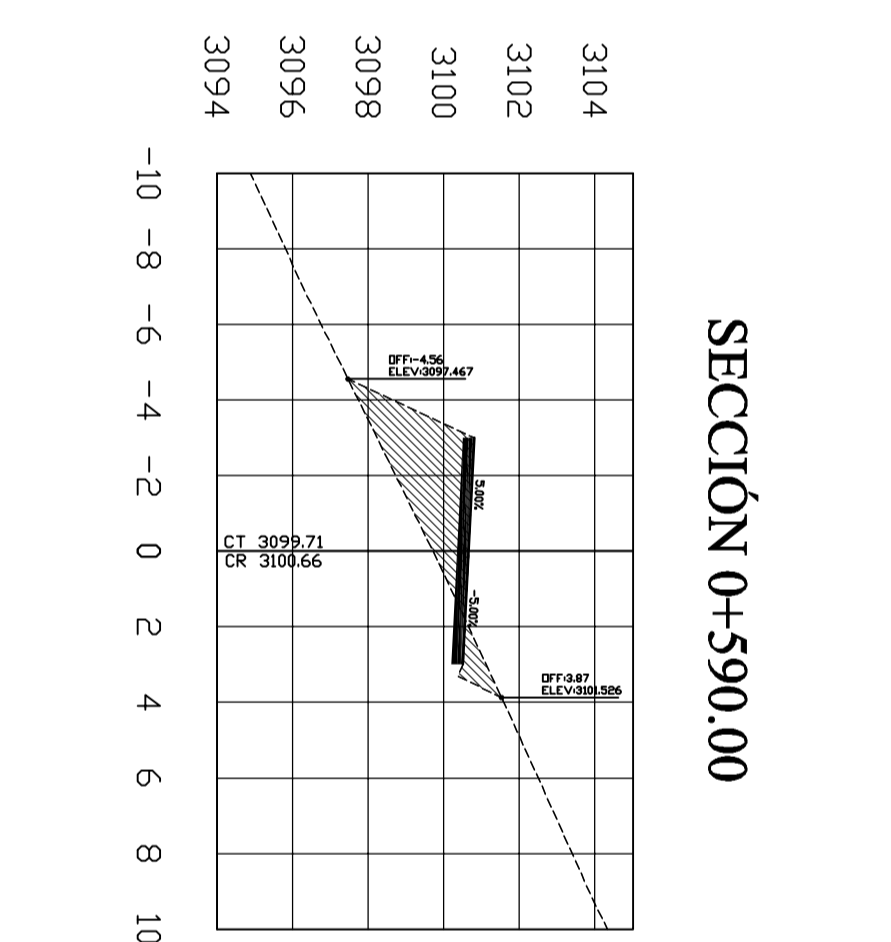




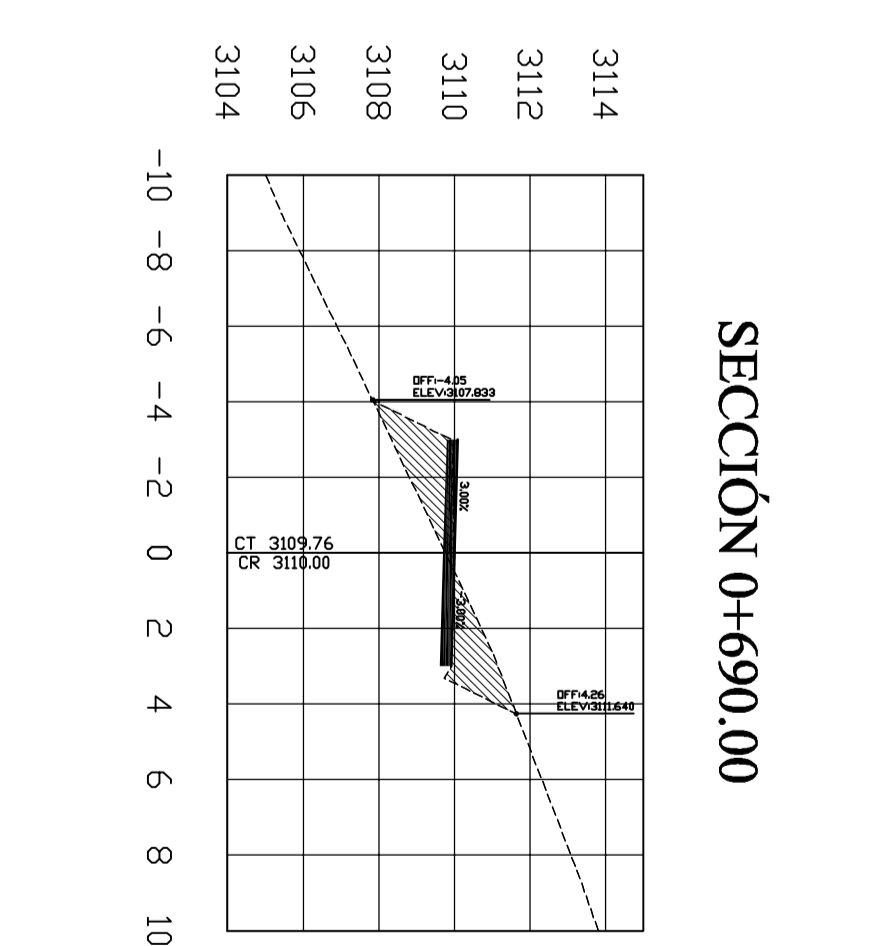
3084	ÁREA DE CORTE	2.19m <sup>2</sup>
3080	ÁREA DE RELLENO	20.76m <sup>2</sup>
3078	VOLUMEN DE CORTE	89.75m <sup>3</sup>
3076	VOLUMEN DE RELLENO	203.65m <sup>3</sup>
3074		
3072		
3070		



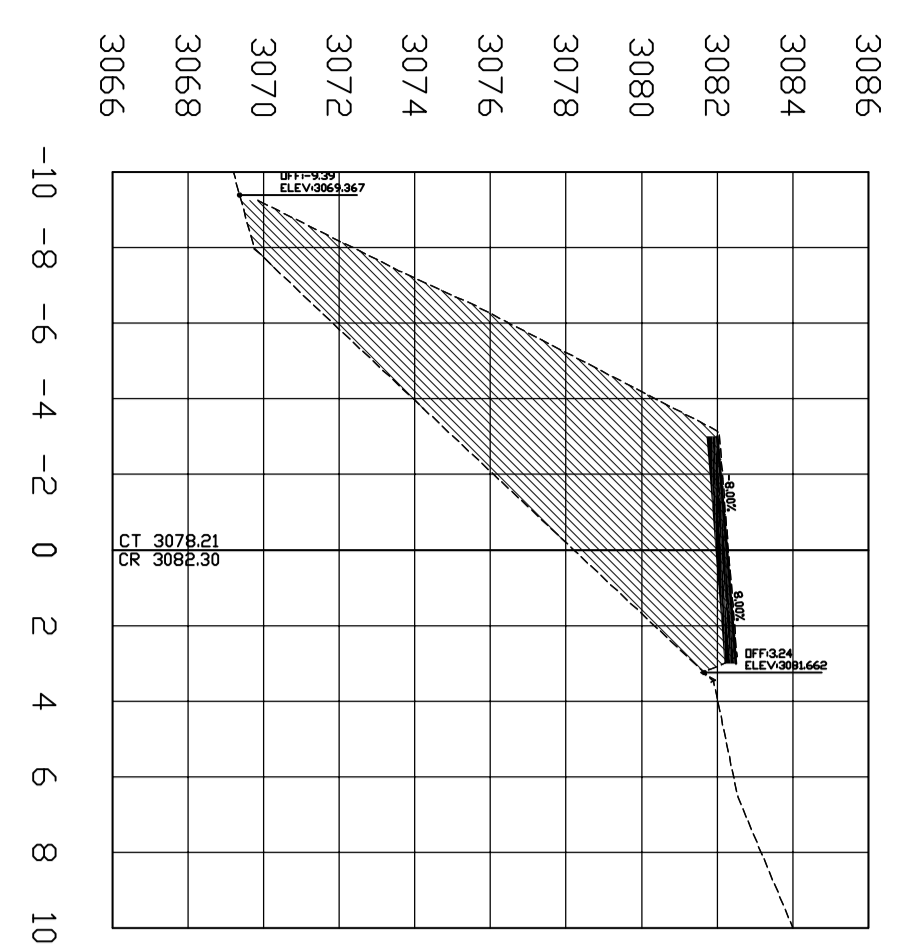
3094	ÁREA DE CORTE	0.30m <sup>2</sup>
3092	ÁREA DE RELLENO	7.02m <sup>2</sup>
3090	VOLUMEN DE CORTE	13.49m <sup>3</sup>
3088	VOLUMEN DE RELLENO	47.62m <sup>3</sup>
3086		
3084		



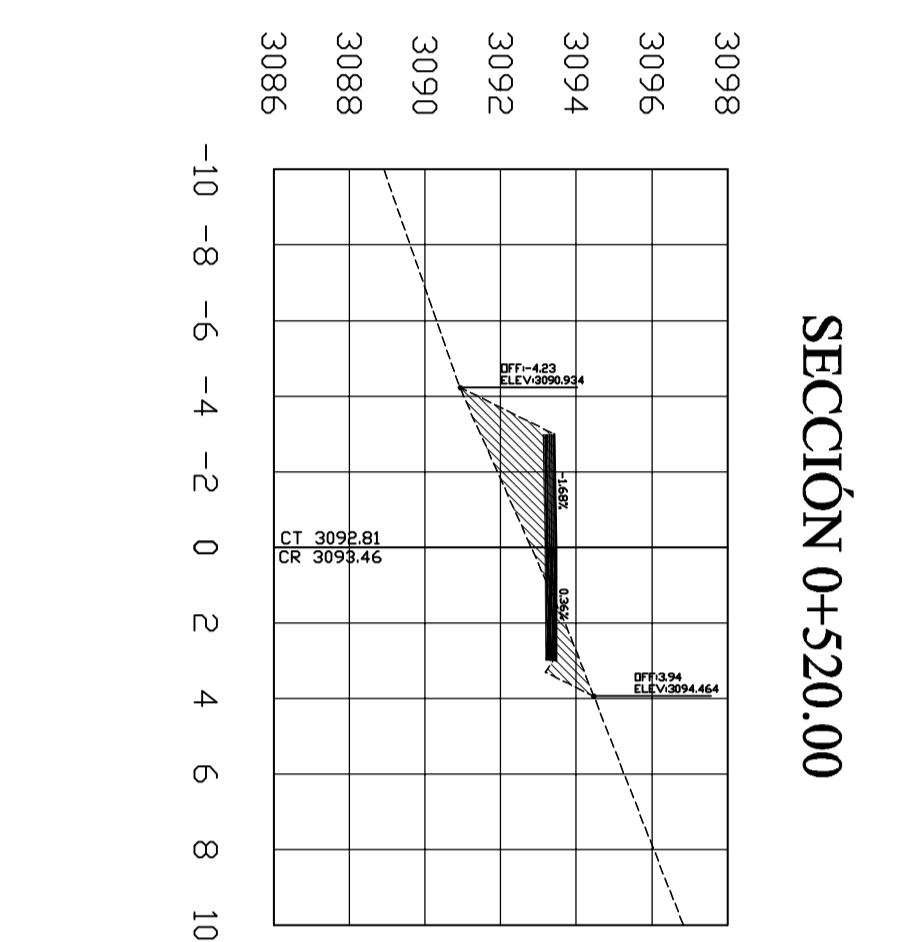
3104	ÁREA DE CORTE	0.84m <sup>2</sup>
3102	ÁREA DE RELLENO	8.11m <sup>2</sup>
3100	VOLUMEN DE CORTE	9.89m <sup>3</sup>
3098	VOLUMEN DE RELLENO	6.91m <sup>3</sup>
3096		
3094		



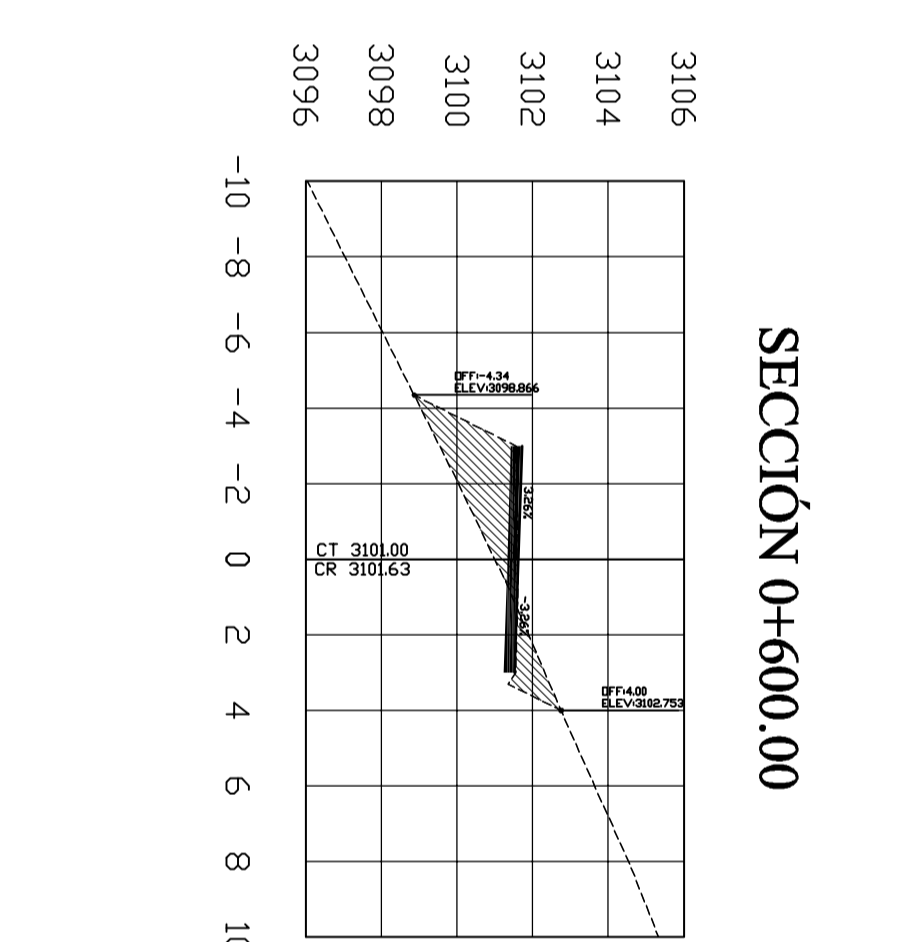
3114	ÁREA DE CORTE	2.78m <sup>2</sup>
3112	ÁREA DE RELLENO	3.64m <sup>2</sup>
3110	VOLUMEN DE CORTE	20.77m <sup>3</sup>
3108	VOLUMEN DE RELLENO	53.94m <sup>3</sup>
3106		
3104		



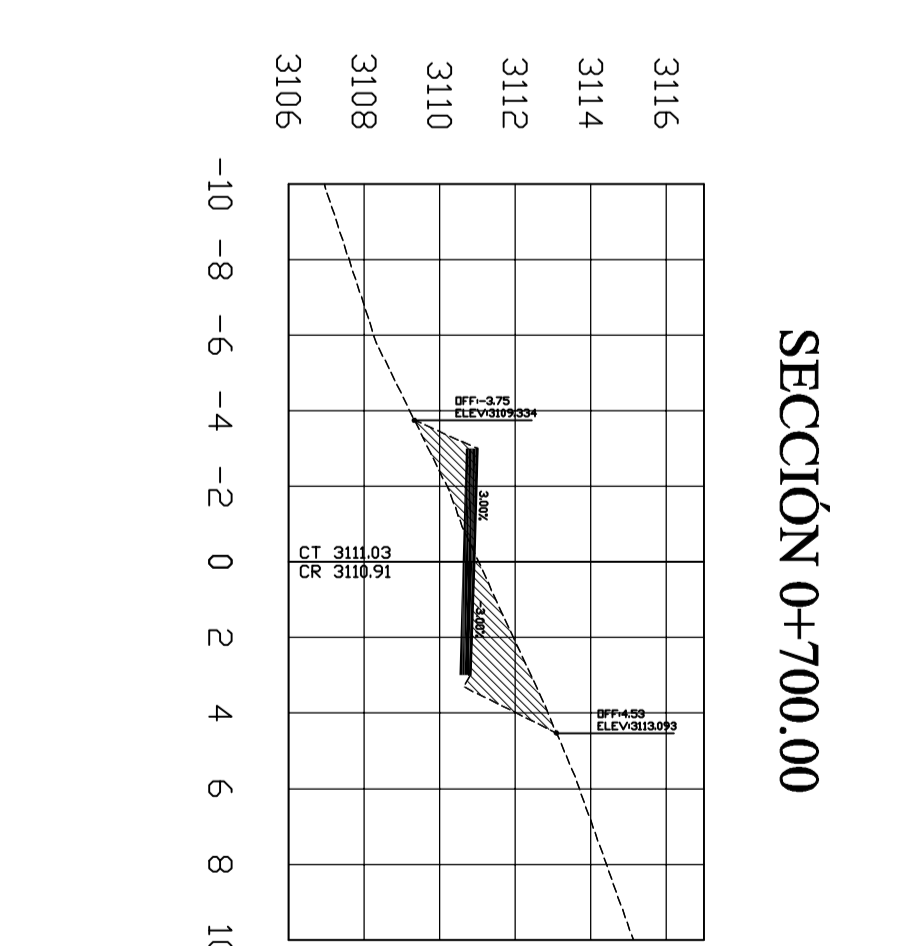
3080	ÁREA DE CORTE	0.01m <sup>2</sup>
3078	ÁREA DE RELLENO	51.70m <sup>2</sup>
3076	VOLUMEN DE CORTE	11.60m <sup>3</sup>
3074	VOLUMEN DE RELLENO	339.68m <sup>3</sup>
3072		
3070		
3068		
3066		



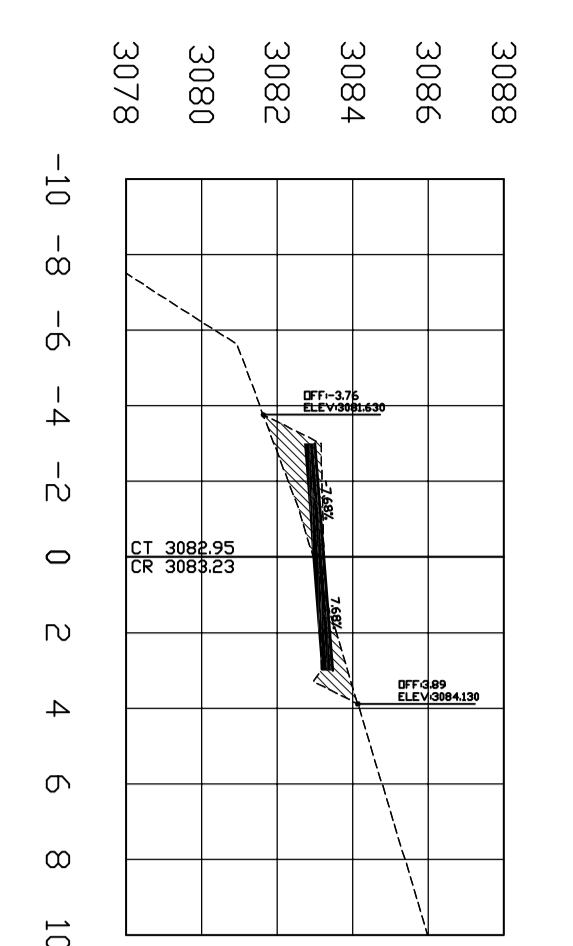
3096	ÁREA DE CORTE	1.18m <sup>2</sup>
3094	ÁREA DE RELLENO	5.56m <sup>2</sup>
3092	VOLUMEN DE CORTE	14.79m <sup>3</sup>
3090	VOLUMEN DE RELLENO	125.82m <sup>3</sup>
3088		
3086		



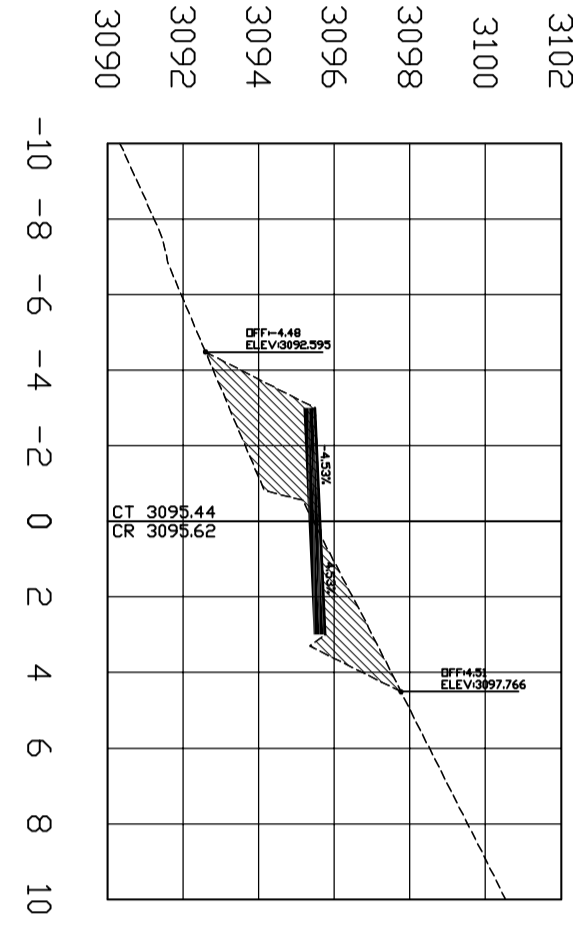
3104	ÁREA DE CORTE	1.32m <sup>2</sup>
3102	ÁREA DE RELLENO	5.70m <sup>2</sup>
3100	VOLUMEN DE CORTE	10.57m <sup>3</sup>
3098	VOLUMEN DE RELLENO	70.09m <sup>3</sup>
3096		



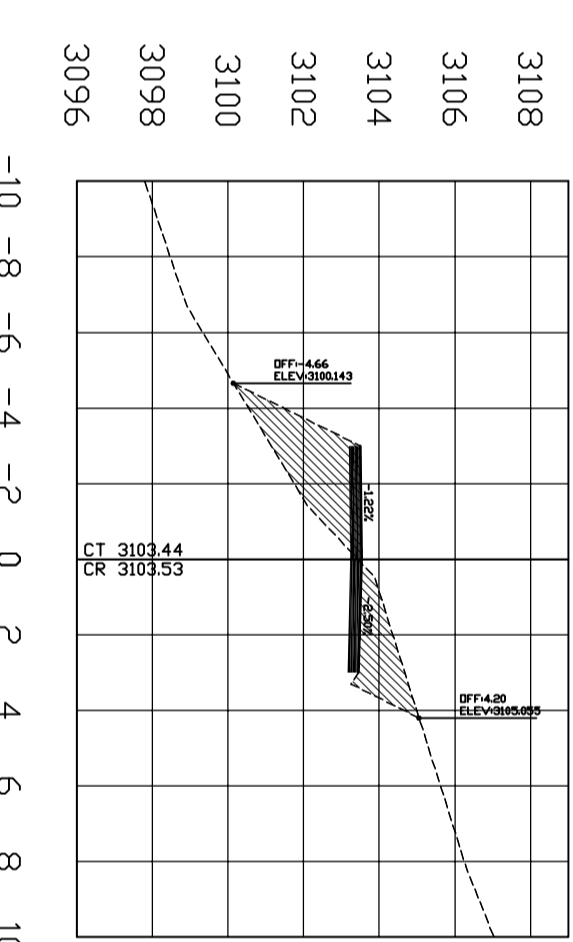
3114	ÁREA DE CORTE	4.32m <sup>2</sup>
3112	ÁREA DE RELLENO	2.22m <sup>2</sup>
3110	VOLUMEN DE CORTE	35.02m <sup>3</sup>
3108	VOLUMEN DE RELLENO	29.62m <sup>3</sup>
3106		



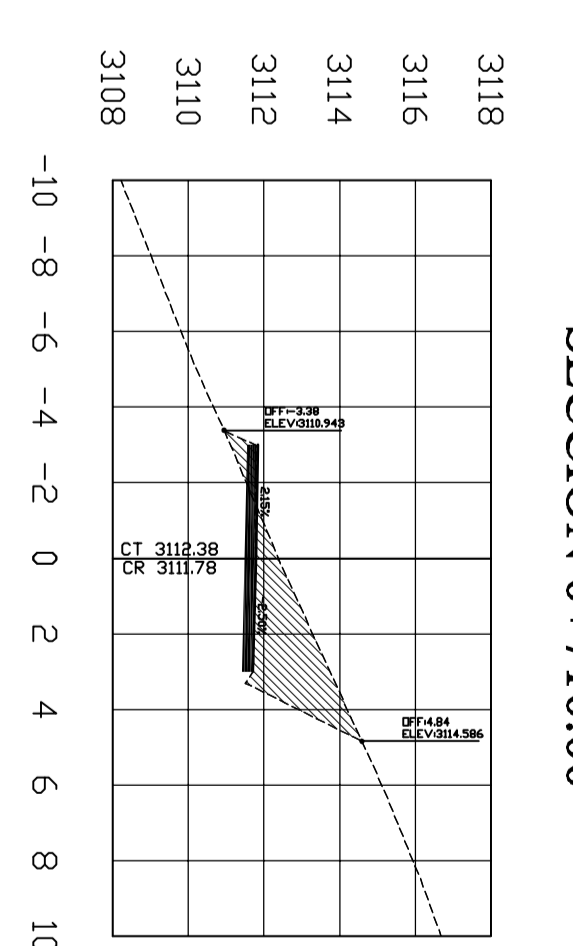
3082	ÁREA DE CORTE	1.30m <sup>2</sup>
3080	ÁREA DE RELLENO	2.80m <sup>2</sup>
3078	VOLUMEN DE CORTE	7.29m <sup>3</sup>
3076	VOLUMEN DE RELLENO	236.76m <sup>3</sup>
3074		
3072		
3070		



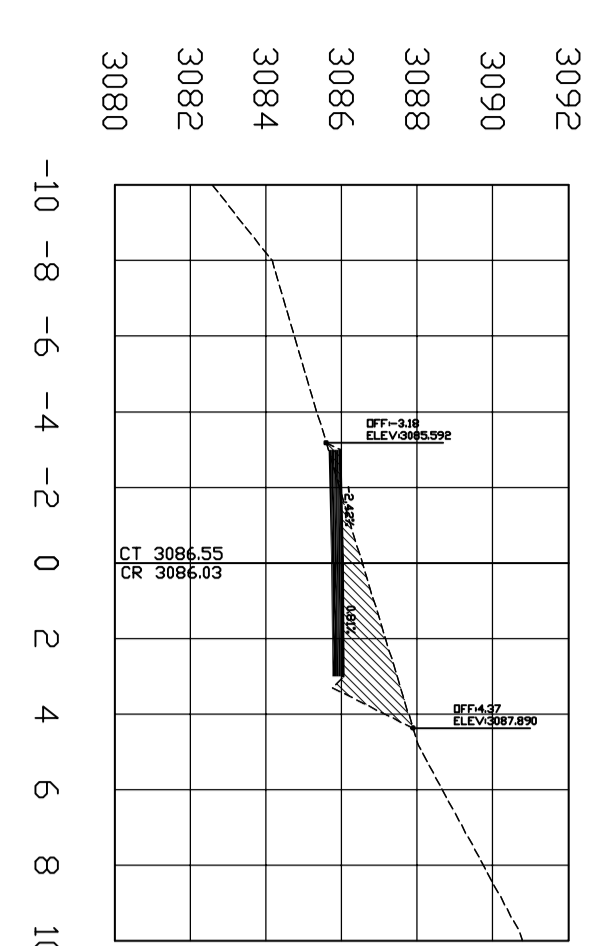
3100	ÁREA DE CORTE	3.18m <sup>2</sup>
3098	ÁREA DE RELLENO	6.18m <sup>2</sup>
3096	VOLUMEN DE CORTE	43.91m <sup>3</sup>
3094	VOLUMEN DE RELLENO	116.67m <sup>3</sup>
3092		
3090		



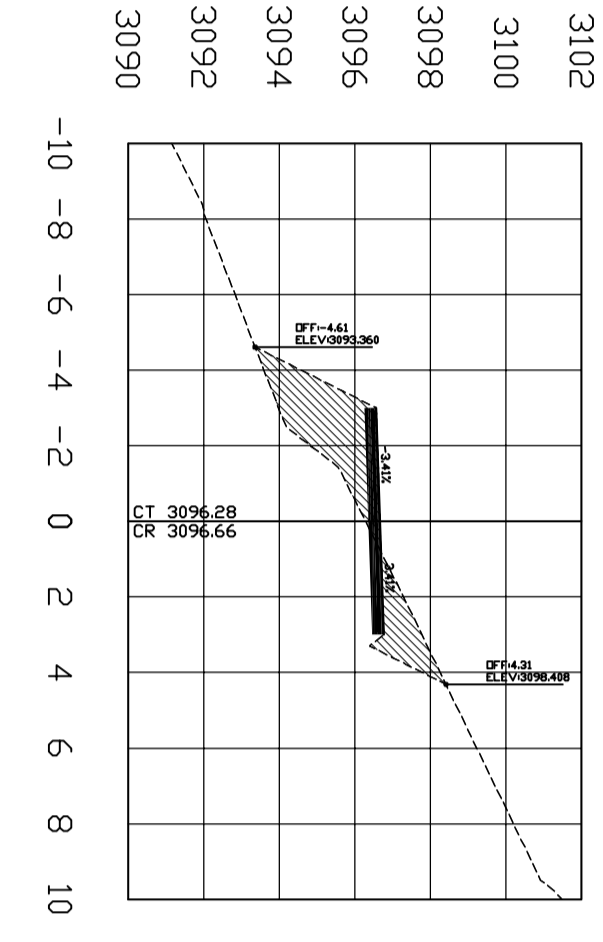
3104	ÁREA DE CORTE	3.16m <sup>2</sup>
3102	ÁREA DE RELLENO	6.00m <sup>2</sup>
3100	VOLUMEN DE CORTE	44.81m <sup>3</sup>
3098	VOLUMEN DE RELLENO	116.97m <sup>3</sup>
3096		



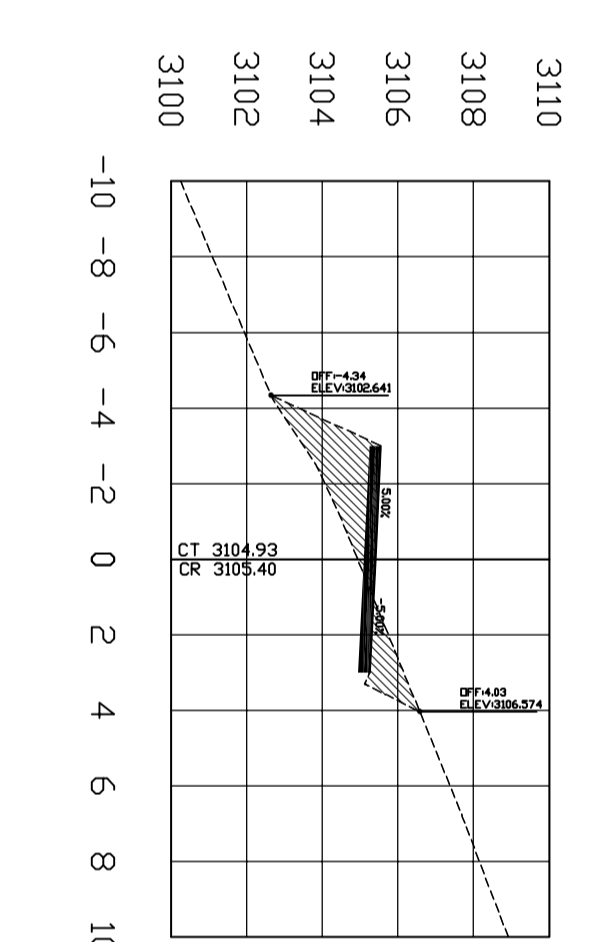
3114	ÁREA DE CORTE	6.88m <sup>2</sup>
3112	ÁREA DE RELLENO	0.65m <sup>2</sup>
3110	VOLUMEN DE CORTE	55.32m <sup>3</sup>
3108	VOLUMEN DE RELLENO	14.51m <sup>3</sup>
3106		



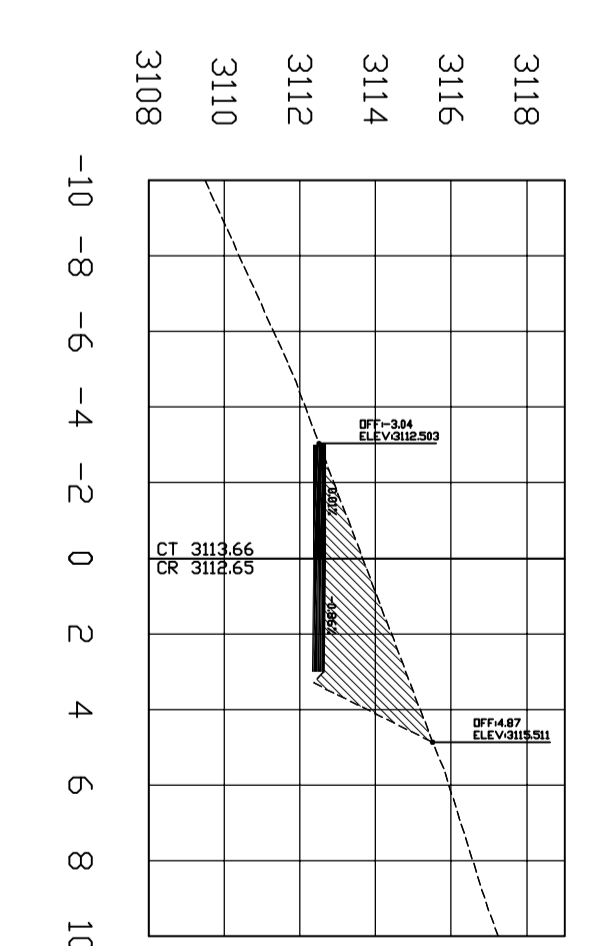
3088	ÁREA DE CORTE	4.84m <sup>2</sup>
3086	ÁREA DE RELLENO	0.20m <sup>2</sup>
3084	VOLUMEN DE CORTE	61.34m <sup>3</sup>
3082	VOLUMEN DE RELLENO	30.08m <sup>3</sup>
3080		



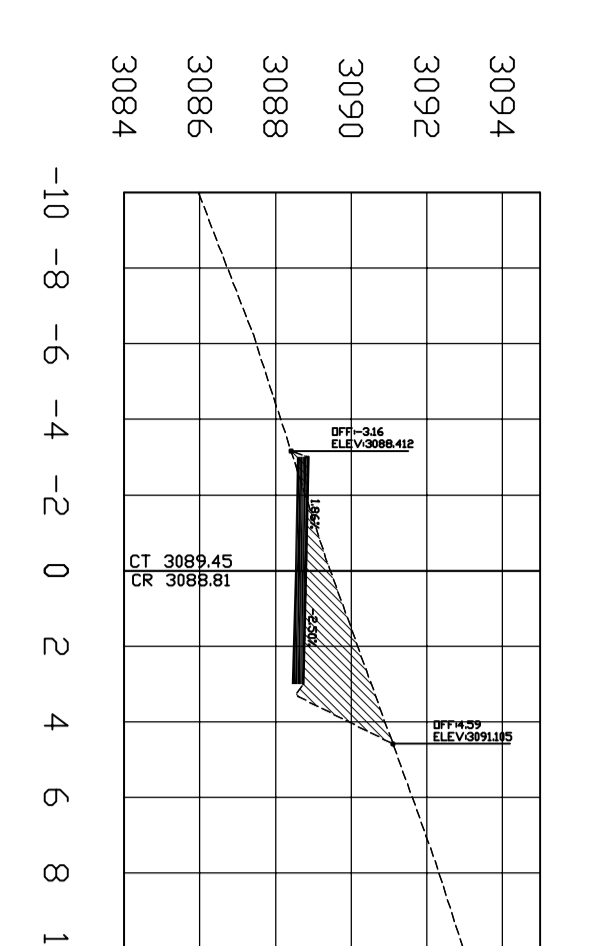
3100	ÁREA DE CORTE	2.28m <sup>2</sup>
3098	ÁREA DE RELLENO	6.35m <sup>2</sup>
3096	VOLUMEN DE CORTE	28.06m <sup>3</sup>
3094	VOLUMEN DE RELLENO	61.15m <sup>3</sup>
3092		
3090		



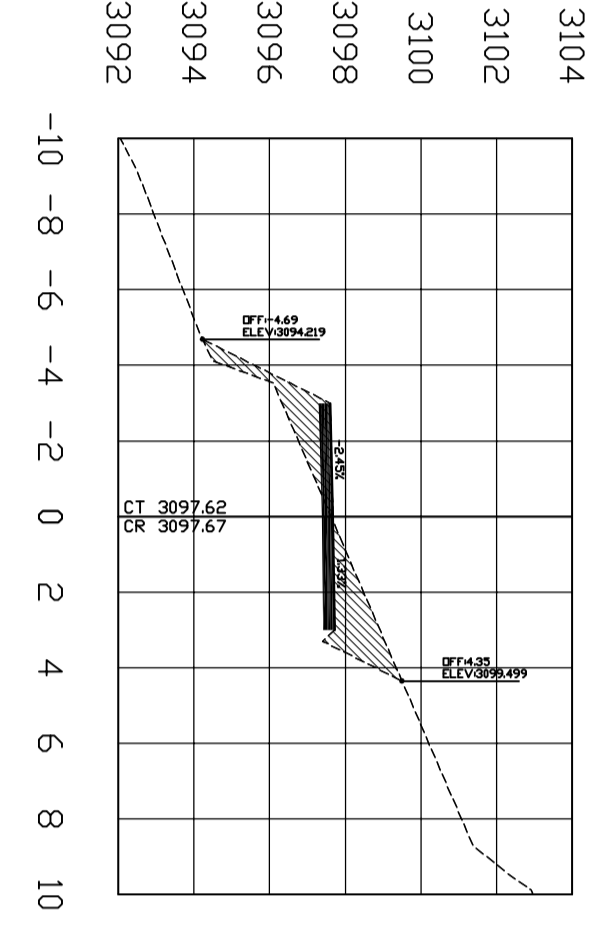
3108	ÁREA DE CORTE	1.64m <sup>2</sup>
3106	ÁREA DE RELLENO	5.19m <sup>2</sup>
3104	VOLUMEN DE CORTE	47.97m <sup>3</sup>
3102	VOLUMEN DE RELLENO	111.96m <sup>3</sup>
3100		



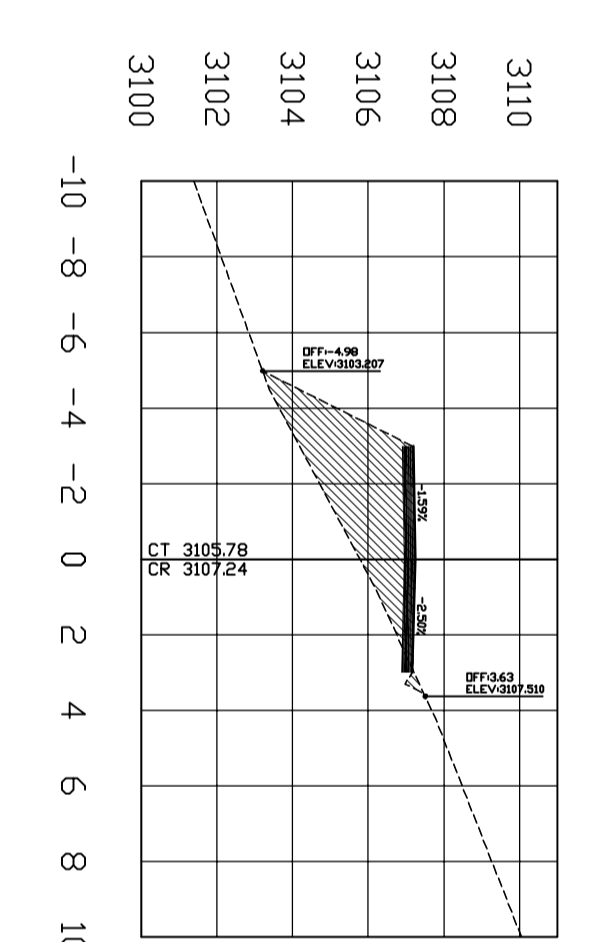
3114	ÁREA DE CORTE	8.82m <sup>2</sup>
3112	ÁREA DE RELLENO	0.03m <sup>2</sup>
3110	VOLUMEN DE CORTE	78.50m <sup>3</sup>
3108	VOLUMEN DE RELLENO	3.38m <sup>3</sup>
3106		



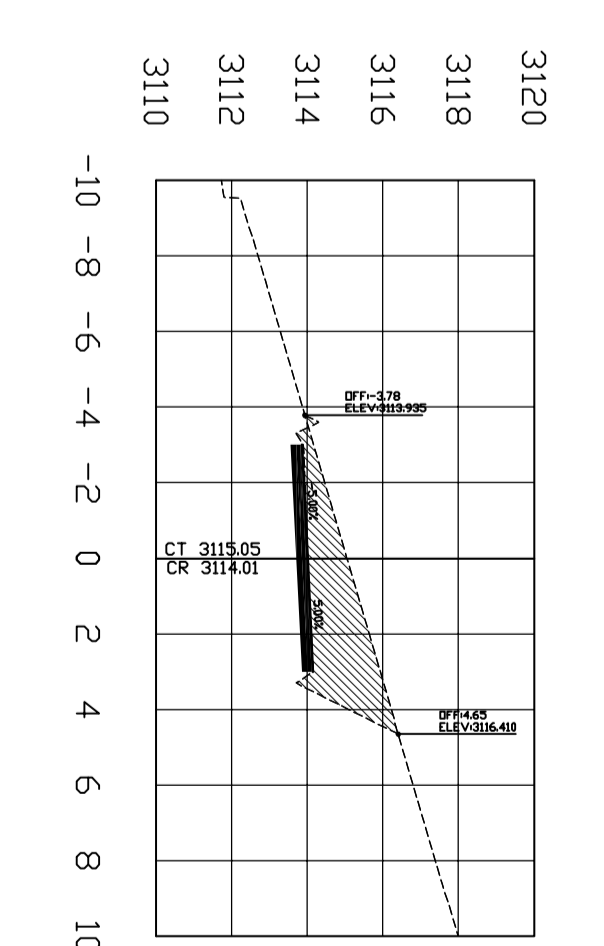
3092	ÁREA DE CORTE	6.18m <sup>2</sup>
3090	ÁREA DE RELLENO	0.27m <sup>2</sup>
3088	VOLUMEN DE CORTE	110.19m <sup>3</sup>
3086	VOLUMEN DE RELLENO	4.69m <sup>3</sup>
3084		



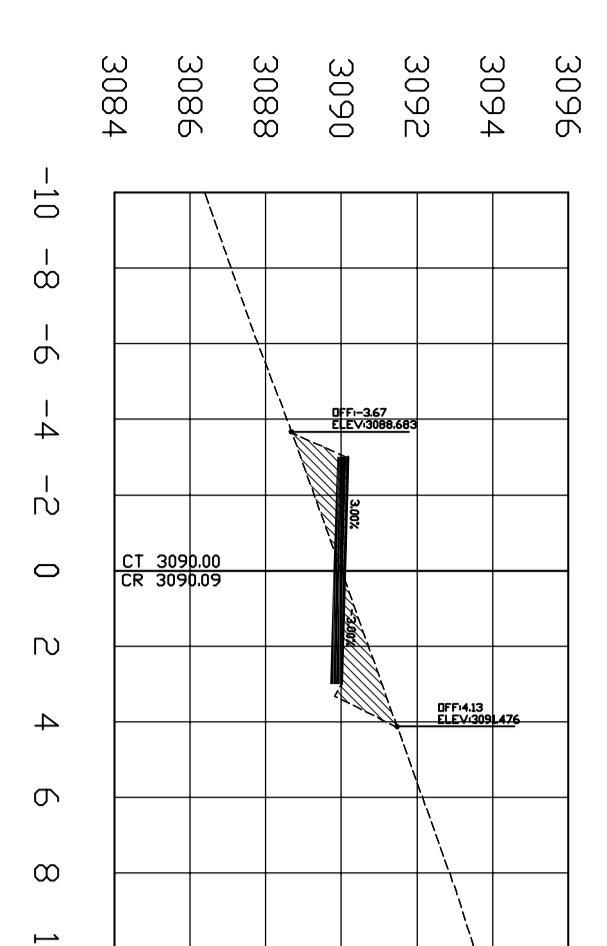
3102	ÁREA DE CORTE	3.02m <sup>2</sup>
3100	ÁREA DE RELLENO	3.08m <sup>2</sup>
3098	VOLUMEN DE CORTE	26.49m <sup>3</sup>
3096	VOLUMEN DE RELLENO	47.17m <sup>3</sup>
3094		
3092		



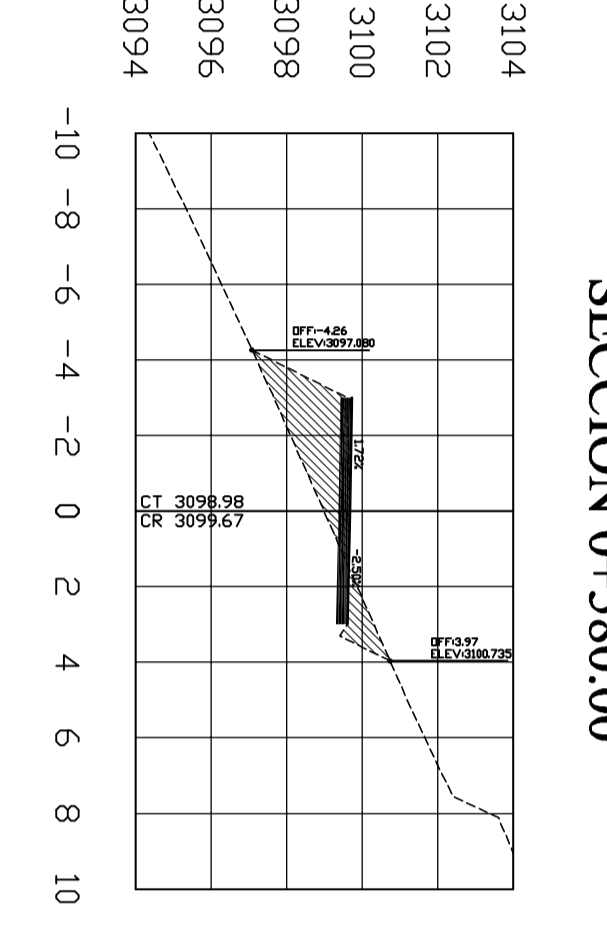
3108	ÁREA DE CORTE	0.12m <sup>2</sup>
3106	ÁREA DE RELLENO	11.76m <sup>2</sup>
3104	VOLUMEN DE CORTE	17.45m <sup>3</sup>
3102	VOLUMEN DE RELLENO	170.24m <sup>3</sup>
3100		



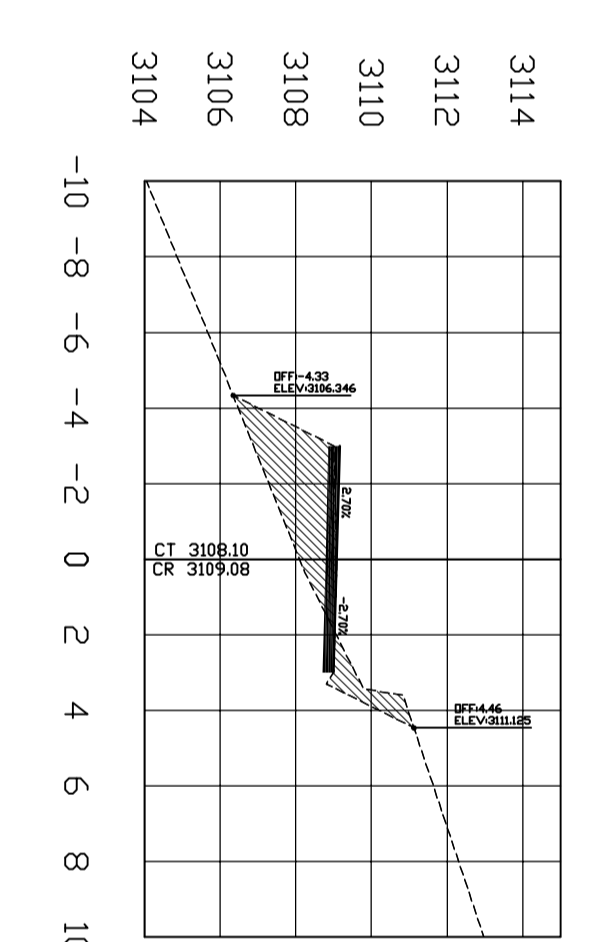
3118	ÁREA DE CORTE	8.47m <sup>2</sup>
3116	ÁREA DE RELLENO	0.05m <sup>2</sup>
3114	VOLUMEN DE CORTE	172.87m <sup>3</sup>
3112	VOLUMEN DE RELLENO	0.75m <sup>3</sup>
3110		



3094	ÁREA DE CORTE	2.43m <sup>2</sup>
3092	ÁREA DE RELLENO	2.42m <sup>2</sup>
3090	VOLUMEN DE CORTE	42.63m <sup>3</sup>
3088	VOLUMEN DE RELLENO	13.58m <sup>3</sup>
3086		
3084		



3102	ÁREA DE CORTE	1.15m <sup>2</sup>
3100	ÁREA DE RELLENO	5.67m <sup>2</sup>
3098	VOLUMEN DE CORTE	41.69m <sup>3</sup>
3096	VOLUMEN DE RELLENO	87.53m <sup>3</sup>
3094		



3112	ÁREA DE CORTE	1.44m <sup>2</sup>
3110	ÁREA DE RELLENO	7.04m <sup>2</sup>
3108	VOLUMEN DE CORTE	15.56m <sup>3</sup>
3106	VOLUMEN DE RELLENO	188.00m <sup>3</sup>
3104		

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

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

UBICACIÓN: CANTÓN AMBATO, PARROQUIA CONSTANCINO FERRANDEZ Y SAN BARTOLOMÉ DE PRUITO (QUEBRADA SHARI ANSHI)

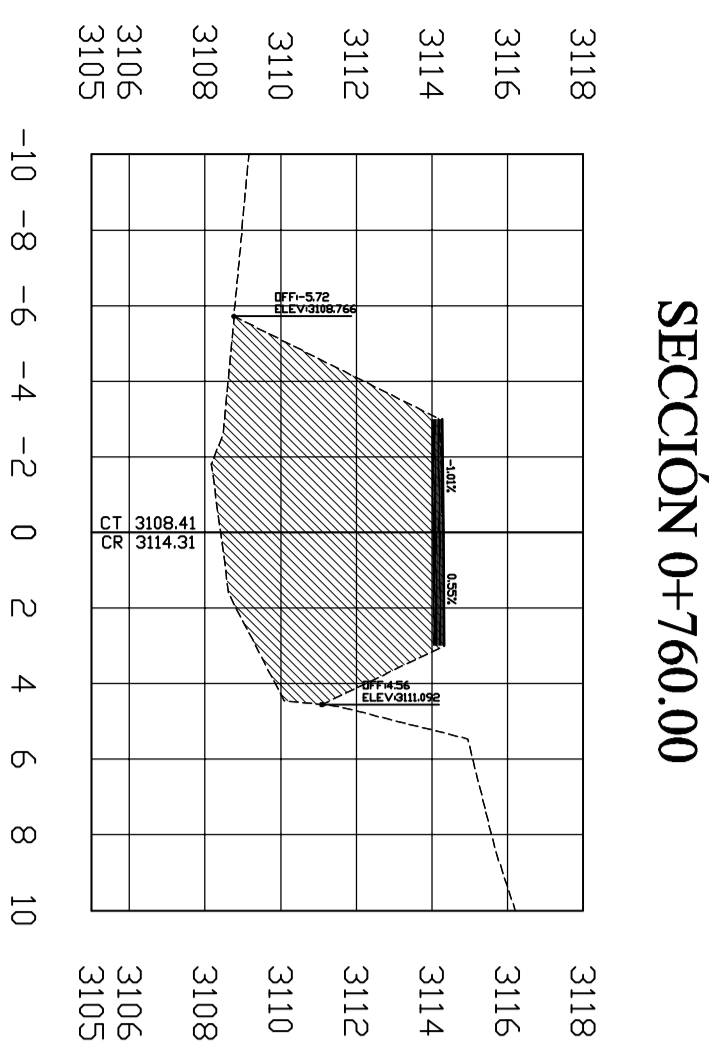
CONTIENE SECCIONES TRANSVERSALES

Km 0+120-Km 0+740

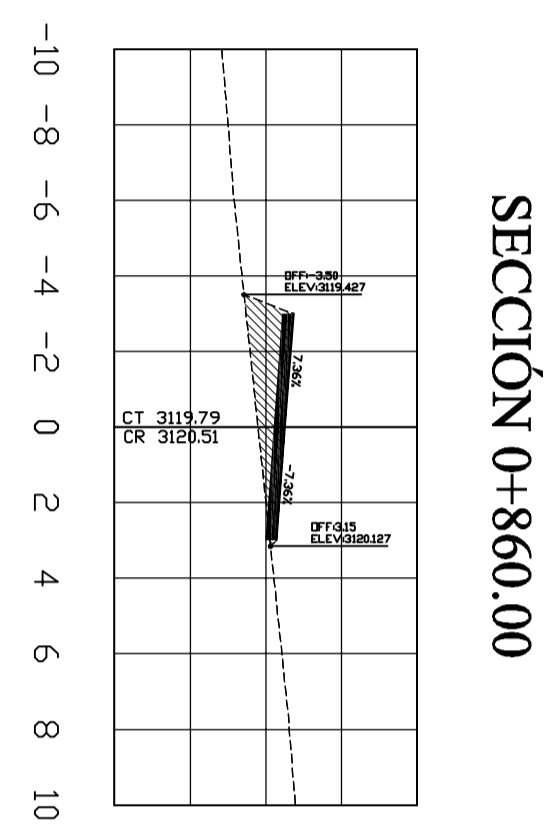
REALIZADO POR: ESC. LUGARFUECHA  
 AMBATO FEB. 2016  
 LAMINA 2.4

REVISADO POR: Ing. Mg. Galo Nuez

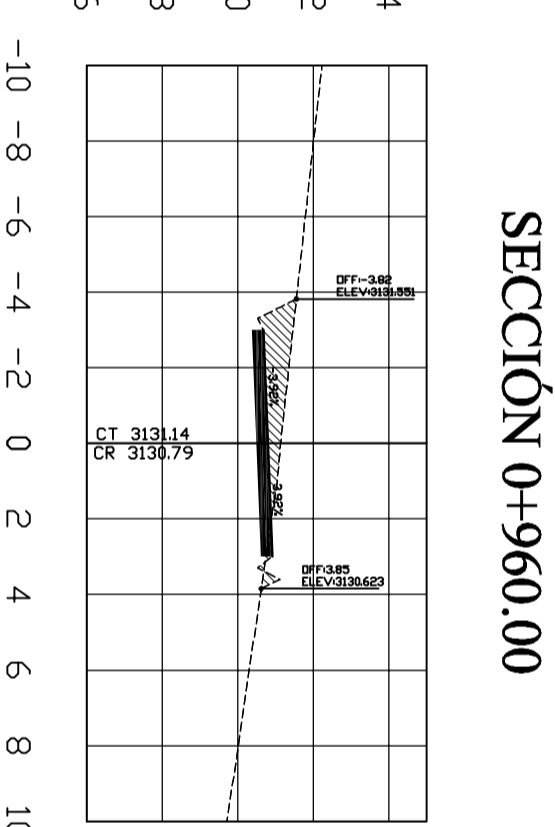




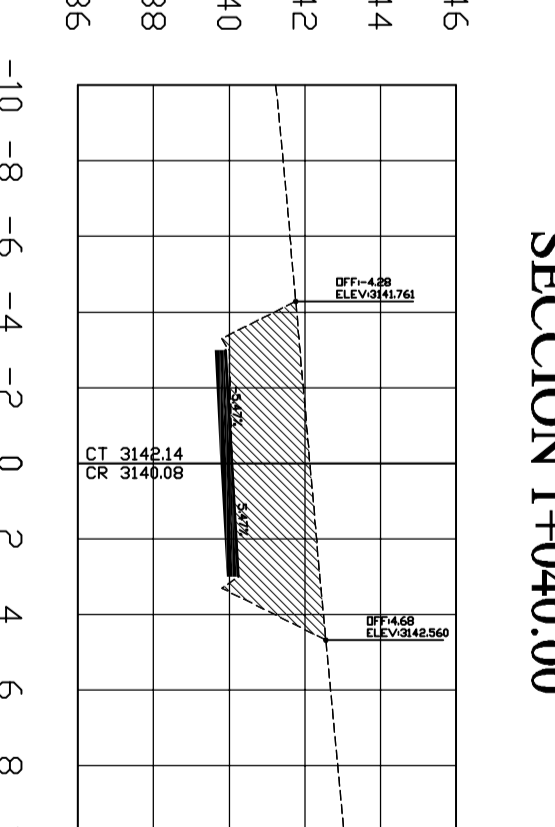
3118	ÁREA DE CORTE	0.00m <sup>2</sup>
3114	ÁREA DE RELLENO	46.86m <sup>2</sup>
3112	VOLUMEN DE CORTE	85.07m <sup>3</sup>
3110	VOLUMEN DE RELLENO	468.53m <sup>3</sup>
3108		
3106		
3105		



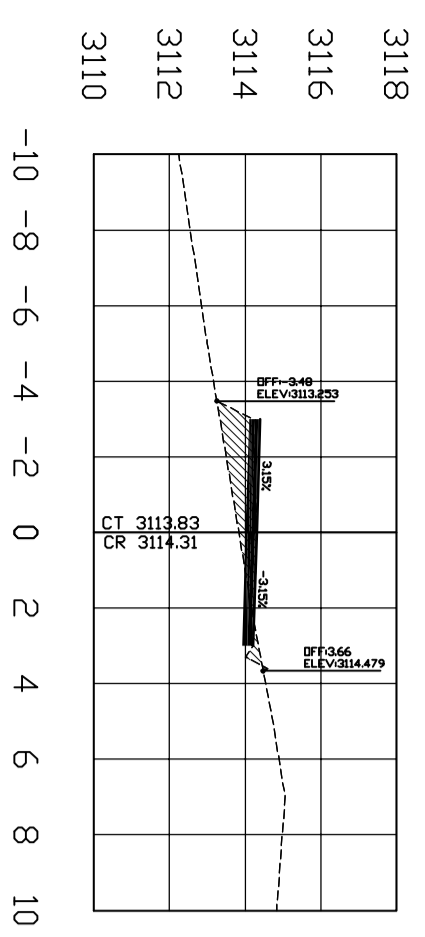
3124	ÁREA DE CORTE	0.00m <sup>2</sup>
3122	ÁREA DE RELLENO	4.59m <sup>2</sup>
3120	VOLUMEN DE CORTE	0.00m <sup>3</sup>
3118	VOLUMEN DE RELLENO	76.75m <sup>3</sup>
3116		



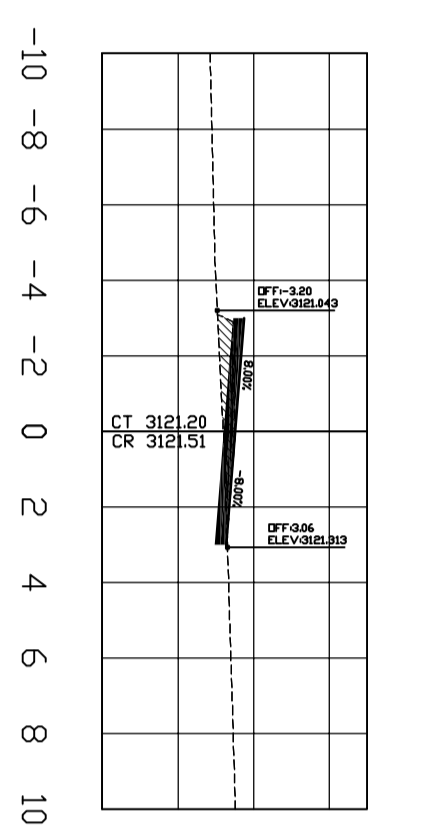
3134	ÁREA DE CORTE	2.62m <sup>2</sup>
3132	ÁREA DE RELLENO	0.19m <sup>2</sup>
3130	VOLUMEN DE CORTE	97.26m <sup>3</sup>
3128	VOLUMEN DE RELLENO	1.90m <sup>3</sup>
3126		



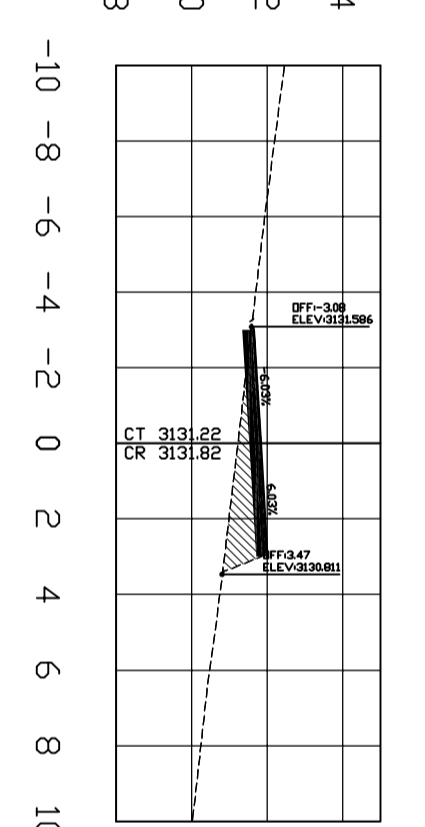
3146	ÁREA DE CORTE	16.36m <sup>2</sup>
3144	ÁREA DE RELLENO	0.00m <sup>2</sup>
3142	VOLUMEN DE CORTE	325.88m <sup>3</sup>
3140	VOLUMEN DE RELLENO	0.00m <sup>3</sup>
3138		
3136		



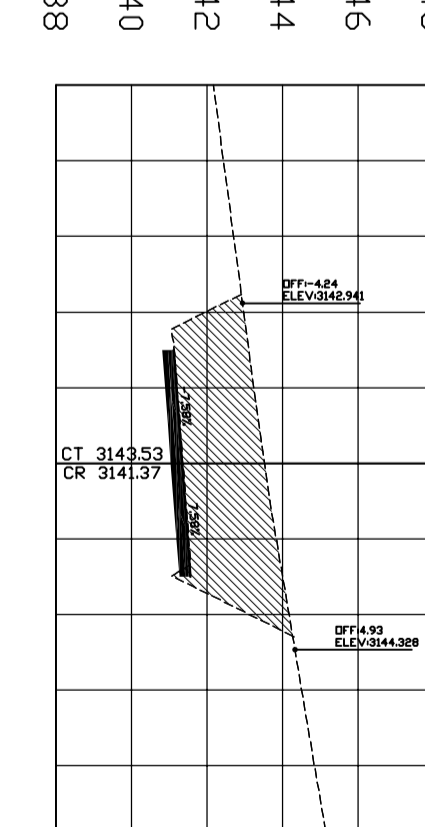
3118	ÁREA DE CORTE	0.18m <sup>2</sup>
3116	ÁREA DE RELLENO	2.80m <sup>2</sup>
3114	VOLUMEN DE CORTE	1.78m <sup>3</sup>
3112	VOLUMEN DE RELLENO	496.52m <sup>3</sup>
3110		



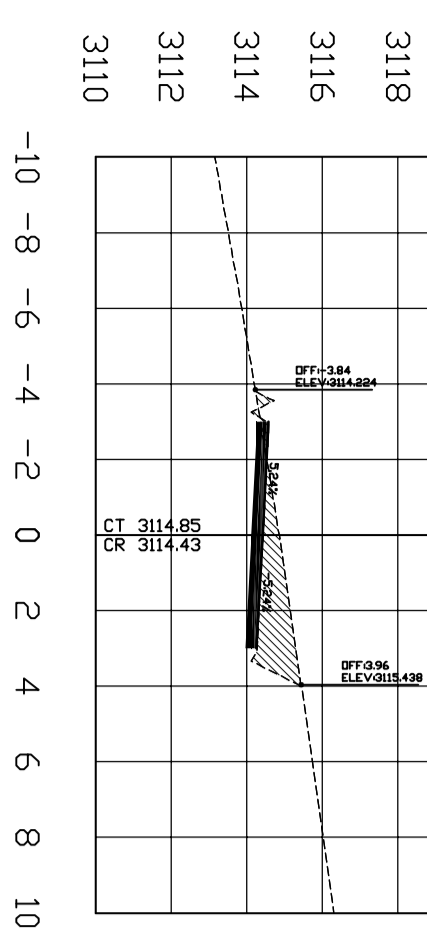
3124	ÁREA DE CORTE	0.01m <sup>2</sup>
3122	ÁREA DE RELLENO	1.46m <sup>2</sup>
3120	VOLUMEN DE CORTE	0.03m <sup>3</sup>
3118	VOLUMEN DE RELLENO	31.33m <sup>3</sup>



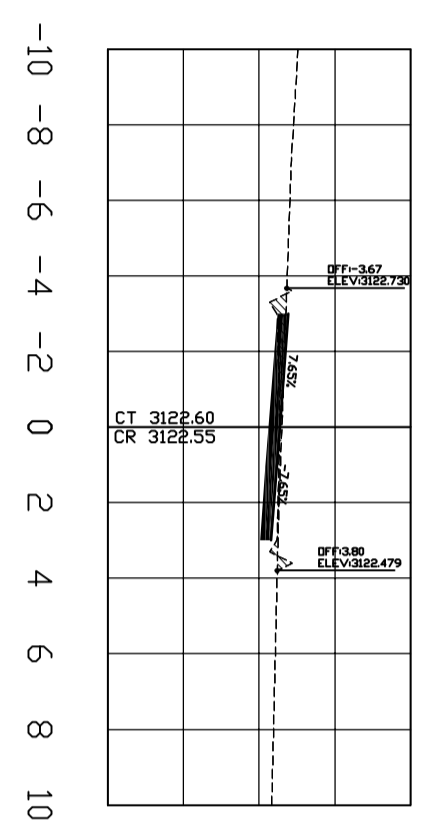
3134	ÁREA DE CORTE	0.01m <sup>2</sup>
3132	ÁREA DE RELLENO	3.70m <sup>2</sup>
3130	VOLUMEN DE CORTE	12.91m <sup>3</sup>
3128	VOLUMEN DE RELLENO	19.67m <sup>3</sup>



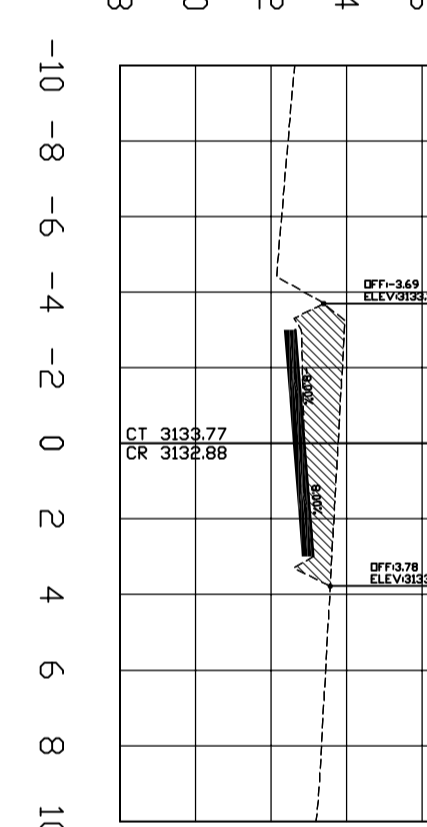
3148	ÁREA DE CORTE	17.39m <sup>2</sup>
3146	ÁREA DE RELLENO	0.00m <sup>2</sup>
3144	VOLUMEN DE CORTE	169.84m <sup>3</sup>
3142	VOLUMEN DE RELLENO	0.00m <sup>3</sup>
3140		
3138		



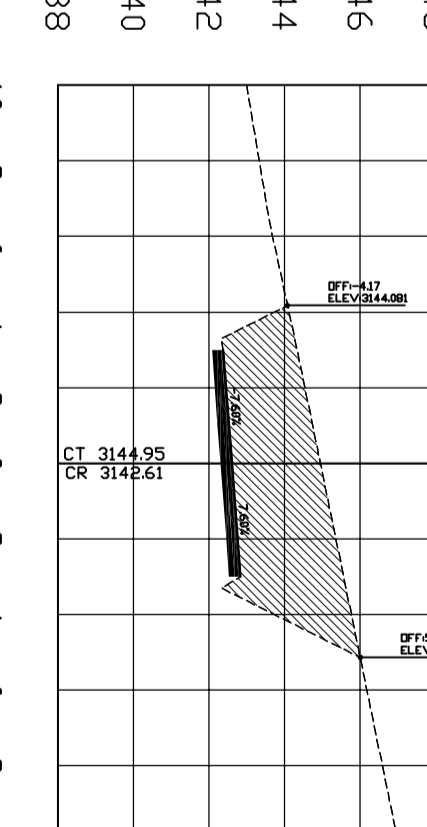
3118	ÁREA DE CORTE	3.44m <sup>2</sup>
3116	ÁREA DE RELLENO	0.21m <sup>2</sup>
3114	VOLUMEN DE CORTE	17.98m <sup>3</sup>
3112	VOLUMEN DE RELLENO	15.11m <sup>3</sup>
3110		



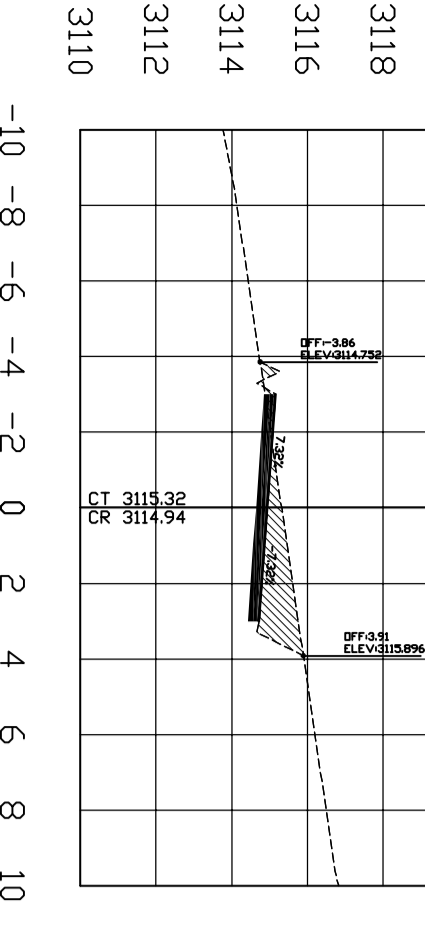
3126	ÁREA DE CORTE	0.74m <sup>2</sup>
3124	ÁREA DE RELLENO	0.09m <sup>2</sup>
3122	VOLUMEN DE CORTE	3.91m <sup>3</sup>
3120	VOLUMEN DE RELLENO	7.95m <sup>3</sup>
3118		



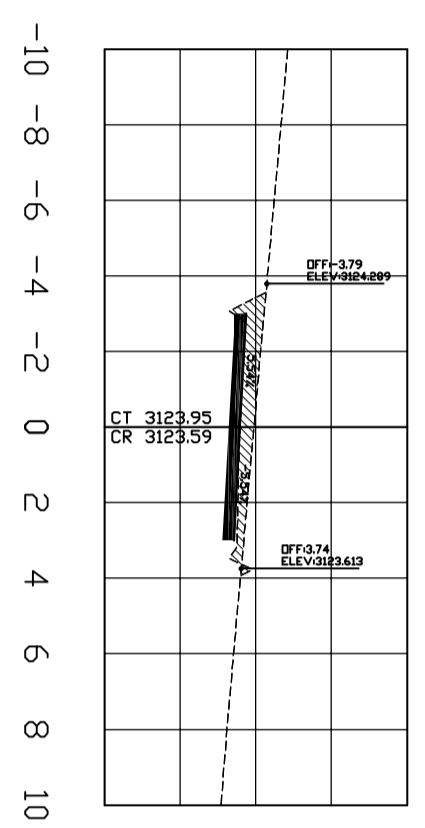
3136	ÁREA DE CORTE	6.21m <sup>2</sup>
3134	ÁREA DE RELLENO	0.00m <sup>2</sup>
3132	VOLUMEN DE CORTE	30.69m <sup>3</sup>
3130	VOLUMEN DE RELLENO	19.08m <sup>3</sup>
3128		



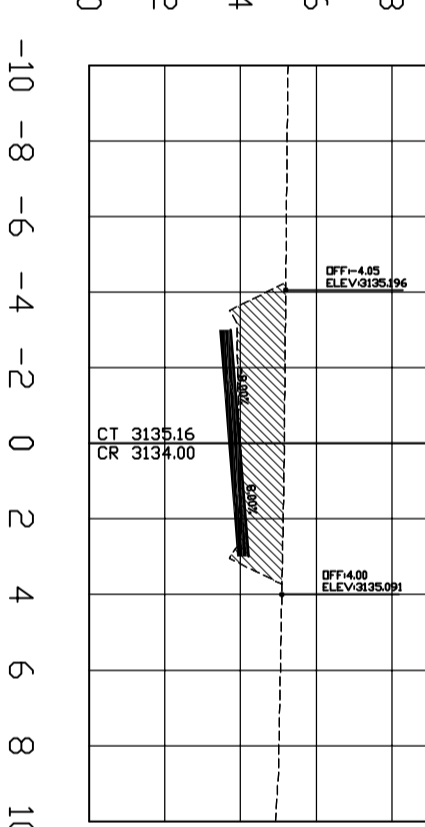
3150	ÁREA DE CORTE	19.42m <sup>2</sup>
3148	ÁREA DE RELLENO	0.00m <sup>2</sup>
3146	VOLUMEN DE CORTE	186.44m <sup>3</sup>
3144	VOLUMEN DE RELLENO	0.00m <sup>3</sup>
3142		
3140		
3138		



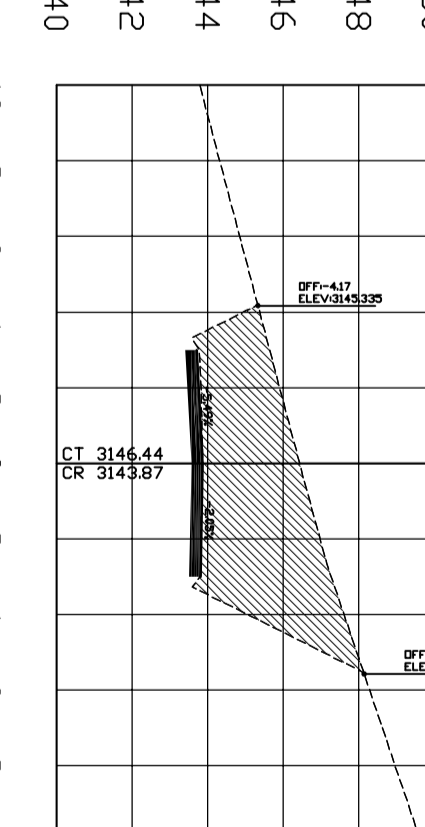
3120	ÁREA DE CORTE	3.14m <sup>2</sup>
3118	ÁREA DE RELLENO	0.32m <sup>2</sup>
3116	VOLUMEN DE CORTE	31.44m <sup>3</sup>
3114	VOLUMEN DE RELLENO	2.89m <sup>3</sup>
3112		
3110		



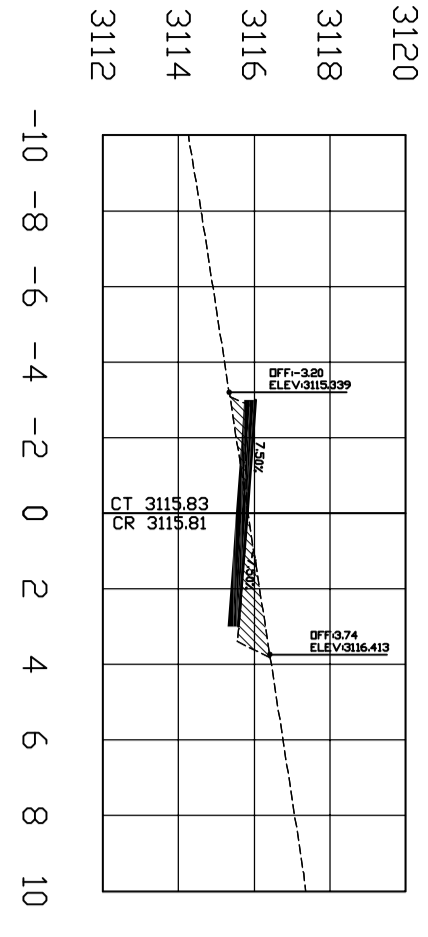
3128	ÁREA DE CORTE	2.56m <sup>2</sup>
3126	ÁREA DE RELLENO	0.04m <sup>2</sup>
3124	VOLUMEN DE CORTE	16.99m <sup>3</sup>
3122	VOLUMEN DE RELLENO	0.56m <sup>3</sup>
3120		



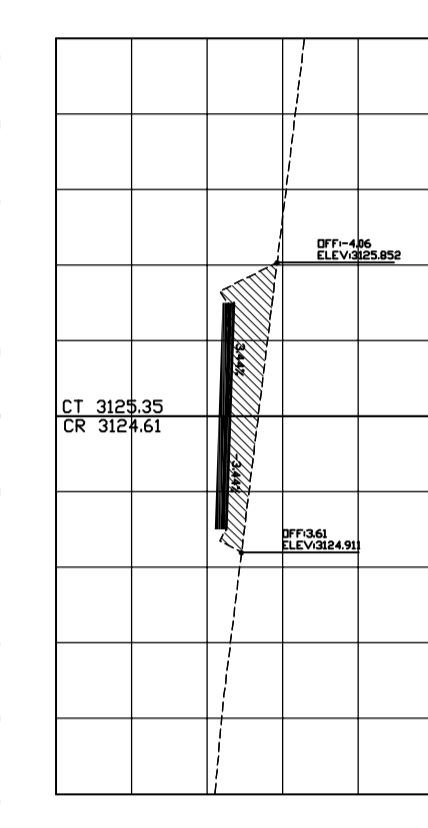
3138	ÁREA DE CORTE	9.02m <sup>2</sup>
3136	ÁREA DE RELLENO	0.00m <sup>2</sup>
3134	VOLUMEN DE CORTE	75.29m <sup>3</sup>
3132	VOLUMEN DE RELLENO	0.00m <sup>3</sup>
3130		



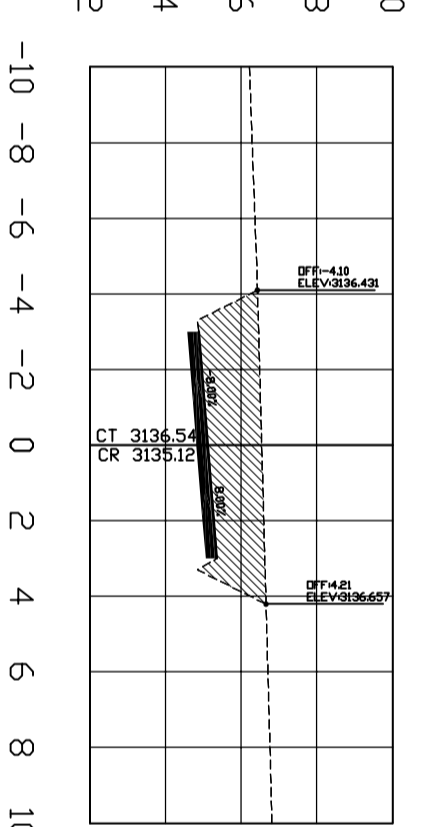
3152	ÁREA DE CORTE	22.33m <sup>2</sup>
3150	ÁREA DE RELLENO	0.00m <sup>2</sup>
3148	VOLUMEN DE CORTE	214.10m <sup>3</sup>
3146	VOLUMEN DE RELLENO	0.00m <sup>3</sup>
3144		
3142		
3140		



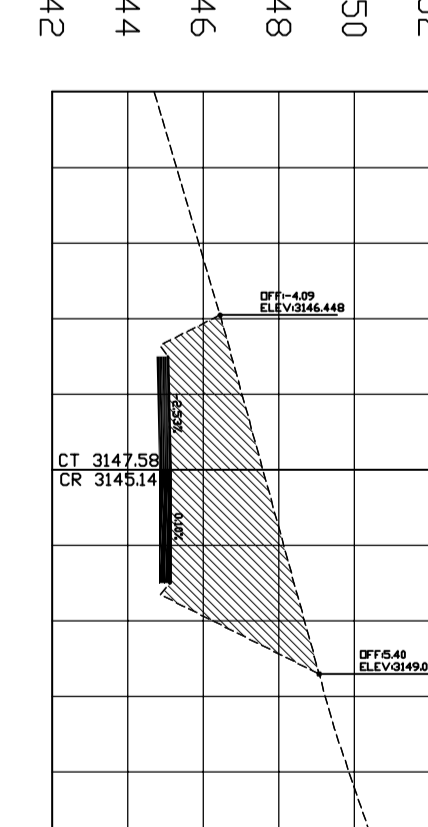
3120	ÁREA DE CORTE	1.56m <sup>2</sup>
3118	ÁREA DE RELLENO	0.58m <sup>2</sup>
3116	VOLUMEN DE CORTE	22.34m <sup>3</sup>
3114	VOLUMEN DE RELLENO	4.79m <sup>3</sup>
3112		



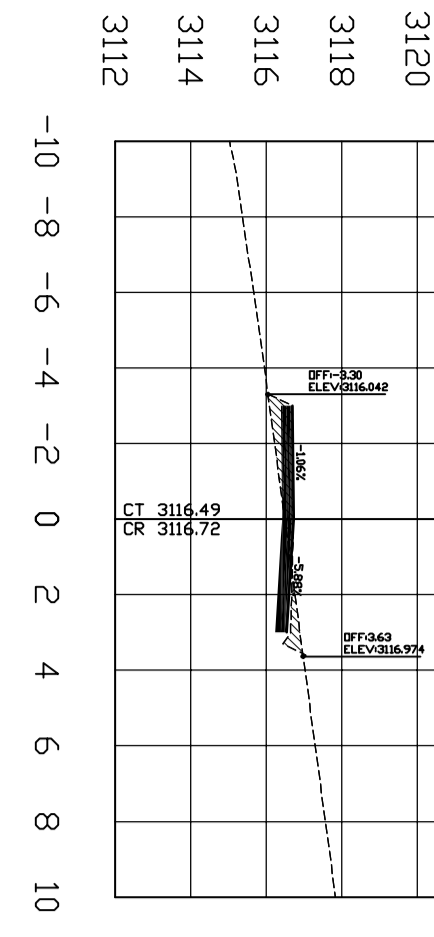
3130	ÁREA DE CORTE	5.92m <sup>2</sup>
3128	ÁREA DE RELLENO	0.00m <sup>2</sup>
3126	VOLUMEN DE CORTE	42.55m <sup>3</sup>
3124	VOLUMEN DE RELLENO	0.21m <sup>3</sup>
3122		
3120		



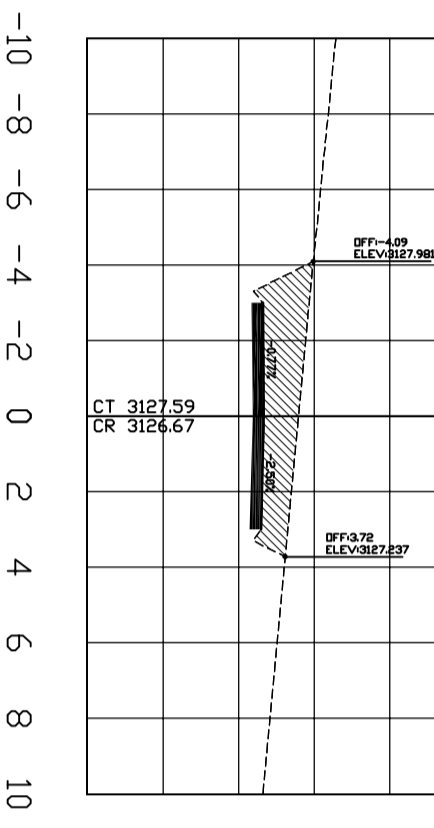
3140	ÁREA DE CORTE	10.95m <sup>2</sup>
3138	ÁREA DE RELLENO	0.00m <sup>2</sup>
3136	VOLUMEN DE CORTE	99.33m <sup>3</sup>
3134	VOLUMEN DE RELLENO	0.00m <sup>3</sup>
3132		



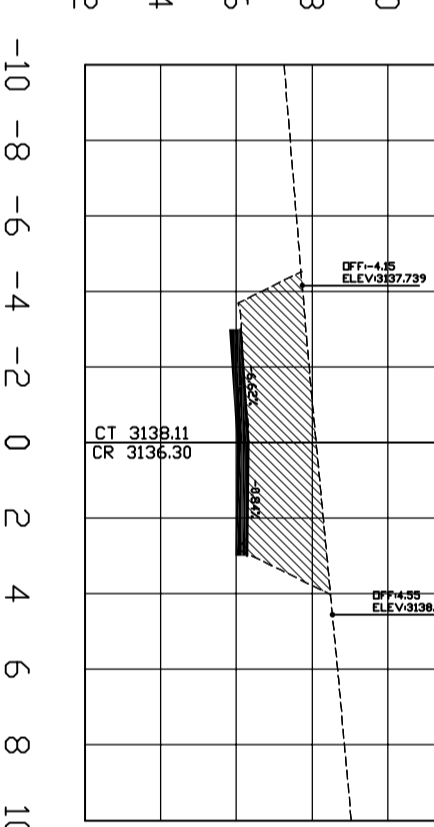
3152	ÁREA DE CORTE	20.83m <sup>2</sup>
3150	ÁREA DE RELLENO	0.00m <sup>2</sup>
3148	VOLUMEN DE CORTE	216.29m <sup>3</sup>
3146	VOLUMEN DE RELLENO	0.00m <sup>3</sup>
3144		
3142		



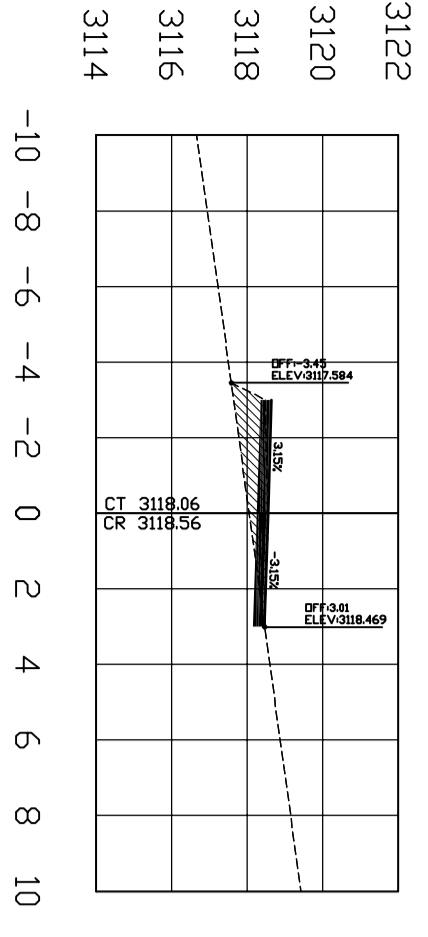
3120	ÁREA DE CORTE	0.37m <sup>2</sup>
3118	ÁREA DE RELLENO	1.51m <sup>2</sup>
3116	VOLUMEN DE CORTE	9.03m <sup>3</sup>
3114	VOLUMEN DE RELLENO	10.90m <sup>3</sup>
3112		



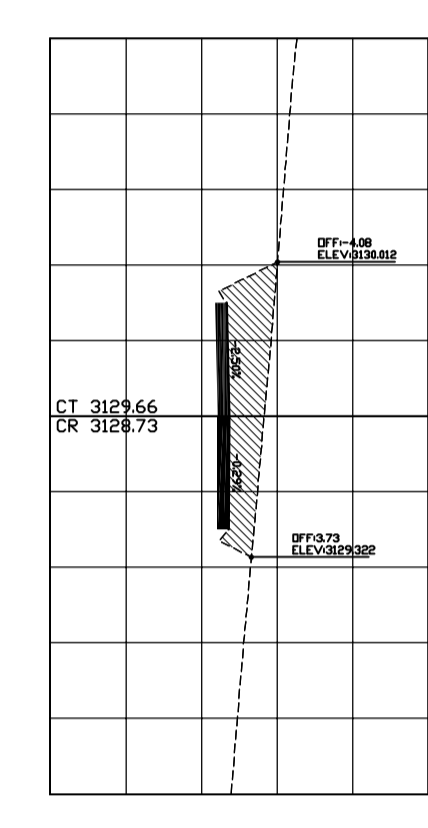
3132	ÁREA DE CORTE	7.08m <sup>2</sup>
3130	ÁREA DE RELLENO	0.00m <sup>2</sup>
3128	VOLUMEN DE CORTE	130.00m <sup>3</sup>
3126	VOLUMEN DE RELLENO	0.00m <sup>3</sup>
3124		
3122		



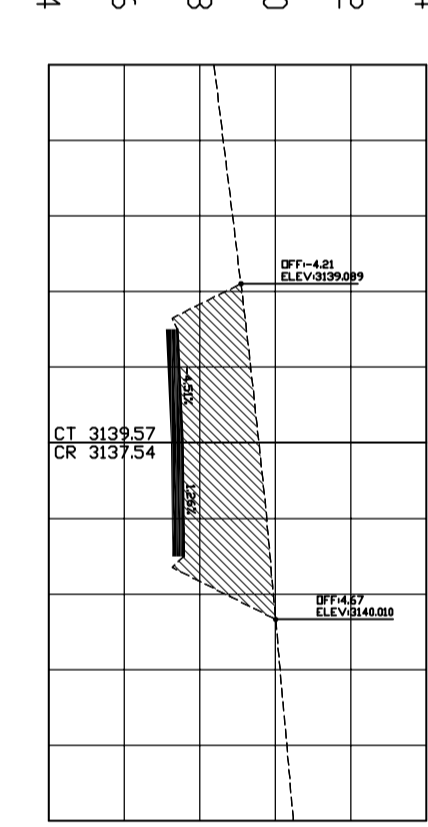
3142	ÁREA DE CORTE	14.11m <sup>2</sup>
3140	ÁREA DE RELLENO	0.00m <sup>2</sup>
3138	VOLUMEN DE CORTE	124.89m <sup>3</sup>
3136	VOLUMEN DE RELLENO	0.00m <sup>3</sup>
3134		
3132		



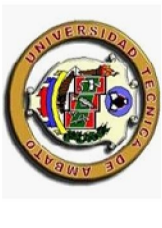
3122	ÁREA DE CORTE	0.00m <sup>2</sup>
3120	ÁREA DE RELLENO	2.95m <sup>2</sup>
3118	VOLUMEN DE CORTE	3.60m <sup>3</sup>
3116	VOLUMEN DE RELLENO	44.88m <sup>3</sup>
3114		



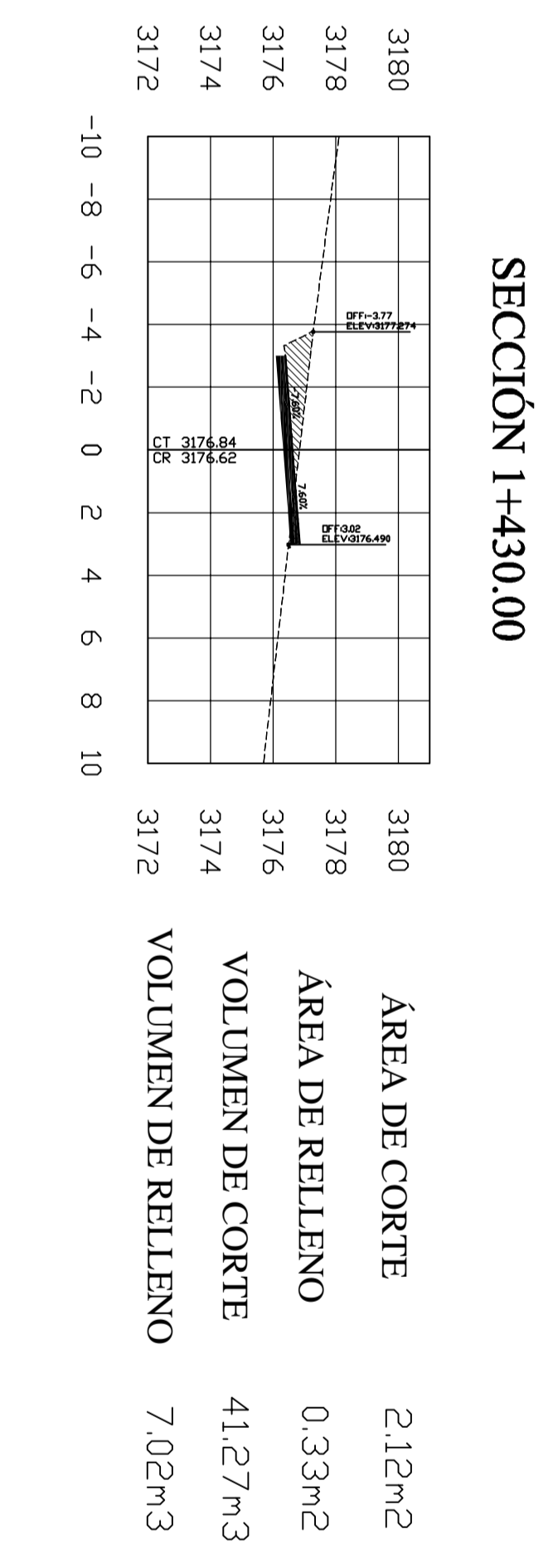
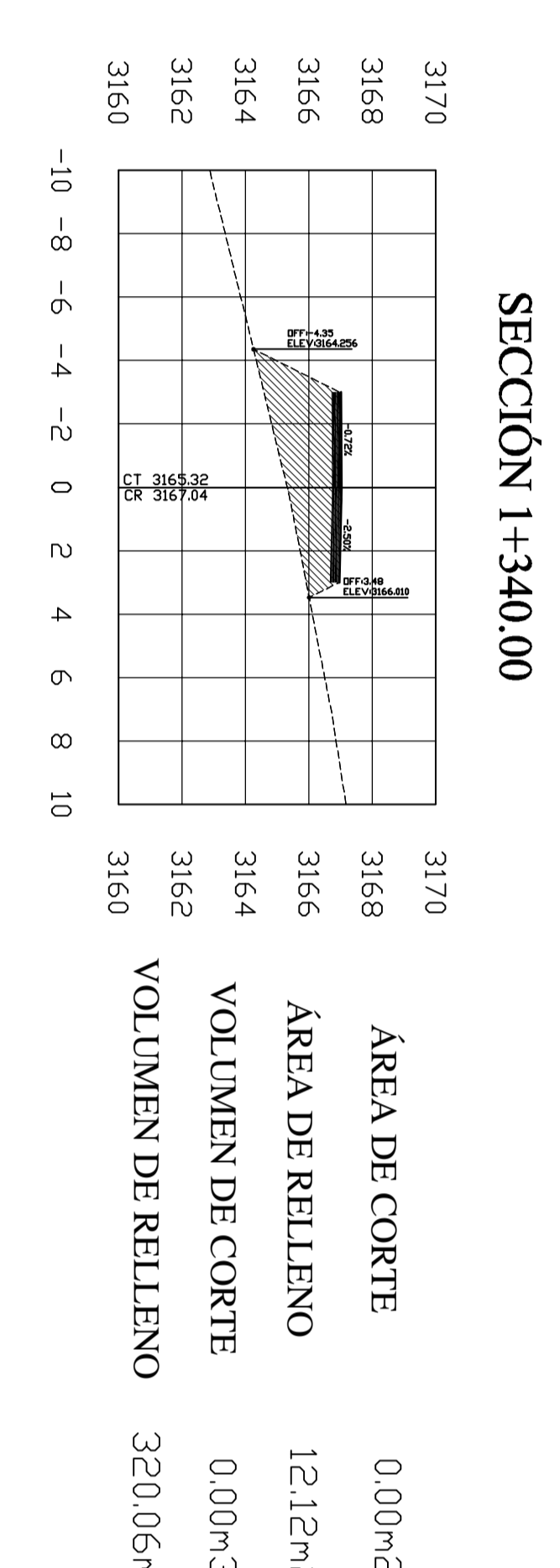
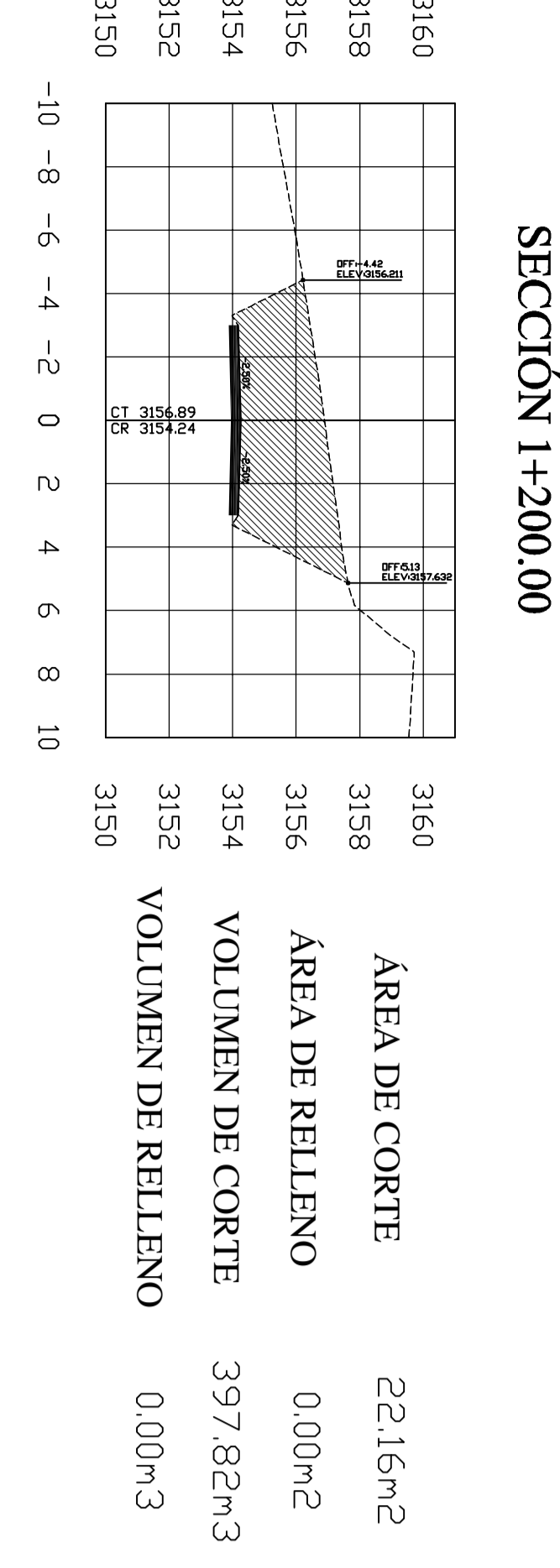
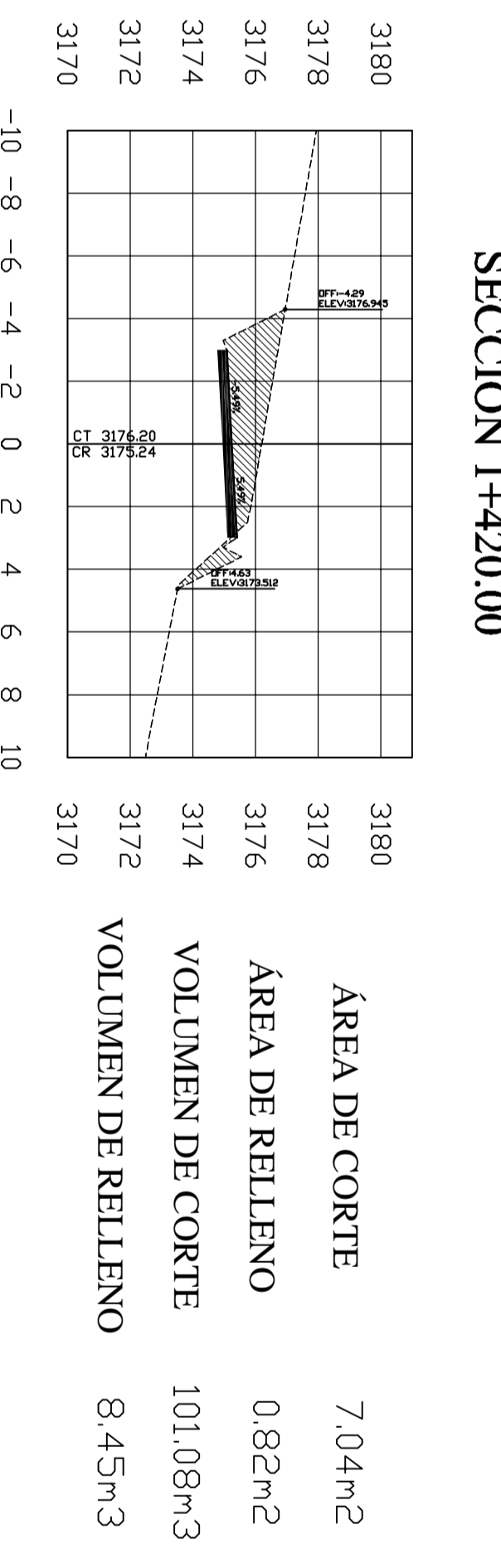
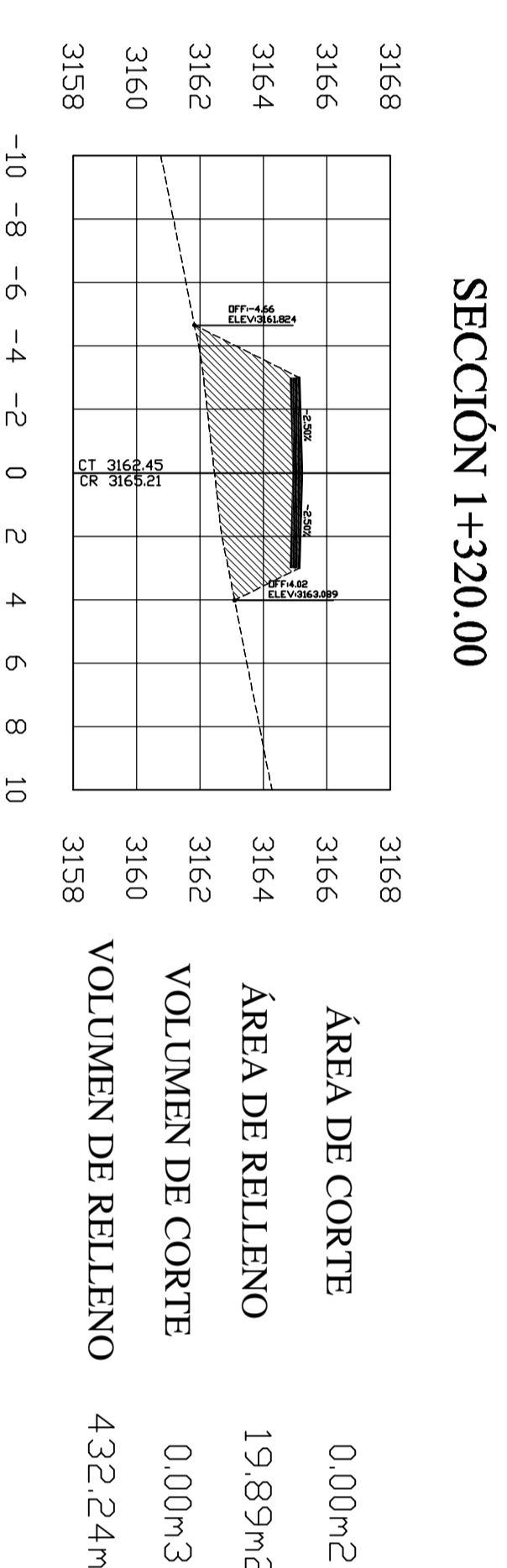
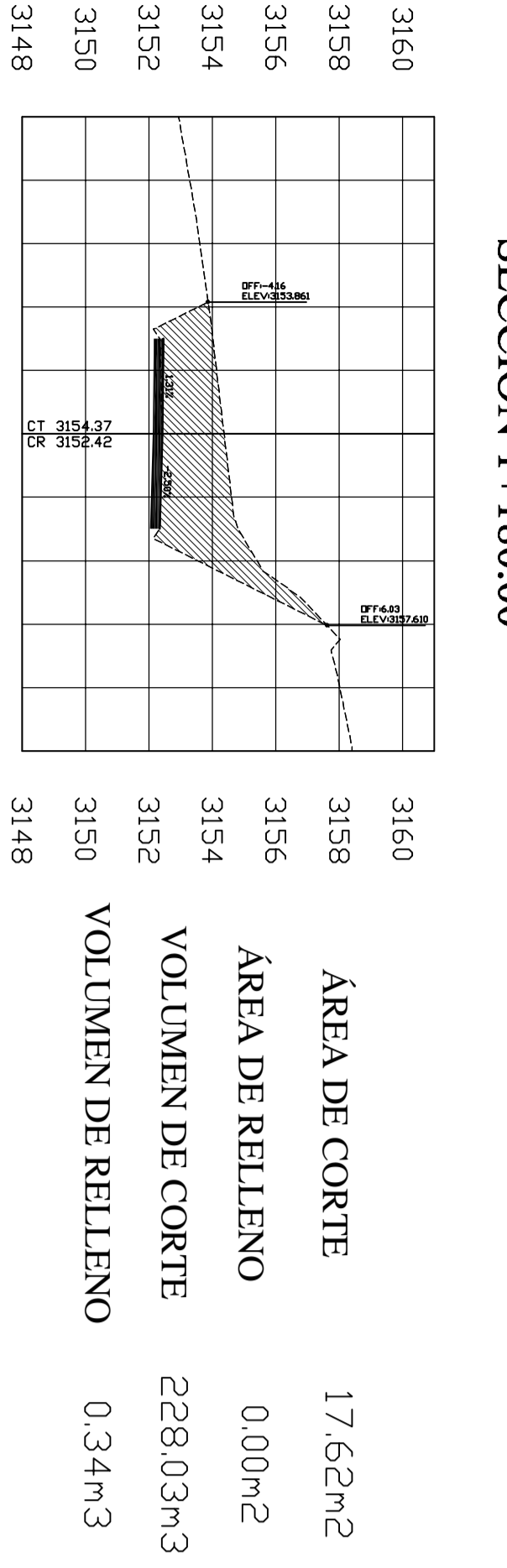
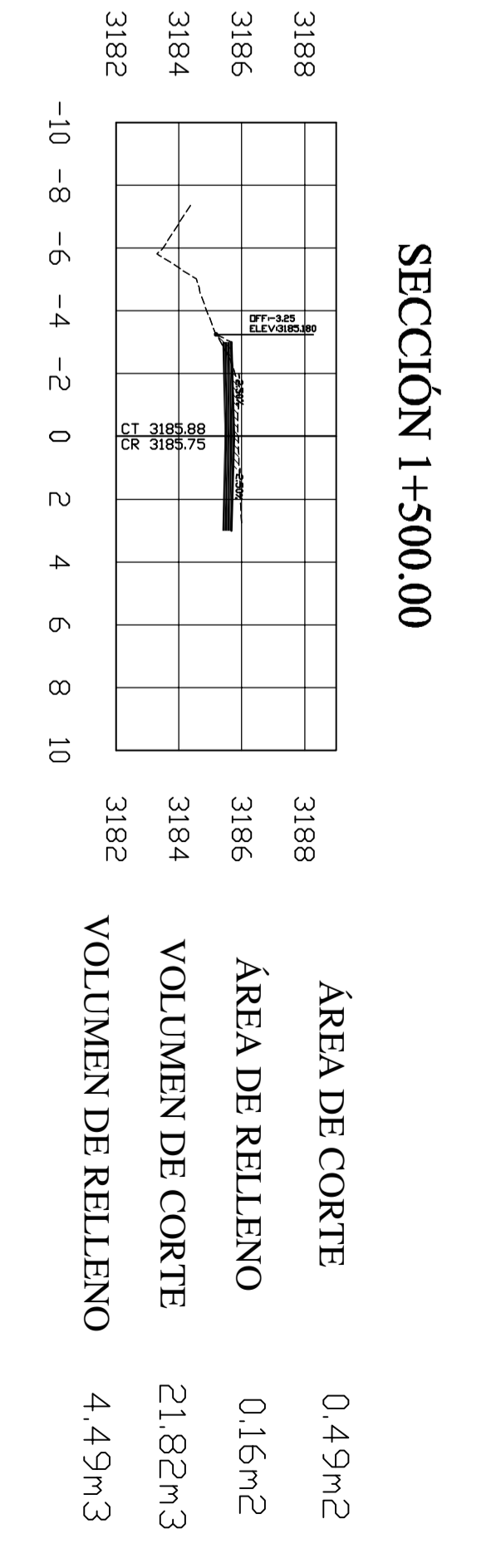
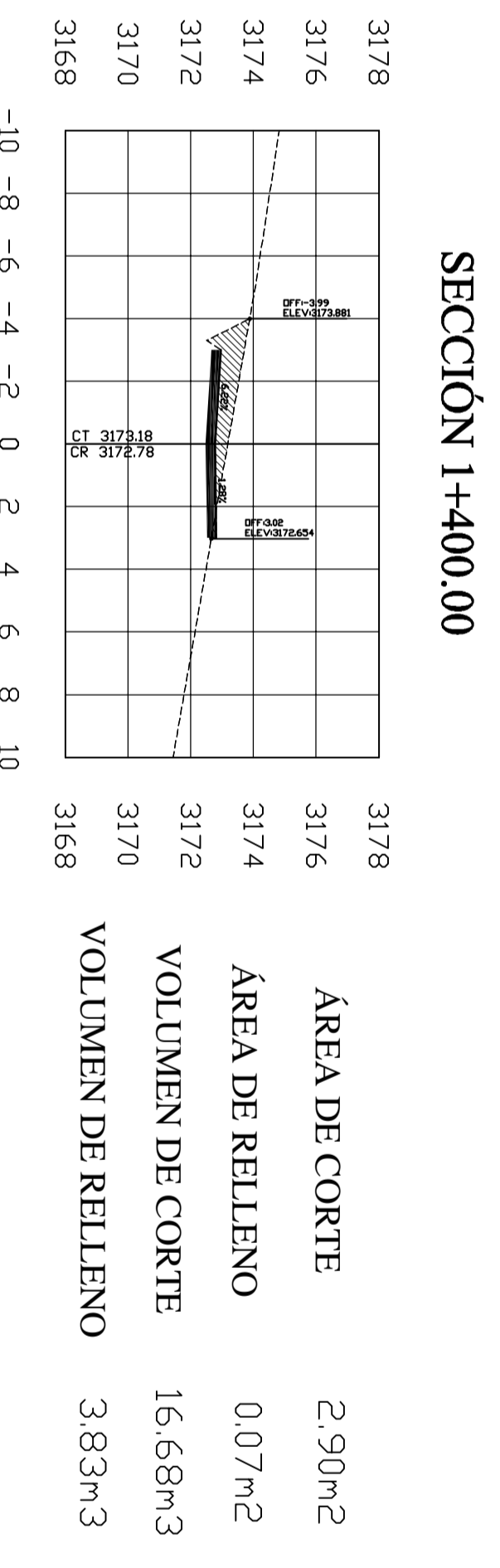
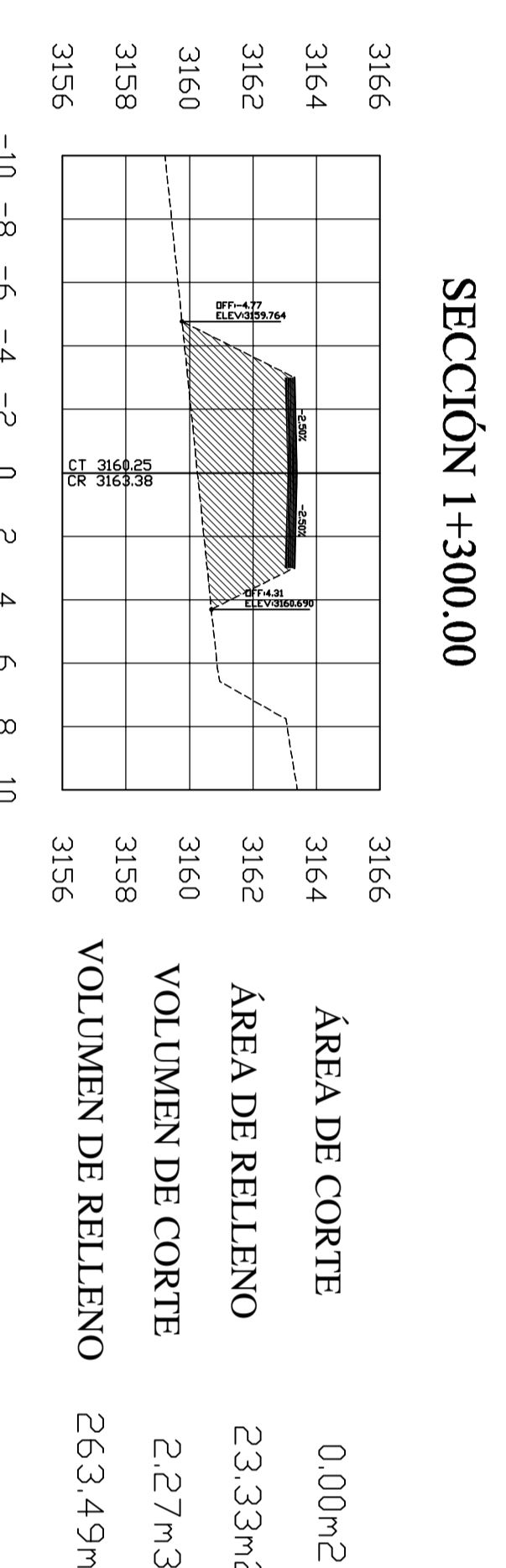
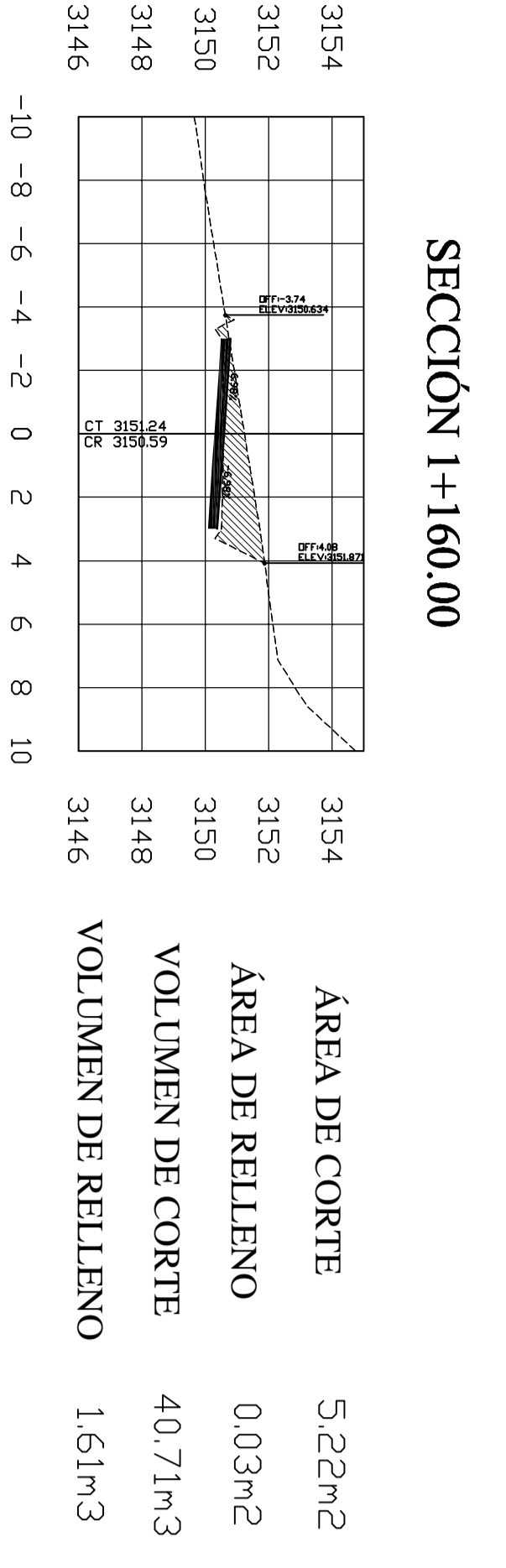
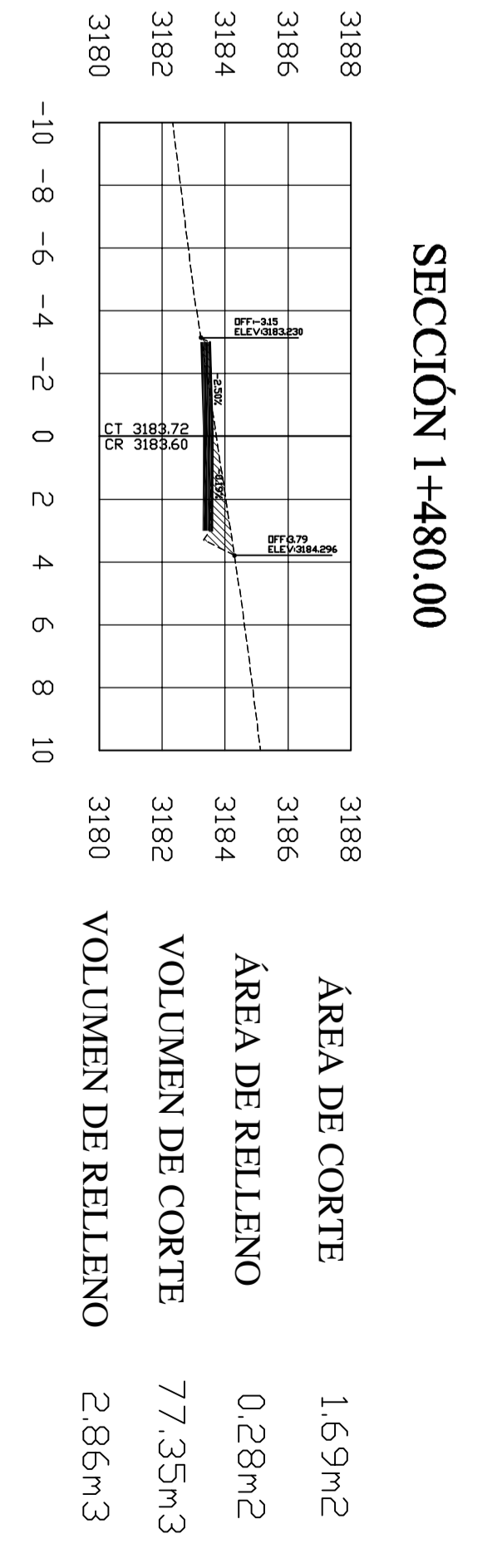
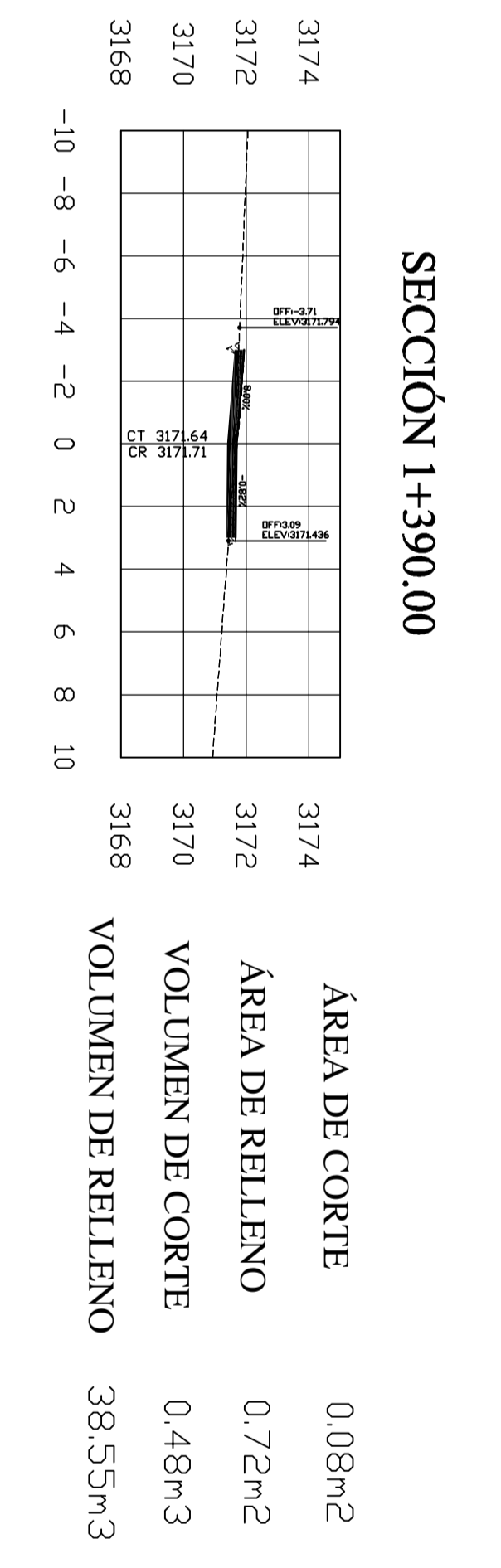
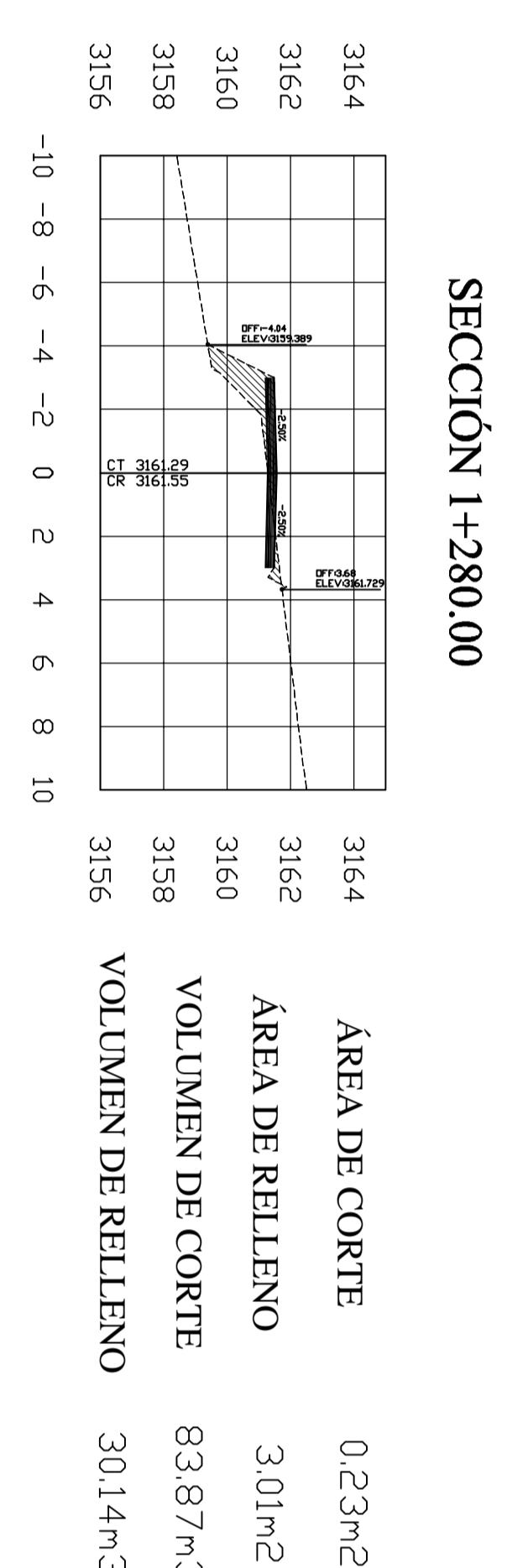
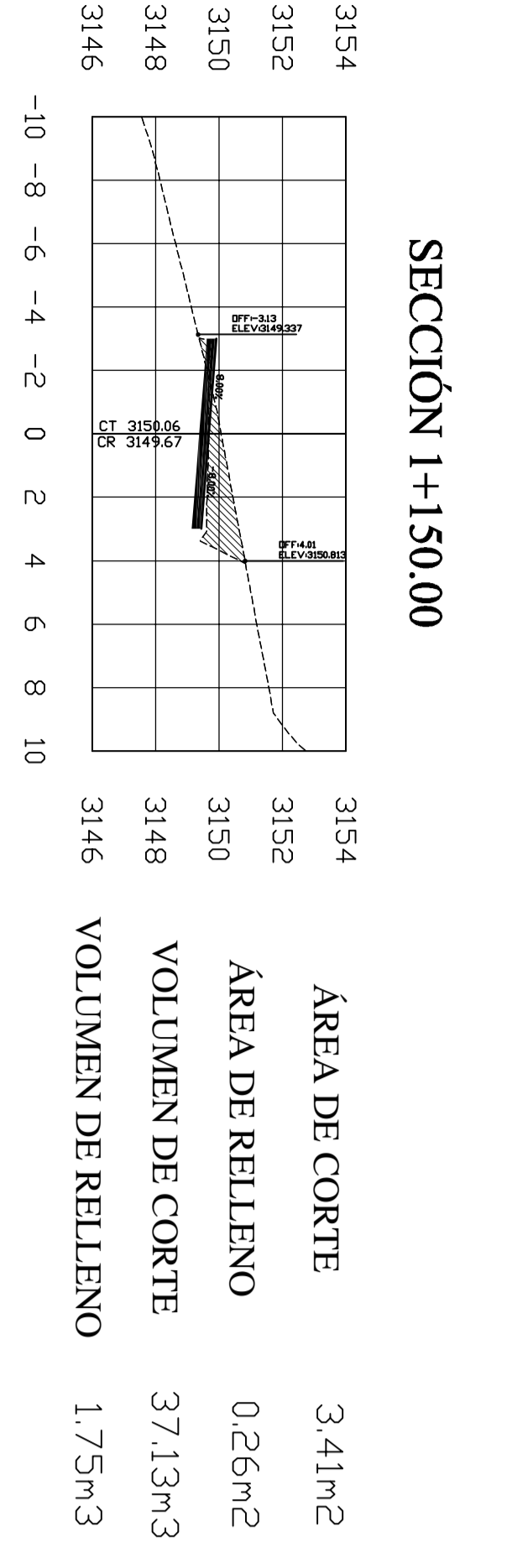
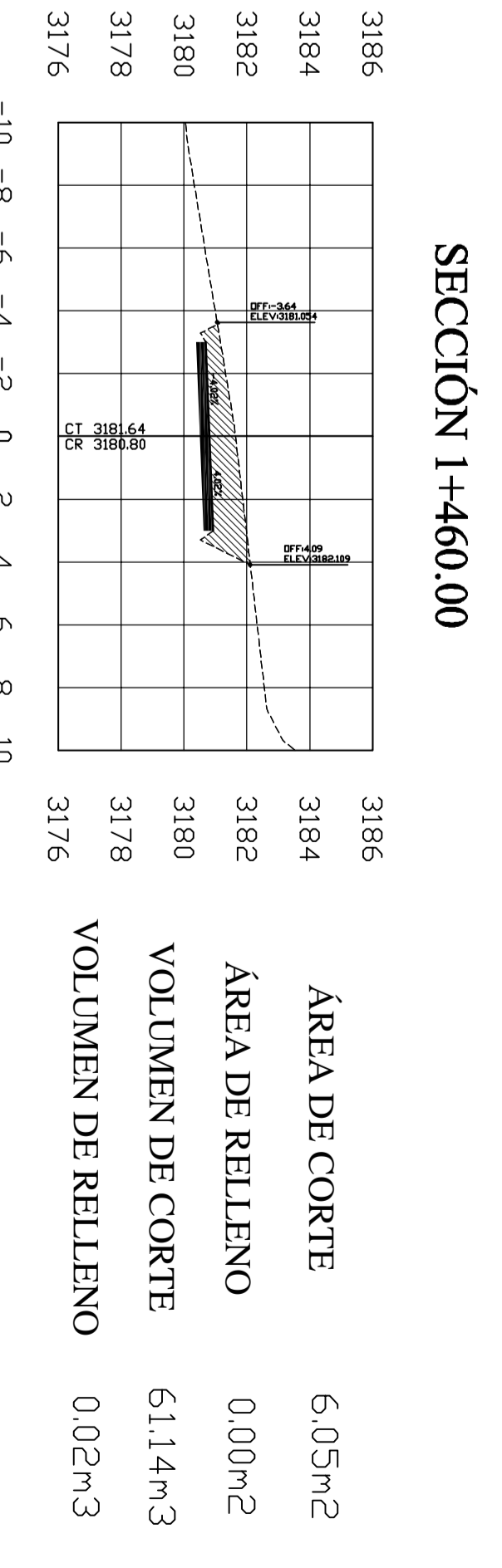
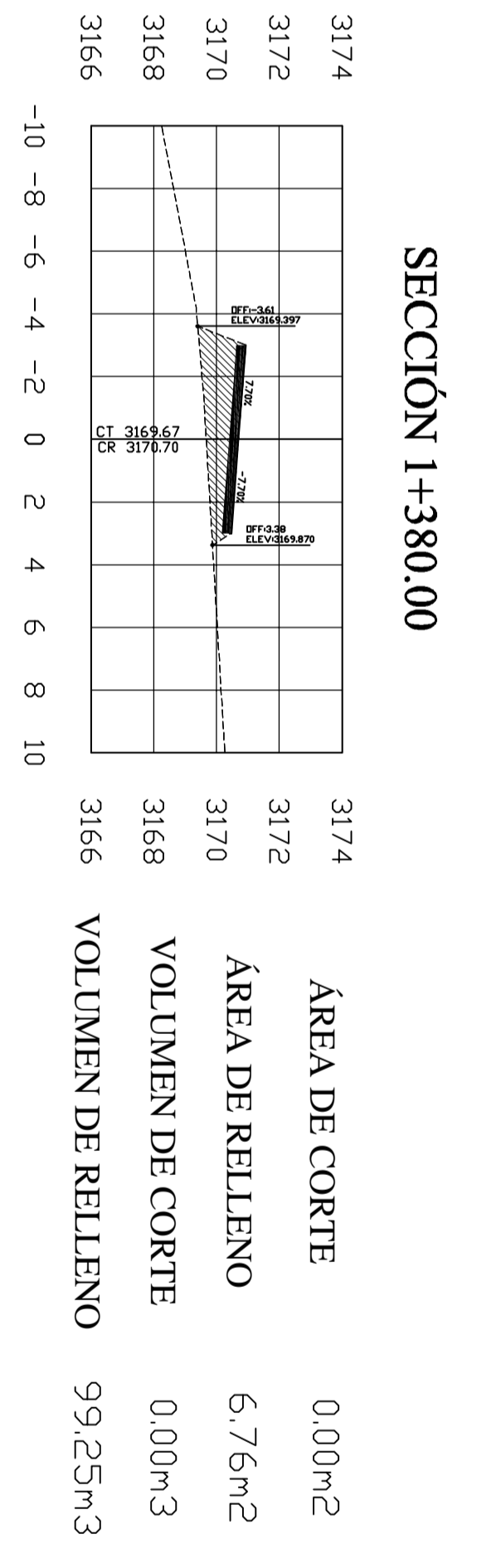
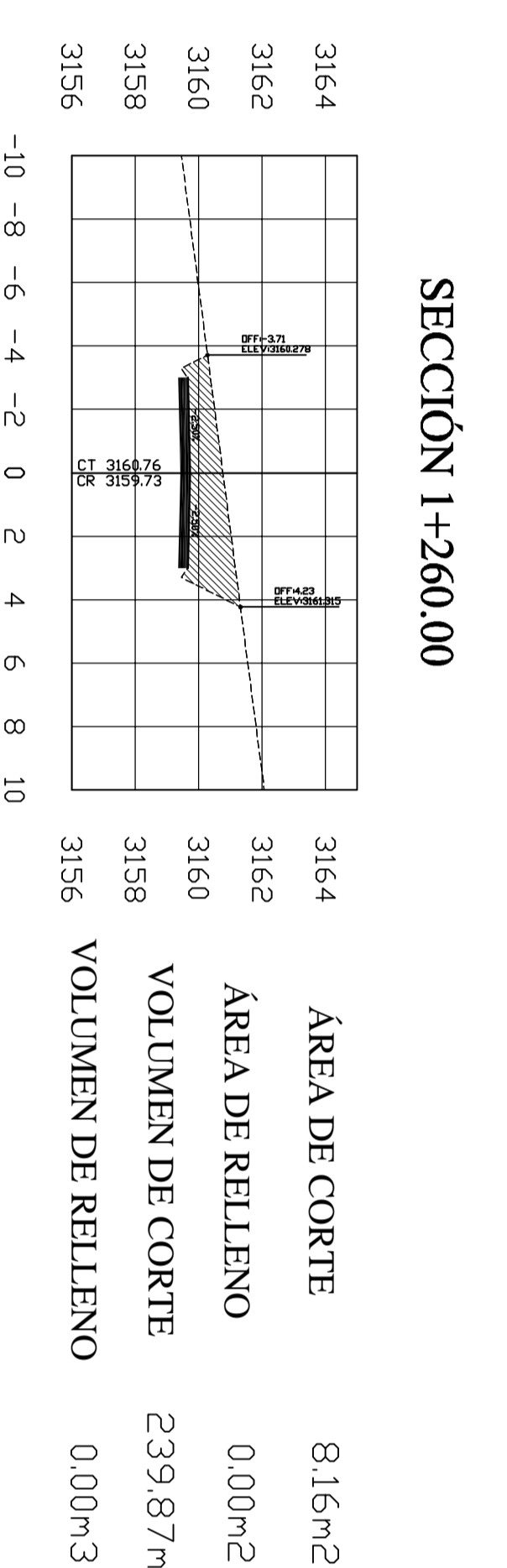
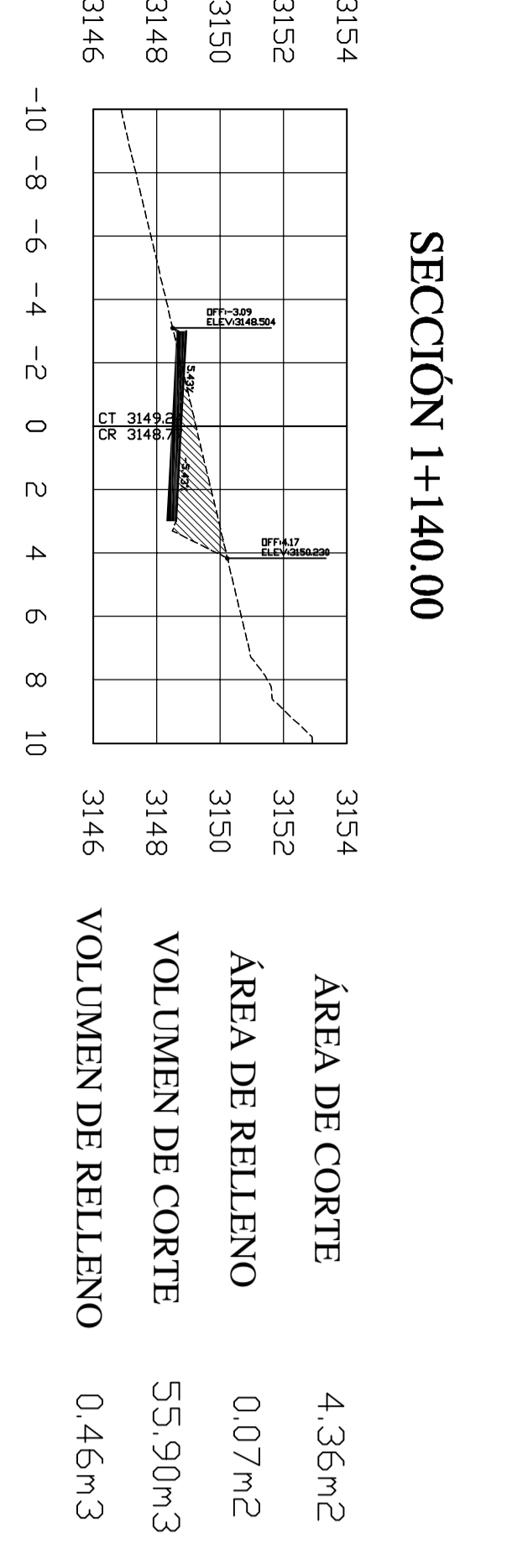
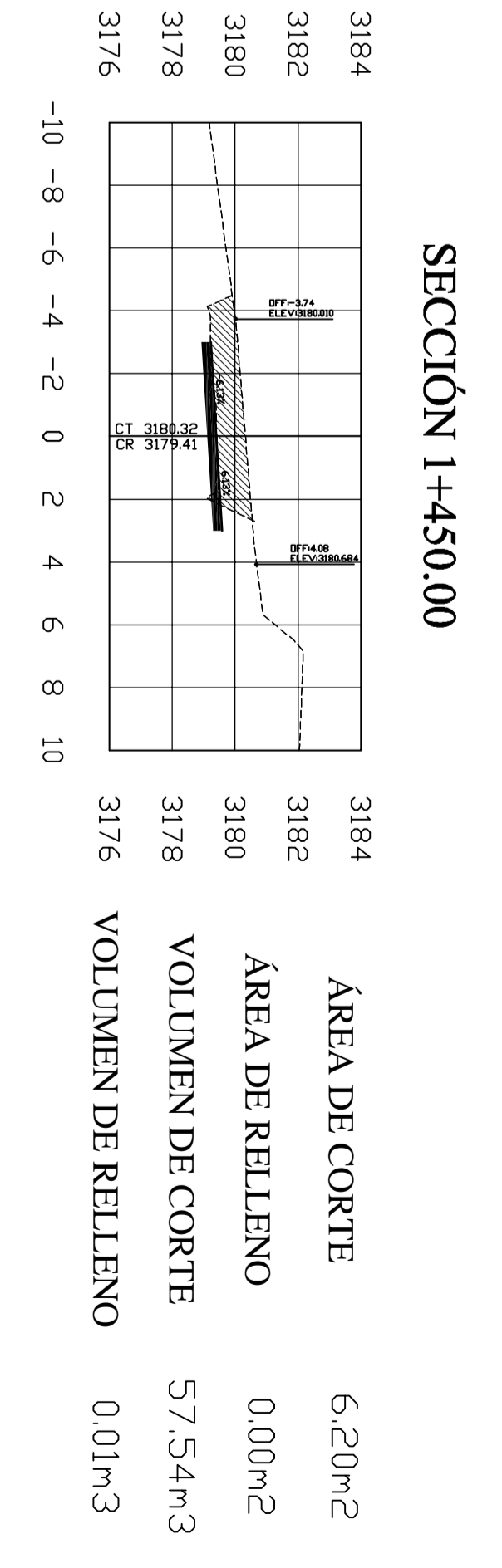
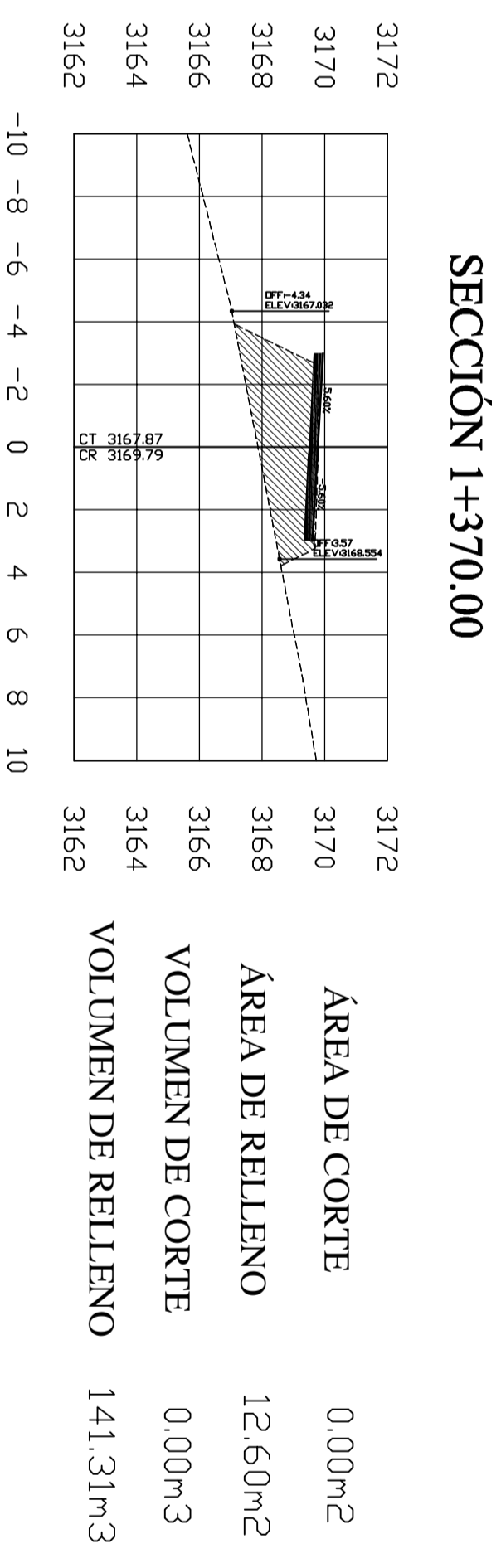
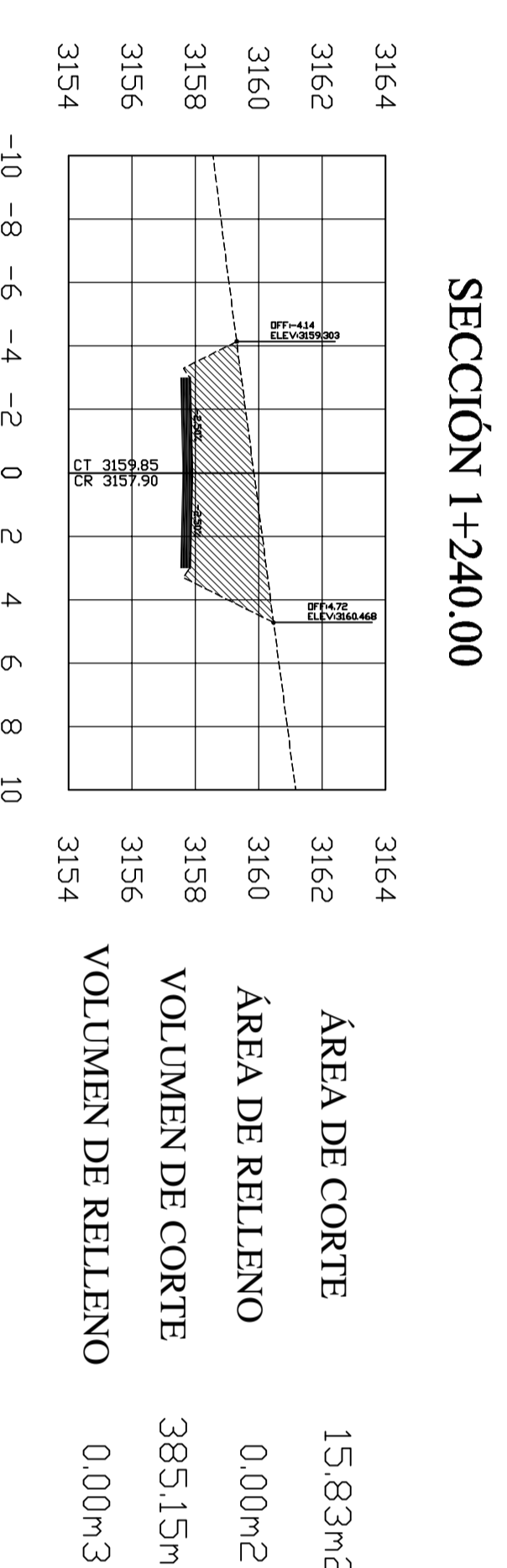
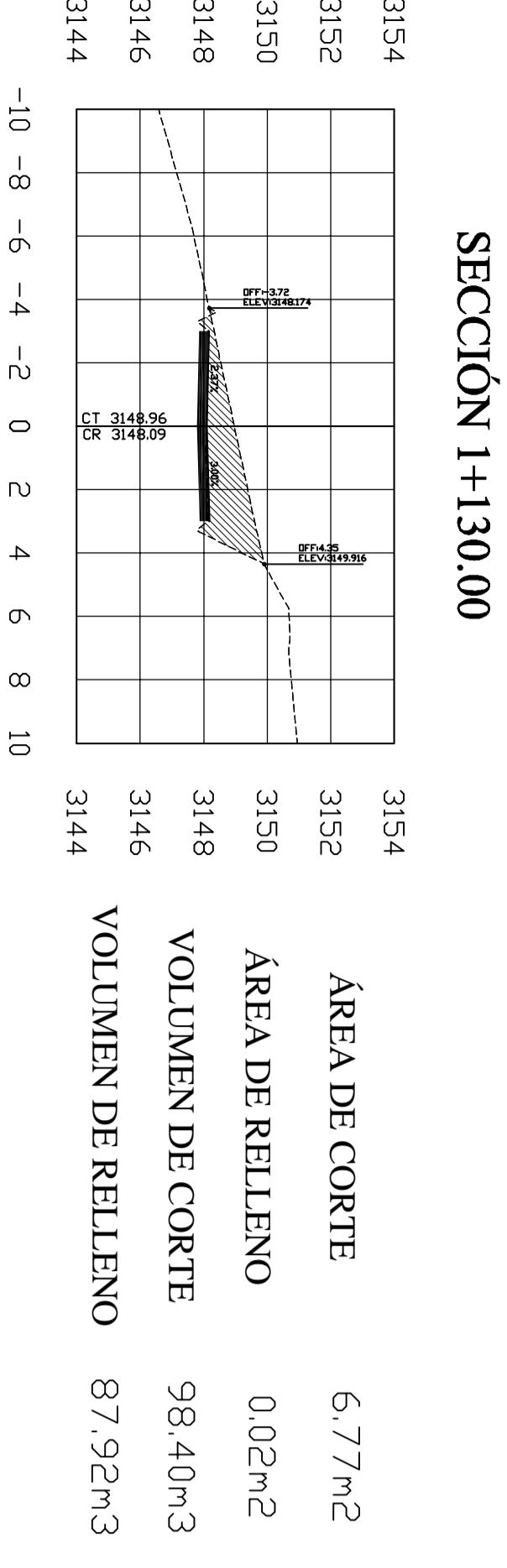
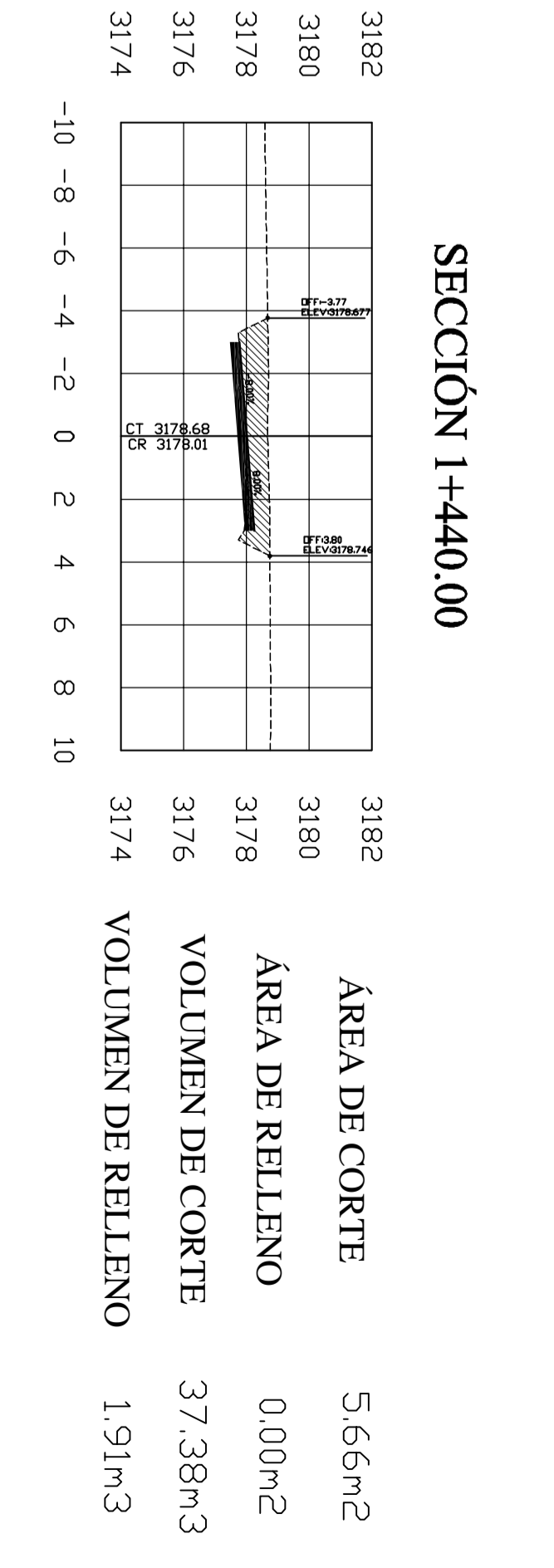
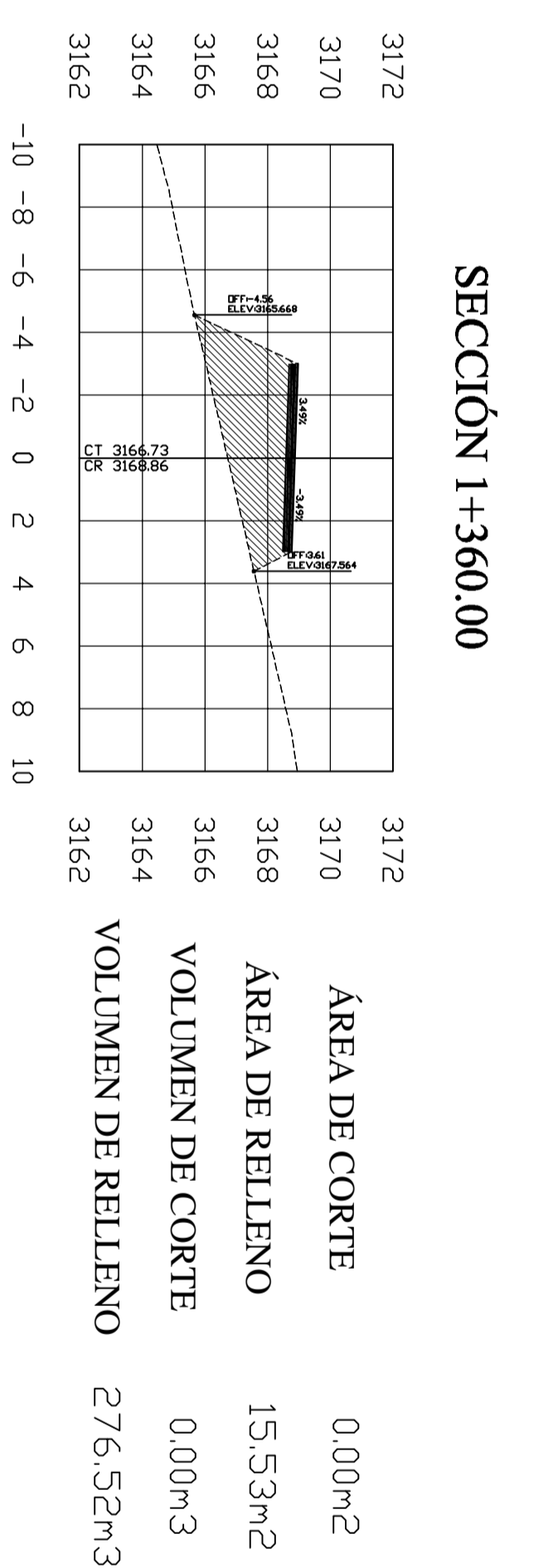
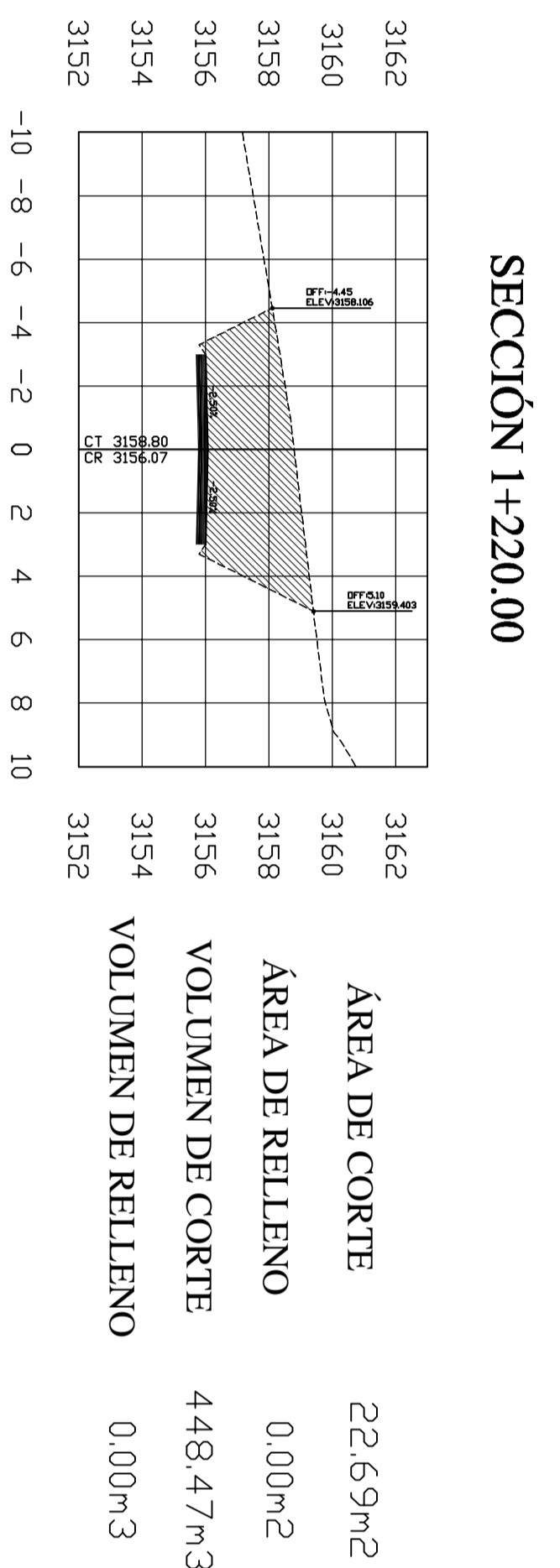
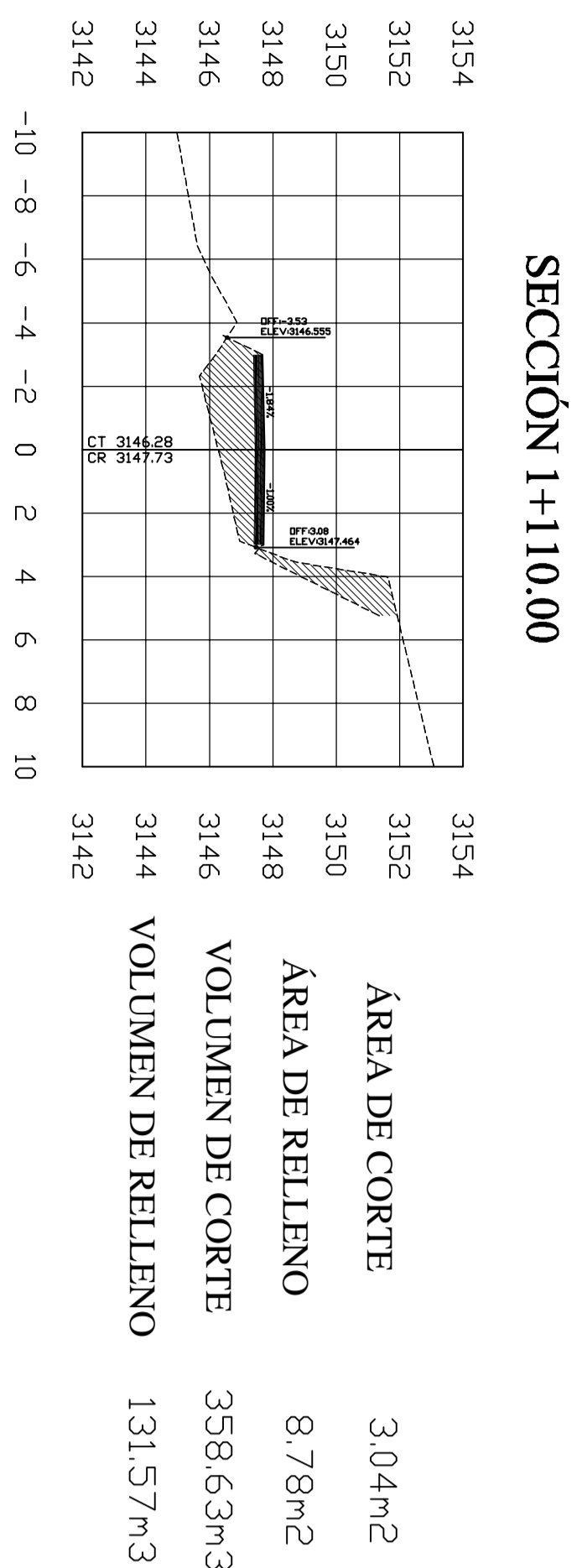
3134	ÁREA DE CORTE	7.11m <sup>2</sup>
3132	ÁREA DE RELLENO	0.00m <sup>2</sup>
3130	VOLUMEN DE CORTE	141.83m <sup>3</sup>
3128	VOLUMEN DE RELLENO	0.00m <sup>3</sup>
3126		
3124		



3144	ÁREA DE CORTE	16.22m <sup>2</sup>
3142	ÁREA DE RELLENO	0.00m <sup>2</sup>
3140	VOLUMEN DE CORTE	151.99m <sup>3</sup>
3138	VOLUMEN DE RELLENO	0.00m <sup>3</sup>
3136		
3134		

	
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE AMABATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL UBICACIÓN: CANTÓN AMABATO - PARROQUIAS CONSANTINO FERRANDEZ Y SAN BARTOLOMÉ DE PINILLO (QUEBRADA SHAHLANSHI)	
CONTIENE SECCIONES TRANSVERSALES Km 0+760.00 a 1+080	ESC. 1200 LÁMINA N.º 3
REALIZADO POR: Javier Campos	REVISADO POR: Ing. Mg. Galo Navez





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

UBICACIÓN: CANTÓN AMBATO, PARROQUIAS CONSTANTINO FERRANDEZ Y SAN BARTOLOMÉ DE PRILLO (QUEBRADA SHARUANSHI)

CONTEXTO SECCIONES TRANSVERSALES

Km 1+110 Km 1+90

REALIZADO POR: [Logo]

REVISADO POR: [Logo]

ESC: 1:200

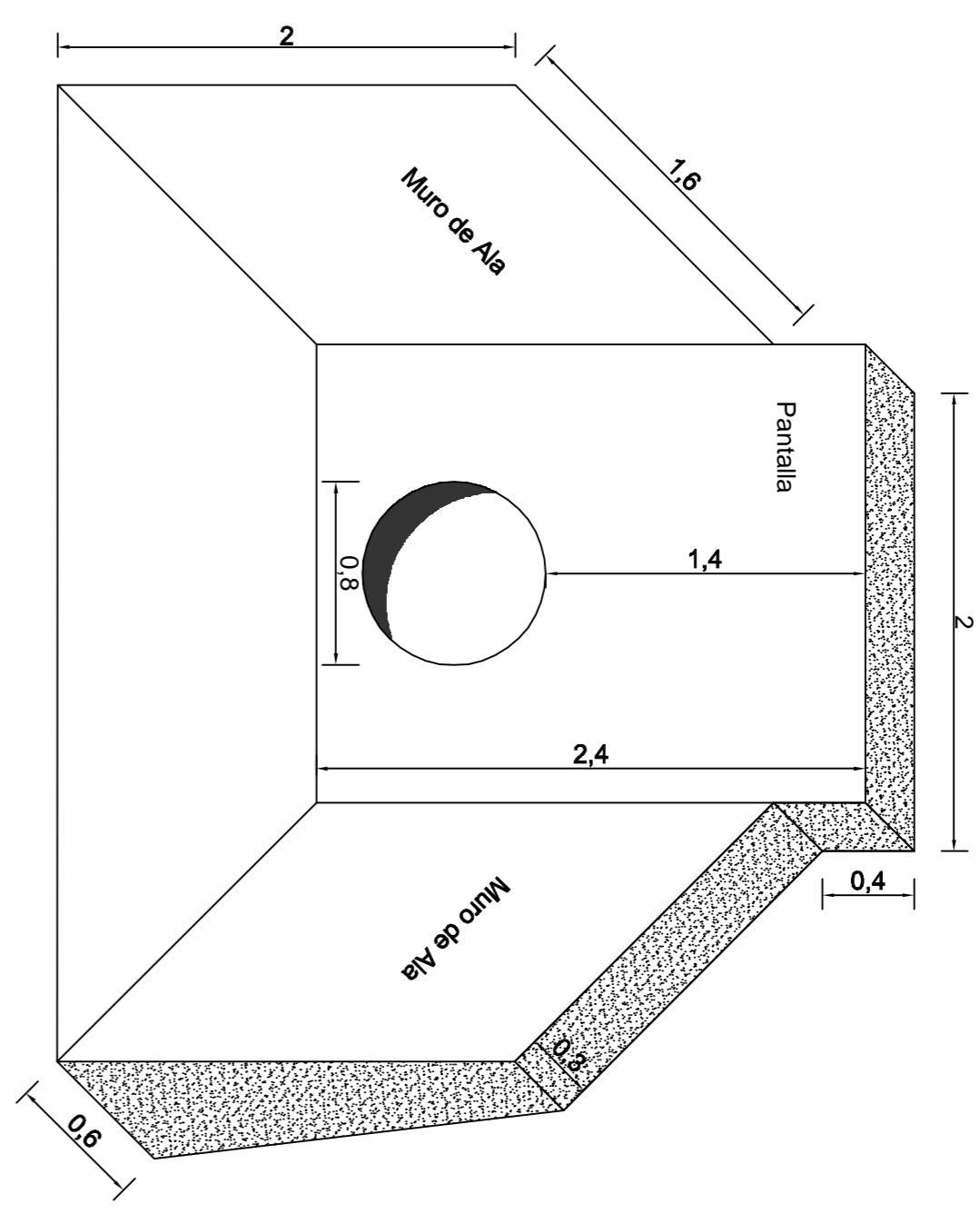
LUGAR/FECHA: AMBATO FEB. 2016

LÁMINA 44

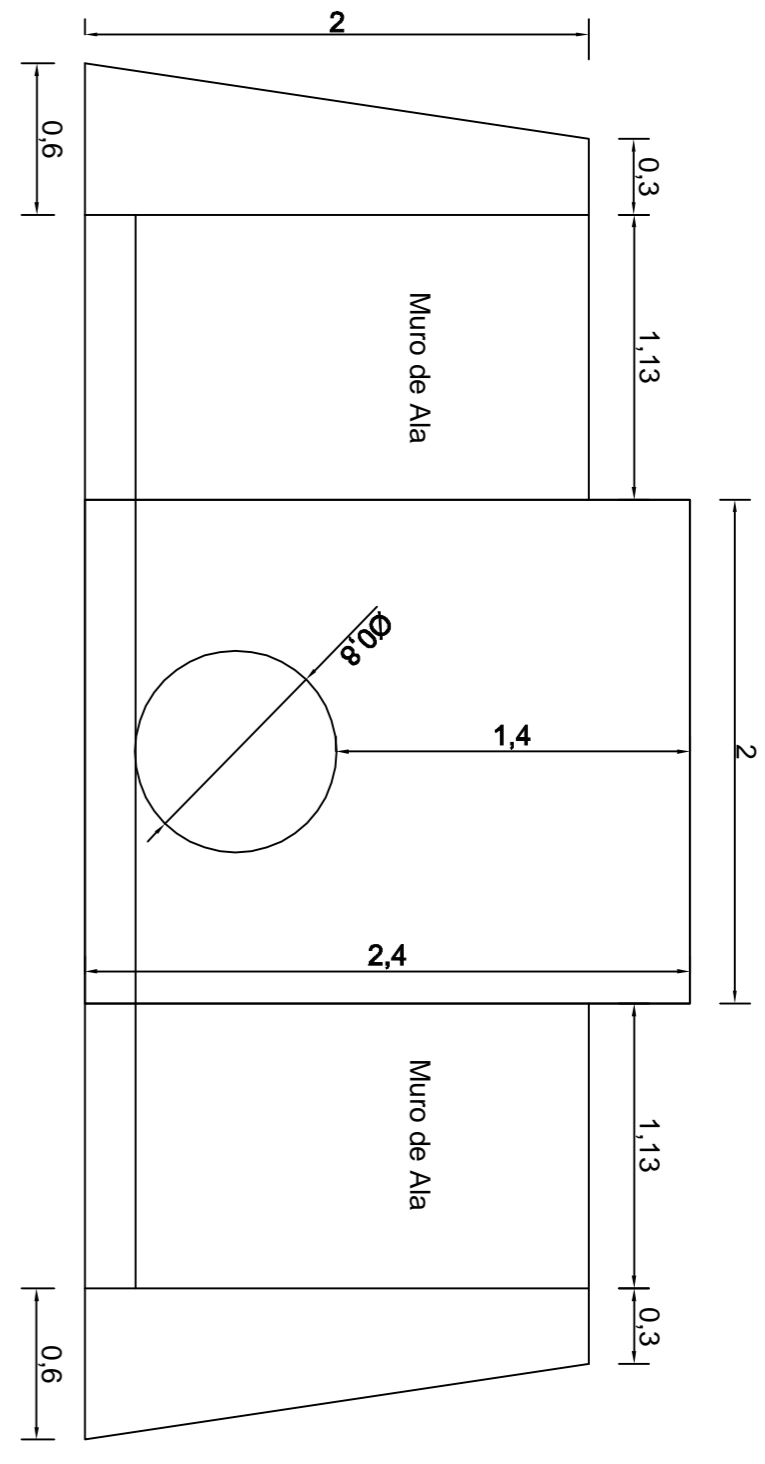
Ing. Mg. Guido Nolasco



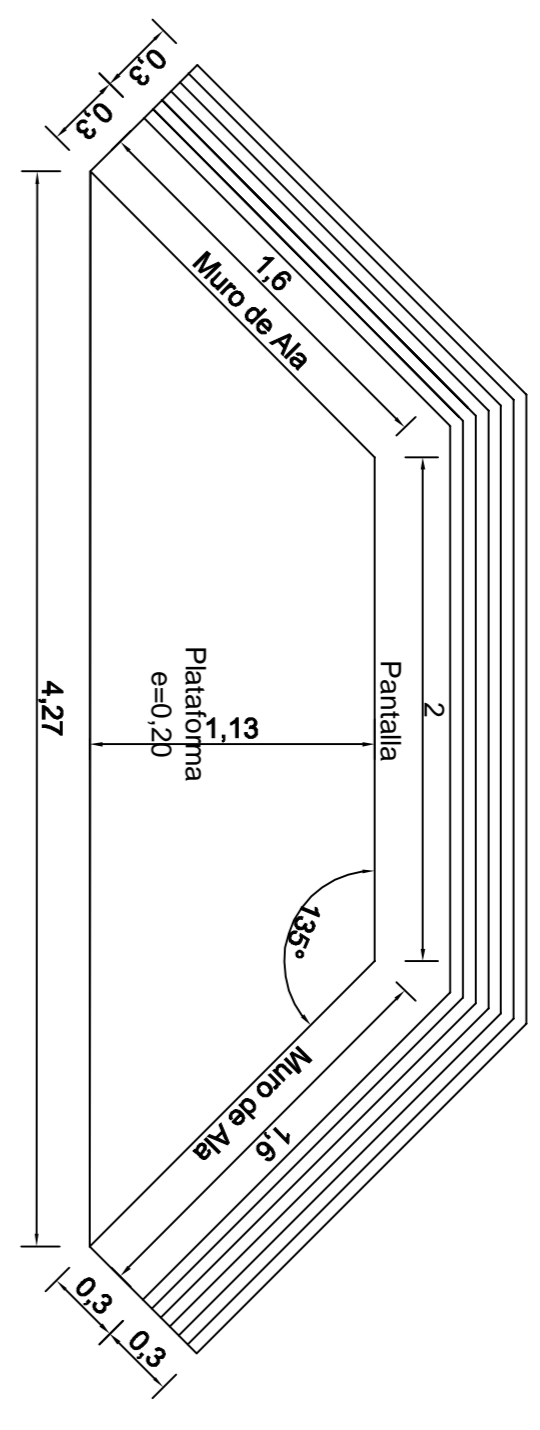
ALCANTARILLA MÁS CABEZAL DE ENTRADA Y SALIDA TIPO 1



ISOMETRÍA

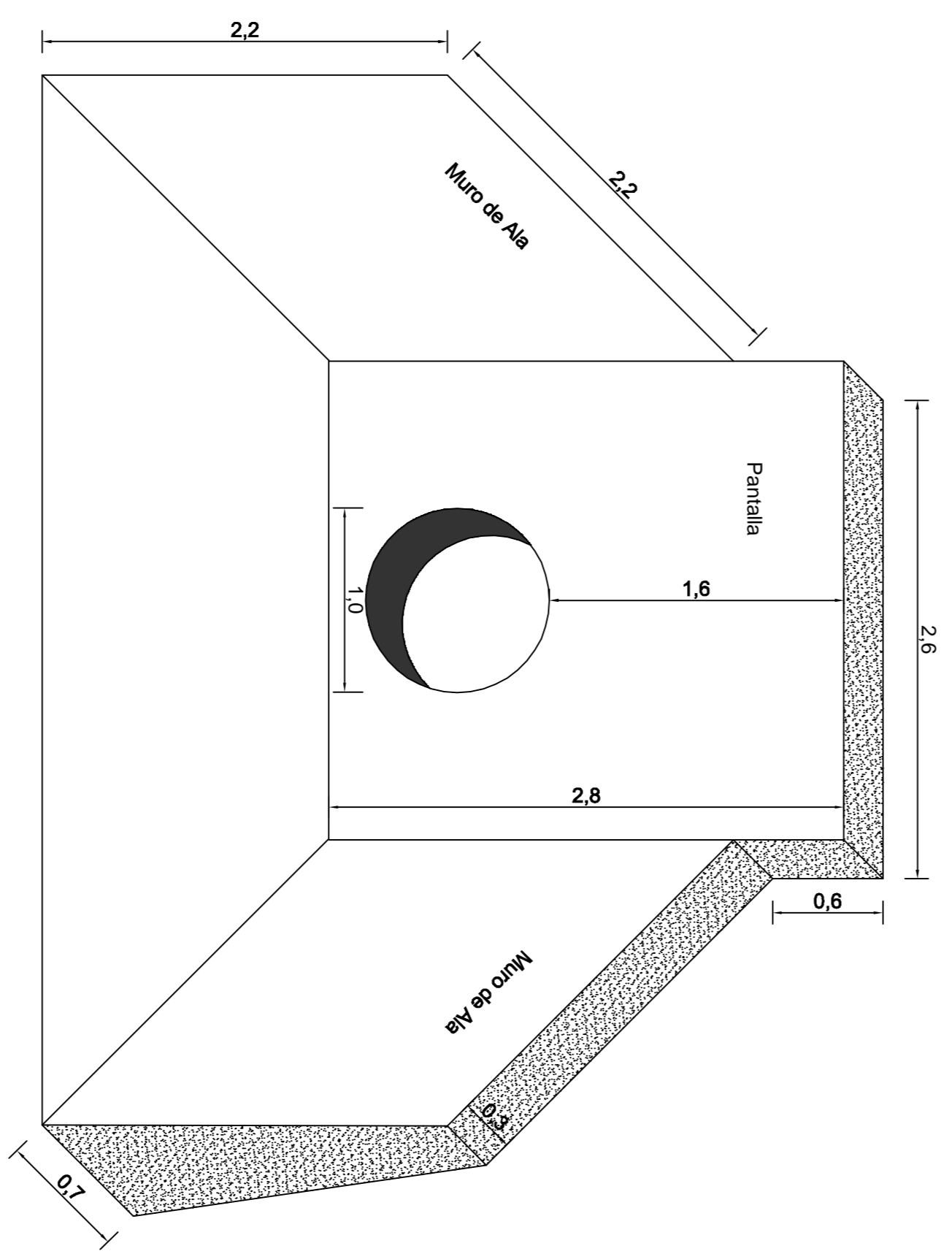


VISTA FRONTAL

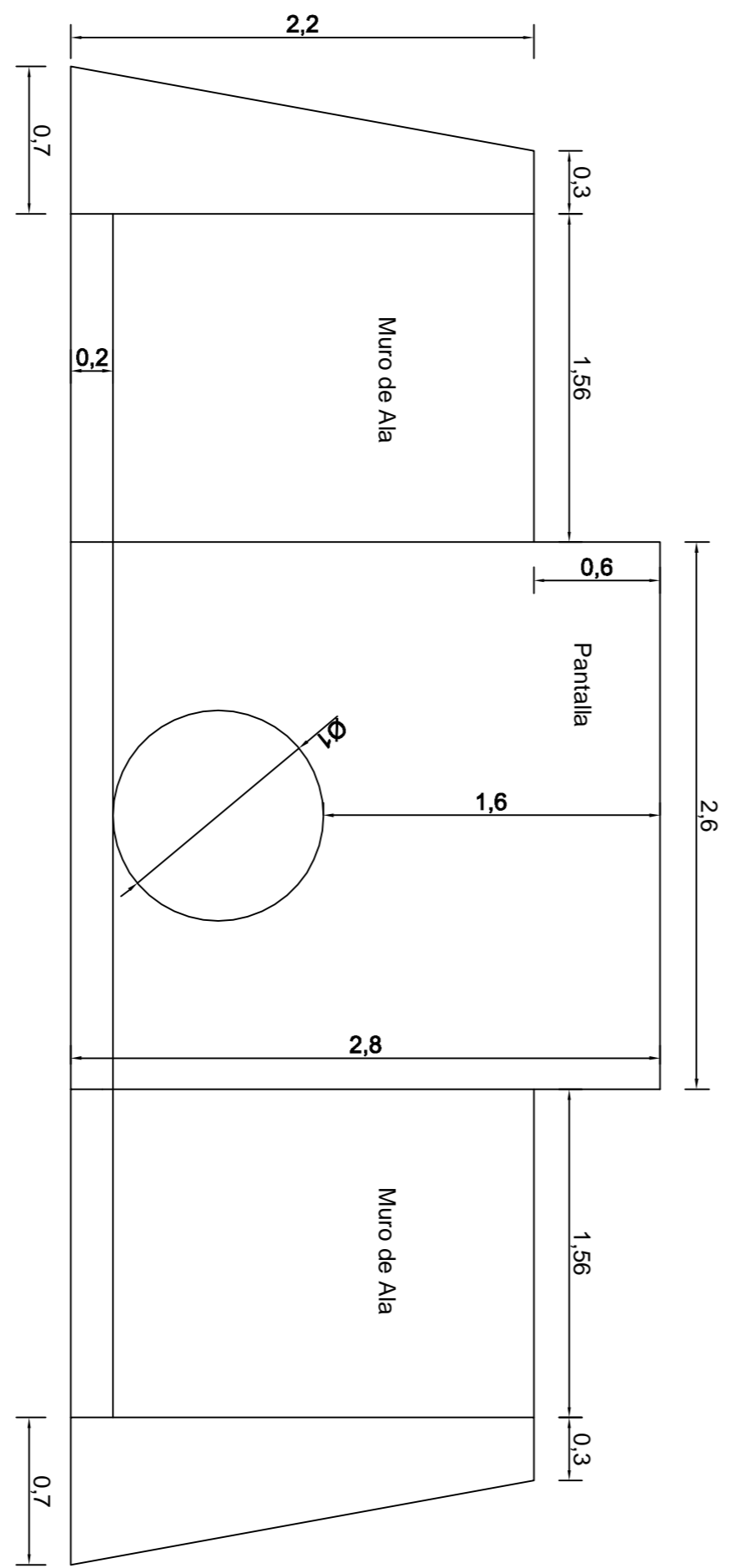


VISTA EN PLANTA

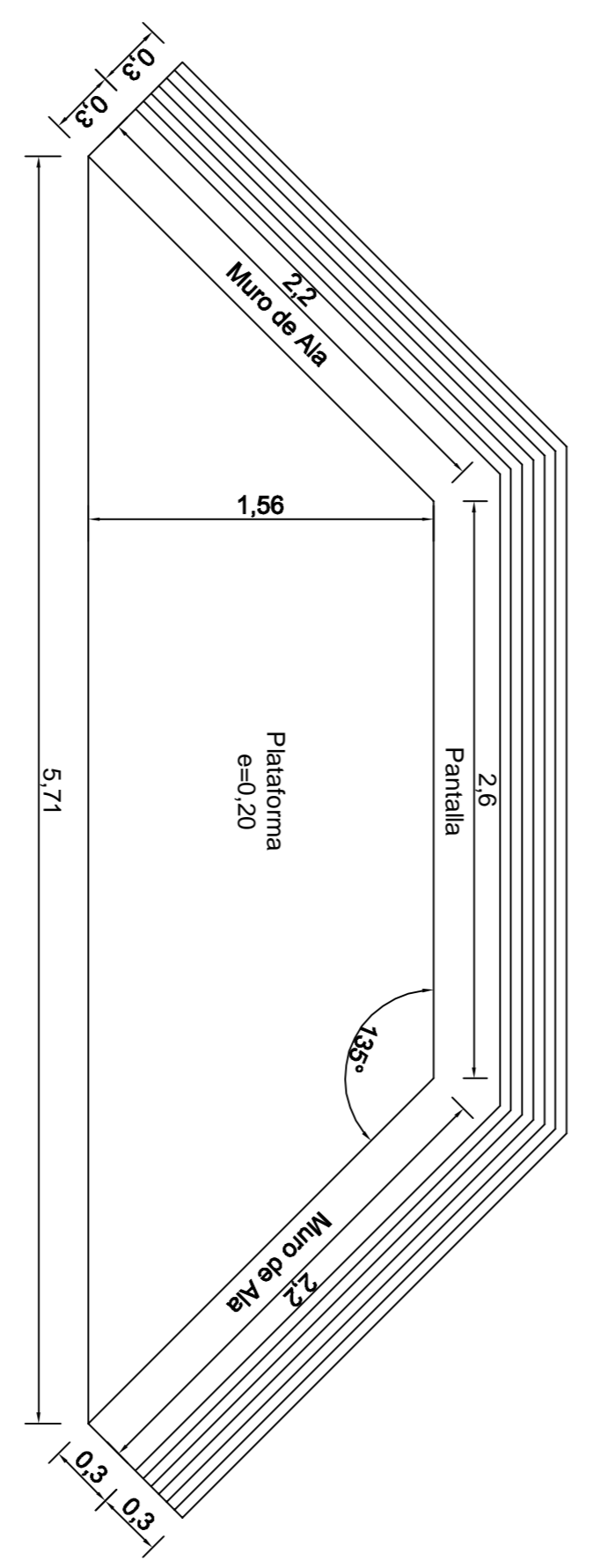
ALCANTARILLA MÁS CABEZAL DE ENTRADA Y SALIDA TIPO 2





ISOMETRÍA



VISTA FRONTAL



VISTA EN PLANTA

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
UBICACIÓN: CANTÓN AMBATO - PARROQUIAS CONSTANTINO HEEN, ANDEZ Y SAN BARTOLOMÉ DE PINILLO (QUEBRADA SHAH/ANSIH)					
PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ING. CIVIL					
CONTENIDO: ALCANTARILLAS MÁS CABEZALES DE ENTRADA Y SALIDA TIPOS		ESC: 1:30	LUGAR: FEB. 2016	REALIZADO POR:	
REALIZADO POR:		REVISADO POR:			
Javier Campos		Ing. Mg. Gado Narez			