



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

**Proyecto de investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil**

**TEMA:**

---

**“LAS CONDICIONES DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES, ÓVALO NUEVO, SAN LEÓN, SAN JUAN, UNIÓN Y TRABAJO, DE LA PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DEL SECTOR”.**

---

**AUTORA: Egda. Maribel Chasi Guamán**

**TUTORA: Ing. MSc. Lorena Pérez**

**AMBATO-ECUADOR**

**2015**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

### **CERTIFICA:**

En mi calidad de tutora del trabajo de graduación, certifico que la presente tesis realizada por la srta. Maribel Chasi Guamán, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, se desarrolló bajo mi tutoría un trabajo personal e inédito, bajo el tema: **“LAS CONDICIONES DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES, ÓVALO NUEVO, SAN LEÓN, SAN JUAN, UNIÓN Y TRABAJO, DE LA PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DEL SECTOR”**.

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

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

En la ciudad de Ambato, a los 28 días del mes de Julio del 2015

.....  
Ing. MSc. Lorena Pérez

**Tutora**

## **AUTORÍA DE LA TESIS**

Dejo constancia que la responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de investigación bajo el tema: **“LAS CONDICIONES DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES, ÓVALO NUEVO, SAN LEÓN, SAN JUAN, UNIÓN Y TRABAJO, DE LA PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DEL SECTOR”**, corresponde exclusivamente a su autora.

.....  
Egda. Maribel Chasi Guamán

C.I. 0503632325

## **DEDICADO A:**

### ***Dios todopoderoso, a la Santísima Virgen y al Niño de Isinche***

*Quienes me han dado fuerzas en momentos de angustia y sabiduría para culminar esta etapa de mi vida estudiantil.*

### ***Mis padres***

*Mario Chasi y María Guamán, con todo mi amor y cariño, porque ustedes han hecho todo lo que soy como persona, formando desde mis valores, principios, carácter, empeño y coraje para lograr cumplir este objetivo.*

### ***Mi hermana***

*Daysi Chasi, quién ha demostrado que con perseverancia y constancia se logra alcanzar la meta.*

### ***Alguien especial***

*Luis Mopocita, ya que en este camino nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional.*

*Todas las personas que a lo largo de la vida he ido encontrando, porque cada una de ustedes ha motivado mis sueños y estuvieron listas para brindarme su ayuda.*

*Con todo mi cariño, Maribel Chasi*

**AGRADEZCO A:**

***Dios, a la Santísima Virgen y al Niño de Isinche***

*Por la vida, el amor, la familia, la salud además de cuidar y estar presente en mí caminar hacia los objetivos.*

***Mis padres***

*Por su gran amor, su ejemplo de lucha, sacrificio, dedicación, entrega, paciencia y apoyo.*

***Mi hermana***

*Por el cariño y apoyo además de ser mi cómplice en este gran sueño.*

***Alguien especial***

*Luis Mopocita, por el apoyo incondicional, por las palabras de aliento, por la felicidad compartida.*

***La Universidad Técnica de Ambato***

*En especial a la Facultad de Ingeniería civil y mecánica por darme la oportunidad de formarme en sus aulas.*

***Mi tutora***

*Ing. MSc. Lorena Pérez, por el apoyo técnico y moral brindado en todo momento. Por su valiosa ayuda en asesorías y dudas presentadas durante la elaboración de la tesis*

***Los Docentes***

*Por compartir sus conocimientos, experiencias e impulsar el desarrollo en la formación profesional.*

***Toda mi familia***

*Por participar directa e indirectamente en la elaboración de esta tesis, por ser parte de los momentos de felicidad y tristeza. A los que ya no están.*

***Mis Amigos y compañeros***

*Por su amistad, por ser inseparables, por acudir al llamado, por compartir momentos agradables dentro y fuera de las aulas.*

*Este trabajo ha sido posible gracias a todos ustedes.*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### A.- PAGINAS PRELIMINARES

TÍTULO O PORTADA .....	I
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DE LA TESIS .....	III
DEDICACIÓN .....	III
AGRADECIMIENTO .....	V
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XII
ÍNDICE DE CUADROS.....	XIV

### B.- TEXTO: INTRODUCCIÓN

#### CAPÍTULO I

##### EL PROBLEMA

1.1.	Tema.....	1
1.2.	Planteamiento del problema.....	1
1.2.1.	Contextualización.....	1
1.2.3.	Prognosis .....	2
1.2.4.	Formulación del Problema .....	3
1.2.5.	Interrogantes (Subproblemas) .....	3
1.2.6.	Delimitación del Objeto de Investigación.....	3
1.2.6.1.	Delimitación de Contenido .....	3
1.2.6.2.	Delimitación Espacial .....	3
1.2.6.3.	Delimitación Temporal .....	4
1.3.	Justificación.....	4
1.4.	Objetivos .....	4
1.4.1.	General .....	4
1.4.2.	Específicos .....	5

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

2.1.	Antecedentes Investigativos.....	6
2.2.	Fundamentación filosófica.....	7
2.3.	Fundamentación legal.....	7
2.4.	Categorías fundamentales.....	8
2.4.1.	Supra ordenación de variables.....	8
2.4.2.	Definiciones.....	8
2.4.2.1.	Carretera.....	8
2.4.2.1.1.	Clasificación de la red vial.....	9
2.4.2.2.	Topografía.....	11
2.4.2.3.	Tráfico.....	12
2.4.2.4.	Estudio de Suelos.....	17
2.4.2.4.1.	Propiedades de los suelos para su clasificación.....	18
2.4.2.5.	Diseño geométrico.....	24
2.4.2.5.1.	Alineamiento horizontal.....	25
2.4.2.5.2.	Alineamiento vertical.....	40
2.4.2.5.3.	Sección transversal.....	44
2.4.2.5.4.	Tipos de superficie de rodadura.....	47
2.4.2.6.	Pavimentos.....	48
2.4.2.7.	Obras de drenaje vial.....	57
2.5.	Hipótesis.....	58
2.5.1.	Hipótesis de trabajo.....	58
2.6.	Señalamiento de variables.....	58
2.6.1.	Variable independiente.....	58
2.6.2.	Variable dependiente.....	58

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

3.1.	Modalidad básica de la investigación.....	59
3.1.1.	Investigación de campo.....	59
3.1.2.	Investigación bibliográfica documental.....	59

3.1.3.	Investigación experimental .....	59
3.2.	Nivel o tipo de investigación.....	59
3.2.1.	Nivel exploratorio .....	59
3.2.2.	Nivel descriptivo .....	59
3.2.3.	Nivel de Asociación de variables.....	60
3.2.4.	Nivel Explicativo .....	60
3.3.	Población y muestra .....	60
3.3.1.	Población.....	60
3.3.2.	Muestra.....	61
3.4.	Operacionalización de variables .....	62
3.4.1.	Variable independiente.....	62
3.4.2.	Variable dependiente:.....	62
3.5.	Plan de recolección de la información .....	63
3.6.	Plan de procesamiento de la información .....	64

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1.	Análisis de resultados.....	65
4.1.1.	Resultados de las encuestas.....	65
4.1.2.	Resultados del inventario vial .....	73
4.1.3.	Resultados del estudio topográfico .....	73
4.1.4.	Resultados del estudio de tráfico.....	74
4.1.4.1.	Tráfico actual .....	74
4.1.4.2.	Tráfico futuro .....	78
4.1.4.3.	Tráfico Proyectado .....	80
4.1.5.	Análisis del estudio de suelos. ....	82
4.1.5.1.	Contenido de humedad.....	82
4.1.5.2.	Granulometría .....	83
4.1.5.3.	Límites de consistencia .....	84
4.1.5.4.	Ensayo Proctor modificado método “ B” .....	84
4.1.5.5.	Capacidad de soporte CBR. ....	85
4.2.	Interpretación de datos .....	85



4.2.1.	Interpretación de datos de la encuesta.....	85
4.2.2.	Interpretación de datos del estudio de tráfico .....	87
4.2.3.	Interpretación de datos del estudio de suelos .....	88
4.3.	Verificación de la hipótesis.....	90

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	Conclusiones .....	96
5.2.	Recomendaciones.....	97

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

6.1.	Datos informativos .....	98
6.1.1.	Ubicación .....	98
6.1.2.	Beneficiarios .....	99
6.1.3.	Diagnóstico económico.....	100
6.1.4.	Sistema ambiental. ....	101
6.2.	Antecedentes de la propuesta.....	105
6.3.	Justificación.....	105
6.4.	Objetivos .....	106
6.4.1.	General .....	106
6.4.2.	Específicos .....	106
6.5.	Análisis de factibilidad.....	106
6.6.	Fundamentación .....	107
6.7.	Metodología Modelo operativo.....	109
6.7.1.	Diseño geométrico .....	109
6.7.1.1.	Diseño horizontal .....	109
6.7.1.2.	Diseño Vertical.....	119
6.7.2.	Sección transversal.....	123
6.7.3.	Diseño de la estructura del pavimento .....	123
6.7.3.1.	Tránsito en ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño seleccionado 8.2 Ton (W18). ....	124

6.7.3.2.	Variables iniciales .....	128
6.7.3.3.	Determinación de espesores por capa .....	130
6.7.3.3.1.	Coeficientes estructurales.....	131
6.7.3.3.2.	Cálculo de espesores D1 y D2 .....	135
6.7.3.3.3.	Coeficientes de drenaje (m <sup>2</sup> , m <sup>3</sup> ) .....	135
6.7.3.4.	Diseño de la estructura del pavimento flexible.....	136
6.7.4.	Diseño de obras complementarias de drenaje .....	141
6.7.4.1.	Bombeo .....	142
6.7.4.2.	Cunetas .....	142
6.7.4.3.	Diseño de alcantarillas .....	149
6.7.5.	Señalización .....	152
6.7.5.1.	Señalización Horizontal .....	155
6.7.5.2.	Señales Verticales .....	158
6.7.5.3.	Señales especiales delineadoras. ....	160
6.7.6.	Cálculo de volúmenes .....	163
6.8.	Administración.....	170
6.9.	Previsión de la evaluación.....	170

## **C.- MATERIALES DE REFERENCIA**

Bibliografía. ....	171
Anexos .....	172

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N. 1 Resultados Pregunta 1 .....	65
Tabla N. 2 Resultados Pregunta 2 .....	66
Tabla N. 3 Resultados Pregunta 3 .....	67
Tabla N. 4 Resultados Pregunta 4 .....	68
Tabla N. 5 Resultados Pregunta 5 .....	69
Tabla N. 6 Resultados Pregunta 6 .....	70
Tabla N. 7 Resultados Pregunta 7 .....	71
Tabla N. 8 Resultados Pregunta 8 .....	72
Tabla N. 9 Inventario vial .....	73
Tabla N. 10 Volumen de hora pico .....	74
Tabla N. 11 TPDA actual .....	77
Tabla N. 12 Tasas de crecimiento anual de tráfico % .....	78
Tabla N. 13 TPDA actual total .....	80
Tabla N. 14 Tráfico proyectado .....	82
Tabla N. 15 Clasificación vial en función del TPDA proyectado .....	82
Tabla N. 16 Granulometría .....	83
Tabla N. 17 Límites de consistencia .....	84
Tabla N. 18 Proctor modificado .....	85
Tabla N. 19 CBR. Puntual .....	85
Tabla N. 20 Interpretación de la encuesta .....	86
Tabla N. 21 Valor percentil de diseño .....	88
Tabla N. 22 Valores de CBR iguales o mayores .....	88
Tabla N. 23 Frecuencia Observada .....	91
Tabla N. 24 Frecuencia Esperada .....	92
Tabla N. 25 Chi – cuadrado calculado .....	93
Tabla N. 26 Valores críticos de la distribución Chi – cuadrado tabular .....	94
Tabla N. 27 Ejes equivalentes a 8.2 Toneladas (W18) .....	127
Tabla N. 28 Datos de entrada para la ecuación AASHTO 93 .....	137
Tabla N. 29 Determinación de los espesores por capa .....	138
Tabla N. 30 Caudales y velocidades admisibles para diseño .....	145
Tabla N. 31 Ubicación y detalle de alcantarillas .....	151

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N. 1 Relación entre los volúmenes horarios y el TPDA .....	14
Gráfico N. 2 Compactación.....	21
Gráfico N. 3 Fuerza que actúa sobre un vehículo .....	30
Gráfico N. 4 Estabilidad del vehículo en las curvas .....	30
Gráfico N. 5 Giro en el borde interno .....	32
Gráfico N. 6 Giro en el borde externo .....	33
Gráfico N. 7 Sobreebanco en las curvas .....	35
Gráfico N. 8 Enlace de tangentes con curvas circulares. ....	37
Gráfico N. 9 Elementos de una curva circular simple .....	38
Gráfico N. 10 Tipos de curvas verticales convexas .....	42
Gráfico N. 11 Tipos de curvas verticales cóncavas .....	43
Gráfico N. 12 Sección transversal típica pavimentada .....	44
Gráfico N. 13 Comportamiento del pavimento.....	48
Gráfico N. 14 Pavimento Rígido.....	49
Gráfico N. 15 Pavimento Flexible .....	50
Gráfico N. 16 Pavimento Articulado .....	50
Gráfico N. 17 Sección tipo de Cunetas .....	57
Gráfico N. 18 Elementos de una alcantarilla .....	58
Gráfico N. 19 Resultados Pregunta 1 .....	65
Gráfico N. 20 Resultados Pregunta 2 .....	66
Gráfico N. 21 Resultados Pregunta 3 .....	67
Gráfico N. 22 Resultados Pregunta 4 .....	68
Gráfico N. 23 Resultados Pregunta 5 .....	69
Gráfico N. 24 Resultados Pregunta 6 .....	70
Gráfico N. 25 Resultados Pregunta 7 .....	71
Gráfico N. 26 Resultados Pregunta 8 .....	72
Gráfico N. 27 Volumen de la 30ava hora versus % TPDA .....	75
Gráfico N. 28 Contenido de humedad.....	83
Gráfico N. 29 Tráfico Actual Total.....	87
Gráfico N. 30 Tráfico Proyectado.....	87
Gráfico N. 31 CBR de Diseño.....	89

Gráfico N. 32 Campana de Gauss .....	95
Gráfico N. 33 Ubicación del proyecto .....	99
Gráfico N. 34 Condiciones climáticas .....	101
Gráfico N. 35 Distribución temporal de precipitación.....	102
Gráfico N. 36 Distribución temporal de temperatura .....	102
Gráfico N. 37 Distancia de visibilidad de parada. ....	110
Gráfico N. 38 Proceso de adelantamiento.....	112
Gráfico N. 39 Curva circular simple .....	116
Gráfico N. 40 Curva vertical convexa .....	120
Gráfico N. 41 Curva vertical cóncava.....	120
Gráfico N. 42 Estructura esquemática para pavimento flexible .....	131
Gráfico N. 43 Monograma para estimar el coeficiente estructural a1 .....	132
Gráfico N. 44 Monograma para estimar el coeficiente estructural a2 .....	133
Gráfico N. 45 Monograma para estimar el coeficiente estructural a3 .....	134
Gráfico N. 46 Sistema multicapa de pavimento flexible .....	136
Gráfico N. 47 Número estructural.....	137
Gráfico N. 48 Bombeo .....	142
Gráfico N. 49 Sección de cuneta tipo .....	143
Gráfico N. 50 Alcantarilla más cabezal Tipo 1.....	150
Gráfico N. 51 Ángulos de iluminación y observación.....	154
Gráfico N. 52 Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.....	156
Gráfico N. 53 Soporte normal de dos postes .....	158
Gráfico N. 54 Señales regulatorias.....	159
Gráfico N. 55 Señales preventivas .....	159
Gráfico N. 56 Señales de información .....	160
Gráfico N. 57 Señales especiales, alineamiento horizontal .....	160
Gráfico N. 58 Señales especiales, delineador de curva horizontal .....	161
Gráfico N. 59 Señales para trabajos en las vías .....	161
Gráfico N. 60 Señales para zonas escolares.....	162
Gráfico N. 61 Señales turísticas .....	162
Gráfico N. 62 Señales de servicio .....	162
Gráfico N. 63 Señales en zonas de riesgo.....	162

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N. 1 Relación, Función, Clase MOP y Tráfico .....	10
Cuadro N. 2 Clasificación de los suelos según el tamaño de las partículas.....	19
Cuadro N. 3 Clasificación del suelo según el Índice de Plasticidad (Atterberg) ..	20
Cuadro N. 4 Clasificación del suelo según el C.B.R. ....	22
Cuadro N. 5 Clasificación del suelo según “S.U.C.S.”.....	23
Cuadro N. 6 Velocidad de diseño (Km/h).....	26
Cuadro N. 7 Velocidad de circulación (Km/h) .....	27
Cuadro N. 8 Distancia de visibilidad mínima para parada de un vehículo.....	28
Cuadro N. 9 Distancia mín. de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo .	29
Cuadro N. 10 Radios mínimos de curvatura en función del peralte “e” .....	31
Cuadro N. 11 Gradiente longitudinal para el desarrollo del peralte. ....	33
Cuadro N. 12 Radio mínimo de curvatura .....	36
Cuadro N. 13 Gradientes longitudinales máximas (%).....	41
Cuadro N. 14 Coeficiente “K” para curvas verticales mínimas .....	43
Cuadro N. 15 Derecho de vía.....	45
Cuadro N. 16 Anchos de la calzada .....	45
Cuadro N. 17 Ancho de espaldones (m) .....	47
Cuadro N. 18 Clasificación de superficies de rodadura.....	48
Cuadro N. 19 Límites granulométricos de la Sub - base.....	52
Cuadro N. 20 Límites granulométricos de la Base .....	54
Cuadro N. 21 Criterios Marshall.....	56
Cuadro N. 22 Clasificación material de sub-rasante.....	89
Cuadro N. 23 Anchos de la calzada .....	123
Cuadro N. 24 Factores de daño por tipo de vehículo.....	124
Cuadro N. 25 Periodos de diseño según el tipo de carretera.....	125
Cuadro N. 26 Factores de distribución por dirección .....	125
Cuadro N. 27 Factores de distribución por carril.....	125
Cuadro N. 28 Valores del nivel de confianza “R” .....	128
Cuadro N. 29 Desviación Estándar Normal “Zr” .....	128
Cuadro N. 30 Módulos de la carpeta asfáltica a1.....	131
Cuadro N. 31 Coeficiente estructural de la capa base a2.....	133

Cuadro N. 32 Coeficiente estructural de la capa subbase a3 .....	134
Cuadro N. 33 Valores mínimos para la carpeta asfáltica y base .....	135
Cuadro N. 34 Calidad de drenaje .....	135
Cuadro N. 35 Coeficientes de drenaje m2, m3 .....	136
Cuadro N. 36 Coeficientes de rugosidad de Manning .....	143
Cuadro N. 37 Coeficiente de escorrentía para la fórmula de Talbot.....	149
Cuadro N. 38 Tolerancias máximas en las dimensiones de señalizaciones.....	152
Cuadro N. 39 Niveles mínimos de retroreflexión en pinturas sobre pavimento .	154
Cuadro N. 40 Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta. ....	156

## RESUMEN EJECUTIVO

**Tema:** LAS CONDICIONES DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES, ÓVALO NUEVO, SAN LEÓN, SAN JUAN, UNIÓN Y TRABAJO, DE LA PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DEL SECTOR.

**Autora:** Egda. Maribel Chasi Guamán

**Tutora:** Ing. MSc. Lorena Pérez

**Fecha:** Julio, 2015

El presente proyecto tiene como propósito fundamental mejorar la calidad de vida de los habitantes de las comunidades Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo de la parroquia Mulalillo, lo que permitirá mejorar la economía y movilidad del sector, también se logrará favorecer la integración cultural.

La gran necesidad de poseer una infraestructura vial adecuada, ha permitido el desarrollo del presente trabajo de graduación, que consiste en el mejoramiento del trazado geométrico, además de proporcionar un sistema de drenaje eficiente y realizar el diseño de la estructura del pavimento.

El diseño de la vía se basa, en la utilización de normas de diseño geométrico de carreteras - 2003, especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP 2002, Método AASHTO 1993 para el diseño de pavimentos flexibles, con el objetivo de lograr un diseño adecuado y proporcionar seguridad a los usuarios de la vía, con la mínima alteración del medio ambiente.

Este proyecto consta de dos partes: en la primera, se realiza un diagnóstico sobre las necesidades de las comunidades en estudio y se describe la situación actual de la infraestructura vial. En la segunda, se desarrolla el proceso de diseño de la vía, se presentan conclusiones, recomendaciones y se anexa, estudio de suelo, estudio de tráfico, análisis de precios unitarios, así como planos.



## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1. Tema**

Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector.

#### **1.2. Planteamiento del problema**

##### **1.2.1. Contextualización**

A nivel nacional el transporte por carreteras ha jugado un papel preponderante en la calidad de vida y aspecto económico de los habitantes, debido a las condiciones topográficas del país y las distancias que separan los centros de producción con los centros de consumo y exportación de productos agrícolas como ganaderos.

Este estudio busca la recuperación y adecuación de carreteras para incentivar al sector agrícola, a fin de convertir a la red vial y caminos vecinales no solo en un medio de circulación sino en el eje motor del desarrollo, generando mayores oportunidades en: producción, agricultura, ganadería y más, contribuyendo con el desarrollo económico del Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

Las vías de la Parroquia Mulalillo no cuentan con una superficie de rodadura apropiada para la circulación de vehículos provocando el rápido deterioro de los mismos e impidiendo el transporte de productos agrícolas y ganaderos a los principales mercados de la provincia y sus cantones cercanos.

Por lo que al mejorar el diseño geométrico y establecer una estructura de pavimento adecuada, permitirá el adelanto social, económico y nivel de vida de los habitantes del sector, además incrementará la vida útil de los vehículos que circulan por esta vía proporcionando un transporte cómodo, rápido y seguro.

### **1.2.2. Análisis Crítico**

El estudio y mejoramiento de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo pertenecientes a la Parroquia Mulalillo, constituye un componente fundamental para el bienestar y desarrollo de los habitantes del sector facilitando la comunicación necesaria para la vida cotidiana.

La vía cuenta con una capa de rodadura empedrada en mal estado, al no tener el servicio de una vía segura, estable y cómoda en este sector agravaría el problema de comercialización de los productos, debiendo subir su costo en los mercados de expendio, para justificar el valor del transporte, provocando que los agricultores dejen sus tierras para salir a la ciudad en busca de otras fuentes de trabajo.

Es fácil advertir que los habitantes tienen muchos motivos para demandar una infraestructura vial adecuada, con lo cual surge este proyecto en base a las necesidades de los habitantes de la Parroquia Mulalillo, que requieren una vía de comunicación adecuada para la movilización de sus productos a los diferentes mercados para su posterior comercialización, así como también para su comunicación interna.

### **1.2.3. Prognosis**

En el caso de no llevarse a cabo el proyecto vial, los agricultores seguirán comercializando sus productos con dificultad, con mayor número de horas de viaje, por ende el precio por concepto de transporte será cada vez mayor, los neumáticos de los vehículos y buses continuarían desgastándose de forma rápida provocando molestia.

Las condiciones sociales no podrán dar un cambio positivo en el traslado de personas seguirá tomando tiempo y causando incomodidad en el recorrido desde sus hogares al centro de la ciudad por motivos de trabajo y estudio.

El tránsito por esta vía será difícil debido al mal estado en el que se encuentra la capa de rodadura con el desprendimiento de piedras, ocasionado por el clima, deficiente sistema de drenaje y se empeora cuando los habitantes encaminan los

remanentes del agua de riego.

#### **1.2.4. Formulación del Problema**

¿Cómo inciden las condiciones actuales de la vía, en la calidad de vida de los habitantes de la Parroquia Mulalillo del Cantón Salcedo?

#### **1.2.5. Interrogantes (Subproblemas)**

¿Cuáles son las condiciones de la zona?

¿Cuál es el estado actual de la vía?

¿Cuál es el tipo de suelo del sector?

¿Cuál es la capacidad de soporte de la subrasante?

¿Cuál es el tráfico existente?

¿Cómo se mejorará la calidad de vida de los habitantes?

#### **1.2.6. Delimitación del Objeto de Investigación**

##### **1.2.6.1. Delimitación de Contenido**

El presente proyecto corresponde:

- Campo Científico: Ingeniería Civil
- Área: Ingeniería Vial
- Aspecto : Diseño de la capa de rodadura

##### **1.2.6.2. Delimitación Espacial**

El estudio de campo se realizará específicamente en la Parroquia Mulalillo, perteneciente al Cantón Salcedo en la provincia de Cotopaxi, los ensayos de laboratorio y estudios bibliográficos se realizarán en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, campus Huachi Chico, los estudios complementarios se realizarán en la oficina particular en Ambato.

### **1.2.6.3. Delimitación Temporal**

El presente estudio de investigación comprende un periodo de siete meses, desde el mes de Enero hasta Julio 2015.

### **1.3. Justificación**

La vía de ingreso a las comunidades Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo de la Parroquia Mulalillo presenta una capa de rodadura de suelo natural y empedrado, motivo por el cual es necesario proyectar el diseño de una superficie estable, cómoda, segura y en buenas condiciones para proporcionar a los usuarios una comunicación rápida y eficiente, proyectando el desarrollo comunitario del sector.

Sin duda el mal estado de la capa de rodadura, constituye un serio problema que afecta no solo a vehículos que circulan por el lugar, sino a los moradores del sector que necesitan transportar la producción agrícola y ganadera a los centros de acopio del cantón Salcedo.

El estudio de la capa de rodadura dará los lineamientos para mejorarla y así prolongar su periodo de vida útil facilitando el traslado de personas en forma ágil, segura y cómoda, además de contribuir en el desarrollo social y económico.

En conclusión es importante que el proyecto se ejecute, ya que los resultados constituirán un referente importante para el cantón, por lo tanto esto servirá como punto de inicio para futuras mejoras viales para el desarrollo social de la Parroquia Mulalillo.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. General**

Estudiar las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector.

#### **1.4.2. Específicos**

- Evaluar el estado actual de la vía.
- Conocer las condiciones de la zona
- Realizar el estudio de suelo
- Realizar el estudio de tráfico
- Elaborar el presupuesto referencial

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes Investigativos**

El presente trabajo de investigación se sustenta en los siguientes proyectos:

En la investigación realizada por la señorita Sandra Beatriz Hurtado Chango bajo el tema “Mejoramiento horizontal, vertical y de la capa de rodadura de la carretera García Moreno, desde el partidero de la comunidad Sigsipamba hasta la entrada a la comunidad de Laturún, en la Parroquia San Andrés, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo para mejorar las condiciones de vida”. Concluye que: La vía aumentará la calidad de la oferta que a su vez se traduce en un mejor nivel de servicio a los habitantes de las comunidades aledañas que se beneficiarán de esta vía y por ende con mayor comodidad, seguridad y una mejor movilización hacia el lugar de destino, por lo que el mejoramiento de la estructura del pavimento será esencial para el desarrollo de las comunidades. Para hacer efectivo el mejoramiento de la estructura de la vía se deben tener en cuenta aspectos tanto sociales como económicos y quienes serán beneficiados directa o indirectamente con este proyecto.

El Señor Omar Membrillo bajo el tema “Acondicionamiento y remodelación de la carpeta asfáltica” concluye que: Una de las funciones principales de la estructura del pavimento es la de resguardar la sub-rasante de las cargas impuestas por el tránsito y otros factores de las carreteras. El proyectista deberá diseñar un pavimento que resista un gran número de aplicaciones repetidas de cargas de magnitud variable con todo el profesionalismo que esto amerita.

El Señor Calucho Muyulema William Alberto bajo el tema “La incidencia del tráfico vehicular en la capa de rodadura” concluye que: Para diseñar la estructura del camino fue necesario conocer el tipo de suelo existente y sus propiedades ya

que todo tiene relación directa con la constitución y conservación del mismo. Éstos y varios estudios más crean precedentes para el desarrollo de futuros proyectos viales con la intención principal de correlacionar las normas y los documentos vigentes en la actualidad, manteniendo así uniformidad de criterios para el diseño de vías y colaborando en la solución de las necesidades de la sociedad.

## **2.2. Fundamentación filosófica**

El siguiente trabajo de investigación se enfoca en el paradigma Crítico-Propositivo basándose en los siguientes aspectos:

La finalidad de la investigación es mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la Parroquia Mulalillo, con la ejecución de un proyecto vial más cómodo, rápido y seguro, identificando posibles cambios en la acción social de los habitantes, partiendo de la evaluación de las condiciones de la estructura vial existente.

La metodología se va adecuando al objeto de estudio de las condiciones de la estructura del pavimento. Se pueden considerar múltiples alternativas de solución para el actual estado de la vía, con esto se obtiene una visión de los cambios que se producirían al aplicar cualquiera de las alternativas que pueden dar solución al problema.

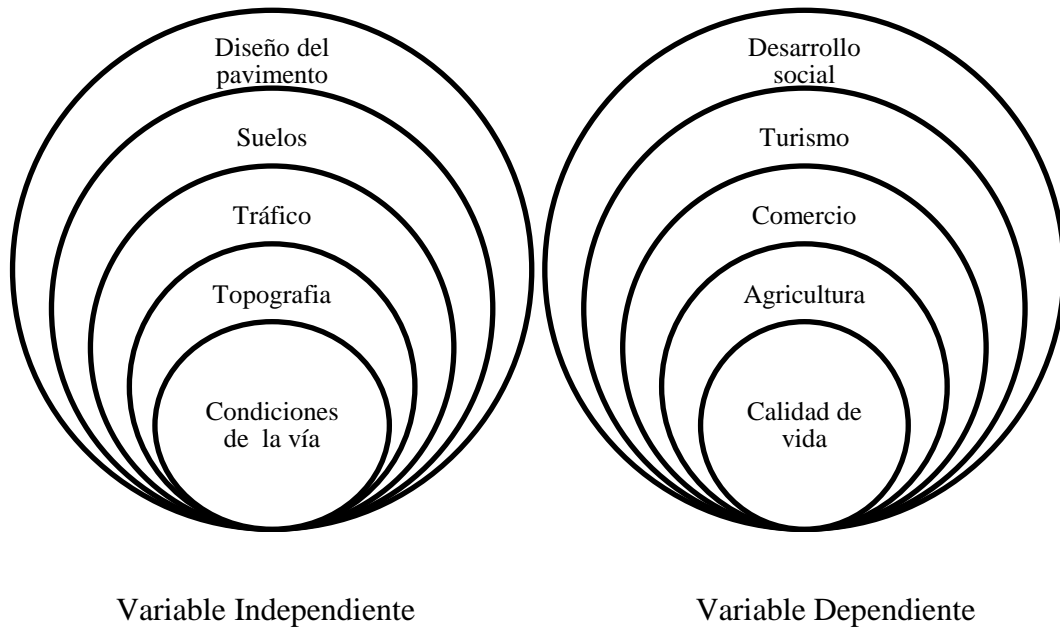
## **2.3. Fundamentación legal**

El proyecto de investigación se basará en las siguientes normas:

- MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas),
- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) o Asociación Americana de Vías Estatales y Transporte Oficial.
- Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones MOP – 001 – F 2002.
- Manual NEVI-12
- Libros y apuntes de pavimentos

## 2.4. Categorías fundamentales

### 2.4.1. Supra ordinación de variables



### 2.4.2. Definiciones

#### 2.4.2.1. Carretera

Es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad<sup>1</sup>.

En el proyecto integral de una vía, el diseño geométrico es la parte más importante ya que a través de él se establece su configuración geométrica tridimensional, con el propósito de que la vía sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente.

Los factores o requisitos del diseño a tener en cuenta se agrupan en externos o previamente existentes, e internos o propios de la vía y su diseño.

A continuación se describen estos factores de diseño vial.

---

<sup>1</sup> Diseño Geométrico de carreteras, Cárdenas Grisales, 2004, Cap. 1



**Los factores externos** están relacionados, entre otros aspectos, con la topografía del terreno natural, la conformación geológica y geotécnica del mismo, el volumen y características del tránsito actual y futura, los valores ambientales, la climatología e hidrología de la zona, los desarrollos urbanísticos existentes y previstos, los parámetros socioeconómicos del área y la estructura de las propiedades.

**Los factores internos** del diseño contemplan las velocidades a tener en cuenta para el mismo y los efectos operacionales de la geometría especialmente los vinculados con la seguridad exigida y los relacionados con la estética y armonía de la solución.

#### **2.4.2.1.1. Clasificación de la red vial**

Las carreteras en el país se clasificarán principalmente por:

##### **a) Clasificación según el tipo de terreno**

Se clasifican las carreteras según el relieve del terreno natural atravesado. En función de la máxima pendiente, la línea de máxima pendiente sobre el terreno natural es la inclinación máxima del terreno en cualquier dirección.

- **Llano (LL).**- Es de topografía llana cuando en el trazado de la vía no gobiernan las pendientes.
- **Ondulado (O).**- Es de topografía ondulada cuando la pendiente del terreno se identifica sin exceder con las pendiente longitudinales.
- **Montañoso (M).**- Es de topografía montañosa cuando las pendientes del proyecto gobiernan el trazado siendo de carácter suave cuando la pendiente transversal del terreno es menor al 50% y de carácter escarpado cuando dicha pendiente es mayor al 50% .

##### **b) Clasificación según la función Jerárquica.**

Para el diseño de las carreteras en el país, se recomienda la clasificación en función del pronóstico de tráfico proyectado para un período de 15 ó 20 años.

A continuación se presenta la relación entre la función jerárquica y la clasificación de las carreteras según la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP, 2003.

**Cuadro N. 1 Relación, Función, Clase MOP y Tráfico**

<b>FUNCIÓN</b>	<b>CLASE DE CARRETERA</b>	<b>Tráfico proyectado TPDA*</b>
CORREDOR ARTERIAL	RI o RII (1)	> 8.000
	I	3.000 - 8.000
	II	1.000 - 3.000
COLECTORA	I	3.000 - 8.000
	II	1.000 - 3.000
	III	300 - 1.000
	IV	100 - 300
VECINAL	IV	100 - 300
	V	< 100

Notas:

(1) RI – RII – Autopistas

\* El TPDA indicado es el volumen del tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico del tráfico para el año 10 sobrepasa los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MOP 2003 Pág. 23

**c) Según el número de calzadas:**

- **Carretas de calzadas separadas:** Son las que tienen calzadas diferenciadas para cada sentido de circulación, con una separación física entre ambas. Excepcionalmente pueden tener más de una calzada para cada sentido de circulación.
- **Carreteras de calzada única:** Son las que tienen una sola calzada para ambos sentidos de circulación, sin separación física, independientemente del número de carriles.

**d) Clasificación de acuerdo a la superficie de rodamiento.**

- **Pavimento rígido:** Son aquellos donde la capa de rodadura está formada por una losa de concreto hidráulico (agua, cemento, arena y grava), con o sin refuerzo estructural, apoyada sobre la sub-rasante de material granular.
- **Pavimentos flexibles:** Son aquellos que tienen una capa de rodadura formada por una mezcla bituminosa de asfalto altamente resistente a los ácidos, álcalis y sales.
- **Afirmados:** Son aquellas en las que la superficie de rodadura se compone de una capa de material granular con tamaño máximo dos y media pulgadas y con proporción de finos, debidamente compactado.
- **Superficie Natural:** Su capa de rodadura se compone del terreno natural del lugar, debidamente conformado.

**2.4.2.2. Topografía**

La topografía es un factor principal de la localización física de la vía, pues afecta su alineamiento horizontal, sus pendientes, sus distancias de visibilidad y sus secciones transversales. Desde el punto de vista de la topografía, se puede clasificar los terrenos en cuatro categorías, que son:

- a) **Terreno plano.** Posee pendientes transversales a la vía menores del 5%. Exige mínimo movimiento de tierras en la construcción de carreteras y no presenta dificultad en el trazado ni en su explanación, por lo que las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores del 3%
- b) **Terreno ondulado.** Se caracteriza por tener pendientes transversales a la vía del 6% al 12%. Requiere moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y en la explanación, así como pendientes longitudinales típicamente del 3% al 6%
- c) **Terreno montañoso.** Las pendientes transversales a la vía suelen ser del 13% al 40%. La construcción de carreteras en este terreno supone grandes movimientos de tierras, y/o construcción de puentes y estructuras para salvar lo montañoso del terreno por lo que presenta dificultades en el trazado y en la explanación. Pendientes longitudinales de la vías del 6% al 8% son comunes.

**d) Terreno escarpado.** Aquí las pendientes del terreno transversales a la vía pasan con frecuencia del 40%. Para construir carreteras se necesita máximo movimiento de tierras y existen muchas dificultades para el trazado y la explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas, en el recorrido de la vía.

Por lo tanto, abundan las pendientes longitudinales mayores del 8%, que para evitarlos, el diseñador deberá considerar la construcción de puentes, túneles y/o estructuras para salvar lo escarpado del terreno.

### **2.4.2.3. Tráfico**

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

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, entre otros) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura.

#### **Tipos de conteo.**

**Manuales:** Son irremplazables por proporcionar información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía.

**Automáticos:** Permiten conocer el volumen total del tráfico, los equipos de conteo registran pares de ejes, por cada dos impulsos percibidos registran un vehículo. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico.

#### **2.4.2.3.1. Volúmenes de tránsito**

##### **Volumen de tránsito**

Se define como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado de tiempo.

##### **a) Tráfico promedio diario anual (TPDA)**

Equivale al valor promedio de los flujos vehiculares diarios correspondientes a un año calendario, por lo tanto para su obtención el método más adecuado es realizar mediciones continuas ya sea automática o manual, en los tramos relevantes para el análisis del proyecto, se debe tener 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 porcentaje de vehículos en cada sentido de la vía.

##### **b) Volumen de hora pico máximo ( VHP)**

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de la calzada de la vía durante 60 minutos consecutivos.

##### **c) Factor horario (FH).**

Se define como la relación entre el volumen de hora pico máximo y el flujo máximo,  $Q_{\text{máx}}$ , que se presenta durante un periodo dado dentro de dicha hora se expresa de la siguiente manera:

$$FHP = \frac{VHP}{4 * Q_{m\acute{a}x}}$$

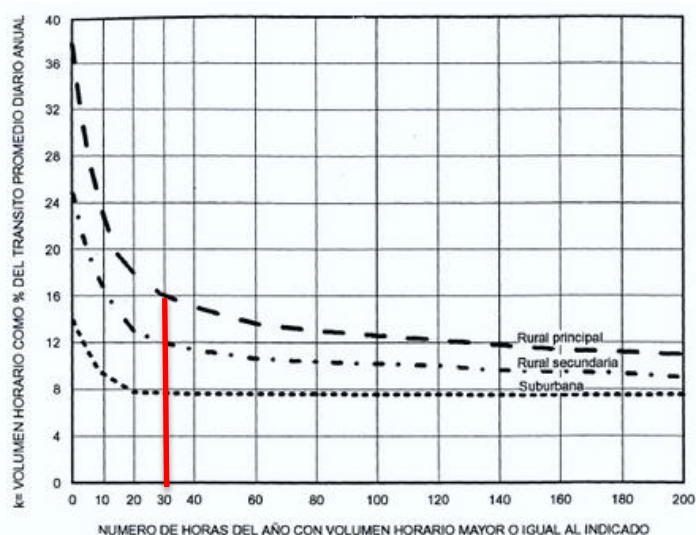
Este valor indica la forma como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora, su mayor valor es la unidad, lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora. Valores bastante menores que la unidad indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora.<sup>2</sup>

#### d) Volumen horario de proyecto ; trigésimo – anual

Es el volumen de tránsito horario que servira para determinar las características geométricas de la vía.

Para hallar el tránsito horario que se acomode mejor a la economía de la vía se ha usado la curva que representa los volúmenes de tránsito horarios del año en orden descendente. Esta curva muestra que el volumen horario que se debe usar en el diseño ha de ser el trigésimo más alto del año, en este punto la curva tiende a horizontalizarse, y significa que solo 29 horas al año la vía estará congestionada.

**Gráfico N. 1 Relación entre los volúmenes horarios y el TPDA**



Fuente: Ingeniería de tránsito, Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola + James Cárdenas Grisales, pág. 176

<sup>2</sup> Ingeniería de tránsito , Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola + James Cárdenas Grisales, 1994

Comúnmente se utiliza el volumen de la 30ava hora, en el punto de quiebre, para fines de proyecto por lo tanto:

$$TPDA = \frac{VHP}{k}$$

Donde:

k = valor esperado de la relación entre el volumen de la 30-ava hora máxima seleccionada y el TPDA del año de proyecto.

- **k = 0,10** para zona urbana
- **k = 0,15** para zona rural

#### e) **Tráfico actual**

Es el número de vehículos que circulan por una carretera antes de ser mejorada es decir el volumen de tráfico que circularía, al presente.

Para una vía en mejoramiento el tráfico actual comprende:

- **Tráfico existente.-** Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.
- **Tráfico atraído o desviado:** Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia o costo.

$$Ta = 10\% TPDA_{Actual}$$

#### f) **Tráfico Futuro.**

El pronóstico del volumen y composición del tráfico futuro se basa en el tráfico actual y del incremento de tráfico.

Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. El resultado del tráfico futuro determina la clasificación de la vía además influye

en la determinación de la velocidad de diseño y más datos geométricos del proyecto.

➤ **Tráfico desarrollado (Td)**

Es el incremento del volumen de tráfico debido a las mejoras en el suelo adyacente a la vía, que no existe y que no existirá en el futuro, si no se realiza la vía, se utiliza este tráfico inducido únicamente cuando se trata de una vía nueva.

$$Td = 5\% TPDA_{Actual}$$

➤ **Tráfico generado (Tg).**

El tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarían sólo si las mejoras propuestas ocurren, y lo constituyen:

- Viajes que no se efectuaron anteriormente.
- Viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público.
- Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera propuesta.

$$Tg = 20\% TPDA_{1 \text{ año}}$$

**g) Tráfico Proyectado.**

Es el volumen de tráfico que se espera que use la vía después de ser mejorada para un periodo de 20 años como máximo, deberá especificarse para cada año futuro.

$$TPDA_p = TPDA_{Total} * (1 + i)^n$$

***Proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional.***

En caso de no contar con la información estadística, las proyecciones se harán en base a la información disponible del parque automotor, tasa de crecimiento poblacional, tasa de motorización es decir el número de vehículos por cada mil habitantes o al consumo de combustible.



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

Donde:

Tf = Tráfico futuro o proyectado.

Ta = Tráfico actual.

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

n = Número de años proyectados.

#### **2.4.2.4. Estudio de Suelos**

**Suelo.-** “Suelo es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan”<sup>3</sup>.

**Subrasante.-** Superficie terminada de la vía a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno) y que una vez compactado tiene las secciones transversales y pendientes especificadas.

##### **a) Tipos de suelo más comunes :**

**Gravas.-** Acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas que tienen más de dos milímetros de diámetro.

**Arenas.-** Materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2 mm y 0,05 mm de diámetro.

**Limos.-** Aquellos suelos de grano fino con poca o ninguna plasticidad, el diámetro de estas partículas está comprendido entre 0,05 mm y 0,005 mm.

---

<sup>3</sup> Mecánica de suelos y cimentaciones, Carlos Crespo Villalaz, 5ta. Edición 2004

**Arcillas.-** Partículas sólidas con diámetro menor a 0,005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua.

#### **b) Obtención de muestras de suelo**

Primero deberá realizarse un reconocimiento del terreno a lo largo de la vía, para identificar zonas de préstamo, con el fin de definir los principales estratos de suelos superficiales y delimitar las zonas en las cuales los suelos presentan características similares.

Luego de la investigación de campo se procederá a la ejecución de calicatas o pozos exploratorios que se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada dentro de la faja de la vía, a una profundidad de 1,5 m respecto al nivel de subrasante del proyecto, cuyo espaciamiento dependerá fundamentalmente de las características de los materiales de la vía, generalmente para vías de bajo volumen de tránsito están espaciadas entre 500 m y 1000 m, pero pueden estar más próximas dependiendo de puntos singulares, como en los casos de:

- Cambio en la topografía de la zona en estudio;
- Por la naturaleza de los suelos o cuando los suelos se presentan en forma errática o irregular
- Delimitar las zonas en que se detecten suelos que se consideren pobres o inadecuados;
- Zonas que soportarán terraplenes o rellenos de altura mayor a 5.0 m;
- Zonas donde la rasante se ubica muy próxima al terreno natural ( $h < 0.6$  m);

Con las muestras de suelo obtenidas de las calicatas se realizarán ensayos en el laboratorio para luego con los datos conseguidos clasificar, graficar y describir los resultados.

#### **2.4.2.4.1. Propiedades de los suelos para su clasificación**

##### **a) Contenido de humedad**

Se conoce como, la relación entre el peso de agua contenida en la muestra en estado natural y el peso de la muestra después de ser secada al horno.

$$W\% = (W_w / W_s) * 100$$

**b) Granulometría**

Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas. A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades del suelo.

El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.

- Granular .....% pasa el tamiz # 200 < 50%
- Fino .....% pasa el tamiz # 200 ≥ 50 %

**Cuadro N. 2 Clasificación de los suelos según el tamaño de las partículas.**

<b>Tipo de material</b>	<b>Tamaño de partículas</b>
Grava	Mayores a 2,00 mm
Arena gruesa	0,25 – 2,00 mm
Arena fina	0,05 – 0,25 mm
Limo	0,005 – 0,05 mm
Arcilla	0,001 – 0,005 mm
Arcilla coloidal	Menores a 0,001 mm

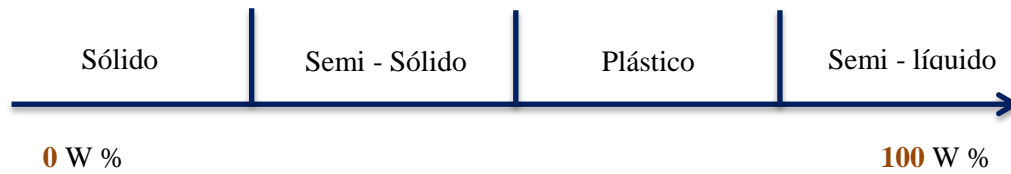
Fuente: Mecánica de suelos y cimentaciones, Carlos Crespo Villalaz, 5ta. Edición 2004.

**c) Plasticidad**

Es la propiedad de estabilidad que representa los suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregarse, por tanto la plasticidad de un suelo depende, no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos.

Para conocer la plasticidad de un suelo se hace uso de los límites de Atterberg, que son; límite líquido, límite plástico, y la diferencia entre éstos da el llamado

índice plástico, todos estos límites de consistencia se determinan empleando el suelo que pase la malla No. 40.



**Límite líquido (LL).**- Es el contenido de humedad que corresponde a la frontera entre el estado semilíquido y el estado plástico, en el cual el suelo fluiría suficientemente como para cerrar una ranura hecha en la muestra de suelo, cuando un recipiente es golpeado cierto número de veces.

Según Atterberg los suelos plásticos tienen en el límite líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte de 25 gr/ cm<sup>2</sup>.

**Límite plástico (LP).**- Cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe, es decir máxima humedad con la que se puede hacer un cilindro de 3mm de diámetro.

**Índice de plasticidad (IP).**- Se define como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico;  $IP = LL - LP$

El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar el suelo.

**Cuadro N. 3 Clasificación del suelo según el Índice de Plasticidad (Atterberg)**

Índice plástico	Plasticidad	Características
$IP = 0$	No plástico ( NP)	Suelos exentos de arcilla
$IP < 7$	Baja plasticidad	Suelos poco arcillosos
$7 < IP < 17$	Medianamente plástico	Suelos arcillosos
$IP > 17$	Altamente plástico	Suelos muy arcillosos

Fuente: Mecánica de suelos y cimentaciones, Carlos Crespo Villalaz, 5ta. Edición 2004

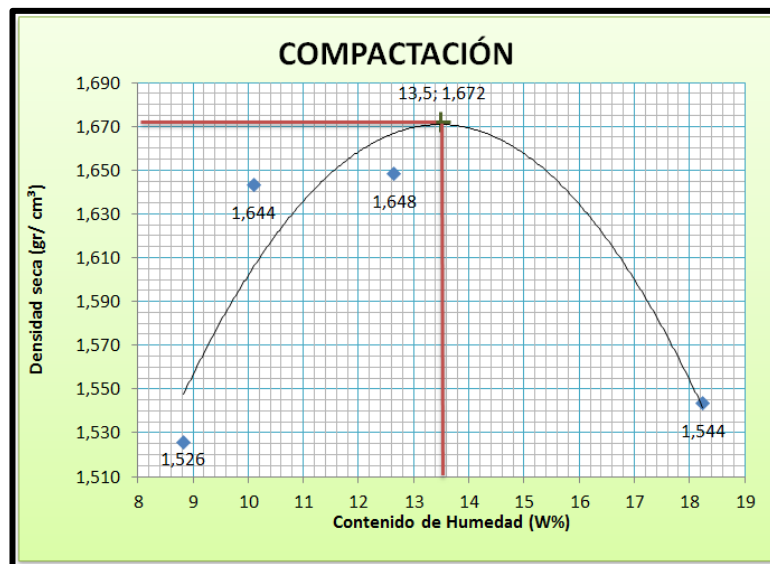
#### d) Proctor modificado

La prueba de Proctor se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado con diferentes contenidos de humedad.

Con el objeto de determinar el peso volumétrico seco máximo  $\gamma_d \text{ máx}$  que puede alcanzar un material, así como la humedad óptima  $W_{OPT}$ , a que deberá hacerse la compactación.

Al aplicar a un suelo cierta energía para compactarlo, el peso volumétrico obtenido varía con el contenido de humedad como en el siguiente gráfico, en el cual se puede observar la existencia de un grado de humedad con el cual se obtiene el peso volumétrico máximo para ese suelo y esa energía de compactación.

**Gráfico N. 2 Compactación**



Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

#### e) Valor de Soporte Normal del Suelo (C.B.R.)

La capacidad portante de un suelo puede definirse como la carga que éste es capaz de soportar sin que se produzcan asentamientos excesivos.

El indicador más empleado en carreteras para determinar la capacidad portante de un suelo es el índice CBR (California Bearing Ratio), llamado así porque se empleó por primera vez en el estado de California. Este índice está calibrado empíricamente, es decir, se basa en determinaciones previamente realizadas en distintos tipos de suelos y que han sido convenientemente tabuladas y analizadas.

El índice CBR se define como la relación entre la presión necesaria para que el pistón penetre en el suelo una determinada profundidad y la necesaria para conseguir esa misma penetración en una muestra patrón de grava machacada, expresada en tanto por ciento.

$$\text{C. B. R.} = \frac{\text{Presión unitaria de ensayo}}{\text{Presión unitaria patrón}} * 100$$

**Cuadro N. 4 Clasificación del suelo según el C.B.R.**

<b>C.B.R.</b>	<b>Clasificación</b>
0 – 5	Subrasante muy mala
5 – 10	Subrasante mala
10 – 20	Subrasante regular a buena
20 – 30	Subrasante muy buena
30 – 50	Sub- base buena
50 – 80	Base buena
80 – 100	Base muy buena

Fuente: Mecánica de suelos y cimentaciones, C. Crespo Villalaz, Edición 2004

**f) Módulo de Resiliencia (Mr)**

Este ensayo se desarrolló con el objeto de analizar las propiedades que tienen los materiales de comportarse bajo cargas dinámicas como las ruedas de tránsito, estas fuerzas dinámicas son transmitidas a todas las capas del pavimento incluyendo a la subrasante y como reacción el pavimento se deforma, esta deformación varía en función de la velocidad y el peso del vehículo.

Para obtener el Módulo de resiliencia (Mr) a partir del CBR, se empleará la siguiente ecuación que correlaciona el Mr – CBR.

- Para C.B.R. < 10% sugerida por la AASHTO

$$Mr(PSI) = 1500 * C. B. R.$$

- Para C.B.R. de 7,2% a 20 % desarrollada en Sudáfrica

$$Mr(PSI) = 3000 * C. B. R.^{0,65}$$

- Para suelos granulares; base y subbase por la guía AASHTO

$$Mr(PSI) = 4326 * \ln C. B. R. + 241$$

g) Clasificación de los suelos

Cuadro N. 5 Clasificación del suelo según "S.U.C.S."

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "S.U.C.S."					
DIVISIÓN MAYOR	SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
<b>SUELOS PARTÍCULAS GRUESAS</b> Más de la mitad del material es retenido en el tamiz número 200	<b>GRAVAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	<b>GW</b> Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Coeficiente de uniformidad : $Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ Coeficiente de curvatura : $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.		
		<b>GP</b> Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.			
		<b>GM</b> Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$ , y 7 son casos que requieren doble símbolo	
		<b>GC</b> Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.			
		<b>ARENAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)		<b>SW</b> Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	Cu = $D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 No satisface todos los requisitos de graduación para SW.
				<b>SP</b> Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	
	<b>SM</b> Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$ , y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.		
	<b>SC</b> Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.				
	<b>Menos del 5%:</b> GW, GP, SW, SP. <b>Menos del 12%:</b> GM, GC, SM, SC.			Determinar el porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción que pasa el tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <b>Más del 5% al 12%:</b> Casos límite que requieren usar doble símbolo.	

<b>SUELOS DE GRANO FINO</b> Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Límite líquido menor de 50	<b>ML</b>	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.
		<b>CL</b>	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
		<b>OL</b>	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.
	<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Límite líquido mayor de 50	<b>MH</b>	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.
		<b>CH</b>	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.
		<b>OH</b>	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
	Suelos altamente orgánicos	<b>PT</b>	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.
<b>Equivalencia de símbolos:</b> G= gravas, M= limo, S= arenas, C= arcillas, PT= turbas, O= suelo orgánico, W= bien graduados, P= mal Graduados, L= baja compresibilidad, H= alta compresibilidad.			
<p style="text-align: center;"><b>Ábaco de Casagrande</b></p> <p>Este gráfico muestra la relación entre el Índice de Plasticidad (Y) y el Límite Líquido (X) para la clasificación de suelos. El eje X (Límite líquido) y el eje Y (Índice de plasticidad) ambos van de 0 a 100. Una línea diagonal (Línea A) representa el límite de plasticidad normal. Una línea vertical (Línea B) está ubicada en un límite líquido de 50. Las zonas de clasificación se definen por estas líneas y los ejes: ML (Límite Líquido &lt; 20, Índice de Plasticidad &lt; 4); CL (Límite Líquido &gt; 20, Índice de Plasticidad &lt; 4); CH (Límite Líquido &gt; 60, Índice de Plasticidad &gt; 7); MH (Límite Líquido &gt; 20, Índice de Plasticidad &gt; 7); OH (Límite Líquido &gt; 75, Índice de Plasticidad &gt; 17). Las zonas ML y OL están adyacentes, al igual que CH y MH. Una zona para ML u OL también se indica entre Límite Líquido 20 y 50 con Índice de Plasticidad &lt; 4.</p>			

Fuente: Mecánica de suelos y cimentaciones, Carlos Crespo Villalaz, 5ta. Edición 2004

#### 2.4.2.5. Diseño geométrico

De una manera general una carretera se puede conceptuar como un sistema que logra integrar beneficios, conveniencia, satisfacción y seguridad a sus usuarios, que conserva, aumenta y mejora los recursos naturales de la tierra, el agua, y el aire y que colabora en el logro de los objetivos del desarrollo regional y de salud pública.



En forma particular el diseño geométrico de carreteras es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido, la carretera queda geoméricamente definida por el trazado de su eje en planta y en perfil y por el trazado de su sección transversal<sup>4</sup>.

#### **2.4.2.5.1. Alineamiento horizontal**

El diseño geométrico en planta, o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal del eje real o espacial de la vía. Dicho eje está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas.

##### **a) Velocidad de diseño (Vd)**

Es el elemento básico y se define como la máxima velocidad segura y cómoda que se puede mantener en un tramo determinado de la vía, cuando las condiciones son favorables y las características geométricas de la vía predominan.

Se estimará la velocidad de diseño teniendo en cuenta los siguientes factores: Relieve del terreno, tipo de carretera, volumen y tipo de tráfico que se espera, modalidad de los conductores, además de las consideraciones de orden económico.

Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical, de manera indirecta están influenciados los aspectos relacionados con el ancho de la calzada y bermas entre otros.

En el siguiente cuadro se establecen los valores de las velocidades de diseño, recomendados y absolutos para el diseño de los elementos de las vías en el Ecuador según el MOP 2003, en función del tráfico proyectado y la topografía.

---

<sup>4</sup> Diseño Geométrico de Carreteras, James Cárdenas Grisales, Cap. 3 - 33

**Cuadro N. 6 Velocidad de diseño (Km/h)**

		VELOCIDAD DE DISEÑO											
		Básica				Permisible en tramos difíciles							
		Relieve llano				Relieve ondulado				Relieve Montañoso			
Categoría de la vía	TPDA esperado	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.	Abs.	Recom.	Abs.	Recom.	Abs.	Recom.	Abs.	Recom.	Abs.	Recom.	Abs.
R – I o R - II	>8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	3000 a 8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	1000 a 3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	300 a 1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	100 a 300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	< 100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Notas:

- Los valores recomendados se emplearán cuando el T.P.D.A es cercano al límite superior de la respectiva categoría de vía.
- Los valores absolutos se emplearán cuando el T.P.D.A es cercano al límite inferior de la respectiva categoría de vía y/ o el relieve sea difícil o escarpado.
- Para la categoría IV y V en caso de relieve escarpado se podrá reducir la Vd mínimo a 20 Km/ h.

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003

### b) Velocidad de circulación (Vc)

La velocidad de circulación se obtiene dividiendo la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, entre la suma de los tiempos de recorrido correspondientes.

La velocidad de circulación de los vehículos en una vía, es una medida de la calidad del servicio que la vía proporciona a los usuarios<sup>5</sup>.

A medida que el volumen de tránsito aumenta, la velocidad de circulación disminuye debido a la interferencia que se produce entre los vehículos, cuando el volumen es igual a la capacidad de la vía, la velocidad de los vehículos está determinada más por el grado de saturación del tránsito que por la velocidad de diseño.

**Cuadro N. 7 Velocidad de circulación (Km/h)**

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

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003

Relación entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño:

- Para volumen de tráfico medio con TPDA entre 1000 y 3000 Vehículos

$$V_c = 1,32 V_d$$

<sup>5</sup> Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003

- Para volumen de tráfico bajo con TPDA < 1000 Vehículos

$$V_c = 0,80 * V_d + 6,5$$

**c) Distancia de visibilidad**

Es la longitud de la vía visible a un conductor, es decir es el tramo de una vía que el conductor mira continuamente delante de sí; está conformada por dos aspectos.

- **Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo**

Es la distancia mínima necesaria para que el conductor que transita a o cerca de la velocidad de diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda detener su vehículo antes de llegar a él, por lo tanto es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la vía.

**Cuadro N. 8 Distancia de visibilidad mínima para parada de un vehículo.**

Vd	Vc	Percepción + reacción para frenaje		Coeficiente de fricción longitudinal f	Distancia de frenaje d2 m	Distancia de visibilidad para parada d1 + d2		
		Km / h	Tiempo Seg.			Distancia recorrida. d1 (m)	Calculada m	Recomendada m
20	20		2,5	13,89	0,47	3,36	17,25	20
25	24		2,5	16,67	0,44	5,12	21,79	25
30	28		2,5	19,44	0,42	7,29	26,73	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	55
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	111,31	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 MOP, 2003

- **Distancia de rebasamiento**

Se determina en base a la longitud de vía necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad, la siguiente ecuación representa la variación de la distancia de visibilidad en función de la velocidad.

$$dr = 9,54 Vd - 218 \quad \text{para } ( 30 < Vd < 100 )$$

**Cuadro N. 9 Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.**

Vd Km/h	Velocidad de los vehículos Km/ h		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	270	( 150 )
45	39	55	307	310	( 180 )
50	43	59	345	345	( 210 )
60	50	66	412	415	( 290 )
70	58	74	488	490	( 380 )
80	66	82	563	565	( 480 )
90	73	89	631	640	
100	79	95	688	690	
110	87	103	764	830	*
120	94	110	831	830	

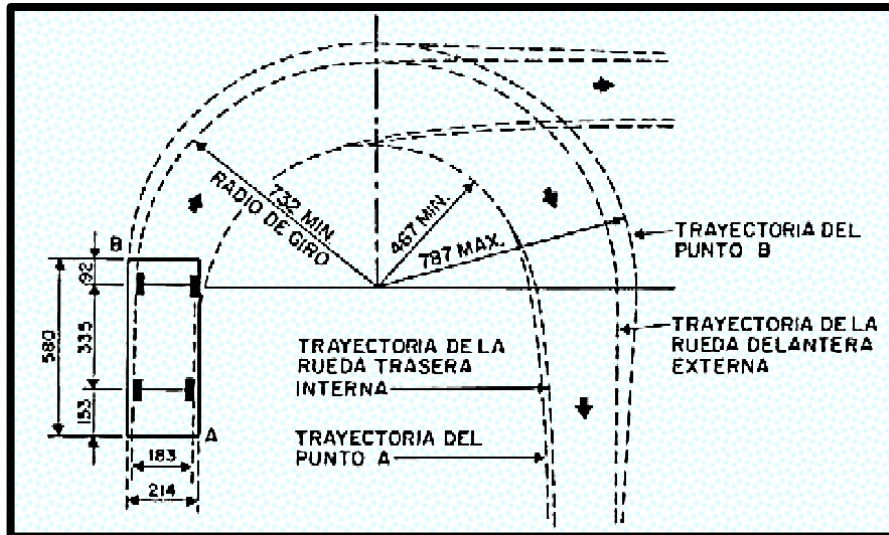
Notas:  
 “\*” Valor utilizado con margen de seguridad por sobrepasar la velocidad de rebasamiento los 100 Kph.  
 ( ) Valores utilizados para los caminos vecinales.

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003

**d) Peralte**

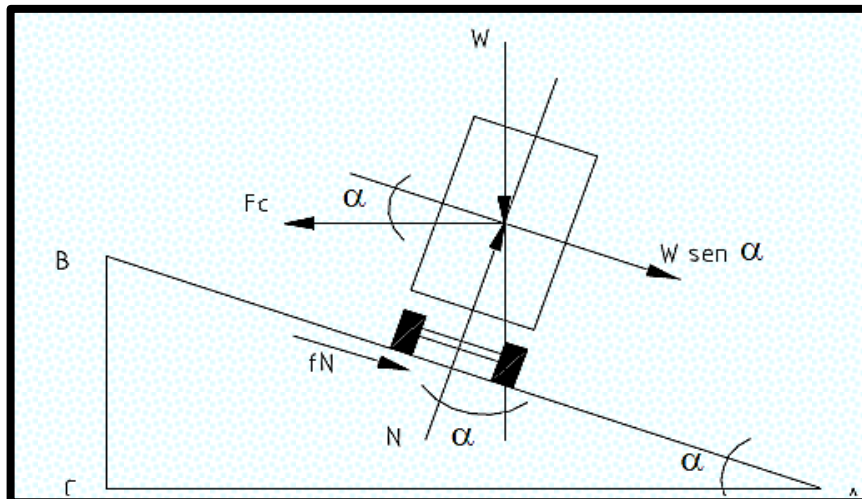
Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga “F”. Esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso “P” del vehículo, debido al peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada.

**Gráfico N. 3 Fuerza que actúa sobre un vehículo**



Fuente: Normas de diseño geométrico SIECA, 2004

**Gráfico N. 4 Estabilidad del vehículo en las curvas**



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003

La fuerza centrífuga se calcula con la siguiente ecuación:

$$F_c = \frac{W * Vd^2}{g * R}$$

Si la fuerza centrífuga sube, ya no es igual a cero, si no es igual a una fuerza de fricción  $f$ .

$$f = \frac{Fc}{W} - e$$

Donde el peralte se obtendrá de la ecuación:

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

**Cuadro N. 10 Radios mínimos de curvatura en función del peralte “e”  
y de los coeficientes de fricción lateral “f”**

Vd Km/ h	“f” Máx	Radio mínimo Calculado				Radio mínimo Recomendado			
		e = 0,10	e = 0,08	e = 0,06	e = 0,04	e = 0,10	e = 0,08	e = 0,06	e = 0,04
20	0,35		7,32	7,68	8,08		18	20	20
25	0,315		12,46	13,12	13,86		20	25	25
30	0,284		19,47	20,6	21,87		25	30	30
35	0,255		28,79	30,62	32,7		30	35	36
40	0,221		41,86	44,83	48,27		42	45	50
45	0,206		55,75	59,94	64,82		58	60	66
50	0,19		72,91	78,74	85,59		75	80	90
60	0,165	106,97	115,7	125,98	138,28	110	120	130	140
70	0,15	154,33	167,75	183,73	203,07	160	170	185	205
80	0,14	209,97	229,06	251,97	279,97	210	230	255	280
90	0,134	272,56	298,04	328,76	366,55	275	300	330	370
100	0,13	342,35	374,95	414,42	463,18	350	375	415	465
110	0,124	425,34	457,04	517,8	580,95	430	470	520	585
120	0,12	515,39	566,39	629,92	708,66	520	570	630	710

Nota:

Se podrá utilizar un radio mínimo de 15 m. siempre y cuando se trate de :

Aprovechar infraestructuras existentes.

Relieve difícil escarpado

Caminos de bajo costo

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003

- **Magnitud del peralte**

La norma MOP 2003 recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para velocidades de diseño mayores a 50 Km/ h; y capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada y del 8% para vías con velocidades hasta 50 Km /h, para caminos vecinales.

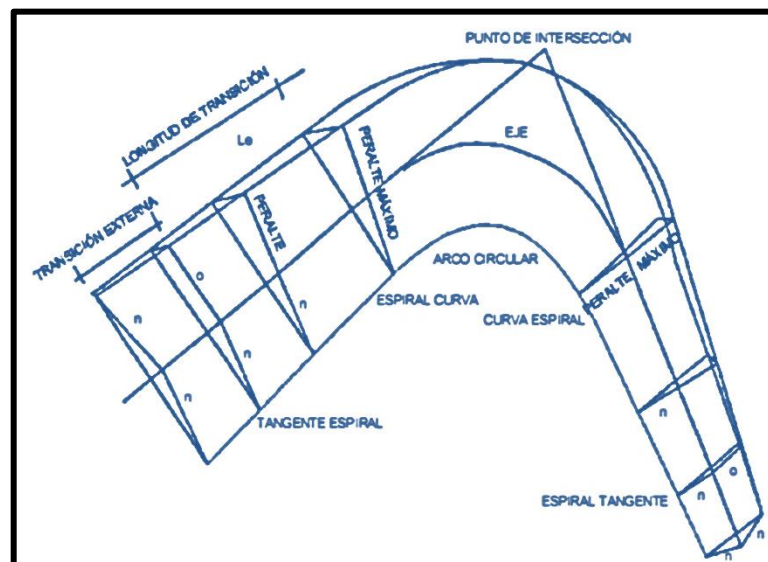
- **Desarrollo del peralte**

Cada vez que se pasa de una alineación recta a una curva se tiene que realizar una transición de una sección transversal, de un estado de sección normal al estado de sección completamente peraltada o viceversa.

Existen tres métodos:

- Haciendo girar la calzada alrededor de su eje, para terrenos montañosos.
- Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior, para terrenos llanos.

**Gráfico N. 5 Giro en el borde interno**

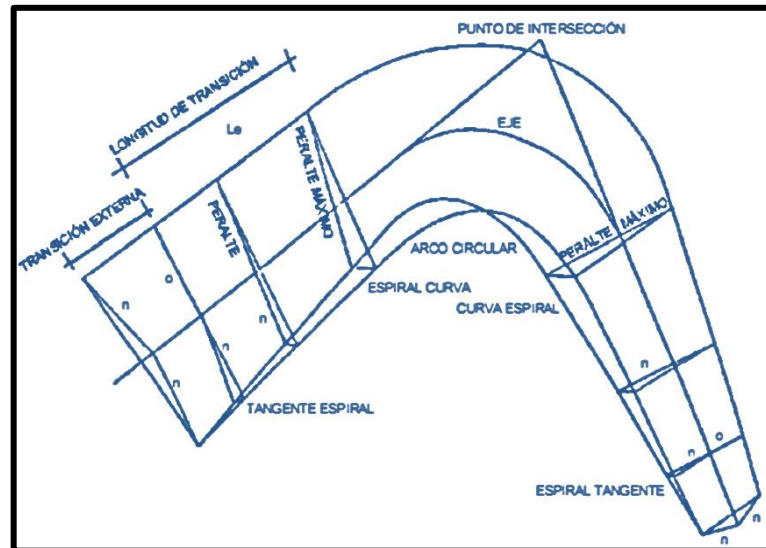


Fuente: Manual centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales, SIECA, 2da Edición, 2004



- Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior.

**Gráfico N. 6 Giro en el borde externo**



Fuente: Manual centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales, SIECA, 2da Edición, 2004

La norma de diseño geométrico de carreteras MOP 2003 recomienda los valores de las gradientes longitudinales “i” para el desarrollo del peralte.

**Cuadro N. 11 Gradiente longitudinal para el desarrollo del peralte.**

Vd Km/h	Valor de “i” %	Máxima pendiente Equivalente.
20	0,8	1: 125
25	0,775	1: 129
30	0,750	1: 133
35	0,725	1:138
40	0,700	1:143
50	0,650	1:154
60	0,600	1:167
70	0,550	1:182
80	0,50	1:200
90	0,470	1:213
100	0,43	1:233
110	0,40	1:250
120	0,37	1:270

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003

- **Longitud de transición**

Esta longitud sirve para efectuar la transición de las pendientes transversales entre una sección normal y otra peraltada alrededor del eje de la vía o sus bordes.

$$L_{\text{mín}} = 0,56 Vd$$

- **Longitud tangencial intermedia mínima**

Es la distancia entre el fin de la curva anterior y el inicio de la siguiente curva. Para el caso de dos curvas circulares consecutivas es la distancia entre el PT de la curva inicial y el PC de la siguiente curva.

En condiciones críticas o cuando el trazado es curvilíneo y continuo el valor de la tangente intermedia puede ser cero.

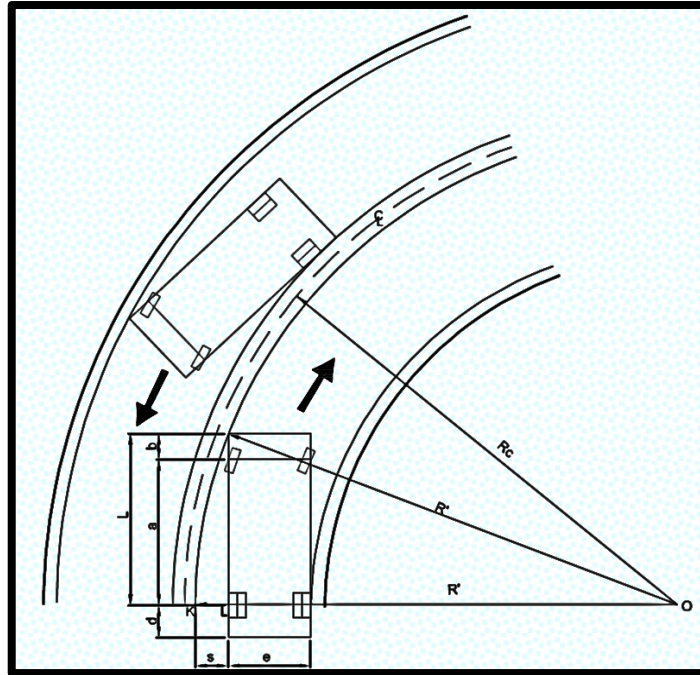
- **Sobreechanco en las curvas**

El objeto es posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad, de acuerdo a las siguientes razones:

- El vehículo al describir la curva, ocupa un ancho mayor.
- La dificultad que experimentan los conductores para mantenerse en el centro de su carril debido a la menor facilidad para apreciar la posición relativa de su vehículo dentro de la curva.

Esta dificultad aumenta con la velocidad, pero disminuye a medida que los radios de la curva son mayores.

### Gráfico N. 7 Sobreancho en las curvas



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003

Barnet introduce un término de seguridad en el que interviene la velocidad.

$$S = \frac{0,105 * Vd}{\sqrt{R}}$$

Considerando la influencia de la velocidad de tránsito y para diferentes números de carriles se utilizará la siguiente fórmula empírica.

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

Donde:

S = Sobreancho (m)

Vd = Velocidad de diseño (Km / h)

R = Radio de la curva circular (m)

n= Número de carriles de la calzada.

L = Longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo de diseño (m)

Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobreebanco:

- Para velocidades de hasta 50 Km/h,  
Sobreebanco mínimo de 30 cm
- Para velocidades mayores a 50 Km/h,  
Sobreebanco mínimo de 40 cm

Estos ensanchamientos deben ser desde los accesos a la curva para asegurar una alineación gradual del borde del pavimento y coincidir con la trayectoria de los vehículos que entran o salen de la curva.

#### e) Radio mínimo de curvatura

El radio mínimo de la curva horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte adoptado y el coeficiente de fricción lateral correspondiente.

El radio mínimo en condiciones de seguridad se calcula con la siguiente fórmula:

$$R_{mín} = \frac{V^2}{127(e_{máx} + f_{máx})}$$

**Cuadro N. 12 Radio mínimo de curvatura**

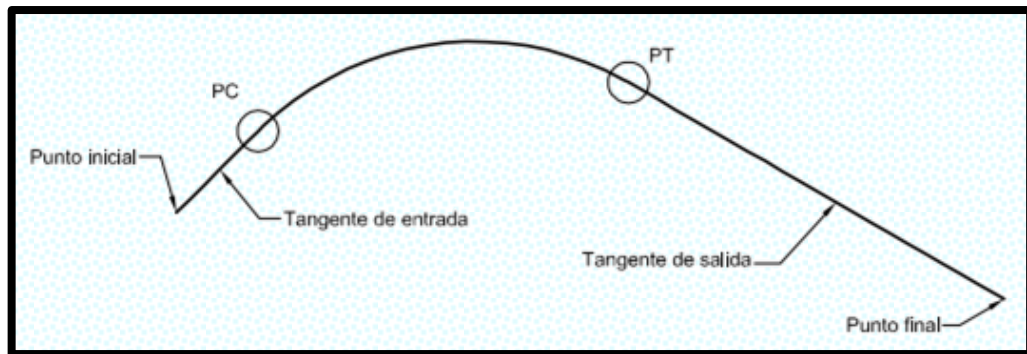
Clase de vía		Valor Recomendable			Valor Absoluto (Mínimo)		
Orden	TPDA*	LL	O	M	LL	O	M
I	3000 a 8000	430	350	210	350	210	110
II	1000 a 3000	350	275	160	275	210	75
III	300 a 1000	275	210	110	210	110	42
IV	100 a 300	210	110	75	110	30	20
V	< 100	110	75	42	75	30	20

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003

### f) Tangentes

Es una proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas, al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina alfa ( $\alpha$ ).

**Gráfico N. 8 Enlace de tangentes con curvas circulares.**



Fuente: Carreteras estudio y proyecto Jacob Carciente.

### g) Curvas horizontales

Son aquellos arcos de círculo que pueden ser de uno o más radios, los mismos que sirven para enlazar dos tangentes consecutivas.

**Curvas simples.-** Son aquellas que enlazan dos tangentes consecutivas y tienen 1 solo radio.

**Curvas compuestas.-** Aquella curva que se forma con 2 o más radios y con sus centros de curvatura al mismo lado.

**Curvas reversas o contracurvas.-** Son aquellas que enlazan tres tangentes y cuyos centros de curvatura se encuentran en lados opuestos.

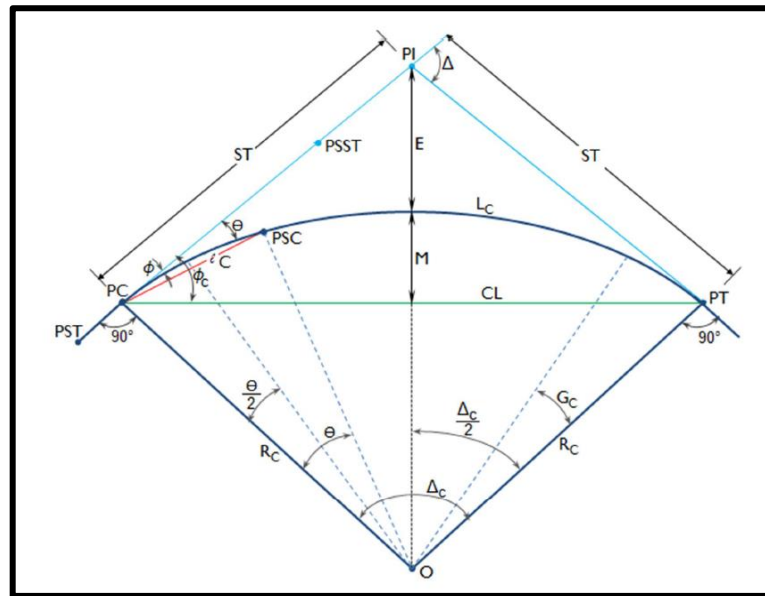
**Curvas mixtas.-** Es la combinación de un tramo recto de corta longitud entre dos arcos circulares con los centros de los radios al mismo lado.

**Curvas de transición, alivianamiento ó clotoide.-** Son aquellas que sirven para reducir el efecto de la fuerza centrípeta al enlazar dos alineaciones, siendo un caso muy especial de las espirales.

#### h) Elementos de la curva circular simple

En una curva circular hay que distinguir los siguientes elementos.

**Gráfico N. 9 Elementos de una curva circular simple**



Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003

#### Elementos:

PI = Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC = Punto en donde empieza la curva simple

PT = Punto en donde termina la curva simple

$\Delta$  = Ángulo de deflexión de las tangentes

$\Delta_c$  = Ángulo central de la curva circular

$\theta$  = Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular

$G_c$  = Grado de curvatura de la curva circular

$R_c$  = Radio de la curva circular

ST = Subtangente de la curva circular o tangente

E = External

M = Ordenada media

C = Cuerda

CL = Cuerda larga

l = Longitud de un arco

lc = Longitud de la curva circular

Elementos principales de la curva circular simple

**Grado de curvatura:** Es el ángulo formado por un arco de 20 metros.

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

**Radio de curvatura:** Es el radio de la curva circular y se identifica como “Rc” y está en función del grado de curvatura.

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

**Ángulo central:** Es el ángulo formado por la curva circular, se simboliza como “Δ” o “α”

**Longitud de la curva:** Es la longitud del arco entre el PC y el PT.

$$\frac{lc}{2\pi R} = \frac{\alpha}{360}$$

**Tangente de curva:** Es la distancia entre el PI y el PC o PT, medida sobre la prolongación de las tangentes en una curva circular las dos subtangentes son iguales.

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

**External:** Es la distancia mínima entre el PI y la curva expresada en m

$$E = T * \tan\left(\frac{\alpha}{4}\right)$$

**Ordenada media:** Es la longitud de la fecha en el punto medio de la curva.

$$M = R - R \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

**Deflexión en un punto cualquiera de la curva:** Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en el PC y la tangente en el punto considerado.

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

**Cuerda:** Es la recta comprendida entre 2 puntos de la curva.

$$C = 2 * R * \sin\frac{\theta}{2}$$

**Cuerda larga:** Si los dos puntos de la curva son el PC y el PT a la cuerda resultante se la llama Cuerda larga.

$$CL = 2 * R * \sin\frac{\alpha}{2}$$

#### 2.4.2.5.2. Alineamiento vertical

El alineamiento vertical de una vía está ligado estrechamente y depende de la configuración topográfica del terreno donde se localice la vía, aparte de consideraciones estéticas, costos de construcción, mantenimiento, y economía en los costos de operación de los vehículos.

Se compone de líneas rectas y curvas en el plano vertical, identificándose las subidas o pendientes ascendentes con un signo positivo, y las bajadas con signo negativo expresado en porcentaje.

#### Elementos del alineamiento vertical



### a) Tangentes

Se caracterizan por la longitud y pendiente además de estar limitadas por dos curvas sucesivas. La longitud de una tangente es la distancia medida entre el fin de la curva anterior y el inicio de la siguiente.

La pendiente de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma.

### b) Gradientes o pendientes

La pendiente depende directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos.

**Pendiente máxima.-** Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Queda determinada por el volumen y composición del tránsito previsto y la configuración topográfica del terreno.

**Cuadro N. 13 Gradientes longitudinales máximas (%)**

Clase de vía		Valor Recomendable			Valor Absoluto (Mínimo)		
Orden	TPDA*	LL	O	M	LL	O	M
R- I o R –II	>8000	2	3	4	3	4	6
I	3000 a 8000	3	4	6	3	5	7
II	1000 a 3000	3	4	7	4	6	8
III	300 a 1000	4	6	7	6	7	9
IV	100 a 300	5	6	8	6	8	12
V	< 100	5	6	8	6	8	14

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003

La norma de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003 adapta longitudes máximas a los valores de gradientes.

<u>Para gradientes (%)</u>	<u>Longitud máxima (m)</u>
8 – 10	1000
10 – 12	500
12 – 14	250

**Pendiente Mínimas.**- Se fija para permitir el drenaje. En los terraplenes puede ser nula, en los cortes se recomienda 0,5% mínimo, para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas<sup>6</sup>.

### c) Curvas verticales

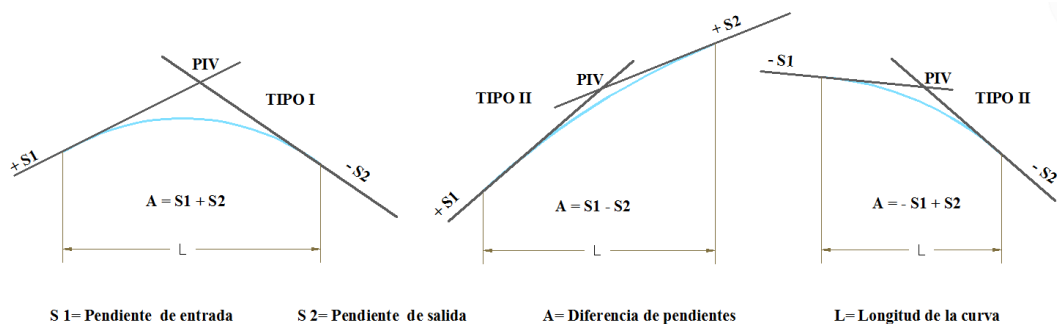
Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida.

Deben dar por resultado una vía de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas.

#### Curva vertical convexa o cresta.

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divide en la carretera igual a 0,15 metros.

**Gráfico N. 10 Tipos de curvas verticales convexas**



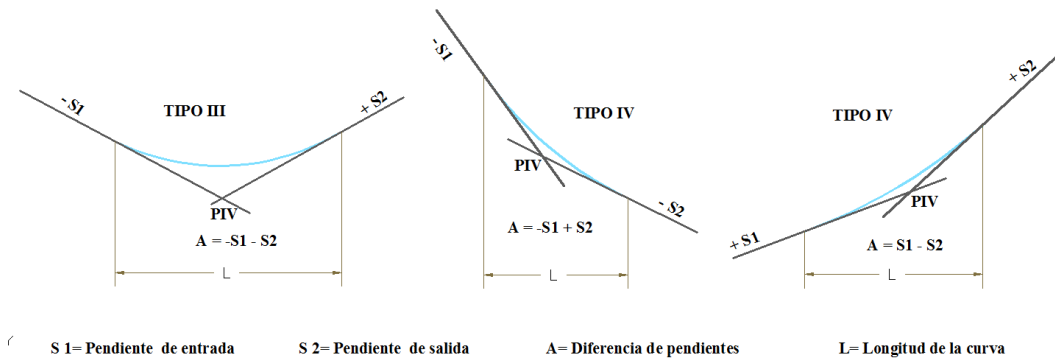
Fuente: Manual de proyecto geométrico de carreteras, SCT. 4ta. reimpresión. 1991

<sup>6</sup> Manual de proyecto geométrico de carreteras, SCT. 4ta. reimpresión. 1991

## Curva vertical cóncava

Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo.

**Gráfico N. 11 Tipos de curvas verticales cóncavas**



Fuente: Manual de proyecto geométrico de carreteras, SCT. 4ta. reimpresión. 1991

La longitud de la curva vertical convexa y cóncava en su expresión más simple es:

$$L = K * A$$

L= Longitud de la curva vertical (m)

A = Diferencia algebraica de las gradientes (%)

K= Coeficiente angular de una curva vertical

**Cuadro N. 14 Coeficiente “K” para curvas verticales mínimas.**

Clase de vía		Valor Recomendable			Valor Absoluto (Mínimo)		
Orden	TPDA*	LL	O	M	LL	O	M
R- I o R -II	>8000	115	80	43	80	43	28
I	3000 a 8000	80	60	28	60	28	12
II	1000 a 3000	60	43	19	43	28	7
III	300 a 1000	43	28	12	28	12	4
IV	100 a 300	28	12	7	12	3	2
V	< 100	12	7	4	7	3	2

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales, expresada en metros, se indica en la siguiente fórmula:

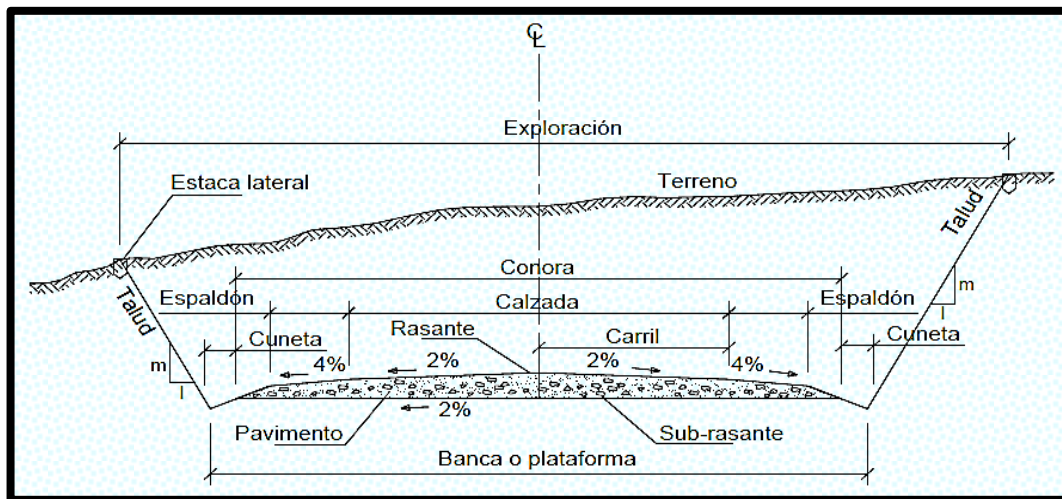
$$L_{\text{mín}} = 0,60 Vd$$

### 2.4.2.5.3. Sección transversal

La sección transversal además de contribuir con el mejoramiento de los niveles de seguridad vial, se deben considerar las características operativas de tránsito, la estética, los patrones de velocidad, la capacidad y sus niveles de servicio, tomando en cuenta las dimensiones de los vehículos de diseño y la conducta de los conductores.<sup>7</sup>

#### Elementos geométricos de la sección transversal

**Gráfico N. 12 Sección transversal típica pavimentada**



Fuente: Diseño Geométrico de vías James Cárdenas Grisales

#### a) Derecho de vía

Es la faja de terreno destinada a la construcción, mantenimiento, futuras ampliaciones, si la demanda de tránsito así lo exige, servicios de seguridad, servicios auxiliares y desarrollo paisajístico.

<sup>7</sup> Manual centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales, SIECA, 2da Edición, 2004

**Cuadro N. 15 Derecho de vía**

<b>Categoría de la vía</b>	<b>Derecho de vía (m)</b>
Primaria de dos calzadas	> 30
Primaria de una calzada	24 -30
Secundaria	20 - 24
Terciaria	12

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras Colombia, 2008

**b) Explanación**

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

**c) Corona**

Es el conjunto formado por la calzada y las bermas. El ancho de la corona es la distancia horizontal medida normalmente el eje entre los bordes interiores de las cunetas.

**d) Calzada**

Es la parte de la corona destinada a la circulación de los vehículos y está constituida por uno o más carriles para cada sentido de circulación, no incluye los espaldones.

**Cuadro N. 16 Anchos de la calzada**

Clase de vía		Ancho de la calzada (m)	
Orden	TPDA*	Recomendable	Absoluto
R- I o R -II	>8000	7,30	7,30
I	3000 a 8000	7,30	7,30
II	1000 a 3000	7,30	6,50
III	300 a 1000	6,70	6,00
IV	100 a 300	6,00	6,00
V	< 100	4,00	4,00

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003

#### **e) Carril**

La división de la calzada en varias franjas paralelas, la misma que debe tener un ancho suficiente para permitir la circulación de una sola fila de vehículos.

#### **f) Espaldones o bermas**

Es la faja comprendida entre el borde de la calzada y la cuneta, las principales funciones de las bermas son las siguientes:

- Provisión de espacio para el estacionamiento temporal de vehículos fuera de la superficie de rodadura fija, a fin de evitar accidentes.
- Provisión de una sensación de amplitud para el conductor, contribuyendo a una mayor facilidad de operación, libre de tensión nerviosa.
- Mejoramiento de la distancia de visibilidad en curvas horizontales.
- Mejoramiento de la capacidad de la vía, facilitando una velocidad uniforme.
- Soporte lateral del pavimento.
- Provisión de espacios para la colocación de señales de tráfico y guardacaminos, sin provocar interferencia alguna.
- Reducir al mínimo la infiltración del agua que se escurre de la superficie de rodadura, evitando así el deterioro y la rotura del mismo.
- Mejoramiento de la apariencia estética de la carretera.
- Provisión de espacios para trabajos de mantenimiento.

Los valores de diseño para el ancho de espaldones, en relación con el tipo de vía, recomendado para el Ecuador, se indican en el siguiente cuadro.

**Cuadro N. 17 Ancho de espaldones (m)**

Clase de vía		Valor Recomendable			Valor Absoluto (Mínimo)		
Orden	TPDA*	LL	O	M	LL	O	M
		( 1,2)	( 1,2 )	( 1,2 )	(1,2)	(1,2)	(1,2)
R- I o R –II	>8000	3,0	3,0	2,5	3,0	3,0	2,0
I	3000 a 8000	2,5	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5
II	1000 a 3000	2,5	2,5	1,5	2,5	2,0	1,5
III	300 a 1000	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5
IV	100 a 300	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V	< 100	No se considera espaldón					
<p>La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de la calzada y la otra es para el espaldón exterior, se recomienda que los espaldones deben pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.</p> <p>La pendiente transversal de los espaldones como general es del 4 , 00 %</p>							

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003

**g) Taludes**

Los taludes en corte o relleno son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera a más de influir en su costo de mantenimiento, aunque su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, los taludes deben diseñarse con la menor pendiente.

**2.4.2.5.4. Tipos de superficie de rodadura.**

La relación entre el tipo de superficie de rodadura y el diseño geométrico tienen importancia en lo referente a la indeformabilidad de la superficie y la facilidad de escurrimiento de las aguas que ésta ofrezca, así como en la influencia ejercida en la operación de los vehículos.

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

**Cuadro N. 18 Clasificación de superficies de rodadura**

Clase de vía		Tipo de superficie	Gradiente transversal (%)
Orden	TPDA*		
R- I o R –II	>8000	Alto grado estructural: Concreto asfáltico u hormigón	1,5 – 2
I	3000 a 8000	Alto grado estructural: Concreto asfáltico u hormigón	1,5 -2
II	1000 a 3000	Grado estructural intermedio	2
III	300 a 1000	Bajo grado estructural : Doble tratamiento superficial bituminoso D.T.S.B.	2
IV	100 a 300	Grava o D.T.S.B.	2,5 – 4 *
V	< 100	Grava, empedrado, tierra	4
* Para caminos vecinales tipo 5 y 5E			

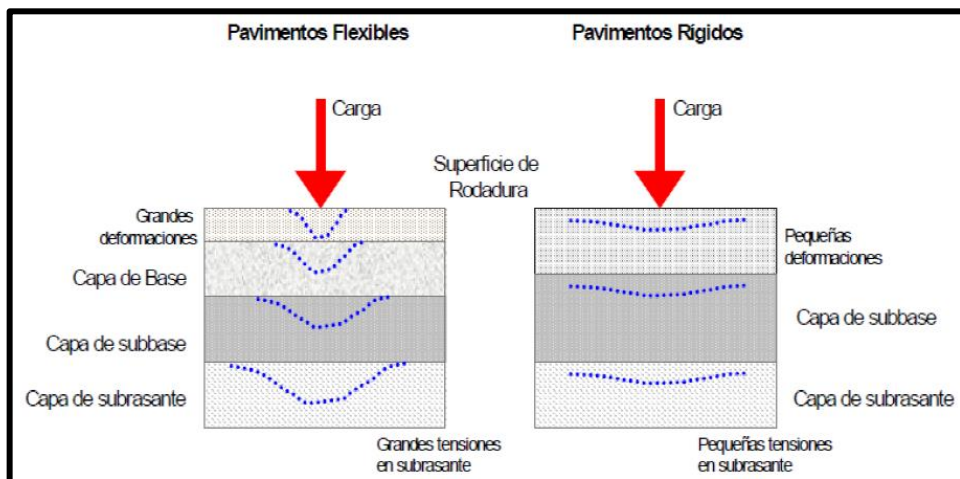
Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003

Para este proyecto se aplicará el diseño de pavimento flexible, cuya metodología se desarrollará en el Capítulo 6.

#### 2.4.2.6. Pavimentos

Es toda estructura que descansa sobre el terreno de fundación o subrasante, a fin de permitir el movimiento de los vehículos que transportan personas y cargas, constituida por una serie de capas (subbase, base y capa de rodadura).

**Gráfico N. 13 Comportamiento del pavimento**



Fuente: Manual Centroamericano para diseño de pavimentos.



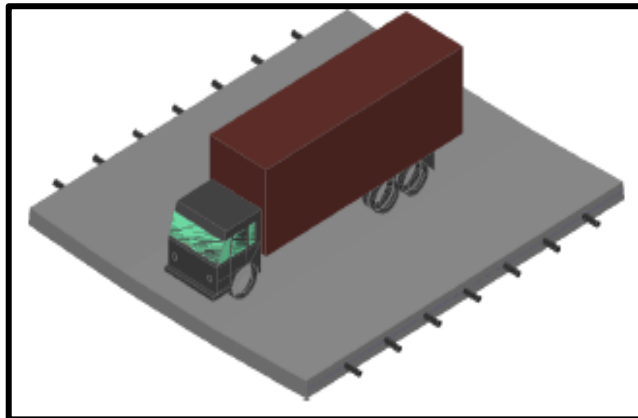
## Objetivos del pavimento

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

## Tipos de pavimento

**Pavimentos rígidos.-** Son aquellos que no se adaptan a las deformaciones del subsuelo y que además resisten a las tensiones de tracción, dentro de este grupo se encuentran los pavimentos de hormigón de cementos Portland.

**Gráfico N. 14 Pavimento Rígido**

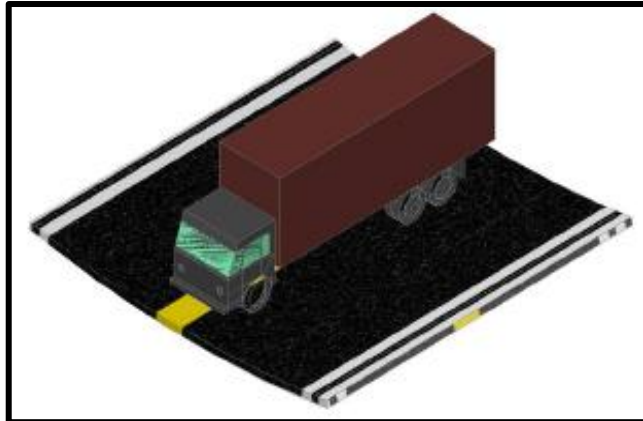


Fuente: Guía “Diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá D.C.”2013

**Pavimentos semi rígidos.-** Tienen una similitud al pavimento flexible, con la diferencia de que una de sus capas está rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos.

**Pavimentos flexibles.-** Son aquellos pavimentos que se adaptan a las deformaciones del suelo sin que aparezcan tensiones adicionales.

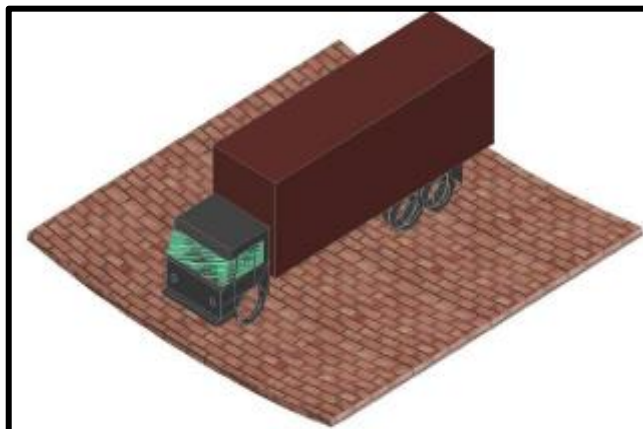
**Gráfico N. 15 Pavimento Flexible**



Fuente: Guía “Diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá D.C.”2013

*Otros pavimentos.-* Entre ellos se tienen los pavimentos articulados que están compuestos por una capa de rodadura elaborada con bloques de concreto prefabricado, llamado adoquines y también los empedrados.

**Gráfico N. 16 Pavimento Articulado**



Fuente: Guía “Diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá D.C.”2013

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

## **Terreno de fundación o terreno natural (subrasante)**

Aquel que sirve de base para la estructura del pavimento después de haber terminado el movimiento de tierras y que una vez compactado, tiene las secciones transversales y las pendientes especificadas.

### **Sub – base**

Esta capa reparte el esfuerzo sobre la subrasante de tal manera que las deformaciones a este nivel permanezcan dentro de límites admisibles, además de cumplir los siguientes objetivos:

- Servir de capa de drenaje.
- Controlar o eliminar los cambios de volumen, elasticidad y disminuir la plasticidad.
- Controlar la capilaridad del agua, de niveles freáticos cercanos.

Los materiales deben ser seleccionados y con mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación además deben cumplir con las Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes, MOP. 2002

- Los agregados deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de **50%** de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles.
- La porción que pasa el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que **6%** y un límite líquido máximo de **25 %**
- La capacidad de soporte correspondiente a un CBR igual o mayor al **30%**

### **Clases de sub-bases**

#### **a) Sub- bases de agregados.**

Están compuestos de agregados gruesos, triturados o solo cribados, mezclados con agregado fino proveniente de trituración o suelo fino seleccionado.

Los agregados deben ser fragmentos limpios, resistentes, durables, exentos de material vegetal, granos de arcilla u otro material inconveniente.

**Clase 1:**

Son construidas con agregados obtenidos por **trituración** de piedras o gravas (aristas irregulares) y graduadas uniformemente de grueso a fino.

**Clase 2:**

Son construidas con agregados obtenidos por **cribado** de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas y graduados uniformemente de grueso a fino dentro de los límites especificados.

**Clase 3:**

Son construidas con agregados naturales obtenidos de la **excavación** para la plataforma o las minas y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos.

**Cuadro N. 19 Límites granulométricos de la Sub - base**

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

Fuente: “Especificaciones generales para caminos y puentes”. MOP. 2002.

**b) Sub- bases modificadas.**

Son aquellas compuestas de agregados obtenidos por trituración o cribado, en cuanto al límite líquido e índice plástico deben ser mayores que los máximos especificados, razón por la cual deben ser mejorados mediante la incorporación de suelos finos, arena o limo no plásticos o cal hidratada.

## **Base**

Esta capa está constituida por material seleccionado que puede ser o no estabilizado y que confiere parte de la resistencia mecánica necesaria para soportar las cargas inducidas por los vehículos. La base tiene como función principal distribuir las cargas del tránsito a la subbase y ésta a la subrasante<sup>8</sup>.

Debido a la alta concentración de esfuerzos a los que se ve sometida esta capa, los materiales que la componen deben ser de alta calidad para evitar fallas o deformaciones excesivas y deben cumplir con las Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes, MOP. 2002

- Los agregados deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de **40%** de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles.
- La porción que pasa el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que **6%** y un límite líquido máximo de **25 %**
- La capacidad de soporte correspondiente a un CBR igual o mayor al **80%**

## **Clases de bases**

Están constituidos por el 100% de agregados triturados, parcialmente o únicamente cribados, todos estabilizados con agregado fino proveniente de trituración con suelo fino seleccionado o con ambos a la vez.

Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

### **Clase 1:**

Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100%, graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos y mezclados necesariamente en sitio.

---

<sup>8</sup> Guía “Diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá D.C.”2013

**Clase 2:**

Son bases constituidas con el 50 % o más, de agregados gruesos triturados, también deben ser mezclados necesariamente en planta central.

**Clase 3:**

Son bases constituidas por lo menos con el 25 % de agregados gruesos triturados, mezclados preferentemente en una planta central.

**Clase 4:**

Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, graduadas uniformemente de grueso a fino.

Requerimientos de graduación para capas de la base, porcentaje en peso que pasa los tamices de malla cuadrada.

**Cuadro N. 20 Límites granulométricos de la Base**

Tamiz	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
	2" Máx	1 1/2" Máx	1" Máx	3/4" Máx	2" Máx
2" (50,4 mm)	100				100
1 1/2" (76,2 mm)	70 – 100	100			.....
1" (25,4 mm)	55 – 85	70 – 100	100		60 – 90
3/4" (19,00 mm)	50 – 80	60 – 90	70 – 100	100	.....
3/8" (9,5 mm)	35 – 60	45 – 75	50 – 80	.....	.....
Nº 4 ( 4,75 mm)	25 – 50	30 – 60	35 – 65	45 – 80	20 – 50
Nº 10 ( 4,75 mm)	20 – 40	20 – 50	25 – 50	30 – 60	.....
Nº 40 ( 0,425 mm)	10 – 25	10 – 25	15 – 30	20 – 35	.....
Nº 200 ( 0,075 mm)	2 - 12	2 – 12	3 – 15	3 - 15	0 - 15

Fuente: "Especificaciones generales para caminos y puentes". MOP. 2002.

### **Bases estabilizadas.**

Con el objetivo de mejorar las bases, son tratadas con estabilizadores como el cemento portland, asfalto o cal.

Es importante tomar en cuenta la estabilización de las bases en razón de las ventajas económicas que se pueden obtener por el uso de agregados de bajo costo, y por la posible reducción del espesor total del pavimento.

Los objetivos de la estabilización de una base son los siguientes:

- Obtener máxima densidad y estabilidad.
- Disminuir cambios de volumen.
- Permitir la unión de materiales secos.
- Conseguir la impermeabilización.

Los métodos de estabilización; con cemento portland, cal, hormigón asfáltico, varían de acuerdo al uso que tendrá la vía, para vías de tráfico liviano métodos económicos y para vías de alto tráfico métodos costosos y sofisticados.

### **Capas superficiales**

Se hace referencia a la capa de rodadura, está en contacto directo con los efectos combinados del tráfico y la intemperie, teniendo como propósito principal proporcionar una superficie cómoda y segura para el tránsito de vehículos.

Esta capa puede ser de diferentes materiales como: concreto asfáltico, concreto hidráulico o adoquines, siempre considerando que el material escogido debe tener como característica principal una alta resistencia a la abrasión y a los agentes medioambientales.

### ***Hormigón Asfáltico***

Son residuos de la destilación del petróleo mezclados con agregados y se caracterizan por permanecer en estado semisólido a la temperatura ambiente.

En el país se produce al AP-3 (80-120).

Donde:

**AP-3;** Significa un cemento asfáltico de consistencia media, a menor número más viscoso por lo tanto más duro, caso contrario consistencia blanda y líquida.

**80 – 120;** Grado de penetración, medido en décimas de milímetro (1/10 de milímetro), que una aguja normalizada, penetra dentro de la muestra del producto, bajo condiciones conocidas de temperatura 25°.

La estabilidad y el flujo de las mezclas asfálticas se deberán evaluar siguiendo el llamado Método Marshall, cuyo propósito es obtener las cantidades óptimas de asfalto para la combinación específica de agregados, para satisfacer las exigencias del servicio.

**Cuadro N. 21 Criterios Marshall**

Tipo de tráfico	Muy pesado		Pesado		Medio		Liviano	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
N. de golpes/ cara de la probeta	75		75		50		50	
Estabilidad ( libras)	2200	----	1800	----	1200	----	1000	2400
Flujo (pulgada / 100)	8	14	8	14	8	16	8	16
% de vacíos en mezcla, capa de rodadura	3	5	3	5	3	5	3	5
Relación filler / betún	0,8	1,2	0,8	1,2	----	----	----	----

Fuente: “Especificaciones generales para caminos y puentes”. MOP. 2002.

En función del TPDA de los vehículos pesados esperados por el carril de diseño en el momento de poner en funcionamiento la vía, se clasificará el tráfico como:

Tráfico TPDA

Liviano Menos de 50

Medio 50 a 200

Pesado 200 a 1000



Muy pesado Más de 1000

#### 2.4.2.7. Obras de drenaje vial

Estas obras de drenaje vial son de importancia vital para el funcionamiento y operación de la carretera, las funciones principales son las siguientes:

- Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada.
- Controlar el nivel freático.
- Interceptar el agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la vía
- Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

*Los drenajes longitudinales*, comprenden las obras de captación y defensa, tales como cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillos.

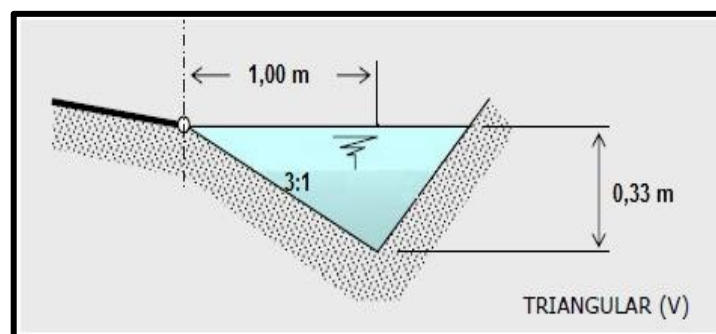
*Los drenajes transversales*, comprende las obras de conducción, tales como las alcantarillas y puentes.

**Las estructuras de drenaje son:**

#### Cunetas

Son zanjas se sección trapezoidal o triangular que pueden estar revestidas o no, que sirven para recoger el agua que se escurre por la calzada y los taludes. En vías de topografía montañosa se recomienda colocar una cuneta a 30 cm de profundidad con respecto a la rasante.

**Gráfico N. 17 Sección tipo de Cunetas**



Fuente: Manual de carreteras, Luis Bañón Blázquez, José F. Beviá García.

## Alcantarillas

Las alcantarillas son conductos cerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversalmente y por debajo del nivel de la subrasante de una vía, con el objeto de conducir hacia cauces naturales, el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrológicas, arroyos o esteros, canales de riego, cunetas y/o escurrimiento superficial de la vía.

**Gráfico N. 18 Elementos de una alcantarilla**



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MOP, 2003

## **2.5. Hipótesis**

### **2.5.1. Hipótesis de trabajo**

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector.

## **2.6. Señalamiento de variables**

### **2.6.1. Variable independiente**

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

### **2.6.2. Variable dependiente**

Calidad de vida de los habitantes del sector.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Modalidad básica de la investigación**

##### **3.1.1. Investigación de campo**

Hay información que necesariamente se la obtendrá del sitio de la vía; a través de las muestras de suelo de fundación, para determinar las propiedades que soportará la capa de rodadura, condiciones de drenaje, inventario vial, cunetas y volumen de tráfico entre otras.

##### **3.1.2. Investigación bibliográfica documental**

Esta investigación consistirá en la búsqueda de información en normas de diseño de carreteras, cuadernos de clases, libros y páginas de Internet.

##### **3.1.3. Investigación experimental**

En el laboratorio se analizarán las muestras de suelos tomadas en ciertos tramos de la vía para determinar algunas propiedades como; el contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, granulometría, capacidad de soporte CBR.

#### **3.2. Nivel o tipo de investigación**

##### **3.2.1. Nivel exploratorio**

Conocido como sin hipótesis, se logrará reconocer el mal estado de las vías de la Parroquia Mulalillo y se generará una relación entre el mejoramiento de capa de rodadura de la vía y la calidad de vida de los habitantes, con lo cual se permitirá plantear la hipótesis de trabajo para determinar la posible solución al problema vial.

##### **3.2.2. Nivel descriptivo**

Hipótesis de trabajo. El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San

Juan, Unión y Trabajo de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector.

### **3.2.3. Nivel de Asociación de variables**

Se asocia la variable independiente con la variable dependiente de manera que se logrará determinar la variación que tendría la calidad de vida de los habitantes del sector al realizar el mejoramiento de la capa de rodadura de la vía. Esta variación se verá reflejada en la reducción de los tiempos de recorrido y en la recuperación de la vía que actualmente se encuentra olvidada y abandonada.

### **3.2.4. Nivel Explicativo**

Se responde al por qué realizar el diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su relación con el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del sector.

## **3.3. Población y muestra**

### **3.3.1. Población**

De acuerdo al censo de población y vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) elaborado en el año 2010, la parroquia Mulalillo cuenta con 6379 habitantes que conforman 2124 familias, entonces los miembros por hogar es el cociente entre el número de habitantes y el número de familias,  $(6379/2124) = 3$  personas.

Como este proyecto de investigación se llevará a cabo en la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi la población directamente beneficiada corresponde a 276 familias que al ser multiplicado por 3 miembros, se obtiene una población de 828 habitantes, de donde se tomará la muestra de habitantes a encuestar, a pesar de que con la ejecución del proyecto vial toda la parroquia resulta beneficiada.

### 3.3.2. Muestra

#### Determinación del tamaño de la muestra

El tamaño de muestra para la Población, se determinará con la siguiente fórmula, para universos finitos (menores de 100000 hab), con un nivel de confianza de Z = 95% (1.96).

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

**Donde:**

n = Tamaño de la muestra = ?

N = Universo o Población = 828 hab.

$\sigma$  = Varianza = 0.50

Z = Nivel de Confianza = 1.96

E = Límite aceptable de error muestrable = 9%

**Solución:**

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

$$n = \frac{828 * 0,5^2 * 1,96^2}{(828 - 1) * 0,09^2 + 0,50^2 * 1,96^2}$$

**n = 103,83  $\cong$  104 habitantes**

**n = 104 habitantes**

Obteniendo como resultado 104 habitantes a encuestar en las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo.

### 3.4. Operacionalización de variables

#### 3.4.1. Variable independiente

El diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas, Instrumentos
El diseño geométrico permitirá mejorar el alineamiento horizontal y vertical de acuerdo a la velocidad de diseño y a la capacidad de tráfico.	Diseño geométrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alineamiento Horizontal</li> <li>- Alineamiento Vertical</li> <li>- Sección transversal</li> </ul>	¿Cuál es el diseño geométrico?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inventario vial</li> <li>Cinta</li> <li>Estación total</li> <li>Normas MOP.</li> <li>Software</li> </ul>
El diseño de pavimento tiene por objetivo determinar los espesores adecuados de cada capa de la estructura para que ésta sea capaz de soportar y repartir cargas producidas por el tráfico.	Diseño de la estructura del pavimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Subrasante</li> <li>- Sub base</li> <li>- Base</li> <li>- Carpeta asfáltica</li> </ul>	¿Cuál es la estructura del pavimento?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensayos de laboratorio</li> <li>Método AASHTO</li> <li>Especificaciones técnicas</li> </ul>

#### 3.4.2. Variable dependiente:

Calidad de vida de los habitantes del sector.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas, Instrumentos
La calidad de vida involucra la economía del sector de estudio, además de los aspectos sociales de las comunidades beneficiarias.	Economía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo</li> <li>• Transporte</li> <li>• Tiempo de viaje</li> <li>• Comercio</li> <li>• Turismo</li> </ul>	¿Cómo influye el diseño de la vía en la calidad de vida?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encuesta</li> <li>Entrevistas a los habitantes</li> </ul>
	Aspectos sociales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salud</li> <li>• Educación</li> <li>• Ambiente</li> </ul>	¿Cómo se mejorará los aspectos sociales?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encuesta</li> <li>Entrevistas</li> </ul>

### 3.5. Plan de recolección de la información

Detalle	Explicación
¿Para qué?	<p>Determinar las condiciones actuales de las vías en estudio, realizando observaciones directas además de la información brindada por parte de los habitantes de las comunidades y la toma de muestras para la realización de los estudios de suelo, tráfico, topografía entre otros, para dar solución a las vías.</p> <p>Establecer la incidencia del tráfico para obtener un diseño geométrico adecuado con sus respectivas secciones transversales acorde con las condiciones de zona en estudio.</p> <p>Diseñar el pavimento de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.</p> <p>Mejorar la economía, la cómoda circulación de los vehículos, turismo y las condiciones de vida de los habitantes de la Parroquia Mulalillo</p>
¿A quién?	Habitantes de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.
¿Quién?	Investigadora; Maribel Chasi Guamán
¿Cuándo?	Entre los meses de Diciembre de 2014 a Junio de 2015
¿Dónde?	<p>Parroquia: Mulalillo</p> <p>Cantón: Salcedo</p> <p>Provincia: Cotopaxi</p>
¿Con qué?	<p>Encuestas</p> <p>Visitas previas a la zona en estudio</p>

### **3.6. Plan de procesamiento de la información**

Se realizará una revisión de toda la información registrada en las encuestas y visitas previas, los resultados serán procesados y representados gráficamente de forma clara y precisa para su posterior análisis e interpretación de resultados.

De la misma forma el conteo vehicular será tabulado y presentado en formatos de fácil comprensión, para los resultados de los ensayos de suelos se utilizarán los formatos establecidos por el laboratorio. Finalmente se redactarán conclusiones y se propondrá una solución al problema detectado.



## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Análisis de resultados

En el presente capítulo se señalan y analizan los resultados obtenidos, en la recolección de información a través de encuestas, inventario vial, conteo vehicular, obtención de muestras de suelo.

##### 4.1.1. Resultados de las encuestas

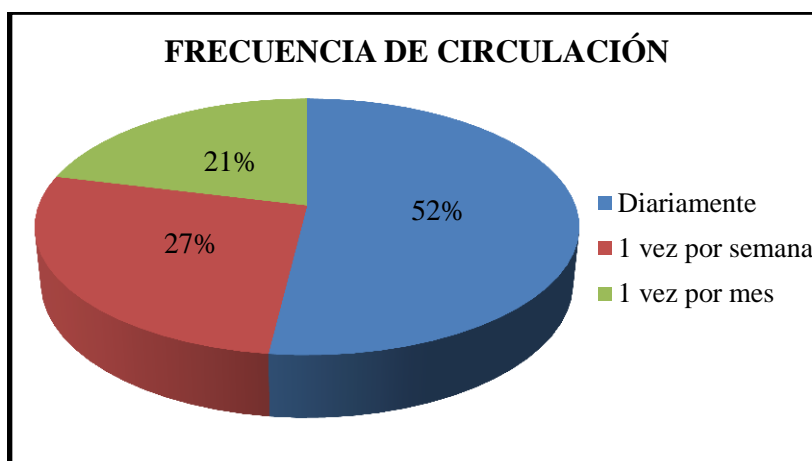
**Pregunta 1.** ¿Con qué frecuencia circula usted por la vía?

**Tabla N. 1 Resultados Pregunta 1**

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Diariamente	54	52%
1 vez por semana	28	27%
1 vez por mes	22	21%
TOTAL	104	100%

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Gráfico N. 19 Resultados Pregunta 1**



Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Análisis e interpretación.-** Es claro evidenciar que los habitantes en un 52% hacen uso de la vía diariamente, el 27% de encuestados respondieron que circulan por la vía una vez por semana y el 21% una vez por mes.

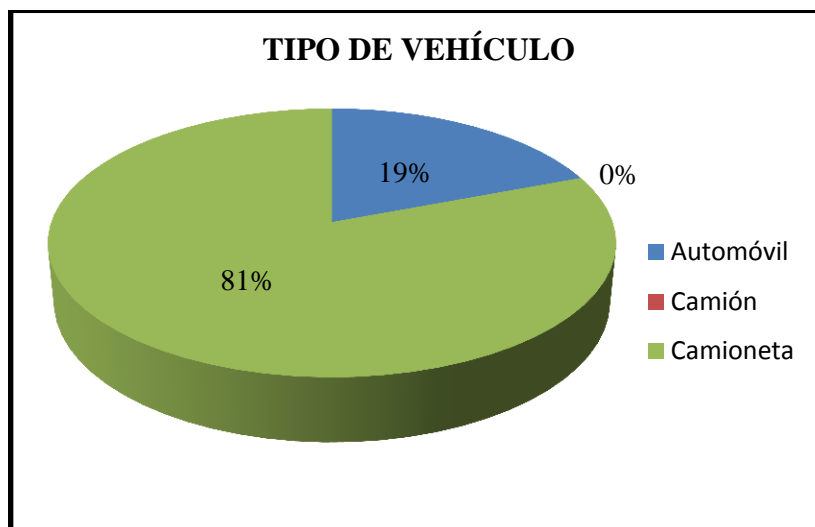
**Pregunta 2.** ¿Qué tipo de vehículo utiliza para transportar los productos a las ferias?

**Tabla N. 2 Resultados Pregunta 2**

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Automóvil	20	19%
Camión	0	0%
Camioneta	84	81%
TOTAL	104	100%

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Gráfico N. 20 Resultados Pregunta 2**



Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

### **Análisis**

En la tabla y gráfico se puede observar que el 81% de los encuestados manifiestan que transportan los productos en camionetas y tan solo el 19% en automóvil.

### **Interpretación**

Los moradores de las comunidades se transportan en camionetas y de esta manera sacan sus productos a los mercados para su comercialización.

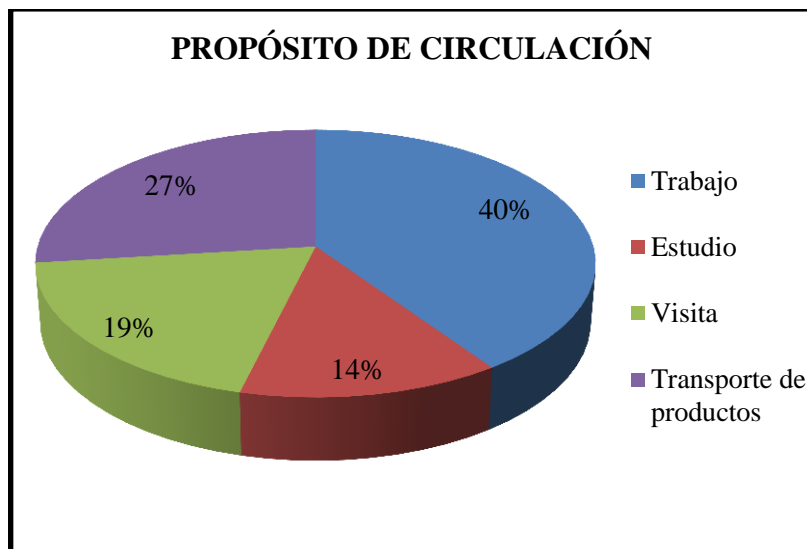
**Pregunta 3.** ¿Usted hace uso de la vía con el propósito de dirigirse al?

**Tabla N. 3 Resultados Pregunta 3**

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Trabajo	42	40%
Estudio	14	14%
Visita	20	19%
Transporte de productos	28	27%
TOTAL	104	100%

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Gráfico N. 21 Resultados Pregunta 3**



Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

### **Análisis**

El 40% de encuestados dijeron que usan la vía con el propósito de dirigirse al trabajo, el 27% para transportar los productos a los mercados, el 19% para realizar visitas a los familiares y el 14% respondió que para dirigirse al centro de estudios.

### **Interpretación**

La circulación de la vía es una necesidad constante ya sea por motivo de trabajo, educación, transporte de productos y hasta para visitar a los familiares.

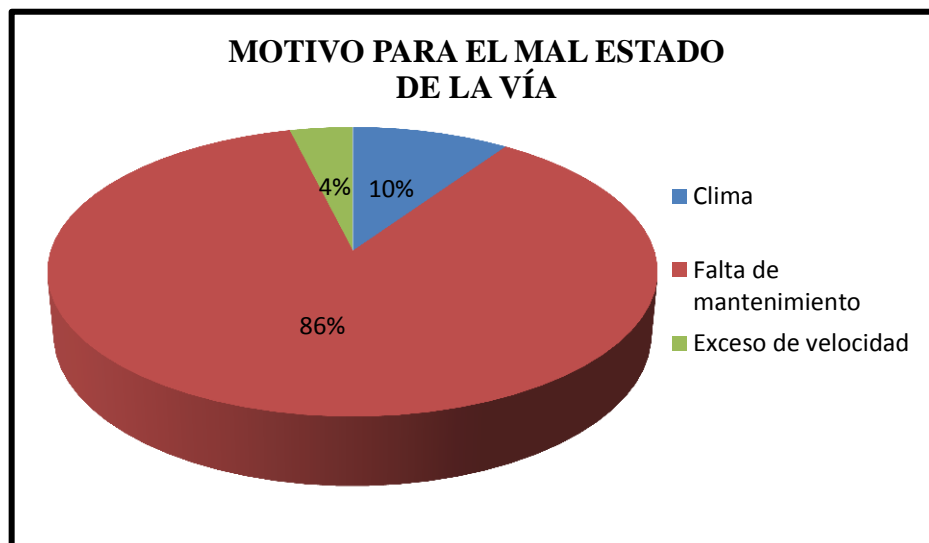
**Pregunta 4.** ¿Cuál cree que es el motivo para que la vía se encuentre en mal estado?

**Tabla N. 4 Resultados Pregunta 4**

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Clima	10	10%
Falta de mantenimiento	90	86%
Exceso de velocidad	4	4%
TOTAL	104	100%

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Gráfico N. 22 Resultados Pregunta 4**



Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

### **Análisis**

Los moradores de las comunidades encuestadas respondieron en un 86% que se debía el mal estado de la vía a la falta de mantenimiento por parte de los dirigentes parroquiales, el 10% opina que se debe a las condiciones climáticas y el 4% al exceso de velocidad.

### **Interpretación.**

Las personas encuestadas están en la mayoría completamente de acuerdo que el mal estado de la vía se debe a la falta de manteniendo.

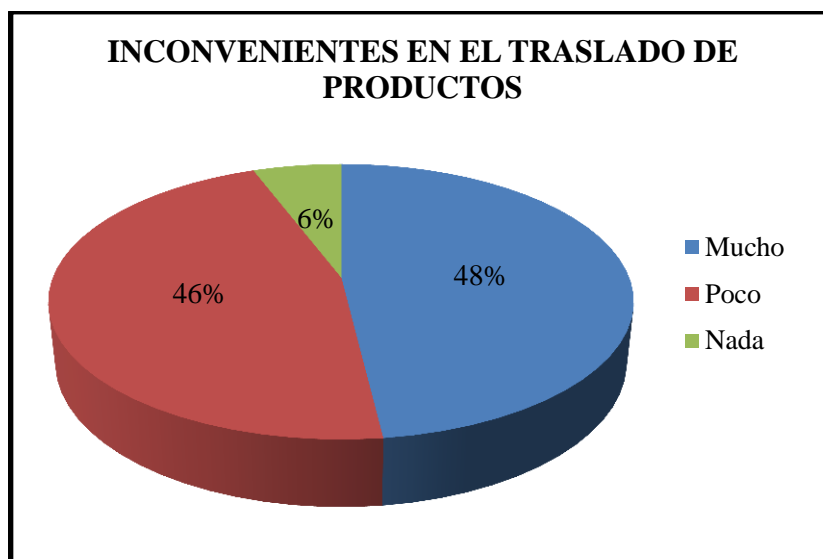
**Pregunta 5.** ¿El estado de la vía ha provocado inconvenientes en el traslado de los productos agrícolas hacia los mercados?

**Tabla N. 5 Resultados Pregunta 5**

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Mucho	50	48%
Poco	48	46%
Nada	6	6%
TOTAL	104	100%

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Gráfico N. 23 Resultados Pregunta 5**



Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

### **Análisis**

El 48% de encuestados opinan que si se ha producido inconvenientes en el traslado de los productos, el 46% dicen que afecta muy poco y el 6% dicen que el estado de la vía no afecta el traslado de los productos agrícolas a los mercados.

### **Interpretación**

La mayoría de habitantes opinan que si afecta el mal estado de la vía en la producción agrícola debido a que el transporte de los productos agrícolas se dificulta.

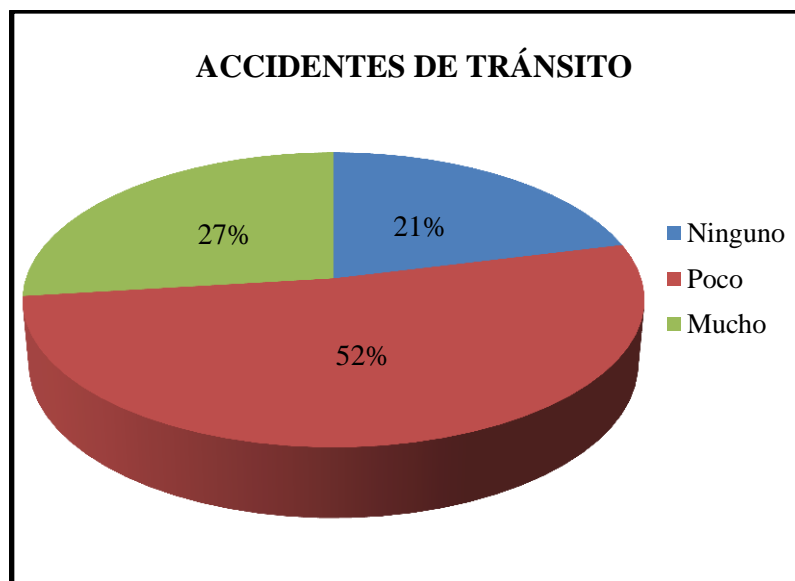
**Pregunta 6.** ¿El mal estado de la vía ha causado accidentes de tránsito?

**Tabla N. 6 Resultados Pregunta 6**

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Ninguno	22	21%
Poco	54	52%
Mucho	28	27%
TOTAL	104	100%

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Gráfico N. 24 Resultados Pregunta 6**



Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

### **Análisis**

El 52% de personas encuestadas respondieron que el mal estado de la vía produce pocos accidentes, el 27% produce muchos accidentes y el 21% ningún accidente del que tengan conocimiento.

### **Interpretación**

Las pésimas condiciones de la vía producen ciertos accidentes, dejando claro que no se cumple con la seguridad vial adecuada.

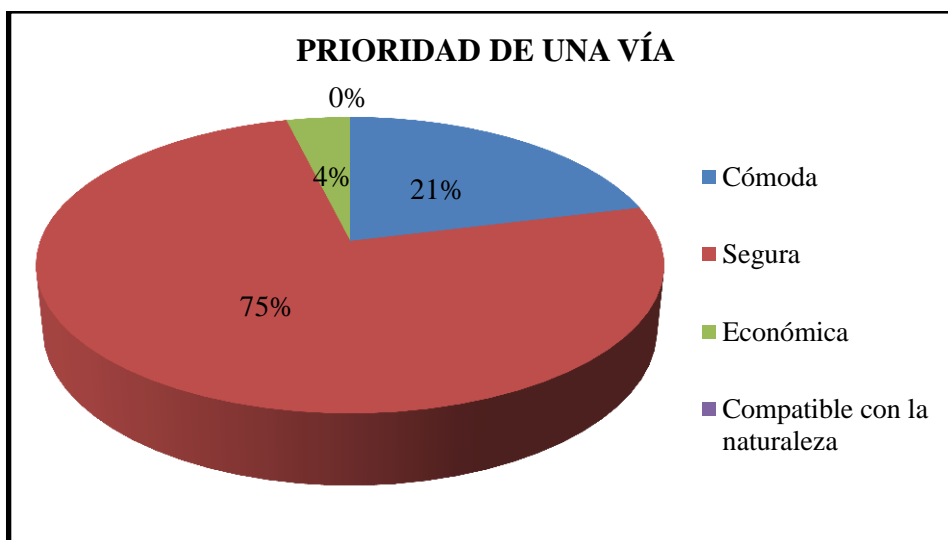
**Pregunta 7.** ¿Cuál cree que debe ser la prioridad de una vía?

**Tabla N. 7 Resultados Pregunta 7**

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Cómoda	22	21%
Segura	78	75%
Económica	4	4%
Compatible con la naturaleza	0	0%
TOTAL	104	100%

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Gráfico N. 25 Resultados Pregunta 7**



Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

### **Análisis**

El 75%, de los moradores de las comunidades encuestadas opinan que la prioridad de una vía debe ser la seguridad, el 21% opinan que debe ser cómoda y el 4% dicen que debe ser económica.

### **Interpretación**

A pesar de que una vía debe ser cómoda, segura, compatible con la naturaleza además debe tener un diseño económico, los moradores opinan que para ellos la prioridad de una vía es la seguridad.

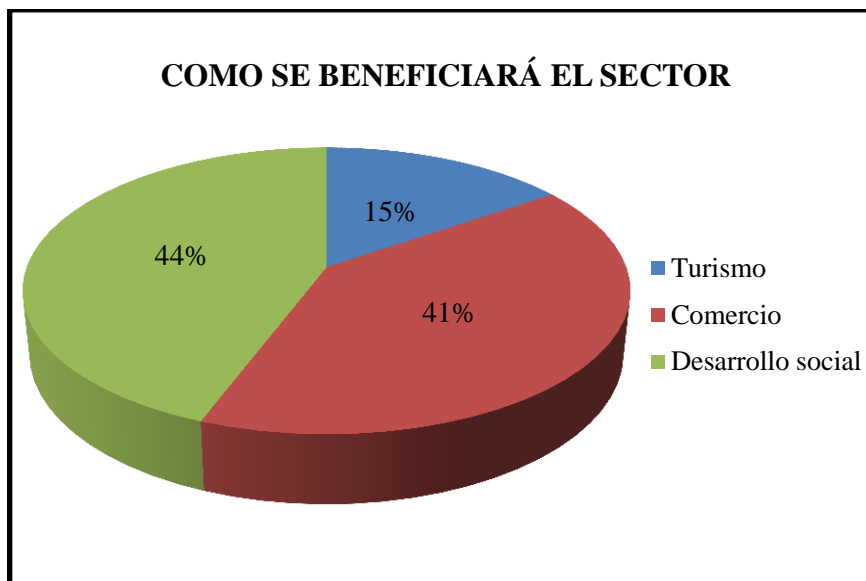
**Pregunta 8.** ¿De qué manera se beneficiará el sector con la realización del proyecto vial?

**Tabla N. 8 Resultados Pregunta 8**

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Turismo	16	15%
Comercio	42	41%
Desarrollo social	46	44%
TOTAL	104	100%

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Gráfico N. 26 Resultados Pregunta 8**



Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

### **Análisis**

El 44% de las personas encuestadas dicen que en la parroquia aumentará el desarrollo social, mientras que el 41% dijeron que el beneficio se manifestará en el comercio y el 15% opinan que la parroquia se beneficiará de manera turística.

### **Interpretación**

De una u otra manera el mejoramiento de la estructura de pavimento beneficia en todo sentido a los moradores de la parroquia Mulalillo y parroquias vecinas.



#### 4.1.2. Resultados del inventario vial

Se realizó un inventario vial con el propósito de determinar las condiciones actuales de la vía de ingreso a las comunidades Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, que actualmente se encuentra empedrada con un ancho de calzada variable de aproximadamente de 5 metros.

**Tabla N. 9 Inventario vial**

Abscisa	Tipo de superficie de rodadura	Ancho	Estado	Observaciones
		m		
0+000	Empedrado	5,00	Regular	Unión y Trabajo
0+500	Empedrado	5,00	Malo	
1+000	Empedrado	4,00	Regular	
1+500	Empedrado	4,00	Malo	San Juan
2+000	Suelo Natural	5,00	Malo	
2+500	Empedrado	4,00	Malo	
3+000	Empedrado	6,00	Regular	San León
3+500	Empedrado	5,00	Regular	
4+000	Empedrado	5,00	Malo	
4+500	Empedrado	4,00	Malo	Óvalo Nuevo

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

#### 4.1.3. Resultados del estudio topográfico

Para empezar se realizó un reconocimiento para obtener datos generales sobre la ruta tomando en cuenta las construcciones, quebradas, árboles demás detalles para el diseño horizontal y vertical del proyecto, para adaptarse en lo posible a las condiciones existentes.

Para realizar el levantamiento topográfico se utilizó como herramienta principal la Estación Total Sokia, además de prismas, estacas, clavos, pintura entre otros.

La topografía constituye un factor principal en la ubicación de la vía, debido a que establece el alineamiento horizontal, pendientes, velocidades que se adoptarán en el diseño geométrico vial, teniendo en consideración la preservación del estado natural reduciendo al máximo la alteración ambiental.

La parroquia Mulalillo cuenta con una topografía montañosa, se destacan pendientes que oscilan entre 15 y 25 % lo que demuestra un grado de inclinación considerable, además se encuentra a una altitud de 2,740 msnm en la parte baja y alcanza los 4,080 msnm en la zona alta.

#### 4.1.4. Resultados del estudio de tráfico

##### 4.1.4.1. Tráfico actual

Se realizaron conteos vehiculares del 25 de febrero al 3 de marzo del 2015 por un periodo de 12 horas diarias de 6:00 am a 18:00 pm, para determinar el volumen de tráfico que circula por dicha vía de acuerdo a cada tipo de vehículo; livianos, buses y pesados. El día de mayor demanda de circulación vehicular se determinó el día jueves ya que los moradores acuden a los centros de mercadeo a vender sus productos.

**Volumen de hora pico.-** Se determina de acuerdo al mayor número de vehículos mixtos, que circulan por la vía durante una hora.

**Tabla N. 10 Volumen de hora pico**

<b>J-26-02-2015</b>	<b>Tipo de vehículo</b>				<b>Total</b>
<b>Hora pico</b>	<b>Livianos</b>	<b>Buses</b>	<b>C2P</b>	<b>C2G</b>	
11:00 a 12:00	3	0	0	1	4
	2	0	2	0	4
	3	0	0	0	3
	4	0	0	0	4
<b>Total ( VHP)</b>	12	0	2	1	15
<b>Porcentaje</b>	80%	0%	13%	7%	100%

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Factor de hora pico.-** Relación entre la hora pico y el flujo máximo  $Q_{m\acute{a}x}$  producido durante los 4 cuartos de hora.

$$FHP = \frac{VHP}{4 * Q_{m\acute{a}x}}$$

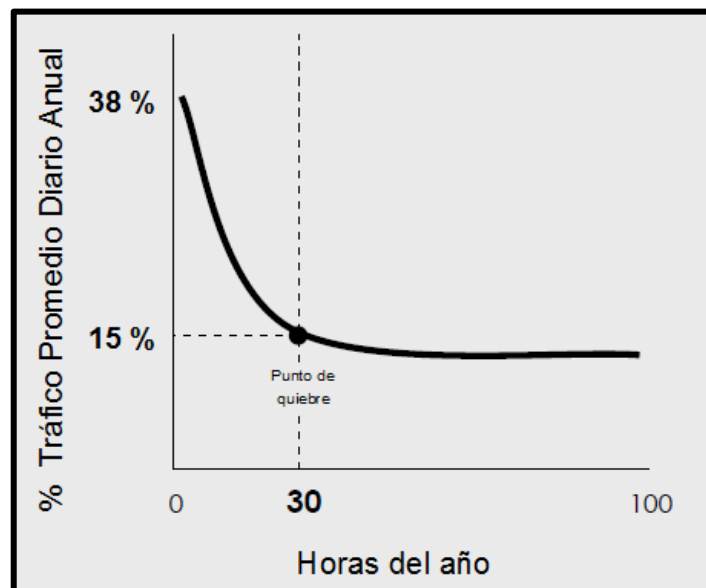
$$FHP = \frac{15}{4 * 4}$$

$$FHP = 0,94$$

Entonces  $FHP = 1$  para tener un tráfico uniforme en toda la hora pico. Valores menores indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos.

**Método de la treintava hora.-** Para hallar el tránsito horario que se acomode a la economía se acostumbra usar una curva de volúmenes de tránsito horario durante todo un año en orden descendente. Esta curva muestra que el volumen horario que se debe usar en el diseño ha de ser el trigésimo más alto del año y significa que solo 29 horas al año la vía estará congestionada.

**Gráfico N. 27 Volumen de la 30ava hora versus % TPDA**



Fuente: Ingeniería de tránsito de Rafael Cal y Mayor R. & James Cárdenas

Donde  $k$  = Valor esperado de la relación entre el volumen de la 30ava hora y el TPDA del año de proyecto.

VÍA RURAL	VÍA URBANA
18%	12%
15%	10%
12%	8%

Para zona rural  $k = 15\%$

$$K = \frac{VHP}{TPDA}$$

**Tráfico actual (TPDA actual).**- Es aquel volumen determinado en el conteo vehicular manual y clasificado como livianos, buses y pesados antes de que la vía sea mejorada.

$$TPDA_{Actual} = \frac{VHP}{K} * FHP$$

**Vehículos livianos**

$$TPDA_{Actual} = \frac{12}{15\%} * 1$$

$$TPDA_{Actual} = 80 \text{ Veh.}$$

**Vehículos pesados C2P**

$$TPDA_{Actual} = \frac{2}{15\%} * 1$$

$$TPDA_{Actual} = 13 \text{ Veh.}$$

**Vehículos pesados C2G**

$$TPDA_{Actual} = \frac{1}{15\%} * 1$$

$$TPDA_{Actual} = 7 \text{ Veh.}$$

**TPDA Actual**

$$TPDA_{Actual} = TPDA_{Livianos} + TPDA_{Pesados}$$

$$TPDA_{Actual} = 80 + 13 + 7$$

$$TPDA_{Actual} = 100 \text{ Veh.}$$

**Tabla N. 11 TPDA actual**

J-26-02- 2015	TIPO DE VEHÍCULO				TOTAL
HORA PICO	LIVIANOS	BUSES	C2P	C2G	
TOTAL VEHÍCULOS	12	0	2	1	15
FHP	1	1	1	1	1
% VIA RURAL	15%	15%	15%	15%	15%
TPDA <sub>Actual</sub>	80	0	13	7	100

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Tráfico Atraído (Ta).**- Se define como aquel tráfico que viene de otras vías al terminar de realizarse las mejoras en la vía propuesta.

$$Ta = 10\% TPDA_{Actual}$$

**Vehículos livianos**

$$Ta = 10 \% * 80$$

$$Ta = 8 \text{ Veh.}$$

**Vehículos pesados C2P**

$$Ta = 10\% * 13$$

$$Ta = 1 \text{ Veh.}$$

**Vehículos pesados C2G**

$$Ta = 10\% * 7$$

$$Ta = 1 \text{ Veh.}$$

#### 4.1.4.2. Tráfico futuro

Se calcula el tráfico futuro a partir del tráfico actual y de la tasa de crecimiento vehicular en el periodo de diseño.

$$TPDA_{1 \text{ año}} = TPDA_{Actual} * (1 + i)^n$$

**Donde:**

$i$  = Tasa de crecimiento

$n$  = Periodo de diseño

$TPDA$  = Tráfico promedio diario anual

**Tabla N. 12 Tasas de crecimiento anual de tráfico %**

<b>Tasas de Crecimiento Anual de Tráfico %</b>			
<b>Periodo</b>	<b>Livianos</b>	<b>Buses</b>	<b>Pesados</b>
2010 – 2015	4,47%	2,22%	2,18%
2015 – 2020	3,97%	1,97%	1,94%
2020 – 2025	3,57%	1,78%	1,74%
2025 – 2030	3,25%	1,62%	1,58%

Fuente: MTOP, Informe Técnico del Estudio de tráfico vehicular Zamora-Gualaquiza.

➤ **Periodo de diseño  $n = 1$  año**

**Vehículos livianos**

$$TPDA_{1 \text{ año}} = 80 (1 + 3,97 \%)^1$$

$$TPDA_{1 \text{ año}} = 83 \text{ Veh.}$$

**Vehículos pesados C2P**

$$TPDA_{1 \text{ año}} = 13 (1 + 1,94 \%)^1$$

$$TPDA_{1 \text{ año}} = 13 \text{ Veh.}$$

**Vehículos pesados C2G**

$$TPDA_{1 \text{ año}} = 7 (1 + 1,94 \%)^1$$

$$TPDA_{1 \text{ año}} = 7 \text{ Veh.}$$

**Tráfico generado (Tg).**- Consiste en los viajes de vehículos de los diferentes tipos que no se habrían realizado si la vía no fuese mejorada.

$$Tg = 20\% TPDA_{1 \text{ año}}$$

**Vehículos livianos**

$$Tg = 20\% * 83$$

$$Tg = 17 \text{ Veh.}$$

**Vehículos pesados C2P**

$$Tg = 20\% * 13$$

$$Tg = 3 \text{ Veh.}$$

**Vehículos pesados C2G**

$$Tg = 20\% * 7$$

$$Tg = 1 \text{ Veh.}$$

**TPDA ACTUAL TOTAL**

$$TPDA_{\text{Actual Total}} = TPDA_{\text{Actual}} + Tg + Ta$$

**Vehículos livianos**

$$TPDA_{\text{Actual Total}} = 80 + 17 + 8$$

$$TPDA_{\text{Actual Total}} = 105 \text{ Veh.}$$

**Vehículos Pesados C2P**

$$TPDA_{Actual\ Total} = 13 + 3 + 1$$

$$TPDA_{Actual\ Total} = 17\ Veh.$$

**Vehículos Pesados C2G**

$$TPDA_{Actual\ Total} = 7 + 1 + 1$$

$$TPDA_{Actual\ Total} = 9\ Veh.$$

$$\Sigma TPDA_{Actual\ Total} = 105 + 17 + 9$$

$$\Sigma TPDA_{Actual\ Total} = 131\ Veh.$$

**Tabla N. 13 TPDA actual total**

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>TPDA Actual</b>	<b>TPDA 1 año</b>	<b>Tráfico Generado (TG)</b>	<b>Tráfico Atraído (TA)</b>	<b>TPDA Actual Total</b>
LIVIANOS	80	83	17	8	105
BUSES	0	0	0	0	0
C2P	13	13	3	1	17
C2G	7	7	1	1	9
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>103</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>131</b>

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**4.1.4.3. Tráfico Proyectado**

Es el volumen de tráfico que se espera que vaya a usar la vía después de ser mejorada para un periodo de 20 años como máximo.

$$TPDA_P = TPDA_{Total} * (1 + i)^n$$

➤ **Periodo de diseño n = 10 años**

**Vehículos livianos**

$$TPDA_P = 105 (1 + 3,57 \%)^{10}$$



TPDA<sub>p</sub> = 149 Veh.

**Vehículos pesados C2P**

TPDA<sub>p</sub> = 17 (1 + 1,74 %) <sup>10</sup>

TPDA<sub>p</sub> = 20 Veh.

**Vehículos pesados C2G**

TPDA<sub>p</sub> = 9 (1 + 1,74 %) <sup>10</sup>

TPDA<sub>p</sub> = 11 Veh.

Σ TPDA<sub>p</sub> = 149 + 20 + 11

Σ TPDA<sub>p</sub> = 180 Veh.

➤ **Periodo de diseño n = 20 años**

**Vehículos livianos**

TPDA<sub>p</sub> = 105 (1 + 3,25 %) <sup>20</sup>

TPDA<sub>p</sub> = 199 Veh.

**Vehículos pesados C2P**

TPDA<sub>p</sub> = 17 (1 + 1,58 %) <sup>20</sup>

TPDA<sub>p</sub> = 23 Veh.

**Vehículos pesados C2G**

TPDA<sub>p</sub> = 9 (1 + 1,58 %) <sup>20</sup>

TPDA<sub>p</sub> = 12 Veh.

Σ TPDA<sub>p</sub> = 199 + 23 + 12

Σ TPDA<sub>p</sub> = 234 Veh

**Tabla N. 14 Tráfico proyectado**

TIPO DE VEHÍCULO	TPDA Total	TRÁFICO PROYECTADO 10 AÑOS		TRÁFICO PROYECTADO 20 AÑOS	
		<i>i</i> %	10	<i>i</i> %	20
LIVIANOS	105	3,57%	149	3,25%	199
BUSES	0	1,78%	0	1,62%	0
C2P	17	1,74%	20	1,58%	22
C2G	9	1,74%	11	1,58%	12
<b>TOTAL</b>	<b>131</b>		<b>180</b>		<b>234</b>

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

El TPDA actual tiene un volumen de 131 vehículos, dentro de 10 años este volumen aumentará a 180 vehículos y para 20 años el TPDA será de 234 vehículos entre livianos y pesados, este volumen permitirá clasificar la vía tomando los parámetros dispuestos por la Norma de Diseño Geométrico de carreteras del MOP 2003.

**Tabla N. 15 Clasificación vial en función del TPDA proyectado.**

CLASE DE CARRETERA	TPDA
R- I o R- II	> 8000 vehículos
I	de 3000 a 8000 vehículos
II	de 1000 a 3000 vehículos
III	de 300 a 1000 vehículos
<b>IV</b>	<b>de 100 a 300 vehículos</b>
V	< 100 vehículos

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de carreteras MOP 2003.

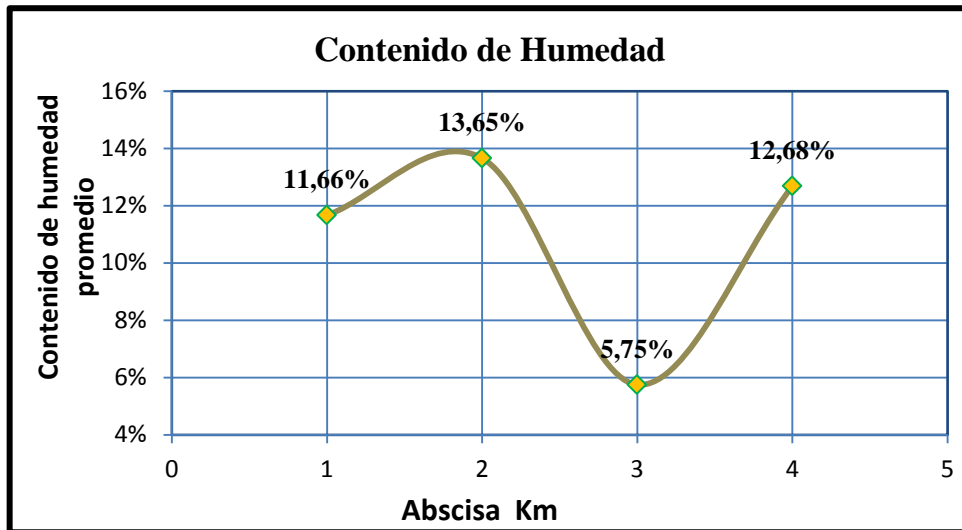
De acuerdo a la clasificación anterior la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, es de clase IV, corresponde a una vía de bajo tráfico.

#### **4.1.5. Análisis del estudio de suelos.**

##### **4.1.5.1. Contenido de humedad**

Se determinaron diferentes porcentajes de contenido de humedad de las muestras tomadas a lo largo de la vía en estudio a pesar de su aspecto visual similar, como se muestra en el siguiente gráfico.

**Gráfico N. 28 Contenido de humedad**



Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

#### 4.1.5.2. Granulometría

Los suelos de la vía se clasificaron como **SM** según el Sistema Unificado para Clasificación de los Suelos SUCS.

Más del 50 % del suelo pasa el tamiz #4 entonces se clasifica como arena terrosa con finos, mal graduada, limosa.

**Tabla N. 16 Granulometría**

ABSCISA (KM)	SISTEMA S.U.C.S.	
Km 1+000	<b>SM</b>	Arena limosa mal graduada
km 2 + 000	<b>SM</b>	Arena limosa mal graduada
km 3+ 000	<b>SM</b>	Arena limosa mal graduada
km 4+ 000	<b>SM</b>	Arena limosa mal graduada

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

#### 4.1.5.3. Límites de consistencia

Se realizaron ensayos de límites de plasticidad a las muestras de suelo para determinar la capacidad de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin variaciones volumétricas apreciables, sin desmoronarse y agrietarse, esta propiedad es particular de suelos finos que dependen directamente del agua.

De igual manera se ejecutaron ensayos de límite líquido para conocer de qué manera actúa el contenido de agua de acuerdo al número de golpes de la Copa Casa Grande con relación al contenido de humedad.

El índice plástico es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico que es propiamente de limos y arcillas.

En este caso es arena limosa de baja plasticidad ya que el límite líquido es menor de 50% y el índice plástico no supera el 7%

**Tabla N. 17 Límites de consistencia**

Límites de consistencia	Km			
	1+000	2 +000	3+000	4+ 000
Límite Líquido %=	28,40	29,30	25,20	27,10
Límite Plástico %=	24,36	25,61	22,51	25,39
Índice Plástico LL% - LP%=	<b>4,04</b>	<b>3,69</b>	<b>2,69</b>	<b>1,71</b>

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

#### 4.1.5.4. Ensayo Proctor modificado método “ B”

Es necesario la utilización de un molde cilíndrico de 6 pulgadas de diámetro, el mismo que debe llenarse con cinco capas de suelo, compactando cada una de éstas con 56 golpes mediante la utilización de un martillo de 10 lbs dejándolo caer libremente a la altura de 18 pulgadas, con el objetivo de determinar el contenido óptimo de humedad y la densidad seca máxima.

**Tabla N. 18 Proctor modificado**

<b>Muestra</b>	<b>Humedad Óptima W%</b>	<b>Densidad seca gr/ cm<sup>3</sup></b>
Km 1+000	16,2	1,534
km 2 + 000	21,8	1,502
km 3+ 000	13,5	1,672
km 4+ 000	15,7	1,612

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

#### **4.1.5.5. Capacidad de soporte CBR.**

En este ensayo se mide la resistencia que opone un suelo a la penetración de un pistón en una muestra de suelo a una determinada velocidad.

Una vez realizada la compactación del suelo con los diferentes contenidos de humedad óptimos, estas muestras son sumergidas con sobrepesos en agua durante un periodo de tiempo con el objeto de simular las condiciones de saturación a las cuales va a estar sometido el suelo en condiciones naturales y cargas vehiculares antes de su ensayo.

**Tabla N. 19 CBR. Puntual**

<b>Abscisa</b>	<b>CBR % Puntual</b>
Km 1+000	12,4
Km 2+000	11,2
Km 3+000	11,5
Km 4+000	10,8

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

## **4.2. Interpretación de datos**

### **4.2.1. Interpretación de datos de la encuesta**

En la siguiente tabla se interpretan los resultados de la encuesta realizada a 104 habitantes de las comunidades Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo de la parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo que serán los beneficiarios directos del proyecto vial.

**Tabla N. 20 Interpretación de la encuesta**

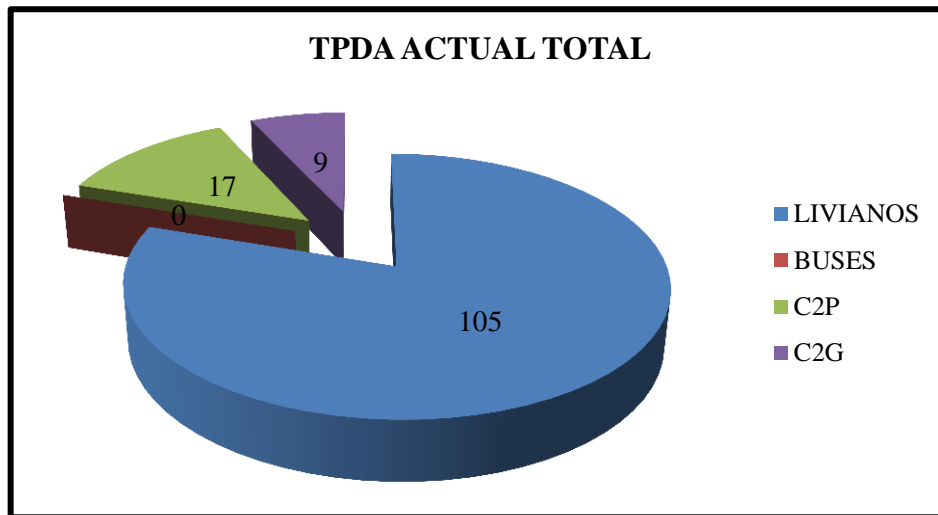
N.	Pregunta	Respuesta	% de Muestra
1	¿Con qué frecuencia circula usted por la vía?	Diariamente	52 %
2	¿Qué tipo de vehículo utiliza para transportar los productos a las ferias?	Camioneta	81 %
3	¿Usted hace uso de las vías con el propósito de dirigirse al?	Trabajo	40 %
4	¿Cuál cree que es el motivo para que la vía se encuentre en mal estado?	Falta de mantenimiento	87 %
5	¿El estado de la vía ha provocado inconvenientes en el traslado de los productos agrícolas hacia los mercados?	Mucho	48 %
6	¿El mal estado de la vía ha causado accidentes de tránsito?	Poco	52 %
7	¿Cuál cree que debe ser la prioridad de una vía?	Segura	75 %
8	¿De qué manera se beneficiará el sector con la realización del proyecto vial?	Desarrollo social	44 %

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

#### 4.2.2. Interpretación de datos del estudio de tráfico

De los resultados se determinó un TPDA de 131 vehículos entre livianos y pesados como se muestra a continuación.

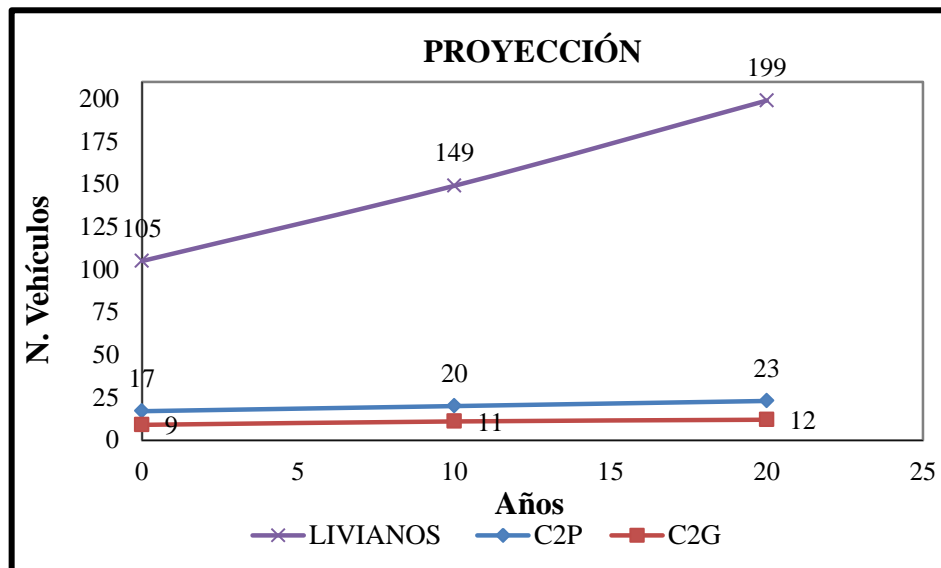
Gráfico N. 29 Tráfico Actual Total



Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

El tráfico proyectado indica el volumen de vehículos para el diseño de la estructura del pavimento y afecta directamente las características geométricas.

Gráfico N. 30 Tráfico Proyectado



Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

#### 4.2.3. Interpretación de datos del estudio de suelos

La determinación de la calidad del suelo con el que se cuenta en la vía es de gran importancia para obtener la capacidad de soporte y costos de la estructura del pavimento.

Para la selección del CBR de diseño es necesario utilizar el valor percentil de acuerdo al nivel de tránsito proyectado recomendado por el Instituto del Asfalto.

**Tabla N. 21 Valor percentil de diseño**

Nivel de tránsito (EAL)	Valor percentil para diseño %
< 10 000	60
entre 10000 y 1000000	75
> 100000	87,5

Fuente: Instituto de Asfalto, (MS -1) 1991

El número de ejes equivalentes en el carril de diseño proyectado a 20 años es 259835 vehículos, por lo que el valor percentil de diseño es 75%.

Los valores de CBR puntual deben ordenarse de menor a mayor y de acuerdo al valor percentil obtenemos el CBR de diseño.

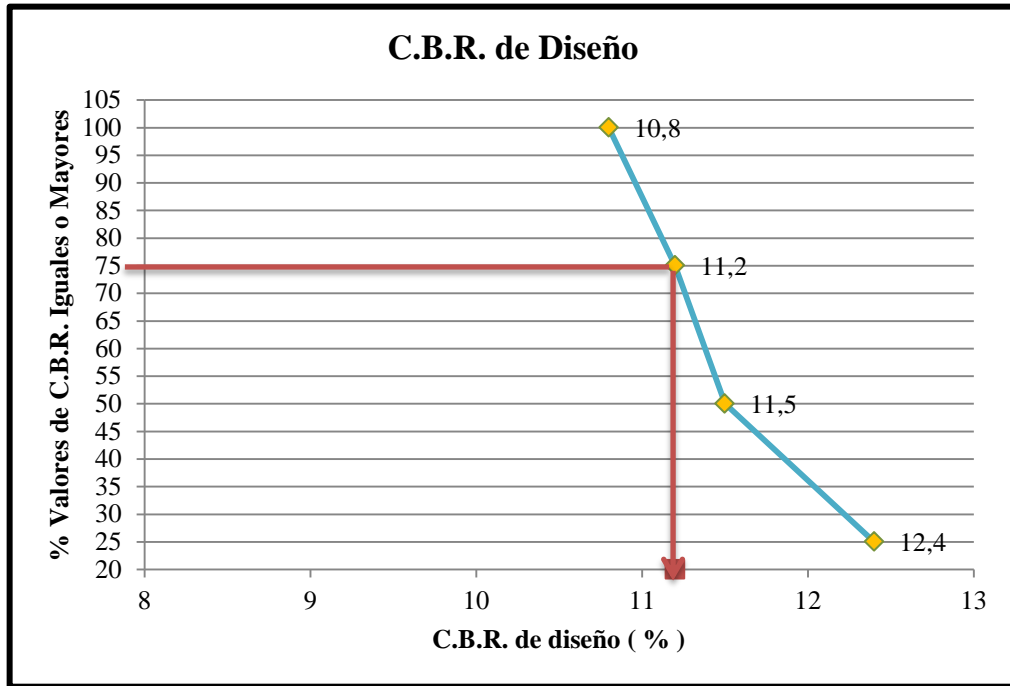
**Tabla N. 22 Valores de CBR iguales o mayores**

ABSCISA	CBR % PUNTUAL	PORCENTAJE
K 4+000	10,8	100 %
K 2+000	11,2	75 %
K 3+000	11,5	50 %
K 1+000	12,4	25 %

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi



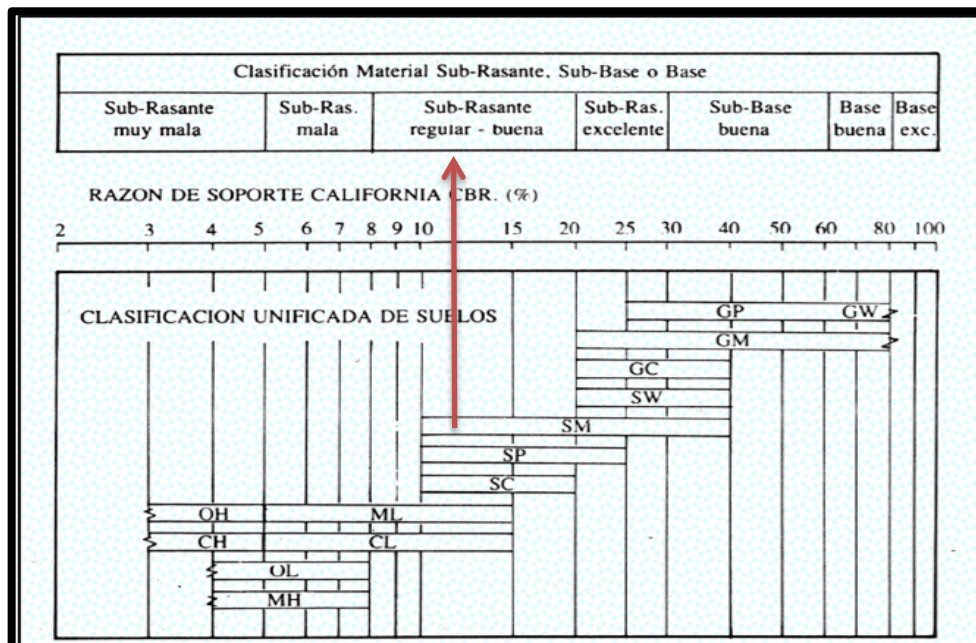
Gráfico N. 31 CBR de Diseño



Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

El CBR de diseño de la vía que une las comunidades Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo es 11,20 este porcentaje indica que es sub-rasante regular y no necesita capa de mejoramiento.

Cuadro N. 22 Clasificación material de sub-rasante



### **4.3. Verificación de la hipótesis.**

Luego de haber analizado la situación actual de la vía, la encuesta y el tráfico es evidente que es necesario realizar el mejoramiento de la estructura del pavimento proporcionando a los usuarios una superficie de rodadura segura, cómoda y que permita agilizar la circulación vehicular, reducir tiempos de recorrido y contribuir con el desarrollo social mejorando la calidad de vida de los habitantes de la parroquia Mulalillo.

#### ***Hipótesis de trabajo***

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector.

#### ***Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)***

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, **NO** mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector.

#### ***Hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>)***

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, **SI** mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector.

### **Cálculo de las frecuencias**

#### **a) Frecuencia observada**

**Tabla N. 23 Frecuencia Observada**

k	Ítem	Pregunta	Frecuencia			Total
			Diariamente	1 vez por semana	1 vez por mes	
3	1	¿Con qué frecuencia circula usted por la vía?				104
			54	28	22	
	5	¿El estado de la vía ha provocado inconvenientes en el traslado de los productos agrícolas hacia los mercados?	Mucho	Poco	Nada	104
		50	48	6		
	6	¿El mal estado de la vía ha causado accidentes de tránsito?	Mucho	Poco	Nada	104
			28	54	22	
	Total		132	130	50	312

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Frecuencia esperada**

**K = 3**

$Fe = N / K$

$Fe = 132 / 3$

**Fe = 44**

**Tabla N. 24 Frecuencia Esperada**

k	Ítem	Pregunta	Frecuencia			Total
3	1	¿Con qué frecuencia circula usted por la vía?	Diariamente	1 vez por semana	1 vez por mes	104
			44,00	43,33	16,67	
	5	¿El estado de la vía ha provocado inconvenientes en el traslado de los productos agrícolas hacia los mercados?	Mucho	Poco	Nada	104
44,00			43,33	16,67		
6	¿El mal estado de la vía ha causado accidentes de tránsito?	Mucho	Poco	Nada	104	
		44,00	43,33	16,67		
Total			132	130	50	312

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Modelo matemático para el cálculo del Chi cuadrado  $X^2$**

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \left[ \frac{(F_o - F_e)^2}{F_e} \right]$$

Donde:

$X^2$  = Chi cuadrado

$\Sigma$  = Sumatoria de todos los “k”

k = Categorías (número de opciones de respuestas)

N= Número total de frecuencias observadas.

i = Frecuencias (respuestas en cada opción)

Fo = Frecuencias observadas

Fe = Frecuencias esperadas

**Tabla N. 25 Chi – cuadrado calculado**

Opciones	F o	Fe	(F o - Fe)	( Fo - Fe)^2	( Fo - Fe)^2 / Fe
1	54	44,00	10,00	100,00	2,27
2	28	43,33	-15,33	235,01	5,42
3	22	16,67	5,33	28,41	1,70
4	50	44,00	6,00	36,00	0,82
5	48	43,33	4,67	21,81	0,50
6	6	16,67	-10,67	113,85	6,83
7	28	44,00	-16,00	256,00	5,82
8	54	43,33	10,67	113,85	2,63
9	22	16,67	5,33	28,41	1,70
Total	312	312	0,00	933,33	27,70

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

$$X^2 = 27,70$$

**Cálculo del Chi- cuadrado tabular  $X^2$**

**Nivel de significación y grados de libertad:**

*Nivel de significación*

El nivel de significación es del 5%

El nivel de confiabilidad es del 95%

*Grados de libertad*

$$G1 = (NC - 1) (NF - 1)$$

NC = Número de columnas de la tabla de frecuencias

NF = Número de filas de la tabla de frecuencias

$$G1 = (3 - 1) (3 - 1)$$

$$G1 = 4$$

**Tabla N. 26 Valores críticos de la distribución Chi – cuadrado tabular**

G/S	0,001	0,025	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,95	0,975	0,999
1	10,827	5,024	3,841	2,706	1,323	0,455	0,102	0,016	0,004	0,001	0,000
2	13,815	7,378	5,991	4,605	2,773	1,386	0,575	0,211	0,103	0,051	0,002
3	16,266	9,348	7,815	6,251	4,108	2,366	1,213	0,584	0,352	0,216	0,024
4	18,466	11,143	9,488	7,779	5,385	3,357	1,923	1,064	0,711	0,484	0,091
5	20,515	12,832	11,07	9,236	6,626	4,351	2,675	1,61	1,145	0,831	0,21
6	22,457	14,449	12,592	10,645	7,841	5,348	3,455	2,204	1,635	1,237	0,381
7	24,321	16,013	14,067	12,017	9,037	6,346	4,255	2,833	2,167	1,69	0,599
8	26,124	17,535	15,507	13,362	10,219	7,344	5,071	3,49	2,733	2,18	0,857
9	27,877	19,023	16,919	14,684	11,389	8,343	5,899	4,168	3,325	2,7	1,152
10	29,588	20,483	18,307	15,987	12,549	9,342	6,737	4,865	3,94	3,247	1,479

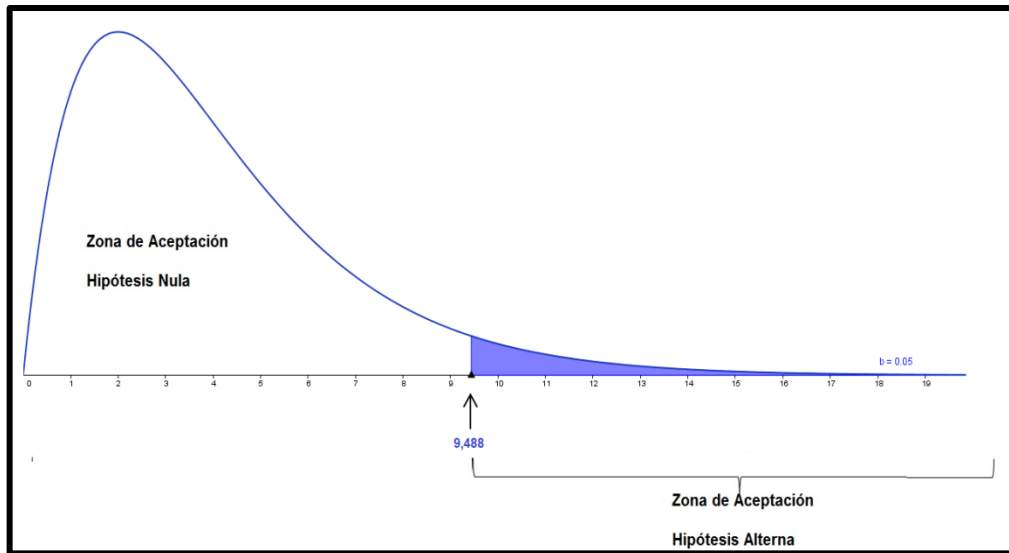
Fuente: Probabilidad y estadística Facultad Regional Mendoza

G = Grados de libertad

S = Nivel de significación, probabilidad de ocurrencia.

**Chi - cuadrado tabular  $X^2_t = 5.991$**

Gráfico N. 32 Campana de Gauss



Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Decisión:**

$$X^2 = 27,70 > X^2_t = 9,488$$

En el cálculo realizado se puede verificar que el  $X^2$  calculado es mayor que el  $X^2$  Tabular obtenido con 4 grados de libertad y el 0,05 de probabilidad de ocurrencia, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; “ El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, **SI** mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector.”

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- La vía en las condiciones en las que se encuentra actualmente dificulta la circulación de vehículos, teniendo que aumentar los tiempos de recorrido, provocando incomodidad en los usuarios.
- La mala condición de la vía, evita el desarrollo de la zona, reduce la producción y comercialización de los productos agrícolas.
- La inexistencia de cunetas causan daños considerables en la vía provocando el acarreo del material superficial en casos de lluvia o vientos fuertes.
- El mal estado de la capa de rodadura de la vía provoca severo deterioro de vehículos y mayor consumo de combustible contaminando el medio ambiente.
- Las irregularidades en la vía y la presencia de baches pueden traer como consecuencia diversos tipos de accidentes automovilísticos.
- La vía no cuenta con un ancho de calzada constante, pues varía de 4 a 6 metros a lo largo de su trayectoria.
- Los vehículos que circulan por la vía en su mayoría son de tipo liviano representados por automóviles y camionetas.
- El escaso mantenimiento de la vía genera consecuencias sobre el bienestar de los habitantes, afectando el acceso a centros de salud, centros educativos, religiosos y turísticos.



- Luego de analizar el tráfico se estableció un periodo de diseño de 20 años, clasificándola como **Clase IV**.
- La prioridad principal del estudio de suelo radica en las evaluaciones del terreno natural para el diseño de la estructura del pavimento.
- La resistencia al corte del suelo se determinó utilizando la técnica normalizada habitual realizando calicatas y mediciones de CBR en el laboratorio dando como resultado un CBR de diseño de 11,20%.
- La resistencia al corte de la sub rasante de la vía es regular de acuerdo a la clasificación de materiales de Sub rasante SUCS.

## **5.2. Recomendaciones**

- Socializar la importancia de la ejecución del proyecto vial a los beneficiarios del sector.
- Elaborar un plan de mantenimiento de la superficie de rodadura de la vía, con el fin de ofrecer una conservación estable.
- Es indispensable llevar a cabo la ejecución del proyecto vial, a fin de que exista uniformidad en la superficie de rodadura para de esta manera disminuir los tiempos de recorrido y garantizar la comodidad de los usuarios al momento de circular.
- Elaborar estrategias de seguridad vial, tanto para conductores a través de charlas en las comunidades beneficiarias, en las comunidades se debe proceder a la construcción de rompe velocidades.
- Con el objetivo de evacuar las aguas lluvias y evitar el daño de la superficie de rodadura es recomendable dar mantenimiento a las cunetas.
- En lo posible evitar los cambios en el medio ambiente que rodea el proyecto.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

**Tema:** El Diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi para mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector.

#### **6.1. Datos informativos**

##### **6.1.1. Ubicación**

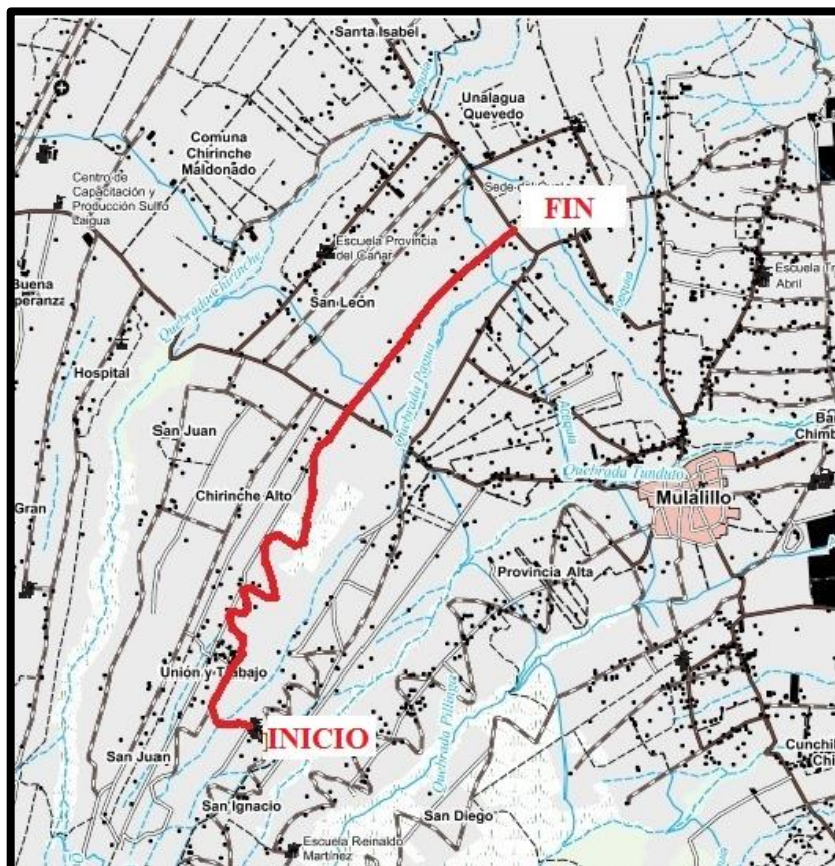
El Cantón Salcedo se encuentra en la jurisdicción de la provincia de Cotopaxi y cuenta con cinco parroquias rurales entre las cuales se encuentra Mulalillo, conformada por 9 comunidades, 10 sectores, 2 barrios rurales y 3 urbanos.

Mulalillo se encuentra dentro del Callejón Interandino, denominado Sierra Centro, ubicada al sur oeste de la cabecera cantonal Salcedo a una distancia de 9 Km pasando por la vecina parroquia de Panzaleo, jurisdiccionalmente limita al Norte con la parroquia de San Miguel, al Este con las parroquias de Panzaleo y Antonio José de Holguín, al Sur con la Provincia de Tungurahua y al Oeste con la Parroquia de Cusubamba.

La parroquia Mulalillo tiene una altitud variante entre 2.740 msnm y 4080 msnm y consta de las siguientes comunidades barrios y sectores; Chirinche Alto, Chirinche Bajo, Cunchibamba Chico, San Diego de Rodeo Pamba, San Ignacio de Martínez, Unión y Trabajo, San Luis, San Vicente de Chirinche Alto, Aso. San Juan, Hermanas Páez, Santa Rosa, Sta. Rosa de Cajón Uco, Una Laguna Quevedo, Chimbacalle, Taxoloma, Santa Inés, Unalagua Salatilín, Chasqui Nagsiche, San León, Óvalo Nuevo, San Pablo, San Fernando, Salatilín.

## VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES ÓVALO NUEVO, SAN LEÓN, SAN JUAN, UNIÓN Y TRABAJO.

Gráfico N. 33 Ubicación del proyecto



Fuente: Geovisualizador, Instituto Geográfico Militar del Ecuador

### 6.1.2. Beneficiarios

Los habitantes de las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo es decir aproximadamente 828 habitantes se verán directamente beneficiados con la ejecución del proyecto vial ya que en su mayoría se dedican al cultivo y cría de animales los mismos que al ser transportados a los mercados y centros de acopio requieren vías en buen estado que garanticen que los productos lleguen a su destino.

Otro beneficio sería el ahorro en costos de operación y mantenimiento de vehículos, reducción de tiempos de recorrido, menor consumo de combustible colaborando con el medio ambiente, seguridad y comodidad vial, fácil

comunicación con los mercados y sitios de expendio de los productos, mejorando la economía y desarrollo del sector.

La vía en estudio cuenta actualmente con una superficie empedrada y en ciertos tramos de tierra, debido a la presencia de baches dificulta la circulación vehicular, además de influir en la salud de los habitantes al levantarse el polvo.

### **6.1.3. Diagnóstico económico**

#### **- Producción agrícola**

Los habitantes de la parroquia Mulalillo se dedican principalmente al cultivo de: cebada, papa, mellocos y habas en la zona alta; maíz, arveja, brócoli, zanahoria, alfalfa y hortalizas en la zona baja, producción destinada principalmente a la venta en los mercados de Ambato, Salcedo y Latacunga.

Además de especies frutales como: duraznos, peras, claudicas, manzanas, tomate de árbol, producción agrícola propia de la parte baja de la parroquia, debido a la diversidad de tipo de suelo y altitudes la producción es realmente variada.

Los cultivos cumplen periodos cortos durante todo el año para consumo humano, además de pastos y forraje que sirve de alimento para ganado vacuno y ovino.

#### **- Producción pecuaria**

Mulalillo entre las especies mayores posee, ganado vacuno destinado a la producción de leche siendo el 10% para consumo familiar y un 90% para ser comercializado, esta leche es recogida por intermediarios mismos que entregan a las fábricas procesadoras de lácteos del Cantón Salcedo y demás.

La parroquia cuenta con aproximadamente 1150 vacas productoras de leche, con un promedio de producción de 5 lt diarios dando como resultado que en la parroquia produzcan aproximadamente 5750 litros/día.

En las zonas altas tiene su desarrollo el ganado ovino, donde se mantienen rebaños de esta especie en pastoreo controlado, sea familiar o comunitario. Tanto

el ganado vacuno, ovino como el porcino resultan fuentes de ingreso económico a las familias a través de su comercialización.

Además en la parroquia los habitantes se dedican a la cría de especies menores como cuyes, conejos y aves de corral, como fuente de alimento e ingreso económico para sus habitantes pues el consumo de su carne tiene gran demanda en el mercado local y nacional.

#### 6.1.4. Sistema ambiental.

##### - Clima

Mulalillo cuenta con un clima Mesotérmico seco con las siguientes características:

**Gráfico N. 34 Condiciones climáticas**

M0004		RUMIPAMBA-SALCEDO										INAMHI							
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación			
		ABSOLUTAS		M E D I A S		Mensual	Máxima día	Mínima día	Máxima día	Mínima día	Media			Mensual	Máxima en 24hrs		Máxima en día		
ENERO	133.6	22.9	3	6.7	11							20.1	10.1			14.1		98	9
FEBRERO	102.5	22.6	16	0.8	29	19.5	9.0	13.5	98	9	45	13	79	9.7	12.0	65.9	8.7	29	22
MARZO	134.2	25.1	24	0.9	16	20.3	9.5	14.0					78	9.9	12.2	29.1	11.9	24	11
ABRIL	120.1	23.6	30	4.0	28	21.3	9.1	14.2	100	7	39	14	77	9.9	12.2	69.7	13.6	12	22
MAYO	125.9	23.5	23	5.3	27	20.0	8.8	13.6	98	17	39	23	77	9.4	11.8	15.1	7.1	16	14
JUNIO	168.1	23.0	12	3.2	4	20.2	8.2	13.5	100	12	43	12	75	8.8	11.4	9.6	4.7	17	13
JULIO	176.0	23.4	12			19.8	7.7	13.2	99	26	38	12	73	8.0	10.8	6.5	1.6	18	11
AGOSTO	161.4	23.4	2			19.4	6.9	12.9	99	9	31	6	70	7.1	10.1	13.0	4.9	24	9
SEPTIEMBRE	149.3			1.1	17	19.5	6.8	12.8	99	4	35	16	74	7.8	10.7	20.5	9.9	20	10
OCTUBRE	128.4	24.5	22	4.5	28	21.0	9.3	14.6	98	1	41	11	75	9.8	12.1	70.5	14.9	23	15
NOVIEMBRE	139.3	24.8	11	4.8	17	21.3	9.1	14.5	99	5	40	16	76	9.9	12.2	70.5	12.6	11	16
DICIEMBRE	164.5	26.8	15	2.8	16	22.3	8.4	14.4	99	23	30	15	73	8.9	11.5	24.6	8.5	25	11
VALOR ANUAL	1703.3					20.4	8.6	13.8					75	9.1	11.6	497.1	24.6		

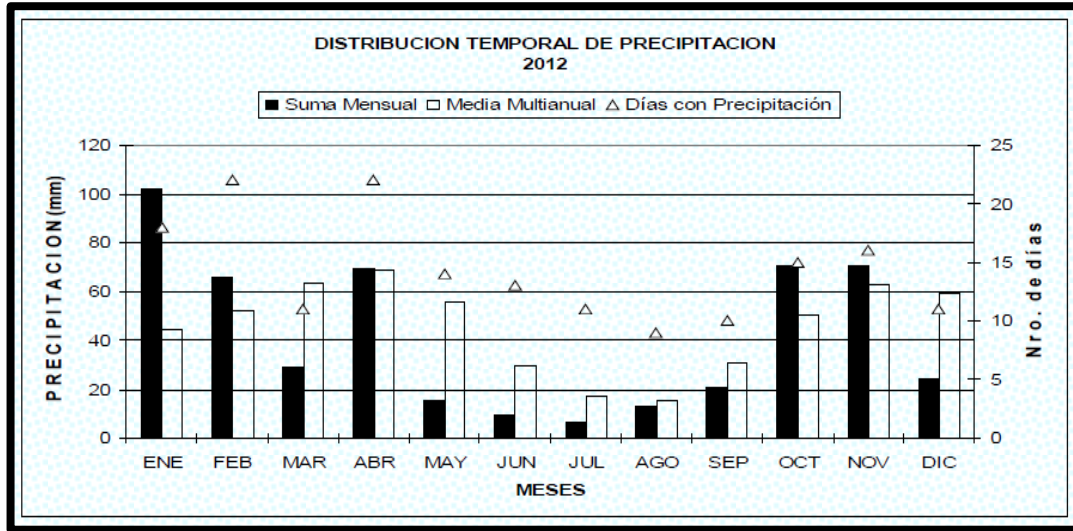
MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Vel. Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)					
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs día		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro OBS	DIR												
			(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%								
ENERO	104.4	4.8	2	6	1.8	11	2.5	2	2.0	1	3.0	18	2.9	30	1.0	1	0.0	0	2.3	4	32	93	8.0	S	3.4	
FEBRERO	82.3	4.9	29	7	3.0	2	1.0	6	0.0	0	3.3	17	3.1	29	2.0	1	2.0	1	1.7	3	40	87	6.0	S	3.4	
MARZO	118.3	7.6	25	6																						5.0
ABRIL	95.7	5.3	28	6	1.5	12	1.0	1	2.0	1	2.8	20	3.8	21	3.0	1	1.0	1	0.0	0	42	90	6.0	S	3.4	
MAYO	104.4	6.0	23	6	0.0	0	1.0	3	6.0	1	2.9	33	4.1	34	0.0	0	0.0	0	1.0	2	26	93	6.0	S	4.6	
JUNIO	111.3	6.9	5	5	1.3	3	0.0	0	4.7	3	2.7	40	5.3	33	0.0	0	0.0	0	0.0	0	20	90	20.0	S	5.2	
JULIO	116.0	5.9	13	5	0.0	0	0.0	0	0.0	0	3.3	26	4.2	45	0.0	0	0.0	0	0.0	0	29	93	7.0	SE	5.8	
AGOSTO	119.8	5.9	6	5	1.0	2	0.0	0	6.0	1	3.6	29	5.2	45	0.0	0	0.0	0	0.0	0	23	93	8.0	S	5.2	
SEPTIEMBRE	112.4	6.5	19	6	1.0	6	0.0	0	0.0	0	4.2	32	5.1	36	0.0	0	0.0	0	0.0	0	27	90	8.0	SE	4.9	
OCTUBRE	122.1	6.6	11	7	3.1	9	0.0	0	2.0	1	4.3	26	4.4	30	0.0	0	0.0	0	2.0	1	33	93	8.0	S	3.9	
NOVIEMBRE	113.5	5.4	27	6	3.1	11	2.0	3	3.3	3	4.0	27	4.1	20	0.0	0	8.0	1	0.0	0	34	90	8.0	SE	3.6	
DICIEMBRE	116.5	6.0	18	6	3.5	4	2.5	4	2.0	1	4.7	26	3.7	32	0.0	0	0.0	0	6.0	2	30	93	8.0	S	3.9	
VALOR ANUAL	1316.7	7.6		6																						4.0

Fuente: INAMHI, Anuario Meteorológico, 2012

**Humedad relativa:** Promedio anual 75%, reduciendo en los meses de agosto y septiembre, produciendo heladas dañando los cultivos, aumentando en los meses de enero y febrero, la humedad está estrechamente ligada con la precipitación y la altitud.

**Precipitación:** Se cuenta con una precipitación de 6,5 mm en el mes de julio y de 102,1 mm en el mes más húmedo que es enero, obteniendo un valor total anual aproximado de 497,1 mm debido a la época del año y variación climática.

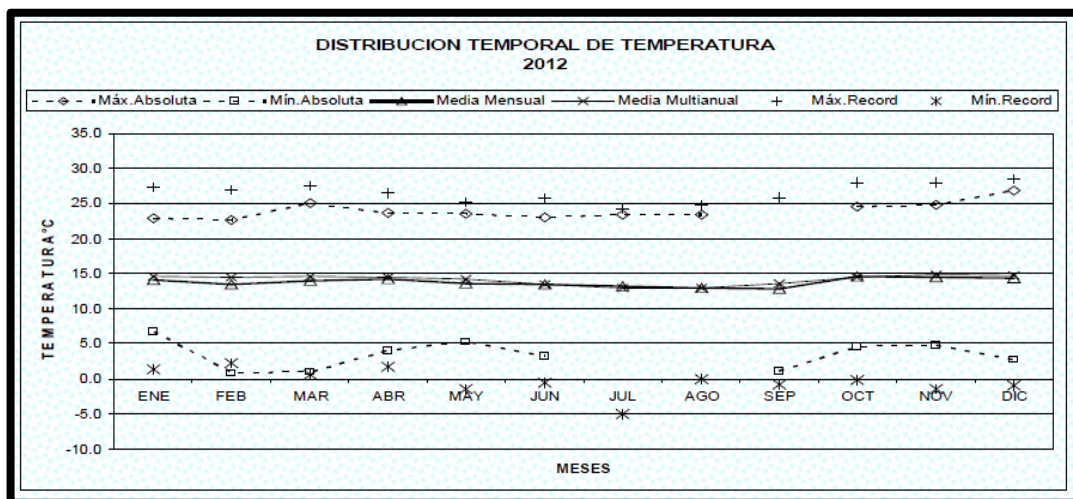
**Gráfico N. 35 Distribución temporal de precipitación**



Fuente: INAMHI, Anuario Meteorológico, 2012

**Temperatura:** Se estima temperaturas mínimas de hasta 6,8 °C en el mes de septiembre y máximas temperaturas en noviembre y diciembre de hasta 22,3 °C.

**Gráfico N. 36 Distribución temporal de temperatura**



Fuente: INAMHI, Anuario Meteorológico, 2012

#### - **Fisiografía.**

La parroquia Mulalillo presenta variadas geformas derivadas de la acción dinámica de fenómenos naturales y la acción antrópicas a través del tiempo que han actuado sobre el medio físico, expresados por la interacción de factores tectónicos, orogénicos, litológicos, procesos erosivos.

**Relieve:** Se destacan elevaciones montañosas que corresponden a las estribaciones de la Cordillera Occidental de la cordillera de los Andes. La pendiente oscila de 5 a 15% en zonas bajas y 25 a 35 %, en zonas altas lo que demuestra un grado de inclinación considerable.

**Elevación:** La parroquia se encuentra a una altitud de 2740 msnm en su depresión más notable, debido a que la población se encuentra dispersa ha sido necesario clasificar según la ubicación en zona alta y baja.

Correspondiendo al centro de la parroquia una altitud de 2835 msnm, la zona baja desde 2740 a los 3000 msnm y la zona alta en los páramos andinos la altitud desde 3001 a 4080 msnm.

**Paisaje:** La parroquia presenta un paisaje campestre debido a su actividad agrícola con gran extensión de cultivos en la zona baja, mientras que en la zona alta encontramos pajonales y zonas de almohadillas propios de ecosistemas páramos.

#### - **Hidrografía**

El agua de consumo humano no es potabilizada y proviene del páramo alto de Cusubamba mediante escurrimiento, el agua de riego proviene de la cuenca del Rio Nagsiche que nace se las vertientes de los páramos.

**Nivel Freático:** Varía de acuerdo a la precipitación, evapotranspiración y a la cantidad de agua infiltrada a través del suelo, en la parroquia este nivel freático es profundo.

#### - **Suelo**

Posee capa superficial húmifera poco profunda entre 10 a 50 cm y con poca materia orgánica, en zonas altas puede llegar hasta 3m.

Mulalillo tiene un suelo fino, correspondiente a areno arcilloso de color negro con una permeabilidad moderada permitiendo buen desarrollo de las raíces y gran resistencia a la erosión en la zona alta. El suelo de zonas bajas corresponde a los limos arenosos apropiada para los cultivos.

- **Sistema de movilidad**

- **Vialidad**

La red vial principal que une Cusubamba, Mulalillo, Panzaleo y hasta Salcedo cuenta con una capa de rodadura asfáltica generalmente en buenas condiciones a pesar de que es necesario realizar mantenimiento y limpieza de cunetas.

Existen redes viales de tierra y empedrado especialmente en sentido Oriente – Occidente que debido a la pendiente no todas son carrozables dificultando el tránsito por ellas.

Las condiciones de estas vías son regulares y malas debido a los ensanchamientos, pendientes del terreno, mal sistema de drenaje empeorando cuando los habitantes encaminan el agua de riego por las vías.

La mayoría de vías empedradas poseen anchos que varían entre 3 y 7 m su mal estado se debe principalmente a la falta de mantenimiento, deslizamiento de piedras en pendientes, mal drenaje.

- **Transporte**

Los habitantes cuentan con una compañía de buses que brindan sus servicios a nivel interparroquial cumplen el recorrido de Salcedo – Mulalillo – Cusubamba y viceversa durante todo el día.

A nivel parroquial los habitantes se movilizan en las diversas cooperativas de camionetas a los distintos centros educativos, centros de asistencia social o de



salud, servicio de seguridad policial y al centro de la parroquia para realizar las diferentes actividades diarias.

En menor cantidad se movilizan en vehículos particulares y motos a los diferentes sitios de trabajo.

## **6.2. Antecedentes de la propuesta**

El mejoramiento de las vías de la parroquia constituye un factor realmente importante en el desarrollo de la misma y en la calidad de vida de los habitantes.

La mayor parte de habitantes se dedican a la producción agrícola y ganadera por lo que es imprescindible la movilización hacia los mercados y centros de abasto.

La vía de ingreso a las comunidades Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, ha ido experimentando un proceso de desgaste lento especialmente en la superficie de rodadura, este deterioro se produce en proporción al número de vehículos entre pesados y livianos que hacen uso de la vía, a pesar de que también influye el clima, el agua de las lluvias, aguas superficiales como el de regadío.

## **6.3. Justificación**

Con el diseño de la estructura del pavimento y el mejoramiento del diseño geométrico se proporcionará a los usuarios una superficie de circulación cómoda, segura, estable, eficiente, económica, promoviendo el desarrollo humano, la integración social y económica de la población rural, fortaleciendo el mercado interno.

Se disminuirá el tiempo de recorrido, aumentará el acceso a servicios públicos, educación y salud, incrementarán considerablemente los ingresos rurales y de la población cercana a la vía mejorada, generará empleo durante la construcción y mantenimiento vial, crecerán los ahorros en los costos de operación y mantenimiento de los vehículos.

Al diseñar una infraestructura vial adecuada se reducirá el desgaste y debilitamiento de la capa de rodadura y del resto de la estructura, también es

importante aplicar ciertas medidas de conservación de la superficie de rodadura, control de la vegetación y obras de drenaje, además de los dispositivos de señalización para aumentar la vida útil de la vía.

Con la ejecución del proyecto vial y mantenimiento rutinario se generará empleo tanto para hombres como para mujeres del sector.

## **6.4. Objetivos**

### **6.4.1. General**

- Realizar el diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

### **6.4.2. Específicos**

- Realizar el diseño geométrico de la vía.
- Realizar el diseño de la estructura del pavimento.
- Elaborar un presupuesto referencial.
- Elaborar un cronograma de actividades.

## **6.5. Análisis de factibilidad**

### **- Factibilidad técnica**

Se realizan estudios ordenados a partir de visitas al área del proyecto de modo de conocer la situación actual y el problema a resolver, se revisa la información primaria y secundaria disponible.

Se requiere realizar todos los estudios necesarios cumpliendo con las normas, cálculos adecuados y diseño correspondiente, contando con memoria descriptiva, volúmenes de obra, costos y presupuesto, para ser evaluado y luego ejecutado.

- **Factibilidad económica**

La situación económica de la población afecta de forma importante en la intervención del estado actual de la vía en estudio para el mejoramiento de la misma, aumentando el desarrollo económico y mejorando la calidad de vida, en base a la comercialización de productos agrícolas y turísticos.

- **Factibilidad social**

Debido a que la población constantemente crece y las necesidades aumentan es necesario contar con un buen sistema vial acorde con las exigencias de los usuarios, para continuar con el desarrollo social.

- **Factibilidad legal**

La administración de las vías por parte de las autoridades en especial por gestión del presidente de la junta parroquial de Mulalillo por medio del presupuesto designado por el estado para la ejecución de obras viales, busca el bienestar de sus habitantes con la ejecución de obras que permitan mejorar la calidad de vida del sector.

- **Factibilidad ambiental**

La ejecución del proyecto vial no afectará significativamente las condiciones ambientales de la zona no tendrá repercusión en la salud de los moradores ni en la pérdida de especies, fauna y flora en peligro de extinción.

## **6.6. Fundamentación**

- **Diseño geométrico**

Consiste en situar el trazado de una vía en el terreno de acuerdo a ciertas condiciones como la topografía, calidad del suelo, condiciones climáticas y factores sociales. Un dato muy importante para el diseño es la velocidad del proyecto máxima para circular con comodidad y seguridad y está en función del tráfico que podrá soportar la vía.

La geometría de una vía queda fijada mediante tres planos.

**Planta** donde se fijan las alineaciones horizontales; recta y curva

**Perfil longitudinal** donde se fijan las alineaciones verticales; convexas y cóncavas.

**Perfil transversal** donde se fijan los peraltes, bombeo y la inclinación transversal de la rasante.

El diseño geométrico de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, se realizó utilizando como soporte técnico el software AUTO CAD CIVIL 3D.

#### - **Diseño de la estructura del pavimento**

Consiste en el dimensionamiento de la estructura del pavimento, además de establecer las características de los materiales para las distintas capas, de tal forma que sea capaz de soportar las cargas producidas por el tráfico durante la vida de servicio estimada.

Generalmente se conocen dos tipos de pavimentos:

**Pavimentos rígidos.-** Se constituye principalmente de una capa de concreto hidráulico con alto nivel de elasticidad y resistencia a esfuerzos mecánicos, que transmite esfuerzos a las capas inferiores de materiales seleccionados, aglomerantes, áreas y material granular, que actúan como sistema de drenaje.

**Pavimentos flexibles.-** Se caracterizan por estar conformados principalmente de una capa asfáltica proporcionando una superficie segura, cómoda, estable e impermeable, que se apoya en otras capas inferiores como la base que recibe los esfuerzos y transmite de forma adecuada a la subbase cuyos materiales son accesibles y económicos.

El diseño de la estructura del pavimento se realizará aplicando el método AASHTO – 93.

## **6.7. Metodología Modelo operativo**

### **6.7.1. Diseño geométrico**

Se entiende por diseño geométrico al proceso de correlacionar sus elementos físicos tales como los alineamientos, pendientes, distancia de visibilidad, peralte, anchos de carril, con las características de operación de los vehículos, facilidades de frenado, aceleración en condiciones de seguridad.

#### **6.7.1.1. Diseño horizontal**

Es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la vía.

##### **a) Velocidad de diseño**

Para la vía en estudio de IV orden, topografía montañosa y Tráfico proyectado de 234 vehículos, de acuerdo al cuadro N. 6\_ de la velocidad de diseño, se presentan dos valores de la velocidad.

Valor recomendado = 50 Km/h

Valor absoluto = 25 Km/h

Velocidad de diseño adoptado de acuerdo al tráfico proyectado y la topografía montañosa es **Vd = 50 Km / h**

##### **b) Velocidad de circulación**

Para TPDA menor a 1000 vehículos se aplica la siguiente fórmula.

$$\mathbf{Vc = 0,8 Vd + 6,5}$$

$$Vc = 0,8 (50) + 6,5$$

$$Vc = 46,5 \text{ Km/ h}$$

$$\mathbf{Vc = 47,0 \text{ Km/h}}$$

Para bajos volúmenes de tránsito, se considera la velocidad de circulación de 46 Km/h, como lo recomienda la Norma MOP 2003 en el Cuadro N. 7, este valor constituye un factor importante para ciertos elementos del diseño como el peralte, las curvas en intersecciones y los carriles de cambio de velocidad.

**c) Distancia de visibilidad**

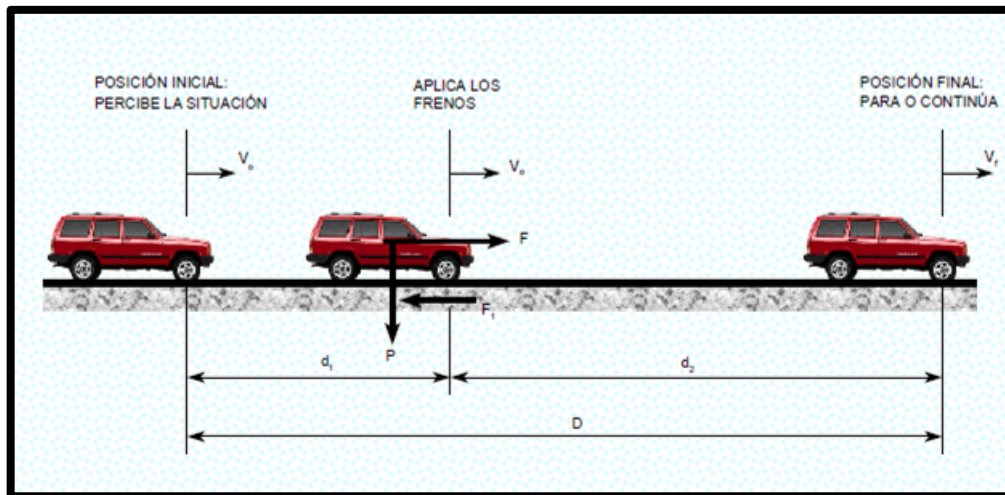
Es realmente importante en la seguridad y eficiencia de la operación de los vehículos en la vía.

La distancia de visibilidad cuenta de dos aspectos:

- *Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo*

Es la distancia mínima necesaria para que el conductor al ver un objeto en la trayectoria pueda detener el vehículo antes de llegar a él.

**Gráfico N. 37 Distancia de visibilidad de parada.**



Fuente: Manual centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales, SIECA, 2da Edición, 2004

Para determinar la distancia de visibilidad de parada se aplicarán las siguientes ecuaciones.

$$dvp = d_1 + d_2$$

$$d1 = \frac{t}{3,6} Vc$$

$$d2 = \frac{Vc^2}{254 f}$$

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

**Donde:**

**dvp** = distancia de visibilidad de parada

**d<sub>1</sub>** = distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto en la trayectoria más reacción

**d<sub>2</sub>** = distancia recorrida para detener el vehículo después de haber accionado los frenos

**t** = tiempo de percepción más reacción en seg. (2,5)

**f** = coeficiente de fricción longitudinal

**Vc** = velocidad de circulación

$$d1 = \frac{2,5}{3,6} \times 46$$

$$\underline{\underline{d1 = 31,94 m}}$$

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

$$f = \frac{1,15}{46^{0,3}}$$

$$\underline{\underline{f = 0,365}}$$

$$d2 = \frac{Vc^2}{254 f}$$

$$d2 = \frac{46^2}{254 \times 0,365}$$

$$d2 = 22,82 \text{ m}$$

$$dvp = d1 + d2$$

$$dvp = 31,94 + 22,82$$

$$dvp = 54,76 \text{ m}$$

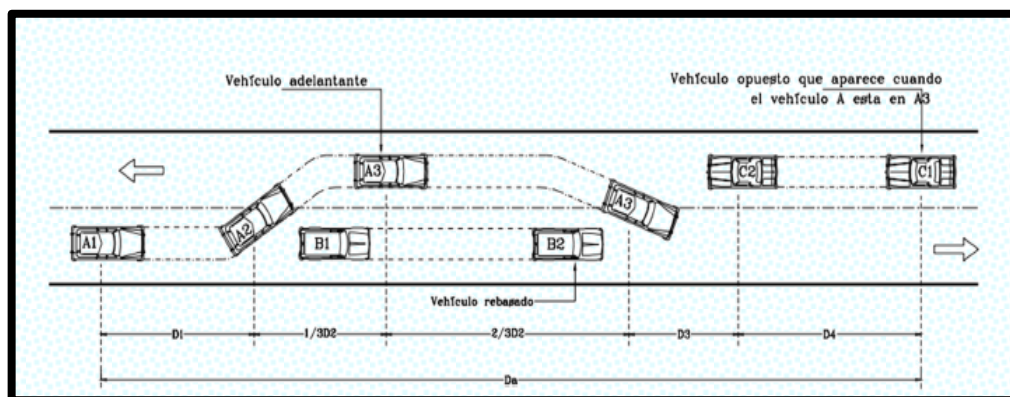
$$dvp = 55 \text{ m}$$

Distancia de visibilidad de parada recomendada por el MOP 2003 en el cuadro N. 8 es  $dvp = 55 \text{ m}$

– *Distancia de rebasamiento*

Mínima distancia de visibilidad requerida por el conductor de un vehículo para adelantar a otro vehículo que, a menor velocidad relativa, circula en su mismo carril y dirección, en condiciones de seguridad y comodidad, invadiendo el carril contrario pero sin afectar la velocidad del otro vehículo que se acerca, e inmediatamente puede regresar a su carril.

**Gráfico N. 38 Proceso de adelantamiento**



Fuente: Diseño geométrico de carreteras, James Cárdenas Grisales



Para determinar la distancia de visibilidad de rebasamiento se aplicará la siguiente ecuación

Para ( $30 < Vd < 100$ )

$$dr = 9,54 Vd - 218$$

**Donde:**

**dr** = Distancia de visibilidad para rebasamiento.

**Vd** = Velocidad promedio del vehículo rebasante.

$$dr = 9,54 Vd - 218$$

$$dr = 9,54 ( 59 ) - 218$$

$$dr = 345 \text{ m}$$

Distancia de visibilidad de rebasamiento recomendado por el MOP 2003 en el cuadro N. 9 que se asumirá por ser camino vecinal es **dr = 210 m**

**d) Peralte**

Se determina con la siguiente ecuación.

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

Donde :

e= peralte de la curva (m / m)

Vd = velocidad de diseño (Km / h)

R= radio de la curva (m)

f= máximo coeficiente de fricción lateral.

$$e = \frac{50^2}{127 * 75} - 0,19$$

$$e = 0,0725$$

Debido a la velocidad y condiciones topográficas el peralte máximo será:

$$e_{\text{máx}} = 8\% \rightarrow 0,08$$

- *Desarrollo del peralte*

En la sección transversal, al pasar de un estado de sección normal a un estado de sección completamente peraltada.

El método utilizado para el desarrollo del peralte en este caso es para terreno montañoso;

Haciendo girar la calzada alrededor de su eje.

**Sobreelevación que produce el peralte.**

$$*h = e \times b$$

Donde:

\***h** = sobreelevación (m)

**e** = Peralte (%)

**b** = Ancho de la calzada (m)

$$*h = e \times b$$

$$*h = 0,08 \times 6,00$$

$$*h = 0,48 \text{ m}$$

La norma MOP 2003, recomienda el valor de la gradiente longitudinal necesaria  $i = 0,65\%$  para el desarrollo del peralte a una velocidad de 50Km/h.

- *Longitud de transición*

Este valor mínimo absoluto puede utilizarse para caminos con relieve montañoso difícil.

$$L_{\text{mín}} = 0,56 Vd$$

$$L_{\text{mín}} = 0,56 (50)$$

$$L_{\text{mín}} = 28 \text{ km/h}$$

e) **Radio mínimo de curvatura ( R mín.)**

El radio mínimo que permite la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño, se determina con la siguiente fórmula.

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127 ( e \text{ máx} + f \text{ máx} )}$$

**Donde:**

**V** = velocidad específica ( Km/h)

**emáx** = peralte máximo asociado a la velocidad; 8%

**fmáx** = coeficiente de fricción lateral máximo, asociado a la velocidad; 0,19

$$R_{\text{mín}} = \frac{50^2}{127 ( 0,08 + 0,19 )}$$

$$R_{\text{mín}} = 72,91 \text{ m}$$

$$\mathbf{R_{\text{mín}} = 75 \text{ m}}$$

El radio mínimo recomendado en la Norma de diseño geométrico del MOP. 2003 en el cuadro N. 12 es  $R_{\text{mín}} = 75 \text{ m}$ , pero de acuerdo a ciertas excepciones propias de la Norma se utilizará un radio mínimo de 15m siempre y cuando se trate de aprovechar la infraestructura existente y relieves difíciles.

f) **Tangentes**

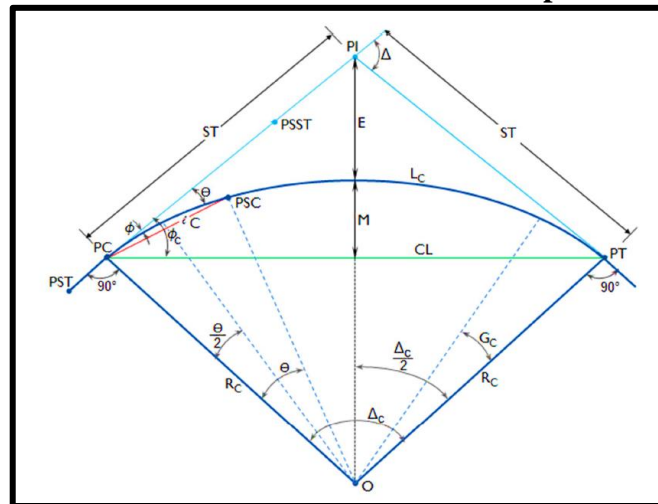
Las tangentes van unidas entre sí por curvas, es decir la distancia que existe entre el fin de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia.

La máxima longitud está condicionada por la seguridad de la vía, ya que largas longitudes son causa de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor, mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino por mucho tiempo o el encandilamiento en la noche.

**g) Curvas circulares**

Son los arcos de círculo empleados para unir dos tangentes consecutivas

**Gráfico N. 39 Curva circular simple**



Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras

Cálculo de la curva circular N. 22 radio 290 m

- *Grado de curvatura*

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

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

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

$$G_c = \frac{1145,92}{290}$$

$$G_c = 3,9514 \Rightarrow 3^{\circ}57'5''$$

- **Radio de curvatura**

$$R_c = \frac{1145,92}{G_c}$$

$$R_c = \frac{1145,92}{3,95}$$

$$R_c = 290 \text{ m}$$

- **Ángulo central**

$$\Delta = \alpha = 12^\circ 11'18''$$

- **Tangente de curva**

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

$$ST = 290 * \tan\left(\frac{12^\circ 11'18''}{2}\right)$$

$$ST = 30,96 \text{ m}$$

- **Longitud de la curva**

$$\frac{l_c}{2\pi R} = \frac{\alpha}{360}$$

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

$$l_c = \frac{3,1416 * 290 * 12^\circ 11'18''}{180}$$

$$l_c = 61,69 \text{ m}$$

- **Longitud de la cuerda**

$$CL = 2 * R * \text{sen}\frac{\alpha}{2}$$

$$CL = 2 * 290 * \text{sen} \frac{12^\circ 11'18''}{2}$$

$$CL = 61,57 \text{ m}$$

- **External**

$$E = T * \tan \left( \frac{\alpha}{4} \right)$$

$$E = 30,96 * \tan \left( \frac{12^\circ 11'18''}{4} \right)$$

$$E = 1,65 \text{ m}$$

- **Flecha u ordenada media**

$$M = R - R * \cos \left( \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$M = 290 - 290 * \cos \left( \frac{12^\circ 11'18''}{2} \right)$$

$$M = 1,64 \text{ m}$$

- **Deflexión en un punto cualquiera de la curva**

$$\theta = \frac{Gc * 30}{20}$$

$$\theta = \frac{3^\circ 57'5'' * 30}{20}$$

$$\theta = 5^\circ 55'38''$$

- **Cuerda**

$$C = 2 * R * \text{sen} \frac{\theta}{2}$$

$$C = 2 * 290 * \text{sen} \frac{5^\circ 55'38''}{2}$$

$$C = 30 \text{ m}$$

- *Abscisado*

$$Pc = 3+884, 81 \text{ m}$$

$$PI = PC + T$$

$$PI = 3884, 81 + 30, 96$$

$$PI = 3 + 915, 77 \text{ m}$$

$$PT = PC + lc$$

$$PT = 3884, 81 + 61, 69$$

$$PT = 3 + 946, 50 \text{ m}$$

#### **6.7.1.2. Diseño Vertical**

##### **a) Gradientes**

- *Gradientes medias máximas*

Debido a la topografía montañosa con la que cuenta la vía en estudio de IV clase, se recomienda utilizar una pendiente máxima del 8% al 14%

El proyecto cuenta con la gradiente máxima de 13, 84% en una longitud aproximada de 150 m es decir no tiene mayor influencia.

- *Gradiente mínima*

La gradiente longitudinal mínima del proyecto es: 0,84 %

$$0,84 \% > 0,5 \%$$

##### **b) Curvas verticales**

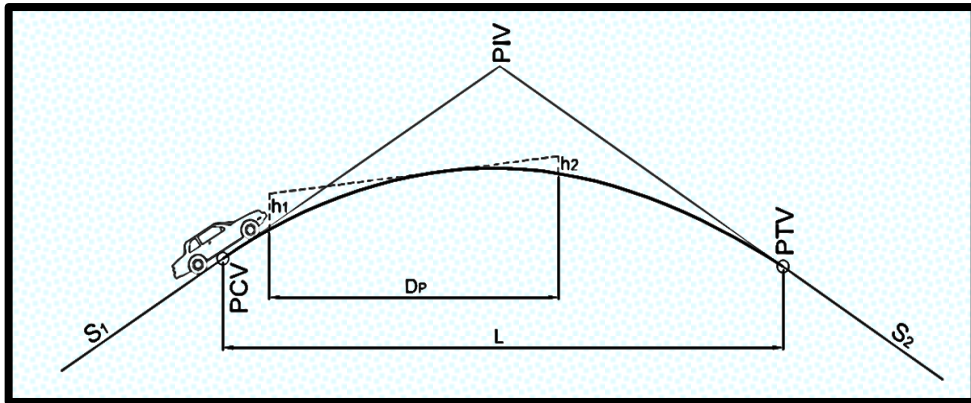
Aquel elemento de diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes consecutivas.

Existen dos tipos de curvas verticales

- *Curva vertical convexa*

En este tipo de curva el factor dominante es la distancia de visibilidad que debe proveerse a los conductores.

**Gráfico N. 40 Curva vertical convexa**

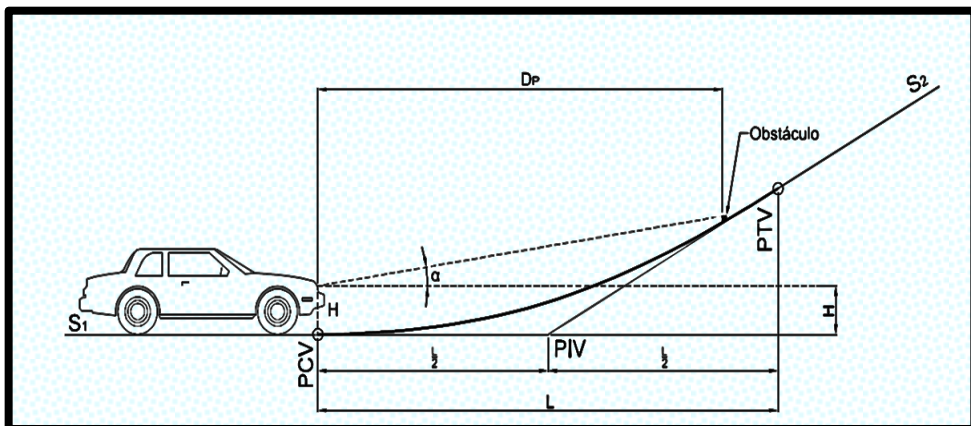


Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras

- *Curva vertical cóncava*

En estas curvas el factor importante es la distancia iluminada por los faros de los vehículos para la circulación nocturna.

**Gráfico N. 41 Curva vertical cóncava**



Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras



Cálculo de la curva vertical simétrica N. 2

$$PCV = 0 + 233,54$$

$$PTV = 0 + 285,75$$

– *Longitud de la curva*

$$L = PTV - PCV$$

$$L = 285,75 - 233,54$$

$$L = 52,21 \text{ m}$$

En las curvas simétricas

$$L1 \text{ y } L2 = L/2$$

$$L1 \text{ y } L2 = 52,21 / 2$$

$$L1 \text{ y } L2 = 26,11 \text{ m}$$

– *Cálculo del punto de intersección de la curva PIV*

$$PIV = PCV + L1$$

$$PIV = 233,54 + 26,11$$

$$PIV = 259,65 \text{ m}$$

$$PIV = 0 + 259,65 \text{ m}$$

– *Gradientes S1 y S2*

$$PTV = 3283,03 \text{ m}$$

$$PCV = 3282,38 \text{ m}$$

$$PIV = 3283,25 \text{ m}$$

$$L1 \text{ y } L2 = 26,11 \text{ m}$$

- Gradiente **S1** de entrada

$$S1 = \frac{PIV - PCV}{L1} * 100\%$$

$$S1 = \frac{3283,25 - 3282,38}{26,11} * 100\%$$

$$S1 = 3,33 \%$$

- Gradiente **S2** de salida

$$S2 = \frac{PTV - PIV}{L1} * 100\%$$

$$S2 = \frac{3283,03 - 3283,25}{26,11} * 100\%$$

$$S2 = -0,84 \%$$

Ya que S1 es positivo y S2 es negativo se trata de una curva vertical convexa.

- *Diferencia algebraica de las gradientes A*

$$A = S1 - S2$$

$$A = 3,33 \% - (-0,84)$$

$$A = 4,17 \%$$

- *Coefficiente angular de la curva vertical*

$$K = \frac{Lc}{A}$$

$$K = \frac{52,21}{4,17}$$

$$K = 12,52$$

12,52 > 7 Mín.

– *Longitud mínima de la curva vertical*

$$L_{\text{mín}} = 0,60 V_d$$

$$L_{\text{mín}} = 0,60 (50 \text{ Km /h})$$

$$L_{\text{mín}} = 30 \text{ m}$$

$$L_c > L_{\text{mín}}$$

$$52,21 > 30$$

### 6.7.2. Sección transversal

La sección transversal típica para una vía depende exclusivamente del volumen de tráfico, del terreno, de la velocidad de diseño además del beneficio y seguridad de los usuarios, también del costo de mantenimiento.

#### Calzada

Parte de la vía destinada a la circulación de los vehículos dividida en carriles.

**Cuadro N. 23 Anchos de la calzada**

Clase de vía		Ancho de la calzada ( m)	
Orden	TPDA*	Recomendable	Absoluto
R-I o R – II	>8000	7,30	7,30
I	3000 a 8000	7,30	7,30
II	1000 a 3000	7,30	6,50
III	300 a 1000	6,70	6,00
IV	100 a 300	6,00	6,00
V	< 100	4,00	4,00

**Fuente:**

En este caso para la vía de IV orden y tráfico proyectado 234 le corresponde un ancho de la calzada recomendable de 6, 00 m.

### 6.7.3. Diseño de la estructura del pavimento

## Método AASHTO 93 para pavimentos flexibles

El diseño está basado primordialmente en identificar o encontrar un “Número estructural SN” para el pavimento flexible que pueda soportar el nivel de carga solicitado.

### Ecuación General AASHTO 93

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R * S_O + \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 * \log_{10}(M_R) - 8,07$$

$(W_{18})$  = Número de ejes equivalentes

$Z_R$  = desviación estándar normal

$S_O$  = Desviación estándar global

$SN$  = Número estructural

$\Delta PSI$  = Cambio en la servicialidad

$(M_R)$  = Módulo de resiliencia

### 6.7.3.1. Tránsito en ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño seleccionado 8.2 Ton (W18).

- *Factores de daño según el tipo de vehículo*

**Cuadro N. 24 Factores de daño por tipo de vehículo**

TIPO	SIMPLE	SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DE DAÑO	
	Tons	$(P/6,6)^4$	Tons	$(P/8,2)^4$	Tons	$(P/15)^4$	Tons		$(P/23)^4$
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	2,07			2,75
C-4	6	0,68					25	1,40	2,08
C-5	6	0,68			18	4,30			4,98
C-6	6	0,68			18	2,07	25	1,40	4,15

Fuente: Especificaciones Técnicas del MOP, 2002

Para el cálculo del tránsito, se contemplan los ejes equivalentes sencillos de 18,000lb (8.2 ton) acumulados durante el periodo de diseño.

**Cuadro N. 25 Periodos de diseño según el tipo de carretera**

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

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

– ***Factor de distribución por dirección***

Es el factor del total del flujo vehicular censado, en la mayoría de los casos este valor es 0.5 ya que la mitad de los vehículos va en una dirección y la otra mitad en la otra dirección.

**Cuadro N. 26 Factores de distribución por dirección**

Número de carriles en ambas direcciones	Dd
2	50 %
4	45 %
6 o más	40%

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

– ***Factor de distribución por carril***

Se define carril de diseño aquel que recibe el mayor número de ejes, para una vía de dos carriles cualquiera de los dos carriles puede ser de diseño.

**Cuadro N. 27 Factores de distribución por carril**

Número de carriles en una sola dirección	Dc
1	1,00
2	0,80 – 1,00
3	0,60 – 0,80
4	0,50 – 0,75

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

El número acumulado de ejes de carga equivalente al final del periodo de diseño calculado por carril, se obtendrá con las siguientes ecuaciones:

$$W_{18Acumulado} = TPDA_{FINAL} * FD * 365$$

$$W_{18carril\ de\ diseño} = W_{18Acumulado} * Dd * Dc$$

**Donde:**

**W18** = Número acumulado de ejes equivalentes solo pesados

**FD** = Factor de daño

**Dd** = Factor de distribución direccional

**Dc** = Factor de distribución por carril

### Cálculo típico:

*Vehículos pesados*

**Último año de diseño = 20 Años**

$$W_{18Acumulado} = TPDA_{FINAL} * FD * 365$$

$$W_{18\ parcial} = ((C-2P * 1,29) + (C-2G * 3,92)) * 365$$

$$W_{18\ parcial} = ((23*1,29) + (12 * 3,92)) * 365$$

$$\underline{W_{18parcial} = 27999}$$

$$W_{18Acumulado} = \Sigma W_{18\ hasta\ el\ año\ de\ diseño} + W_{18parcial}$$

$$W_{18Acumulado} = 491671 + 27999$$

$$\underline{W_{18Acumulado} = 519670}$$

$$W_{18carril\ de\ diseño} = W_{18Acumulado} * Dd * Dc$$

$$W_{18Carril\ de\ diseño} = 519670 * 0,5 * 1$$

$$W_{18Carril\ de\ diseño} = 2,60E+05$$

**Tabla N. 27 Ejes equivalentes a 8.2 Toneladas (W18)**

AÑO	%CRECIMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO				CAMIONES			W18 ACUMULADO	W18 CARRIL DE DISEÑO
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TPDA TOTAL	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	C-2P	C-2G	C-3		
2015	3,97%	1,97%	1,94%	131	105	0	26	17	9	0	20882	1,04E+04
2016	3,97%	1,97%	1,94%	135	109	0	26	17	9	0	41764	2,09E+04
2017	3,97%	1,97%	1,94%	141	114	0	27	18	9	0	63117	3,16E+04
2018	3,97%	1,97%	1,94%	146	118	0	28	18	10	0	85900	4,30E+04
2019	3,97%	1,97%	1,94%	151	123	0	28	18	10	0	108683	5,43E+04
2020	3,97%	1,97%	1,94%	157	128	0	29	19	10	0	131937	6,60E+04
2021	3,57%	1,78%	1,74%	159	130	0	29	19	10	0	155191	7,76E+04
2022	3,57%	1,78%	1,74%	163	134	0	29	19	10	0	178445	8,92E+04
2023	3,57%	1,78%	1,74%	169	139	0	30	20	10	0	202170	1,01E+05
2024	3,57%	1,78%	1,74%	175	144	0	31	20	11	0	227326	1,14E+05
2025	3,57%	1,78%	1,74%	180	149	0	31	20	11	0	252482	1,26E+05
2026	3,25%	1,62%	1,58%	180	149	0	31	20	11	0	277638	1,39E+05
2027	3,25%	1,62%	1,58%	186	154	0	32	21	11	0	303265	1,52E+05
2028	3,25%	1,62%	1,58%	191	159	0	32	21	11	0	328892	1,64E+05
2029	3,25%	1,62%	1,58%	196	164	0	32	21	11	0	354519	1,77E+05
2030	3,25%	1,62%	1,58%	203	170	0	33	22	11	0	380617	1,90E+05
2031	3,25%	1,62%	1,58%	209	175	0	34	22	12	0	408145	2,04E+05
2032	3,25%	1,62%	1,58%	215	181	0	34	22	12	0	435673	2,18E+05
2033	3,25%	1,62%	1,58%	222	187	0	35	23	12	0	463672	2,32E+05
2034	3,25%	1,62%	1,58%	228	193	0	35	23	12	0	491671	2,46E+05
2035	3,25%	1,62%	1,58%	234	199	0	35	23	12	0	519670	2,60E+05

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

### 6.7.3.2. Variables iniciales

#### a) Nivel de confiabilidad "R"

Se define como la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real igual o menor que el previsto durante la vida de diseño adoptada.

**Cuadro N. 28 Valores del nivel de confianza "R"**

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIABILIDAD, R, RECOMENDADO	
	URBANA (%)	RURAL (%)
Interestatales y vías rápidas	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterias principales	80 - 90	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales, vecinales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimento AASHTO 1993

En este caso se tomará un nivel de confiabilidad "R" igual al 70%, ya que la vía es de cuarto orden es decir la circulación vehicular es local rural.

#### b) Desviación Estándar Normal (Zr)

El tránsito que puede soportar un pavimento a lo largo de un determinado periodo de diseño sigue una ley de distribución normal, entonces el valor Zr está asociado a un nivel de confiabilidad.

**Cuadro N. 29 Desviación Estándar Normal "Zr"**

Confiabilidad, R %	Desviación Estándar Normal, Zr.
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,34
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993



*c) Desviación estándar global “So”*

La confiabilidad de los datos de entrada y de las ecuaciones de diseño debe ser corregida, para lo cual se considera un factor de corrección que evalúa los datos dispersos que configuran la curva de comportamiento del pavimento.

La norma AASHTO sugiere los siguientes valores para el pavimento flexible:

$$0,40 < So < 0,50$$

Para caminos vecinales es valor recomendado tomado es **So = 0,45**

*d) Índice de serviciabilidad*

Serviciabilidad es la condición de un pavimento para proveer un manejo seguro y confortable a los usuarios en un determinado momento.

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

**PSI inicial**, es necesario considerar los métodos de construcción, ya que de esto depende la calidad del pavimento.

- Pavimento Rígido = 4,5
- Pavimento Flexible = **4,2**

**PSI final**, es el valor más bajo que puede ser admitido antes de que sea necesario efectuar una rehabilitación.

- Caminos principales = 2,5 – 3
- Caminos secundarios = **2**

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

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

$$\Delta PSI = 2,2$$

*e) Módulo de resiliencia Mr. (Característica de la subrasante )*

La subrasante es el suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural, para determinar las propiedades de la subrasante se realizaron ensayos estáticos como; CBR y compresión simple que luego fueron sustituidos por ensayos dinámicos como; módulo de resiliencia, para representar de mejor manera lo que sucede bajo el pavimento frente a tensiones y deformaciones.

En el Ecuador no se dispone de equipos para determinar el Módulo de resiliencia por lo que se utilizará la correlación con el CBR, propuesta por la AASHTO.

$$\mathbf{Mr (psi) = 1500 * CBR \quad \text{para CBR} < 10\% \text{ (sugerida por AASHTO)}}$$

$$\mathbf{Mr (psi) = 3000 * CBR^{0.65} \text{ para CBR entre } 7,2\% \text{ y } 20\% \text{ (Sudáfrica)}}$$

$$\mathbf{Mr (psi) = 4326 * \ln CBR + 241 \text{ para suelos granulares}}$$

Al realizar el ensayo de suelos se obtuvo un **CBR = 11,20%**, por lo que se aplicará la siguiente ecuación para determinar Mr.

$$\mathbf{Mr (psi) = 3000 * CBR^{0.65}}$$

$$\mathbf{Mr (psi) = 3000 * (11, 2)^{0.65}}$$

$$\mathbf{\underline{Mr (psi) = 14424, 91psi}}$$

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

Para el diseño del pavimento flexible es indispensable determinar el espesor de la estructura basado en el nivel de tránsito como en las propiedades de los materiales de cada capa.

La fórmula general que relaciona al número estructural (SN) con los espesores de cada capa del pavimento flexible es la siguiente:

$$\mathbf{SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3}$$

Gráfico N. 42 Estructura esquemática para pavimento flexible



Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = Coeficientes estructurales de la carpeta, base y subbase.

$D_1, D_2, D_3$  = Espesor de la carpeta, base, subbase respectivamente.

$m_2, m_3$  = Coeficientes de drenaje para la base y subbase.

#### 6.7.3.3.1. Coeficientes estructurales

##### a) Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica ( $a_1$ )

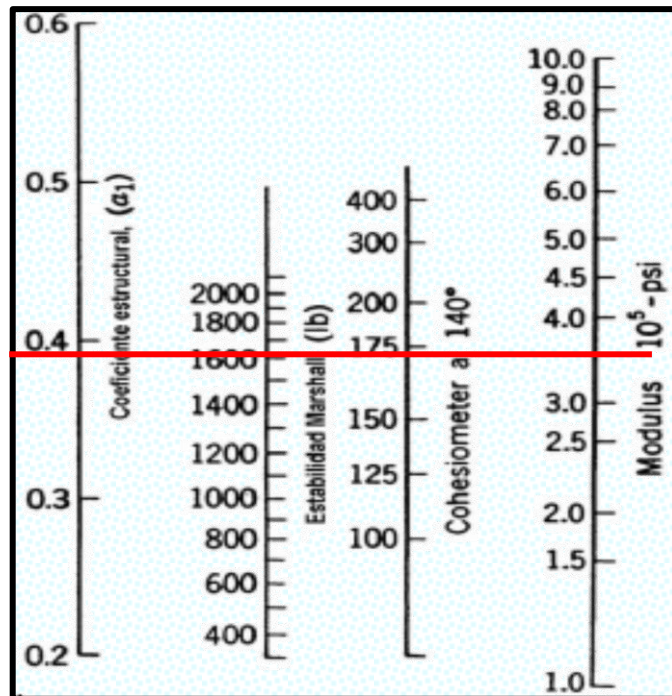
Al no disponer el valor del Módulo de Elasticidad en psi de la mezcla asfáltica se empleará el siguiente gráfico a partir de la estabilidad Marshall mínima 1800 libras para tráfico pesado establecido en el cuadro N. 21 que corresponde a las Especificaciones Generales para Caminos y Puentes del MOP 2002.

**Cuadro N. 30 Módulos de la carpeta asfáltica  $a_1$**

MÓDULOS ELÁSTICOS		VALORES DE $a_1$
Psi	Mpa	
300000	2100	0,3600
325000	2275	0,3750
350000	2450	0,3850
375000	2625	0,4050
400000	2800	0,4200
425000	2975	0,4350
450000	3150	0,4400

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993

Gráfico N. 43 Monograma para estimar el coeficiente estructural a1



Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993

Con el objetivo de tener precisión en la estimación del coeficiente estructural para la carpeta asfáltica se interpolará con los datos del cuadro N.19

**Interpolación:**

375000 →	0,4050	390000
400000 →	0,4200	- 375000
<hr/>		
- 25000 →	- 0,015	<b>15000</b>
15000 →	X	

$$X = 0,009 \therefore 0,4050 + 0,009 = 0,414$$

**Resultados:**

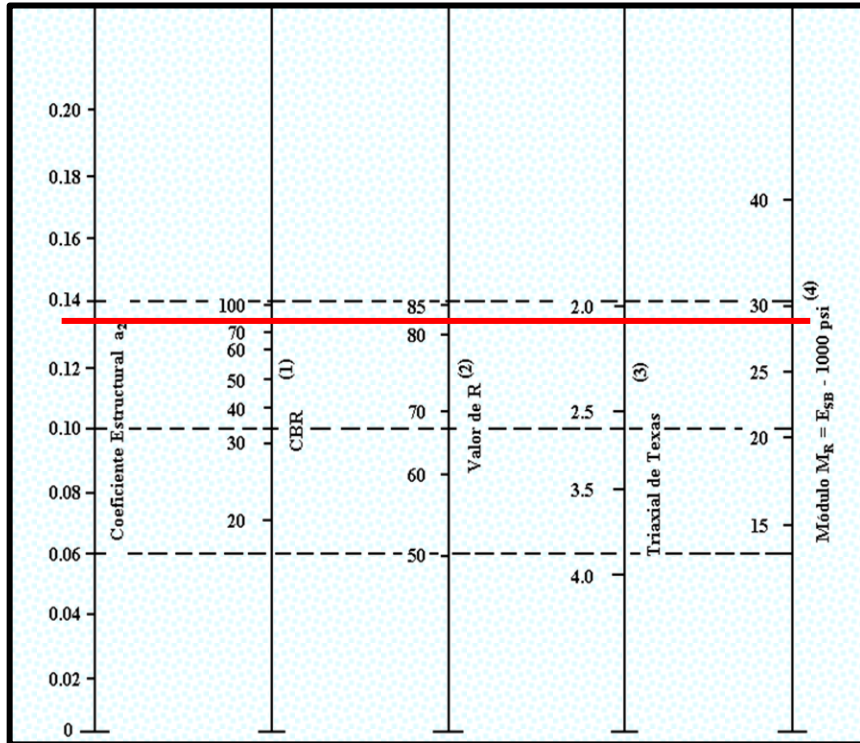
Módulo de la carpeta asfáltica = 390000 psi /1000 = 39,00 Ksi

Coeficiente estructural  **$a_1 = 0.414$**

b) *Coefficiente estructural de la base a2*

Para encontrar el valor del coeficiente estructural de la base se realizará mediante un monograma, de acuerdo a las Especificaciones Generales del MOP la base de agregados deberá tener un CBR  $\geq 80\%$

**Gráfico N. 44 Monograma para estimar el coeficiente estructural a2**



**Cuadro N. 31 Coeficiente estructural de la capa base a2**

BASE DE AGREGADOS	
C.B.R %	a2
50	0,115
55	0,120
60	0,125
70	0,130
80	0,133
90	0,137
100	0,140

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993

**Resultados:**

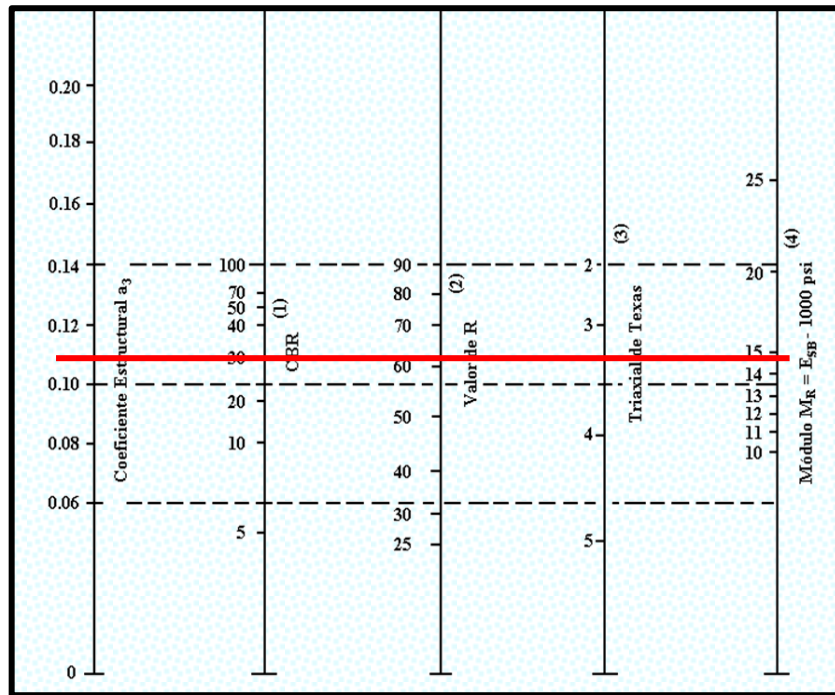
Módulo de la capa base = 28500 psi /1000 = 28,50 Ksi

Coefficiente estructural **a2 = 0.133**

c) *Coefficiente estructural de la subbase a3*

Las especificaciones técnicas del MOP indican para la subbase granular un CBR  $\geq$  30 % con este valor se determina el coeficiente estructural a3 en el monograma.

**Gráfico N. 45 Monograma para estimar el coeficiente estructural a3**



Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993

**Cuadro N. 32 Coeficiente estructural de la capa subbase a3**

SUB - BASE GRANULAR			
C.B.R %	a3	C.B.R %	a3
10	0,080	50	0,125
15	0,090	60	0,128
20	0,093	70	0,130
25	0,102	80	0,135
30	0,108	90	0,138
35	0,115	100	0,140
40	0,120		

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993

**Resultados:**

Módulo de la capa subbase = 14955 psi /1000 = 14,96 Ksi

Coefficiente estructural **a3 = 0.108**

### 6.7.3.3.2. Cálculo de espesores D1 y D2

Para el cálculo de los espesores de la carpeta y base en pulgadas la norma AASHTO recomienda respetar los siguientes valores mínimos, en función de los ejes equivalentes sencillos acumulados.

**Cuadro N. 33 Valores mínimos para la carpeta asfáltica y base**

TRÁFICO, W18	Concreto Asfáltico, D1 (pulg)	Capa Base, D2 (pulg)
< 50000	1 ó tratamiento superficial	4
50001 a 150000	2	4
150001 a 500000	2,5	4
500001 a 2000000	3	6
2000001 a 7000000	3,5	6
7000000	4	6

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

De acuerdo al número de ejes equivalentes 259835 el espesor mínimo de la carpeta asfáltica es 2,5 pulg y de la base es 4 pulg.

### 6.7.3.3.3. Coeficientes de drenaje (m2, m3)

El valor del coeficiente de drenaje está dado por dos variables:

*La calidad del drenaje*, que se define en términos del tiempo en que el agua tarda en ser eliminada de las capas granulares, base y subbase.

**Cuadro N. 34 Calidad de drenaje**

CALIDAD DE DRENAJE ( m2, m3)	AGUA ELIMINADA EN
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Al comparar las condiciones de la vía en estudio con los diferentes niveles de drenaje del cuadro anterior se puede identificar como regular, es decir que el agua se removerá en una semana.

**Exposición a la saturación**, que es el porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación.

**Cuadro N. 35 Coeficientes de drenaje m2, m3**

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 estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Los coeficientes de drenaje únicamente están determinados para las capas granulares de la base y subbase ya que no se considera el posible efecto del drenaje en la capa de pavimento asfáltico.

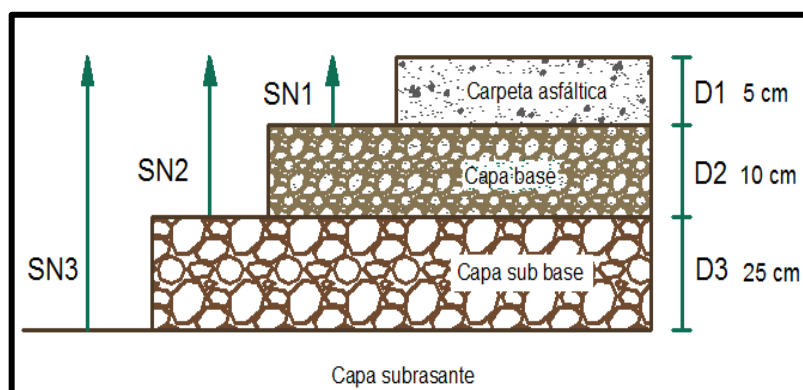
Coeficiente de drenaje: **m2 y m3 = 0.8 %**

#### 6.7.3.4. Diseño de la estructura del pavimento flexible.

##### a) Cálculo del número estructural (SN)

A través del SN, se busca dar protección a las capas granulares no tratadas de las tensiones verticales excesivas que producirán deformaciones permanentes.

**Gráfico N. 46 Sistema multicapa de pavimento flexible**



Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993



Para determinar el número estructural se aplicará el software de la “Ecuación AASHTO 93” con los siguientes datos de entrada.

**Tabla N. 28 Datos de entrada para la ecuación AASHTO 93**

PAVIMENTO FLEXIBLE	
Clasificación de la vía	IV orden
Periodo de diseño	20 años
Ejes equivalentes W 18	259835
Confiabilidad (R )	70%
Desviación estándar normal (Zr )	-0,524
Desviación estándar global (So )	0,45
PSI inicial	4,2
PSI final	2
Módulo de resiliencia subrasante (Mr) Psi	14424,91
Módulo de resiliencia carpeta asfáltica (Mr) Psi	390000
Módulo de resiliencia capa base (Mr) Psi	28500
Módulo de resiliencia capa sub-base (Mr) Psi	14955

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Gráfico N. 47 Número estructural**

**SN requerido = 1,88**

**b) Cálculo de espesores por capa.**

Se aplicará el MÉTODO AASHTO 1993.

**Tabla N. 29 Determinación de los espesores por capa**

**DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES  
MÉTODO AASHTO 1993**

PROYECTO: Vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y trabajo.

**SECCION : Km 0 + 000 – Km 4 + 507      FECHA : Junio del 2015**

<b>DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :</b>			
<b>1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES</b>		<b>DATOS</b>	
A. Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica (ksi)		390,00	
B. Módulo de resiliencia de la base granular (ksi)		28,50	
C. Módulo de resiliencia de la sub-base (ksi)		14,96	
<b>2. DATOS DE TRÁFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE</b>			
A. Número de ejes equivalentes total (W18)		2,60E+05	
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)		14,42	
D. Serviciabilidad inicial (pi)		4,2	
E. Serviciabilidad final (pt)		2,0	
F. Periodo de diseño (Años)		20	
<b>3. DATOS PARA ESTRUCTURACIÓN DEL REFUERZO</b>			
<b>A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA</b>			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)		0,414	
Base granular (a2)		0,133	
Subbase (a3)		0,108	
<b>B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA</b>			
Base granular (m2)		0,800	
Subbase (m3)		0,800	
<b>DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :</b>			
Número estructural requerido total (SNREQ)	1,87		
Número estructural carpeta asfáltica (SNCA)	1,42		
Número estructural base granular (SNBG)	0,42		
Número estructural sub base (SNSB)	0,03		
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA</b>			
		<b>PROPUESTA</b>	
	<b>TEORICO</b>	<b>ESPESOR</b>	<b>SN (calc)</b>
ESPESOR CARPETA ASFÁLTICA (cm)	8,7	5	0,81
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	6,4	10	0,42
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	0,6	25	0,85
ESPESOR TOTAL (cm)		40	<b>2,08</b>

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

$$SN \text{ calculado} = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

$$SN \text{ calc} = (0,414 * 5/2,54) + (0,133 * 10/2,54 * 0,8) + (0,108 * 25/2,54 * 0,8)$$

$$SN \text{ calculado} = \underline{2,08 \text{ Pulgadas}}$$

$$SN \text{ calculado} \geq SN \text{ requerido}$$

$$2,08 \text{ pulg} > 1,88 \text{ pulg} \text{ OK}$$

### c) Características de los materiales

#### SUB-BASE,

Espesor granular = 25,0 cm → 10 pulg

Se utilizará la sub - base clase 3, constituida con material obtenido de la excavación para la plataforma o las minas, los agregados deben cumplir con las siguientes especificaciones de acuerdo al MOP 2002.

- Límite líquido  $\leq 25$
- Índice plástico  $\leq 6$
- Valor de soporte CBR  $\geq 30$
- Porcentaje de desgaste por abrasión  $\leq 50 \%$
- Granulometría

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
3" ( 76,2 mm)	100
N° 4 ( 4, 76 mm)	30 - 70
N° 200 ( 0,075 mm)	0 - 20

#### BASE

Espesor granular = 10,0 cm → 4 pulg

Se empleará la base clase 4, constituida con material obtenido por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, los agregados deberán

graduarse uniformemente de grueso a fino y cumplirán con las siguientes exigencias de acuerdo a las Especificaciones del MOP 2002.

- Límite líquido  $\leq 25$
- Índice plástico  $\leq 6$
- Valor de soporte CBR  $\geq 80$
- Porcentaje de desgaste por abrasión  $\leq 40$  %
- Desgaste por la acción de los sulfatos  $\leq 12$  %
- Granulometría

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
2" ( 50,8 mm)	100
1" ( 25,4 mm)	60 - 90
Nº 4 ( 4, 76 mm)	20 – 50
Nº 200 ( 0,075 mm)	0 - 15

### **CARPETA ASFÁLTICA**

Espesor = 5, 0 cm → 2 pulg

Se aplicará el método Marshall que tiene como propósito obtener las cantidades óptimas de los contenidos que hacen parte de la mezcla asfáltica, con el fin de satisfacer las exigencias teniendo en cuenta diferentes criterios de análisis como son el flujo, la estabilidad, vacíos con aire en la mezcla y vacíos en los agregados minerales, garantizando un pavimento durable.

El método Marshall se aplicará únicamente a mezclas asfálticas en caliente y que contengan agregados con tamaños máximos de 25,00 mm o menos, además de pasar el tamiz 1/2" de modo que cumpla con los requisitos del método Marshall.

#### **Requerimientos para el agregado del cemento asfáltico**

- Resistencia al desgaste por abrasión  $\leq 40$  %
- Resistencia a la acción de los sulfatos  $\leq 12$  %
- Adherencia 95 %

- Peladura 5%
- Límite líquido  $\leq 35$
- Índice plástico ( pasa tamiz # 40 )  $\leq 4$
- Hinchamiento 1,50 %
- Granulometría

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada (1/2")</b>
3/4" ( 19,00 mm)	100
1/2" ( 12,70 mm)	90 – 100
N° 4 ( 4,75 mm)	44 – 74
N° 8 ( 2,36 mm)	28 – 58
N° 50 ( 0,30 mm)	5 - 21
N° 200 ( 0,075 mm)	2 - 10

El cemento asfáltico medio que se empleará será el tipo AP-3, cuyo grado de penetración es de 80 a 120 décimas de milímetro, el empleo de uno u otro tipo de cemento asfáltico depende principalmente del tránsito previsto en la vía y deberá cumplir las siguientes especificaciones:

#### **Requerimientos para el cemento asfáltico mediante el método Marshall.**

<b>Criterios Marshall</b>	<b>Tráfico Pesado</b>
• Número de golpes en cada cara de la probeta	75
• Estabilidad (libras )	1800
• Flujo (pulgada / 100)	8 -14
• % de vacíos	3 - 5
• % de vacíos rellenos de asfalto	65 -75
• Relación filler / betún	0,8 - 1,20

#### **6.7.4. Diseño de obras complementarias de drenaje**

Este sistema de drenaje es de vital importancia para el funcionamiento y operación adecuada de la vía.

Función principal:

Desalojar rápidamente el agua lluvia que cae sobre la calzada.

Controlar el nivel freático.

Interceptar el agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la vía.

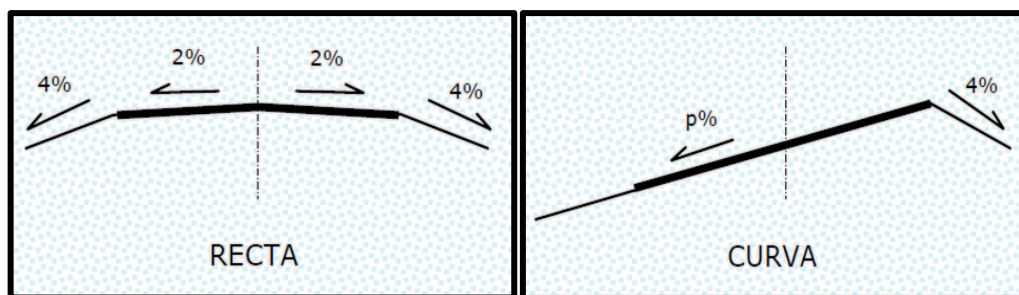
Conducir de forma controlada el agua que cursa la vía.

#### 6.7.4.1. Bombeo

Se denomina bombeo a la pendiente transversal que se proporciona a la vía con el fin de permitir que el agua que cae sobre la misma se escurra hacia las cunetas.

La norma de diseño geométrico del Ecuador recomienda para vías con dos carriles de circulación y en secciones en tangente bombeo de la capa de rodadura pendientes de 2% hasta el 4% y en las secciones en curva el bombeo se superpone con la sobreelevación necesaria para que la pendiente transversal se desarrolle sin discontinuidades.

Gráfico N. 48 Bombeo



Fuente: Fuente: Manual de carreteras, Luis Bañón Blázquez, José F. Beviá García.

#### 6.7.4.2. Cunetas

##### - *Diseño de Cunetas*

El diseño se basa en el principio de canales abiertos, en un flujo uniforme, aplicando la fórmula de Manning y la ecuación de la fórmula de continuidad.

$$\text{Fórmula de Manning} \rightarrow V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Ecuación de la continuidad} \rightarrow Q = A * V$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Donde:

V= Velocidad (m/seg)

n= Coeficiente de rugosidad Manny

J = Pendiente hidráulica (%)

Q = Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/seg)

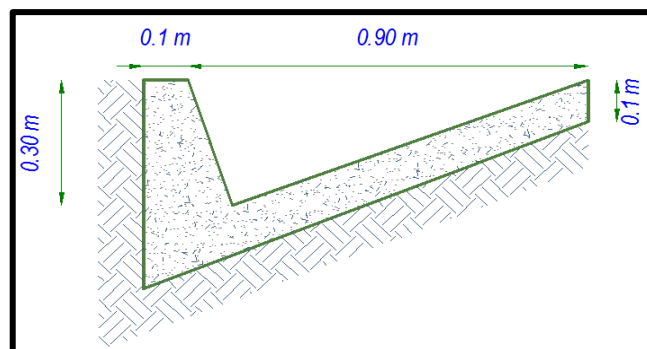
A = Área de la sección (m<sup>2</sup>)

P = Perímetro mojado (m)

R = radio hidráulico (m)

➤ **Sección típica asumida:**

**Gráfico N. 49 Sección de cuneta tipo**



Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

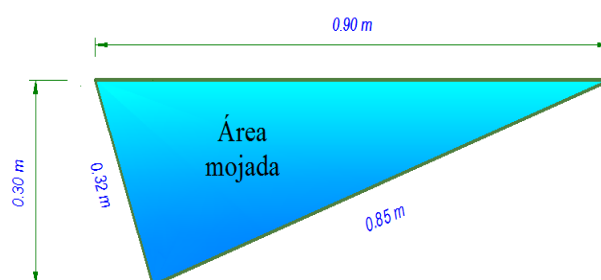
**Cuadro N. 36 Coeficientes de rugosidad de Manning**

**Canales abiertos**

Tipo de recubrimiento	Coeficientes
Tierra lisa	0,020
Césped con más de 15 cm de profundidad de agua	0,040
Césped con menos de 15 cm de profundidad de agua	0,060
Revestimiento rugoso de piedra	0,040
Cunetas revestidas de hormigón	0,016

Fuente: Hidráulica de canales abiertos, Ven Te Chow, 1994

Se tomará en consideración que las cunetas trabajarán con la sección llena.



- **Área mojada**

$$A_m = \frac{1}{2} B * h$$

$$A_m = \frac{1}{2} (0,90 * 0,30)$$

$$A_m = 0,135 \text{ m}^2$$

- **Perímetro mojado**

$$P_m = 0,32 + 0,85$$

$$P_m = 1,17 \text{ m}$$

- **Radio hidráulico**

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R_m = \frac{0,135}{1,17}$$

$$R_m = 0,115 \text{ m}$$

- **Velocidad media del agua**

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

$$V = \frac{1}{0,016} * (0,115)^{\frac{2}{3}} * j^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 14,78 * j^{\frac{1}{2}}$$

- **Caudal admisible de diseño**

$$Q = A * V$$

$$Q = 0,135 * 14,78 * j^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 1,995 * j^{\frac{1}{2}}$$



Cuadro de caudales y velocidades admisibles para los distintos valores de pendientes que compones la vía en estudio.

**Tabla N. 30 Caudales y velocidades admisibles para diseño**

Abscisa		Pendiente hidráulica J (%)	Velocidad (m/s)	Caudal Q (m <sup>3</sup> / s)
0 + 000,00	0 + 080,99	10,08%	4,693	0,634
0 + 125,10	0 + 233,54	3,33%	2,697	0,364
0 + 285,75	0 + 383,87	0,84%	1,355	0,183
0 + 436,10	0 + 561,91	11,88%	5,094	0,688
0 + 595,79	0 + 719,37	13,84%	5,498	0,742
0 + 767,28	0 + 907,21	10,66%	4,826	0,652
0 + 992,94	1 + 430,71	9,29%	4,505	0,608
1 + 580,71	1 + 737,13	6,32%	3,716	0,502
1 + 798,63	1 + 855,31	11,89%	5,096	0,688
1 + 952,08	2 + 167,44	9,49%	4,553	0,615
2 + 345,30	2 + 622,52	8,54%	4,319	0,583
2 + 772,52	3 + 067,40	12,09%	5,139	0,694
3 + 154,84	3 + 402,99	11,27%	4,962	0,67
3 + 552,99	3 + 888,75	7,43%	4,029	0,544
4 + 038,75	4 + 506,25	5,68%	3,522	0,475

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

$$Q_{adm} = 1,995 * (5,68 \%)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_{adm} = 0,475 \text{ m}^3/\text{seg}$$

- ***Caudal Máximo esperado de agua lluvia a desalojar***

Se aplicará la fórmula del método racional para determinar el caudal que circulará por la cuneta:

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

Donde:

Q = Caudal máximo esperado

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de precipitación Pluvial en mm/h

A = Número de hectáreas tributarias.

- *Determinación del coeficiente de escurrimiento*

$$C = 1 - \sum C'$$

C'= Valores de escurrimiento debido a los diferentes factores que influyen directamente en la escorrentía.

<b>Por la topografía</b>	<b>C'</b>
Plana con pendiente de 0,2 m – 0,6 m/Km	0,30
Moderada con pendientes de 3 – 5 m/ Km	0,20
Colinas con pendientes de 30 – 50 m/ Km	<b>0,10</b>

<b>Por el tipo de suelo</b>	<b>C'</b>
Arcilla compacta impermeable	0,10
Combinación de limo y arcilla	<b>0,20</b>
Suelo limo – arcilloso no muy compacto	0,40

<b>Por la capa vegetal</b>	<b>C'</b>
Terrenos cultivados	<b>0,10</b>
Bosques	0,20

$$C = 1 - C'T + C'S + C'Veg$$

$$C = 1 - (0,10 + 0,20 + 0,10)$$

$$C = 0,60 \text{ mm/h}$$

La máxima precipitación pluviométrica registrada en la estación RUMIPAMBA-SALCEDO cuya ubicación es cercana al proyecto es: P<sub>máx</sub> = 102,1 mm

- *Determinación de la intensidad de lluvia*

La ecuación se tomará de los estudios realizados por el INAMHI con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{4,14 * T^{0,18} * P_{m\acute{a}x}}{t^{0,58}}$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia

T = periodo de retorno en años 10 años

P<sub>máx</sub> = Precipitación máxima

t = tiempo de precipitación de intensidad

- *Determinación del tiempo de concentración*

$$tc = 0,0195 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Donde:

tc = Tiempo de concentración en minutos

L = Longitud del área de drenaje

H = Desnivel entre el inicio de la cuenca y el punto de descarga (m)

Se considerará para el cálculo, el tramo con pendiente  $i = 5,68 \%$  y una longitud de drenaje  $L = 467,5 \text{ m}$

$$H = L * i$$

$$H = 467,5 * 0,0568$$

$$H = 26,55 \text{ m}$$

Reemplazando en la fórmula del tiempo de concentración

$$t_c = 0,0195 \left( \frac{(467,5)^3}{26,55} \right)^{0,385}$$

$$t_c = 6,69 \text{ minutos}$$

Sustituyendo los datos en la ecuación de la intensidad.

$$I = \frac{4,14 * T^{0,18} * P_{\text{máx}}}{t^{0,58}}$$

$$I = \frac{4,14 * (10)^{0,18} * 102,1}{(6,69)^{0,58}}$$

$$I = 212,46 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$$

- *Área de drenaje de la cuneta para un carril*

$$A = (\text{ancho del carril} + \text{cuneta}) * L$$

$$A = (3 + 1) * 467,5$$

$$A = 1870 \text{ m}^2$$

$$A = 0,187 \text{ Hectáreas}$$

Reemplazando los datos en la fórmula del método racional para determinar el caudal máximo que se espera que circulará por la cuneta.

$$Q_{\text{máx}} = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q_{\text{máx}} = \frac{0,60 * 212,46 * 0,187}{360}$$

$$Q_{\text{máx}} = 0,07 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_{\text{adm}} > Q_{\text{máx}}$$

0,475 m<sup>3</sup>/seg > 0,07 m<sup>3</sup>/seg. El diseño satisface los requerimientos

### 6.7.4.3. Diseño de alcantarillas

Se aplicará la fórmula de Talbot, cuando no existan registros de caudales y velocidades para un cálculo exacto.

$$A = \frac{0,183 * C * H^{3/4} * I}{100}$$

Donde:

**A** = Área libre de alcantarilla (m<sup>2</sup>)

**H** = Área de la micro cuenca a drenar (Ha)

**C** = Coeficiente de escorrentía

**I** = Intensidad de precipitación (mm / h) 212,46 mm/h

**Cuadro N. 37 Coeficiente de escorrentía para la fórmula de Talbot**

Características Topográficas	Valores de C
Montañoso y escarpado	1,00
Con mucho lomerío	0,802
Con lomerío	0,60
Muy ondulado	0,50
Poco ondulado	0,40
Casi plana	0,30
Plana	0,20

Fuente: XII Congreso Panamericano de carreteras, 1979

Para determinar el área de drenaje de las alcantarillas tipo que son adoptadas para evacuar caudales de hasta 2,0 m<sup>3</sup>/seg se tomará un área a drenar aproximadamente de 5 Hectáreas, en base a mapas cartográficos y recorridos realizados.

$$A = \frac{0,183 * 1 * 2,14^{\frac{3}{4}} * 212,46}{100}$$

**A = 0,68 m<sup>2</sup>**

Despejando el diámetro se obtiene:

$$A = \frac{\pi * D}{4}$$

$$D = \sqrt{4 * \frac{A}{\pi}}$$

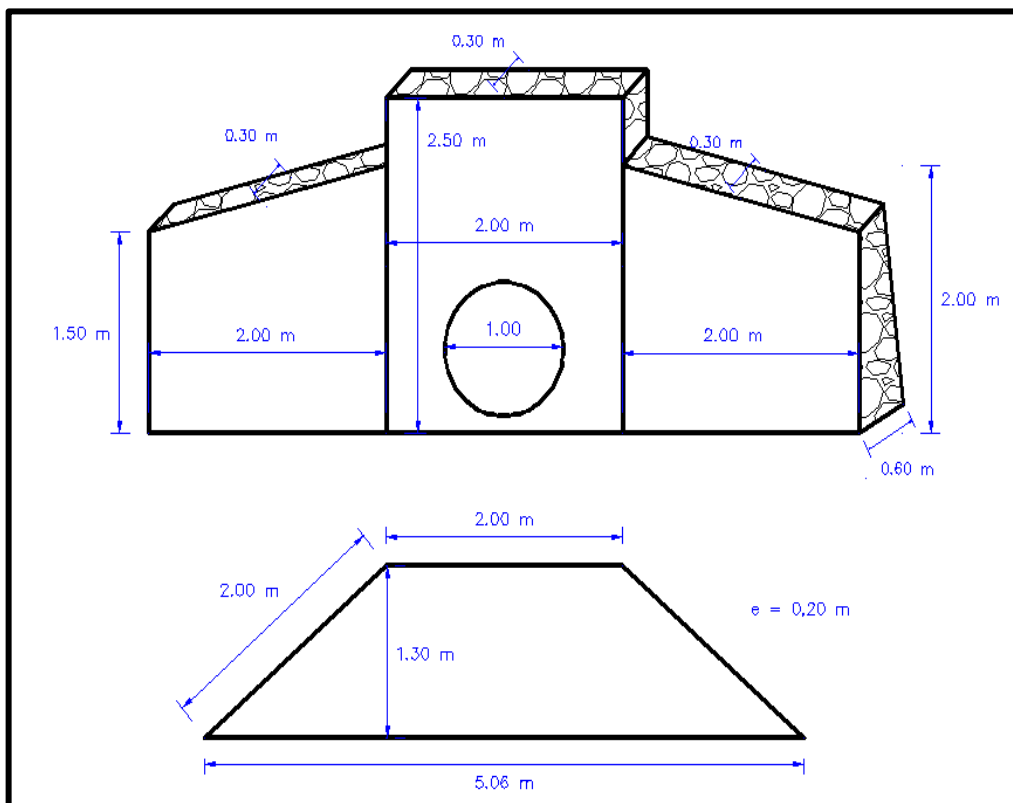
$$D = \sqrt{4 * \frac{0,68}{3,1416}}$$

$D = 0,93 \text{ m} \approx 1,00 \text{ m}$

Se utilizará una tubería de acero de diámetro  $d = 1,00 \text{ m}$ , con muros cabezales de hormigón ciclópeo, 60% H. S.  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  Tipo B, a una profundidad de 1m desde el nivel de la rasante.

### Gráfico N. 50 Alcantarilla más cabezal Tipo 1

#### Entrada y salida



<b>Muro H. S. f'c = 210 kg / cm2 TIPO B</b>					
Detalle	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m)	Observaciones
Ala 1	2,00	0,45	2,00	1,80	Ancho promedio
Pantalla	2,00	0,45	2,50	2,25	Ancho promedio
Ala 2	2,00	0,45	2,00	1,80	Ancho promedio
Plataforma	4,00	1,30	0,20	1,04	Ancho promedio
				-0,39	Ármico D = 1,00 m
<b>TOTAL</b>				6,50	m3

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Tabla N. 31 Ubicación y detalle de alcantarillas**

<b>Ubicación y detalle de alcantarillas Óvalo Nuevo - Unión y Trabajo</b>									
N°	Abs.	Material	L. (m)	D. (m)	C. Ingreso	C. Salida	P. %	Vol. C. Ingreso	Vol. C. Salida
1	0 + 020	Ármico	10	1	Tipo 1	Tipo 1	2,00	6,50	6,50
2	0 + 540	Ármico	10	1	Tipo 1	Tipo 1	2,00	6,50	6,50
3	0 + 780	Ármico	10	1	Tipo 1	Tipo 1	2,00	6,50	6,50
4	1 + 240	Ármico	10	1	Tipo 1	Tipo 1	2,00	6,50	6,50
5	1 + 820	Ármico	10	1	Tipo 1	Tipo 1	2,00	6,50	6,50
6	2 + 360	Ármico	10	1	Tipo 1	Tipo 1	2,00	6,50	6,50
7	2 + 860	Ármico	10	1	Tipo 1	Tipo 1	2,00	6,50	6,50
8	3 + 360	Ármico	10	1	Tipo 1	Tipo 1	2,00	6,50	6,50
9	3 + 860	Ármico	10	1	Tipo 1	Tipo 1	2,00	6,50	6,50
10	4 + 360	Ármico	10	1	Tipo 1	Tipo 1	2,00	6,50	6,50
								65,00	65,00
<b>Longitud Total (m):</b>			100			<b>Volumen Hormigón</b>		130,00	

Elaborado por: Egda. Maribel Chasi

**Abs** = Abscisa

**L** = Longitud

**D**= Diámetro

**C** = Cabezal

**P** = Pendiente

**Vol.** = Volumen

### 6.7.5. Señalización

Las señales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos. Contienen instrucciones las cuales deben ser obedecidas por los usuarios de las vías, previenen de peligros que pueden no ser muy evidentes, o información acerca de rutas, direcciones, destinos y puntos de interés.

#### *Materiales*

Existe gran variedad de materiales para señalar, con diversidad de costos, duración y métodos de instalación, que deben mantener sus principales características como el color a lo largo de su vida útil.

Corresponde a los materiales que son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxicos, cintas preformadas, entre otros, las características mínimas del material debe ser pintura tráfico acrílicas con microesferas, cuyo espesor mínimo para zona rural es 250 (micras en seco) y para zonas urbanas es 300 (micras en seco).

#### *Dimensiones*

Dependen de la velocidad máxima de la vía en que se ubican. Cuando se requiera mejorar la visibilidad de una señalización, tales dimensiones pueden ser aumentadas, siempre que un estudio técnico lo justifique, y que leyendas y símbolos mantengan sus proporciones.

**Cuadro N. 38 Tolerancias máximas en las dimensiones de señalizaciones.**

Dimensión	Tolerancia permitida
Ancho de una línea	± 3 %
Largo de una línea segmentada	± 5 %
Dimensiones de símbolos y letras	± 5 %
Separación entre líneas adyacentes	± 5 %

Fuente: INEN, 2011



## ***Color***

La señalización en general es blanca y amarilla, estos colores deben ser uniformes a lo largo de la señalización.

- **Líneas amarillas definen:**

Separación de tráfico viajando en dirección opuestas.

Restricciones.

Borde izquierdo de la vía (en caso de tener parterre).

- **Líneas blancas definen:**

La separación de flujos de tráfico en la misma dirección.

Borde derecho de la vía (Berma).

Zonas de estacionamiento.

Proximidad a un cruce cebra.

- **Línea azul definen:**

Zonas tarifadas de estacionamiento con límite de tiempo.

**Las señalizaciones complementarias**, pueden ser blancas, amarillas, o rojas. Se utiliza el blanco para indicar líneas que pueden ser traspasadas, el amarillo para señalar líneas que pueden o no ser traspasadas, y rojas que se instalan exclusivamente junto a la línea de borde derecho, que significan peligro y no deben ser cruzadas.

### ***Dimensiones Color, Anchos y patrones de señalización.***

- Una Línea continua de color amarillo, prohíbe el cruce o rebasamiento.
- El ancho mínimo de una línea es de 100 mm y máximo de 150 mm.
- Doble línea continua, consiste de dos líneas continuas de color amarillo, separadas por un espacio igual al ancho de la línea a utilizarse, prohíbe el cruce o rebasamiento.

- Una línea segmentada, consiste de segmentos pintados separados por espacios sin pintar, e indica una condición permisiva, donde se puede rebasar.

### ***Retroreflexión***

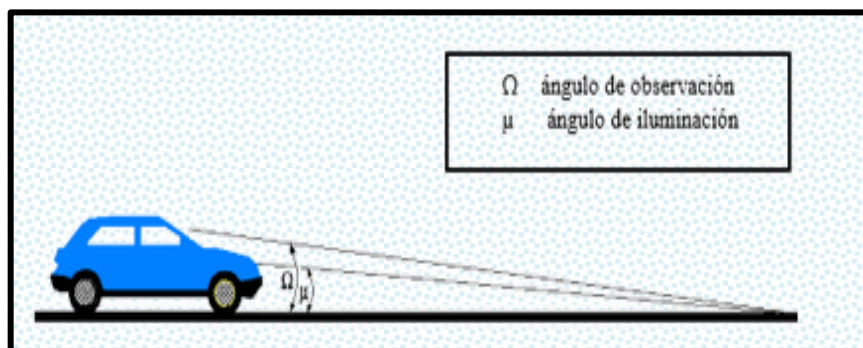
La señalación debe ser visible en cualquier periodo del día y bajo cualquier condición climática, por ello se construirán en materiales apropiados, como micro-esferas de vidrio, y deben someterse a procedimientos de retro reflexión esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos.

**Cuadro N. 39 Niveles mínimos de retroreflexión en pinturas sobre pavimento**

	ÁNGULOS		COLORES	
Visibilidad	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
A 15,00 m	3,5 °	4,5 °	150	95
A 30,00 m	1,24 °	2,29 °	150	70

Fuente: INEN, 2011

**Gráfico N. 51 Ángulos de iluminación y observación**



Fuente: INEN, 2011

## *Clasificación de las señales de tránsito.*

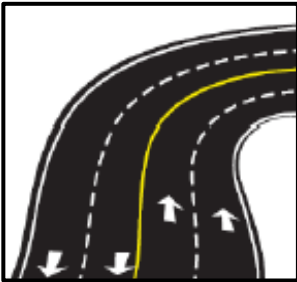
### **6.7.5.1. Señalización Horizontal**

Se emplea para regular la circulación, advertir y guiar a los usuarios de la vía, delimitar carriles y zonas prohibidas de circulación, se clasifican en:

#### ➤ **Líneas longitudinales**

Se pintan en la calzada de forma longitudinal, para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar y para carriles de uso exclusivo de determinado tipo de vehículos.

#### **Líneas continuas de separación de flujos opuestos.**



Serán siempre de color amarillo y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar en donde se separan los flujos de circulación opuestos.

El ancho de la señalización varía según el tipo de línea y la velocidad máxima permitida en la vía, además de cumplir los siguientes requisitos:

- En vías rurales con anchos de calzada mínima de 5,60 m y con TPDA de 300 vehículos o más.
- En vías urbanas con un ancho de calzada mínima de 6,80 m, siempre que exista prohibiciones de estacionamiento laterales y con un TPDA de 1500 vehículos o más.

#### **Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.**

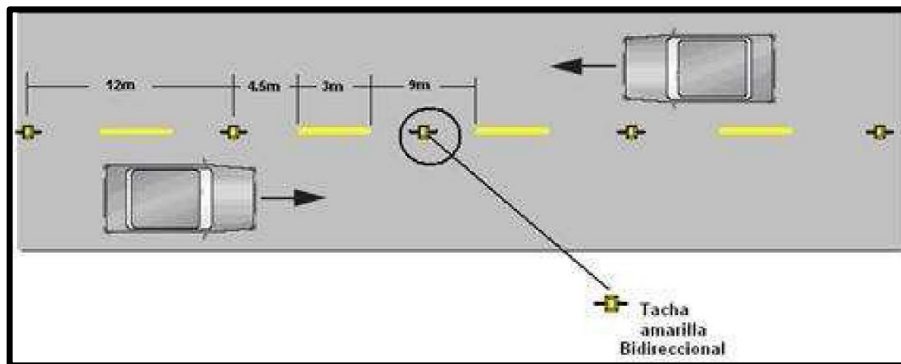
Estas líneas deben ser de color amarillo, y pueden ser traspasadas siempre y cuando haya seguridad, se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes.

**Cuadro N. 40 Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.**

Velocidad máxima de la vía ( Km / h)	Ancho de la línea ( mm)	Patrón ( m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12,00	3 – 9
Mayor a 50	150	12,00	3 – 9

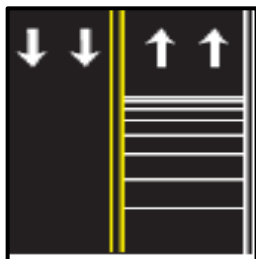
Fuente: INEN, 2011

**Gráfico N. 52 Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.**



Fuente: INEN, 2011

➤ **Líneas transversales**



Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.

➤ **Símbolos y leyendas**

Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización; FLECHAS, TRIÁNGULOS CEDA EL PASO, y leyendas tales como, PARE, BUS, CARRIL EXCLUSIVO, PARADA DE BUS, entre otros.

➤ **Marcas especiales**



Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación.

**Velocidad máxima**

Este símbolo indica la velocidad máxima permitida en el carril en que se ubica.

**Resalto o reductor de velocidad**

Este dispositivo constituye un real aporte al mejoramiento de la seguridad vial, podrá utilizarse en zonas escolares, en intersecciones con altos índices de accidentalidad, en cruces donde sea necesario proteger el flujo peatonal y en diversos tipos de vía en donde sea indispensable disminuir la velocidad, aproximadamente a no más de 25 Km/h.

Dimensiones:

Ancho: 3,50 m – 3,70 m

Altura: 80 mm – 100 mm con respecto a la calzada.

Largo: depende del ancho de la calzada.

Pendiente de ingresos y salida: 8%

Material: aquel con el que se construya la calzada.

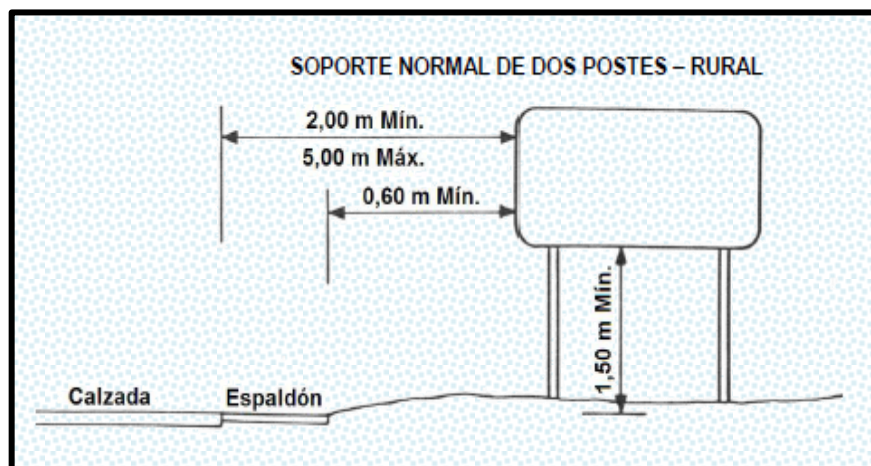
No deben ser instalados en vías y carreteras principales, en vías arteriales, carreteras de primer orden, en curvas verticales, en curvas horizontales, ni en vías con pendientes mayores a 8%.

#### 6.7.5.2. Señales Verticales

Se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos, se deben instalar en el lado derecho de las vías, en casos especiales pueden duplicarse al lado izquierdo.

Para zona rural la colocación de la señal lateral, debe estar a una distancia libre de por lo menos 600 mm del borde de la berma, o borde externo de la cuneta en caso de existir, la separación no debe ser menor de 2,00 m ni mayor de 5,00 m, con altura libre no menor de 1,50 m desde la superficie del terreno hasta el borde inferior de la señal.

**Gráfico N. 53 Soporte normal de dos postes**

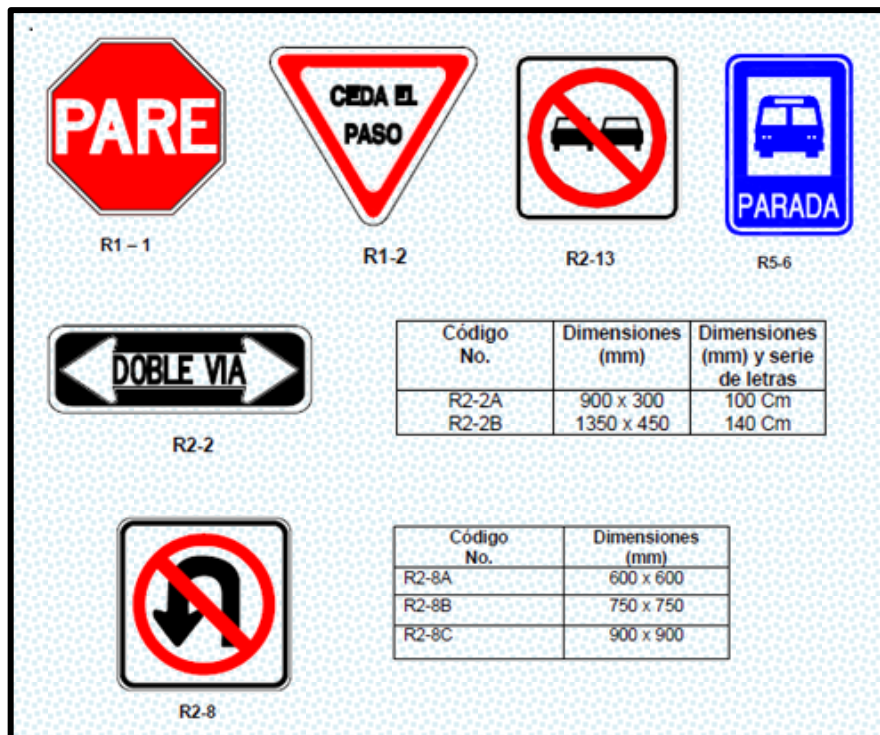


Fuente: INEN, 2011

#### **Clasificación de señales verticales**

**Señales regulatorias.**- Informan a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las restricciones, prohibiciones, obligaciones y autorizaciones existentes.

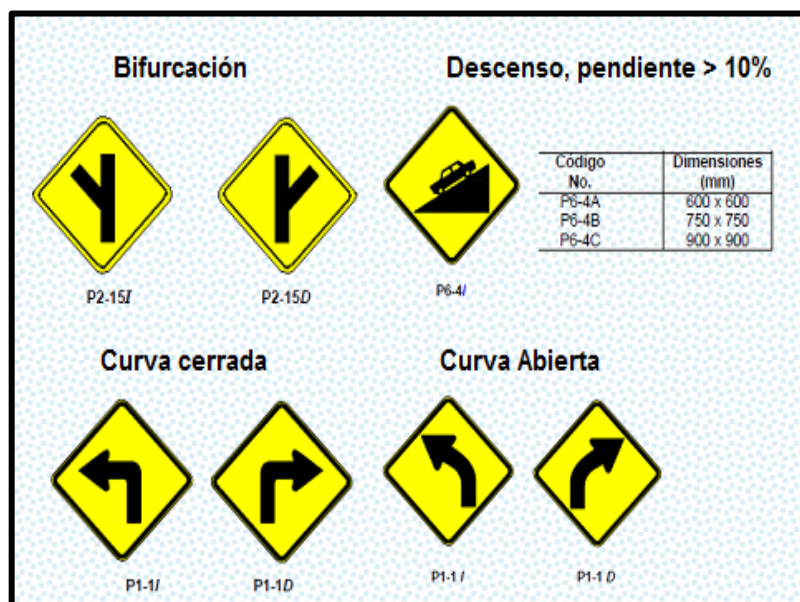
Gráfico N. 54 Señales regulatorias



Fuente: INEN, 2011

**Señales preventivas.**- Se utilizan para prevenir a los usuarios de posibles peligros que se encuentran más adelante, la mayor parte tienen forma de rombo con un símbolo y leyenda de color negro y orla negra sobre un fondo amarillo.

Gráfico N. 55 Señales preventivas

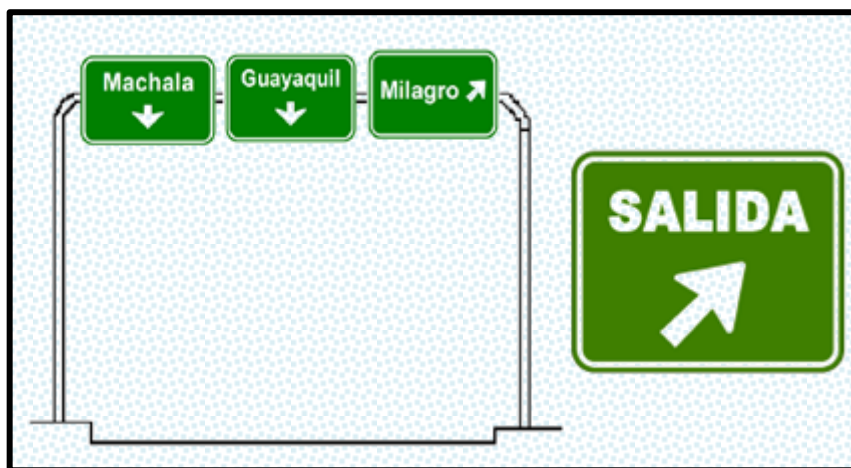


Fuente: INEN, 2011

**Señales de información.-** Tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios viales, proporcionando la información necesaria para que puedan llegar a su destino de forma simple, segura y lo más directa posible.

Generalmente son de forma rectangular en lo posible, deben diseñarse con el eje más largo en sentido horizontal, de color verde retroreflexivo, símbolo, orla y letras de color blanco retroreflexivo.

**Gráfico N. 56 Señales de información**

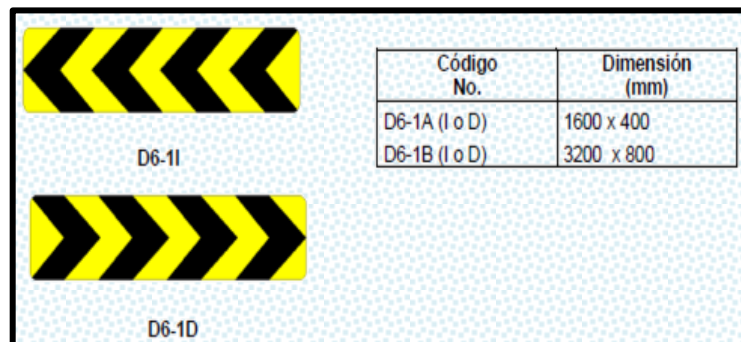


Fuente: INEN, 2011

### 6.7.5.3. Señales especiales delineadoras.

**Alineamiento horizontal.-** Esta señal se utiliza para indicar el cambio de rasante en el sentido de circulación que debe seguir el conductor, se utiliza en radio de curvas cerradas.

**Gráfico N. 57 Señales especiales, alineamiento horizontal**

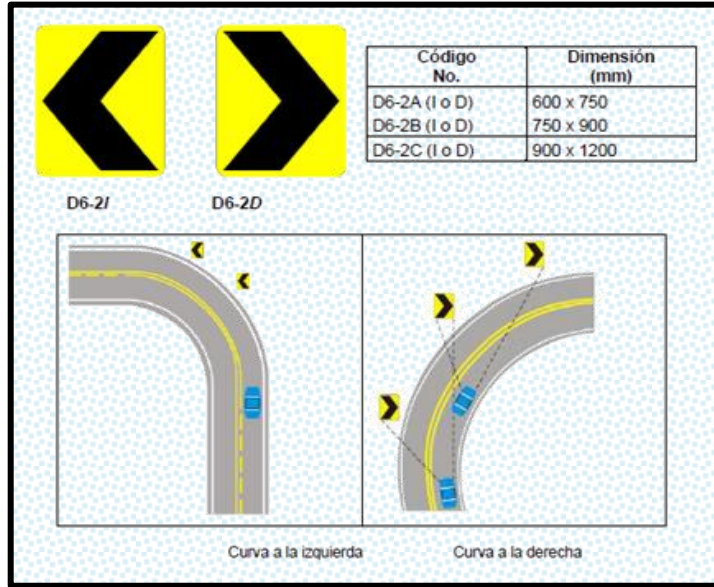


Fuente: INEN, 2011



**Delineadores de curva horizontal.-** Esta señal se utiliza para indicar el cambio de rasante en el sentido de circulación que debe seguir el conductor, se utiliza en radio de curvas abiertas.

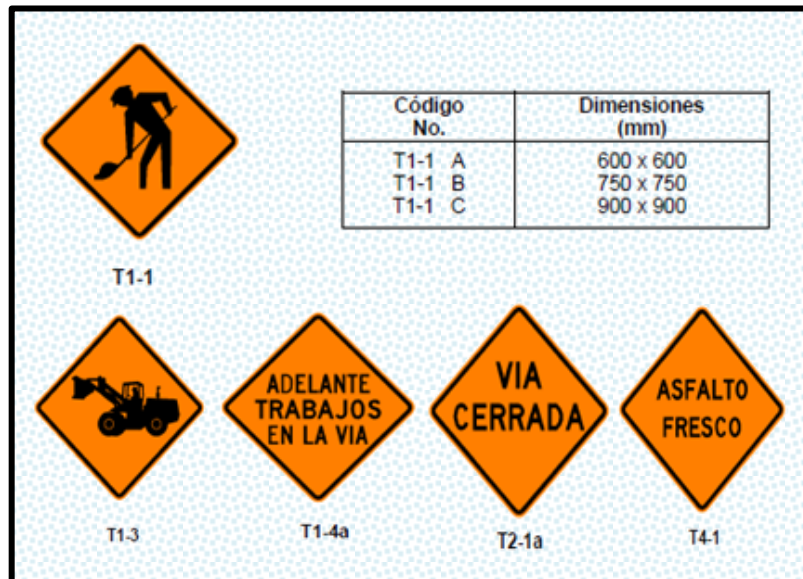
**Gráfico N. 58 Señales especiales, delineador de curva horizontal**



Fuente: INEN, 2011

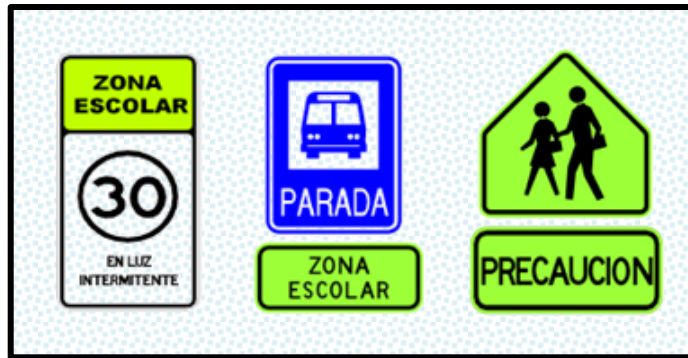
**Señales complementarias.**

**Gráfico N. 59 Señales para trabajos en las vías**



Fuente: INEN, 2011

**Gráfico N. 60 Señales para zonas escolares**



Fuente: INEN, 2011

**Gráfico N. 61 Señales turísticas**



Fuente: INEN, 2011

**Gráfico N. 62 Señales de servicio**



Fuente: INEN, 2011

**Gráfico N. 63 Señales en zonas de riesgo**



Fuente: INEN, 2011

## 6.7.6. Cálculo de volúmenes

### *1.- Desbroce, desbosque y limpieza*

Consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra vial, se eliminarán árboles, y cualquier otra vegetación, incluye la remoción de la capa de tierra vegetal, hasta la profundidad indicada en los planos. Unidad de medición, hectárea (Ha).

Longitud de la obra vial = 4507 m

Ancho de faja considerado = 20 m

Cantidad de desbroce =  $4507 * 20 = 90140 \text{ m}^2$

Desbroce, desbosque y limpieza = **9,014 Ha.**

### *2.- Replanteo y nivelación*

Longitud total del proyecto, unidad de medición, Kilometro (Km).

Replanteo y nivelación = 4,507 Km

### *3.- Excavación sin clasificar incluye desalojo.*

Consistirá en la excavación y desecho, del material necesario a remover en zonas de corte. Unidad de medición, metro cúbico ( $\text{m}^3$ ).

Volumen total de corte = 96126,64  $\text{m}^3$

### *4.- Relleno compactado con material del sitio*

Consistirá en la compactación y conformación de la subrasante, Unidad de medición, metro cúbico ( $\text{m}^3$ )

Volumen = 1620,93  $\text{m}^3$

### *5.- Excavación para cunetas*

Este trabajo consistirá en la excavación para la construcción de zanjas dentro y adyacentes a la zona de la vía, para recoger y evacuar las aguas superficiales.

Unidad de medición, metro cúbico ( $m^3$ )

Área de la sección transversal de la cuneta lateral =  $0,30 m^2$

Longitud total de encauzamiento de la cuneta = 4507 m

Volumen =  $0,30 m^2 * 2 * 4507 m$

**Volumen = 2704,2 m<sup>3</sup>**

#### ***6.- Excavación y relleno de estructuras menores***

Este trabajo consistirá en la excavación en cualquier tipo de terreno, zanjas para la instalación de alcantarillas, tuberías y otras obras de arte. Unidad de medición, metro cúbico ( $m^3$ )

Asumiendo áreas de corte en la base de 2,0 m y de 2,0 m de profundidad para la colocación de alcantarillas.

Número de alcantarillas = 10 U

(Encausamiento 10,00 m a cada lado de la vía)

Longitud de tubería = 100 m de tubería +  $10 * 2 * 10$  alcantarillas

Longitud de tubería = 300 m

Volumen =  $300 m * 2,00 m * 2,00 m$

Volumen =  $1200 m^3$

Para cabezales y muros de ala se considera necesario escavar un promedio de  $15 m^3$  por alcantarilla.

Volumen cabezales =  $15 m^3 * 10$

Volumen cabezales =  $150 m^3$

$$\text{Volumen total} = 1200 \text{ m}^3 + 150 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Volumen total} = 1350 \text{ m}^3}$$

**7.- Tubería de acero corrugado PM 100 mm D = 1,00 m, e = 2mm.**

Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de alcantarillas y otros conductos de metal corrugado del tamaño, tipo y espesor especificado. Unidad de medición, metro lineal (m)

$$\text{Longitud} = 10 \text{ alcantarillas} * 10$$

$$\underline{\text{Longitud} = 100 \text{ m}}$$

**8.- Hormigón simple para cunetas  $f'c = 180 \text{ kg} / \text{cm}^2$**

El volumen a utilizarse en la construcción de cunetas laterales es igual al área de la sección por la longitud del proyecto más un porcentaje para la descarga y por dos lados. Unidad de medición, metro cúbico ( $\text{m}^3$ )

$$\text{Área de sección transversal de la cuneta} = 0,165 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud de la vía} = 4507 \text{ m}$$

$$\text{Longitud de descarga} = 100 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = 0,165 \text{ m}^2 * (4507 + 100) \text{ m} * 2$$

$$\underline{\text{Volumen} = 1520,31 \text{ m}^3}$$

**9.- Hormigón simple  $f'c = 210 \text{ kg} / \text{cm}^2$  Tipo B (muros cabezales)**

Los muros de cabezal o cualquier otra estructura a la entrada y salida de la alcantarilla deberán construirse al mismo tiempo que se coloca la tubería. Unidad de medición, metro cúbico ( $\text{m}^3$ )

$$\text{Volumen de hormigón} = \text{vol. cabezales} * \text{N. de cabezales} * 2 \text{ (entrada y salida)}$$

$$\text{Volumen de hormigón} = 6,50 \text{ m}^3 * 10 * 2$$

**Volumen de hormigón = 130,00 m<sup>3</sup>**

***10.- Tendido y compactado material de Sub – base clase 3***

Este trabajo consistirá en la construcción de capas compuestas por agregados gruesos, obtenidos mediante cribado de gravas o roca mezclados con arena natural o material finamente triturado, uniformemente graduados de grueso a fino. Unidad de medición metro cúbico (m<sup>3</sup>).

Factor de sobreancho = 1,10

Factor de esponjamiento = 1,20

Volumen = 4507 m \* 6 m \* 0,25 m

Volumen = 6760,5 \* 1,10 \* 1,20

**Volumen = 8923,86 m<sup>3</sup>**

***11.- Tendido y compactado material de Base clase 4***

Este trabajo consistirá en la construcción de capas compuestas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, graduadas uniformemente. Unidad de medición, metro cúbico (m<sup>3</sup>).

Factor de sobreancho = 1,10

Factor de esponjamiento = 1,20

Volumen = 4507 m \* 6,00 m \* 0,10 m

Volumen = 2704,2 \* 1,10 \* 1,20

**Volumen = 3569,54 m<sup>3</sup>**

***12.- Capa de rodadura asfáltica mezclado en planta, e = 2” incluye imprimación***

## **Hormigón asfáltico mezclado en planta de 2”**

Consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada. Unidad de medición, metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

Área de Asfalto = Longitud \* ancho de la vía

Área de Asfalto = 4507 m \* 6,00 m

Área de Asfalto = 27042 m<sup>2</sup> \* 1,10 (factor de sobreancho)

**Área de asfalto = 29746,2 m<sup>2</sup>**

### ***13.- Marcas en pavimento (pintura)***

Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado limpio y libre de polvo, grasa u otro material nocivo. Unidad de medición, metro lineal (m).

Longitud = 4507 m \*(2 líneas continuas + 1 segmentada en el centro)

**Longitud = 13521 m**

### ***14.- Señales verticales informativas (2,40 \* 1,20) m***

Del estudio = 4 U

### ***15.- Señales verticales preventivas y reglamentarias (0,60 \* 0,60) m***

Del estudio = 4 U

### ***16.- Comunicadores radiales***

Del estudio = 44 U

## 6.7.7. Presupuesto

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
<b>Proyecto:</b>	<b>Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.</b>
<b>Elaborado por:</b>	<b>Egda. Maribel Chasi Guamán</b>

### TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
1	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	9,01	526,83	4.748,85
2	Replanteo y nivelación	Km	4,51	352,46	1.588,54
3	Excavación sin clasificar incluye desalojo	m <sup>3</sup>	96.126,64	1,64	157.647,69
4	Relleno compactado con material del sitio	m <sup>3</sup>	1.620,93	4,25	6.888,95
5	Excavación para cunetas	m <sup>3</sup>	2.704,20	3,40	9.194,28
6	Excavación y relleno de estructuras menores	m <sup>3</sup>	1.350,00	1,45	1.957,50
<b>INSTALACIÓN DE DRENAJE</b>					
7	Tubería de acero corrugado PM 100 mm D = 1, 00 m, e = 2mm.	ml	100,00	193,48	19.348,00
8	Hormigón simple para cunetas f'c = 180 kg / cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1.520,31	123,36	187.545,44
9	Muro de H.C. 60% H. S. f'c = 210 kg / cm <sup>2</sup> Tipo B ( cabezales)	m <sup>3</sup>	130,00	277,19	36.034,70
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO</b>					
10	Tendido y compactado material de Sub – base clase 3	m <sup>3</sup>	8.923,86	16,33	145.726,63
11	Tendido y compactado material de Base clase 4	m <sup>3</sup>	3.569,54	25,09	89.559,76
12	Carpeta asfáltica mezclado en planta, e = 2" incluye imprimación	m <sup>2</sup>	29.746,20	11,78	350.410,24
<b>INSTALACIONES PARA CONTROL DE TRÁNSITO</b>					
13	Marcas en pavimento	ml	13.521,00	0,45	6.084,45
14	Señales verticales informativas (2,40 x 1,20)m	U	3,00	502,61	1.507,83
15	Señales verticales preventivas y reglamentarias (0,60 x 0,60 )m	U	4,00	143,80	575,20
16	Comunicadores radiales	U	44,00	135,74	5.972,56
<b>TOTAL :</b>					<b>1.024.790,62</b>

SON: UN MILLÓN VEINTE Y CUATRO MIL SETECIENTOS NOVENTA, 62/100 DÓLARES .

No incluye IVA

Ambato, Julio 2015

\_\_\_\_\_  
Egda. Maribel Chasi



### 6.7.8. Cronograma de trabajo

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO																													
RUBRO	Unidad	Cantidad	Precio unit	Precio Total	TIEMPO EN MESES																								
					MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				
RUBROS DE LA ESTRUCTURA DE LA VIA					1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	9,01	526,83	4.748,85	1.582,95	1.582,95	1.582,95																						
Replanteo y nivelación	Km	4,51	352,46	1.588,54			529,51	529,51	529,51																				
Excavación sin clasificar incluye desalojo	m3	96.126,64	1,64	157.647,69				39.411,92	39.411,92	39.411,92	39.411,92																		
Relleno compactado con material del sitio	m3	1.620,93	4,25	6.888,95						1.377,79	1.377,79	1.377,79	1.377,79	1.377,79															
Excavación para cunetas	m3	2.704,20	3,40	9.194,28									1.532,38	1.532,38	1.532,38	1.532,38	1.532,38	1.532,38											
Excavación y relleno de estructuras menores	m3	1.350,00	1,45	1.957,50									279,64	279,64	279,64	279,64	279,64	279,64											
Tubería de acero corrugado PM 100 mm D = 1,00	ml	100,00	193,48	19.348,00													3.224,67	3.224,67	3.224,67	3.224,67	3.224,67	3.224,67							
Hormigón simple para cunetas f'c = 180 kg / cm2	m3	1.520,31	123,36	187.545,44					18.754,54	18.754,54	18.754,54	18.754,54	18.754,54	18.754,54	18.754,54	18.754,54	18.754,54	18.754,54											
Muro de H.C. 60% H. S. f'c = 210 kg / cm2 Tipo B (cabezales)	m3	130,00	277,19	36.034,70									3.603,47	3.603,47	3.603,47	3.603,47	3.603,47	3.603,47	3.603,47	3.603,47	3.603,47	3.603,47							
Tendido y compactado material de Sub - base clase 3	m3	8.923,86	16,33	145.726,63									36.431,66	36.431,66	36.431,66	36.431,66													
Tendido y compactado material de Base clase 4	m3	3.569,54	25,09	89.559,76													22.389,94	22.389,94	22.389,94	22.389,94									
Carpeta asfáltica mezclado en planta, e = 2" incluye imprimación	m2	29.746,20	11,78	350.410,24																			70.082,05	70.082,05	70.082,05	70.082,05	70.082,05		
Marcas en pavimento	ml	13.521,00	0,45	6.084,45																							6.084,45		
Señales verticales informativas (2,40 x 1,20)m	U	3,00	502,61	1.507,83																							1.507,83		
Señales verticales preventivas y reglamentarias (0,60 x 0,60) m	U	4,00	143,80	575,20																							575,20		
Comunicadores radiales	U	44,00	135,74	5.972,56																							2.986,28	2.986,28	
<b>TOTAL:</b>				<b>1024790,62</b>																									
INVERSION MENSUAL PROGRAMADA					45219,80				179162,28				167163,19				244965,99				163873,17				224386,16				
AVANCE PARCIAL EN %					4,41				17,48				16,31				23,91				15,99				21,90				
INVERSION ACUMULADA					45219,80				224382,08				391545,27				636531,26				800404,44				1024790,62				
AVANCE ACUMULADO EN %					4,41				21,90				38,21				62,11				78,10				100,00				

## **6.8. Administración**

### **Recursos económicos**

Le corresponde a las instituciones tales como: Gobiernos Autónomos descentralizados, Autoridades administrativas de la parroquia Mulalillo, junto con la participación de todos los sectores sociales, la asignación de recursos económicos por medio del presupuesto que asigna el Estado, tanto para las etapas de construcción , operación y mantenimiento del proyecto

### **Recursos técnicos**

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas, en su calidad de autoridad competente, encargado de la gestión de la infraestructura vial y fiscalizar su cumplimiento a partir de las “ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES” constituye uno de los documentos técnicos de carácter normativo, que rige a nivel nacional y es de cumplimiento obligatorio.

### **Recursos administrativos**

La dirección y ejecución del proyecto estará bajo la supervisión del Gobierno Municipal, en base al control del personal, equipo técnico y maquinaria necesaria para llevar a cabo el proyecto vial optimizando tiempo y recursos económicos.

## **6.9. Previsión de la evaluación**

De acuerdo con las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP, 2002 se analizan los rubros, el presupuesto, y cronograma valorado de trabajo, a utilizarse en el proyecto; Diseño geométrico y diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi para mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector.

## **C MATERIALES DE REFERENCIA**

### **1. Bibliografía**

- ✓ AASHTO 93
- ✓ Normas para la Construcción de Caminos y Puentes, MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas) 2003.
- ✓ AASHTO (Asociación Americana de Vías Estatales y Transporte Oficial).
- ✓ Norma Ecuatoriana Vial NEVI – 12 – MTOP-2013
- ✓ Manual de carreteras español
- ✓ Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Mulalillo
- ✓ Ley de caminos
- ✓ Proyecto completo de carretas

### **LIBRO;**

- ✓ Ingeniería de pavimentos de Alfonso Montejo Fonseca
- ✓ Diseño geométrico de carreteras de James Cárdenas Grisales
- ✓ Ingeniería de carreteras volumen II de Carlos Kraemer
- ✓ Pavimentos
- ✓ Manual de Ensayos de Materiales – Norma MTC E101, Símbolos gráficos para suelos
- ✓ Diseño Racional de Pavimentos de Fredy Alberto Reyes Lizcano
- ✓ Diseño Geométrico De Carreteras (Dg-2013)

### **Linkcografía;**

- ✓ <http://snavarro.wordpress.com/disen-y-calculo-geometrico-de-viales/>
- ✓ <http://www.construaprende.com/foros/manual-diseno-geometrico-de-carreteras-vt6490.html>
- ✓ <http://www.4shared.com/account/home.jsp#dir=AUG83MDI>
- ✓ <http://hablandodevias.wordpress.com/2014/02/20/montaje-de-vias-metodo-de-replanteo/>
- ✓ [http://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o\\_geom%C3%A9trico\\_de\\_carreteras](http://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_geom%C3%A9trico_de_carreteras)
- ✓ <http://pavimyvias77.blogspot.com/>
- ✓ <http://www.totana.com/educacion-vial/se%C3%B1ales/Marcas%20viales.htm>

## **2. Anexos**

- A. Formato de encuesta
- B. Conteo vehicular
- C. Estudios de suelos
- D. Precios unitarios
- E. Fotografías
- F. Planos

# FORMATO DE LA ENCUESTA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
 Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica  
 Ingeniería Civil  
**ENCUESTA**



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

**NOMBRE:** .....

**INSTRUCCIONES:** Marque una X en la respuesta que considera adecuada, una sola por pregunta.

**1 ¿Con qué frecuencia circula usted por la vía?**

- Diariamente
- 1 vez por semana
- 1 vez por mes

**2 ¿Qué tipo de vehículo utiliza para transportar los productos a las ferias?**

- Automóvil
- Camión
- Camioneta

**3 ¿Usted hace uso de la vía con el propósito de dirigirse al?**

- Trabajo
- Estudio
- Visita
- Transporte de productos

**4 ¿Cuál cree que es el motivo para que la vía se encuentre en mal estado?**

- Clima
- Falta de mantenimiento
- Exceso de velocidad

**5 ¿El estado de la vía ha provocado inconvenientes en el traslado de los productos agrícolas hacia los mercados?**

- Mucho
- Poco
- Nada

**6 ¿El mal estado de la vía ha causado accidentes de tránsito?**

- Ninguno
- Poco
- Mucho

**7 ¿Cuál cree que debe ser la prioridad de una vía?**

- Cómoda
- Segura
- Económica
- Compatible con la naturaleza

**8 ¿De qué manera se beneficiará el sector con la realización del proyecto vial?**

- Turismo
- Comercio
- Desarrollo social

*Gracias por su ayuda*

# CONTEO

# VEHICULAR



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Ingeniería civil

**CONTEO VEHICULAR**



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

Fecha:	Domingo, 22 de Febrero de 2015	Realizado por:	Egda. Maribel Chasi				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL	ACUMULADO
			C-2-P	C-2-G	C-3		
6:00 a 6:15	1					1	
6:15 a 6:30	1					1	
6:30 a 6:45	0					0	
6:45 a 7:00	2					2	4
7:00 a 7:15	2					2	5
7:15 a 7:30	2					2	6
7:30a 7:45	1					1	7
7:45 a 8:00	0					0	5
8:00 a 8:15	2					2	5
8:15 a 8:30	1					1	4
8:30 a 8:45	1					1	4
8:45 a 9:00	2					2	6
9:00 a 9:15	2					2	6
9:15 a 9:30	1					1	6
9:30 a 9:45	1					1	6
9:45 a 10:00	2					2	6
10:00 a 10:15	2					2	6
10:15 a 10:30	2			1		3	8
10:30 a 10:45	3					3	10
10:45 a 11:00	2					2	10
11:00 a 11:15	3					3	11
11:15 a 11:30	2		1			3	11
11:30 a 11:45	2			1		3	11
11:45 a 12:00	4					4	13
12:00 a 12:15	2					2	12
12:15 a 12:30	1					1	10
13:30 a 12:45	3					3	10
12:45 a 13:00	0					0	6
13:00 a 13:15	2					2	6
13:15 a 13:30	3					3	8
13:30 a 13:45	1					1	6
13:45 a 14:00	1					1	7
14:00 a 14:15	2					2	7
14:15 a 14:30	2					2	6
14:30 a 14:45	1					1	6
14:45 a 15:00	1		1			2	7
15:00 a 15:15	2					2	7
15:15 a 15:30	3		1			4	9
15:30 a 15:45	1					1	9
15:45 a 16:00	2					2	9
16:00 a 16:15	1					1	8
16:15 a 16:30	2					2	6
16:30 a 16:45	1					1	6
16:45 a 17:00	2					2	6
17:00 a 17:15	0					0	5
17:15 a 17:30	1					1	4
17:30 a 17:45	2					2	5
17:45 a 18:00	1					1	4





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Ingeniería civil

**CONTEO VEHICULAR**



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

Fecha:	Lunes, 23 de Febrero de 2015	Realizado por:	Egda. Maribel Chasi				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL	ACUMULADO
			C-2-P	C-2-G	C-3		
6:00 a 6:15	0					0	
6:15 a 6:30	1					1	
6:30 a 6:45	2					2	
6:45 a 7:00	3					3	6
7:00 a 7:15	2					2	8
7:15 a 7:30	1					1	8
7:30a 7:45	1					1	7
7:45 a 8:00	0					0	4
8:00 a 8:15	2					2	4
8:15 a 8:30	2					2	5
8:30 a 8:45	0					0	4
8:45 a 9:00	2					2	6
9:00 a 9:15	3		2			5	9
9:15 a 9:30	2					2	9
9:30 a 9:45	1			1		2	11
9:45 a 10:00	1					1	10
10:00 a 10:15	2					2	7
10:15 a 10:30	2		1			3	8
10:30 a 10:45	3					3	9
10:45 a 11:00	2					2	10
11:00 a 11:15	1					1	9
11:15 a 11:30	2		1			3	9
11:30 a 11:45	1					1	7
11:45 a 12:00	2			1		3	8
12:00 a 12:15	2					2	9
12:15 a 12:30	1		1			2	8
13:30 a 12:45	2					2	9
12:45 a 13:00	1					1	7
13:00 a 13:15	2					2	7
13:15 a 13:30	1					1	6
13:30 a 13:45	1					1	5
13:45 a 14:00	2					2	6
14:00 a 14:15	2					2	6
14:15 a 14:30	0					0	5
14:30 a 14:45	1					1	5
14:45 a 15:00	2		1			3	6
15:00 a 15:15	1					1	5
15:15 a 15:30	3					3	8
15:30 a 15:45	1					1	8
15:45 a 16:00	0					0	5
16:00 a 16:15	3					3	7
16:15 a 16:30	2					2	6
16:30 a 16:45	0					0	5
16:45 a 17:00	1					1	6
17:00 a 17:15	3					3	6
17:15 a 17:30	1					1	5
17:30 a 17:45	2					2	7
17:45 a 18:00	0					0	6



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Ingeniería civil

**CONTEO VEHICULAR**



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

Fecha:	Martes, 24 de Febrero de 2015	Realizado por:	Egda. Maribel Chasi				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL	ACUMULADO
			C-2-P	C-2-G	C-3		
6:00 a 6:15	0					0	
6:15 a 6:30	0					0	
6:30 a 6:45	1					1	
6:45 a 7:00	1					1	2
7:00 a 7:15	2					2	4
7:15 a 7:30	1					1	5
7:30a 7:45	1					1	5
7:45 a 8:00	1					1	5
8:00 a 8:15	2					2	5
8:15 a 8:30	0					0	4
8:30 a 8:45	2					2	5
8:45 a 9:00	0					0	4
9:00 a 9:15	0					0	2
9:15 a 9:30	1					1	3
9:30 a 9:45	1					1	2
9:45 a 10:00	1			1		2	4
10:00 a 10:15	1					1	5
10:15 a 10:30	0		2			2	6
10:30 a 10:45	2					2	7
10:45 a 11:00	1					1	6
11:00 a 11:15	1					1	6
11:15 a 11:30	2			1		3	7
11:30 a 11:45	1					1	6
11:45 a 12:00	3					3	8
12:00 a 12:15	1		1			2	9
12:15 a 12:30	1					1	7
13:30 a 12:45	1			1		2	8
12:45 a 13:00	0					0	5
13:00 a 13:15	2					2	5
13:15 a 13:30	1					1	5
13:30 a 13:45	2					2	5
13:45 a 14:00	1					1	6
14:00 a 14:15	1					1	5
14:15 a 14:30	2					2	6
14:30 a 14:45	2					2	6
14:45 a 15:00	0					0	5
15:00 a 15:15	0					0	4
15:15 a 15:30	1		1			2	4
15:30 a 15:45	2			1		3	5
15:45 a 16:00	0					0	5
16:00 a 16:15	2					2	7
16:15 a 16:30	1					1	6
16:30 a 16:45	1			1		2	5
16:45 a 17:00	0					0	5
17:00 a 17:15	1					1	4
17:15 a 17:30	1					1	4
17:30 a 17:45	0					0	2
17:45 a 18:00	1					1	3



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Ingeniería civil

**CONTEO VEHICULAR**



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

Fecha:	Miércoles, 25 de Febrero de 2015	Realizado por:	Egda. Maribel Chasi				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL	ACUMULADO
			C-2-P	C-2-G	C-3		
6:00 a 6:15	0					0	
6:15 a 6:30	2		1			3	
6:30 a 6:45	1					1	
6:45 a 7:00	3					3	7
7:00 a 7:15	1					1	8
7:15 a 7:30	0					0	5
7:30a 7:45	2					2	6
7:45 a 8:00	1					1	4
8:00 a 8:15	0					0	3
8:15 a 8:30	2					2	5
8:30 a 8:45	2					2	5
8:45 a 9:00	1					1	5
9:00 a 9:15	2					2	7
9:15 a 9:30	3					3	8
9:30 a 9:45	1					1	7
9:45 a 10:00	2					2	8
10:00 a 10:15	0					0	6
10:15 a 10:30	1		1			2	5
10:30 a 10:45	0					0	4
10:45 a 11:00	1					1	3
11:00 a 11:15	0					0	3
11:15 a 11:30	1					1	2
11:30 a 11:45	2					2	4
11:45 a 12:00	2					2	5
12:00 a 12:15	1					1	6
12:15 a 12:30	2		1			3	8
13:30 a 12:45	2					2	8
12:45 a 13:00	3					3	9
13:00 a 13:15	2			2		4	12
13:15 a 13:30	0					0	9
13:30 a 13:45	2					2	9
13:45 a 14:00	1					1	7
14:00 a 14:15	2					2	5
14:15 a 14:30	1					1	6
14:30 a 14:45	2					2	6
14:45 a 15:00	1					1	6
15:00 a 15:15	1					1	5
15:15 a 15:30	1					1	5
15:30 a 15:45	3					3	6
15:45 a 16:00	2					2	7
16:00 a 16:15	3					3	9
16:15 a 16:30	0		1			1	9
16:30 a 16:45	2					2	8
16:45 a 17:00	1					1	7
17:00 a 17:15	1					1	5
17:15 a 17:30	0					0	4
17:30 a 17:45	2					2	4
17:45 a 18:00	2					2	5

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Ingeniería civil

**CONTEO VEHICULAR**

**“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.**

Fecha:	Jueves, 26 de Febrero de 2015	Realizado por:	Egda. Maribel Chasi				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL	ACUMULADO
			C-2-P	C-2-G	C-3		
6:00 a 6:15	0					0	
6:15 a 6:30	2					2	
6:30 a 6:45	1					1	
6:45 a 7:00	3					3	6
7:00 a 7:15	1					1	7
7:15 a 7:30	3					3	8
7:30a 7:45	2					2	9
7:45 a 8:00	1					1	7
8:00 a 8:15	2					2	8
8:15 a 8:30	1					1	6
8:30 a 8:45	2					2	6
8:45 a 9:00	2					2	7
9:00 a 9:15	2					2	7
9:15 a 9:30	1		1			2	8
9:30 a 9:45	1			1		2	8
9:45 a 10:00	0					0	6
10:00 a 10:15	2					2	6
10:15 a 10:30	2		1			3	7
10:30 a 10:45	1					1	6
10:45 a 11:00	1					1	7
11:00 a 11:15	3			1		4	9
11:15 a 11:30	2		2			4	10
11:30 a 11:45	3					3	12
11:45 a 12:00	4					4	15
12:00 a 12:15	2					2	13
12:15 a 12:30	1					1	10
13:30 a 12:45	2					2	9
12:45 a 13:00	3					3	8
13:00 a 13:15	3					3	9
13:15 a 13:30	1					1	9
13:30 a 13:45	0					0	7
13:45 a 14:00	2					2	6
14:00 a 14:15	2					2	5
14:15 a 14:30	3					3	7
14:30 a 14:45	1					1	8
14:45 a 15:00	1					1	7
15:00 a 15:15	2					2	7
15:15 a 15:30	0					0	4
15:30 a 15:45	1					1	4
15:45 a 16:00	2					2	5
16:00 a 16:15	3					3	6
16:15 a 16:30	4					4	10
16:30 a 16:45	2					2	11
16:45 a 17:00	0					0	9
17:00 a 17:15	2					2	8
17:15 a 17:30	1					1	5
17:30 a 17:45	2					2	5
17:45 a 18:00	0					0	5



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Ingeniería civil

**CONTEO VEHICULAR**



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

Fecha:	Viernes, 27 de Febrero de 2015	Realizado por:	Egda. Maribel Chasi				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL	ACUMULADO
			C-2-P	C-2-G	C-3		
6:00 a 6:15	0					0	
6:15 a 6:30	2					2	
6:30 a 6:45	0					0	
6:45 a 7:00	3					3	5
7:00 a 7:15	2					2	7
7:15 a 7:30	1					1	6
7:30a 7:45	1					1	7
7:45 a 8:00	2					2	6
8:00 a 8:15	3					3	7
8:15 a 8:30	2					2	8
8:30 a 8:45	0					0	7
8:45 a 9:00	1					1	6
9:00 a 9:15	2					2	5
9:15 a 9:30	0		1			1	4
9:30 a 9:45	1					1	5
9:45 a 10:00	2					2	6
10:00 a 10:15	3			2		5	9
10:15 a 10:30	3					3	11
10:30 a 10:45	1		1			2	12
10:45 a 11:00	1					1	11
11:00 a 11:15	1					1	7
11:15 a 11:30	2		2			4	8
11:30 a 11:45	3					3	9
11:45 a 12:00	3					3	11
12:00 a 12:15	1					1	11
12:15 a 12:30	2					2	9
13:30 a 12:45	0					0	6
12:45 a 13:00	2					2	5
13:00 a 13:15	3					3	7
13:15 a 13:30	0					0	5
13:30 a 13:45	2					2	7
13:45 a 14:00	1					1	6
14:00 a 14:15	1					1	4
14:15 a 14:30	0					0	4
14:30 a 14:45	2					2	4
14:45 a 15:00	1					1	4
15:00 a 15:15	3					3	6
15:15 a 15:30	2					2	8
15:30 a 15:45	0					0	6
15:45 a 16:00	2					2	7
16:00 a 16:15	3					3	7
16:15 a 16:30	2					2	7
16:30 a 16:45	0					0	7
16:45 a 17:00	1					1	6
17:00 a 17:15	3					3	6
17:15 a 17:30	1					1	5
17:30 a 17:45	2					2	7
17:45 a 18:00	0					0	6



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica  
Ingeniería civil  
**CONTEO VEHICULAR**



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

Fecha:	Sábado, 28 de Febrero de 2015	Realizado por:	Egda. Maribel Chasi				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL	ACUMULADO
			C-2-P	C-2-G	C-3		
6:00 a 6:15	0					0	
6:15 a 6:30	2					2	
6:30 a 6:45	1					1	
6:45 a 7:00	3					3	6
7:00 a 7:15	1					1	7
7:15 a 7:30	1		1			2	7
7:30a 7:45	2					2	8
7:45 a 8:00	1		1			2	7
8:00 a 8:15	3					3	9
8:15 a 8:30	0					0	7
8:30 a 8:45	1					1	6
8:45 a 9:00	2					2	6
9:00 a 9:15	2					2	5
9:15 a 9:30	0		1			1	6
9:30 a 9:45	2					2	7
9:45 a 10:00	1					1	6
10:00 a 10:15	2					2	6
10:15 a 10:30	3		1			4	9
10:30 a 10:45	2			1		3	10
10:45 a 11:00	1		1			2	11
11:00 a 11:15	0					0	9
11:15 a 11:30	1		1			2	7
11:30 a 11:45	1					1	5
11:45 a 12:00	2					2	5
12:00 a 12:15	1					1	6
12:15 a 12:30	1					1	5
13:30 a 12:45	2					2	6
12:45 a 13:00	1					1	5
13:00 a 13:15	0					0	4
13:15 a 13:30	2					2	5
13:30 a 13:45	0					0	3
13:45 a 14:00	1					1	3
14:00 a 14:15	2					2	5
14:15 a 14:30	1					1	4
14:30 a 14:45	1					1	5
14:45 a 15:00	2					2	6
15:00 a 15:15	0					0	4
15:15 a 15:30	0		2			2	5
15:30 a 15:45	3					3	7
15:45 a 16:00	1					1	6
16:00 a 16:15	1					1	7
16:15 a 16:30	2					2	7
16:30 a 16:45	1					1	5
16:45 a 17:00	2					2	6
17:00 a 17:15	1					1	6
17:15 a 17:30	2					2	6
17:30 a 17:45	2					2	7
17:45 a 18:00	0					0	5

**ESTUDIO**

**DE**

**SUELOS**

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

ABSCISA: Km 1+000

REALIZADO:

Egda. Maribel Chasi Guamán

NORMA: AASHTO T-88-70

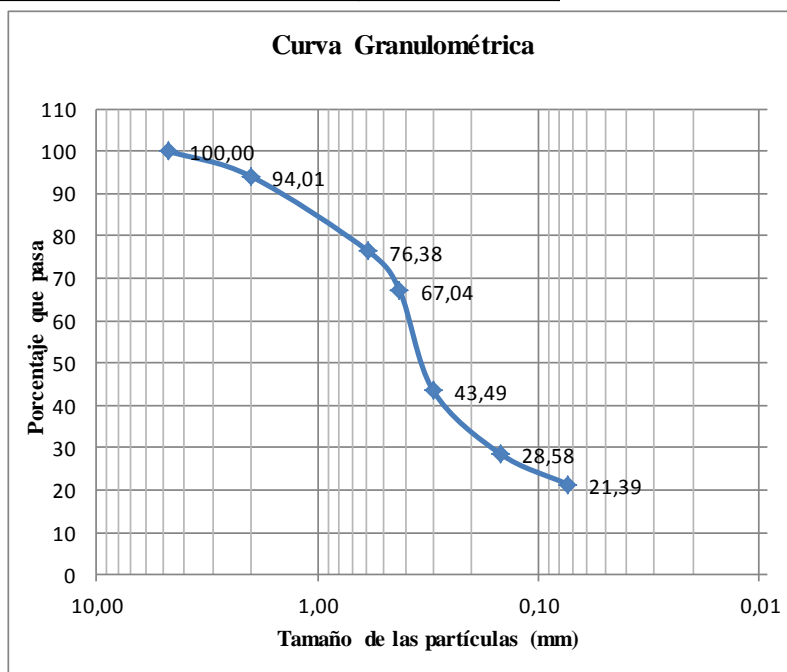
REVISADO :

Ing. MSc. Lorena Pérez

### Análisis Granulométrico del Suelo

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50,80	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,1	0,00	0,00	100,00
N 4"	4,76	0,00	0,00	100,00
PASA N 4	4,76	0,00	0,00	100,00
N° 10	2,000	27,89	5,99	94,01
N° 30	0,590	110,04	23,62	76,38
N° 40	0,425	153,56	32,96	67,04
N° 50	0,300	263,28	56,51	43,49
N° 100	0,149	332,76	71,42	28,58
N° 200	0,074	366,26	78,61	21,39
PASA EL N° 200		99,64	21,39	
TOTAL		465,90		
PESO ANTES DE LAVADO		500,00		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		465,90		
TOTAL – DIFERENCIA		34,10		

**Curva Granulométrica**







# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica  
Laboratorio de Mecánica de Suelos



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

ABSCISA: Km 2+000

REALIZADO: Egda. Maribel Chasi Guamán

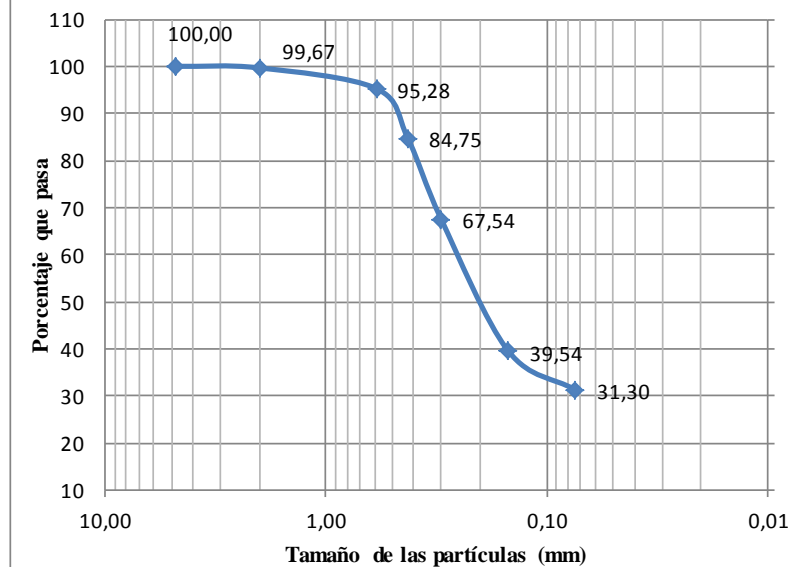
NORMA: AASHTO T-88-70

REVISADO : Ing. MSc. Lorena Pérez

## Análisis Granulométrico del Suelo

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50,80	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,1	0,00	0,00	100,00
N 4"	4,76	0,00	0,00	100,00
PASA N 4	4,76	0,00	0,00	100,00
N° 10	2,000	1,50	0,33	99,67
N° 30	0,590	21,36	4,72	95,28
N° 40	0,425	68,94	15,25	84,75
N° 50	0,300	146,77	32,46	67,54
N° 100	0,149	273,41	60,46	39,54
N° 200	0,074	310,67	68,70	31,30
PASA EL N° 200		141,53	31,30	
TOTAL		452,20		
PESO ANTES DE LAVADO		500,00		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		452,20		
TOTAL – DIFERENCIA		47,80		

### Curva Granulométrica





# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



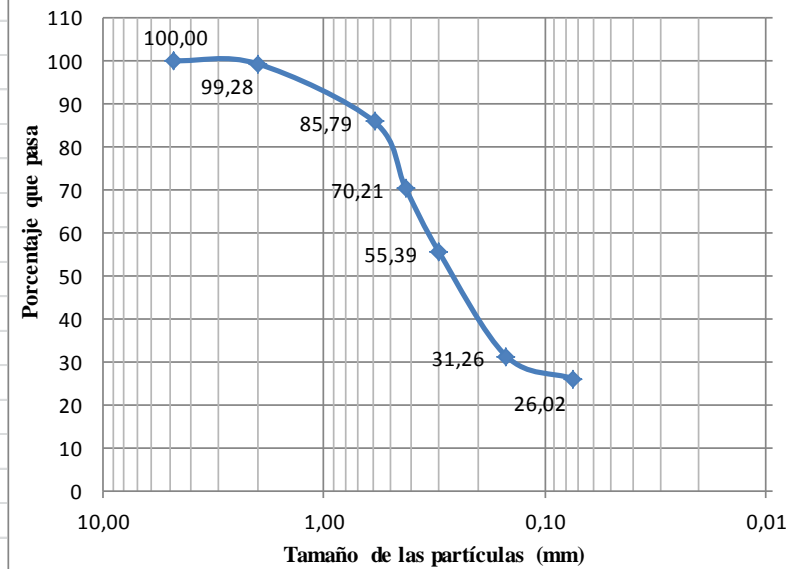
“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

ABSCISA: Km 3+000	REALIZADO: Egda. Maribel Chasi Guamán
NORMA: AASHTO T-88-70	REVISADO : Ing. MSc. Lorena Pérez

### Análisis Granulométrico del Suelo

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50,80	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,1	0,00	0,00	100,00
N 4"	4,76	0,00	0,00	100,00
PASA N 4	4,76	0,00	0,00	100,00
N° 10	2,000	3,25	0,72	99,28
N° 30	0,590	64,05	14,21	85,79
N° 40	0,425	134,25	29,79	70,21
N° 50	0,300	201,00	44,61	55,39
N° 100	0,149	309,73	68,74	31,26
N° 200	0,074	333,35	73,98	26,02
PASA EL N° 200		117,25	26,02	
TOTAL		450,60		
PESO ANTES DE LAVADO		500,00		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		450,60		
TOTAL – DIFERENCIA		49,40		

### Curva Granulométrica





# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

ABSCISA: Km 4+000

REALIZADO:

Egda. Maribel Chasi Guamán

NORMA: AASHTO T-88-70

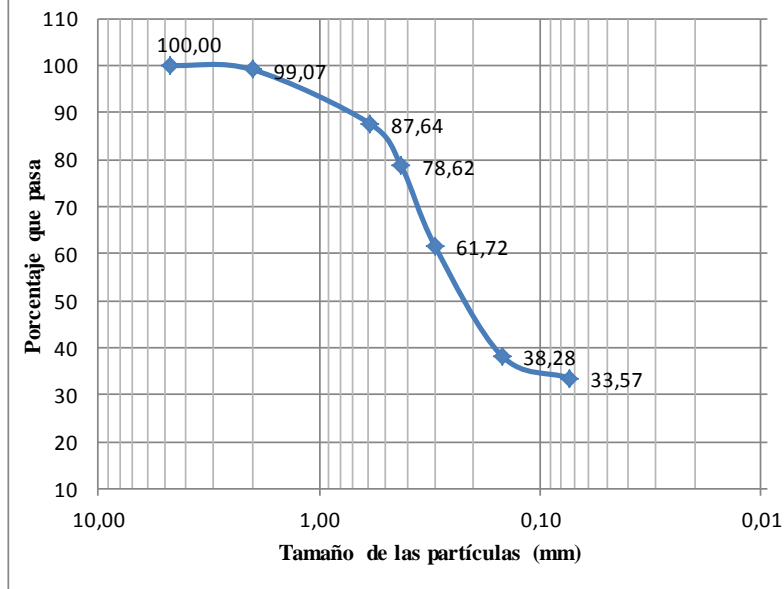
REVISADO :

Ing. MSc. Lorena Pérez



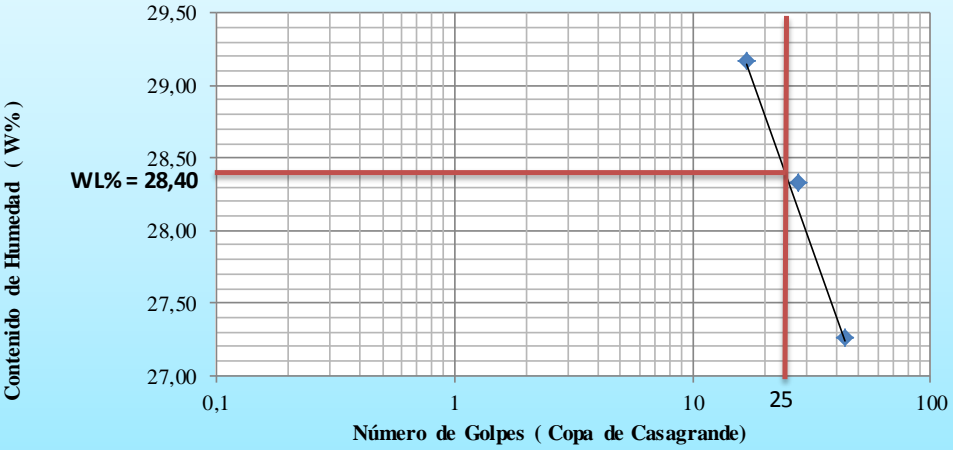
## Análisis Granulométrico del Suelo

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50,80	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,1	0,00	0,00	100,00
N 4"	4,76	0,00	0,00	100,00
PASA N 4	4,76	0,00	0,00	100,00
N° 10	2,000	4,20	0,93	99,07
N° 30	0,590	55,95	12,36	87,64
N° 40	0,425	96,75	21,38	78,62
N° 50	0,300	173,25	38,28	61,72
N° 100	0,149	279,35	61,72	38,28
N° 200	0,074	300,65	66,43	33,57
PASA EL N° 200		151,95	33,57	
TOTAL		452,60		
PESO ANTES DE LAVADO		500,00		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		452,60		
TOTAL – DIFERENCIA		47,40		

## Curva Granulométrica



## LÍMITES

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 						
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Laboratorio de Mecánica de Suelos						
“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.						
<b>ABSCISA:</b> Km 1+000	<b>REALIZADO:</b> Egda. Maribel Chasi Guamán					
<b>NORMA:</b> AASHTO T-90-70	<b>REVISADO:</b> Ing. MSc. Lorena Pérez					
<b>1. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO</b>						
Nº Golpes	44	28	17			
Recipiente Nº	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	26,1	31,6	24,9	27,7	25,5	25,9
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	23	27,2	21,8	24,2	22,5	22,6
Peso del recipiente (Wr)	11,6	11,1	11,3	11,3	12,2	11,3
Peso del agua (Ww)	3,1	4,4	3,1	3,5	3	3,3
Peso de los sólidos (Ws)	11,4	16,1	10,5	12,9	10,3	11,3
Contenido de humedad (W%)	27,19	27,33	29,52	27,13	29,13	29,20
Contenido de humedad prom (W%)	27,26		28,33		29,16	
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b> <b>Curva de Esguerrimiento</b>						
						
<b>2. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO</b>						
Recipiente Nº	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	7	7	7,1	7,1	6,9	7,4
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	6,8	6,8	6,9	7	6,7	7,2
Peso del recipiente (Wr)	6,1	6	6,2	6,2	6,1	6,1
Peso del agua (Ww)	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
Peso de los sólidos (Ws)	0,7	0,8	0,7	0,8	0,6	1,1
Contenido de humedad (W%)	28,57	25,00	28,57	12,50	33,33	18,18
Contenido de humedad prom. (W%)	26,79		20,54		25,76	
Límite Líquido ( Curva de Esguerrimiento ) % =			28,40			
Límite Plástico % =			24,36			
Índice Plástico LL% -LP% =			4,04			



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

ABSCISA: Km 2+000

REALIZADO:

Egda. Maribel Chasi Guamán

NORMA: AASHTO T-90-70

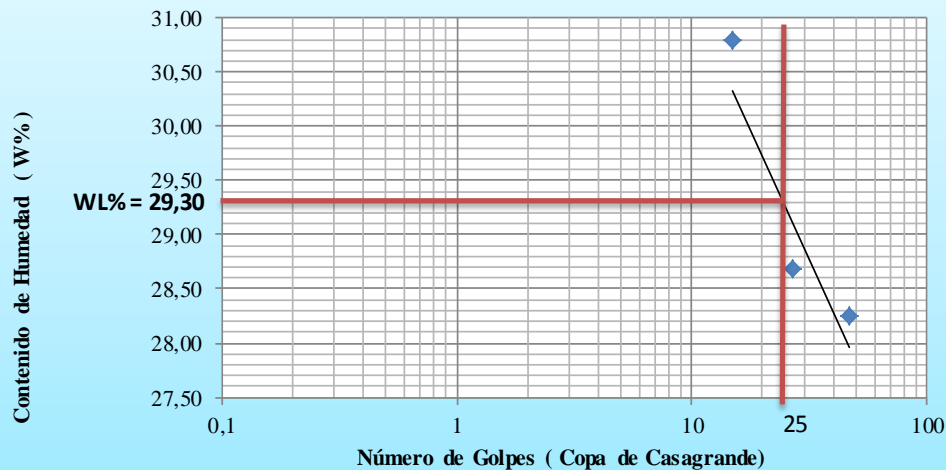
REVISADO:

Ing. MSc. Lorena Pérez

## I. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° Golpes	47		27		15	
Recipiente N°	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	39,9	39	27,3	30,8	35,7	35,7
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	33,5	33	23,7	26,4	30,1	30
Peso del recipiente (Wr)	10,9	11,7	11,2	11	11,6	11,8
Peso del agua (Ww)	6,4	6	3,6	4,4	5,6	5,7
Peso de los sólidos (Ws)	22,6	21,3	12,5	15,4	18,5	18,2
Contenido de humedad (W%)	28,32	28,17	28,80	28,57	30,27	31,32
Contenido de humedad prom (W%)	28,24		28,69		30,79	

### LÍMITE LÍQUIDO Curva de Escurrimiento



## 2. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente N°	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	7,1	6,9	7,7	6,6	7,2	7,1
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	6,9	6,8	7,4	6,5	7	6,9
Peso del recipiente (Wr)	6,3	6,2	6,1	6,2	6,2	6
Peso del agua (Ww)	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2
Peso de los sólidos (Ws)	0,6	0,6	1,3	0,3	0,8	0,9
Contenido de humedad (W%)	33,33	16,67	23,08	33,33	25,00	22,22
Contenido de humedad prom. (W%)	25,00		28,21		23,61	

Límite Líquido ( Curva de Escurrimiento ) % = 29,30

Límite Plástico % = 25,61

Índice Plástico LL% -LP% = 3,69

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

ABSCISA: Km 3+000

REALIZADO:

Egda. Maribel Chasi Guamán

NORMA: AASHTO T-90-70

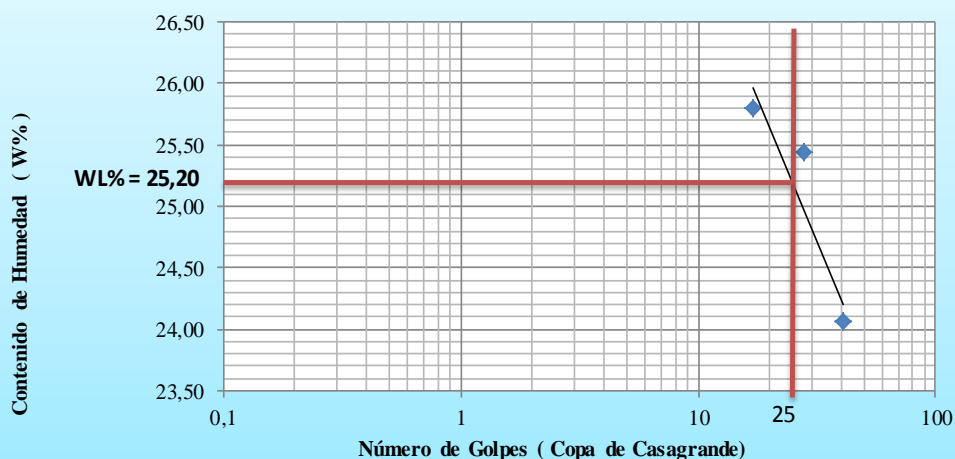
REVISADO:

Ing. MSc. Lorena Pérez

**1. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO**

N° Golpes	41		28		17	
Recipiente N°	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	36,1	38	28,8	34,9	41,2	40,2
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	31,2	32,8	25,3	30,1	35	34,3
Peso del recipiente (Wr)	11,2	10,8	11,5	11,3	10,9	11,5
Peso del agua (Ww)	4,9	5,2	3,5	4,8	6,2	5,9
Peso de los sólidos (Ws)	20	22	13,8	18,8	24,1	22,8
Contenido de humedad (W%)	24,50	23,64	25,36	25,53	25,73	25,88
Contenido de humedad prom (W%)	24,07		25,45		25,80	

**LÍMITE LÍQUIDO**  
**Curva de Escurrimiento**

**2. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**

Recipiente N°	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	7,3	7,8	8,3	7,1	7,4	7
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	7,1	7,5	7,9	6,9	7,2	6,9
Peso del recipiente (Wr)	6,2	6,3	6,3	6,2	6,2	6,2
Peso del agua (Ww)	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1
Peso de los sólidos (Ws)	0,9	1,2	1,6	0,7	1	0,7
Contenido de humedad (W%)	22,22	25,00	25,00	28,57	20,00	14,29
Contenido de humedad prom. (W%)	23,61		26,79		17,14	

Límite Líquido ( Curva de Escurrimiento ) %=	25,20
Límite Plástico %=	22,51
Índice Plástico LL% -LP%=	2,69



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica  
Laboratorio de Mecánica de Suelos



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

ABSCISA: Km 4+000

REALIZADO:

Egda. Maribel Chasi Guamán

NORMA: AASHTO T-90-70

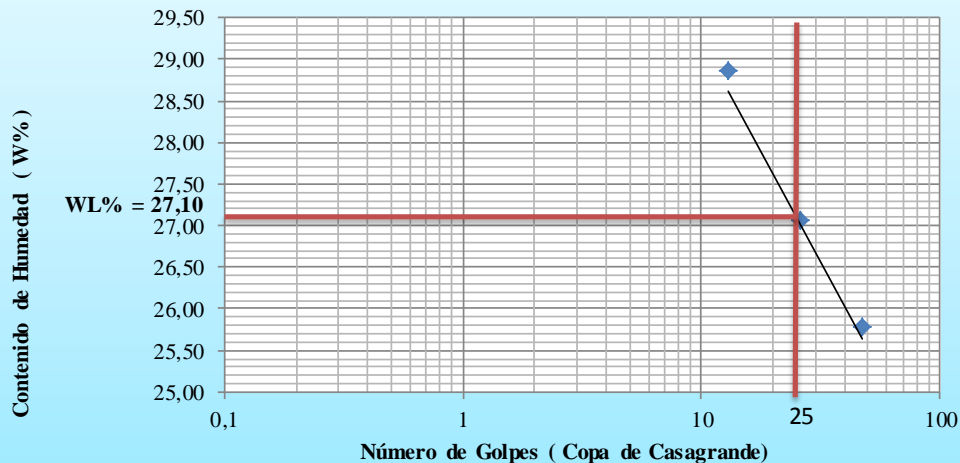
REVISADO:

Ing. MSc. Lorena Pérez

### 1. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Nº Golpes	47		26		13	
Recipiente Nº	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	25,8	27,4	23,6	30,4	27,1	35
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	22,8	24	21	26,4	23,6	29,6
Peso del recipiente (Wr)	11	11	11,4	11,6	11,4	11
Peso del agua (Ww)	3	3,4	2,6	4	3,5	5,4
Peso de los sólidos (Ws)	11,8	13	9,6	14,8	12,2	18,6
Contenido de humedad (W%)	25,42	26,15	27,08	27,03	28,69	29,03
Contenido de humedad prom (W%)	25,79		27,06		28,86	

### LÍMITE LÍQUIDO Curva de Escurrimiento



### 2. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Nº	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	7,3	7,9	7,2	7,2	7,1	7,6
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	7,1	7,6	7	7	6,8	7,4
Peso del recipiente (Wr)	6,1	6,3	6,3	6,2	6	6,3
Peso del agua (Ww)	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
Peso de los sólidos (Ws)	1	1,3	0,7	0,8	0,8	1,1
Contenido de humedad (W%)	20,00	23,08	28,57	25,00	37,50	18,18
Contenido de humedad prom. (W%)	21,54		26,79		27,84	

Límite Líquido ( Curva de Escurrimiento ) % = 27,10

Límite Plástico % = 25,39

Índice Plástico LL% -LP% = 1,71

## COMPACTACIÓN



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica  
Laboratorio de Mecánica de Suelos



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

ABSCISA: Km 1+000

REALIZADO:

Egda. Maribel Chasi Guamán

NORMA: AASHTO T-180

REVISADO:

Ing. MSc. Lorena Pérez

### Determinación de la máxima densidad y contenido óptimo de humedad.

#### ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

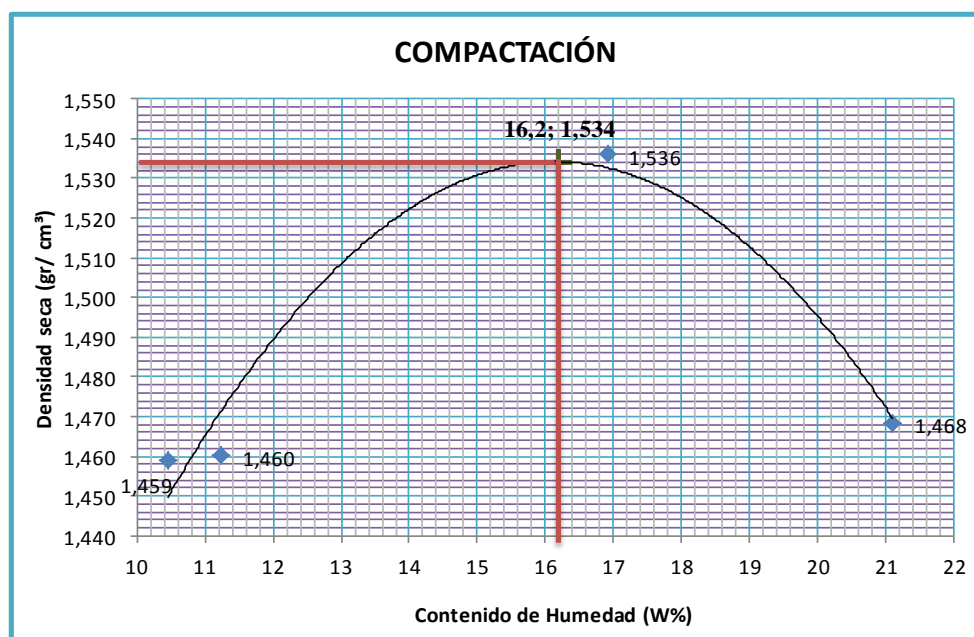
Número de golpes: 56	Número de capas: 5	Peso martillo: 10 lbs.
Altura de caída: 18"	Peso molde 6": 16385	Volumen molde cc: 2317,85
Energía de compactación:	51310,88	

#### 1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1			
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	4%	6%	8%	10%
Humedad inicial añadida en (cc)	240	360	480	600
P molde + Suelo húmedo	20120	20150	20547	20507
Peso suelo húmedo (gr)	3735	3765	4162	4122
Densidad húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1,611	1,624	1,796	1,778

#### 2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°								
Peso húmedo + recipiente	137,8	129,6	137,3	124,9	137,6	128,1	135,6	128,4
Peso seco + recipiente	127,8	120,2	126,8	115,2	123,6	112,8	118,7	110,3
Peso del recipiente	30,9	31,4	30,8	31,2	31,5	30,6	31,1	31,3
Peso del agua	10	9,4	10,5	9,7	14	15,3	16,9	18,1
Peso de los sólidos	96,9	88,8	96	84	92,1	82,2	87,6	79
Contenido de humedad	10,32	10,59	10,94	11,55	15,20	18,61	19,29	22,91
Contenido de humedad prom	10,45		11,24		16,91		21,10	
Densidad seca en gr/cm <sup>3</sup>	1,459		1,460		1,536		1,468	







# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

ABSCISA: Km 2+000

REALIZADO: Egda. Maribel Chasi Guamán

NORMA: AASHTO T-180

REVISADO: Ing. MSc. Lorena Pérez

## Determinación de la máxima densidad y contenido óptimo de humedad.

### ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Número de golpes: 56	Número de capas: 5	Peso martillo: 10 lbs.
Altura de caída: 18"	Peso molde 6": 16385	Volumen molde cc: 2317,85
Energía de compactación:	51310,88	

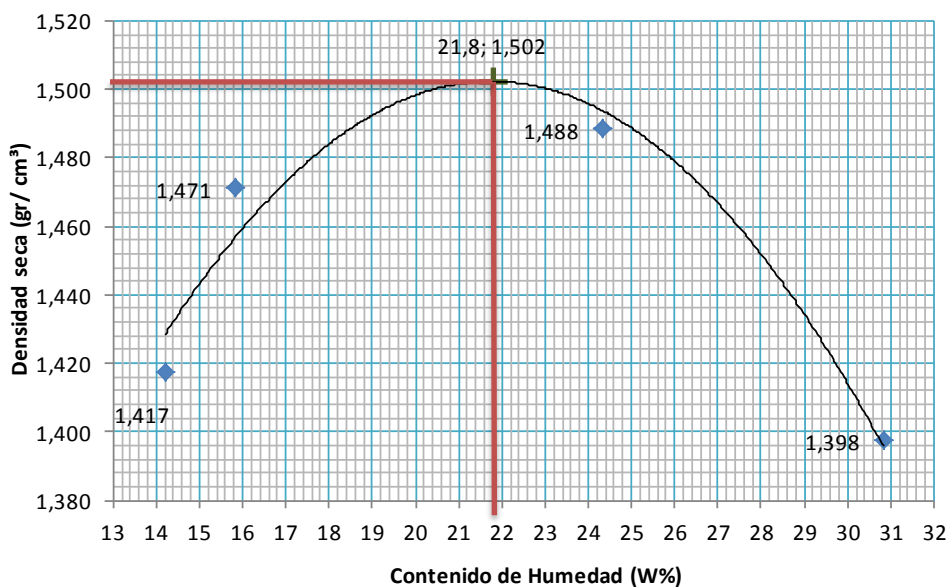
### 1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	4%	6%	8%	10%
Humedad inicial añadida en (cc)	240	360	480	600
P molde + Suelo húmedo	20137	20335	20674	20623
Peso suelo húmedo (gr)	3752	3950	4289	4238
Densidad húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1,619	1,704	1,850	1,828

### 2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso húmedo + recipiente	131,5	134,7	135,9	131,4	135,5	133,8	141,4	143,2
Peso seco + recipiente	119,1	121,7	121,6	117,7	115,2	113,6	115,5	116,7
Peso del recipiente	31,1	30,9	31,1	31,3	31,3	31	31,2	31
Peso del agua	12,4	13	14,3	13,7	20,3	20,2	25,9	26,5
Peso de los sólidos	88	90,8	90,5	86,4	83,9	82,6	84,3	85,7
Contenido de humedad	14,09	14,32	15,80	15,86	24,20	24,46	30,72	30,92
Contenido de humedad prom	14,20		15,83		24,33		30,82	
Densidad seca en gr/cm <sup>3</sup>	1,417		1,471		1,488		1,398	

### COMPACTACIÓN





# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

ABSCISA: Km 3+000

REALIZADO: Egda. Maribel Chasi Guamán

NORMA: AASHTO T-180

REVISADO: Ing. MSc. Lorena Pérez

## Determinación de la máxima densidad y contenido óptimo de humedad.

### ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Número de golpes: 56	Número de capas: 5	Peso martillo: 10 lbs.
Altura de caída: 18"	Peso molde 6": 16385	Volumen molde cc: 2317,85
Energía de compactación:	51310,88	

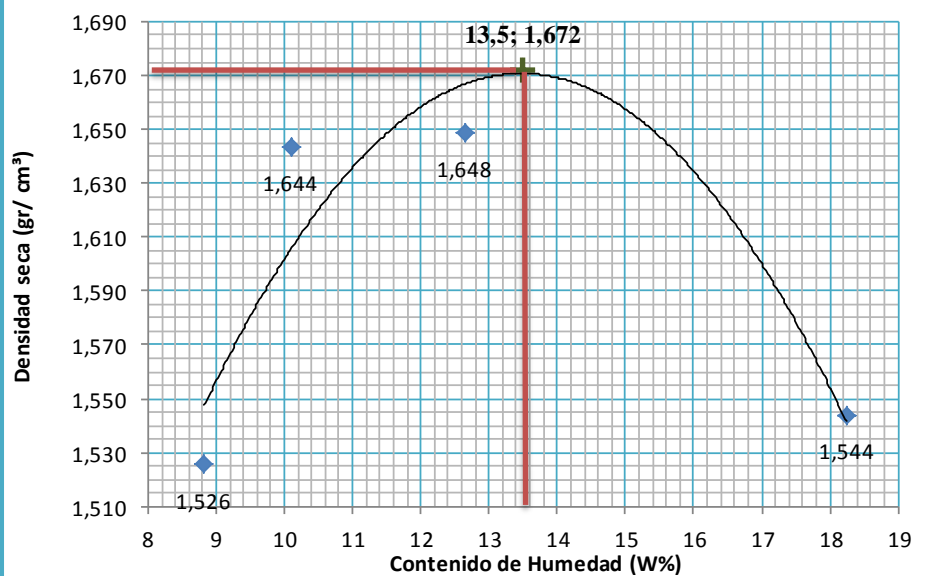
### 1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	2	3	4	5
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	4%	6%	8%	10%
Humedad inicial añadida en (cc)	240	360	480	600
P molde + Suelo húmedo	20233	20579	20689	20616
Peso suelo húmedo (gr)	3848	4194	4304	4231
Densidad húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1,660	1,809	1,857	1,825

### 2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°								
Peso húmedo + recipiente	144,8	149	136	154,1	153	135,8	157,6	149,3
Peso seco + recipiente	135,7	139,3	126,5	142,7	139,7	123,7	141,2	128,2
Peso del recipiente	31,1	30,9	31,1	31,3	31,5	30,6	30	31,1
Peso del agua	9,1	9,7	9,5	11,4	13,3	12,1	16,4	21,1
Peso de los sólidos	104,6	108,4	95,4	111,4	108,2	93,1	111,2	97,1
Contenido de humedad	8,70	8,95	9,96	10,23	12,29	13,00	14,75	21,73
Contenido de humedad prom	8,82		10,10		12,64		18,24	
Densidad seca en gr/cm <sup>3</sup>	1,526		1,644		1,648		1,544	

### COMPACTACIÓN





# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

ABSCISA: Km 4+000

REALIZADO: Egda. Maribel Chasi Guamán

NORMA: AASHTO T-180

REVISADO: Ing. MSc. Lorena Pérez

## Determinación de la máxima densidad y contenido óptimo de humedad.

### ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

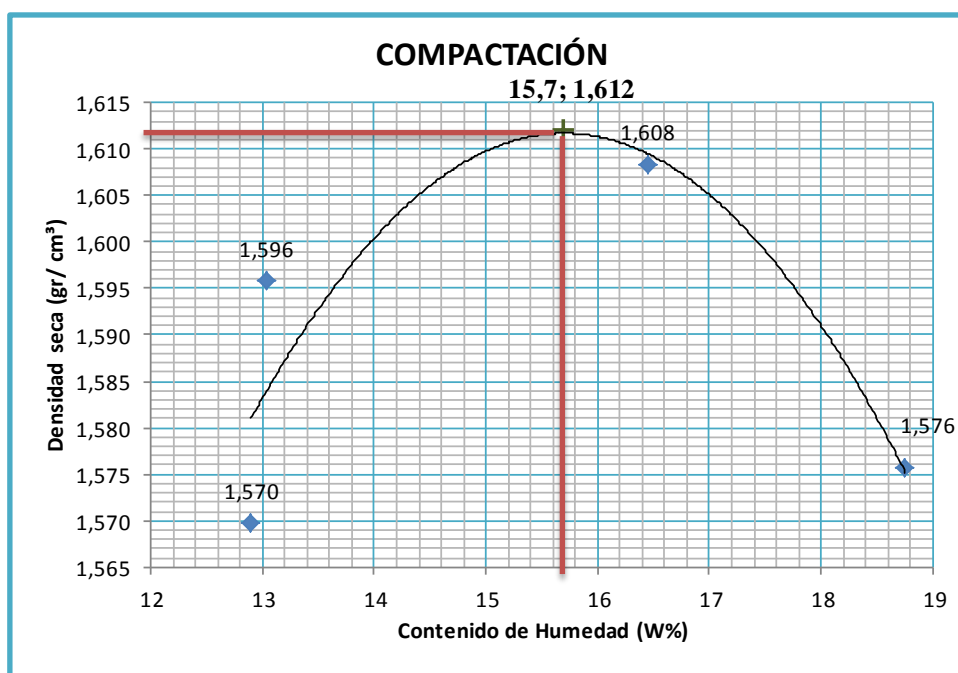
Número de golpes: 56	Número de capas: 5	Peso martillo: 10 lbs.
Altura de caída: 18 "	Peso molde 6": 16385	Volumen molde cc: 2317,85
Energía de compactación:	51310,88	

### 1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	2%	4%	6%	8%
Humedad inicial añadida en (cc)	120	240	360	480
P molde + Suelo húmedo	20493	20566	20726	20722
Peso suelo húmedo (gr)	4108	4181	4341	4337
Densidad húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1,772	1,804	1,873	1,871

### 2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°								
Peso húmedo + recipiente	141,9	151,1	124,5	130	121,8	130,5	150	159,1
Peso seco + recipiente	129,5	137,1	116,2	116,1	115	110,8	131	139,1
Peso del recipiente	31	31,1	31,1	30,9	31,1	31,3	31,4	30,6
Peso del agua	12,4	14	8,3	13,9	6,8	19,7	19	20
Peso de los sólidos	98,5	106	85,1	85,2	83,9	79,5	99,6	108,5
Contenido de humedad	12,59	13,21	9,75	16,31	8,10	24,78	19,08	18,43
Contenido de humedad prom	12,90		13,03		16,44		18,75	
Densidad seca en gr/cm <sup>3</sup>	1,570		1,596		1,608		1,576	



## PROCTOR

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>                      Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica                      Laboratorio de Mecánica de Suelos                 </div> </div>									
“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.									
<b>ABSCISA: Km 1+000</b> <b>NORMA: AASHTO T-180</b>					<b>REALIZADO: Egda. Maribel Chasi Guamán</b> <b>REVISADO: Ing. MSc. Lorena Pérez</b>				
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
<b>TIPO:</b>	PROCTOR MODIFICADO				<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 lb			
<b>N. DE GOLPES :</b>	5 CAPAS DE 56 golpes				<b>ALTURA DE CAÍDA:</b>	18"			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN C.B.R.									
MOLDE	1		2		3				
N° de Capas	5		5		5				
N° de Golpes	56		27		11				
Cond. Muestra	Antes del Remojo	después del Remojo	Antes del Remojo	después del Remojo	Antes del Remojo	después del Remojo			
P. Hum. + Molde	13412	13550	13920	13769	13726	13930			
Peso Molde	9172	9172	9611	9611	9648	9648			
P. Humedo	4240	4378	4309	4158	4078	4282			
Volumen Muestra	2317,85	2317,85	2342,90	2342,90	2340,33	2340,33			
Densidad Humedad	1,829	1,889	1,839	1,775	1,742	1,830			
Densidad Seca	1,536	1,543	1,532	1,416	1,459	1,421			
Den. Seca Prom.	1,539		1,474		1,440				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	114,7	112,4	139,2	122,6	123,6	120,6	114,9	113,8	125,4
P. Seco + Recipiente	101,3	99,3	119,4	107,30	108,2	102,4	101,3	100,3	104,3
Peso Recipiente	30,9	31,1	31	31,1	31,3	30,6	31,3	30,7	30,9
Peso Agua	13,4	13,1	19,8	15,3	15,4	18,2	13,6	13,5	21,1
Peso de Sólidos	70,4	68,2	88,4	76,2	76,9	71,8	70	69,6	73,4
Contenido Humedad %	19,03	19,21	22,40	20,08	20,03	25,35	19,43	19,40	28,75
Con. Hum. Prom. %	19,12		22,40	20,05		25,35	19,41		28,75
Agua Absorbida %	3,28			5,30			9,33		

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

ABSCISA: Km 2+000

REALIZADO: Egda. Maribel Chasi Guamán

NORMA: AASHTO T-180

REVISADO: Ing. MSc. Lorena Pérez

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

<b>TIPO:</b>	PROCTOR MODIFICADO	<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 lb
<b>N. DE GOLPES :</b>	5 CAPAS DE 56 golpes	<b>ALTURA DE CAÍDA:</b>	18"

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN C.B.R.**

MOLDE	1		2		3	
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remojo	después del Remojo	Antes del Remojo	después del Remojo	Antes del Remojo	después del Remojo
P. Hum. + Molde	13568	13673	13775	13964	13758	13950
Peso Molde	9172	9172	9611	9611	9648	9648
P. Humedo	4396	4501	4164	4353	4110	4302
Volumen Muestra	2317,85	2317,85	2342,90	2342,90	2340,33	2340,33
Densidad Humedad	1,897	1,942	1,777	1,858	1,756	1,838
Densidad Seca	1,547	1,533	1,453	1,447	1,420	1,420
Den. Seca Prom.	1,540		1,450		1,420	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente Nº	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	128,9	126,6	138,4	125,2	120,6	126,8	130,3	121,5	140,7
P. Seco + Recipiente	110,9	108,9	115,8	108,10	104,2	105,5	111,3	104,2	115,7
Peso Recipiente	30,9	31,1	31	31,1	31,3	30,6	31,3	30,7	30,9
Peso Agua	18	17,7	22,6	17,1	16,4	21,3	19	17,3	25
Peso de Sólidos	80	77,8	84,8	77	72,9	74,9	80	73,5	84,8
Contenido Humedad %	22,50	22,75	26,65	22,21	22,50	28,44	23,75	23,54	29,48
Con. Hum. Prom. %	22,63		26,65	22,35		28,44	23,64		29,48
Agua Absorbida %	4,03			6,09			5,84		

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

ABSCISA: Km 3+000  
NORMA: AASHTO T-180

REALIZADO: Egda. Maribel Chasi Guamán  
REVISADO: Ing. MSc. Lorena Pérez

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

<b>TIPO:</b>	PROCTOR MODIFICADO	<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 lb
<b>N. DE GOLPES :</b>	5 CAPAS DE 56 golpes	<b>ALTURA DE CAÍDA:</b>	18"

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN C.B.R.**

MOLDE	1		2		3	
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remojo	después del Remojo	Antes del Remojo	después del Remojo	Antes del Remojo	después del Remojo
P. Hum. + Molde	13581	13787	13903	14187	13672	14030
Peso Molde	9172	9172	9611	9611	9648	9648
P. Humedo	4409	4615	4292	4576	4024	4382
Volumen Muestra	2317,85	2317,85	2342,90	2342,90	2340,33	2340,33
Densidad Humedad	1,902	1,991	1,832	1,953	1,719	1,872
Densidad Seca	1,657	1,683	1,607	1,612	1,509	1,533
Den. Seca Prom.	1,670		1,610		1,521	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente Nº	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	127,5	122,2	121,5	118,6	117,5	130,2	132,2	128,7	141,5
P. Seco + Recipiente	115	110,5	107,5	107,80	107	112,8	119,8	116,8	121,5
Peso Recipiente	30,9	31,1	31	31,1	31,3	30,6	31,3	30,7	31
Peso Agua	12,5	11,7	14	10,8	10,5	17,4	12,4	11,9	20
Peso de Sólidos	84,1	79,4	76,5	76,7	75,7	82,2	88,5	86,1	90,5
Contenido Humedad %	14,86	14,74	18,30	14,08	13,87	21,17	14,01	13,82	22,10
Con. Hum. Prom. %	14,80		18,30	13,98		21,17	13,92		22,10
Agua Absorbida %	3,50		7,19				8,18		

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



“Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”.

ABSCISA: Km 4+000

REALIZADO: Egda. Maribel Chasi Guamán

NORMA: AASHTO T-180

REVISADO: Ing. MSc. Lorena Pérez

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

<b>TIPO:</b>	PROCTOR MODIFICADO	<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 lb
<b>N. DE GOLPES :</b>	5 CAPAS DE 56 golpes	<b>ALTURA DE CAÍDA:</b>	18"



**ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.**

MOLDE	1	2	3			
N° de Capas	5	5	5			
N° de Golpes	56	27	11			
<b>Cond. Muestra</b>	<b>Antes del Remojo</b>	<b>después del Remojo</b>	<b>Antes del Remojo</b>	<b>después del Remojo</b>	<b>Antes del Remojo</b>	<b>después del Remojo</b>
P. Hum. + Molde	13526	13718	13792	14073	13720	14030
Peso Molde	9172	9172	9611	9611	9648	9648
P. Humedo	4354	4546	4181	4462	4072	4382
Volumen Muestra	2317,85	2317,85	2342,90	2342,90	2340,33	2340,33
Densidad Humedad	1,878	1,961	1,785	1,904	1,740	1,872
Densidad Seca	1,625	1,656	1,544	1,557	1,496	1,504
Den. Seca Prom.	1,640		1,550		1,500	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

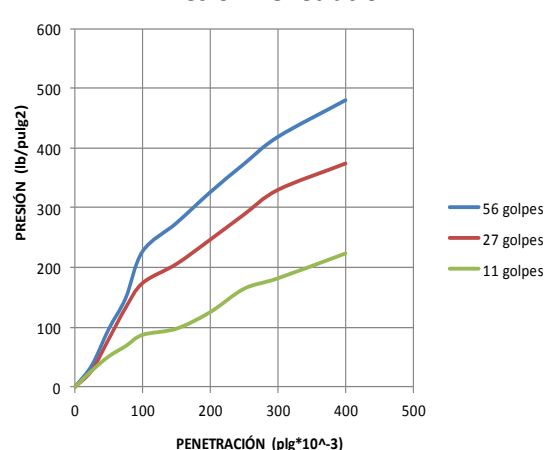
<b>Recipiente N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1A</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2A</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3A</b>
P. Hum. + Recipiente	123	130	138,8	127,5	129	143,9	125,8	121,8	143,6
P. Seco + Recipiente	111	116,2	122	114,50	115,8	123,2	112,6	109	121,4
Peso Recipiente	31	31,1	31	31,3	31,1	30,6	31,3	30,8	30,9
Peso Agua	12	13,8	16,8	13	13,2	20,7	13,2	12,8	22,2
Peso de Sólidos	80	85,1	91	83,2	84,7	92,6	81,3	78,2	90,5
Contenido Humedad %	15,00	16,22	18,46	15,63	15,58	22,35	16,24	16,37	24,53
Con. Hum. Prom. %	15,61		18,46	15,60		22,35	16,30		24,53
Agua Absorbida %	2,85			6,75			8,23		

## ENSAYO C.B.R.

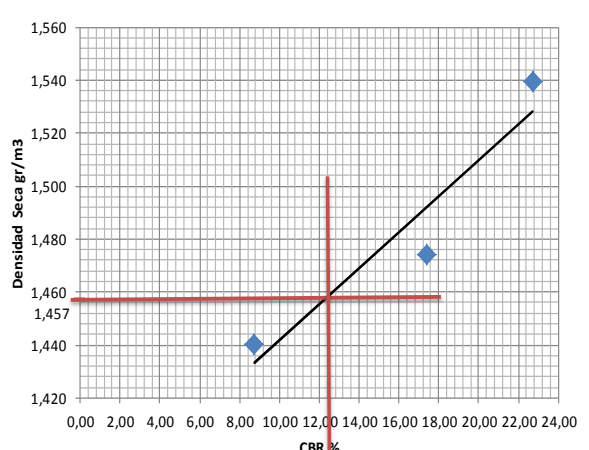
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		ENSAYO C.B.R.									
				<b>PROYECTO:</b> "Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector".											
<b>ABSCISA:</b> Km 1+000		<b>REALIZADO:</b> Egda. Maribel Chasi Guamán		<b>REVISADO:</b> Ing. MSc. Lorena Pérez											
<b>ENSAYO DE ESPONJAMIENTO</b>															
<b>Molde Número</b>		56			27			11							
Fecha		Tiempo		Lect. Dial (plg)	h		Espanjamiento		Lect. Dial (plg)	h		Espanjamiento			
Dia y Mes	Hora	Días			Muestra plg.	plg *10 <sup>-3</sup>	%			Muestra plg.	plg *10 <sup>-3</sup>	%			
23-mar-15	14:10	0		4,33	5	0	0,00	5,14	5	5	0	0	3,13		
24-mar-15	14:05	1		4,35		0,02	0,4	5,18			0,04	0,74	3,18	0,05	0,96
25-mar-15	14:10	2		4,71		0,38	7,6	5,60			0,46	9,14	3,70	0,57	11,36
<b>ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN</b>															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)				AREA DEL PISTÓN = 3 plg <sup>2</sup>		NORMA: ASTM D-1883		VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)							
<b>Molde Número</b>		56			27			11							
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10 <sup>-3</sup>	lb	Leida	Corregida	%	lb	Leida	Corregida	%	lb	Leida	Corregida	%
		0	0	0,00				0	0,00			0	0		
0	30	0,64	25	109,35	36,45			83,41	27,80			82,12	27,37		
1	0	1,27	50	291,35	97,12			240,94	80,31			153,53	51,18		
1	30	1,91	75	446,53	148,84			398,12	132,71			205,59	68,53		
2	0	2,54	100	681,24	227,08	227,08	22,71	522,12	174,04	174,04	17,40	261,88	87,29	87,29	8,73
3	0	3,81	150	823,12	274,37			617,47	205,82			292,88	97,63		
4	0	5,08	200	978,29	326,10	326,10	21,74	739,94	246,65	246,65	16,44	376,12	125,37	125,37	8,36
5	0	6,35	250	1120,35	373,45			866,41	288,80			493,35	164,45		
6	0	7,62	300	1255,94	418,65			989,76	329,92			545,76	181,92		
8	0	10,16	400	1440,24	480,08			1122,35	374,12			670,65	223,55		
10	0	12,70	500					1265,06	421,69			713,65	237,88		
<b>CBR Corregido</b>						22,71				17,40				8,73	

### Presión-Penetración



### Densidad Seca - CBR



<b>DENSIDADES</b>	<b>RESISTENCIAS</b>	<b>DENSIDAD MAX</b>	1,534	gr/cm3
1,539 gr/cm3	22,71 %	<b>95% DE DM</b>	1,457	gr/cm3
1,474 gr/cm3	17,40 %	<b>CBR PUNTUAL</b>	12,40	%
1,440 gr/cm3	8,73 %			





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO C.B.R.**



**PROYECTO:** "Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector".

**ABSCISA:** Km 2+000

**REALIZADO:** Egda. Maribel Chasi Guamán

**REVISADO:** Ing. MSc. Lorena Pérez

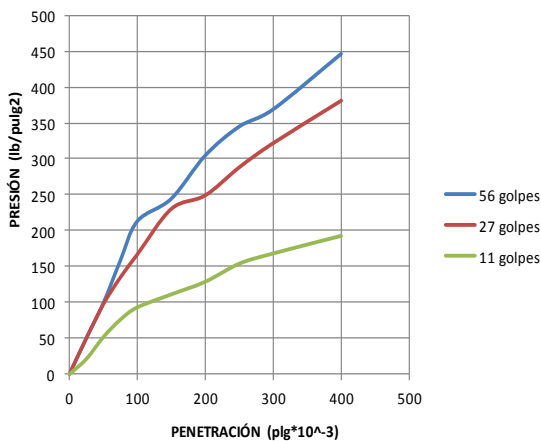
**ENSAYO DE ESPONJAMIENTO**

Molde Número			56						27						11					
Fecha			Tiempo			Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento		Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento		Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento	
Día y Mes	Hora	Días	Muestra plg.	plg *10 <sup>-3</sup>	%		Muestra plg.	plg *10 <sup>-3</sup>	%	Muestra plg.		plg *10 <sup>-3</sup>	%	Muestra plg.	plg *10 <sup>-3</sup>		%			
18-mar-15	15:00	0	4,43	5	0	0,00	5	5,12	5	0	0	5	3,21	5	0	0,00	5	0,08	5	1,6
19-mar-15	15:10	1	4,46		0,03	0,6		5,16		0,04	0,8		3,29		0,08	1,6				
20-mar-15	15:00	2	4,61		0,18	3,6		5,55		0,43	8,6		3,64		0,43	8,6				

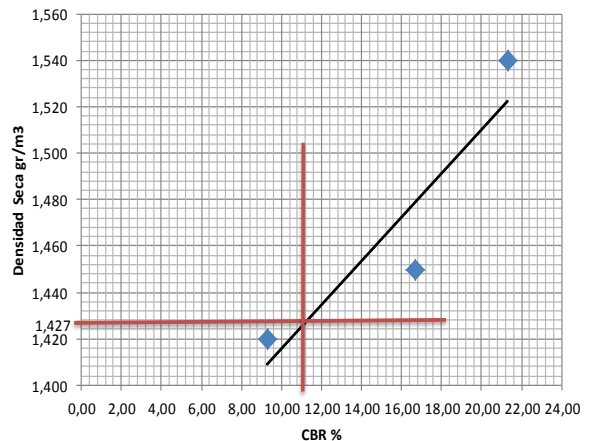
**ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN**

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					AREA DEL PISTÓN = 3 plg2		NORMA: ASTM D-1883		VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)						
Molde Número			56				27				11				
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10 <sup>-3</sup>		Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida	
		mm	plg *10 <sup>-3</sup>	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
		0	0	0,00	0			0	0,00			0	0		
0	30	0,64	25	150,82	50,27			150,38	50,13			63,56	21,19		
1	0	1,27	50	296,82	98,94			292,22	97,41			154,98	51,66		
1	30	1,91	75	474,35	158,12			404,02	134,67			227,69	75,90		
2	0	2,54	100	639,15	213,05	213,05	21,31	500,35	166,78	166,78	16,68	279,19	93,06	93,06	9,31
3	0	3,81	150	733,11	244,37			690,46	230,15			333,45	111,15		
4	0	5,08	200	913,82	304,61	304,61	20,31	747,05	249,02	249,02	16,60	386,22	128,74	128,74	8,58
5	0	6,35	250	1034,67	344,89			864,17	288,06			461,66	153,89		
6	0	7,62	300	1106,81	368,94			965,24	321,75			504,58	168,19		
8	0	10,16	400	1338,44	446,15			1142,53	380,84			578,02	192,67		
10	0	12,70	500	1404,06	468,02			1366,49	455,50			651,51	217,17		
<b>CBR Corregido</b>							21,31				16,68				9,31

**Presión-Penetración**



**Densidad Seca - CBR**



**DENSIDADES**

1,540 gr/cm<sup>3</sup>  
 1,450 gr/cm<sup>3</sup>  
 1,420 gr/cm<sup>3</sup>

**RESISTENCIAS**

21,31 %  
 16,68 %  
 9,31 %

**DENSIDAD MAX**

1,502 gr/cm<sup>3</sup>

**95% DE DM**

1,427 gr/cm<sup>3</sup>

**CBR PUNTUAL**

**11,20 %**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO C.B.R.**



**PROYECTO:** "Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector".

**ABSCISA:** Km 3+000      **REALIZADO:** Egda. Maribel Chasi Guamán      **REVISADO:** Ing. MSc. Lorena Pérez

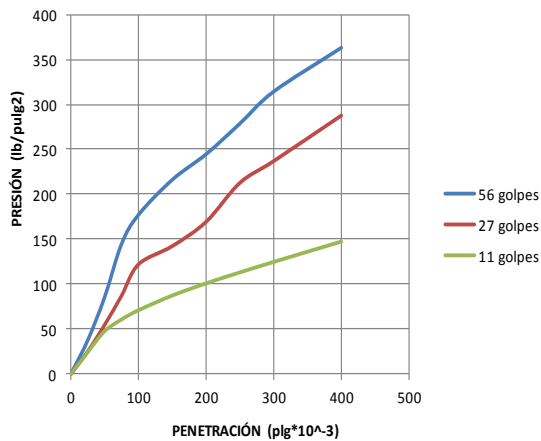
**ENSAYO DE ESPONJAMIENTO**

Molde Número			56						27						11					
Fecha			Tiempo			Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento		Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento		Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento	
Día y Mes	Hora	Días	Muestra plg.		plg *10 <sup>-3</sup>		%	plg *10 <sup>-3</sup>	%	plg *10 <sup>-3</sup>		%	plg *10 <sup>-3</sup>	%	plg *10 <sup>-3</sup>		%			
16-mar-15	10:00	0	5,1	5	0	0,00	4,30	5	0	0	3,11	5	0	0,00						
17-mar-15	10:05	1	5,13		0,03	0,6	4,35		0,05	1	3,13		0,02	0,4						
18-mar-15	10:00	2	5,17		0,07	1,4	4,55		0,25	5	3,45		0,34	6,8						

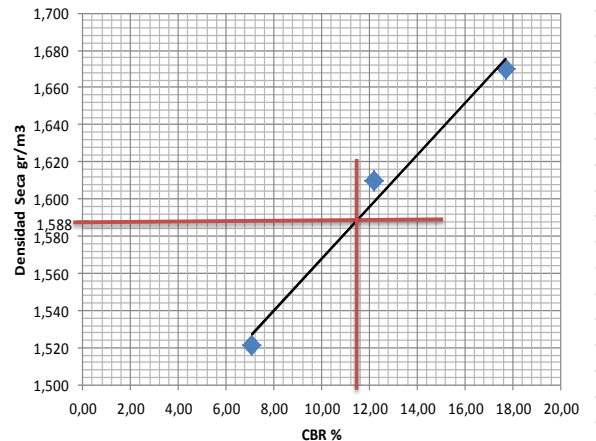
**ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN**

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					AREA DEL PISTÓN = 3 plg <sup>2</sup>		NORMA: ASTM D-1883		VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)						
Molde Número			56				27				11				
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10 <sup>-3</sup>		Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida	
				lb	lb/pulg <sup>2</sup>	%		lb	lb/pulg <sup>2</sup>	%		lb	lb/pulg <sup>2</sup>	%	
		0	0	0,00	0			0	0,00			0	0		
0	30	0,64	25	113,00	37,67			75,26	25,09			72,70	24,23		
1	0	1,27	50	257,00	85,67			164,21	54,74			143,00	47,67		
1	30	1,91	75	434,20	144,73			261,58	87,19			182,00	60,67		
2	0	2,54	100	531,30	177,10	17,71		365,79	121,93	12,19		212,80	70,93	7,09	
3	0	3,81	150	648,20	216,07			426,84	142,28			261,90	87,30		
4	0	5,08	200	733,60	244,53	244,53	16,30	507,89	169,30	169,30	11,29	302,50	100,83	100,83	6,72
5	0	6,35	250	835,70	278,57			637,89	212,63			339,10	113,03		
6	0	7,62	300	942,50	314,17			710,53	236,84			374,10	124,70		
8	0	10,16	400	1088,80	362,93			862,53	287,51			442,00	147,33		
10	0	12,70	500	1137,20	379,07							511,40	170,47		
<b>CBR Corregido</b>							17,71				12,19				7,09

**Presión-Penetración**



**Densidad Seca - CBR**



**DENSIDADES**

1,670 gr/cm<sup>3</sup>  
 1,610 gr/cm<sup>3</sup>  
 1,521 gr/cm<sup>3</sup>

**RESISTENCIAS**

17,71 %  
 12,19 %  
 7,09 %

**DENSIDAD MAX**

1,672 gr/cm<sup>3</sup>  
 1,588 gr/cm<sup>3</sup>

**95% DE DM**

**CBR PUNTUAL**

**11,50 %**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO C.B.R.**



**PROYECTO:** "Las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector".

**ABSCISA:** Km 4+000      **REALIZADO:** Egda. Maribel Chasi Guamán      **REVISADO:** Ing. MSc. Lorena Pérez

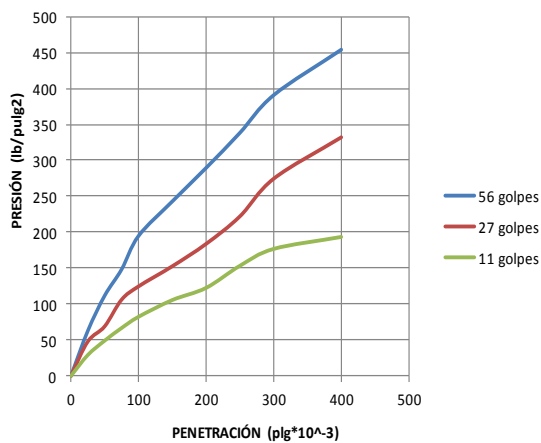
**ENSAYO DE ESPONJAMIENTO**

Molde Número			56						27						11					
Fecha			Tiempo			Lect. Dial (plg)	h	Esponjamiento		Lect. Dial (plg)	h	Esponjamiento		Lect. Dial (plg)	h	Esponjamiento				
Día y Mes	Hora	Días	Muestra plg.	plg *10 <sup>-3</sup>	%			Muestra plg.	plg *10 <sup>-3</sup>			%	Muestra plg.			plg *10 <sup>-3</sup>	%			
16-mar-15	10:00	0	5,1	5	0	0,00	5	4,30	5	0	0	5	3,11	5	0	0,00				
17-mar-15	10:05	1	5,13		0,03	0,6		4,35		0,05	1		3,13		0,02	0,4				
18-mar-15	10:00	2	5,17		0,07	1,4		4,55		0,25	5		3,45		0,34	6,8				

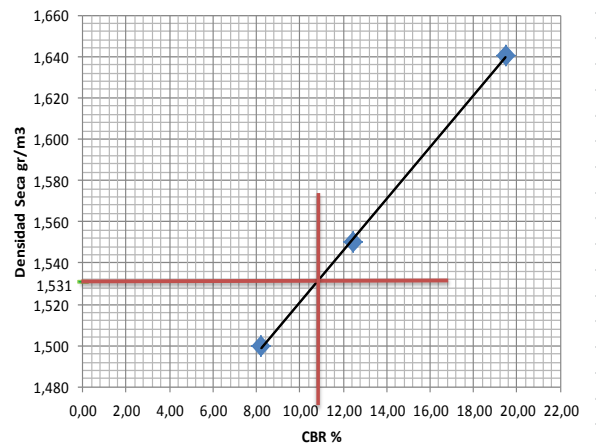
**ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN**

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)						AREA DEL PISTÓN = 3 plg <sup>2</sup>			NORMA: ASTM D-1883			VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
Molde Número				56				27				11			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10 <sup>-3</sup>		Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida	
		lb	lb/pulg <sup>2</sup>	lb	lb/pulg <sup>2</sup>	%	lb	lb/pulg <sup>2</sup>	%	lb	lb/pulg <sup>2</sup>	%			
0	30	0,64	25	188,04	62,68		0	0,00		0	0				
1	0	1,27	50	335,28	111,76		207,13	69,04		147,50	49,17				
1	30	1,91	75	444,48	148,16		318,34	106,11		200,10	66,70				
2	0	2,54	100	583,97	194,66	194,66	19,47	373,67	124,56	124,56	12,46	246,80	82,27	82,27	8,23
3	0	3,81	150	728,33	242,78		457,82	152,61		316,80	105,60				
4	0	5,08	200	868,06	289,35	289,35	19,29	551,21	183,74	183,74	12,25	367,60	122,53	122,53	8,17
5	0	6,35	250	1014,37	338,12		665,94	221,98		459,70	153,23				
6	0	7,62	300	1171,75	390,58		823,13	274,38		530,20	176,73				
8	0	10,16	400	1361,35	453,78		995,83	331,94		580,20	193,40				
10	0	12,70	500	1484,64	494,88		1084,82	361,61		611,40	203,80				
<b>CBR Corregido</b>							19,47			12,46			8,23		

**Presión-Penetración**



**Densidad Seca - CBR**



**DENSIDADES**

1,640	gr/cm <sup>3</sup>
1,550	gr/cm <sup>3</sup>
1,500	gr/cm <sup>3</sup>

**RESISTENCIAS**

19,47	%
12,46	%
8,23	%

**DENSIDAD MAX**

1,612 gr/cm<sup>3</sup>

**95% DE DM**

1,531 gr/cm<sup>3</sup>

**CBR PUNTUAL**

10,80 %

# ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

<b>Proyecto:</b>	<b>Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.</b>
------------------	---

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>RUBRO:</b>	<b>Desbroce, desbosque y limpieza</b>	<b>Unidad:</b>	<b>Ha</b>
		<b>Rend. H / U</b>	<b>7,500</b>

**EQUIPOS**

No.		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Herramienta manual		5% m.o.		3,584	0,82%
02	Escavadora sobre orugas	1,00	45,00	45,00	337,500	76,88%
03	Motosierra	1,00	3,50	3,50	26,250	5,98%
04						
05						
06						
					367,334	83,67%

**MANO DE OBRA**

No.		Cantidad A	Jornal HR B	Costo Hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Op. Equipo Liviano	1,00	3,20	3,20	24,019	5,47%
02	Ay. Op. Eq. Liviano	1,00	3,18	3,18	23,835	5,43%
03	Peón	1,00	3,18	3,18	23,835	5,43%
04						
05						
06						
07						
					71,689	16,33%

**MATERIALES**

No.		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C = A x B	%
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
					0,000	0,00%

Ambato, Julio 2015

Egda. Maribel Chasi

<b>X. COSTO DIRECTO TOTAL</b>	439,023	100,00%
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>	87,805	<b>20,00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS:</b>	0,000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	526,828	120,00%
<b>VALOR PROPUESTO:</b>	<b>\$526,83</b>	120,00%

Estos precios no incluyen IVA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

**Proyecto:** Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>RUBRO:</b>	Replanteo y nivelación	<b>Unidad:</b>	<b>Km</b>
		<b>Rend. H / U</b>	<b>14,000</b>

**EQUIPOS**

No.		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Herramienta manual		5% m.o.		6,979	2,38%
02	Equipo topográfico	1,00	10,00	10,00	140,000	47,67%
03						
04						
05						
06						
					146,979	50,04%

**MANO DE OBRA**

No.		Cantidad A	Jornal HR B	Costo Hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Topógrafo 2	1,00	3,57	3,57	49,915	16,99%
02	Cadenero	2,00	3,20	6,41	89,671	30,53%
03						
04						
05						
06						
07						
					139,586	47,52%

**MATERIALES**

No.		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C = A x B	%
01	Estacas de madera	u	0,07	0,25	0,018	0,01%
02	Clavos de 2 a 4"	kg	0,05	1,60	0,080	0,03%
03	Mojones de H.S.	u	1,00	7,00	7,000	2,38%
04	Pintura esmalte	lt	0,02	2,65	0,053	0,02%
05						
06						
07						
08						
					7,151	2,43%

Ambato, Julio 2015

<b>X. COSTO DIRECTO TOTAL</b>	293,716	100,00%
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>	58,743	<b>20,00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS:</b>	0,000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	352,459	120,00%
<b>VALOR PROPUESTO:</b>	<b>\$352,46</b>	120,00%

Egda. Maribel Chasi

Estos precios no incluyen IVA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

**Proyecto:** Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>RUBRO:</b>	<b>Excavación sin clasificar incluye desalojo</b>	<b>Unidad:</b>	<b>m3</b>
		<b>Rend. H / U</b>	<b>0,016</b>

**EQUIPOS**

No.		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Herramienta manual		5% m.o.		0,012	0,88%
02	Escavadora sobre orugas	1	45,00	45,00	0,720	52,59%
03	Volqueta 8 m3	1,00	25,00	25,00	0,400	29,22%
04						
05						
06						
07						
					1,132	82,69%

**MANO DE OBRA**

No.		Cantidad A	Jornal HR B	Costo Hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	OEP. 1 ( Moto, Excav, Retro)	2,00	3,57	7,13	0,114	8,33%
02	Ayudante maquinaria	1,00	3,18	3,18	0,051	3,73%
03	Chofer Lic. tipo E	1,00	4,52	4,52	0,072	5,26%
04						
05						
06						
07						
					0,237	17,31%

**MATERIALES**

No.		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C = A x B	%
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
					0,000	0,00%

Ambato, Julio 2015

<b>X. COSTO DIRECTO TOTAL</b>	1,369	100,00%
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>	0,274	<b>20,00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS:</b>	0,000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	1,643	120,00%
<b>VALOR PROPUESTO:</b>	<b>\$1,64</b>	119,80%

Egda. Maribel Chasi

Estos precios no incluyen IVA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

**Proyecto:** Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>RUBRO:</b>	<b>Relleno compactado con material del sitio</b>	<b>Unidad:</b>	<b>m3</b>
		<b>Rend. H / U</b>	<b>0,020</b>

**EQUIPOS**

No.		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Herramienta manual		5% m.o.		0,023	0,65%
02	Motoniveladora	1	40,00	40,00	0,800	22,61%
03	Rodillo liso vibratorio	1,00	38,00	38,00	0,760	21,47%
04	Volqueta 8 m3	1,00	25,00	25,00	0,500	14,13%
05	Tanquero 200 hp	1,00	35,00	35,00	0,700	19,78%
06						
07						
					2,783	78,64%

**MANO DE OBRA**

No.		Cantidad A	Jornal HR B	Costo Hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	OEP. 1 ( Moto, Excav, Retro	2,00	3,57	7,13	0,143	4,04%
02	OEP 2 ( Rodillo, planta, Distr	1,00	3,39	3,39	0,068	1,92%
03	Ayudante maquinaria	1,00	3,18	3,18	0,064	1,81%
04	Chofer Lic. tipo E	2,00	4,524	9,05	0,181	5,11%
05						
06						
07						
					0,456	12,88%

**MATERIALES**

No.		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C = A x B	%
01	Agua	m3	0,15	2,00	0,300	8,48%
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
					0,300	8,48%

Ambato, Julio 2015

<b>X. COSTO DIRECTO TOTAL</b>	3,539	100,00%
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>	0,708	<b>20,00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS:</b>	0,000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	4,247	120,00%
<b>VALOR PROPUESTO:</b>	<b>\$4,25</b>	120,09%

Egda. Maribel Chasi

Estos precios no incluyen IVA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

**Proyecto:** Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>RUBRO:</b>	<b>Excavación para cunetas</b>	<b>Unidad:</b>	<b>m3</b>
		<b>Rend. H / U</b>	<b>0,080</b>

**EQUIPOS**

No.		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Herramienta manual		5% m.o.		0,04	1,41%
02	BODCAT	1	25,00	25,00	2,000	70,60%
03						
04						
05						
06						
07						
					2,040	72,01%

**MANO DE OBRA**

No.		Cantidad A	Jornal HR B	Costo Hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	OEP. 1 ( Moto, Excav, Retro	1,00	3,57	3,57	0,285	10,06%
02	Ayudante maquinaria	1,00	3,18	3,18	0,254	8,97%
03	Peón	1,00	3,18	3,18	0,254	8,97%
04						
05						
06						
07						
					0,793	27,99%

**MATERIALES**

No.		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C = A x B	%
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
					0,000	0,00%

Ambato, Julio 2015

<b>X. COSTO DIRECTO TOTAL</b>	2,833	100,00%
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>	0,567	<b>20,00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS:</b>	0,000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	3,400	120,00%
<b>VALOR PROPUESTO:</b>	<b>\$3,40</b>	120,01%

\_\_\_\_\_  
Egda. Maribel Chasi

Estos precios no incluyen IVA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

**Proyecto:** Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>RUBRO:</b>	<b>Excavación y relleno de estructuras menores</b>	<b>Unidad:</b>	<b>m3</b>
		<b>Rend. H / U</b>	<b>0,030</b>

**EQUIPOS**

No.		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Herramienta manual		5% m.o.		0,015	1,24%
02	Retro Excavadora Gallineta	1	30,00	30,00	0,900	74,26%
03						
04						
05						
06						
07						
					0,915	75,50%

**MANO DE OBRA**

No.		Cantidad A	Jornal HR B	Costo Hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	OEP. 1 ( Moto, Excav, Retro	1,00	3,57	3,57	0,107	8,83%
02	Ayudante maquinaria	1,00	3,18	3,18	0,095	7,84%
03	Peón	1,00	3,18	3,18	0,095	7,84%
04						
05						
06						
07						
					0,297	24,50%

**MATERIALES**

No.		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C = A x B	%
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
					0,000	0,00%

Ambato, Julio 2015

<b>X. COSTO DIRECTO TOTAL</b>	1,212	100,00%
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>	0,242	<b>20,00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS:</b>	0,000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	1,454	120,00%
<b>VALOR PROPUESTO:</b>	<b>\$1,45</b>	119,64%

Egda. Maribel Chasi

Estos precios no incluyen IVA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

**Proyecto:** Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>RUBRO:</b>	<b>Tubería de acero corrugado PM 100 mm D = 1,00 m, e = 2mm.</b>	<b>Unidad:</b>	<b>ml</b>
		<b>Rend. H / U</b>	<b>0,333</b>

**EQUIPOS**

No.		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Herramienta manual		5% m.o.		0,383	0,24%
02	Retro Excavadora Gallineta	1	30,00	30,00	9,990	6,20%
03						
04						
05						
06						
07						
					10,373	6,43%

**MANO DE OBRA**

No.		Cantidad A	Jornal HR B	Costo Hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Maestro de obra	1,00	3,56	3,56	1,184	0,73%
02	Peón	5,00	3,18	15,89	5,291	3,28%
03	OEP. 1 ( Moto, Excav, Retro)	1,00	3,57	3,57	1,188	0,74%
04						
05						
06						
07						
					7,663	4,75%

**MATERIALES**

No.		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C = A x B	%
01						
02	Tub. Acero corrugado D= 1000mm	ml	1,05	136,38	143,199	88,81%
03						
04						
05						
06						
07						
08						
					143,199	88,81%

Ambato, Julio 2015

<b>X. COSTO DIRECTO TOTAL</b>	161,235	100,00%
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>	32,247	<b>20,00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS:</b>	0,000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	193,482	120,00%
<b>VALOR PROPUESTO:</b>	<b>\$193,48</b>	120,00%

Egda. Maribel Chasi

Estos precios no incluyen IVA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

**Proyecto:** Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>RUBRO:</b>	<b>Hormigón simple para cunetas f'c = 180 kg / cm<sup>2</sup></b>	<b>Unidad:</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
		<b>Rend. H / U</b>	<b>0,250</b>

**EQUIPOS**

No.		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Herramienta manual		5% m.o.		0,204	0,20%
02	Concretera ( 1 Saco)	1	5,00	5,00	1,250	1,22%
03						
04						
05						
06						
07						
					1,454	1,41%

**MANO DE OBRA**

No.		Cantidad A	Jornal HR B	Costo Hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Maestro de obra	1,00	3,56	3,56	0,889	0,86%
02	Albañil	1,00	3,22	3,22	0,804	0,78%
03	Peón	3,00	3,18	9,53	2,384	2,32%
04						
05						
06						
07						
					4,077	3,97%

**MATERIALES**

No.		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C = A x B	%
01	Cemento Portland	saco	6,00	7,50	45,000	43,77%
02	Arena negra	m <sup>3</sup>	0,60	10,50	6,300	6,13%
03	Ripio triturado	m <sup>3</sup>	0,90	14,50	13,050	12,69%
04	Tabla dura de encofrado 0.20	u	12,00	2,58	30,960	30,12%
05	Aceite quemado	gal	0,90	0,40	0,360	0,35%
06	Clavos	Kg	0,80	1,50	1,200	1,17%
07	Agua	m <sup>3</sup>	0,20	2,00	0,400	0,39%
08						
					97,270	94,62%

Ambato, Julio 2015

<b>X. COSTO DIRECTO TOTAL</b>	102,801	100,00%
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>	20,560	<b>20,00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS:</b>	0,000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	123,361	120,00%
<b>VALOR PROPUESTO:</b>	<b>\$123,36</b>	120,00%

Egda. Maribel Chasi

Estos precios no incluyen IVA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

**Proyecto:** Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>RUBRO:</b>	<b>Muro de H.C. 60% H. S. f'c = 210 kg / cm2 Tipo B ( cabezales)</b>	<b>Unidad:</b>	<b>m3</b>
		<b>Rend. H / U</b>	<b>1,000</b>

**EQUIPOS**

No.		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Herramienta manual		5% m.o.		1,453	0,63%
02	Concretera ( 1 Saco)	1,00	5,00	5,00	5,000	2,16%
03	Vibrador	1,00	5,00	5,00	5,000	2,16%
04						
05						
06						
07						
					11,453	4,96%

**MANO DE OBRA**

No.		Cantidad A	Jornal HR B	Costo Hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Maestro de obra	1,00	3,56	3,56	3,556	1,54%
02	Albañil	2,00	3,22	6,44	6,435	2,79%
03	Peón	6,00	3,18	19,07	19,068	8,25%
04						
05						
06						
07						
					29,059	12,58%

**MATERIALES**

No.		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C = A x B	%
01	Cemento Portland	saco	6,00	7,50	45,000	19,48%
02	Piedra bola	m3	7,00	10,00	70,000	30,30%
03	Arena negra	m3	0,60	10,50	6,300	2,73%
04	Ripio triturado	m3	0,75	14,50	10,875	4,71%
05	Tabla dura de encofrado 0.20 m	u	8,00	2,58	20,640	8,94%
06	Puntales de madera 2,50 m	u	8,00	1,00	8,000	3,46%
07	Cuartón 6 x 4	u	10,00	2,80	28,000	12,12%
08	Alambre de amarre galv	kg	0,05	2,50	0,125	0,05%
09	Clavos	Kg	0,80	1,50	1,200	0,52%
10	Agua	m3	0,17	2,00	0,336	0,15%
					190,476	82,46%

Ambato, Julio 2015

<b>X. COSTO DIRECTO TOTAL</b>	230,988	100,00%
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>	46,198	<b>20,00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS:</b>	0,000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	277,186	120,00%
<b>VALOR PROPUESTO:</b>	<b>\$277,19</b>	120,00%

Egda. Maribel Chasi

Estos precios no incluyen IVA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

**Proyecto:** Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>RUBRO:</b>	<b>Tendido y compactado material de Sub – base clase 3</b>	<b>Unidad:</b> m3
		<b>Rend. H / U</b> 0,015

**EQUIPOS**

No.		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Herramienta manual		5% m.o.		0,016	0,12%
02	Motoniveladora	1,00	40,00	40,00	0,600	4,41%
03	Volqueta 8 m3	1,00	25,00	25,00	0,375	2,76%
04	Rodillo liso vibratorio	1,00	38,00	38,00	0,570	4,19%
05	Tanquero 200 hp	1,00	35,00	35,00	0,525	3,86%
06						
07						
					2,086	15,33%

**MANO DE OBRA**

No.		Cantidad A	Jornal HR B	Costo Hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	OEP. 1 ( Moto, Excav, Retro)	1,00	3,57	3,57	0,054	0,40%
02	OEP 2 ( Rodillo, planta, Distr. Asfalto)	1,00	3,39	3,39	0,051	0,37%
03	Ayudante maquinaria	1,00	3,18	3,18	0,048	0,35%
04	Chofer Lic. tipo E	1,00	4,52	4,52	0,068	0,50%
05	Maestro de obra	1,00	3,56	3,56	0,053	0,39%
06	Peón	1,00	3,18	3,18	0,048	0,35%
07						
					0,322	2,37%

**MATERIALES**

No.		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C = A x B	%
01						
02	Sub base clase 3	m3	1,20	9,00	10,800	79,37%
03	Agua	m3	0,20	2,00	0,400	2,94%
04						
05						
06						
07						
08						
					11,200	82,30%

Ambato, Julio 2015

Egda. Maribel Chasi

<b>X. COSTO DIRECTO TOTAL</b>	13,608	100,00%
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>	2,722	<b>20,00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS:</b>	0,000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	16,330	120,00%
<b>VALOR PROPUESTO:</b>	<b>\$16,33</b>	120,00%

Estos precios no incluyen IVA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

**Proyecto:** Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>RUBRO:</b>	<b>Tendido y compactado material de Base clase 4</b>	<b>Unidad:</b>	<b>m3</b>
		<b>Rend. H / U</b>	<b>0,015</b>

**EQUIPOS**

No.		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Herramienta manual		5% m.o.		0,021	0,10%
02	Motoniveladora	1,00	40,00	40,00	0,600	2,87%
03	Volqueta 8 m3	1,00	25,00	25,00	0,375	1,79%
04	Rodillo liso vibratorio	1,00	38,00	38,00	0,570	2,73%
05	Tanquero 200 hp	1,00	35,00	35,00	0,525	2,51%
06						
07						
					2,091	10,00%

**MANO DE OBRA**

No.		Cantidad A	Jornal HR B	Costo Hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	OEP. 1 ( Moto, Excav, Retro)	1,00	3,57	3,57	0,054	0,26%
02	OEP 2 ( Rodillo, planta, Distr. Asfalto)	1,00	3,39	3,39	0,051	0,24%
03	Ayudante maquinaria	2,00	3,18	6,36	0,095	0,45%
04	Chofer Lic. tipo E	1,00	4,52	4,52	0,068	0,33%
05	Maestro de obra	1,00	3,56	3,56	0,053	0,25%
06	Peón	2,00	3,18	6,36	0,095	0,45%
07						
					0,416	1,99%

**MATERIALES**

No.		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C = A x B	%
01						
02	Base clase 4	m3	1,20	15,00	18,000	86,10%
03	Agua	m3	0,20	2,00	0,400	1,91%
04						
05						
06						
07						
08						
					18,400	88,01%

Ambato, Julio 2015

<b>X. COSTO DIRECTO TOTAL</b>	20,907	100,00%
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>	4,181	<b>20,00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS:</b>	0,000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	25,088	120,00%
<b>VALOR PROPUESTO:</b>	<b>\$25,09</b>	120,01%

\_\_\_\_\_  
Egda. Maribel Chasi

Estos precios no incluyen IVA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
<b>Proyecto:</b>	<b>Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>RUBRO:</b>	<b>Carpeta asfáltica mezclado en planta, e = 2" incluye imprimación</b>	<b>Unidad:</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
		<b>Rend. H / U</b>	<b>0,004</b>

#### EQUIPOS

No.		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Herramienta manual		5% m.o.		0,014	0,14%
02	Cargadora frontal	1,00	40,00	40,00	0,160	1,63%
03	Planta asfáltica portátil	1,00	100,00	100,00	0,400	4,08%
04	Finisher	1,00	60,00	60,00	0,240	2,45%
05	Rodillo liso vibratorio	1,00	38,00	38,00	0,152	1,55%
06	Rodillo neumático	1,00	38,00	38,00	0,152	1,55%
07	Tanquero imprimador	1,00	60,00	60,00	0,240	2,45%
08	Escoba mecánica	1,00	25,00	25,00	0,100	1,02%
09						
					1,458	14,86%

#### MANO DE OBRA

No.		Cantidad A	Jornal HR B	Costo Hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	OEP. 1 ( Moto, Excav, Retro)	3,00	3,57	10,70	0,043	0,44%
02	OEP 2 ( Rodillo, planta, Distr. Asfalto)	4,00	3,39	13,57	0,054	0,55%
03	Ayudante maquinaria	5,00	3,18	15,89	0,064	0,65%
04	Mecán. Mantenimiento	1,00	3,22	3,22	0,013	0,13%
05	Peón	8,00	3,18	25,42	0,102	1,04%
06						
07						
					0,276	2,81%

#### MATERIALES

No.		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C = A x B	%
01	Asfalto AP-3	kg	8,25	0,40	3,300	33,63%
02	Asfalto diluido RC-250	kg	1,10	0,40	0,440	4,48%
03	Agregados triturados	m <sup>3</sup>	0,05	12,50	0,625	6,37%
04	Arena	m <sup>3</sup>	0,04	9,75	0,390	3,97%
05	Diesel	lt	0,30	0,25	0,075	0,76%
06	Transporte Asfalto	m <sup>3</sup> /km	6,50	0,50	3,250	33,12%
07						
08						
					8,080	82,33%

Ambato, Julio 2015

\_\_\_\_\_  
Egda. Maribel Chasi

<b>X. COSTO DIRECTO TOTAL</b>	9,814	100,00%
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>	1,963	<b>20,00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS:</b>	0,000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	11,777	120,00%
<b>VALOR PROPUESTO:</b>	<b>\$11,78</b>	120,03%

Estos precios no incluyen IVA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

**Proyecto:** Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>RUBRO:</b>	<b>Marcas en pavimento</b>	<b>Unidad:</b>	<b>ml</b>
		<b>Rend. H / U</b>	<b>0,001</b>

**EQUIPOS**

No.		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Herramienta manual		5% m.o.		0,001	0,27%
02	Mecanismo rociador	1,00	5,00	5,00	0,005	1,34%
03	Vehículo liviano	1,00	6,00	6,00	0,006	1,61%
04						
05						
06						
07						
08						
09						
					0,012	3,22%

**MANO DE OBRA**

No.		Cantidad A	Jornal HR B	Costo Hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01						
02	Chofer Lic. tipo E	1,00	4,52	4,52	0,005	1,34%
03	Peón	2,00	3,18	6,36	0,006	1,61%
04						
05						
06						
07						
					0,011	2,95%

**MATERIALES**

No.		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C = A x B	%
01						
02	Pintura alto tráfico	lt	0,045	7,50	0,338	90,62%
03	Microesferas reflect. De vidrio	Kg	0,008	1,52	0,012	3,22%
04						
05						
06						
07						
08						
					0,350	93,83%

Ambato, Julio 2015

<b>X. COSTO DIRECTO TOTAL</b>	0,373	100,00%
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>	0,075	<b>20,00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS:</b>	0,000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	0,448	120,00%
<b>VALOR PROPUESTO:</b>	<b>\$0,45</b>	120,64%

\_\_\_\_\_  
Egda. Maribel Chasi

Estos precios no incluyen IVA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

<b>Proyecto:</b>	Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.
------------------	--

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>RUBRO:</b>	Señales verticales informativas (2,40 x 1,20)m	<b>Unidad:</b>	U
		<b>Rend. H / U</b>	3,00

**EQUIPOS**

No.		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Herramienta manual		5% m.o.		0,958	0,23%
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
					0,958	0,23%

**MANO DE OBRA**

No.		Cantidad A	Jornal HR B	Costo Hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01						
02						
03	Albañil	1,00	3,22	3,22	9,640	2,30%
04	Peón	1,00	3,18	3,18	9,521	2,27%
05						
06						
07						
					19,161	4,57%

**MATERIALES**

No.		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C = A x B	%
01	Señales informativas (2,40 x 1,20 )m	u	1,00	398,72	398,720	95,20%
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
					398,720	95,20%

Ambato, Julio 2015

<b>X. COSTO DIRECTO TOTAL</b>	418,839	100,00%
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>	83,768	<b>20,00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS:</b>	0,000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	502,607	120,00%
<b>VALOR PROPUESTO:</b>	<b>\$502,61</b>	120,00%

\_\_\_\_\_  
Egda. Maribel Chasi

Estos precios no incluyen IVA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
<b>Proyecto:</b>	<b>Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>RUBRO:</b>	<b>Señales verticales preventivas y reglamentarias (0,60 x 0,60 )m</b>	<b>Unidad:</b>	<b>U</b>
		<b>Rend. H / U</b>	<b>2,000</b>

#### EQUIPOS

No.		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Herramienta manual		5% m.o.		0,64	0,53%
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
					0,640	0,53%

#### MANO DE OBRA

No.		Cantidad A	Jornal HR B	Costo Hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01						
02						
03	Albañil	1,00	3,22	3,22	6,435	5,37%
04	Peón	1,00	3,18	3,18	6,356	5,30%
05						
06						
07						
					12,791	10,67%

#### MATERIALES

No.		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C = A x B	%
01						
02	Señales reglamentarias (0,60 x 0,60 )m	u	1,00	106,40	106,400	88,79%
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
					106,400	88,79%

Ambato, Julio 2015

\_\_\_\_\_  
Egda. Maribel Chasi

<b>X. COSTO DIRECTO TOTAL</b>	119,831	100,00%
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>	23,966	<b>20,00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS:</b>	0,000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	143,797	120,00%
<b>VALOR PROPUESTO:</b>	<b>\$143,80</b>	120,00%

Estos precios no incluyen IVA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
<b>Proyecto:</b>	Diseño de la vía de ingreso a las comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>RUBRO:</b>	Comunicadores radiales	<b>Unidad:</b>	U
		<b>Rend. H / U</b>	<b>1,000</b>

#### EQUIPOS

No.		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01	Herramienta manual		5% m.o.		0,32	0,28%
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
					0,320	0,28%

#### MANO DE OBRA

No.		Cantidad A	Jornal HR B	Costo Hora C = A x B	Costo Unitario D = C x R	%
01						
02						
03	Albañil	1,00	3,22	3,22	3,218	2,84%
04	Peón	1,00	3,18	3,18	3,178	2,81%
05						
06						
07						
					6,396	5,65%

#### MATERIALES

No.		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo C = A x B	%
01						
02						
03	Delineadores radiales	u	1,00	106,40	106,400	94,06%
04						
05						
06						
07						
08						
09						
					106,400	94,06%

Ambato, Julio 2015

\_\_\_\_\_  
Egda. Maribel Chasi

<b>X. COSTO DIRECTO TOTAL</b>	113,116	100,00%
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>	22,623	<b>20,00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS:</b>	0,000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	135,739	120,00%
<b>VALOR PROPUESTO:</b>	<b>\$135,74</b>	120,00%

Estos precios no incluyen IVA

**ANEXO**

**FOTOGRAFICO**

## ENCUESTAS



## LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



## ENSAYO DE SUELOS

### Calicatas



### Determinación del contenido de humedad natural





**Secado de muestras de suelo en el laboratorio.**



**Ensayo granulométrico**



## Ensayo límites de Atterberg



**Determinación de la máxima densidad y contenido óptimo de humedad.**



### Ensayo de esponjamiento



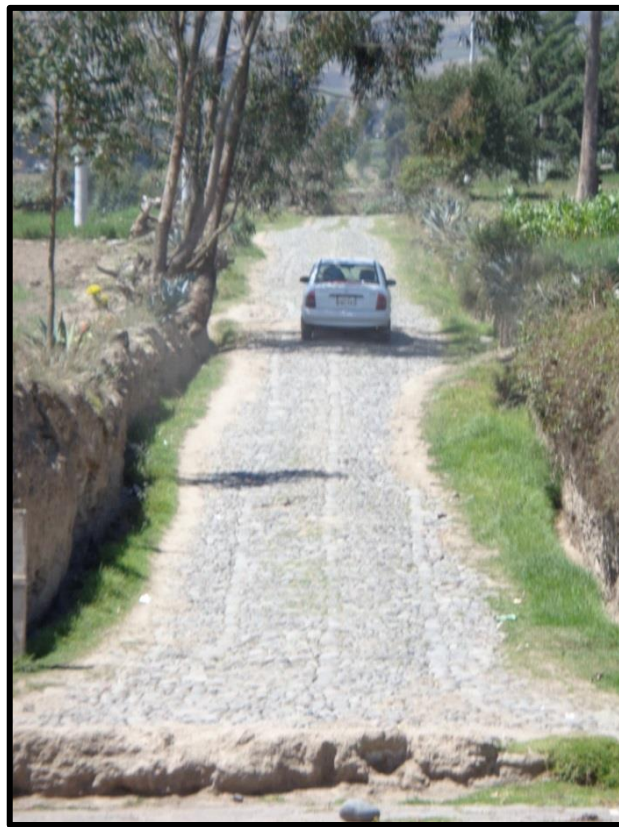
### Ensayo de compactación C.B.R.



## Ensayo de carga - penetración



## Conteo vehicular





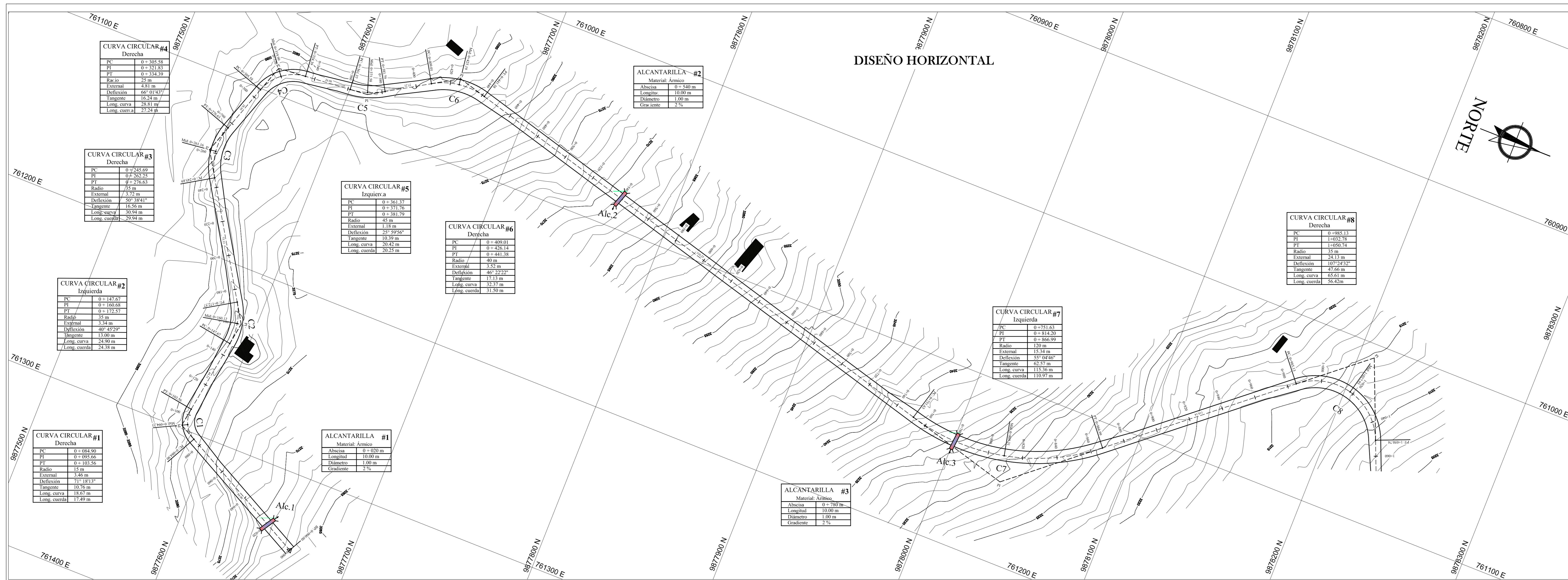
NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE III 300 – 1 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE IV 100 – 300 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE V MENOS DE 100 TPDA <sup>(1)</sup>							
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA				
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 <sup>(10)</sup>	60	50	40	50	35	25 <sup>(10)</sup>		
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 <sup>(10)</sup>		
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25		
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110		
Peralte	MÁXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.)						8% (Para V < 50 K.P.H.)							
Coefficiente "K" para: <sup>(2)</sup>																																
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2		
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3		
Gradiente longitudinal <sup>(3)</sup> máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14		
Gradiente longitudinal <sup>(4)</sup> máxima (%)	0,5%																															
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,3			6,50			6,70			6,00			6,00						4,00 <sup>(9)</sup>							
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado							
Ancho de espaldones <sup>(5)</sup> estables (m)	2,5	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,5	2,5	1,5	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---							
Gradiente transversal para pavimento (%)	1,5 – 2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						4,0							
Gradiente transversal para espaldones (%)	4,0						4,0						4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---							
Curva de transición	ÚSENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																															
Puentes	Carga de diseño																															
	HS - 20 - 44																															
	Ancho de la calzada (m) <sup>(7)</sup>																															
Ancho de Aceras (m) <sup>(8)</sup>																																
0,50 m mínimo a cada lado																																
Mínimo derecho de vía (m)	80 - 100			60 - 75			75			60			60			50			20 - 25						15							

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

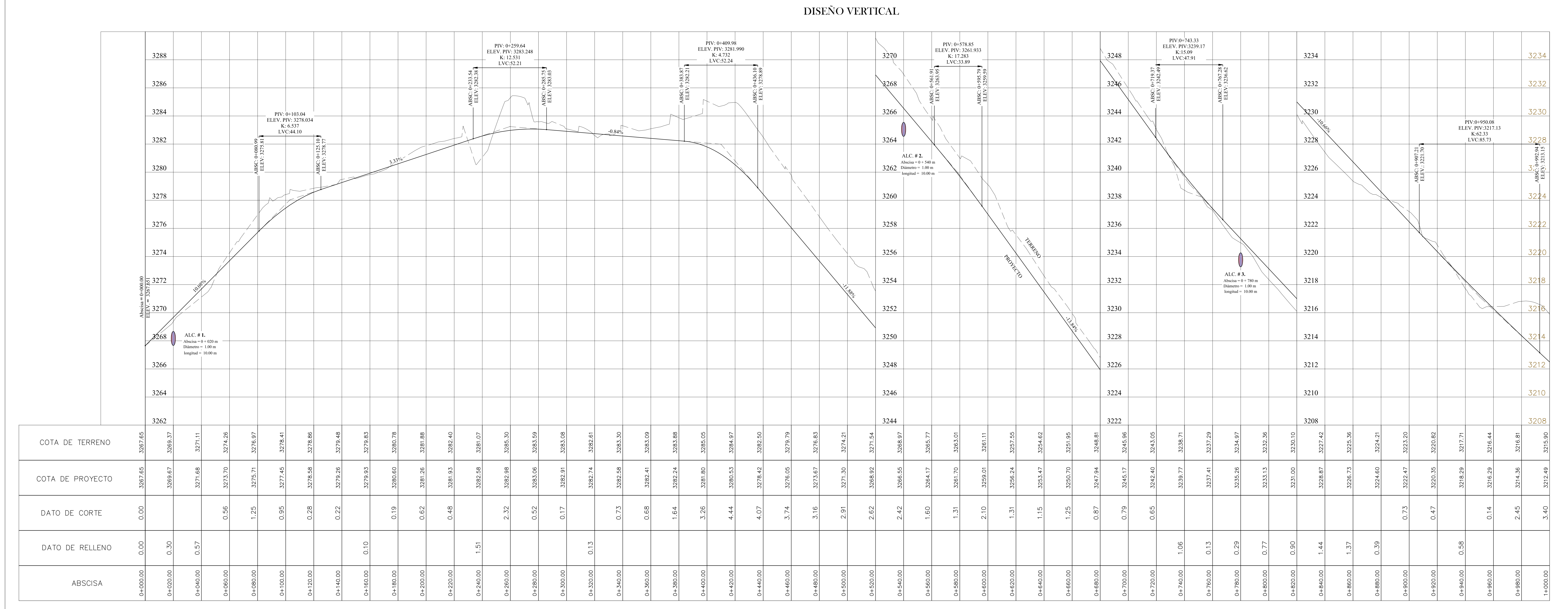
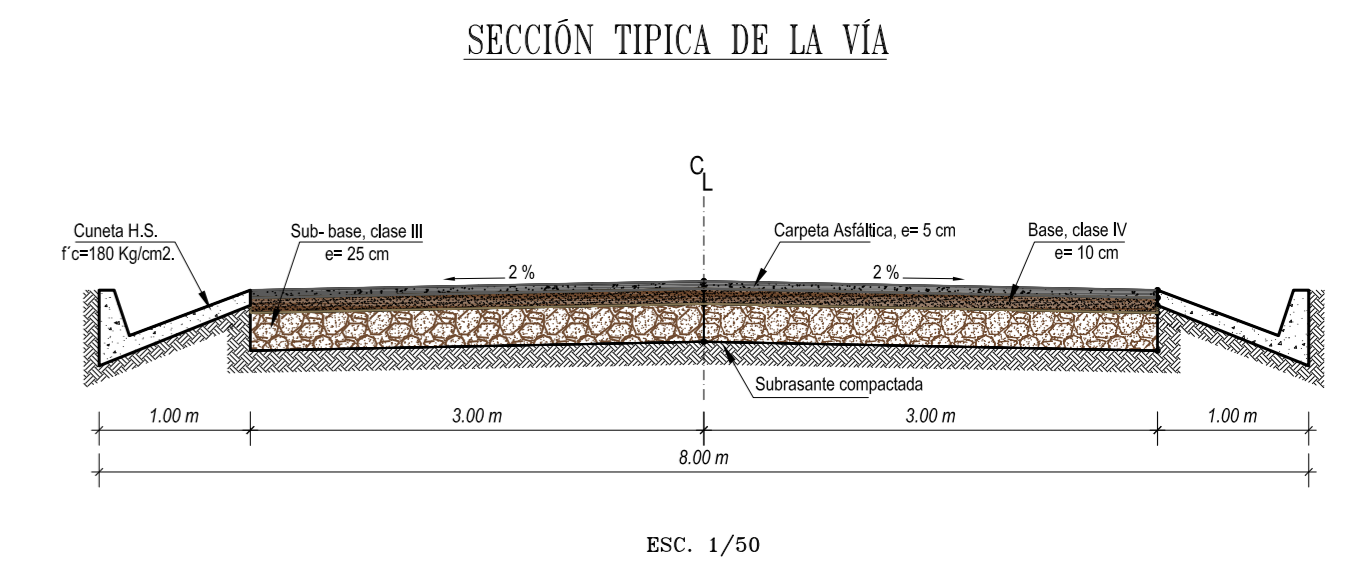
- 1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 – 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno – Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.
- 2) Longitud de las curvas verticales:  $L = K A$ , en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algébrica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales:  $L_{\min} = 0,60 V$ , en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- 3) En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y en terrenos montañosos solamente para las carreteras de I, II y III Clase.
- 4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. de altura o más.
- 5) Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Capítulo VIII de las Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
- 6) En casos especiales se puede disminuir la carga de diseño a HS - 15 - 44.
- 7) Para puentes con una longitud menor de 30 m, úsese 12,30 m.
- 8) En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsese dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- 9) Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- 10) Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar  $V_D = 20$  Km/h y  $R = 15$  m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

**NOTA:** Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

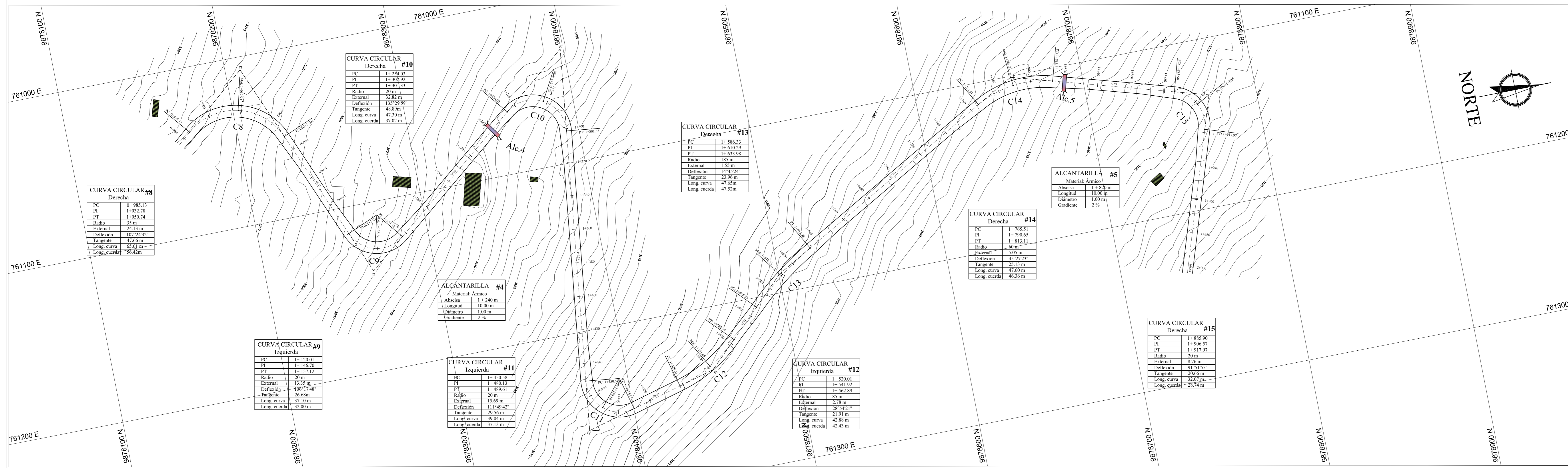
# PLANOS



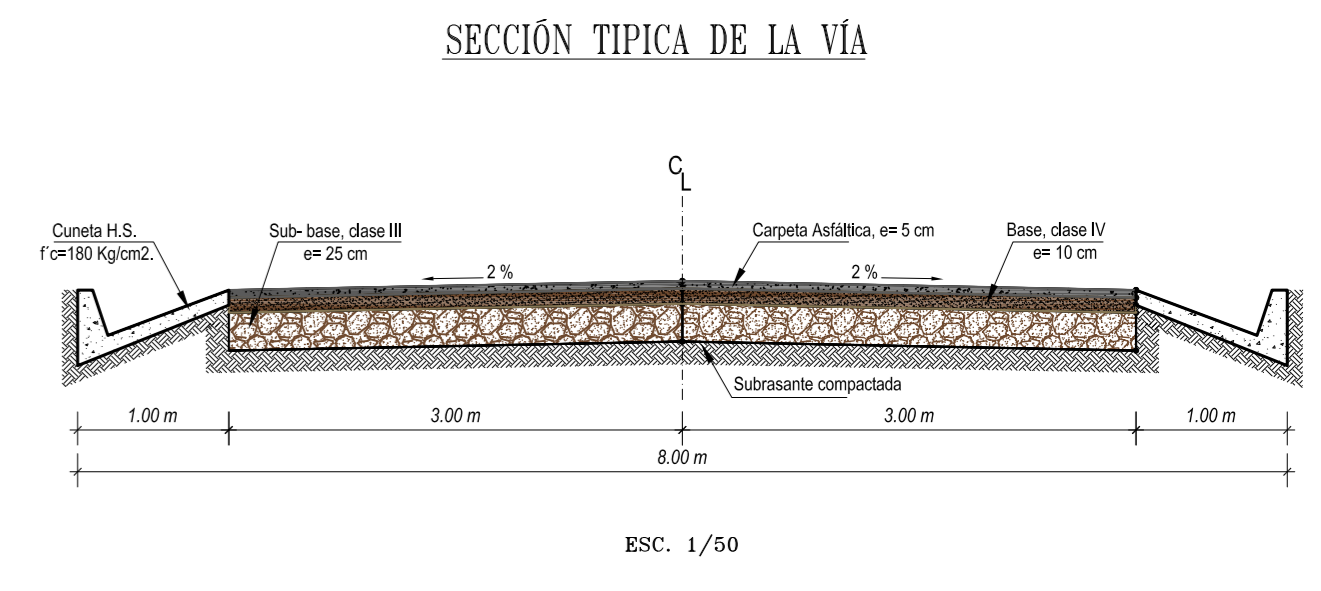
<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES, OVALO NUEVO SAN LEÓN, SAN JUAN, UNIÓN Y TRABAJO			
CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL Ratío = 000 : 1 = 000		FECHA: JULIO-2015	
CLASE: IV	UBICACIÓN: PARROQUIA SAN LUIS DEL CANTÓN SÁNCHEZ	ESCALA: 1:1000 1:100	
LONGITUD: 1 = 507,00 Km	DISEÑO: Edu. Marcel Cova G.	REVISADO POR: Ing. Msc. Lorena Piro	LÁMINA: 1/10



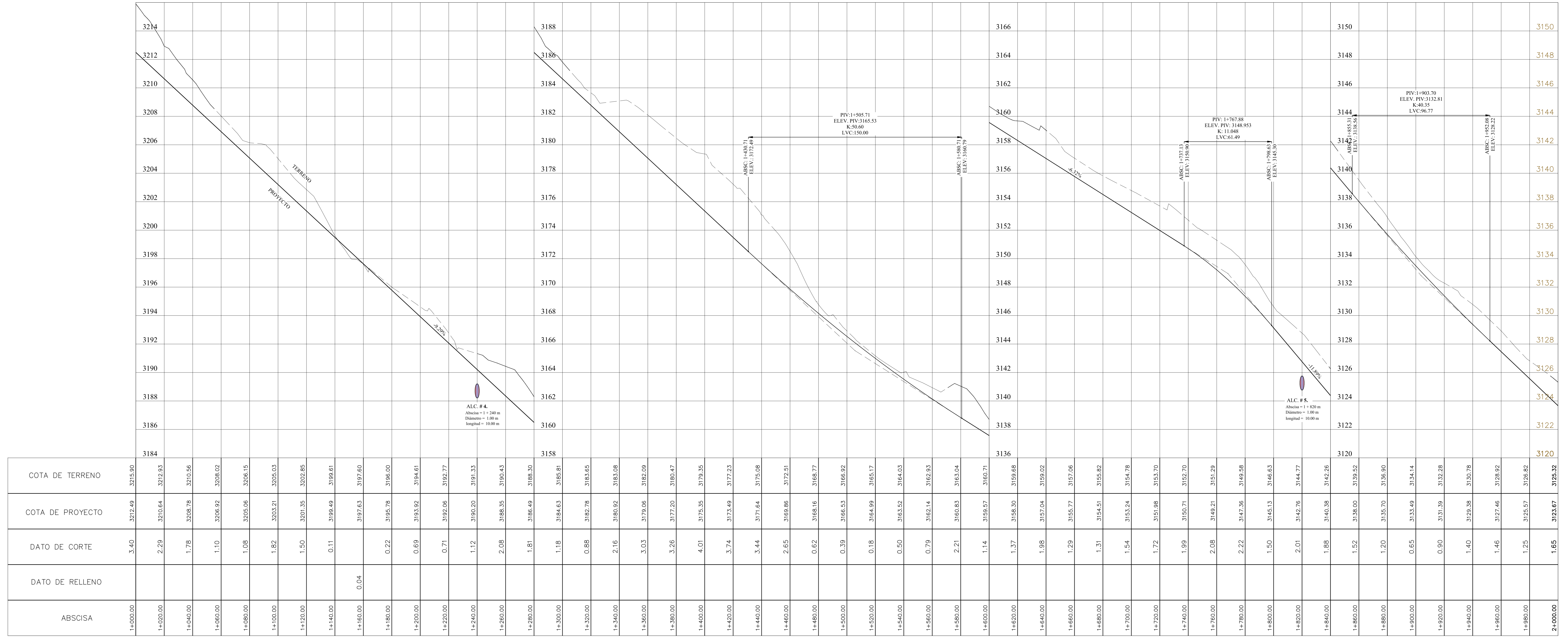
DISEÑO HORIZONTAL



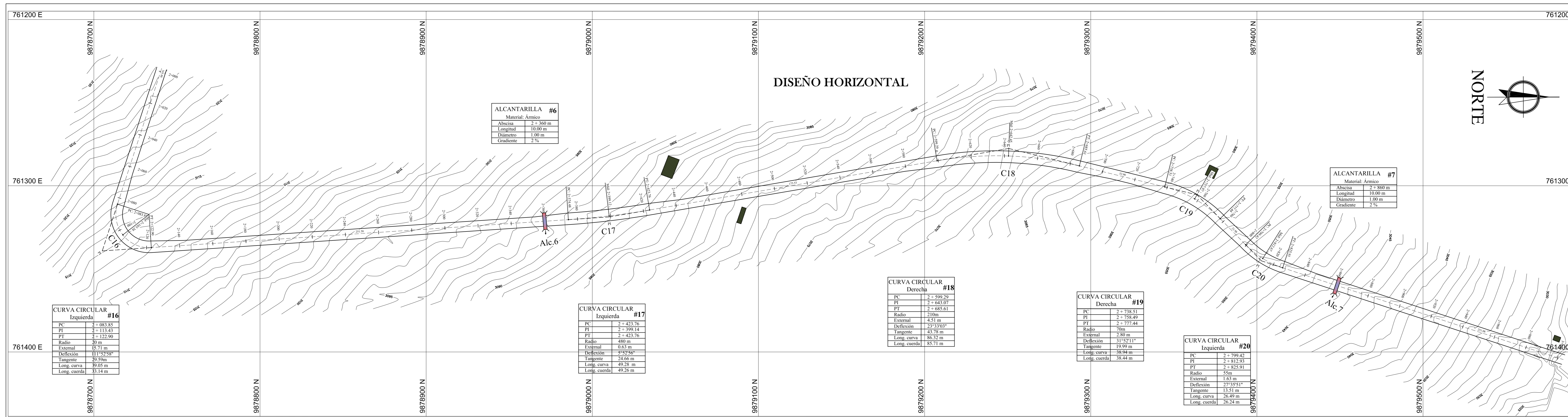
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		PROYECTO DISEÑO DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES, OVALO NUEVO, SAN LEÓN, SAN JUAN, UNIÓN Y TRABAJO	
CONTENIDO DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL	FECHA JULIO - 2015	LÁMINA 2/10	
CLASIFICACIÓN IV	LUBRICACIÓN PÁBRAGO Y MUELLEJO CASANOVA S.M.C.	ESCALA H = 1:1000 V = 1:100	
LONGITUD 4 - 397.00 Km	DISEÑO Egla. Maribel Chua G.	REVISADO POR Eng. Msc. Lorena Pizarro	



DISEÑO VERTICAL



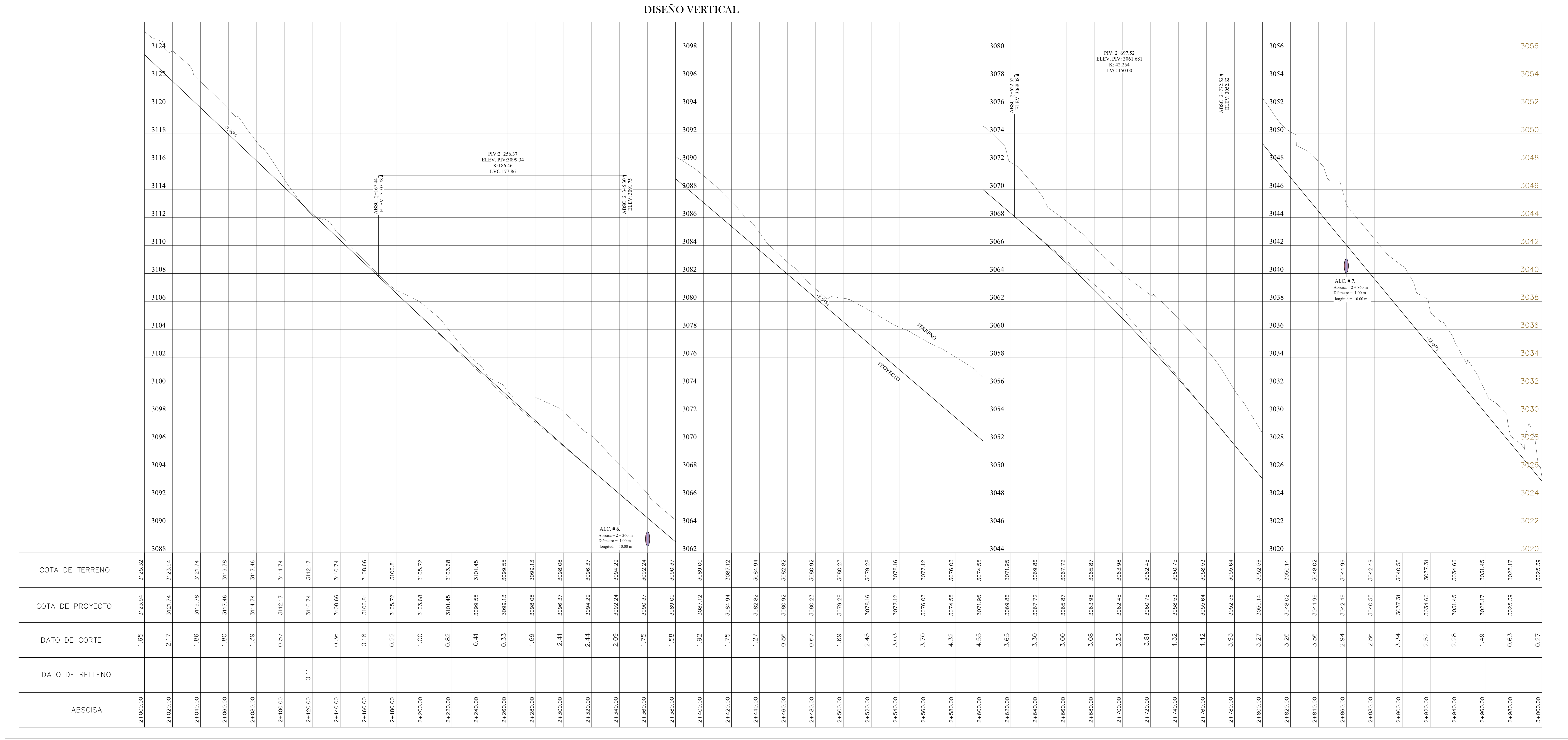
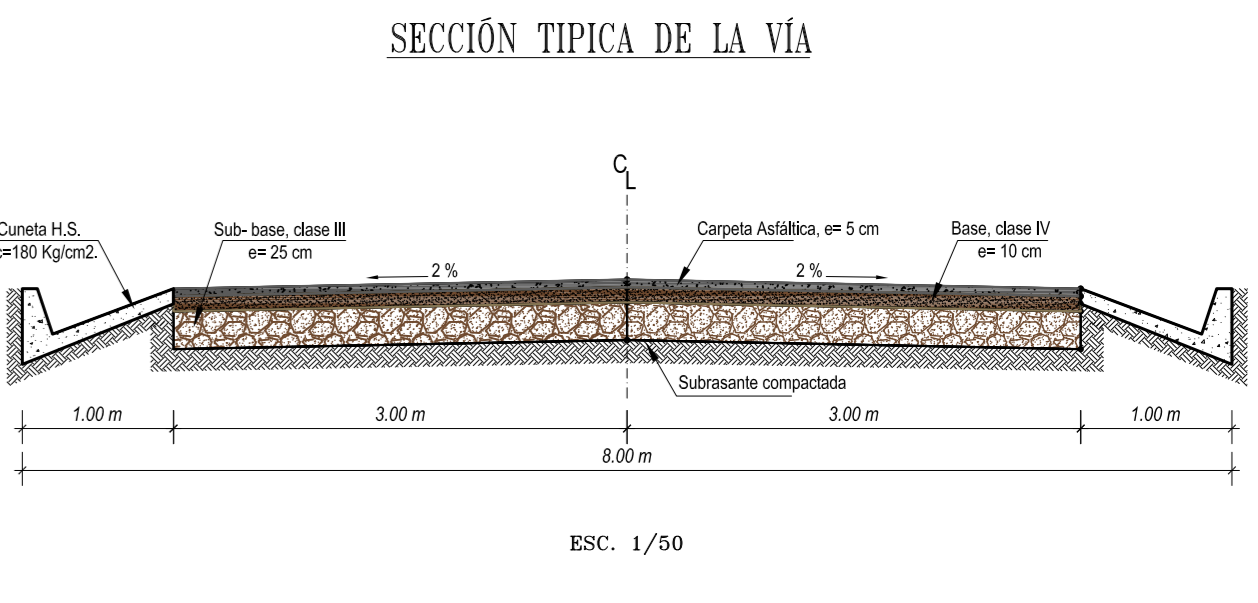


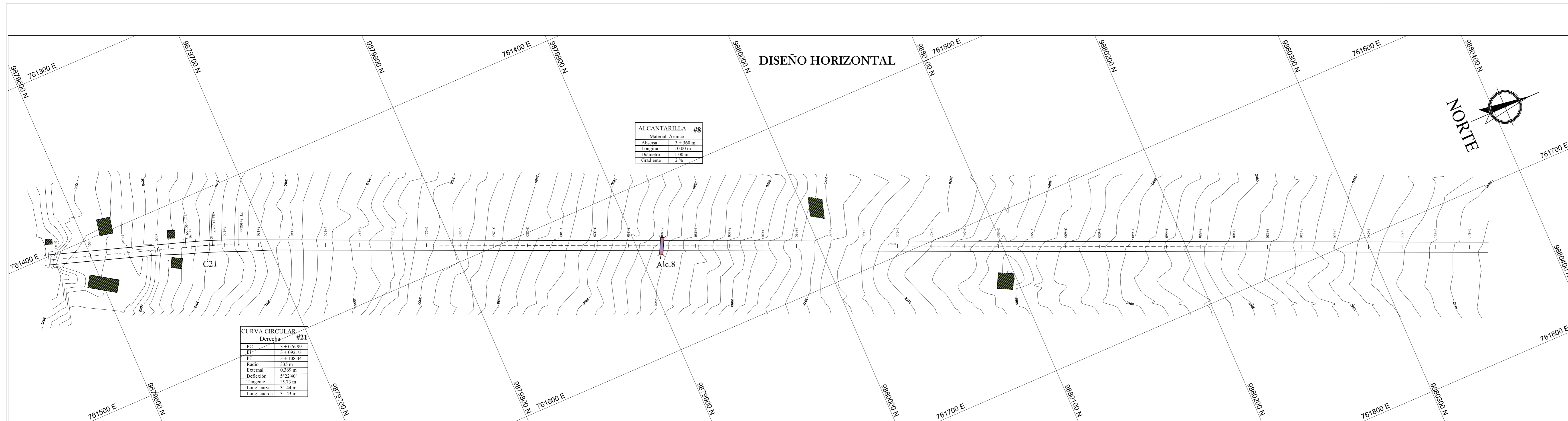


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

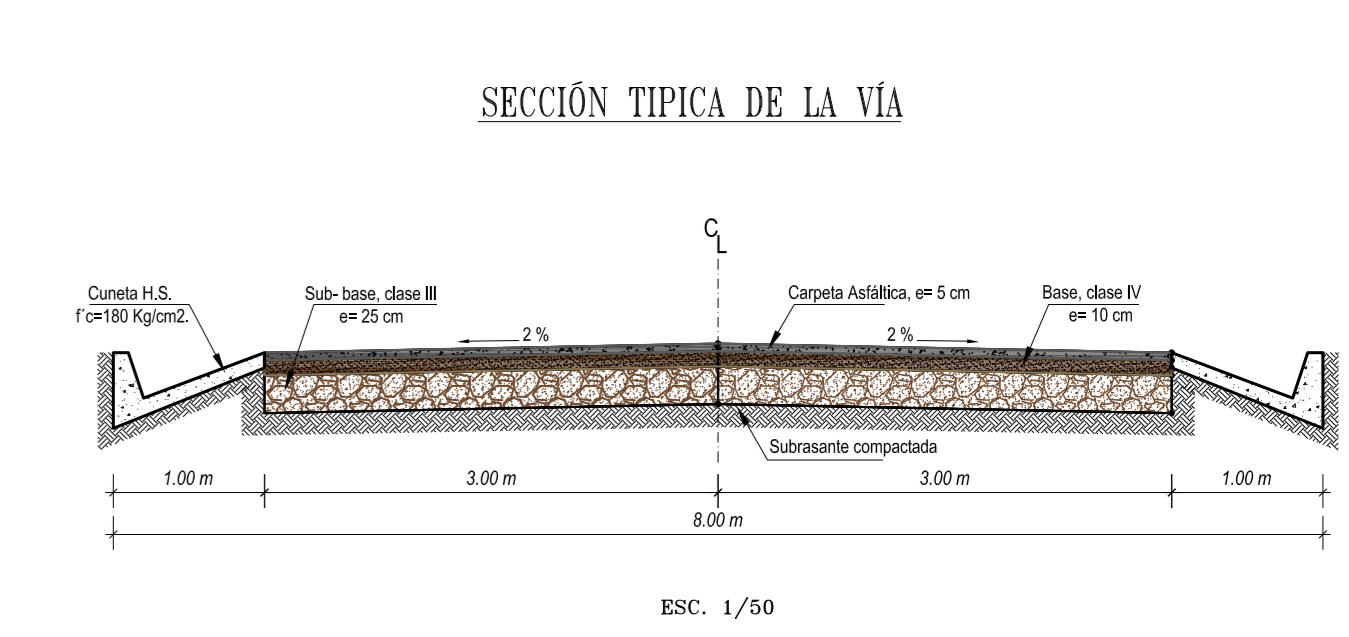
PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES, ÓVALO NUEVO, SAN LEÓN, SAN JUAN, UNIÓN Y TRABAJO

CONTENIDO: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL	FECHA: JUNIO 2013		
CLASE: IV	UBICACIÓN: PARROQUIA MULLALLO, CANTÓN SALLERUE	ESCALA: H = 1:1000 V = 1:100	
LONGITUD: 4 + 507.00 Km	DISEÑO: Egle, Manuel Chua C.	REVISADO POR: Ing. Msc. Lorena Pineda	LÁMINA: 3/10

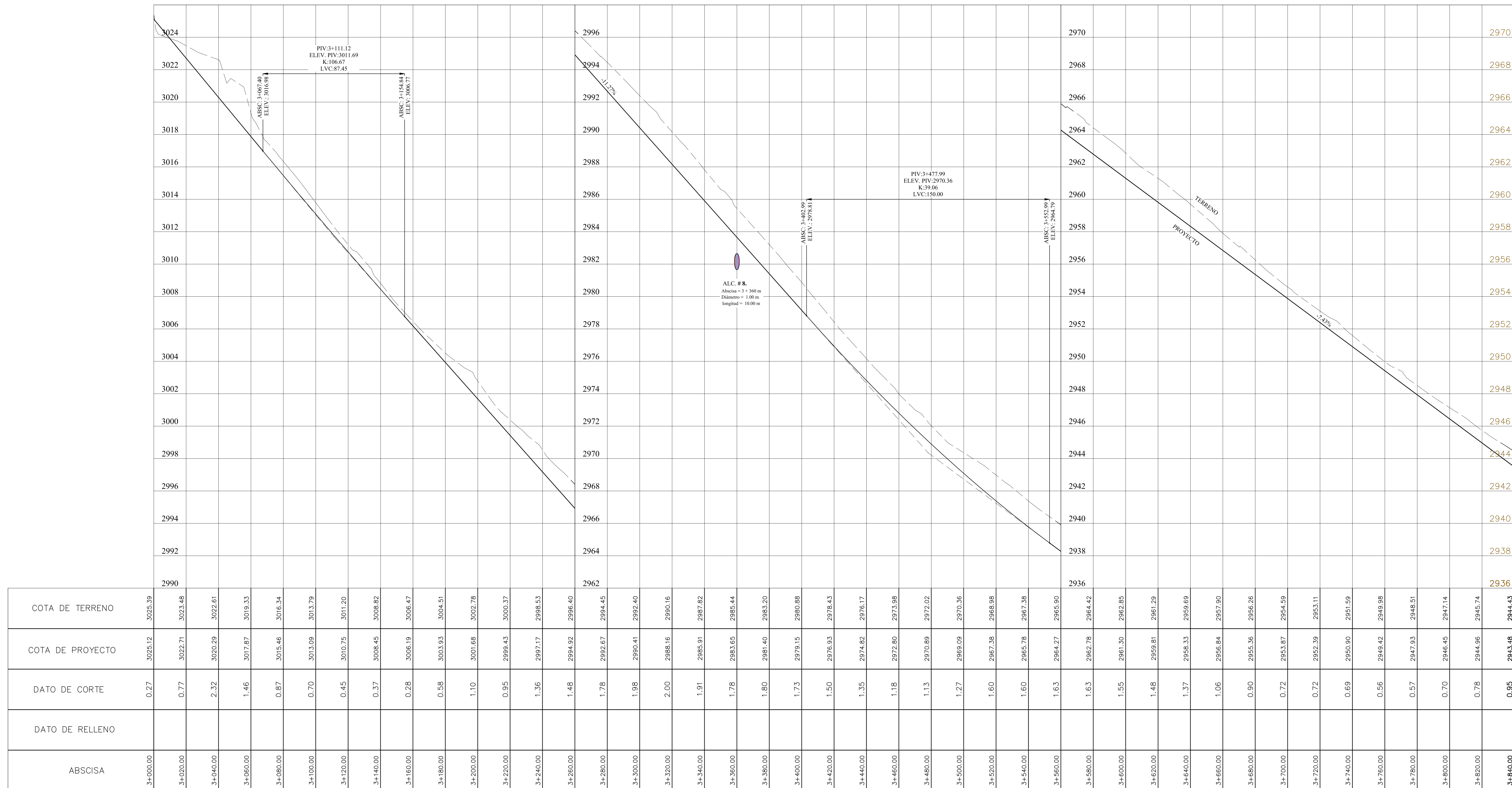


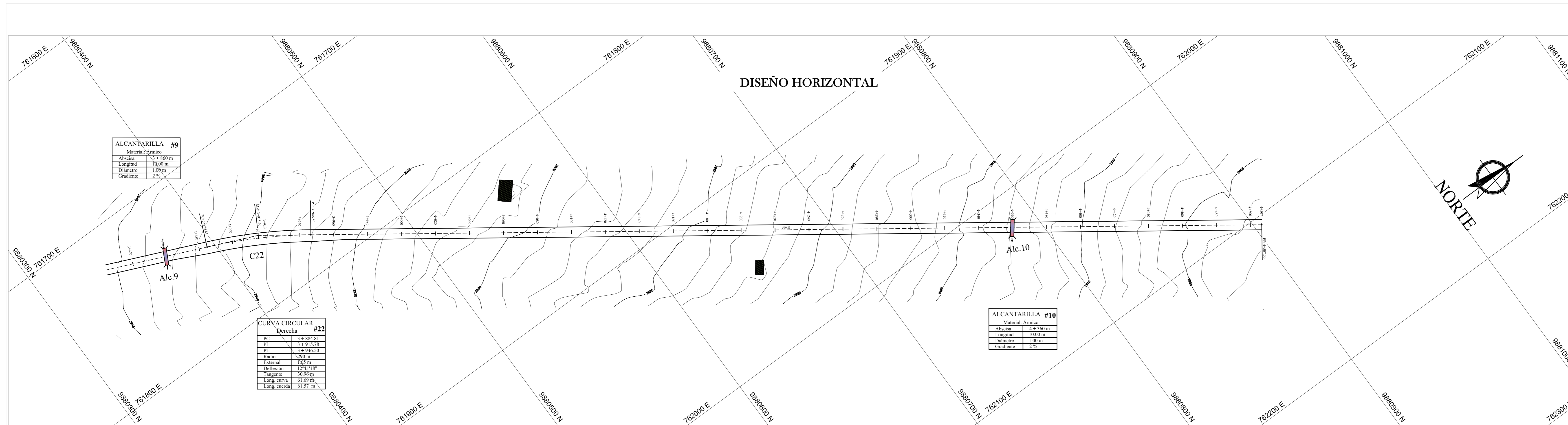


<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES, OVALO NUEVO, SAN LEÓN, SAS JUAN, UNIÓN Y TRABAJO		
CONTENIDO: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL Km 3 - 000 - 3 + 840	FECHA: JULIO - 2013	ESCALA: H = 1:1000 V = 1:100
CLASE: IV	UBICACIÓN: PARROQUIA MULALILLO CANTÓN SALCEDO	LÁMINA: <b>4/10</b>
LONGITUD: 1 + 597.00 Km	DISEÑO: Edu. Manuel Ciro C.	REVISADO POR: Ing. Msc. Lorena Pérez

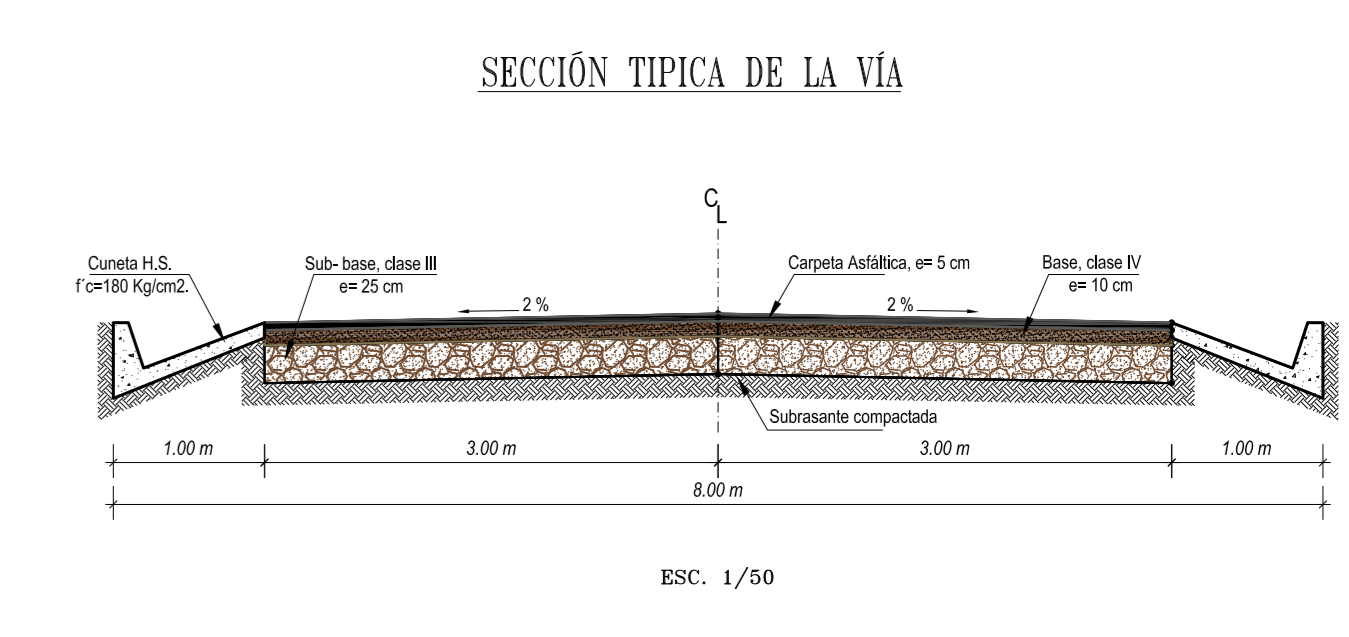


### DISEÑO VERTICAL

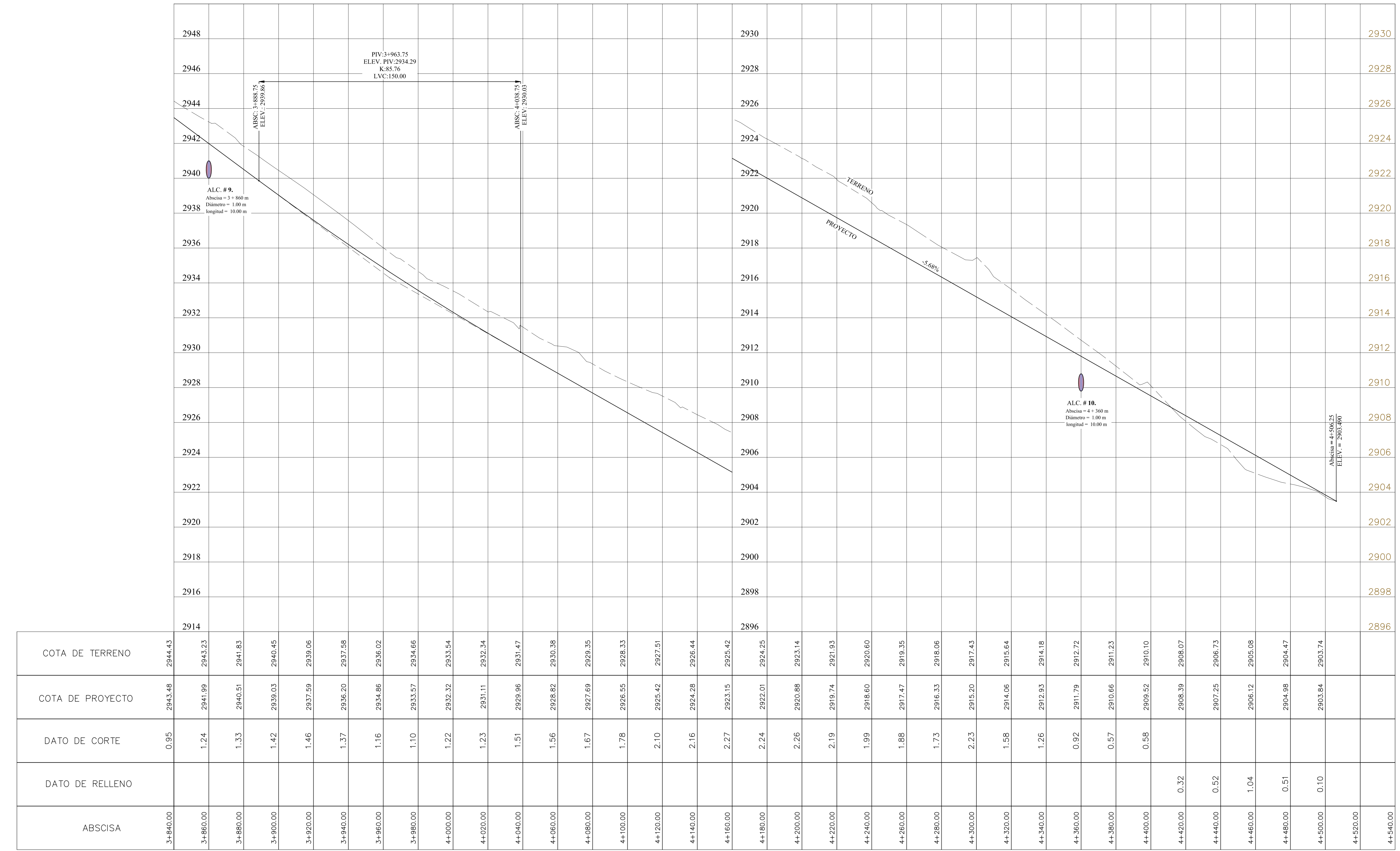


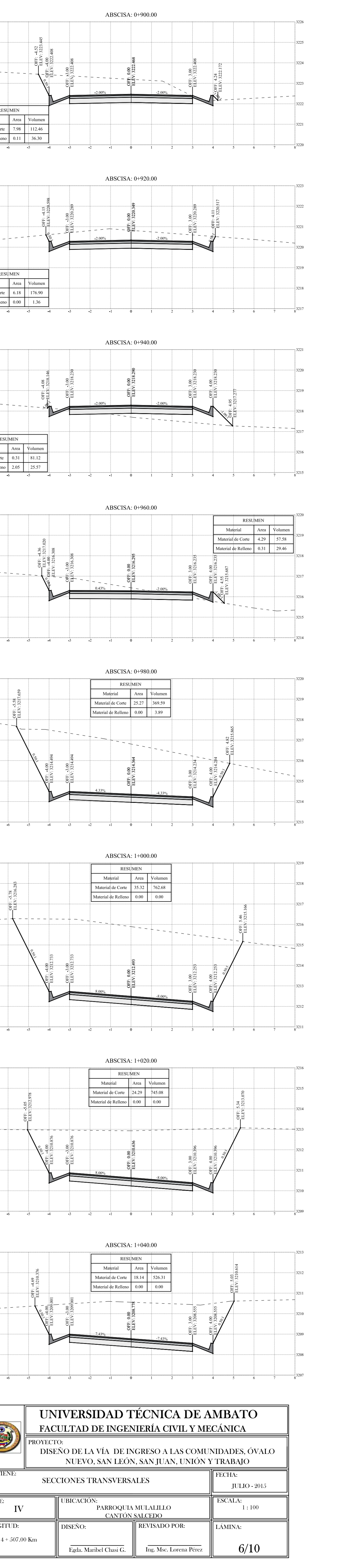
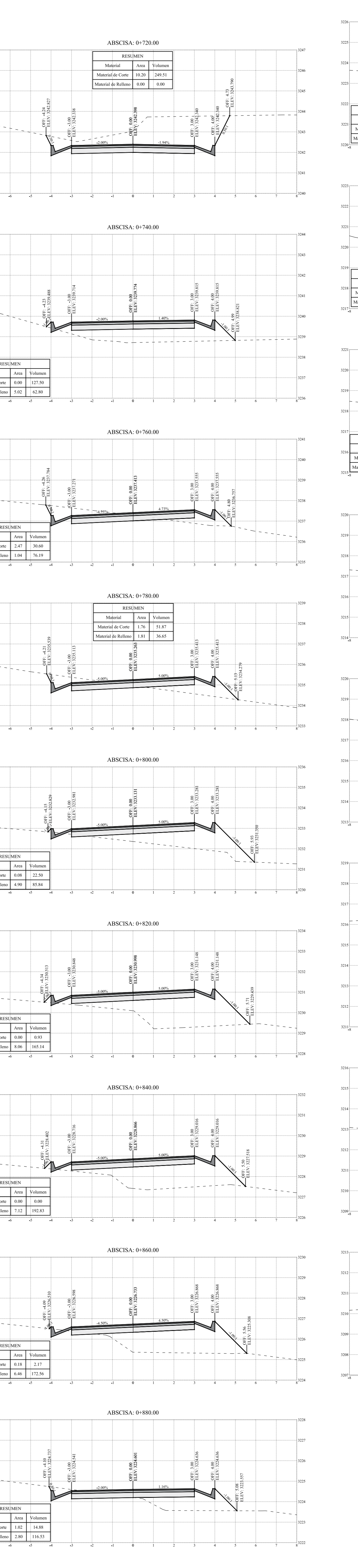
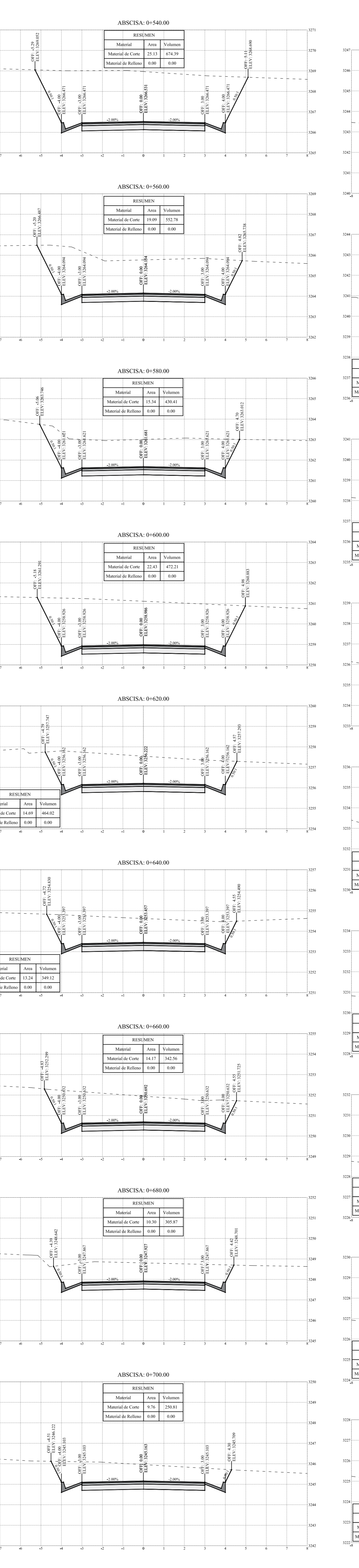
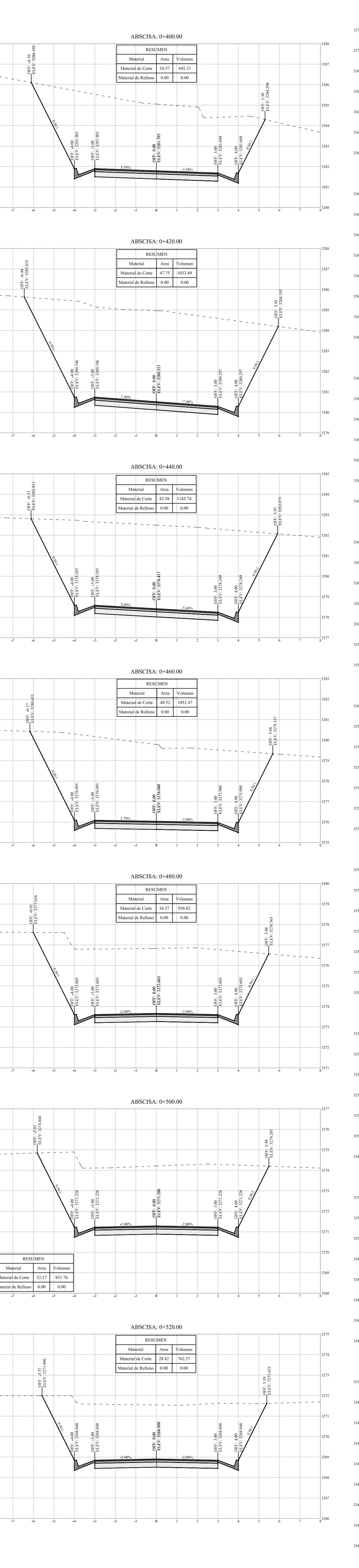
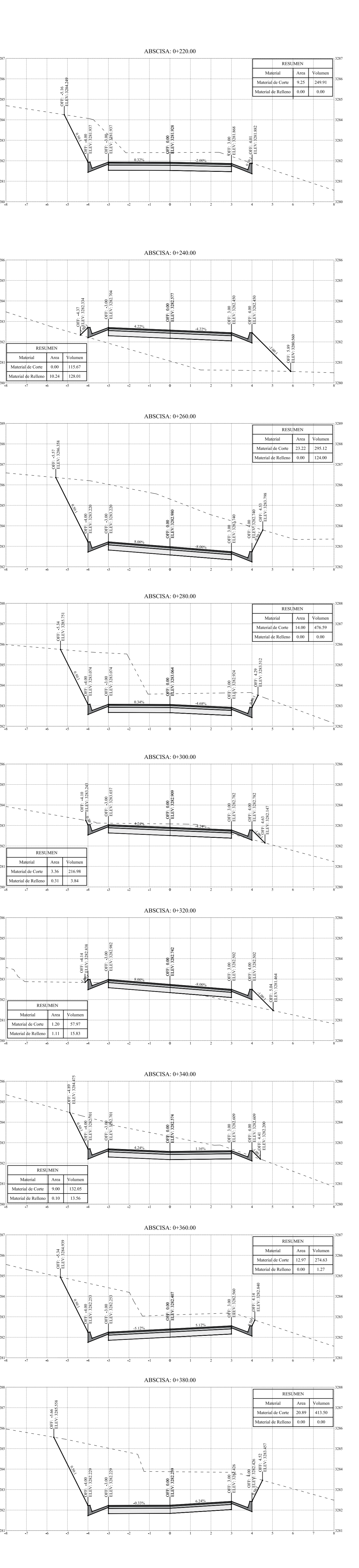
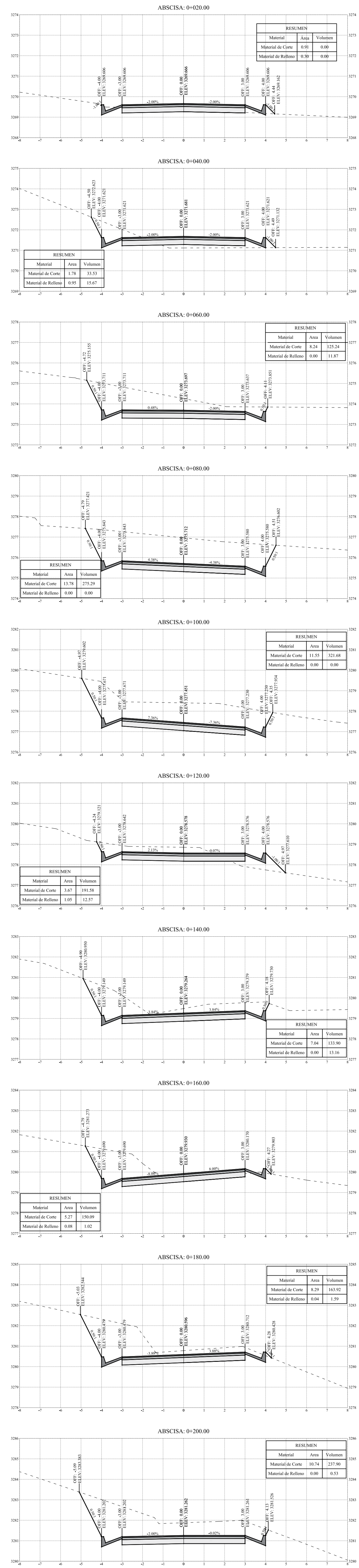


<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES, OVALO NUEVO, SAN LEÓN, SAS JUAN, UNIÓN Y TRABAJO	
CONTENIDO: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL Km. 3 + 840 - 4 + 507.00	FECHA: Julio - 2013
CLASE: IV	UBICACIÓN: PARROQUIA MUALILLO CANTÓN SALCEDO
LONGITUD: 1 + 577.00 Km	DISEÑO: Edu. Manuel Chao G.
ESCALA: H = 1:1000 V = 1:100	REVISADO POR: Ing. Msc. Lorena Pérez
LÁMINA: <b>5/10</b>	



### DISEÑO VERTICAL

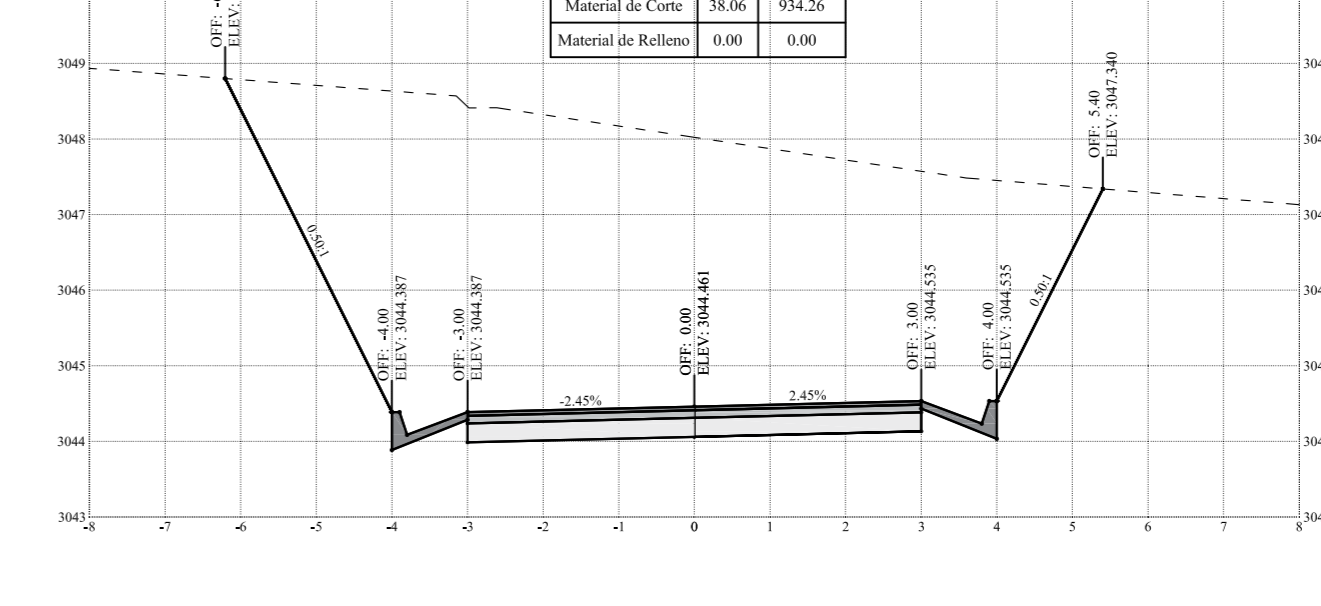
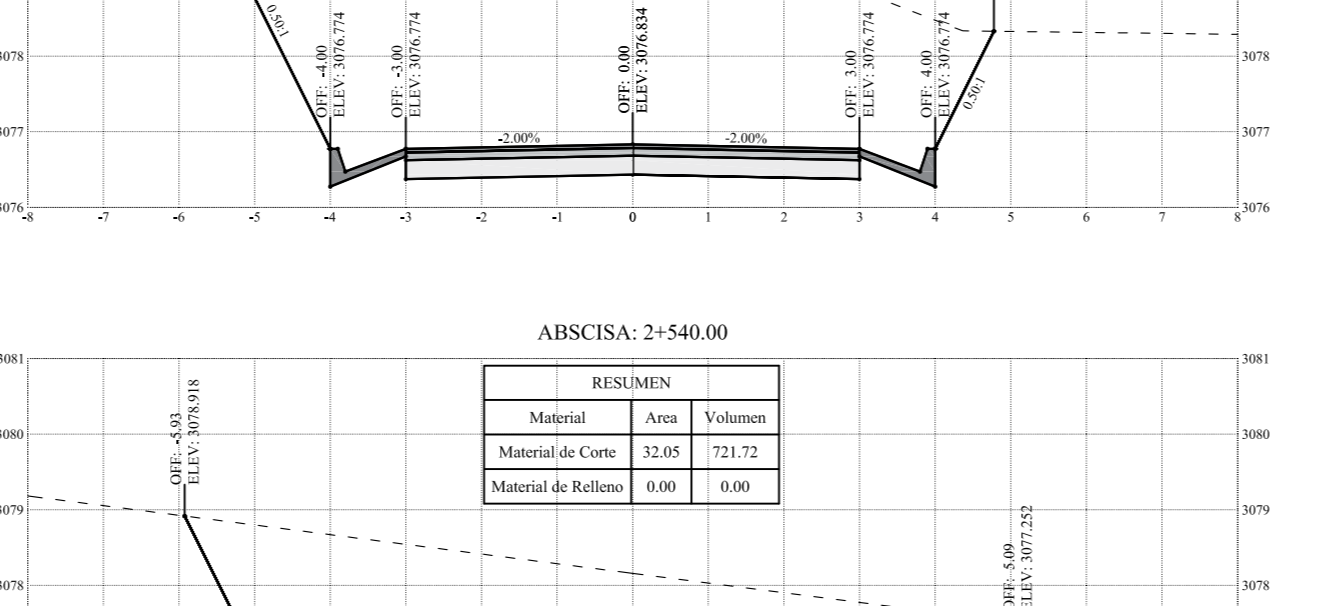
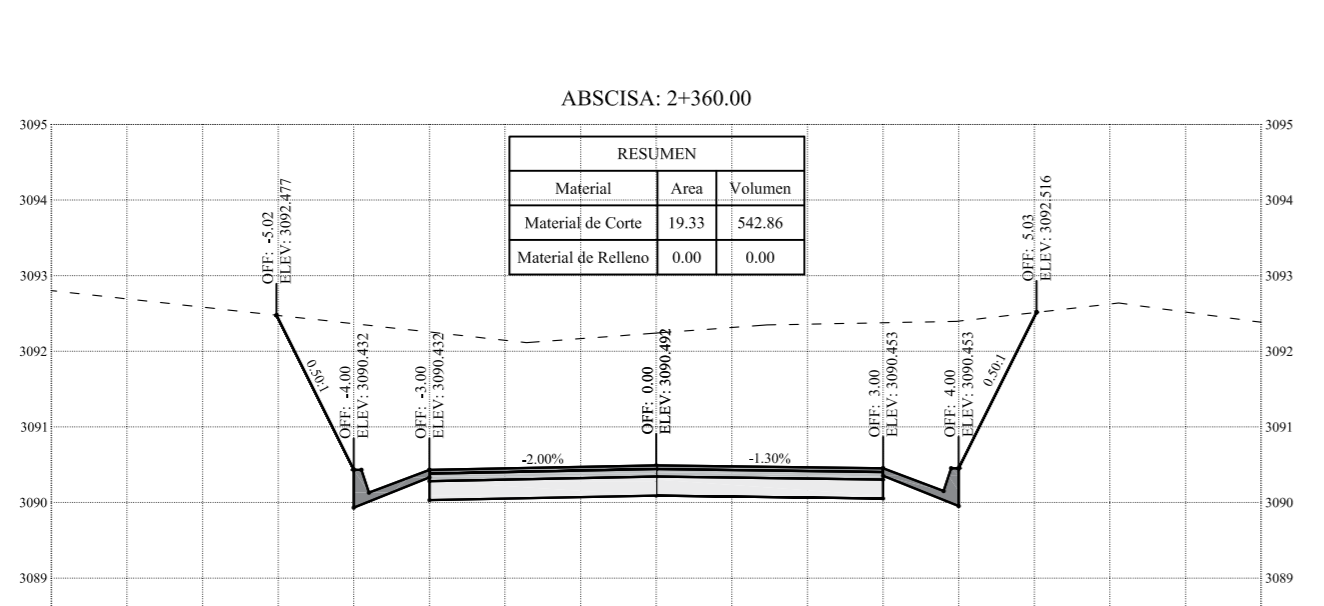
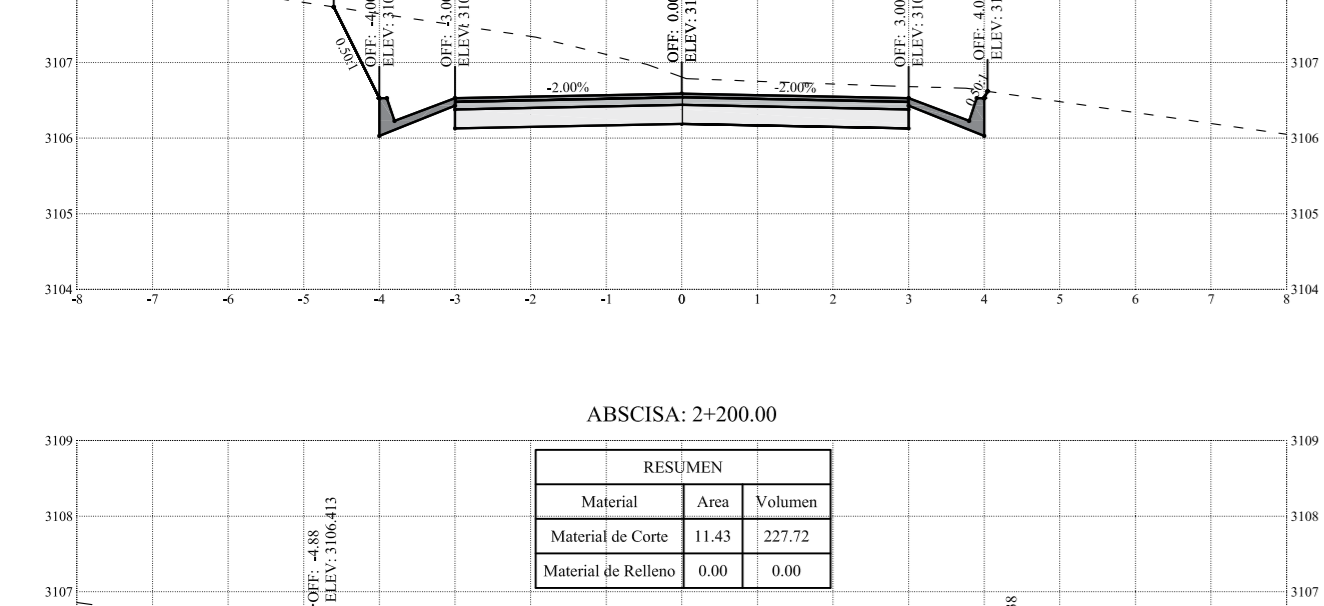
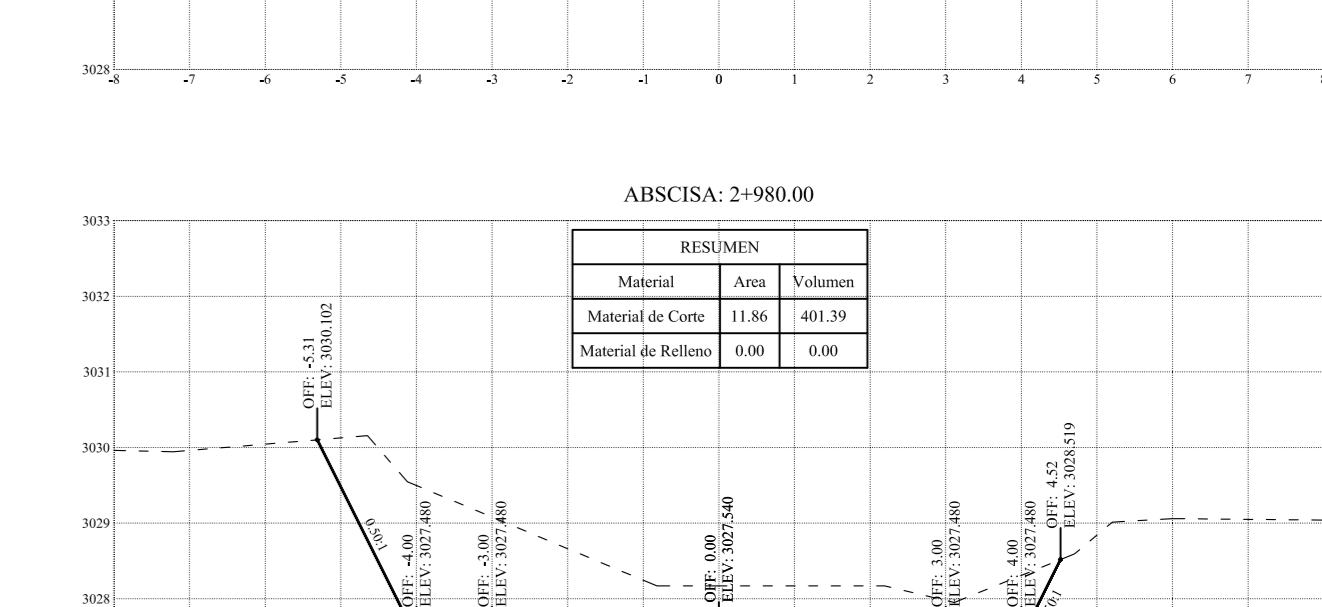
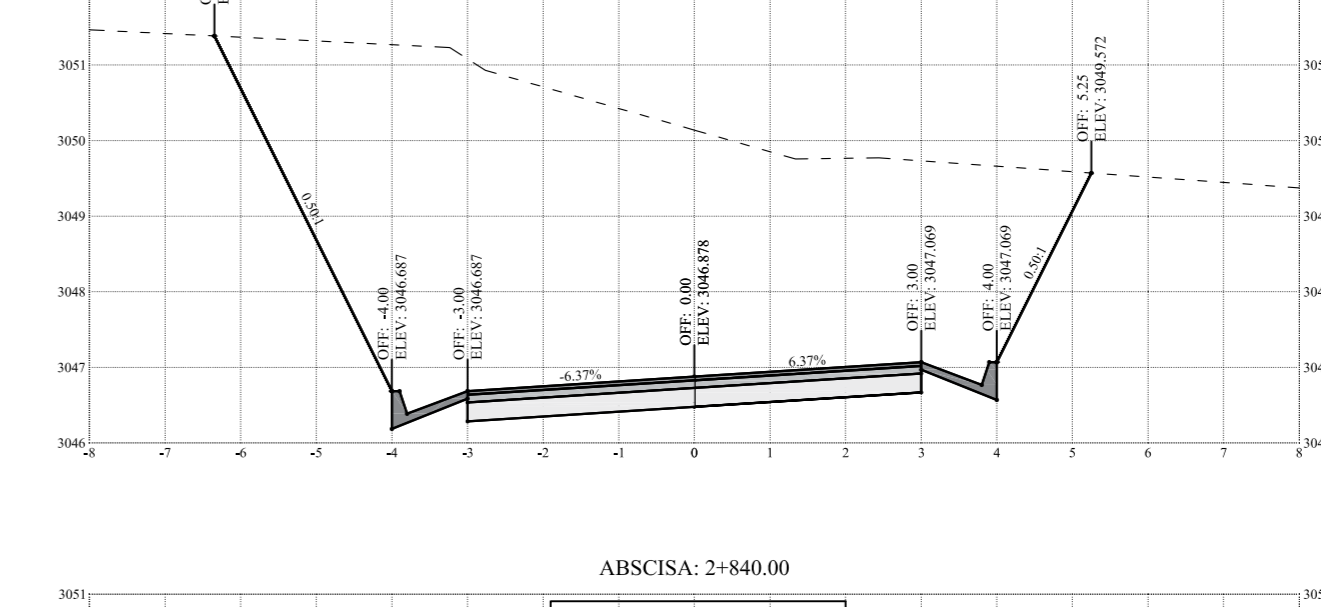
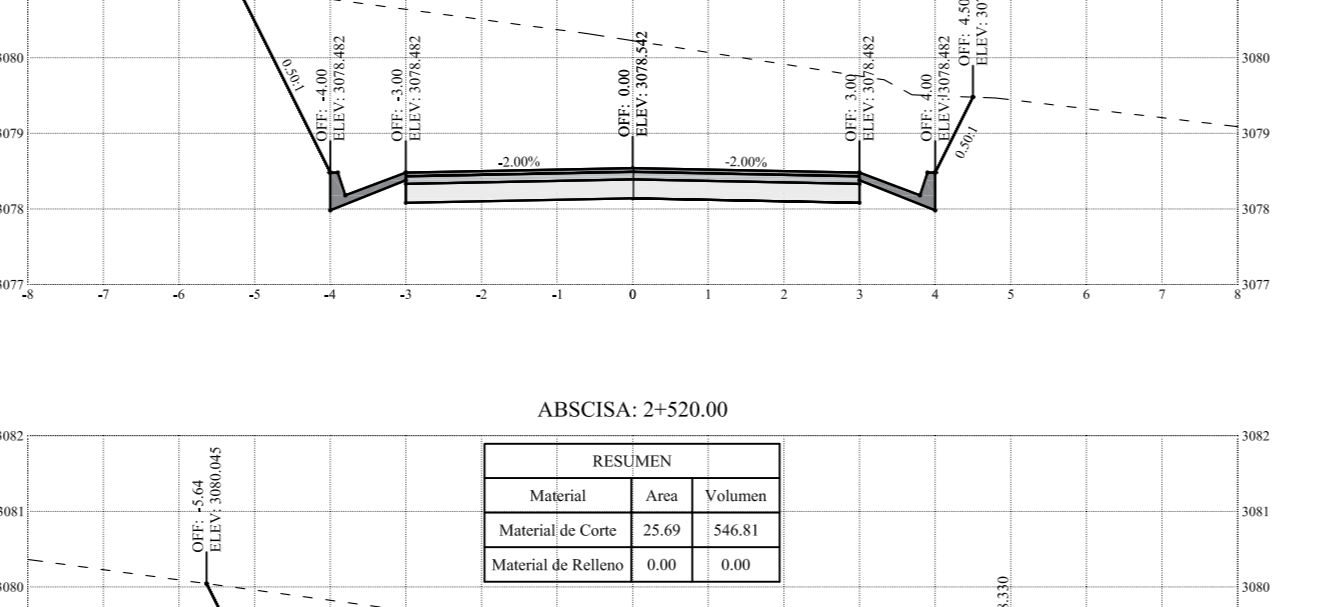
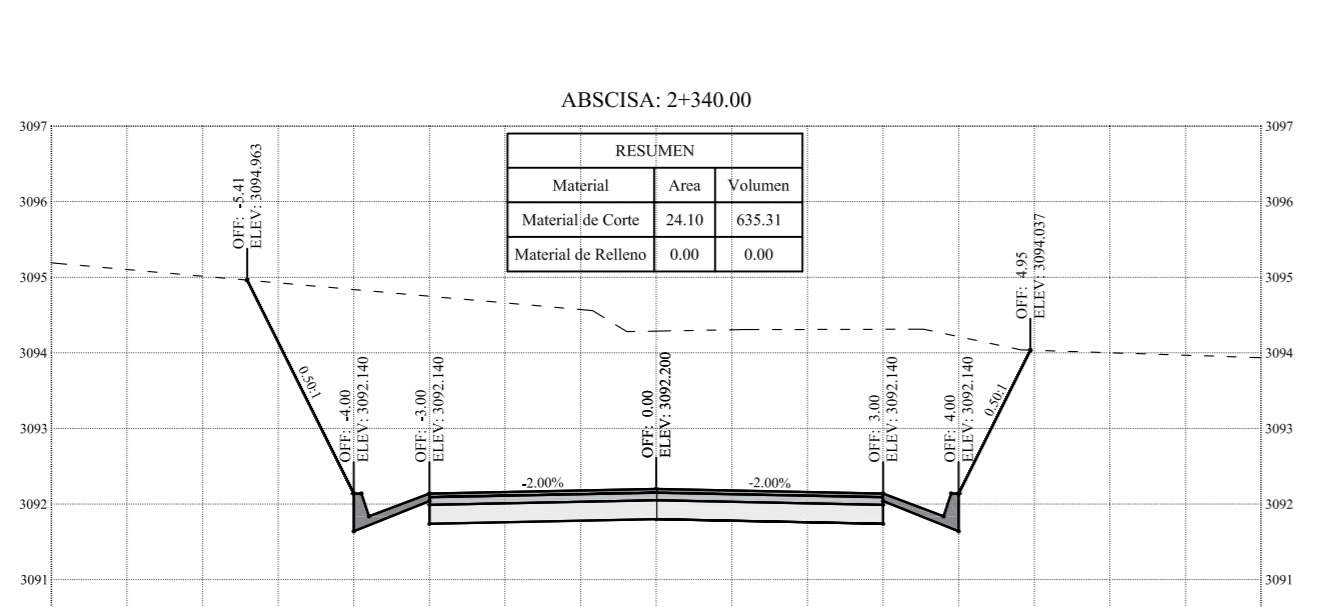
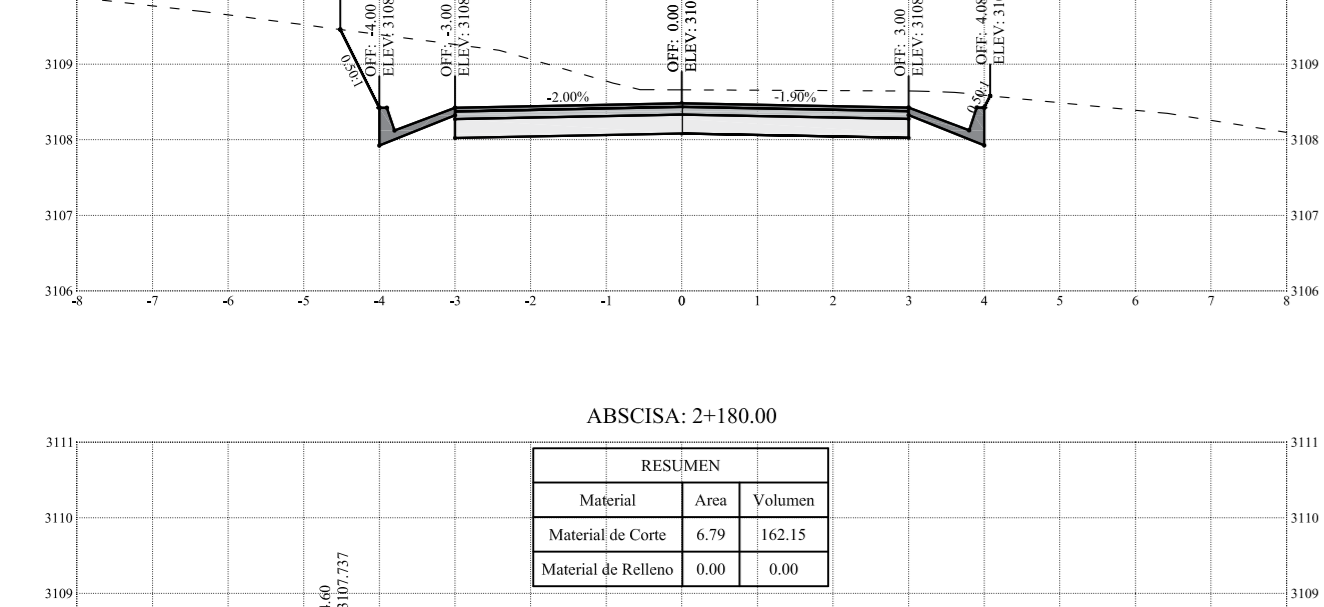
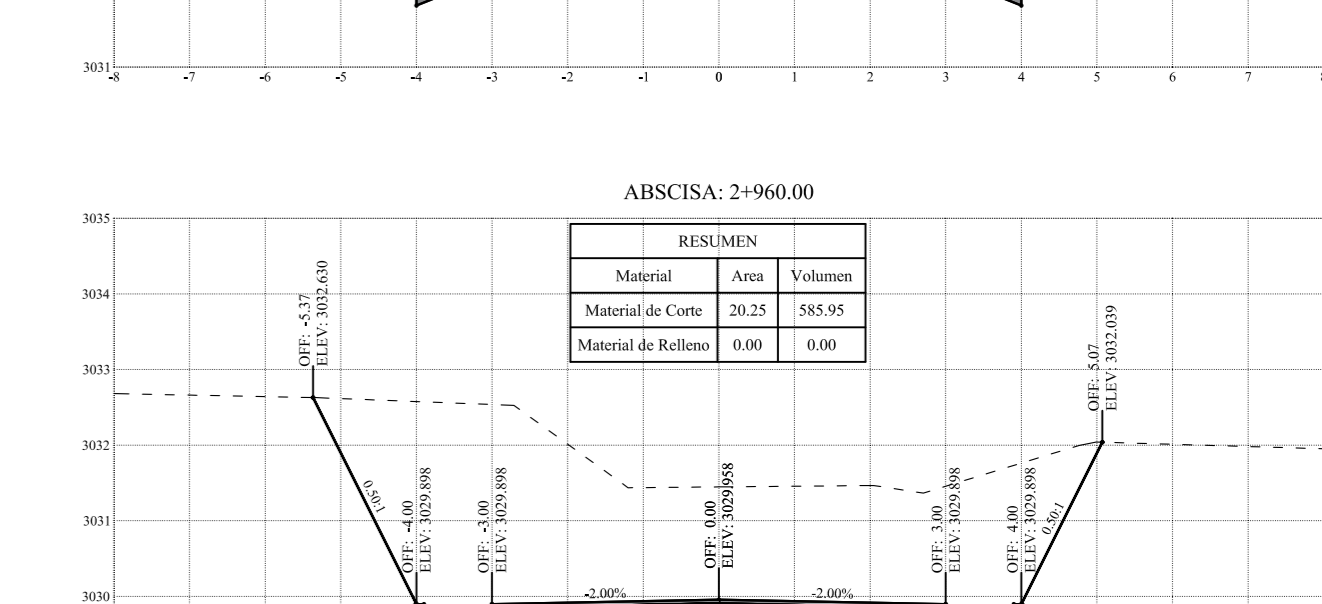
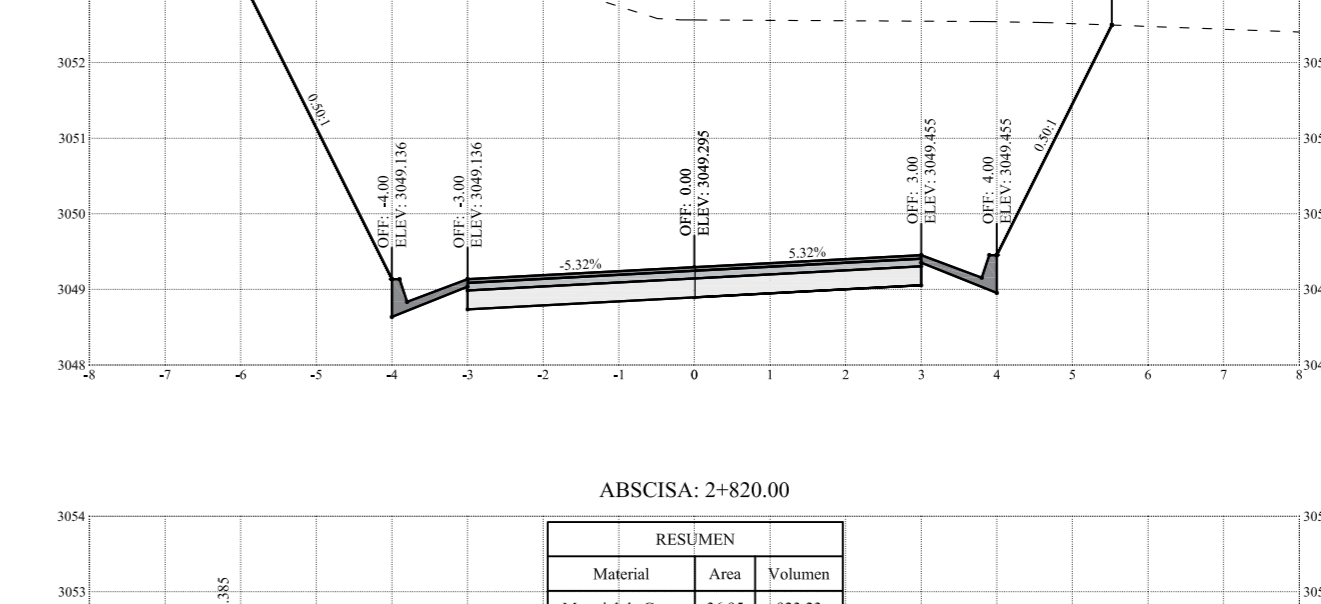
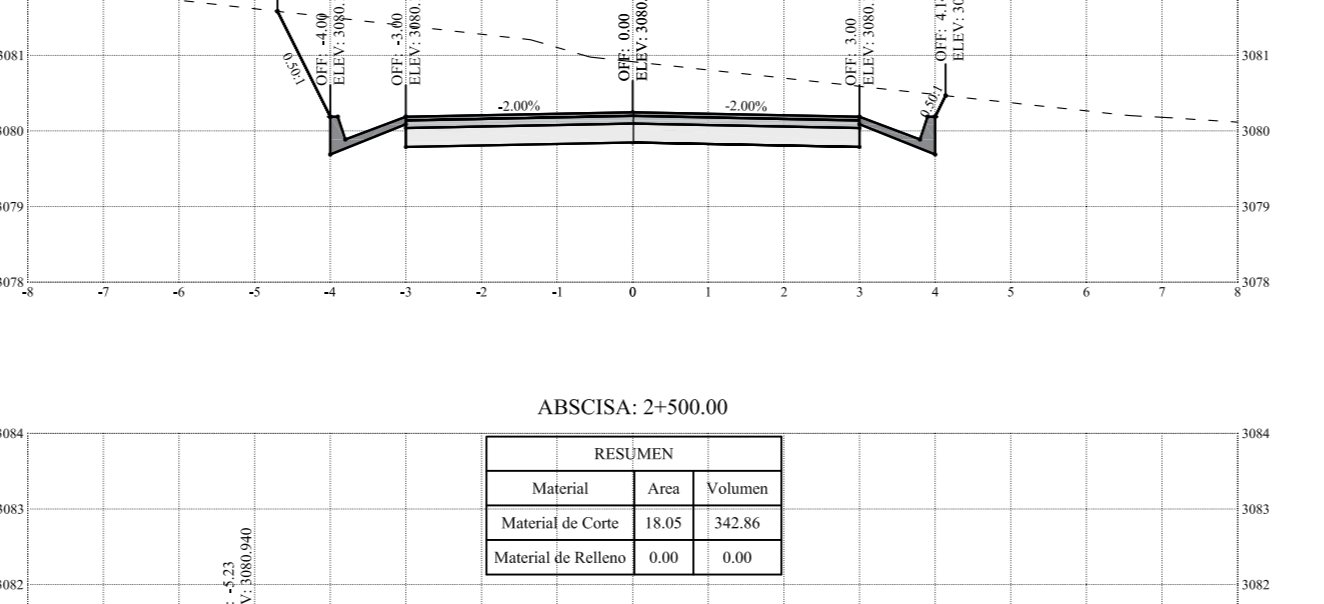
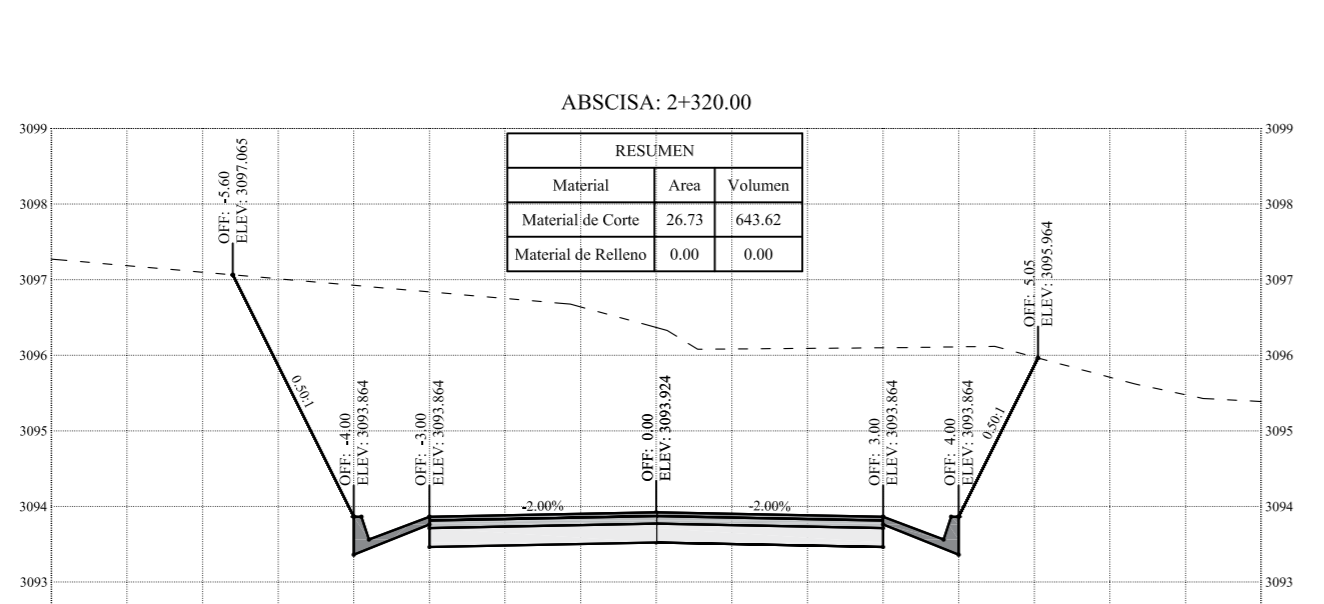
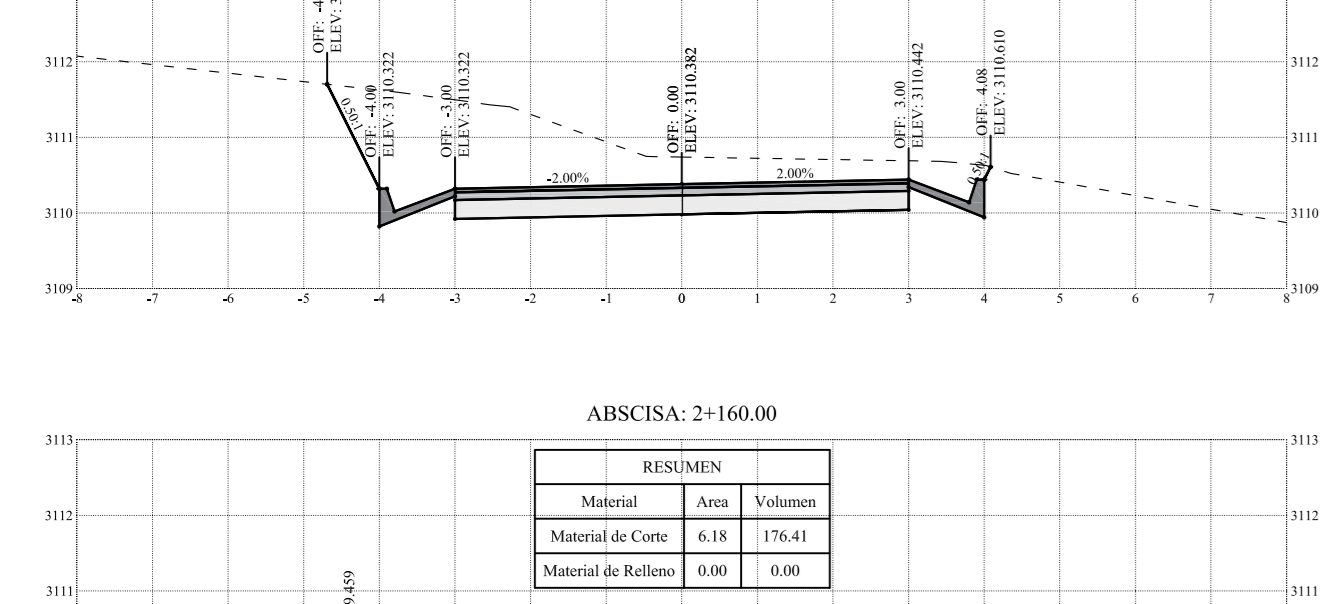
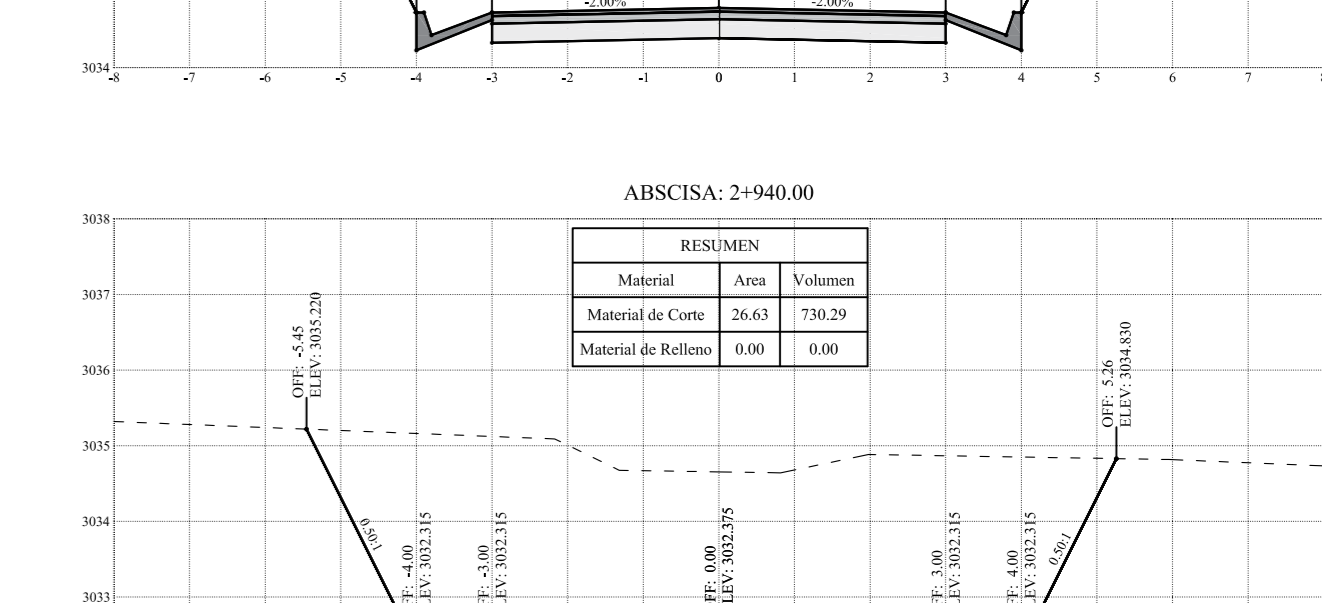
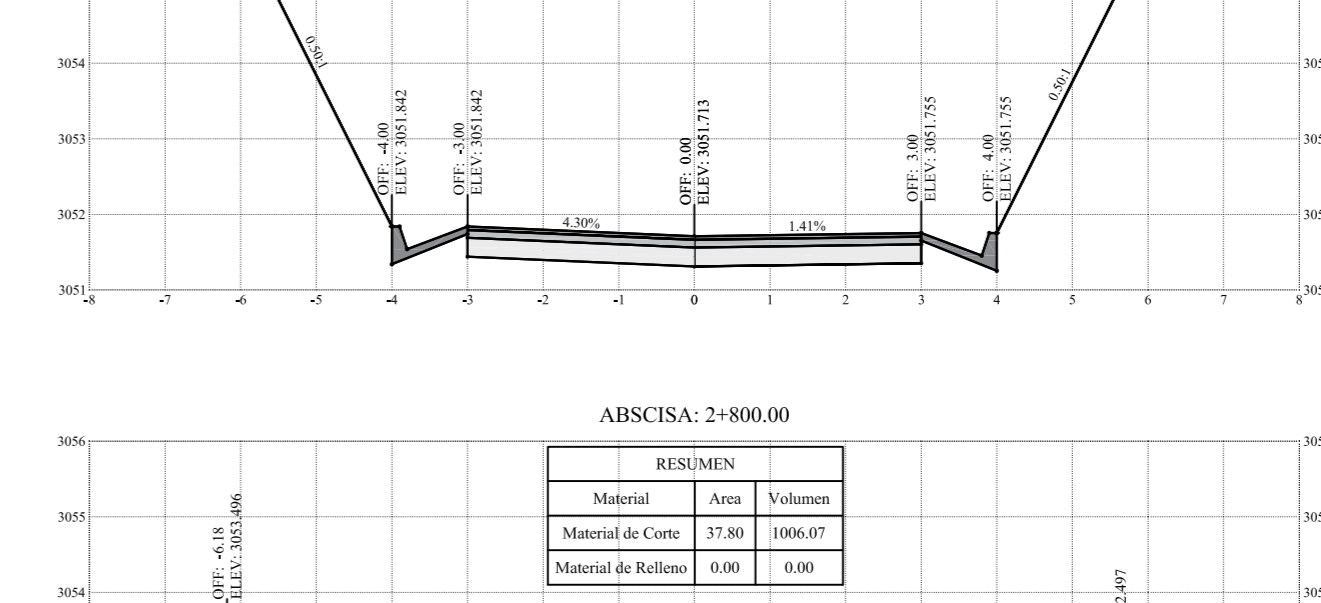
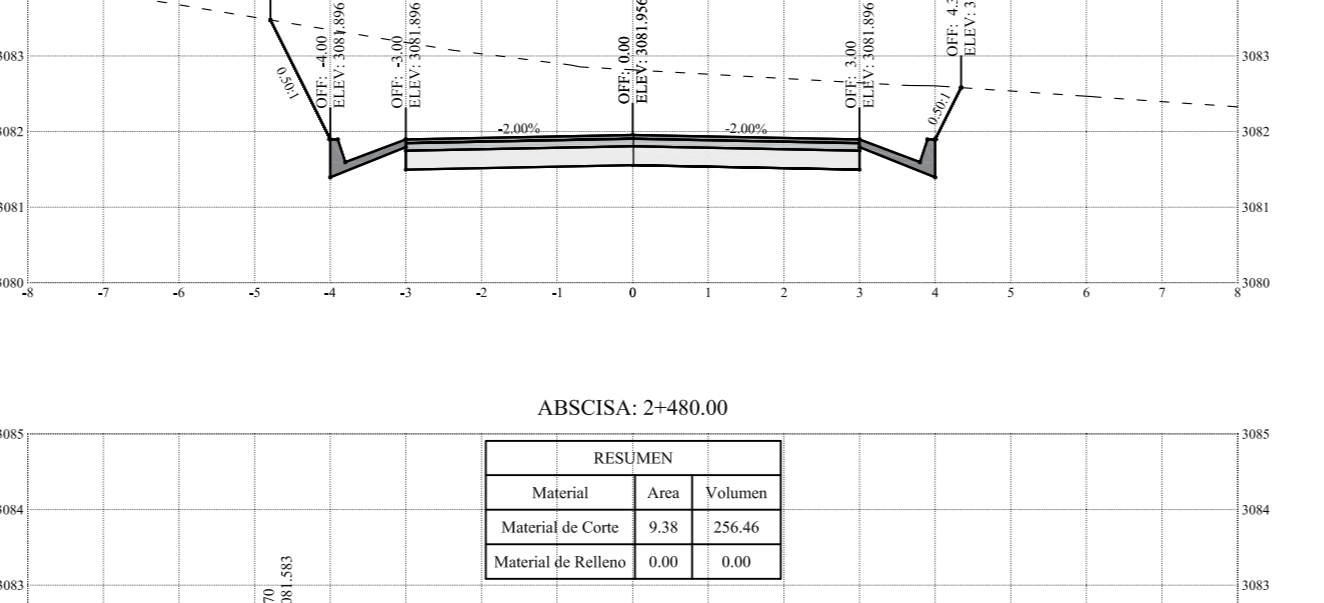
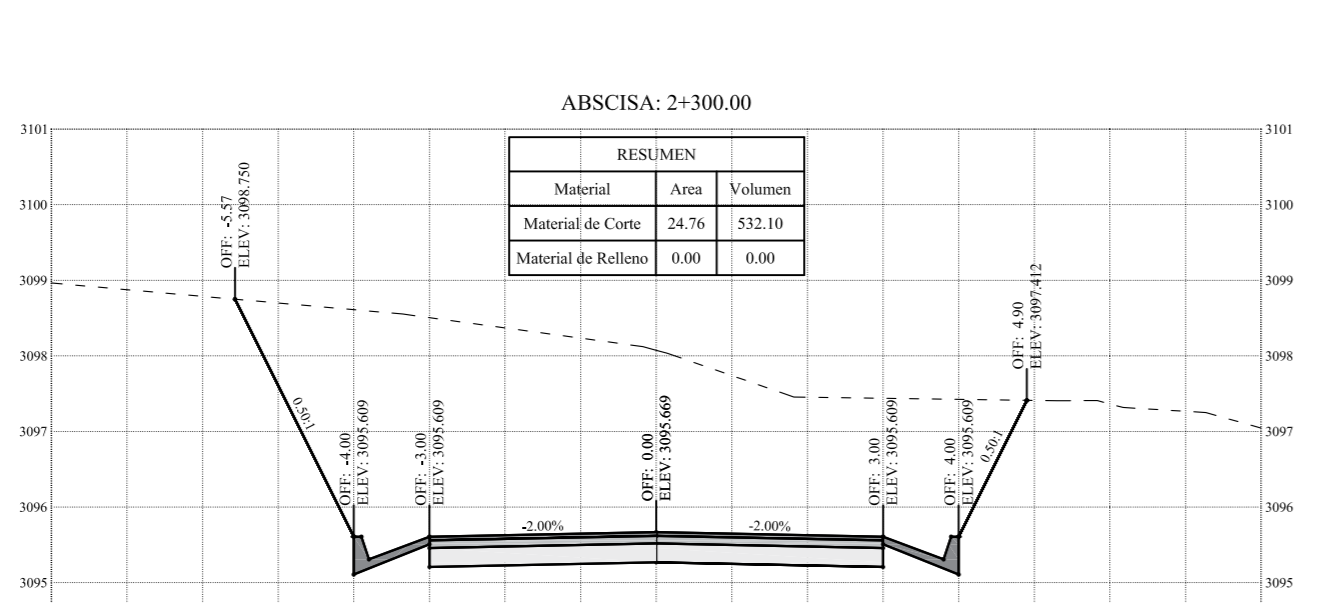
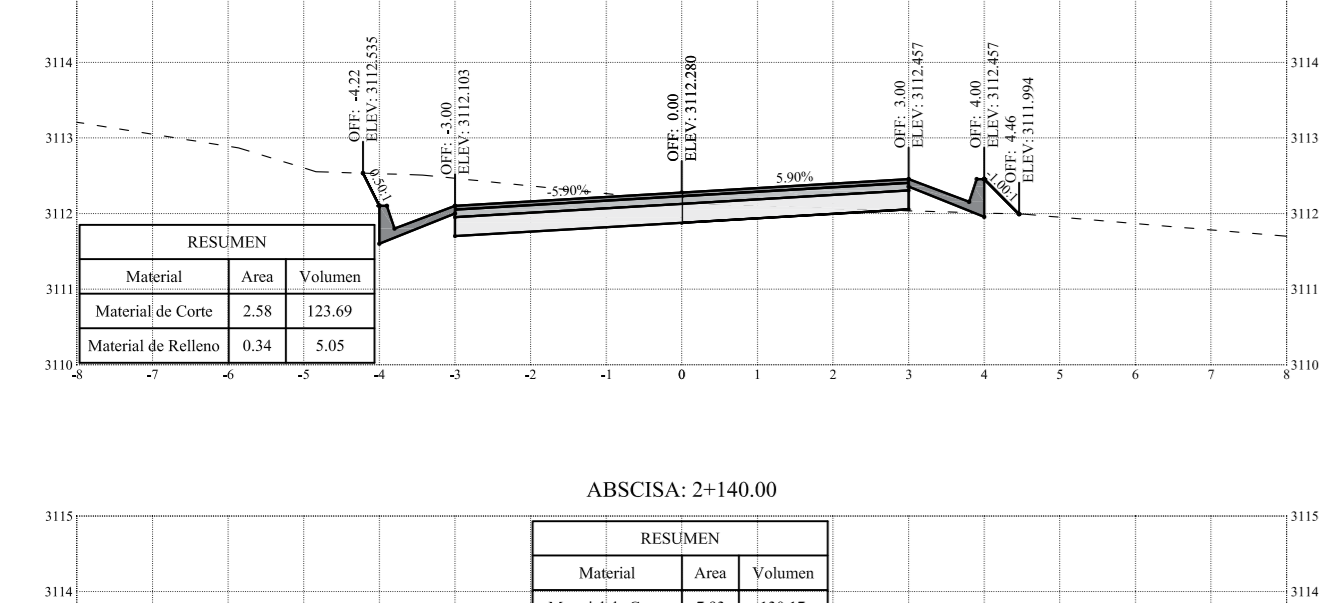
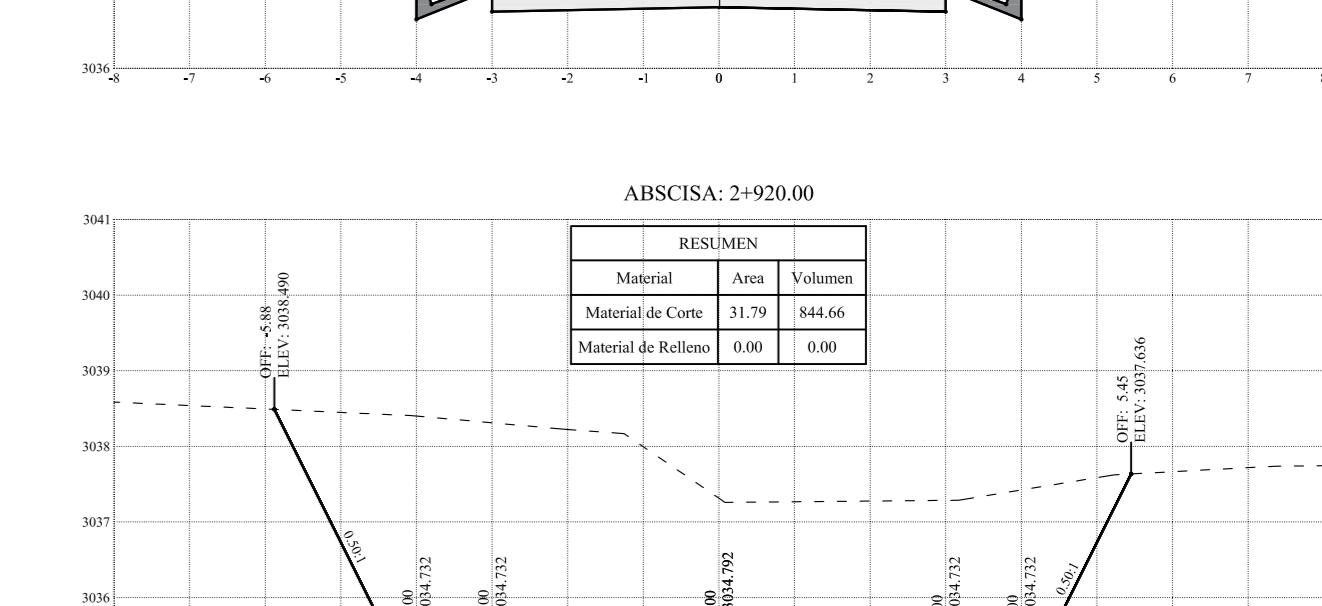
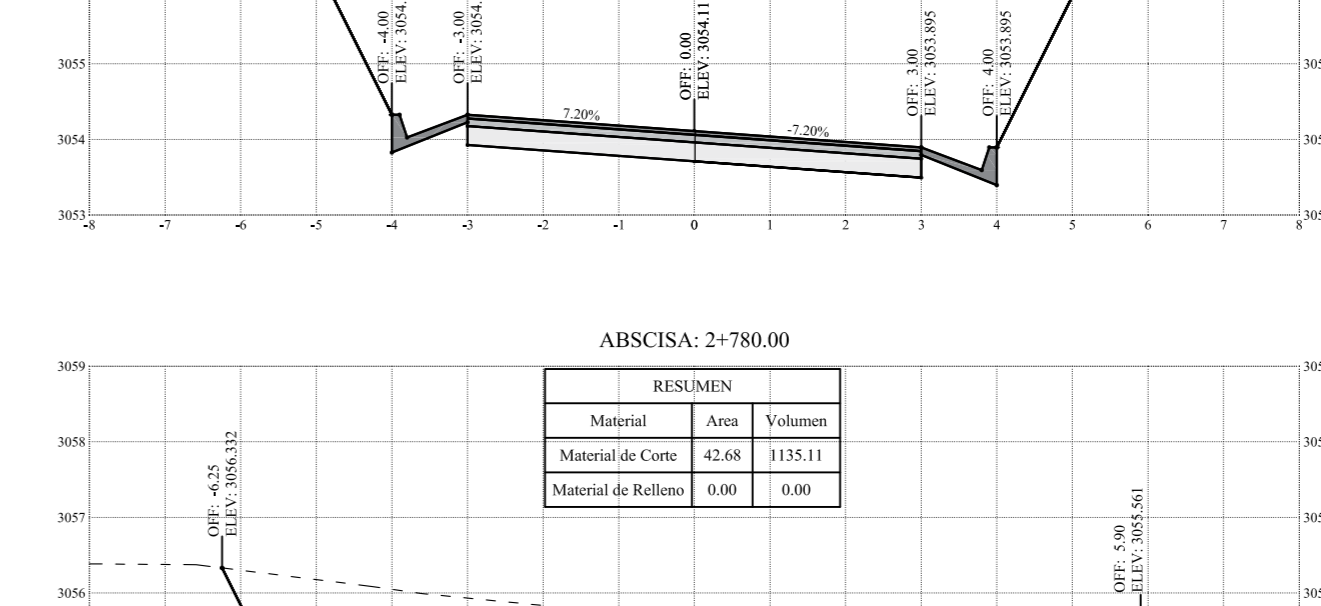
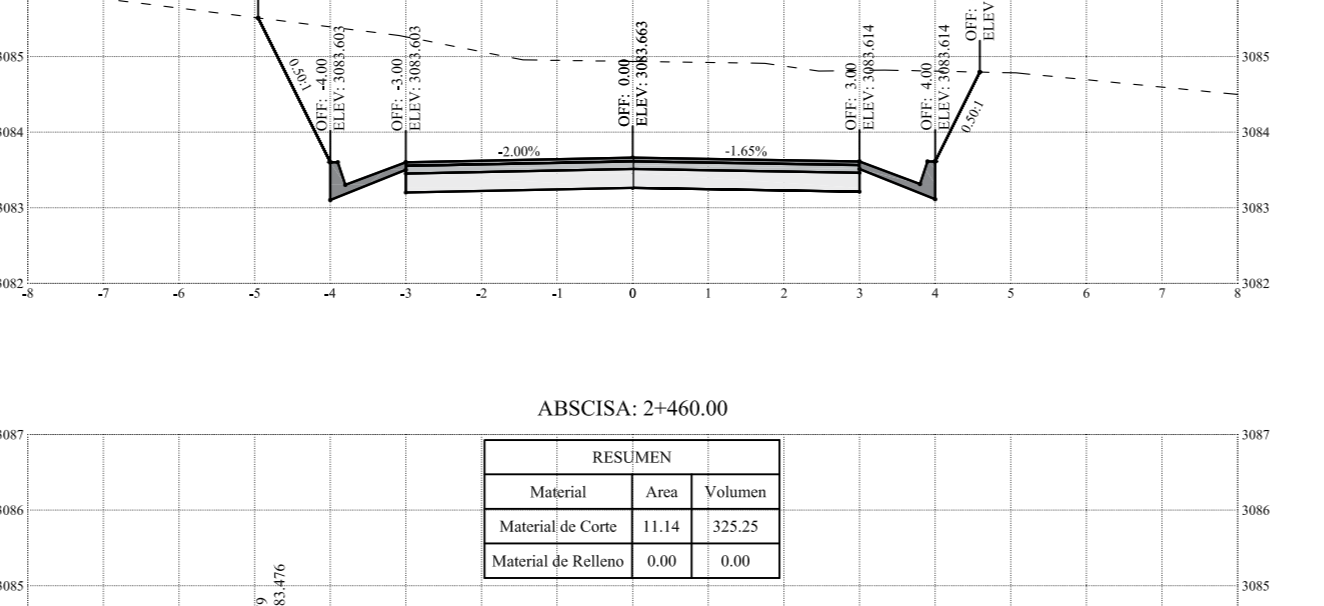
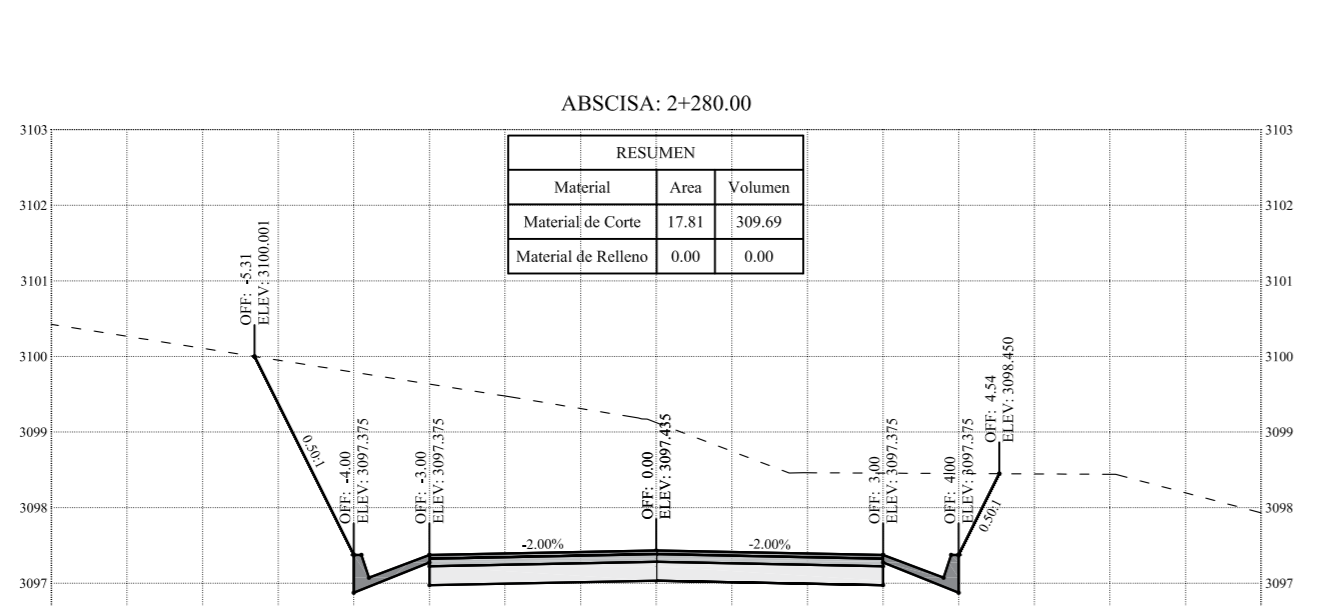
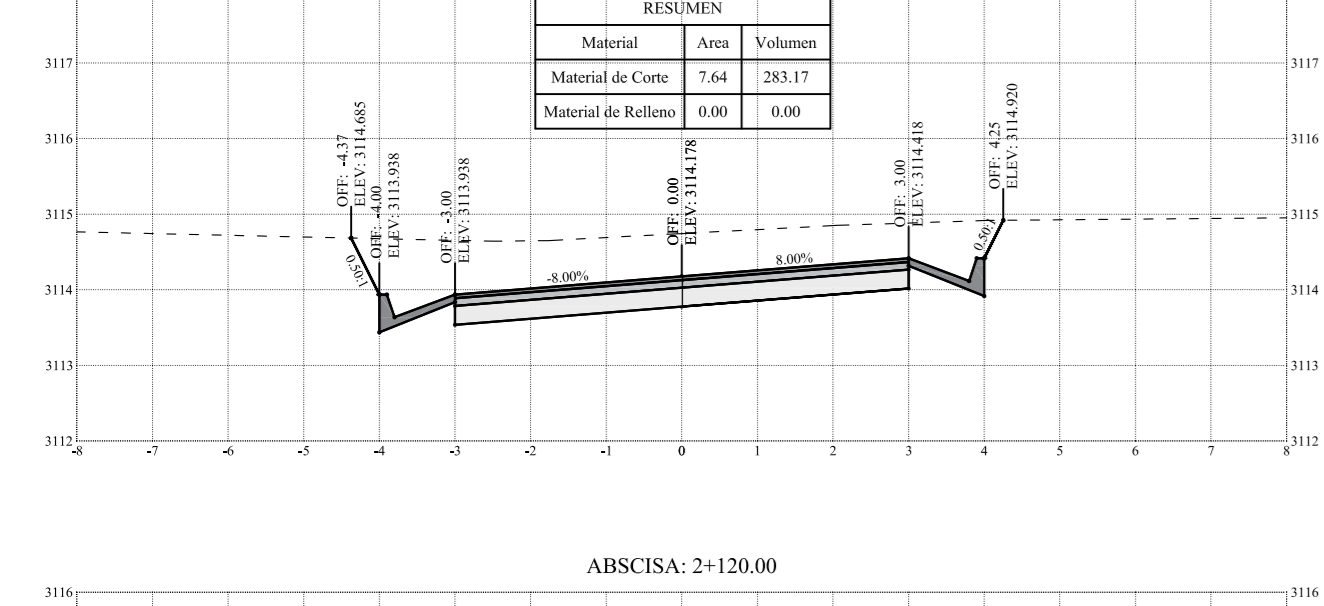
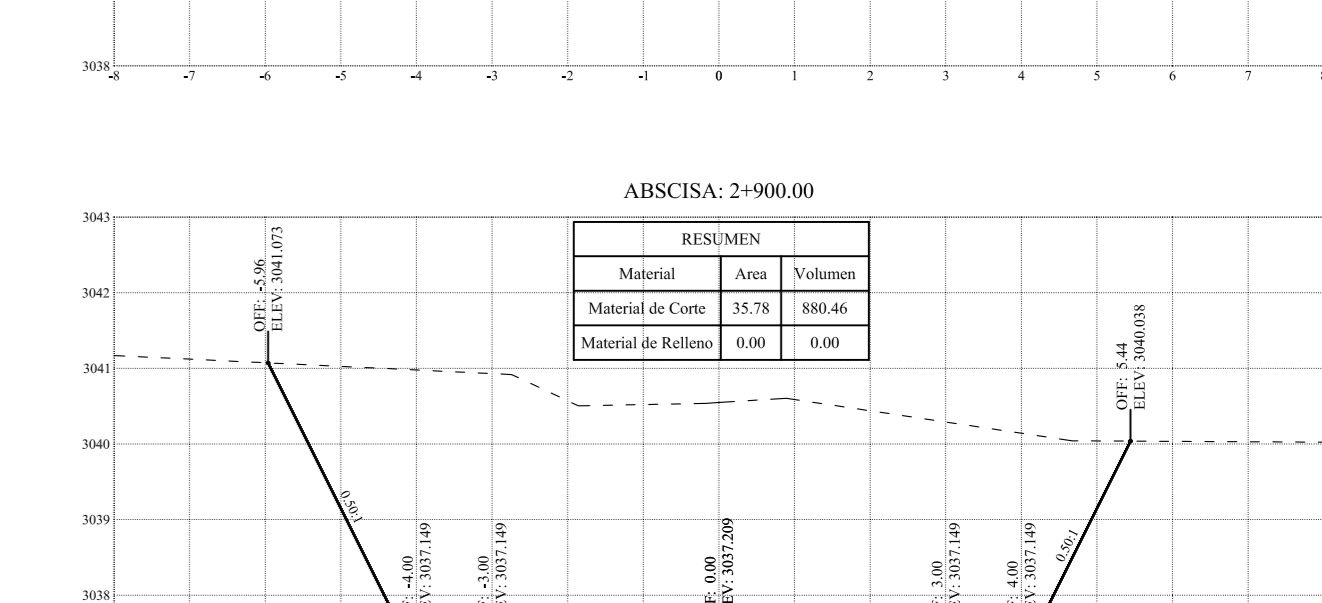
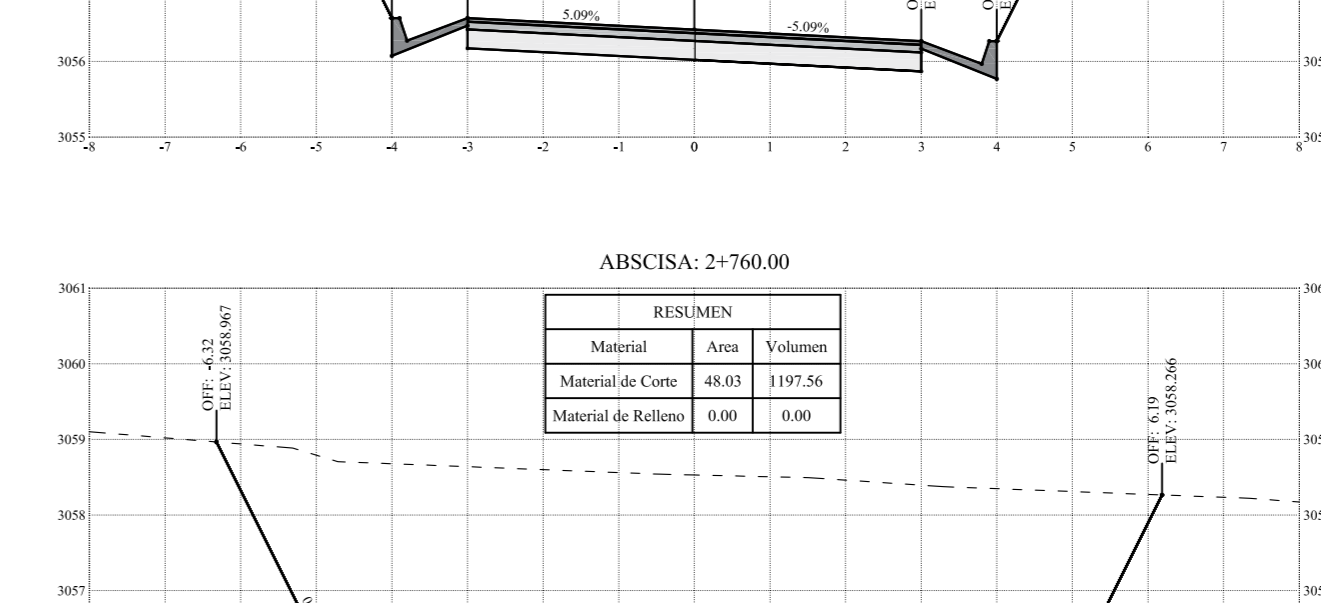
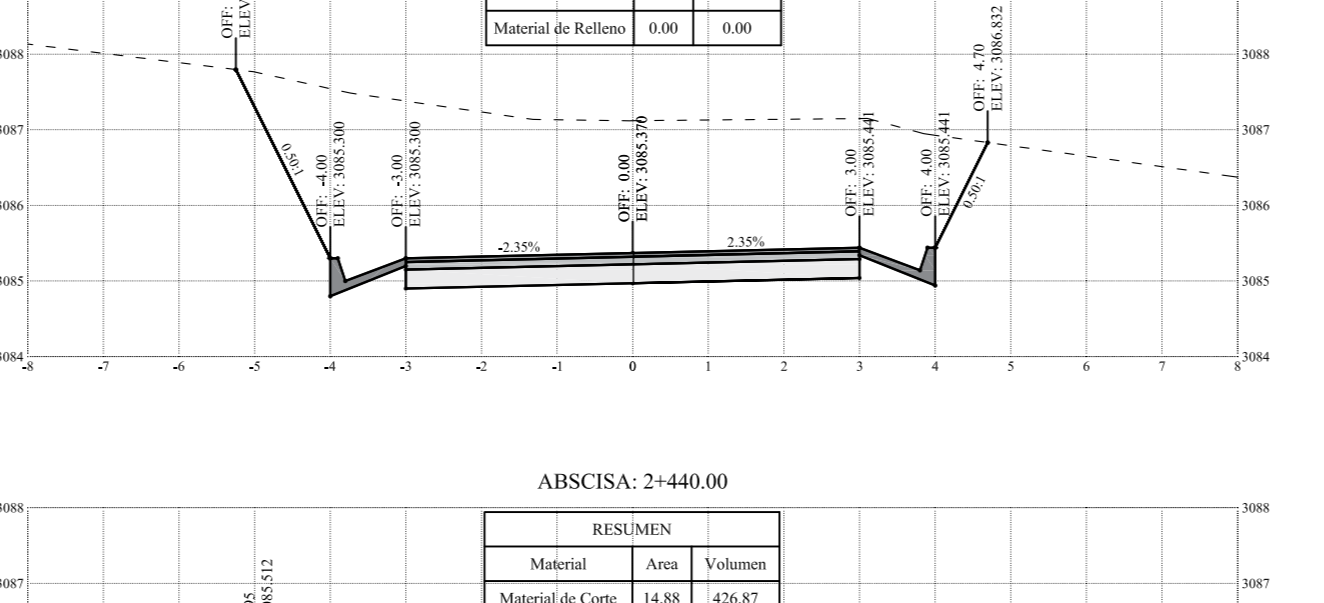
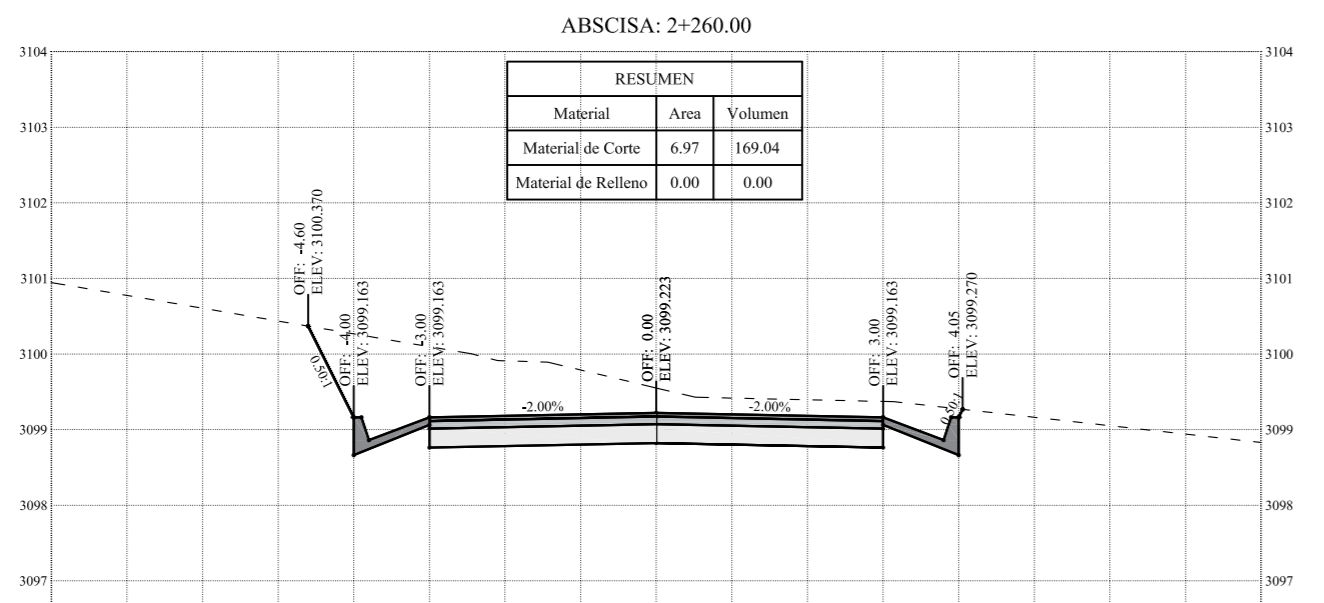
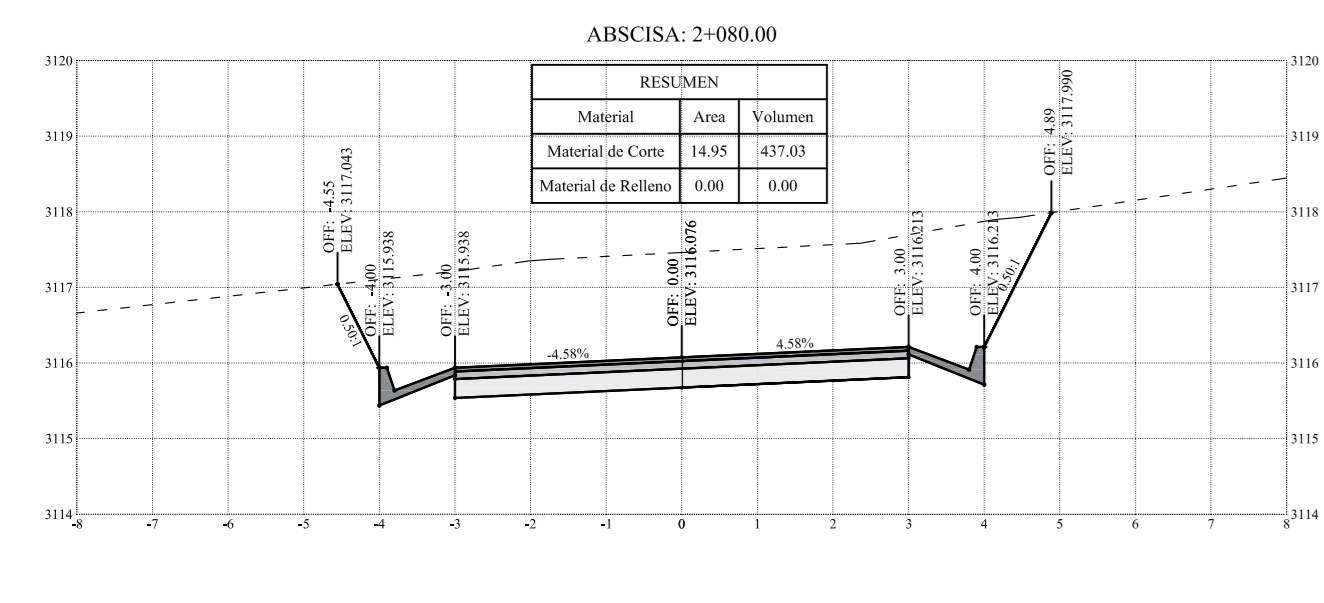
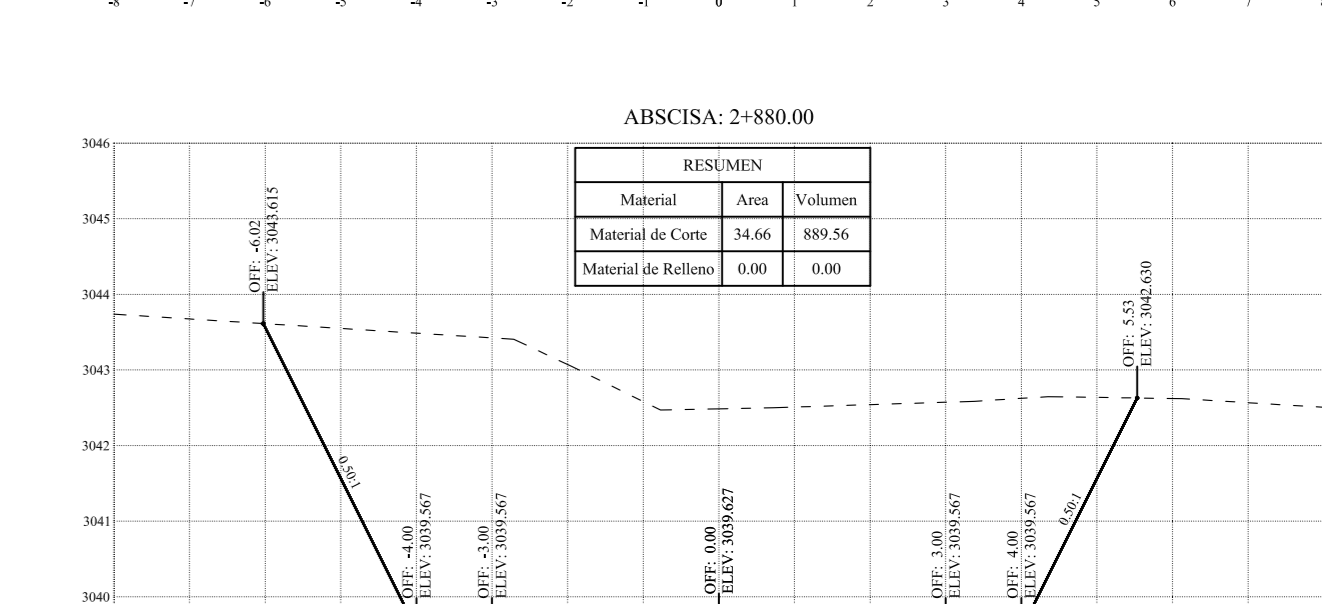
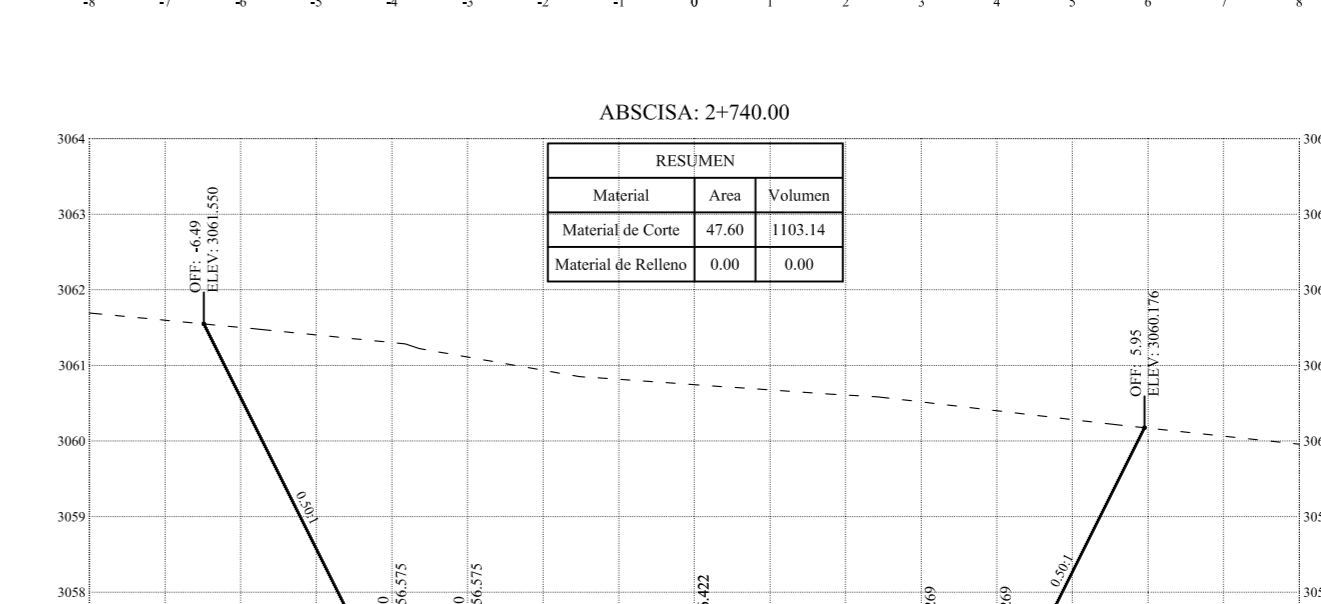
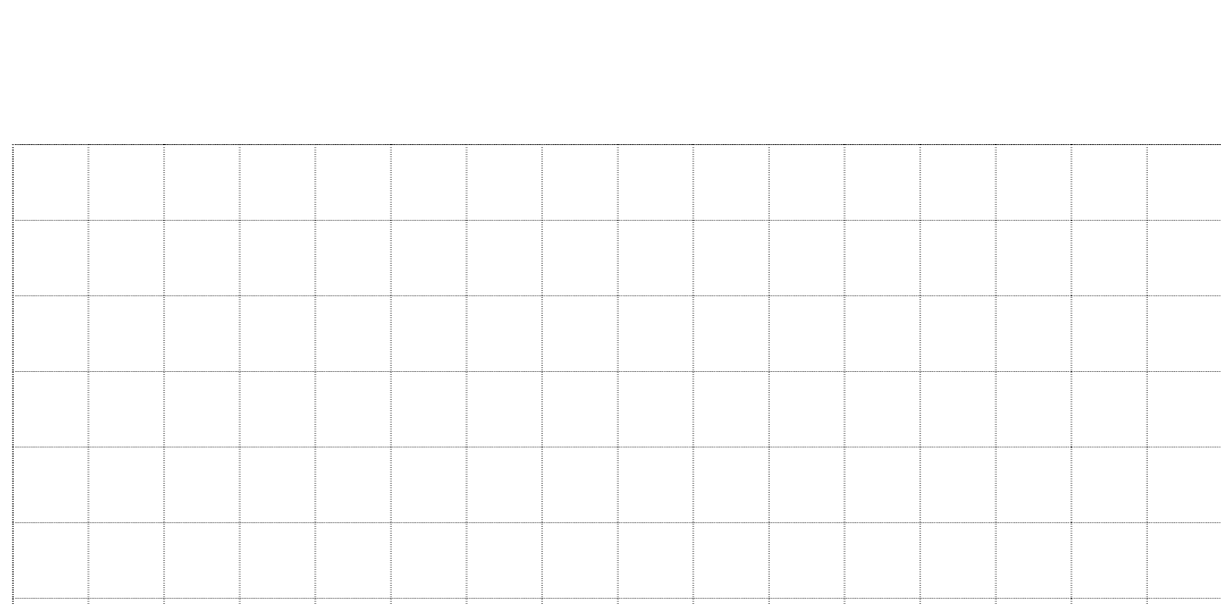
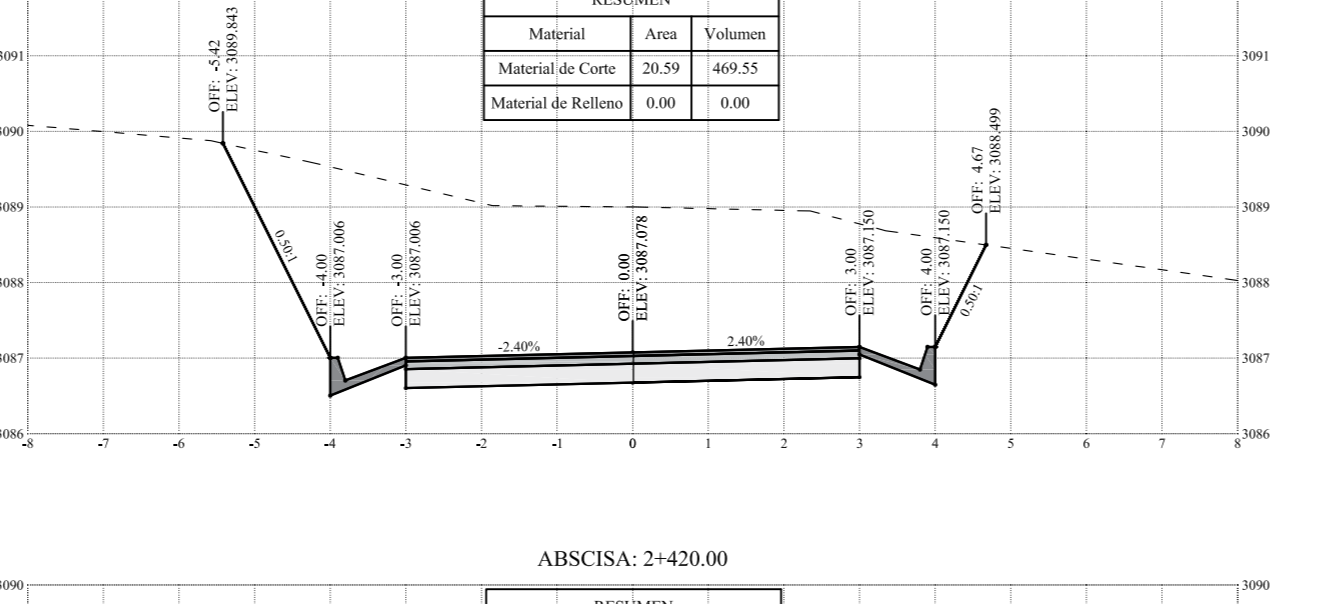
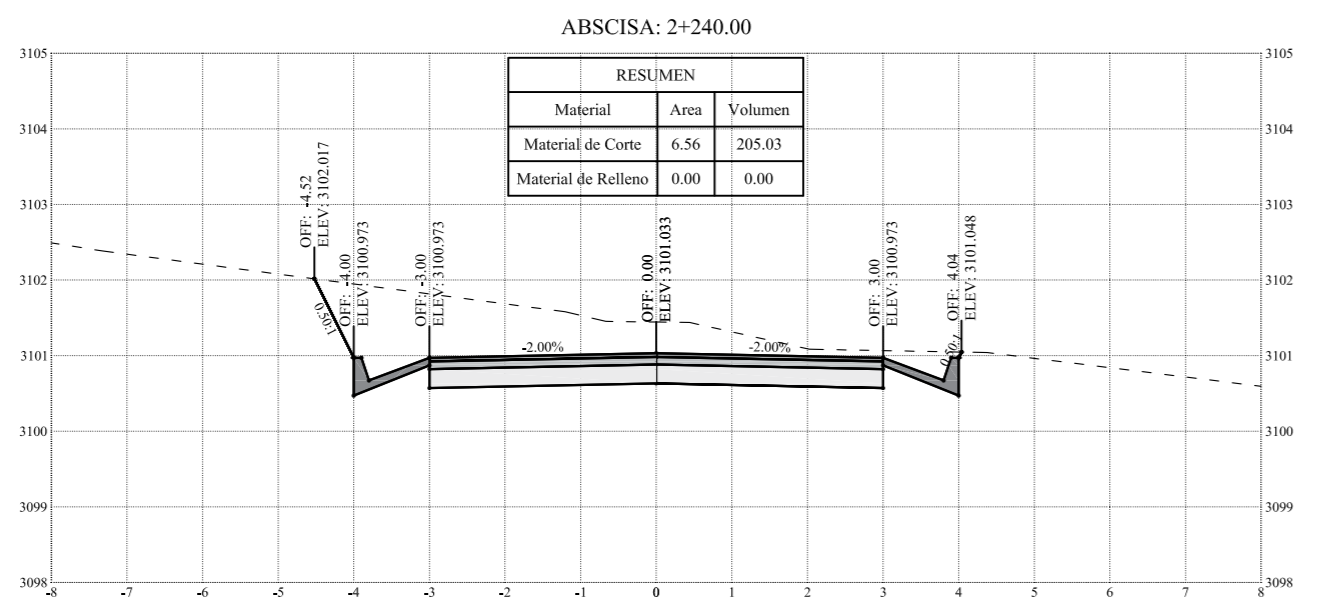
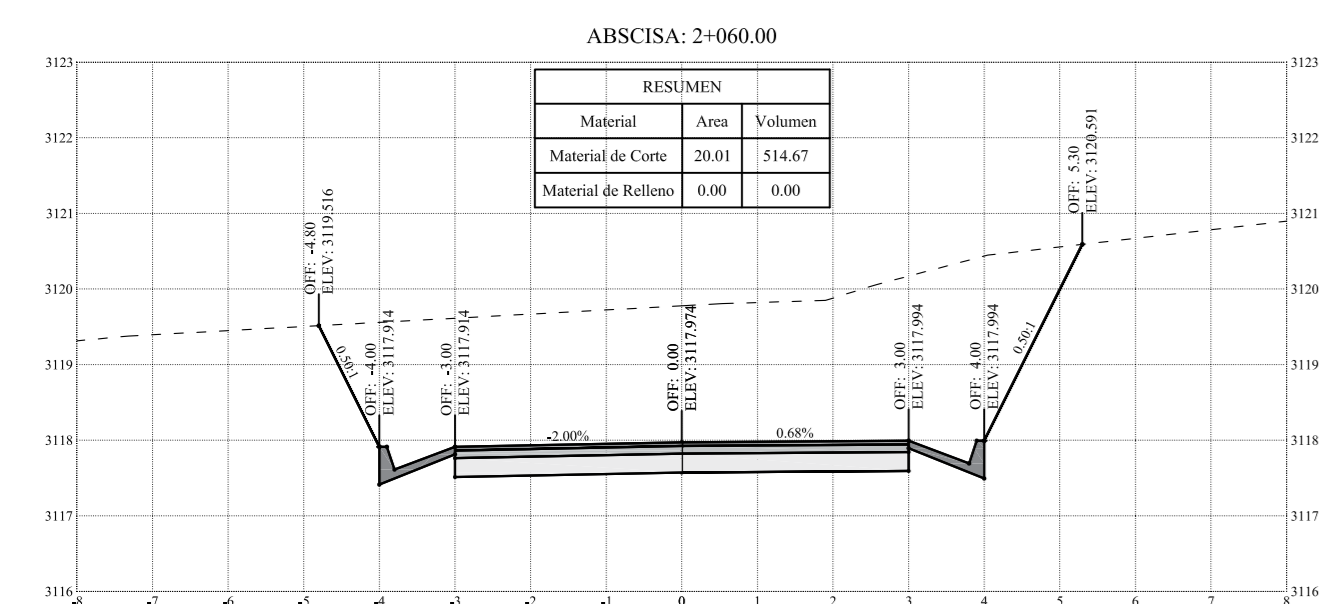
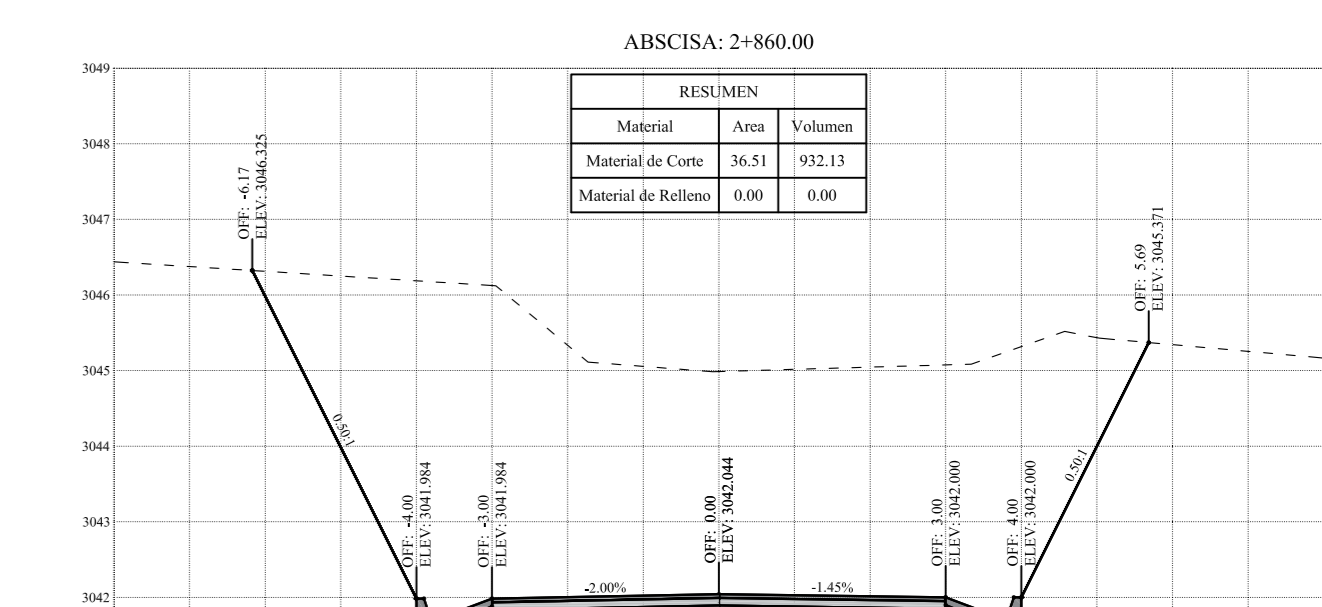
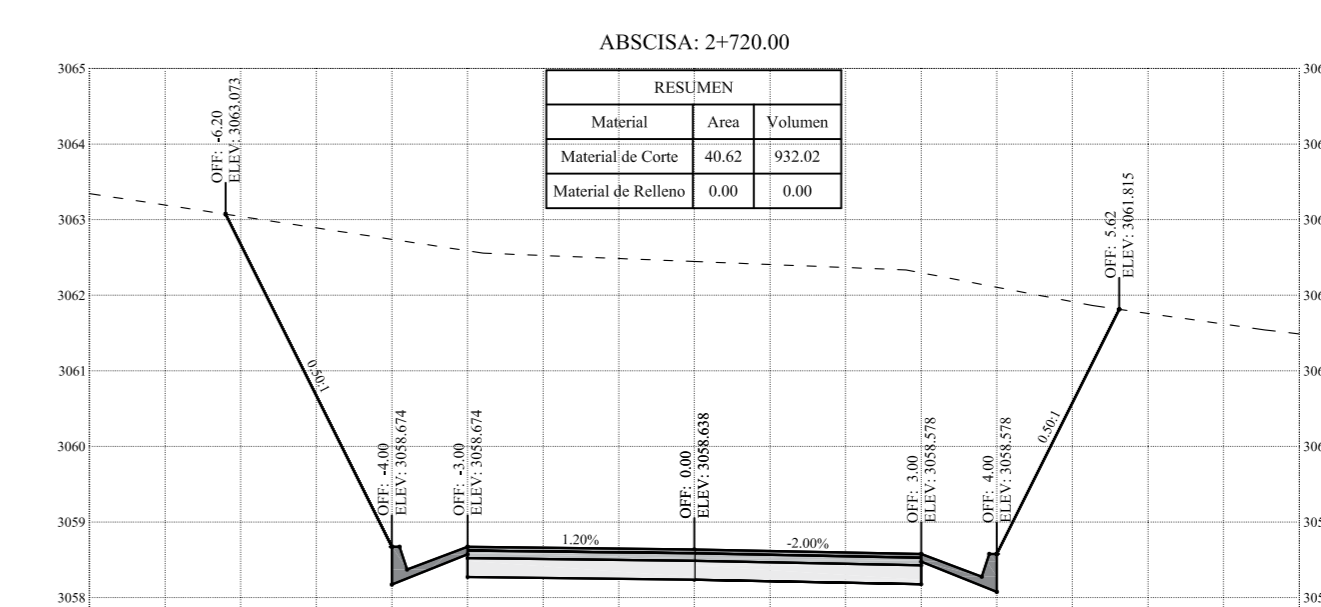
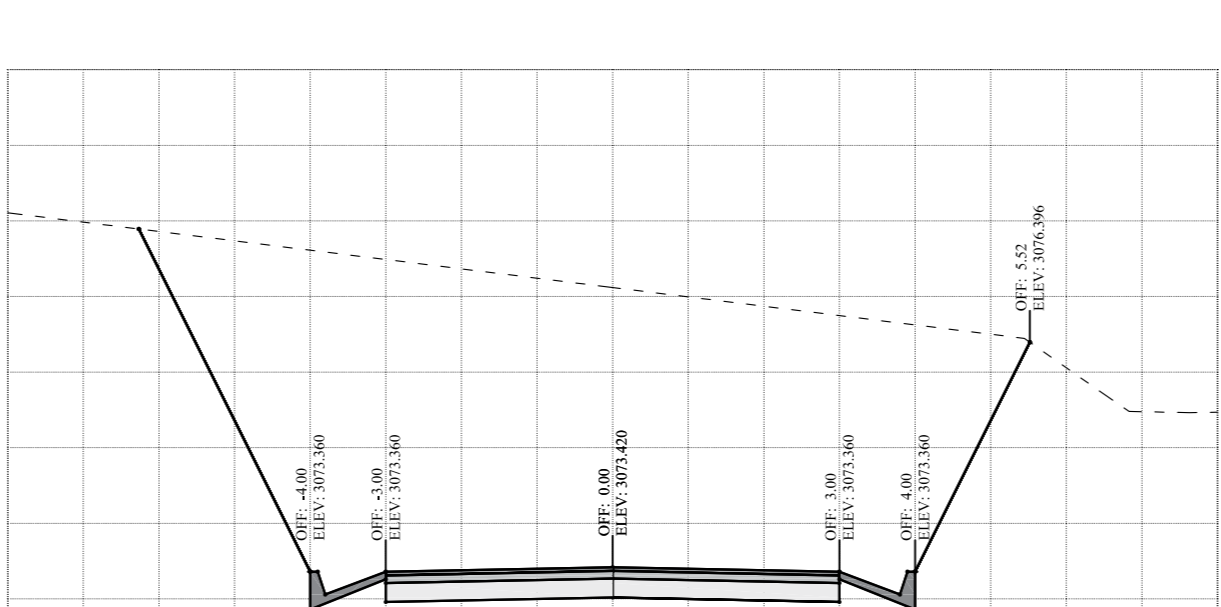
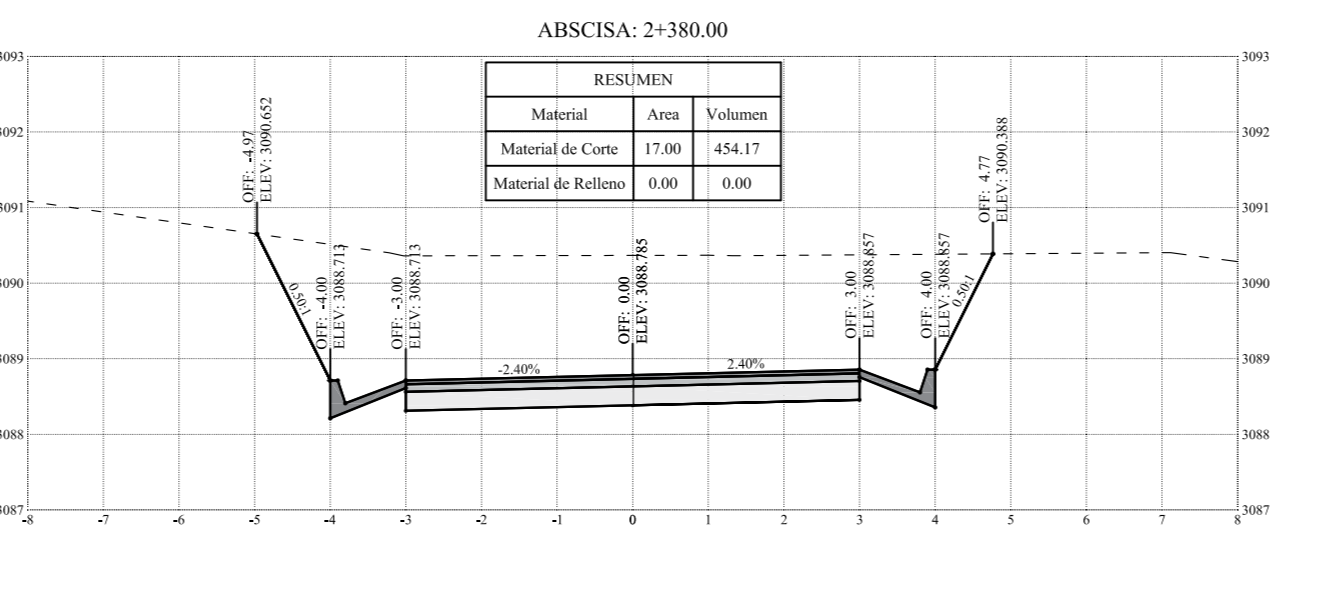
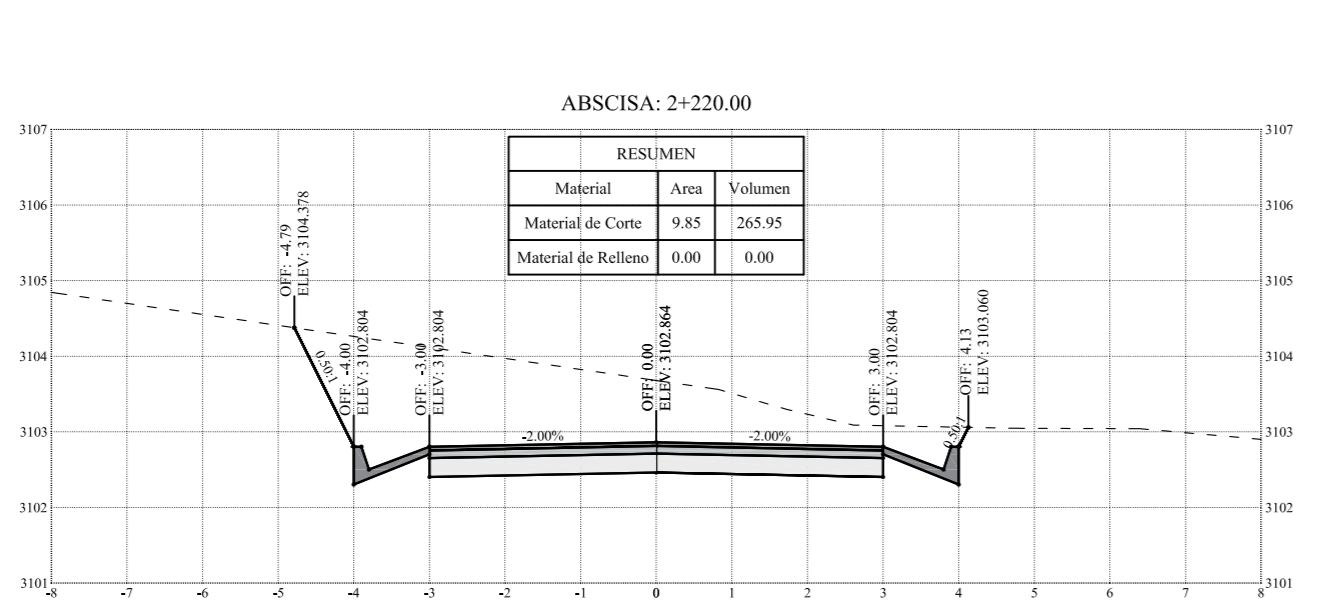
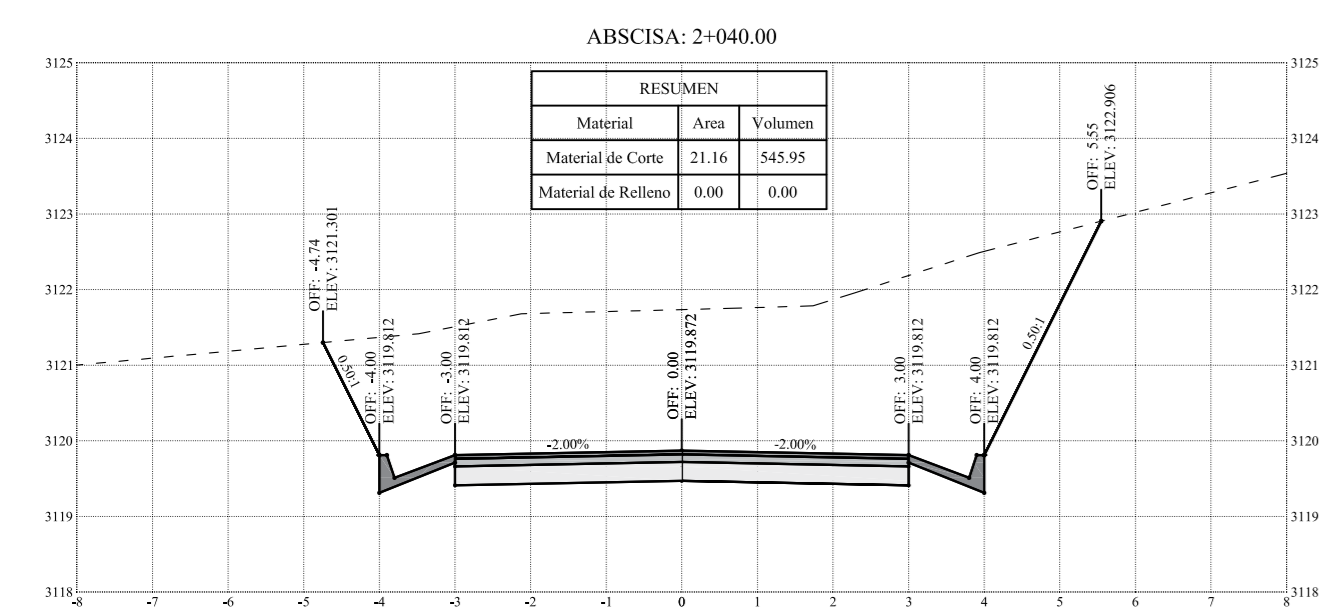




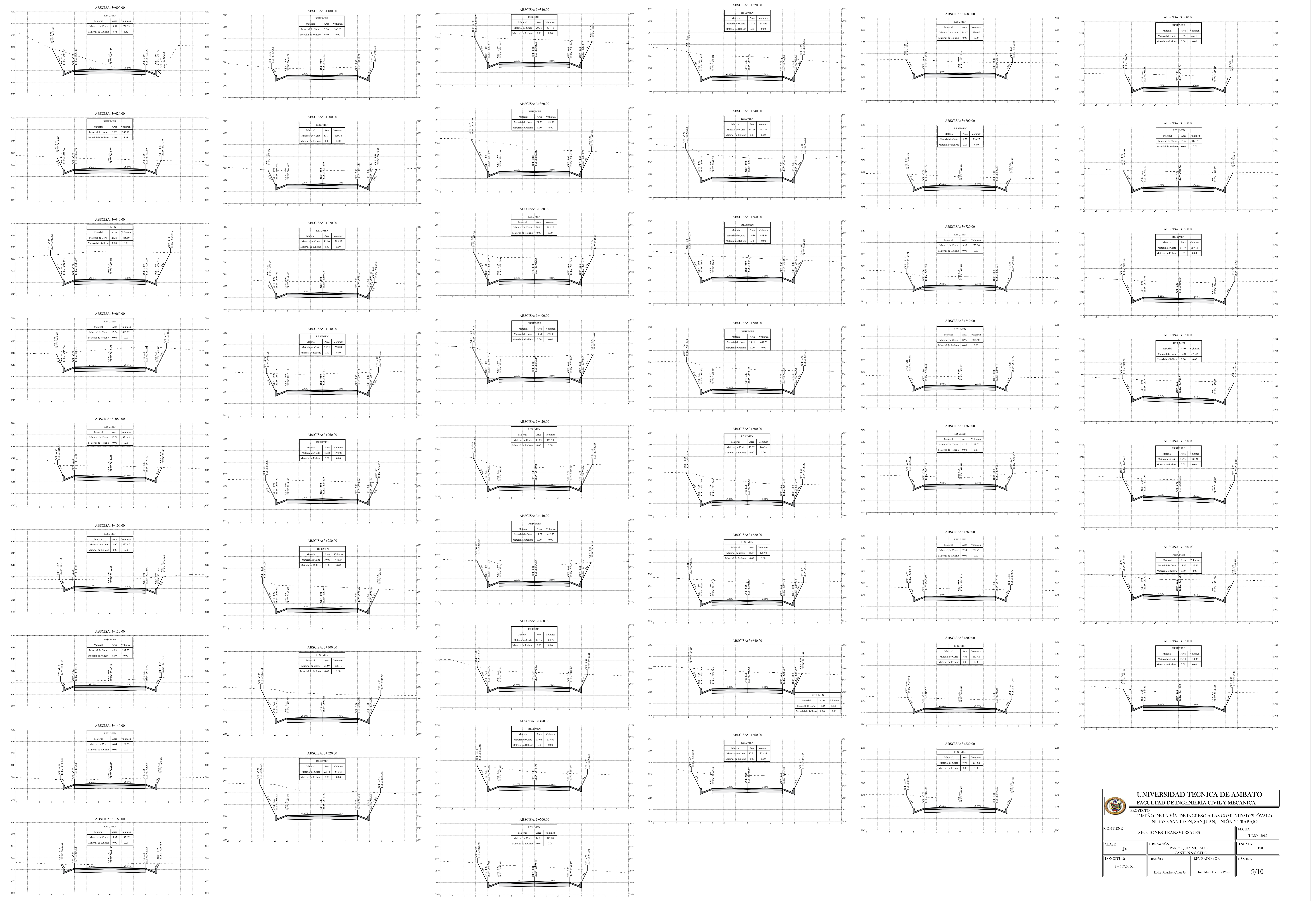
<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		
PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES: ÓVALO NUEVO SAN LUIS, SAN JUAN, UNIÓN Y TRABAJO		
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES	FECHA: JULIO - 2013	
CLASE: IV	LUBRICACION: PARRQUITA M L LAJILLO GANTON SAN JUAN	ESCALA: 1 : 100
LONGITUD: 4 + 507.00 Km	DISEÑO: Eglei, Muelber Chas G.	REVISADO POR: Ing. Mic. Lorenzo Pece
		LAMINA: 6/10



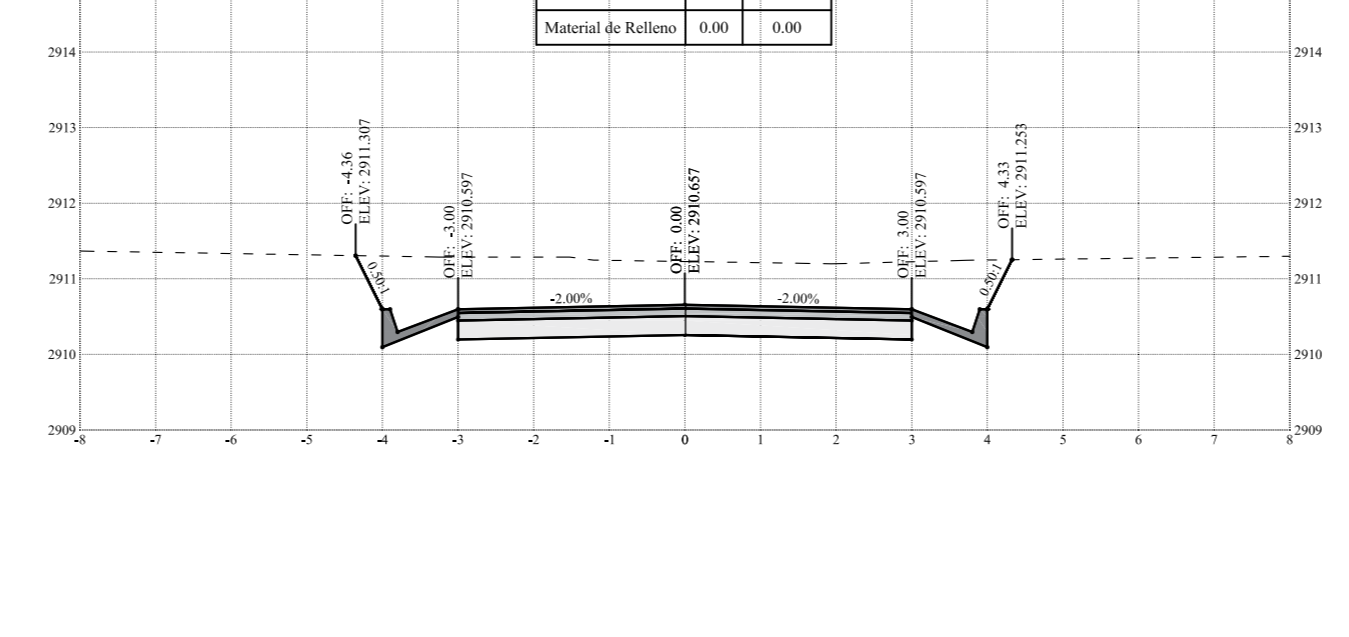
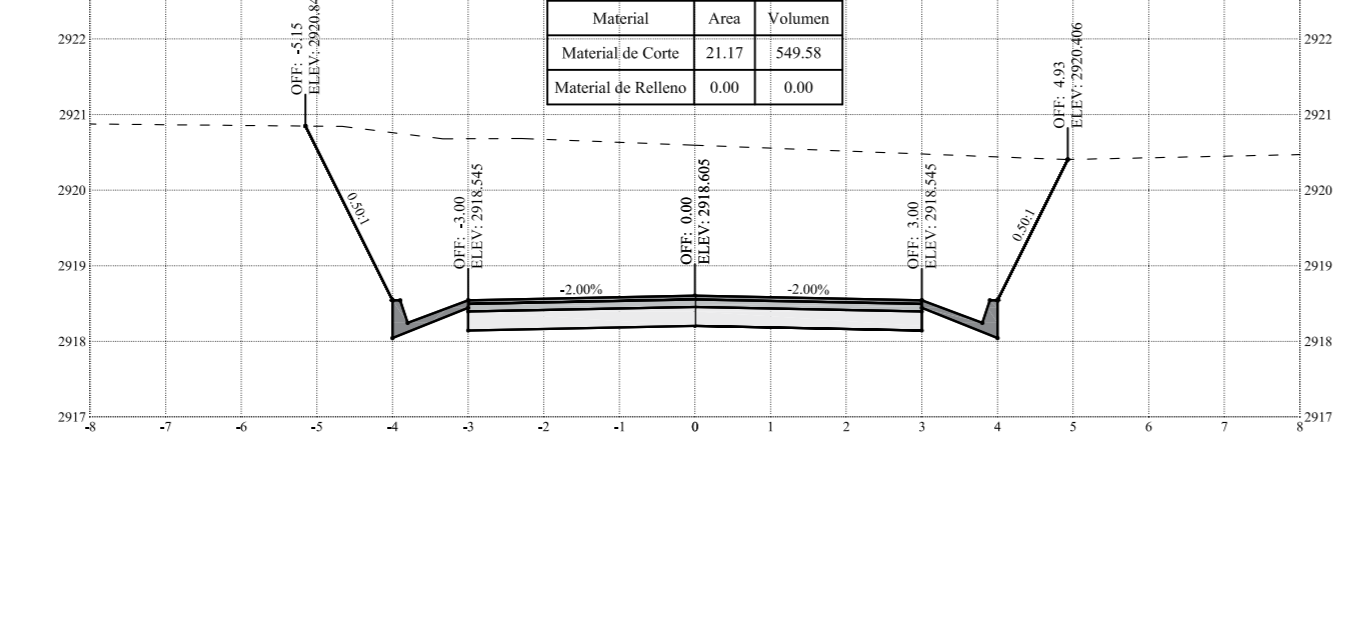
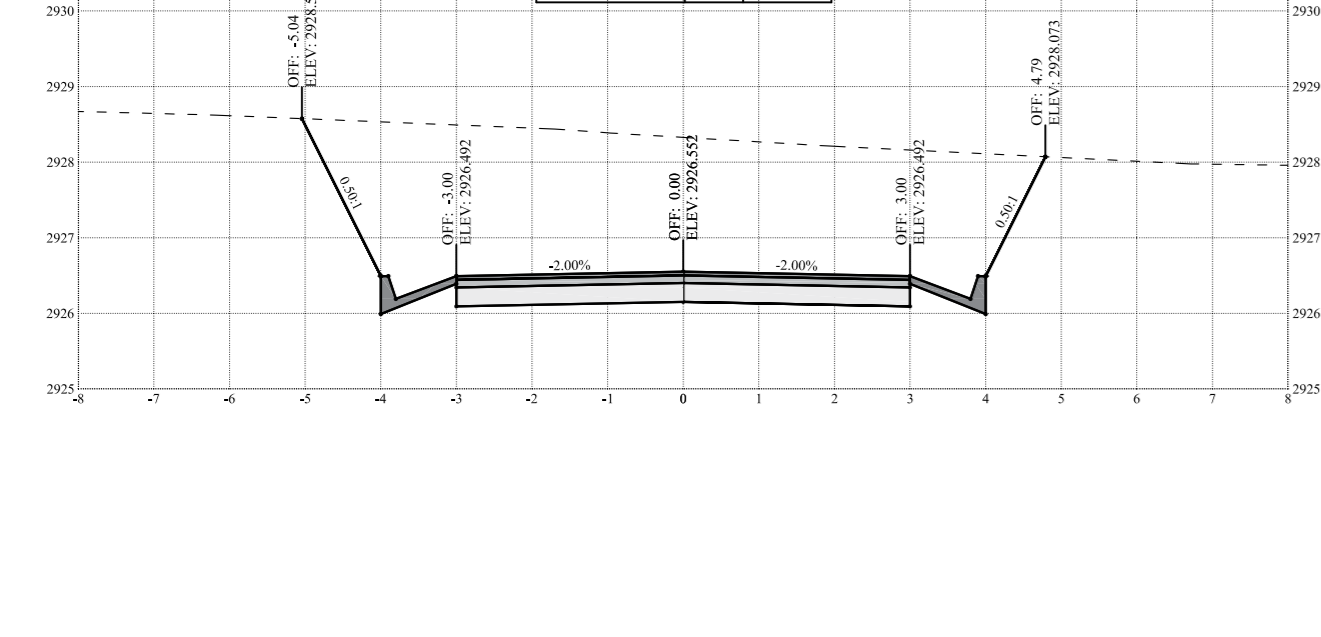
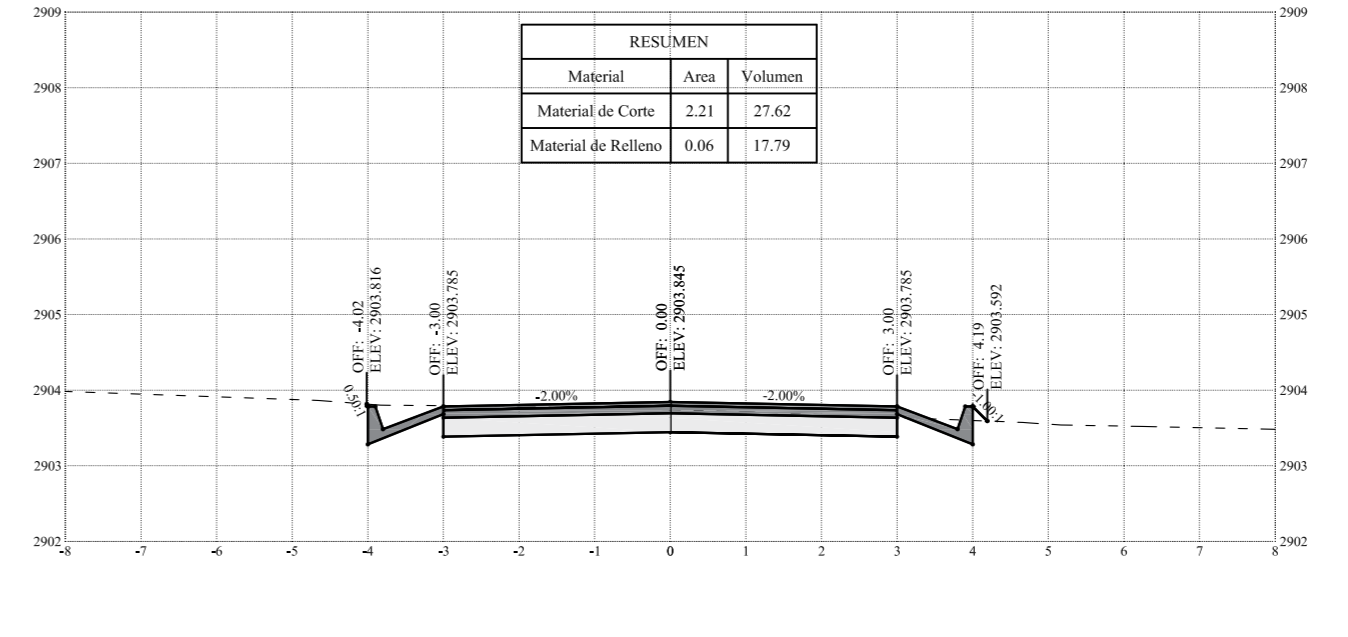
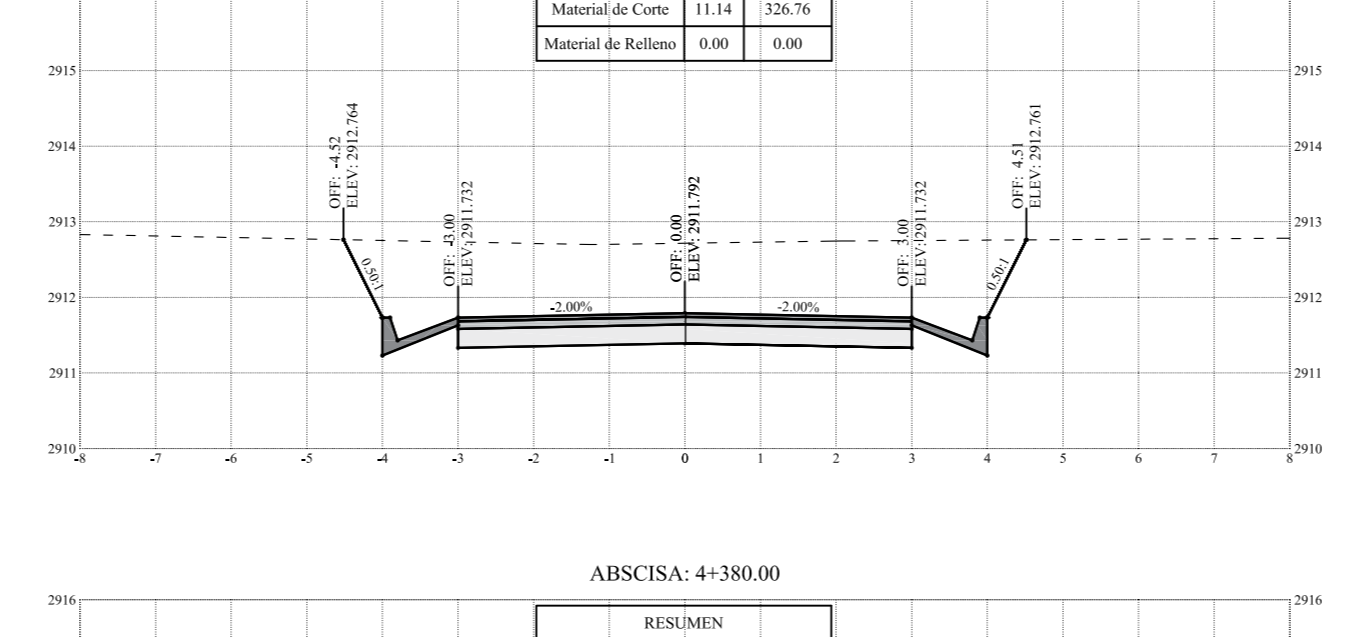
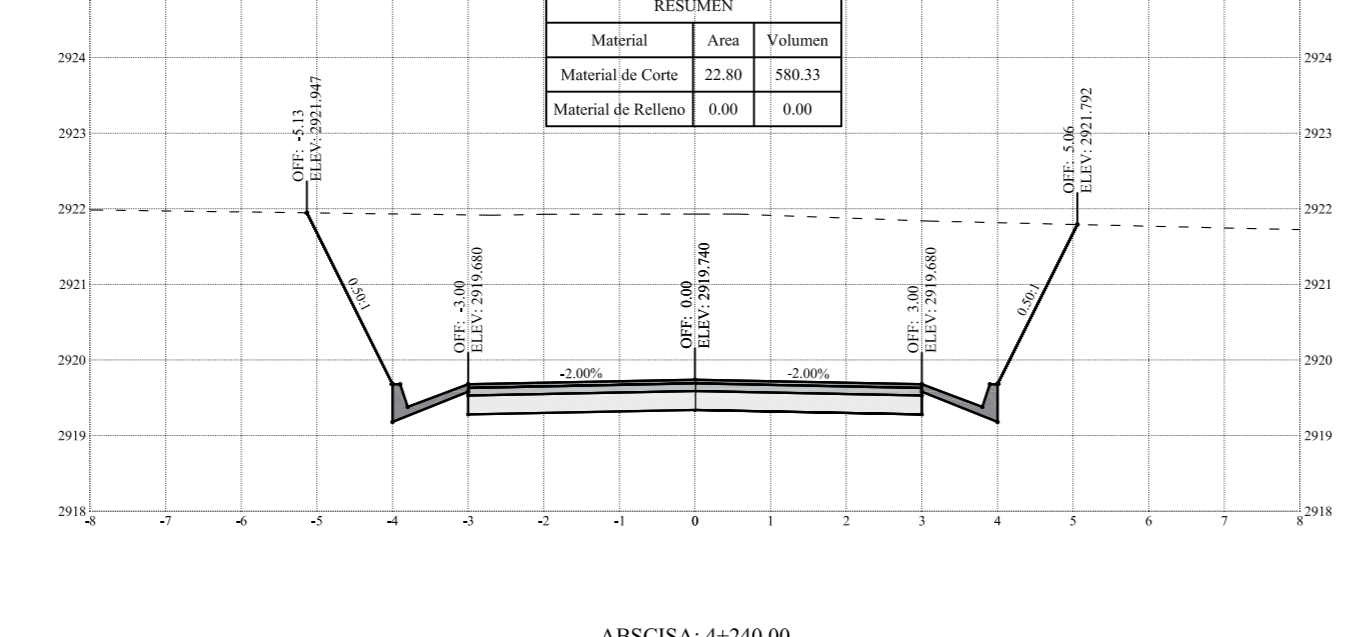
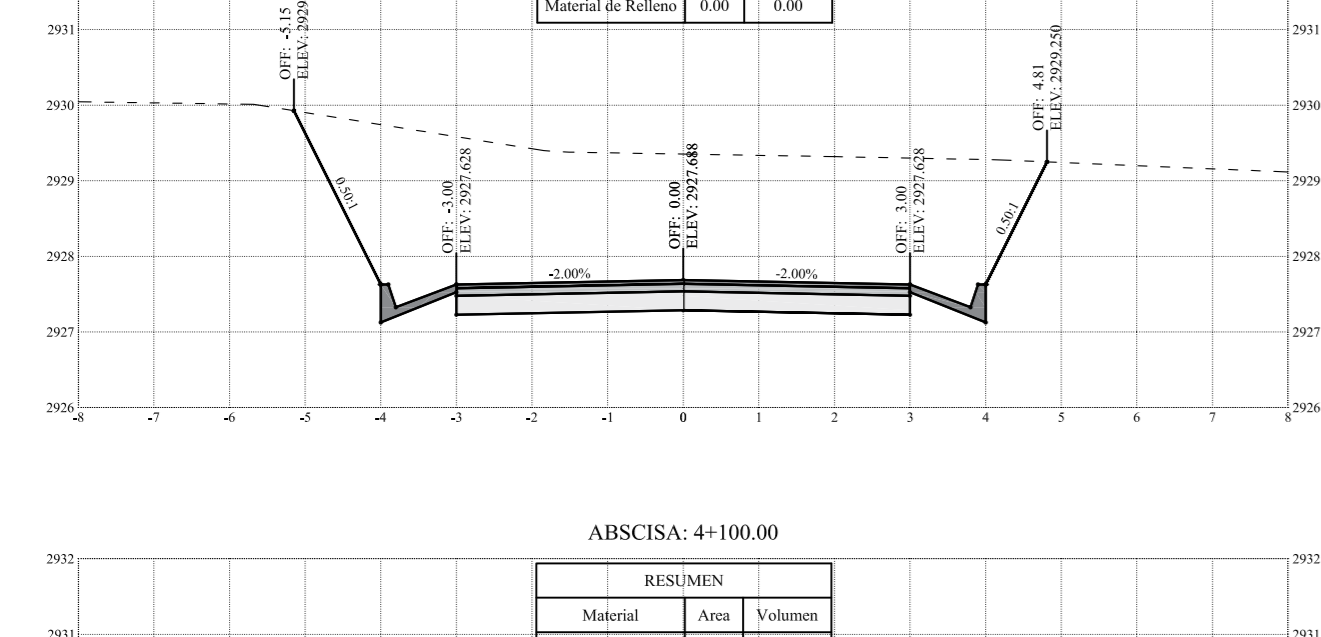
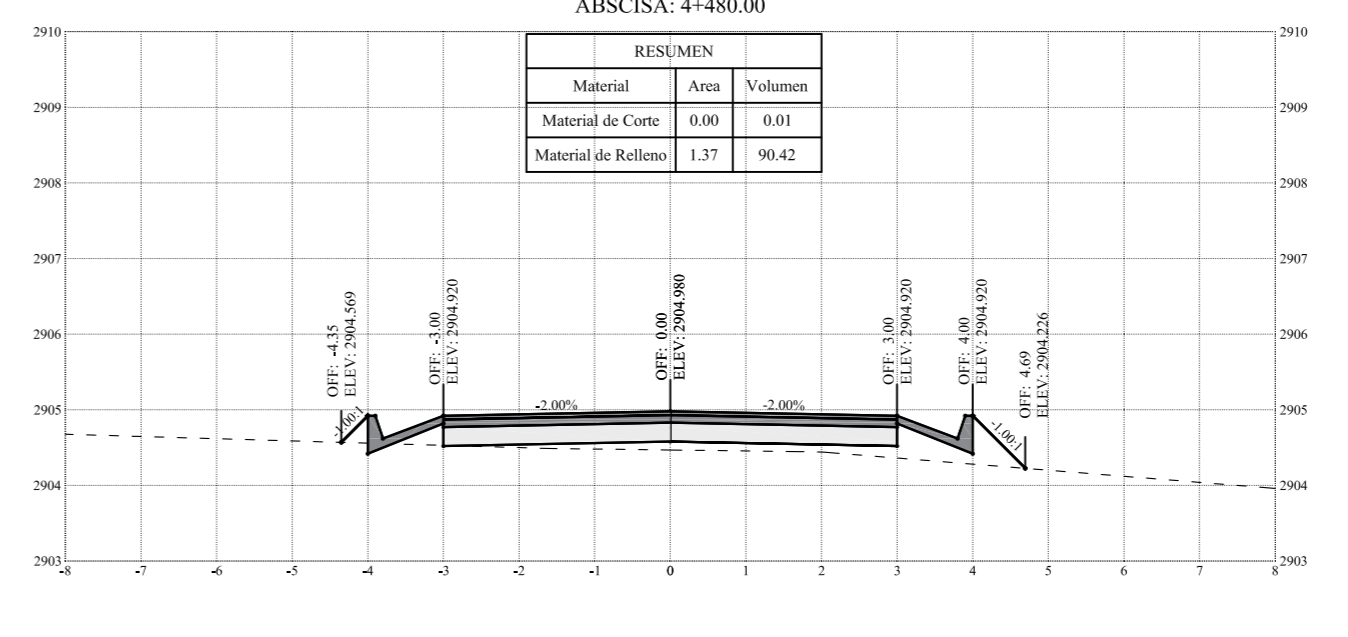
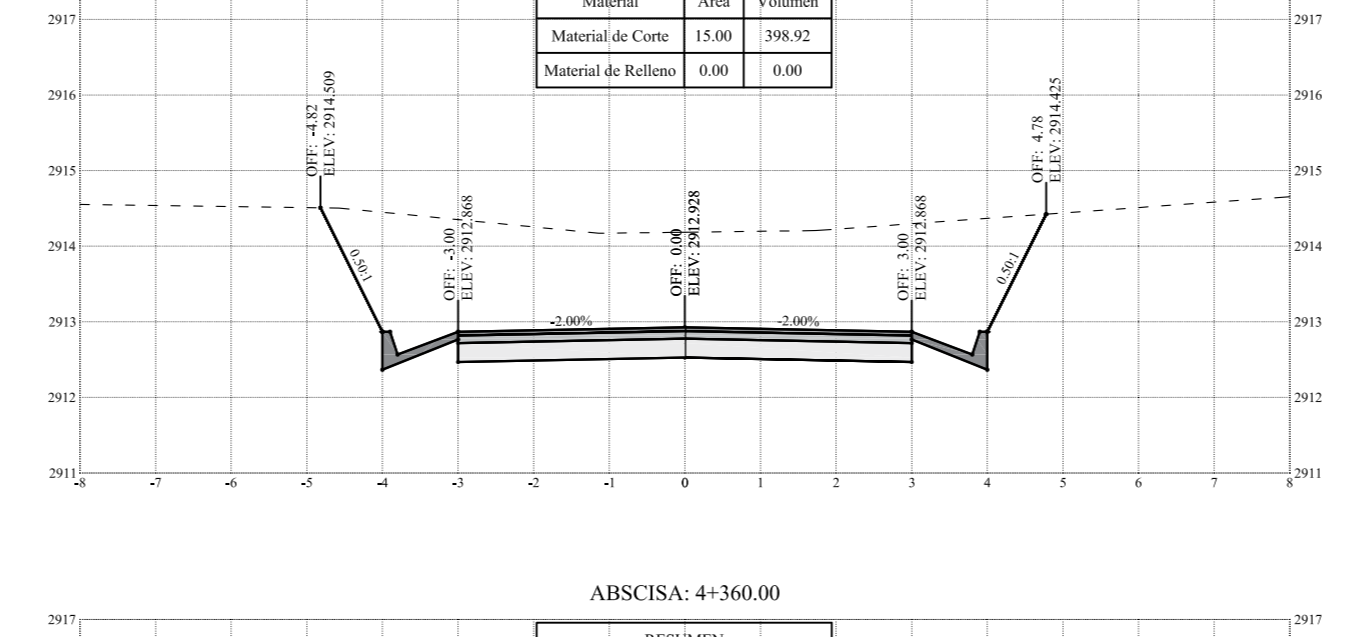
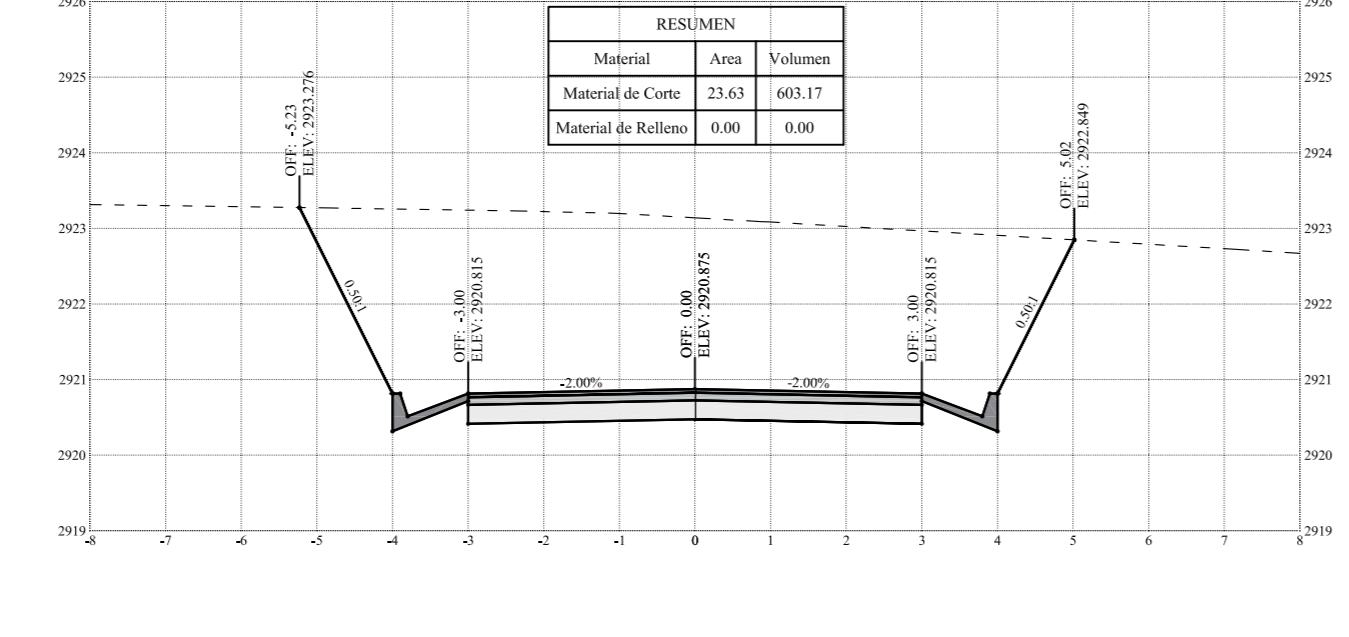
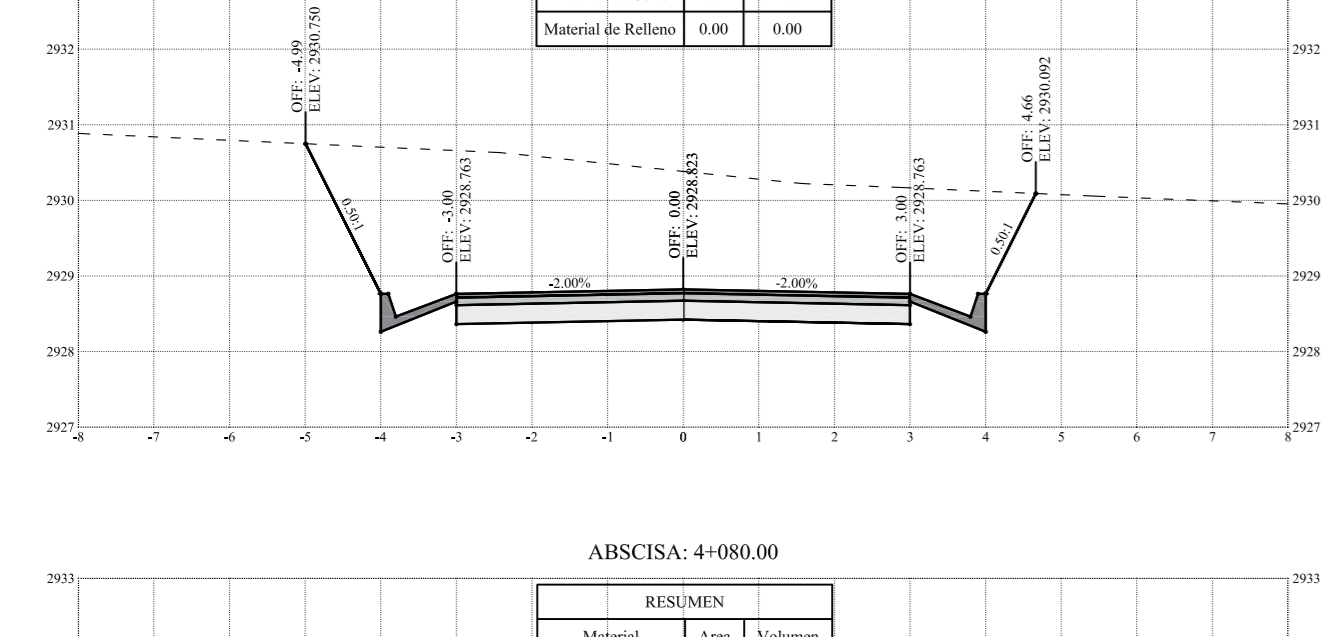
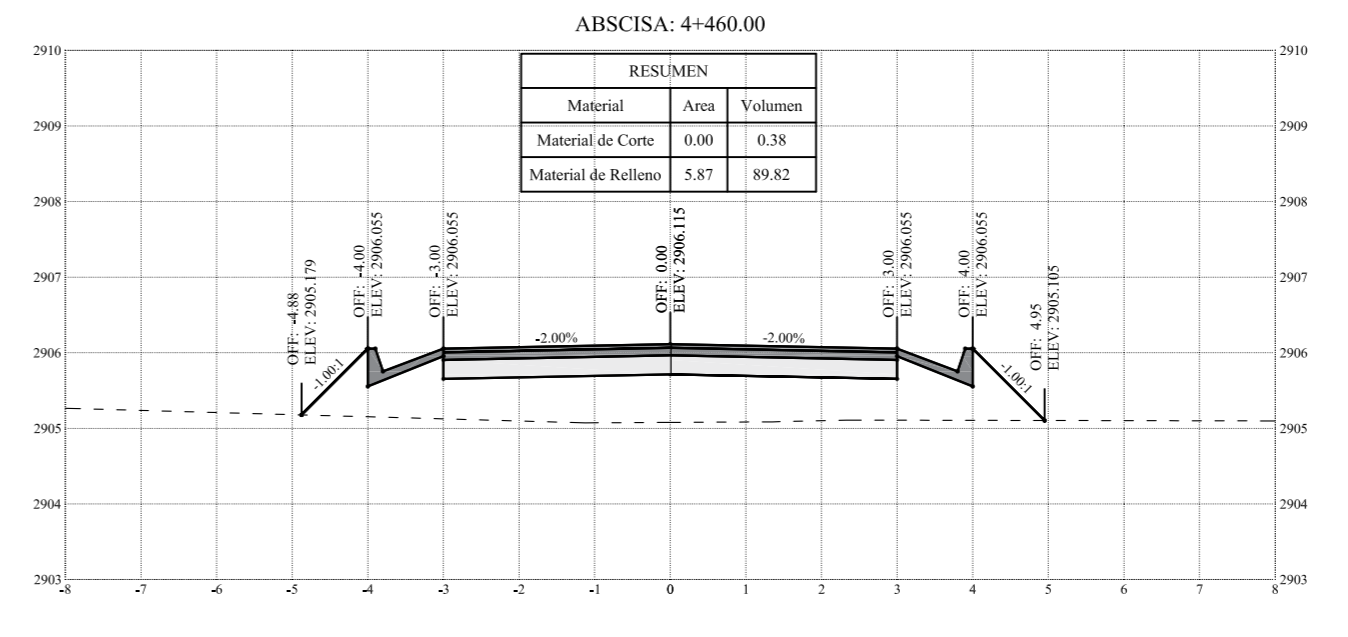
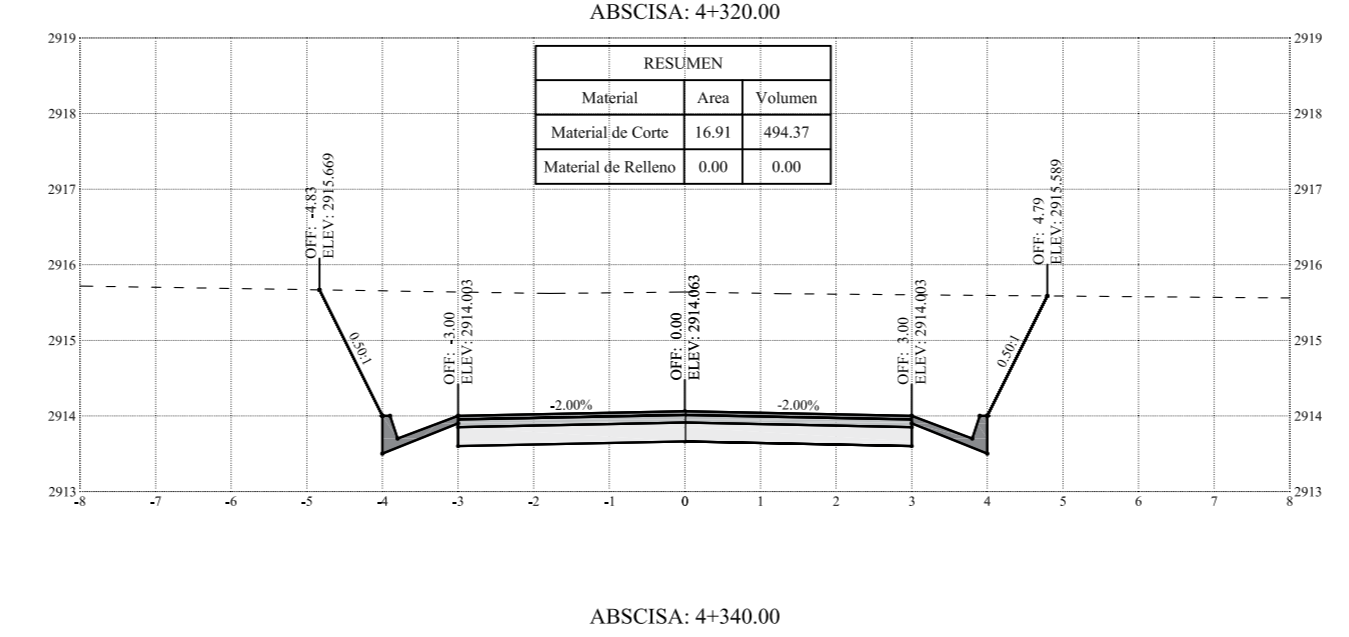
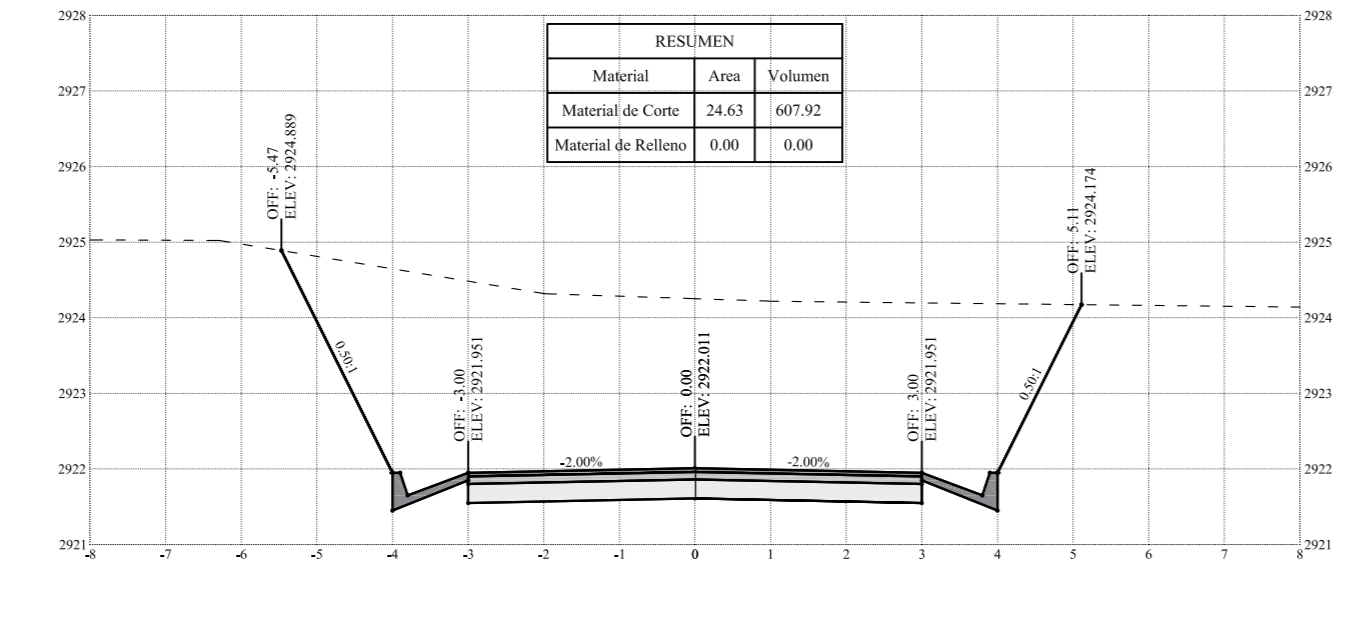
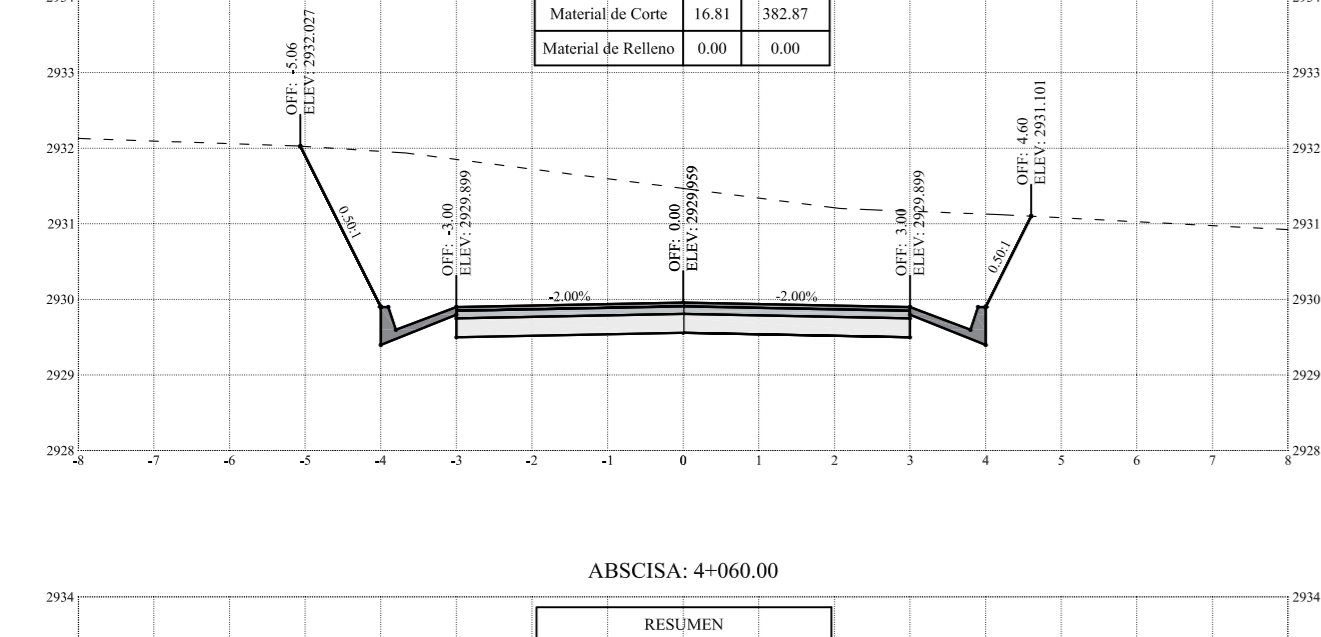
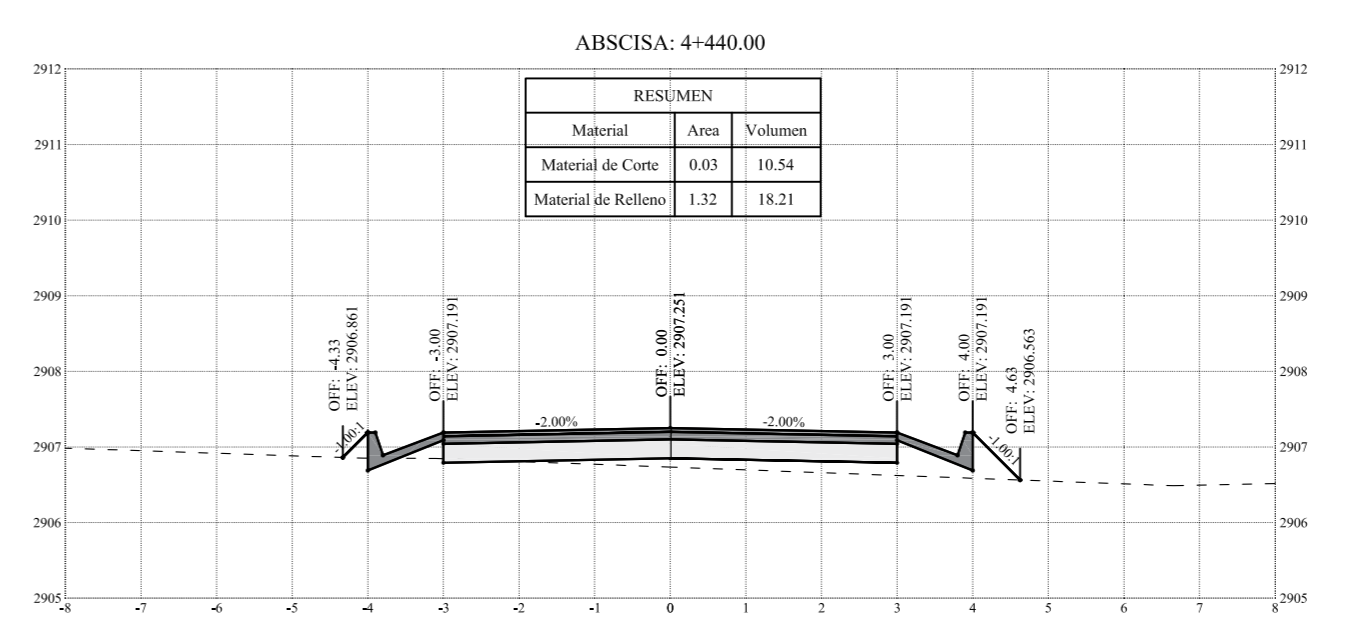
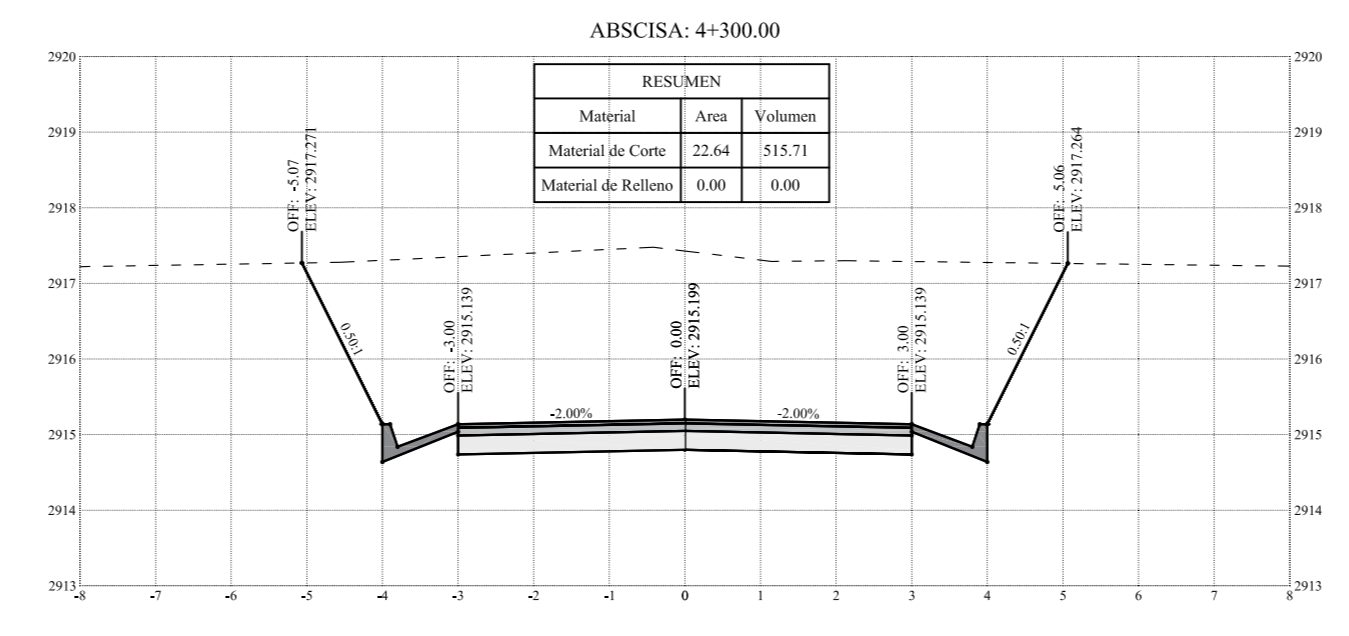
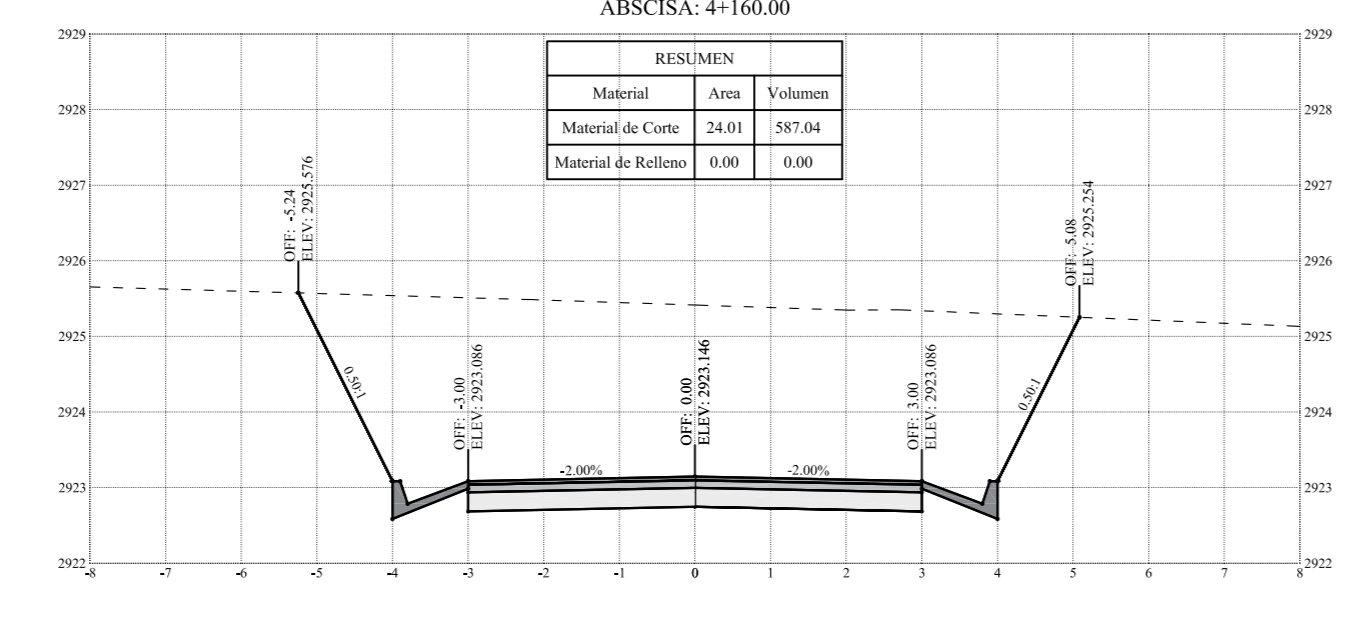
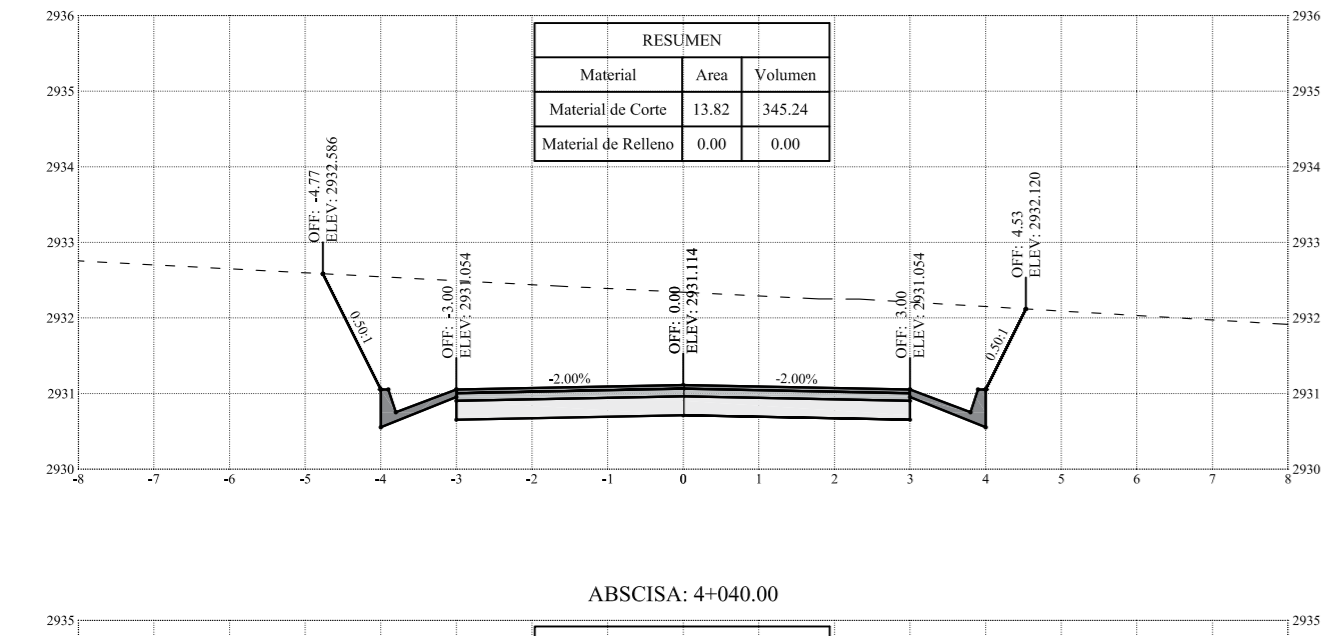
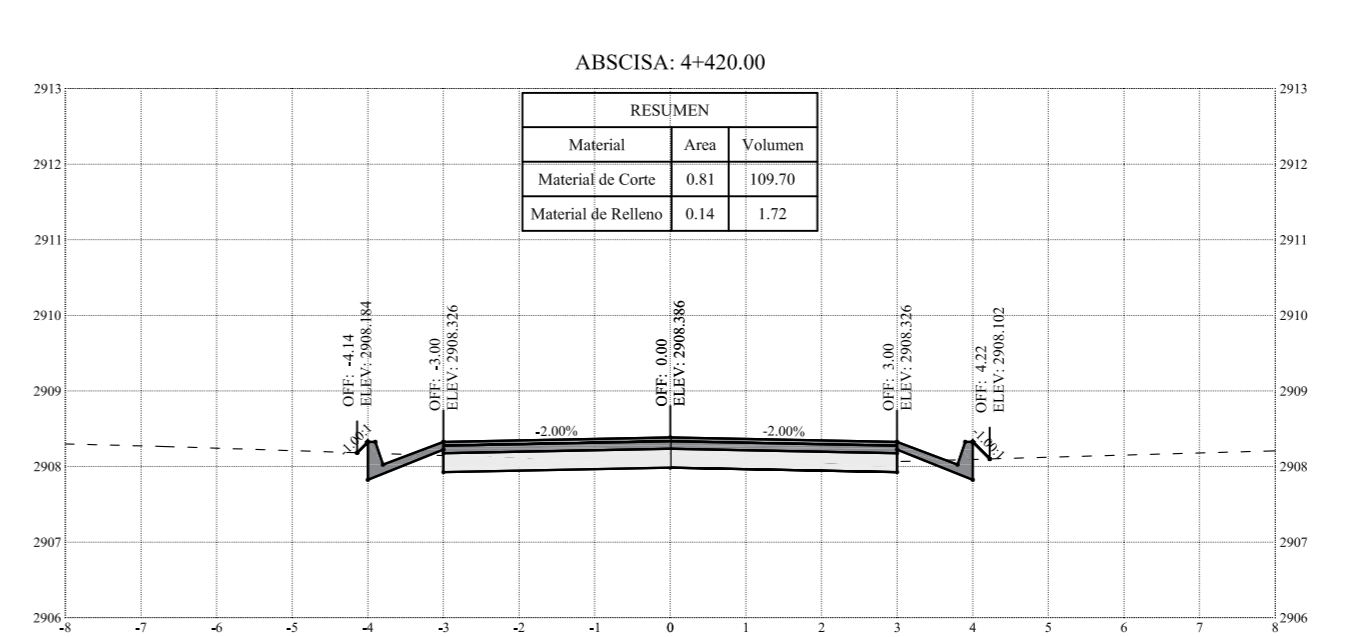
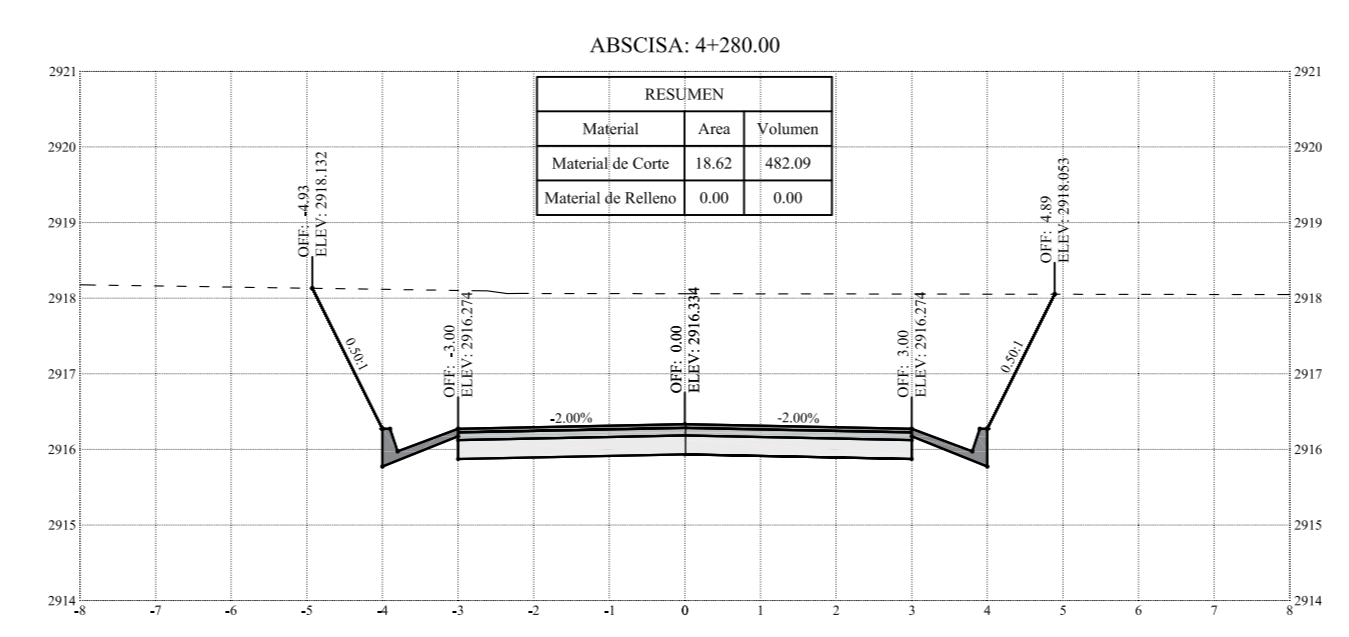
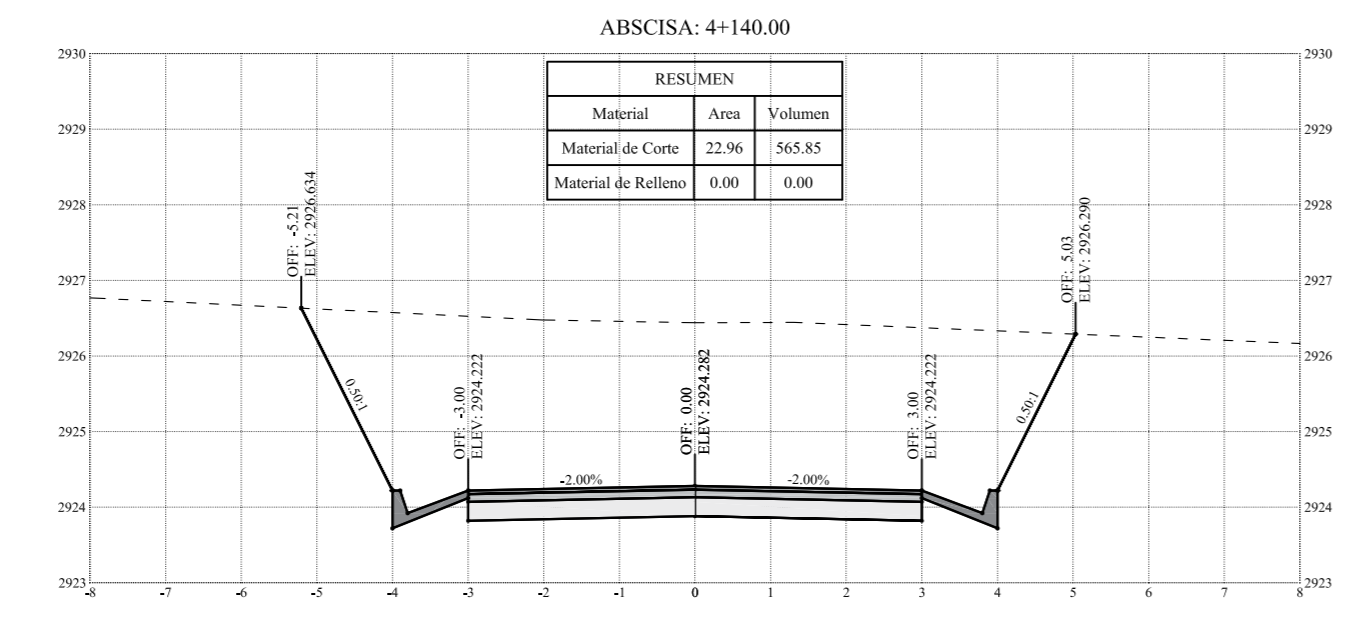
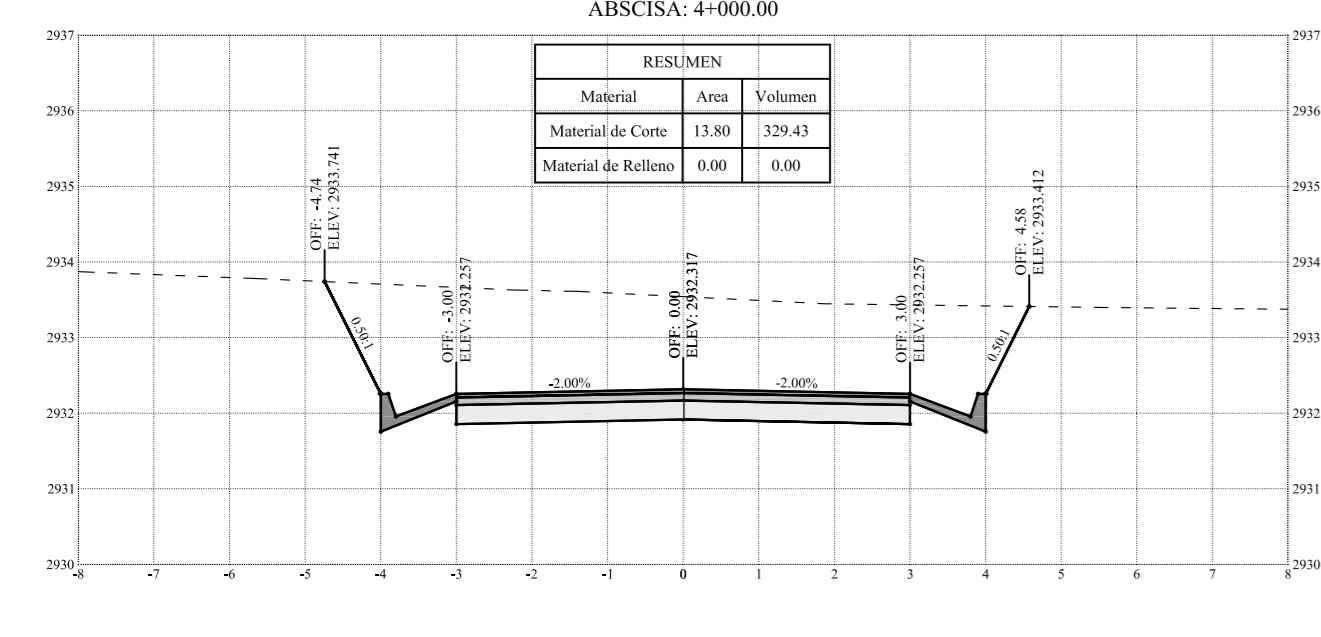
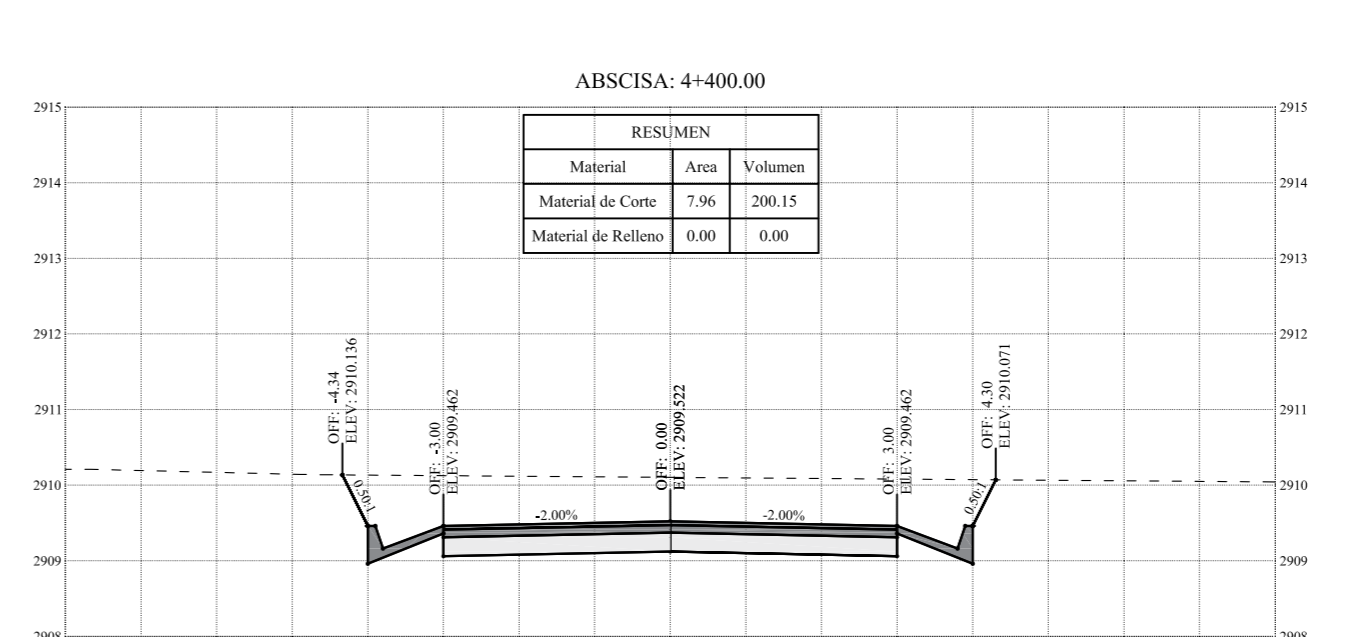
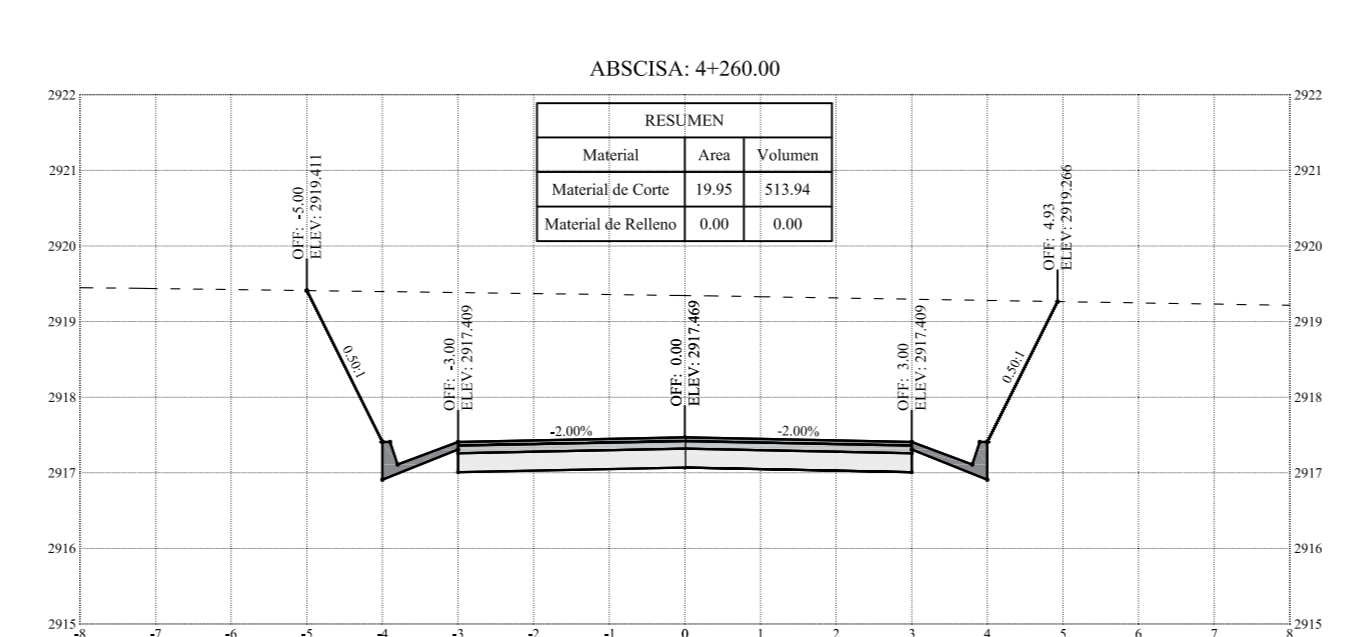
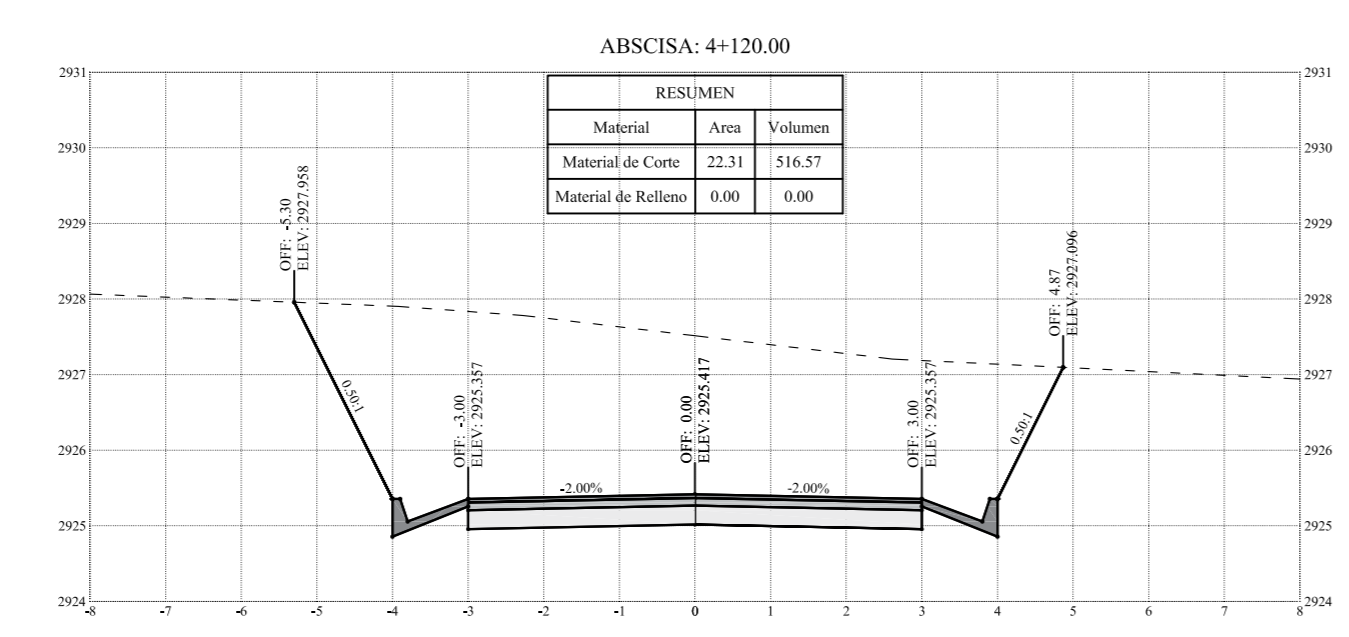
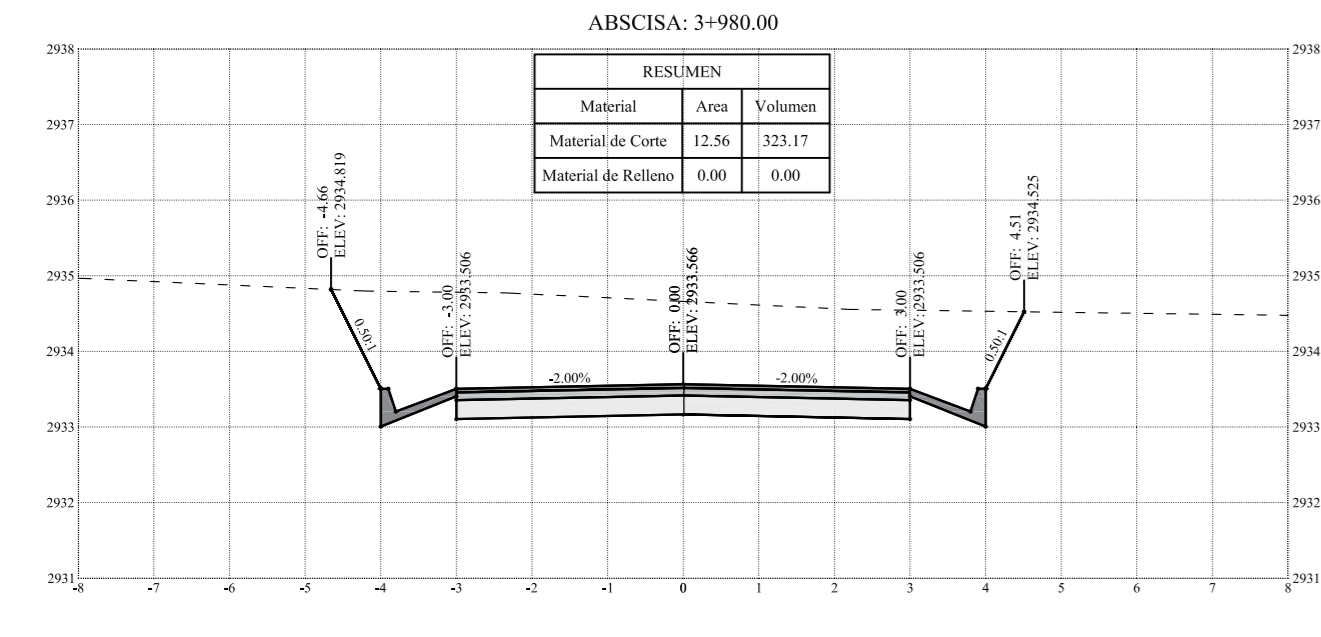
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: <b>DISEÑO DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES, OVALO NUEVO, SAN LEÓN, SAN JUAN, UNIÓN Y TRABAJO</b>		
CONTIENE:	SECCIONES TRANSVERSALES	FECHA: JULIO - 2015
CLASE: IV	EUBICACION: PARROQUIA MUALLEJO CANTÓN SAUCEDEO	ESCALA: 1:100
LONGITUD: 1 + 307,00 Km	DISEÑO: Rafel Mañuel Chus G.	REVISADO POR: Ing. Msc. Lorenzo Ponce
		LÁMINA: <b>7/10</b>



<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES OVALO NUEVO, SAN LEÓN, SAN JUAN, UNIÓN Y TRABAJO		
CONTIENE:	SECCIONES TRANSVERSALES	FECHA: JULIO - 2015
CLASE: IV	UBICACION: PARRAQUITA MI TABLERO CANTÓN SÁNCHEZ	ESCALA: 1 : 100
LONGITUD: 4 - 507.00 Km	DISEÑO: Epi. Mariel Chac G.	REVISADO POR: Ing. Mac. Lorenz Ponce
		<b>8/10</b>



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: <b>DISEÑO DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES, OVALO</b> <b>NEUVO, SAN LEÓN, SAN JUAN, UNIÓN Y TRABAJO</b>		
CONTIENE:	SECCIONES TRANSVERSALES	FECHA: JULIO-2013
CLASE: <b>IV</b>	UBICACION: PARROQUIA MULAJILLO CANTÓN SALCEDO	ESCALA: 1:100
LONGITUD: 1 + 502,00 Km	DISEÑO: Eng. María Clara G.	REVISADO POR: Ing. Msc. Lorenzo Pérez
		LÁMINA: <b>9/10</b>



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA			
PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES, ÓVALO NUEVO, SAN LEÓN, SAN JUAN, UNIÓN Y TRABAJO			
CONTIENE:	SECCIONES TRANSVERSALES	FECHA:	JULIO-2015
CLASE:	IV	UBICACION:	PARRAQUERA MULLALLO CANTÓN SALCEDO
LONGITUD:	1 - 502.00 Km	ESCALA:	1 : 100
DISEÑO:	Eng. María Clara G.	REVISADO POR:	Ing. Mg. Lorenzo Pérez
LAMINA:			<b>10/10</b>