

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**Trabajo Estructurado de Manera Independiente, previo a la Obtención del
Título de Ingeniería Civil**

TEMA:

**“LAS CONDICIONES DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, DEL
CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN
LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DEL SECTOR”**

AUTOR: Oscar Roberto Pérez Tusa

TUTOR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

AMBATO-ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

Yo, Ing, M. Sc. Vinicio Almeida en calidad de tutor, certifico que la presente tesis de grado realizado por el Sr. Oscar Roberto Pérez Tusa egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil se desarrolló bajo mi tutoría, es un trabajo personal e inédito y ha sido bajo el tema: **“LAS CONDICIONES DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DEL SECTOR”**, el cual se ha concluido de manera satisfactoria.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Enero del 2015

.....
Ing. M. Sc. Vinicio Almeida

TUTOR

AUTORÍA

El presente proyecto bajo el tema “**LAS CONDICIONES DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DEL SECTOR**”, fue realizado de una manera responsable, los criterios e ideas plasmados en la investigación son de exclusiva responsabilidad del autor.

Egdo. OSCAR ROBERTO PÉREZ TUSA

CI. 180433629-3

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y a sus docentes, quienes me hicieron sentir que estaba en mi segunda casa en sus aulas y fueron partícipes de mi formación profesional con sus conocimientos y ayuda impartida.

A mis amigos, compañeros de carrera, con los que compartimos momentos buenos y malos a lo largo del trayecto de la vida estudiantil, con quienes tuvimos experiencias únicas, largas jornadas de trabajo, muchas de las veces inagotables y sin dormir.

A mis familiares, por su apoyo, preocupación, comprensión y amor gracias por entenderme y darme las fuerzas necesarias para conseguir las metas que me he planteado.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la sabiduría y fuerzas para salir de las dificultades que se me han presentado.

A mis padres José e Inés, quienes con sus consejos me guían para enfrentar en la vida enseñándome valores, mi amada madre te amo con todo el corazón, espero que este no sea el primero ni el último logro que consigo y te lo dedico a ti.

A mis hermanos, Byron y José Luis quienes han confiado y han estado a mi lado.

A mis amigos, compañeros y familiares quienes estuvieron pendientes de mí.

“La paciencia y prudencia te permite ver las cosas más allá de lo común”

Oscar Pérez

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PRELIMINARES	Pág.
Portada.....	I
Certificación.....	II
Autoría.....	III
Agradecimiento.....	IV
Dedicatoria.....	V
Índice general.....	VI
Índice de tablas.....	XI
Índice de gráficos.....	XIV
Resumen ejecutivo.....	XVI

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1.1 TEMA	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis Crítico.....	2
1.2.3 Prognosis	3
1.2.4 Formulación del problema.....	3
1.2.5 Preguntas directrices.....	3
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación	4
1.2.6.1 Delimitación de contenido.....	4
1.2.6.2 Delimitación espacial.....	4
1.2.6.3 Delimitación temporal	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	4

1.4 OBJETIVOS	5
1.4.1 General	5
1.4.2 Específicos.....	5

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	6
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	8
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	8
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	9
2.4.1 Supra Ordinación de las Variables	9
2.4.2 DEFINICIONES	9
2.4.2.1 Clasificación de las carreteras.....	9
2.4.2.2 Topografía.....	11
2.4.2.3 Estudio de suelos	14
2.4.2.4 Tráfico.....	20
2.4.2.5 Diseño vial	24
2.4.2.6 Alineamiento horizontal	30
2.4.2.7 Alineamiento vertical.....	44
2.4.2.8 Pavimentos.....	54
2.4.2.9 Sistemas de drenaje	57
2.5 HIPÓTESIS.....	62
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	62
2.6.1 Variable independiente.....	62
2.6.2 Variable dependiente	62

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	63
---	----

3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	64
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	65
3.3.1 Población o Universo (N).....	65
3.3.2 Muestra.....	65
3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	66
3.4.1 Variable Independiente:.....	66
3.4.2 Variable Dependiente: Calidad de vida de los habitantes del sector.....	67
3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	67
3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	67
3.6.1 Procesamiento de la Información	67
3.6.2 Presentación de datos	68

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	69
4.1.1 Análisis de resultados de la encuesta	69
4.1.2 Análisis de resultados del estudio topográfico	75
4.1.3 Análisis de resultados del estudio de tráfico	76
4.1.3.1 Cálculo del tráfico futuro.....	77
4.1.4 Análisis de resultados de los estudios de suelos.....	82
4.2. INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	85
4.2.1. Interpretación de datos de la encuesta.....	85
4.2.2. Interpretación de datos de la topografía	86
4.2.3. Interpretación de datos del tráfico	86
4.2.4. Interpretación de datos del estudio de suelos.	86
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	86

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES	91
5.2 RECOMENDACIONES	93

CAPÍTULO VI. PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS	94
6.1.1 Localización del proyecto	94
6.1.2 Características meteorológicas de la zona.....	97
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	98
6.3 JUSTIFICACIÓN	99
6.4. OBJETIVOS	99
6.4.1 Objetivo General	99
6.4.2 Objetivos Específicos	99
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	100
6.5.1 Factibilidad Técnica	100
6.5.2 Factibilidad Social	100
6.5.3 Factibilidad Económica	100
6.5.4 Factibilidad Ambiental	100
6.6 FUNDAMENTACIÓN	101
6.6.1 Diseño Geométrico	101
6.6.2 Diseño de la estructura del pavimento.....	101
6.6.3 Diseño de drenajes.....	102
6.7 METODOLOGÍA	103
6.7.1 Diseño Geométrico	104
6.7.1.1 Diseño horizontal	104
6.7.1.2 Diseño vertical.....	109

6.7.2 Diseño de la estructura del pavimento.....	111
6.7.2.1 Ejes equivalentes acumulados para el período de diseño (W18).....	111
6.7.2.2 Confiabilidad "R"	116
6.7.2.3 Desviación estándar normal Z_R	116
6.7.2.4 Desviación estándar global "So"	117
6.7.2.5 Índice de serviciabilidad "PSI"	117
6.7.2.6 Módulo de resiliencia de la subrasante "Mr".....	118
6.7.2.7 Determinación de los coeficientes estructurales de los materiales de la estructura del pavimento.....	118
6.7.2.8 Cálculo del Número Estructural SN (Structural Number).....	124
6.7.3 Estructuras menores y obras complementarias.....	134
6.7.3.1. Obras de drenaje superficial (Cunetas).....	134
6.7.4. Señalización vial.....	141
6.7.4.1 Señalización horizontal.....	141
6.7.4.2 Señalización vertical.	145
6.7.4. Presupuesto Referencial	149
6.7.5 Cronograma valorado de trabajos.....	150
6.8 ADMINISTRACIÓN.....	151
6.8.1 Recursos económicos	151
6.8.2 Recursos técnicos	151
6.8.3 Recursos administrativos.....	151
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	151
6.9.1 Proceso constructivo vial.....	151
6.9.2 Plan de protección, manejo ambiental y seguridad	153
C.- MATERIALES DE REFERENCIA	157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Clasificación en función del tráfico proyectado.....	11
Tabla N° 02: Humedad añadida, densidad seca de las muestras.....	19
Tabla N° 03: Clasificación de suelos según el CBR obtenido.....	20
Tabla N° 04: Tasa de crecimiento del tráfico según el tipo de vehículos.....	24
Tabla N° 05: Relación función, clase MTOP y tráfico.....	25
Tabla N° 06: Velocidades de Diseño del MTOP según la Clasificación de la vía....	28
Tabla N° 07: Velocidad de circulación en vías.....	29
Tabla N° 08: Relación entre la Velocidad de Circulación y Velocidad de diseño.....	29
Tabla N° 09: Distancias de visibilidad mínimas para un vehículo.....	42
Tabla N° 10: Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo...44	
Tabla N° 11: Gradientes longitudinales máximas.....	45
Tabla N° 12: Curvas verticales mínimas.....	48
Tabla N° 13: Curvas verticales convexas mínimas.....	49
Tabla N° 14: Anchos de calzada recomendables y absolutos.....	51
Tabla N° 15: Gradiente transversal de espaldones.....	52
Tabla N° 16: Pendientes típicas para taludes en cortes de carreteras.....	53
Tabla N° 17: Especificaciones generales para Sub-bases.....	55
Tabla N° 18: Granulometría de las diferentes Sub-bases.....	55
Tabla N° 19: Especificaciones generales para bases.....	56
Tabla N° 20: Granulometría de las diferentes bases.....	56
Tabla N° 21: Conteo vehicular general.....	77
Tabla N° 22: Hora Pico de la vía.....	77
Tabla N° 23: Tráfico Promedio Diario Anual.....	78
Tabla N° 24: Tráfico Generado.....	79
Tabla N° 25: Tráfico Atraído.....	79
Tabla N° 26: Tráfico Desarrollado.....	80
Tabla N° 27: Cálculo del Tráfico Actual.....	80
Tabla N° 28: Tráfico Futuro.....	81

Tabla N° 29: Resumen del análisis del estudio de suelos.....	82
Tabla N° 30: Límite para la selección del CBR de diseño.....	83
Tabla N° 31: Frecuencia observada.....	88
Tabla N° 32: Frecuencia esperada.....	88
Tabla N° 33: Cálculo del Chi Cuadrado.....	89
Tabla N° 34: Distribución del Chi Cuadrado tabular.....	89
Tabla N° 35: Clima, temperatura y altitud en la región interandina.....	97
Tabla N° 36: Datos meteorológicos del Cantón Patate.....	97
Tabla N° 37: Radios mínimos de curva en función del peralte.....	106
Tabla N° 38: Valores de diseño recomendados.....	107
Tabla N° 39: Periodos de diseño de vías.....	112
Tabla N° 40: Factores daño según tipo de vehículo.....	112
Tabla N° 41: Factor de distribución por carril.....	113
Tabla N° 42: Valores mínimos de espesores en función de los ejes equivalentes.....	114
Tabla N° 43: Tránsito de ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño seleccionado (W_{18}).....	115
Tabla N° 44: Niveles de confiabilidad según la función del camino.....	116
Tabla N° 45: Valores de desviación estándar con respecto a la confiabilidad.....	116
Tabla N° 46: Índice de serviciabilidad.....	117
Tabla N° 47: Cuadro de valores para coeficiente estructural a_1	120
Tabla N° 48: Coeficiente a_2 en función del CBR.....	121
Tabla N° 49: Coeficiente estructural a_3 en función del CBR.....	123
Tabla N° 50: Calidad de drenaje – Saturación.....	123
Tabla N° 51: Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles.....	124
Tabla N° 52: Datos generales para la obtención del número estructural.....	125
Tabla N° 53: Cálculo de la estructura del pavimento Método AASHTO 1993.....	126
Tabla N° 54: Especificaciones de calidad para cementos asfálticos.....	129
Tabla N° 55: Especificaciones de calidad de los agregados para ensayo Marshall...	130
Tabla N° 56: Porcentaje de materiales para ensayo Marshall.....	130
Tabla N° 57: Granulometría de los agregados para ensayo Marshall.....	131

Tabla N° 58: Especificaciones para ensayo Marshall según tipo de tráfico.....	135
Tabla N° 59: Coeficientes de rugosidad de Manning.....	132
Tabla N° 60: Caudales y Velocidades según pendientes.....	137
Tabla N° 61: Coeficiente de escurrimiento C.....	139
Tabla N° 62: Niveles mínimos de retroreflexión en pinturas sobre pavimento.....	143
Tabla N° 63: Relación señalización de separación de circulación opuesta segmentada.....	144

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01: Pendientes transversales de una vía.....	10
Gráfico N° 02: Curvas de nivel.....	12
Gráfico N° 03: Coordenadas UTM-zonas de coordenadas.....	13
Gráfico N° 04: Características de una calicata.....	15
Gráfico N° 05: Curva de la determinación de la densidad máxima y humedad óptima.....	19
Gráfico N° 06: Factor Hora Pico para el tránsito.....	22
Gráfico N° 07: Curva circular simple.....	31
Gráfico N° 08: Curva de inflexión o curva reversa.....	33
Gráfico N° 09: Estabilidad del vehículo en las curvas.....	34
Gráfico N° 10: Desarrollo del peralte en una sección típica.....	36
Gráfico N° 11: Longitud de transición de una curva.....	37
Gráfico N° 12: Esquema para determinar el sobreebanco de un carril de tránsito en una curva.....	38
Gráfico N° 13: Distancias de visibilidad de parada de un vehículo.....	41
Gráfico N° 14: Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.....	43
Gráfico N° 15: Partes de una Curva Vertical.....	47
Gráfico N° 16: Curvas verticales cóncavas y convexas.....	48
Gráfico N° 17: Sección transversal.....	50
Gráfico N° 18: Estructura de un pavimento flexible.....	54
Gráfico N° 19: Drenaje longitudinal de una vía.....	58
Gráfico N° 20: Drenaje Transversal de una vía.....	58
Gráfico N° 21: Drenaje profundo o subterráneo.....	59
Gráfico N° 22: Sección típica de una cuneta.....	60
Gráfico N° 23: Elementos de una Alcantarilla.....	60
Gráfico N° 24: Ubicación estación de conteo de tráfico.....	76
Gráfico N° 25: CBR de diseño.....	84

Gráfico N° 26: Ubicación General – Provincia de Tungurahua – Ubicación Cantonal.....	95
Gráfico N° 27: Ubicación del proyecto.....	96
Gráfico N° 28: Distribución anual de precipitaciones del Cantón Patate.....	98
Gráfico N° 29: Coeficiente estructural a1.....	119
Gráfico N° 30: Coeficiente estructural a2.....	121
Gráfico N° 31: Coeficiente estructural AASHTO para Sub base granular.....	122
Gráfico N° 32: Cálculo del número estructural SN con la ecuación AASHTO 1993.....	125
Gráfico N° 33: Espesores de las capas de la estructura del pavimento.....	127
Gráfico N° 34: Información Estructural.....	132
Gráfico N° 35: Asignación de cargas.....	133
Gráfico N° 36: Resultados de la estructura del pavimento.....	133
Gráfico N° 37: Sección típica de la cuneta de diseño.....	136
Gráfico N° 38: Ángulos de iluminación y observación.....	143
Gráfico N° 39: Línea continua de separación de circulación opuesta.....	144
Gráfico N° 40: Línea segmentada de separación de circulación opuesta.....	144
Gráfico N° 41: Líneas de borde.....	145
Gráfico N° 42: Señales regulatorias.....	146
Gráfico N° 43: Señales preventivas.....	146
Gráfico N° 44: Señales informativas.....	147
Gráfico N° 45: Ubicación y detalles de los delineadores de curva horizontal.....	147
Gráfico N° 46: Señales especiales.....	148
Gráfico N° 47: Señales turísticas y de servicio.....	148
Gráfico N° 45: Señales de trabajo.....	148

RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo de investigación tiene como tema: Las condiciones de la vía La Libertad – San Jorge, del Cantón Patate, Provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector, el propósito principal es el mejoramiento vial.

Se han analizado las condiciones socio-económicas por el trabajo realizado en campo, constatadas por la aplicación de encuestas y su análisis.

El proyecto está encaminado al rediseño de la vía de comunicación entre las dos comunidades, se analizó el tipo de suelo realizando el estudio del mismo, se determinó el número de vehículos con el conteo de tráfico (T.P.D.A.), estudio topográfico, diseños geométricos viales con sus respectivas secciones transversales de la calzada con el diseño de cunetas, lo que permitirá un mejoramiento de la vía, aprovechando al máximo la infraestructura existente tratando de afectar el trazado actual de forma mínima, proponiendo la utilización de recursos propios de la vía por el valor de CBR.

Se realizó un presupuesto referencial, con los diseños definitivos propuestos y el cálculo de volúmenes de obra. También se presenta el análisis de precios unitarios y un cronograma valorado de trabajo con sus respectivas actividades para su ejecución en forma secuencial, lo que permitirá la realización del proyecto.

Finalizado el proyecto investigativo será entregado al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Patate, como aporte de la Universidad Técnica de Ambato hacia la comunidad, el cual podrá hacer uso del mismo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del Cantón Patate, Provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

Actualmente nuestro país cuenta con un alto porcentaje de la red vial en buen estado, con superficies de rodadura totalmente afirmadas, lo cual asegura la movilización continua entre las regiones del país; las provincias que comprenden el centro del país han tenido un crecimiento poblacional significativo por eso la demanda de mejoras en las vías de comunicación y en otros aspectos sociales.

Por la irregularidad topográfica de nuestro país y el desarrollo de centros poblados se ha determinado que las vías de comunicación requieren ciertas modificaciones proyectando un sistema seguro y funcional de transporte.

En la provincia de Tungurahua se ha construido un gran número de vías, sin embargo existen algunas que están actualmente en mal estado y los trabajos de recuperación en las carreteras es limitado por el alto número de demandas locales, las necesidades de nuestros pueblos son primordiales y básicas, que conllevan a estudiar alternativas de solución en cuanto a vías, de esta manera mejorar la calidad de vida y el desarrollo socio-económico.

La capa de rodadura de la vía La Libertad - San Jorge del cantón Patate, se encuentra en condiciones desfavorables para los sectores por los que atraviesa como es Manteles, afectando social y económicamente a los habitantes del sector; la carretera tiene su capa de rodadura mayormente de empedrado proyectando una imagen de subdesarrollo.

Con el fin de satisfacer una de las necesidades principales, que es la de mejorar los caminos, los sectores involucrados al proyecto que se encuentran en un creciente desarrollo desean contar con una vía segura y de esta manera mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector.

1.2.2 Análisis Crítico

Los habitantes de los sectores La Libertad y San Jorge se ven en la necesidad de obtener una vía de comunicación en óptimas condiciones. Al realizar este proyecto, se ve enfocado en mejorar el sistema de comunicación vial para las comunidades en diferentes aspectos como agrícolas, comerciales, turísticos y otros que permitan la movilización y el progreso.

Las comunidades no cuentan con servicio de transporte público, los únicos medios de transporte son camionetas que recorren de forma ocasional con productos agrícolas o suministros.

El proyecto se sustenta en determinar el estudio de comunicación vial para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona quienes han notado el retraso económico provocado por el pésimo estado vial y otros servicios de primera necesidad.

El problema se nota debido al inadecuado mantenimiento de la vía, la falta de planificación, el incremento de usuarios y tráfico, el clima y diferentes factores han aportado al deterioro de la vía, esto conlleva a la dificultad de circulación generando inseguridad vial.

1.2.3 Prognosis

Al no realizarse el proyecto, la producción ganadera, agrícola no generaría beneficios a los campesinos, por el contrario provocará retraso económico por la dificultad en la movilidad para sacar sus productos, y por otro aspecto la transportación de las personas será dificultosa, con lo que los moradores se ven afectados en su desarrollo económico en vista que la zona es altamente productiva que también posee varios sitios turísticos, los que se verán estancados en cuanto a un desarrollo general del sector.

También la vía seguirá deteriorándose por factores como el clima, el tráfico, y otros, por lo que los automotores serán menos frecuentes lo que causa que el costo del transporte se elevará y por ende el costo de vida también, la vía se tornaría insegura lo que empeorará la calidad de vida de los habitantes de los sectores aledaños del área de influencia directa.

1.2.4 Formulación del problema

¿Cuáles son las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge pertenecientes al Cantón Patate, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector?

1.2.5 Preguntas directrices

¿En qué estado se encuentra la vía actualmente?

¿Cómo incide la estructura de la vía en la calidad de vida de los habitantes?

¿Cuáles son los aspectos socio-económicos del sector?

¿Qué aspectos son afectados por el estado de la vía?

¿Cómo es la topografía del lugar?

¿Cuáles son las características del suelo de la vía?

¿Cuál es el tráfico de la vía?

1.2.6 Delimitación del objeto de investigación

1.2.6.1 Delimitación de contenido

Para la realización del estudio se tomó en cuenta el campo de Ingeniería Civil y dentro del área de vías y como:

- Estudio de tráfico.
- Topografía.
- Mecánica de suelos.
- Ensayo de materiales.
- Diseño vial y diseño de la estructura del pavimento.

1.2.6.2 Delimitación espacial

El proyecto está ubicado en la provincia de Tungurahua, Cantón Patate, en la vía que comunica el sector de La Libertad Km 0+000 hasta San Jorge Km 4+722.80 y los demás requerimientos se realizaron en el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Patate y los ensayos de laboratorio correspondientes se realizaron en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

1.2.6.3 Delimitación temporal

El periodo en el cual se desarrolló la presente investigación corresponde a Mayo 2014 – Febrero 2015, tiempo en el que se obtuvo y analizó la información así como se elaboraron los planos de diseño, presupuesto y cronograma valorado.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación busca satisfacer las necesidades y mejorar el estilo de vida de manera que este lugar se verá beneficiado dándose como resultado el desarrollo de los sectores San Jorge y La Libertad.

Al realizar el estudio correcto del estado vial, el impacto social, económico y ambiental que se producen en estos sectores es positivo, se pueden realizar adelantos sociales,

también la transportación de diferentes productos agrícolas y ganaderos del sector, hasta los lugares céntricos localizados en el Cantón Patate que van a otros destinos acortando los tiempos de viaje lo que hace posible que la movilización sea más rápida y efectiva.

El diseño de la estructura del pavimento de la vía La Libertad - San Jorge tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los habitantes la importancia científica de este estudio es de manera significativa, consta de un análisis meticuloso que aporta con datos técnicos en este proyecto de investigación.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

Realizar el estudio de las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del Cantón Patate, Provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector.

1.4.2 Específicos

Analizar las condiciones socio-económicas de los habitantes del sector.

Realizar el levantamiento topográfico.

Realizar el conteo de tráfico.

Realizar estudio de suelos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Esta investigación se sustenta en tesis realizadas como trabajo de graduación de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato:

La investigación realizada por el Sr. Jácome Pérez Iván Gonzalo, publicada en el año 2011, bajo el tema “La infraestructura vial y su incidencia en el buen vivir de los habitantes de las colonias Libertad y Allishungo, parroquia Fátima, Cantón Pastaza, provincia de Pastaza”, concluye lo siguiente:

- Los beneficiarios con este proyecto tendrán grandes facilidades de sacar al mercado sus productos tanto agrícolas, ganaderos y madereros.
- Por tratarse de un camino de penetración hacia zonas rurales, esta vía tiene características de un camino vecinal, y se ha considerado que el tráfico vehicular que predominará serán los vehículos de carga.
- La vía que va ser estudiada y diseñada se encuentra en un terreno ondulado, debido a que las pendientes transversales están dentro del parámetro del 6 % - 12 % y las pendientes longitudinales están entre el 3 % - 6 %, que corresponden a terrenos ondulados.

La investigación realizada por el Sr. Paco Oswaldo Cucuri Miñarcaja, publicada en el año 2011, bajo el tema “Estudio para el mejoramiento la capa de rodadura de la carretera García Moreno desde la entrada a la Comunidad de Laturún hasta la comunidad de Cuatro Esquinas, en la parroquia San Andrés, cantón Guano, Provincia de Chimborazo para satisfacer las necesidades del sector.”, concluye lo siguiente:

- El tráfico es un parámetro que incide directamente en las características de diseño geométrico de la vía, por lo que una vez determinado el TPDA, proyectado a 20 años se tiene que es de 706 vehículos, por lo tanto se puede decir que esta vía se define según la tabla de clasificación de carreteras del MTOP como de CLASE III ($300 < TPDA < 1000$).
- La capa de rodadura de la vía está compuesta por una capa de empedrado en un 100% con una ancho promedio de 6.00 m, la misma que se encuentra en un 85% en buen estado y un 15% con baches, debido a la inexistencia de cunetas.
- La solución más eficaz en el mejoramiento de la vía sería la colocación de una capa de carpeta asfáltica sobre una base clase II, utilizando el empedrado existente como sub- base.

La investigación realizada por la Srta. Verónica Elizabeth Navas Berrones, publicada en el año 2011, bajo el tema “El estado actual de la vía Chontapamba-Motilonos y su incidencia en la calidad de vida de la población del sector motilonos cantón Penipe, Provincia de Chimborazo”, concluye lo siguiente:

- Una vez efectuada la investigación, se determinó que existe la necesidad de realizar el trazado de la vía Chontapamba-Motilonos, debida a la importancia que constituye la planificación de nuevas vías, especialmente vías alternas fuera de la zona urbana de las parroquias en desarrollo.
- Los resultados determinan que el diseño de la nueva vía cumplirá con la función de conectar con los sectores aledaños al sector como son Puela y Penipe, de esta forma mejorar la calidad de vida de la población de esta parroquia.
- El diseño de la vía cumple con las normas y especificaciones a fin de determinar el correcto diseño para que los vehículos que ocupen esta vía tengan la seguridad y se optimice el tiempo de los usuarios por cuanto conecta con Penipe.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La investigación se enfoca en el Paradigma Crítico – Propositivo por la identificación del lugar mismo con la finalidad de proveer los posibles cambios; busca encontrar la mejor solución para la falta de infraestructura vial que une los sectores de La Libertad-San Jorge, la existencia de múltiples problemas lleva a proponer un estudio que conlleve a satisfacer las necesidades y determinar la solución más óptima para mejorar la infraestructura vial.

Se definen las condiciones de la zona, se propone una solución al problema y se involucra a la población para que participe y colabore en la ejecución del proyecto y construcción de la obra.

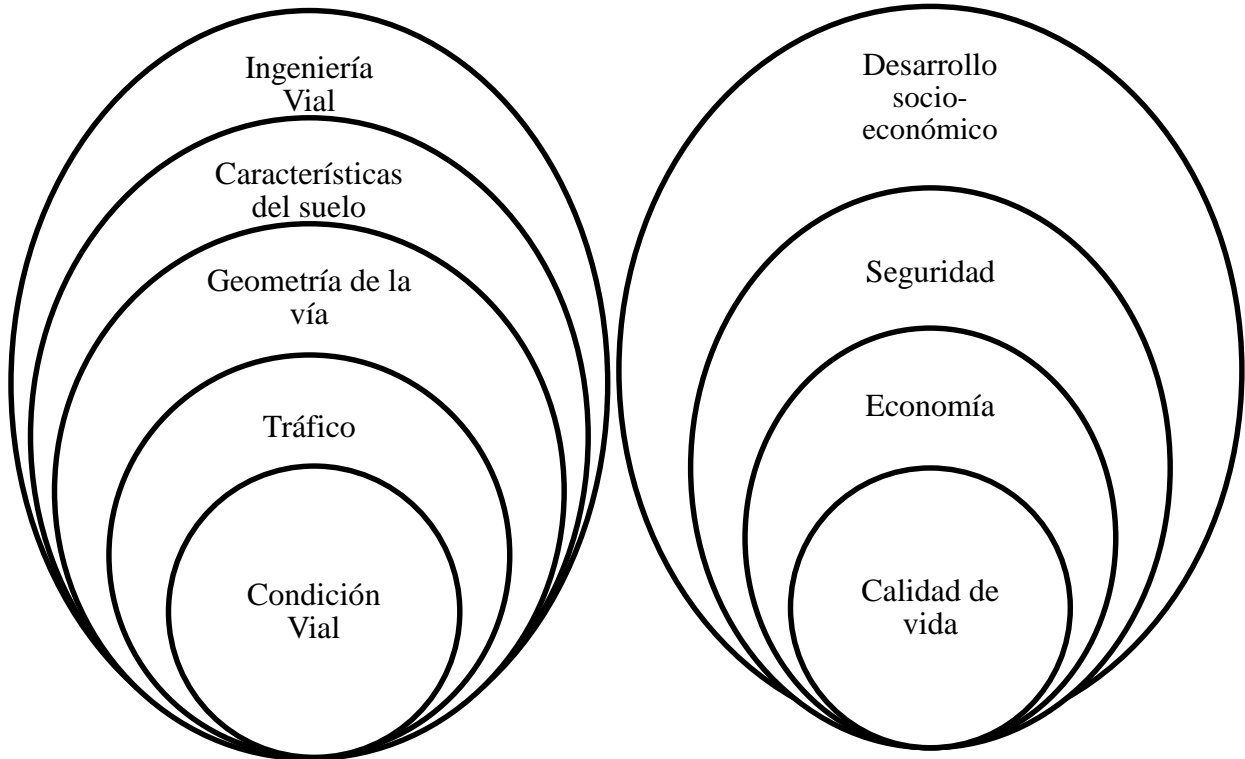
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Los fundamentos legales para la elaboración de esta investigación son los siguientes:

- Norma MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas), ésta determina los valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales en construcción.
- Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial vigente
- Normas AASHTO – 93 Normas de Diseño de Pavimento Flexible.
- Plan de Ordenamiento Territorial (POT).
- Normas ASTM: Sociedad Americana para Ensayo de Materiales (American Society for Testing and Materials).

2.4 CATEGORIAS FUNDAMENTALES

2.4.1 Supra Ordinación de las Variables



Variable Independiente

Variable Dependiente

2.4.2 DEFINICIONES

2.4.2.1 Clasificación de las carreteras

Caminos y carreteras

Involucra algunos aspectos para la clasificación de carreteras como las presentadas a continuación:

2.4.2.1.1 Según el tipo de terreno

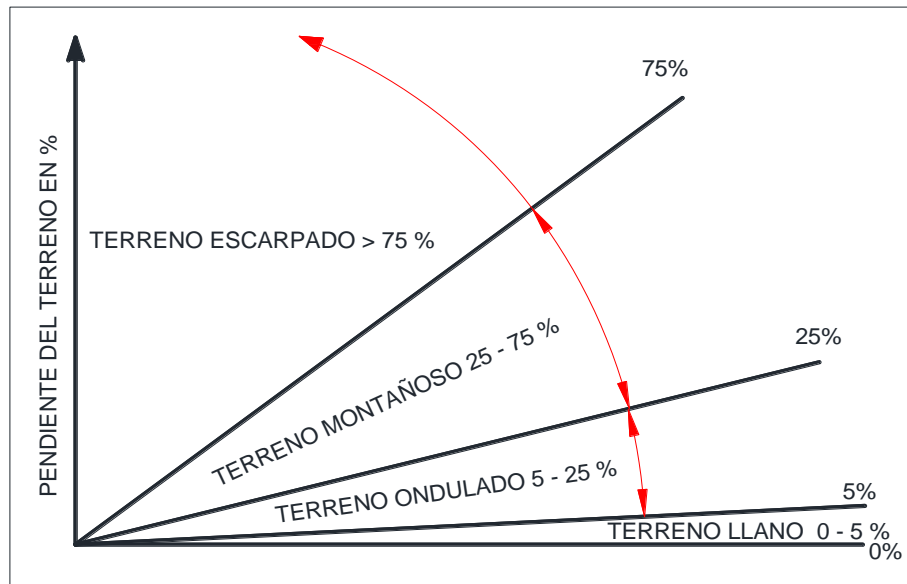
Terreno Llano (LL).- Es aquel que tiene una pendiente transversal de terreno natural entre el 0 - 5 %, permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos.

Terreno Ondulado (O).- Es aquel que tiene una pendiente transversal de terreno natural que varía entre el 5 - 25%, los vehículos pesados tienden a reducir sus velocidades significativamente por debajo de la velocidad de los vehículos livianos.

Terreno Montañoso (M).- Es aquel que tiene una pendiente transversal de terreno natural que varía de 25 - 75 %, los vehículos pesados tienden a circular a una velocidad sostenida en pendiente a lo largo de distancias considerables o durante intervalos frecuentes.

Terreno Escarpado (E).- Es aquel que tiene una pendiente transversal de terreno natural $> 75\%$ que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en pendiente, que aquellas a la que operan en terreno montañoso. (Tesis UTA-FICM, maestría Ing. Byron Ruiz 2009)

Gráfico N° 01: Pendientes transversales de una vía.



Fuente: Autor

2.4.2.1.2 Según su jurisdicción

Red vial estatal.- Está constituida por todas las vías administradas por el Ministerio de Obras Públicas, como una entidad responsable del manejo y control.

Red vial provincial.- Es el conjunto de vías administradas por cada uno de los Consejos Provinciales.

Red vial cantonal.- Es el conjunto de vías urbanas e interparroquiales administradas por cada uno de los Concejos Municipales. (MTOP 2003)

2.4.2.1.3 Según el tráfico proyectado

En el diseño de carreteras para el país, se recomienda la clasificación en función del tráfico proyectado para periodos de 15 ó 20 años.

Tabla N° 01: Clasificación en función del tráfico proyectado.

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO	
Clase de carretera	Tráfico proyectado TPDA
R-I o R-II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100
El TPDA indicado es el volumen de Tráfico Promedio Diario Anual proyectado a 15 o años.	

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MTOP 2003

2.4.2.2 Topografía

Topografía de vías de comunicación: Es la que sirve para estudiar y construir caminos, ferrocarriles, canales, líneas de transmisión, acueductos, etc.

2.4.2.2.1 Escalas y Planos

De acuerdo al proyecto las escalas a usarse para dibujar los planos de una vía son los siguientes:

- Escala horizontal: 1:1000
- Escala vertical: 1:100

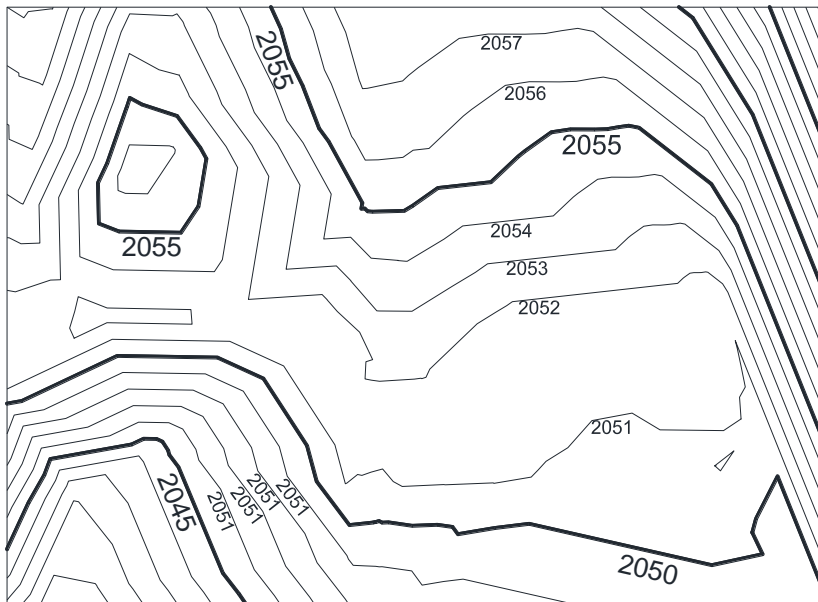
2.4.2.2.2 Curvas de nivel

Las curvas de nivel que se presentarán en los planos son:

Curvas Índice: Se representarán en el levantamiento topográfico cada 5 m las cuales serán de elevación de cota cerrada con números múltiplos de 5.

Curvas Secundarias: Se representarán en el plano cada 1 m. (Internet: Cartomap Módulo 3, 2010)

Gráfico N° 02: Curvas de nivel.



Fuente: Autor

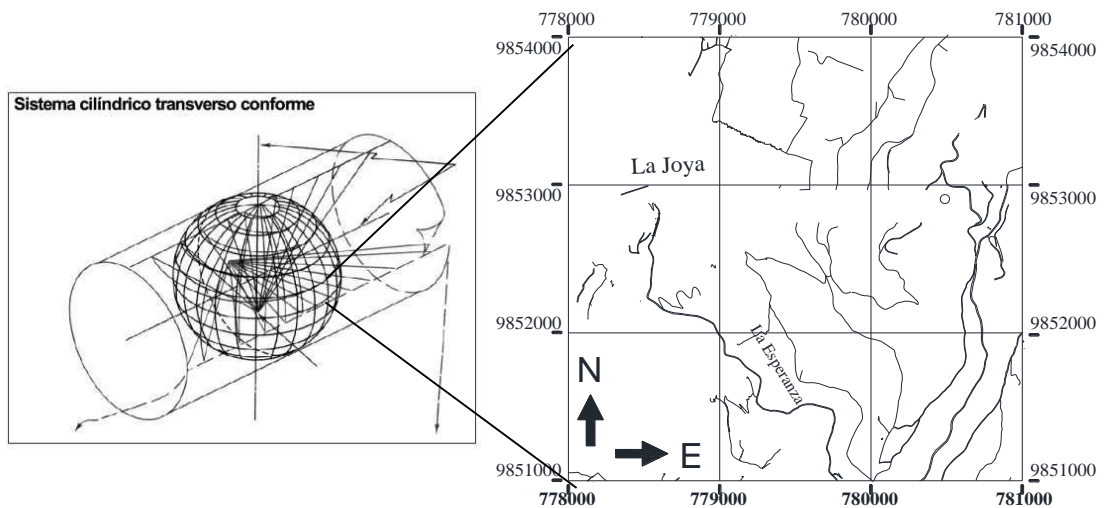
2.4.2.2.3 Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM).

El sistema de coordenadas geográficas UTM se utiliza para referenciar cualquier punto de la superficie terrestre, utilizando para ello un tipo particular de proyección cilíndrica para representar la Tierra sobre el plano, posee las siguientes características:

- **Es una proyección cilíndrica:** Se obtiene proyectando el globo terráqueo sobre una superficie cilíndrica.
- **Es una proyección transversal:** El cilindro es tangente a la superficie terrestre según un meridiano. El eje del cilindro coincide con el eje ecuatorial.
- **Es una proyección conforme:** Mantiene el valor de los ángulos. Si se mide un ángulo sobre la proyección coincide con la medida sobre el elipsoide terrestre.

Para hacer referencia a cada punto de la cuadrícula UTM o zona, se usan dos valores llamados coordenadas; la coordenada “X” que expresa un valor en metros o en kilómetros en la horizontal en dirección Este (hacia la derecha), mientras que la coordenada “Y” hace lo propio hacia la vertical del plano en dirección Norte. (<http://www.aristasur.com/contenido/sistema-de-coordenadas-geograficas-utm>)

Gráfico N° 03: Coordenadas UTM-zonas de coordenadas.



Fuente: <http://www.aristasur.com/contenido/sistema-de-coordenadas-geograficas-utm> - Autor

2.4.2.3 Estudio de suelos

Resulta imposible descartar la presencia del suelo dentro de la Ingeniería Civil y el desarrollo de ésta en la vida diaria.

El conocimiento racional de la Mecánica de suelos, produce el resultado deseado cuando la teoría y la práctica se fusionan para hacer un estudio de suelos en donde habrán de analizarse las propiedades índice y técnicas del suelo, así como deberá haber una correcta interpretación de los resultados. (Guía técnica Mecánica de suelos, Mantilla Francisco, 2001)

2.4.2.3.1 Recolección de muestras de suelo en el terreno

La obtención de muestras es una de las operaciones más importantes, pues requiere a más del conocimiento de suelos y materiales, la experiencia y criterio para seleccionar él o los sitios donde deberán ubicarse y determinar la profundidad a la cual habrán de extraerse. La muestra tiene que ser representativa, luego la obtención debe ser cuidadosamente realizada, deben ser protegidas contra la pérdida de humedad introduciéndolas en bolsas plásticas, las muestras pueden clasificarse en:

Muestras alteradas.- Son aquellas cuya estructura ha sido alterada, y se encuentran cuando el material que se analiza va a ser empleado en la construcción de terraplenes.

Muestras inalteradas.- O muestras sin perturbar, aquellas que prácticamente conservan la misma estructura que tenían en el sitio donde fueron extraídas, se obtienen cuando se necesite conocer la estabilidad del terreno para fundición de edificios o en el estudio de taludes.

Muestras integrales.- Son aquellas que representan al menos el 90 % de toda la profundidad perforada, se tomarán obligatoriamente en el estudio de suelos para el diseño de SUPER ESTRUCTURAS, tal como centrales hidroeléctricas. (Guía técnica Mecánica de suelos, Mantilla Francisco, 2001)

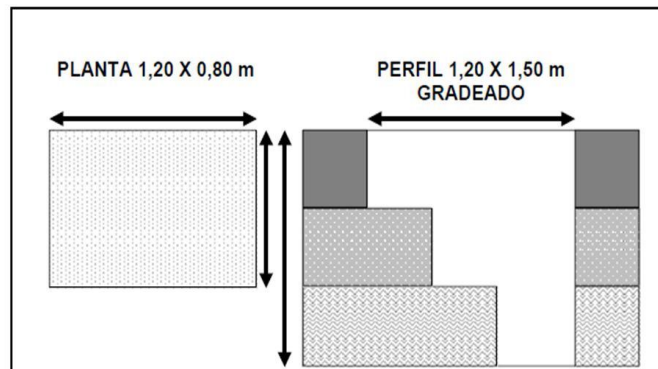
Sondeo preliminar PCA

Consiste en excavar un pozo de dimensiones suficientes para poder examinar los diferentes estratos de suelo en estado natural, así como darse cuenta de las condiciones referentes a granulometría, compacidad, orientación de las partículas, estratificación, nivel freático, contenido natural de humedad.

La profundidad de los pozos a cielo abierto está en función de la presión vertical que causan los vehículos al suelo.

Para el caso de la investigación de las propiedades índice y mecánicas en el campo vial se recomienda hacer un pozo a cielo abierto o apique de forma rectangular de 1,20 metros x 0,80 metros en planta y gradeado cada 0,50 metros, hasta 1,50 metros de profundidad, de tal manera que se puedan tomar las muestras en los tres niveles como se muestra en el siguiente gráfico:

Gráfico N° 04: Características de una calicata.



Fuente: Guía técnica Mecánica de suelos, Mantilla Francisco, 2001

El estudio de suelos abarca la determinación de los dos parámetros fundamentales, es decir la densidad y el contenido de humedad natural.

2.4.2.3.2 Ensayos de laboratorio

El Ingeniero Civil requiere conocer todas las propiedades elementales de los suelos y correlacionarlas con las técnicas tales como la resistencia, la capacidad de carga, la

capacidad de soporte, la compresibilidad, permeabilidad, etc. dentro de una aproximación razonablemente considerable.

1. Contenido de humedad

Es la cantidad de agua que puede encontrarse en la masa del suelo, la que hace aparecer desde un suelo saturado, hasta un suelo relativamente seco, por lo que se hace necesario conocer en qué condiciones puede estar el agua en el suelo.

La relación del peso del agua contenida y el peso de su fase sólida, es conocida como contenido de humedad y se lo expresa como un porcentaje.

$$\omega\% = (W\omega / Ws) \times 100$$

Donde:

$\omega\%$ = cantidad de humedad del suelo en porcentaje

$W\omega$ = Muestra de suelo húmedo

Ws = Muestra de suelo seco después de ser sacado de horno.

2. Análisis granulométrico

Consiste en separar y clasificar el suelo por tamaños y porcentajes los granos que lo componen, el análisis de las partículas se hace por dos vías:

- ✓ **Por vía seca:** con el método de la GRANULOMETRÍA, usando una serie de tamices.
- ✓ **Por vía húmeda:** mediante los métodos del HIDRÓMETRO y SIFONEADO, utilizados generalmente para suelos de partículas finas como las arenas finas pobremente graduadas, los limos y las arcillas. (Guía técnica Mecánica de suelos, Mantilla Francisco, 2001)

Para el método de la granulometría por tamices, la cantidad de suelo requerida para este ensayo depende de la cantidad de finos que contenga.

- Suelos arcillosos y limosos.....200 a 500 gr.
- Suelos arenosos.....500 a 1000 gr.
- Suelos gravosos.....5000 a 10000 gr.

3. Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos, se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido, cuando está seco.

El objetivo fundamental de la determinación de los límites de plasticidad, específicamente la determinación del límite líquido y límite plástico es que posibilitan en forma correcta la clasificación de los suelos analizados, sin embargo, para quienes tienen alguna experiencia en la práctica de la mecánica de suelos, los valores de los límites son correspondientemente indicativos de alta o baja compresibilidad para poder correlacionar con otras propiedades técnicas como la permeabilidad y la resistencia al corte y aplastamiento. (Guía técnica Mecánica de suelos, Mantilla Francisco, 2001)

-Límite líquido (Ll): Cuando el suelo pasa de un estado líquido a un estado plástico. Es el contenido de humedad requerido para que la muestra, en el aparato Casagrande cierre una ranura de 1/2” de amplitud, a los 25 golpes generados a la cápsula de bronce, con un ritmo de dos golpes por minuto.

Los valores corrientes son: para arcillas 40 a 60%, para limos 25 a 50%; en arenas no se obtienen resultados.

-Límite plástico (Lp): Se define como la capacidad que tiene un suelo de ser deformado sin agrietarse, ni producir rebote elástico, los suelos arcillosos en condiciones húmedas son plásticos y se vuelven muy duros en condiciones secas, los limos no son necesariamente plásticos y se vuelven menos duros con el secado, y que las arenas son desmenuzables en condiciones sueltas y secas. Es el menor contenido de humedad para el cual el suelo se deja moldear, sin agrietarse el suelo, no hay LP, los

valores típicos entre limos y arcillas se encuentran entre 5 y 30%. En arenas la prueba no es posible.

-Índice plástico (Ip): Se calcula el Índice Plástico de un suelo como la diferencia numérica entre su Límite Líquido y su Límite Plástico de la siguiente manera:

$$Ip = Ll\% - Lp\%$$

Excepciones.- Se indicará la diferencia calculada de acuerdo al párrafo anterior, como el Índice Plástico, excepto en los siguientes casos:

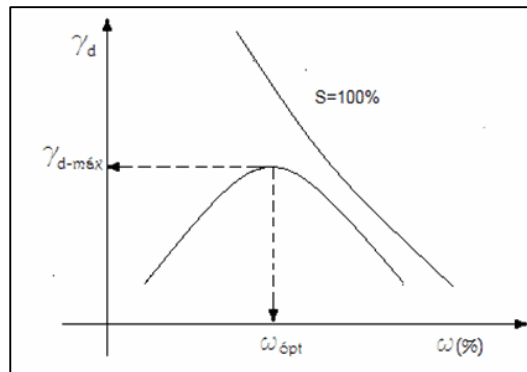
- Cuando el LL ó LP no pueden ser determinados, infórmese el Índice plástico Ip como no plástico (NP).
- Cuando el suelo es muy arenoso, el LP deberá determinarse antes del LL. Si el LP no puede ser determinado, indíquese el Ip como Np.
- Cuando el LP es igual o mayor que el LL, indíquese el Ip como Np. (Guía técnica Mecánica de suelos, Mantilla Francisco, 2001)

4. Compactación del suelo

La AASHTO acogió la propuesta del Dr. Próctor y ha establecido distintos métodos para realizar los ensayos de compactación, denominados métodos estándar y métodos modificados y cada uno a su vez tiene especificaciones agrupadas en: A, B, C, y D.

Este ensayo sirve para determinar la máxima densidad seca (γ_d máx) y el óptimo contenido de humedad (W_{opt} %) que viene a ser el contenido de humedad que dá el más alto peso volumétrico seco. (Guía técnica Mecánica de suelos, Mantilla Francisco, 2001)

Gráfico N° 05: Curva de la determinación de la densidad máxima y humedad óptima



Fuente: Guía técnica Mecánica de suelos, Mantilla Francisco, 2001

Nota: Generalmente para los suelos de la zona centro del Ecuador en la Región Andina el porcentaje de agua para la compactación del suelo, se lo expresa en el siguiente cuadro, según la muestra tomada en el Km 1+000 de este proyecto.

Tabla N° 02: Humedad añadida, densidad seca de las muestras.

Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Densidad seca en gr/cm ³	1.627	1.698	1.727	1.565	1.508
Densidad seca en %	94.41	98.33	100.00	90.63	87.32

Fuente: Autor

Según la **Tabla N° 02** el suelo se satura y baja la densidad seca considerablemente cuando se añade humedad mayor o igual al 12%; generalmente los suelos de la Sierra tienden a bajar su resistencia al presenciar un alto contenido de humedad, lo que se encuentra especificado en el Anexo 2 de esta investigación. (Autor)

5. Determinación del Valor Relativo de Soporte de un Suelo (CBR)

El C.B.R. (California Bearing Ratio), es una medida relativa de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de humedad y densidad, cuidadosamente controladas que tiene aplicación para el diseño de diferentes obras civiles, especialmente las vías terrestres. Se define como la relación entre el esfuerzo requerido para introducir un pistón normalizado dentro del suelo que se ensaya, y el esfuerzo requerido para introducir el mismo pistón hasta la misma profundidad en una

muestra patrón de piedra triturada. (Guía técnica mecánica de suelos, Mantilla Francisco, 2001)

Esta relación se expresa en porcentaje:

Del nivel o los niveles indicados se tomarán las muestras de 20 a 30 kilogramos, con las que además de la identificación y clasificación correspondiente se deberán realizar los ensayos de Compactación y CBR, para determinar la capacidad relativa de soporte del suelo.

Clasificación del Suelo de acuerdo al CBR:

Tabla N° 03: Clasificación de suelos según el CBR obtenido

CBR (%)	CLASIFICACIÓN
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: Guía técnica Mecánica de suelos, Mantilla Francisco, 2001

2.4.2.4 Tráfico

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

Se define como volumen de tráfico al volumen de vehículos que pasa por un tramo de una calzada durante un periodo de tiempo determinado, el volumen de tráfico será horario si el periodo de tiempo de toma de datos es de una hora y el volumen de tráfico será diario si el periodo de tiempo de toma es de un día.

2.4.2.4.1 Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Es el tráfico que circula diariamente por la vía, el cual se calcula según la siguiente expresión:

$$TPDA_{actual} = \frac{Qv * FHP}{\%TH}$$

Donde:

Qv= Volumen de un tipo de vehículo durante una hora

%TH= Porcentaje Trigésima Hora (Para zona rural 15%, especificado en M.T.O.P.)

Factor Hora Pico (FHP): En el proyecto se consideró el valor de FHP=1, porque es una vía sin congestionamiento.

$$FHP = \frac{Q}{4Q15_{máx}}$$

En donde:

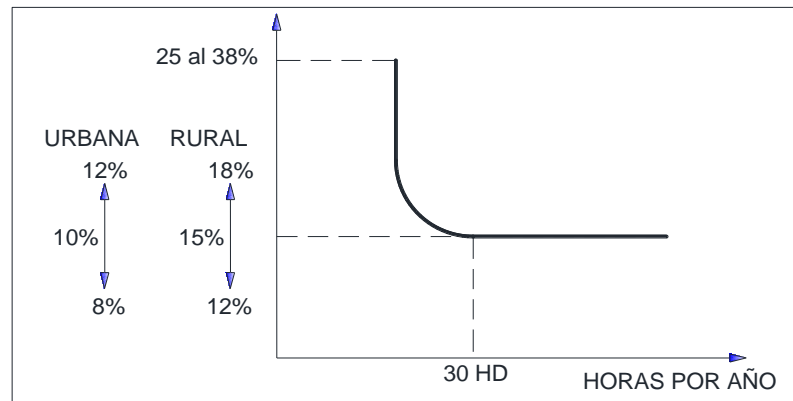
Q = Volumen de tráfico durante la hora.

Q15máx = Volumen máximo registrado durante 15 minutos consecutivos de esa hora.

Según las recomendaciones de las normas del MTOP, el tráfico generado se obtendrá del 20% del TPDA actual, el tráfico atraído el 10% del tráfico actual, y el tráfico desarrollado el 5% del tráfico actual. (Capacidad de un sistema vial – curso 2008)

El volumen de tránsito de la hora pico o 30HD se sitúa normalmente entre el 12 y el 18% del TPDA en el caso de carreteras rurales con un término medio del 15%.

Gráfico N° 06: Factor Hora Pico para el tránsito.



Fuente: Autor-<http://es.slideshare.net/sjnavarro/volumenes-de-transito>

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. (Normas MTOP 2003)

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera.

Se ha establecido que el volumen de tráfico generado que provoca la terminación del proyecto, será igual a un porcentaje de tráfico normal que se espera en el primer año de vida del proyecto. Se establece como límite máximo de incremento por tráfico generado el correspondiente a un 20 por ciento del tráfico normal para el primer año de operación del proyecto. Para los restantes años del periodo de pronóstico, el tráfico generado se estima que crecerá a la misma tasa que el tráfico normal. (Normas MTOP 2003)

Tráfico generado = 20% TPDA actual

Tráfico atraído: Tat

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.

Tráfico atraído= 10% TPDA actual

Tráfico por desarrollo: Td

Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. Este componente del tráfico futuro, puede continuar incrementándose durante parte o todo el período de estudio. Generalmente se considera su efecto a partir de la incorporación de la carretera al servicio de los usuarios. (Normas MTOP 2003)

Tráfico desarrollado = 5% TPDA actual

El tráfico actual según el tipo de vehículo será:

$$TA = TPDA_{actual} + Tg + Tat + Td$$

2.4.2.4.2 Tráfico futuro

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

Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos. (Normas MTOP 2003)

Para el cálculo del tráfico futuro:

$$T_f = T_a (1 + i)^n$$

Donde:

T_f = Tráfico futuro.

T_a = Tráfico Actual.

i = Tasa de crecimiento (7% anual M.T.O.P).

n = Periodo de proyección expresado en años (20 años).

Por ser una vía regenerada se tomará en cuenta el tráfico actual con los siguientes datos para obtener el T.P.D.A. para el diseño.

Tabla N° 04: Tasa de crecimiento del tráfico según el tipo de vehículos.

PERIODO	TIPOS DE VEHÍCULOS		
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS
2010-2014	4,47	2,22	2,18
2015-2019	3,97	1,97	1,94
2020-2024	3,57	1,78	1,74
2025-2030	3,25	1,62	1,58

Fuente: Normas Diseño Geométrico del MTOP 2003

2.4.2.5 Diseño vial

El conjunto de carreteras y caminos de Ecuador se conoce como la **Red Vial Nacional**.

La Red Vial Nacional comprende el conjunto de caminos de propiedad pública sujetos a la normatividad y marco institucional vigente. La Red Vial Nacional está integrada por la Red Vial Estatal (vías primarias y vías secundarias), la Red Vial Provincial (vías terciarias), y la Red Vial Cantonal (caminos vecinales). (ESPE, Facultad de Ingeniería Civil, Diseño Geométrico de vías II)

Clase de carretera

En el Ecuador, el MTOP ha clasificado tradicionalmente las carreteras de acuerdo a un cierto grado de importancia basado más en el volumen del tráfico y el número de calzadas requerido que en su función jerárquica. Aquí se incorpora este criterio que cimentará las bases de la estructura de la red vial del país del nuevo milenio.

La **Tabla N° 05** presenta la relación entre la función jerárquica y la clasificación de las carreteras según el MTOP.

Tabla N° 05: Relación función, clase MTOP y tráfico

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (según MTOP)	TPDA (1) (AÑO DE DISEÑO)
CORREDOR ARTERIAL	RI - RII (2)	> 8000
	I	3000 - 8000
COLECTORA	II	1000 - 3000
	III	300 - 1000
VECINAL	IV	100 - 300
	V	< 100

Fuente: Normas Diseño Geométrico del MTOP 2003

Notas:

(1) De acuerdo al nivel de servicio aceptable al final de la vida útil.

(2) RI - RII - Autopistas.

De acuerdo a la jerarquía atribuida en la red, las carreteras deberán ser diseñadas con las características geométricas correspondientes a su clase y construirse por etapas en función del incremento del tráfico.

2.4.2.5.1 El Proceso de diseño

El proceso de diseño geométrico es la etapa en donde se definen todas las características de la estructura vial en sus tres dimensiones, planta alzado, sección transversal, facilidades de circulación y los elementos necesarios para la seguridad vial.

Estas características están ligadas a la función jerárquica de la vía dentro de la red, a las condiciones de los usuarios, a la mecánica de los vehículos y a los requerimientos geométricos de las vías que se determinan en función de un volumen de tráfico y de un nivel de servicio correspondiente a un año horizonte. (Normas MTOP 2003)

Características para la definición del trazado

Los parámetros que se deben considerar en el trazado de carreteras son las siguientes:

- **Características humanas:** Se refieren a la visión, percepción, aspectos psicológicos, eficacia, fatiga, aspectos fisiológicos, tiempos de percepción y reacción del conductor. Para el Ecuador, se consideran tiempos de percepción de 1 seg y de reacción de 2 seg; alturas del ojo del conductor de 1.05 m para vehículos livianos, 2.0 m para vehículos pesados y del obstáculo de 0.2 m (TRRL - ODA hacia vías más seguras en países en desarrollo).

- **Características del vehículo:** Las características geométricas son las indicadas respecto a las características de funcionamiento (Potencia, visibilidad, velocidad, radio mínimo de giro) estarán de acuerdo a normas internacionales.

- **Características de diseño:** Los parámetros que determinan las características de diseño de una carretera son la velocidad, la visibilidad, el radio de curvatura horizontal, la distancia de parada, la gradiente, la capacidad de flujo y nivel de servicio, las intersecciones, y las facilidades intermedias. (Normas MTOP 2003)

2.4.2.5.2 Velocidad de diseño

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y

movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

Seleccionar convenientemente la velocidad de diseño es lo fundamental. Teniendo presente que es deseable mantener una velocidad constante para el diseño de cada tramo de carretera. Los cambios en la topografía pueden obligar hacer cambios en la velocidad de diseño en determinados tramos. (Normas MTOP 2003)

Cuando esto sucede, la introducción de una velocidad de diseño mayor o menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia suficiente para permitir al conductor cambiar su velocidad gradualmente, antes de llegar al tramo del camino con distinta velocidad de proyecto. La diferencia entre las velocidades de dos tramos contiguos no será mayor a 20 Km/h.

La velocidad de diseño debe seleccionarse para el tramo de carreteras más desfavorables y debe mantenerse en una longitud mínima entre 5 y 10 kilómetros. Una vez seleccionada la velocidad, todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado. (MTOP 2003)

Siempre que sea posible se aconseja usar valores de diseño mayores a los mínimos establecidos.

Tabla N°06: Velocidades de Diseño del MTOP según la Clasificación de la vía.

CATEGORÍA DE LA VÍA		VELOCIDAD DE DISEÑO EN Km/h											
		BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES							
		(RELIEVE LLANO)				(RELIEVE ONDULADO)				(RELIEVE MONTAÑOSO)			
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta
R - I o R - II	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80	
I	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60	
II	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50	
III	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40	
IV	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25	
V	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25	

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MTOP 2003

-Los valores recomendados se emplearán cuando el TPDA, es cercano al límite superior de la respectiva categoría de la vía.

-Los valores absolutos se emplearán cuando el TPDA es cercano al límite inferior de la respectiva categoría de vía y/o el relieve sea difícil o escarpado.

2.4.2.5.3 Velocidad de Circulación

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes.

Tabla N° 07: Velocidad de circulación en vías.

VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN	TPDA	TRÁFICO
$V_c = 0,80 * V_d + 6,5$	TPDA < 1000	Volumen bajo
$V_c = 1,3 V_d$	1000 < TPDA < 3000	Volumen medio

Fuente: Normas Diseño Geométrico del MTOP 2003

Donde:

V_c = Velocidad de circulación.

V_d = Velocidad de diseño.

Tabla N° 08: Relación entre la Velocidad de Circulación y Velocidad de diseño

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

Fuente: Normas de diseño geométrico MTOP 2003

2.4.2.6 Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección son las tangentes y las curvas, sean éstas circulares o de transición.

La proyección del eje en un tramo recto, define la tangente y el enlace de dos tangentes consecutivas de rumbos diferentes se efectúa por medio de una curva. El establecimiento del alineamiento horizontal depende de: la topografía, características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales. (Normas MTOP 2003)

2.4.2.6.1 Tangentes

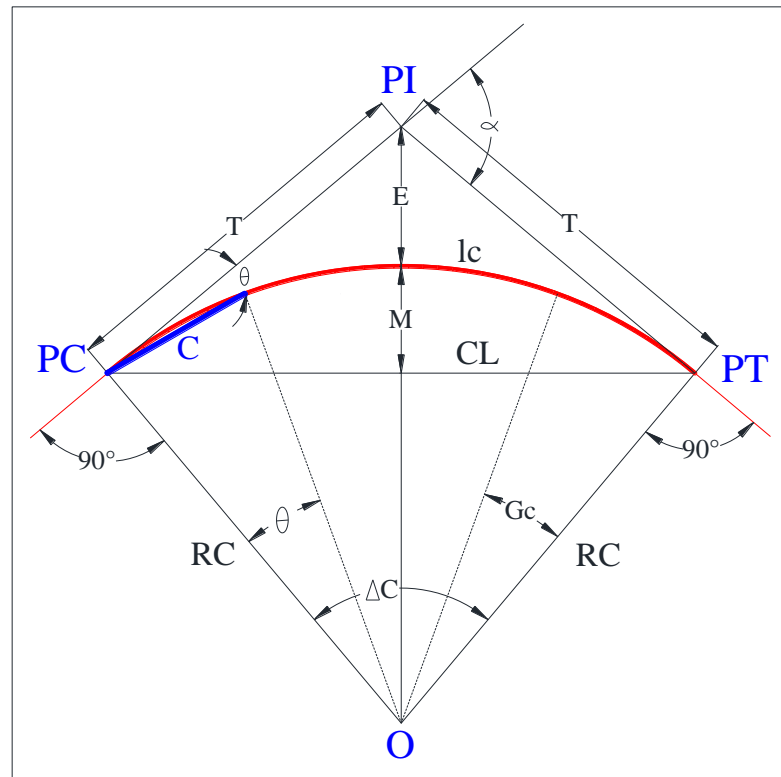
Es la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “ α ” (alfa).

Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad. (Normas MTOP 2003)

2.4.2.6.2 Curvas circulares

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas.

Gráfico N° 07: Curva circular simple



Fuente: Manual de diseño geométrico MTOP 2003

PI: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC: Punto en donde empieza la curva simple

PT: Punto en donde termina la curva simple

α : Ángulo de deflexión de las tangentes

ΔC : Ángulo central de la curva circular

θ : Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular

GC: Grado de curvatura de la curva circular

RC: Radio de la curva circular

T: Tangente de la curva circular o subtangente

E: External

M: Ordenada media

C: Cuerda

CL: Cuerda larga

Lc: Longitud de un arco

Grado de curvatura: Es el ángulo formado por un arco de 20 metros. Su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad

de diseño. El grado de curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento. Se representa con la letra Gc y su fórmula es la siguiente:

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

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

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

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

$$\frac{Lc}{2\pi R} = \frac{\alpha}{360} \rightarrow \frac{\pi R \alpha}{180}$$

Independientemente de que a cada velocidad corresponde un radio mínimo, cuando el ángulo de deflexión es muy pequeño habrá que asumir valores de radio mayores tanto para satisfacer la longitud requerida para la transición del peralte, como para mejorar las condiciones estéticas del trazado. (Normas MTOP 2003)

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

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

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

$$e = R * \left(\sec \frac{\alpha}{1} - 1\right)$$

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

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

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

$$C = 2 * R * \left(\sin \frac{\theta}{2} \right)$$

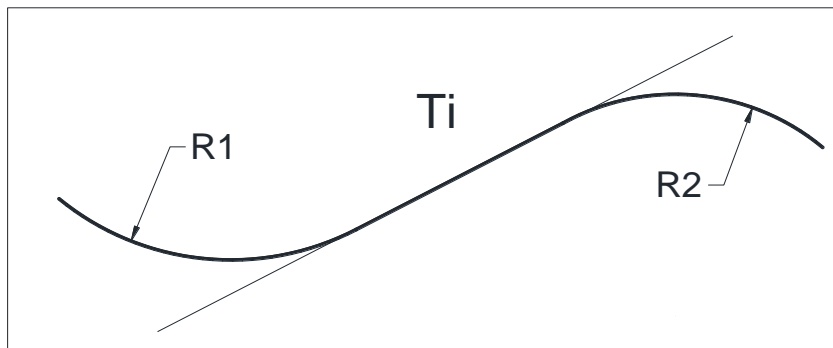
Si los dos puntos de la curva son el PC y el PT, a la cuerda resultante se la llama cuerda larga. Se la representa con las letras “CL” y su fórmula es:

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

2.4.2.6.3 Curvas de transición

Son las curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el del sobreebancho. La característica principal es que a lo largo de la curva de transición, se efectúa de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito en la tangente hasta llegar al radio de la curva circular. (Normas MTOP 2003)

Gráfico N° 08: Curva de inflexión o curva reversa.



Fuente: Manual de diseño geométrico MTOP 2003.

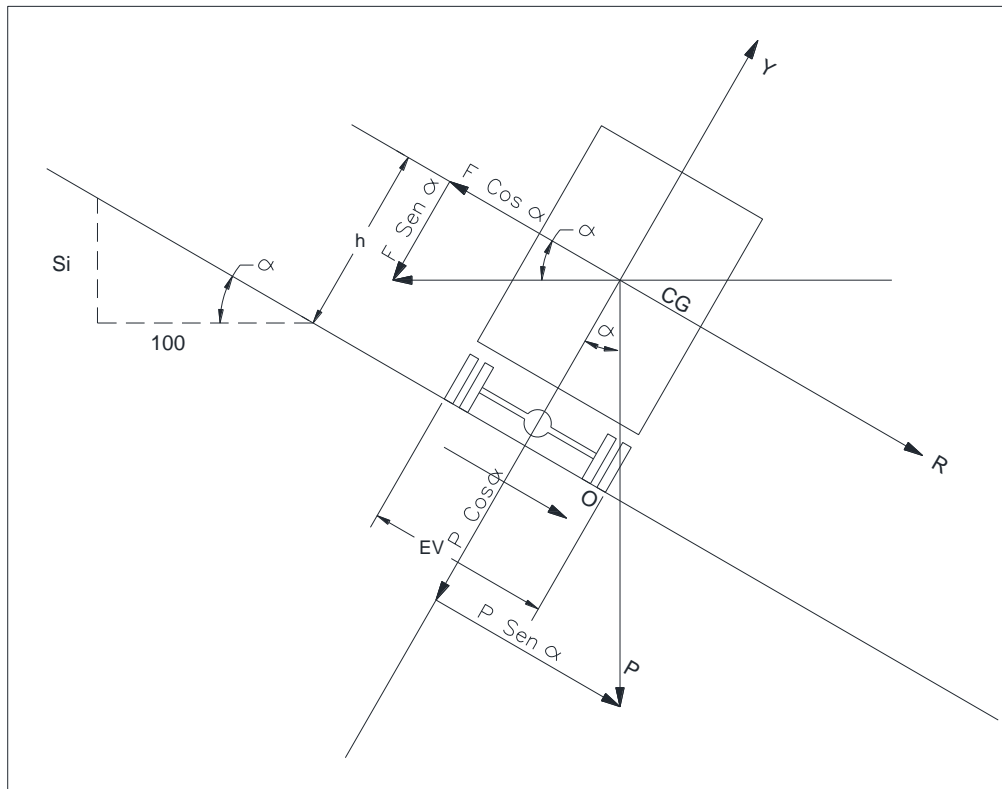
2.4.2.6.4 Peralte

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.

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

La condición necesaria y suficiente para que no se produzca el vuelco es que el momento del peso respecto al eje en el punto “O” sea menor que el momento de la fuerza centrífuga respecto al mismo. (Normas MTOP 2003)

Gráfico N ° 09: Estabilidad del vehículo en las curvas.



Fuente: Normas de diseño geométrico MTOP 2003

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

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

Donde:

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

V = Velocidad de diseño, Km/h.

R = Radio de la curva, m.

f = Máximo coeficiente de fricción lateral.

Magnitud del peralte

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

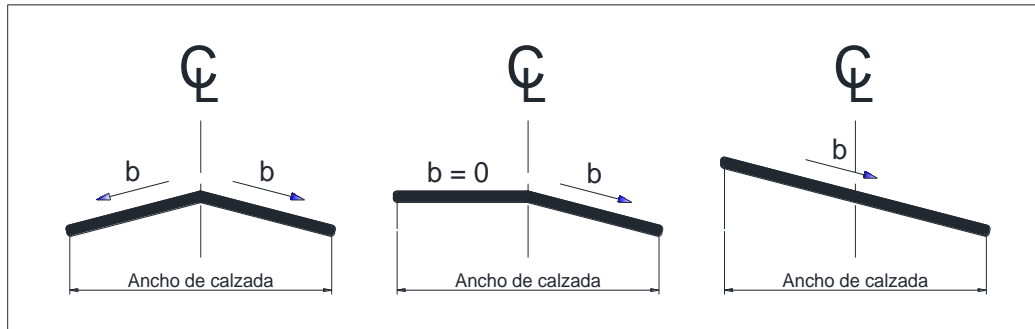
Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h. (Normas MTOP 2003)

Desarrollo del peralte

Cada vez que se pasa de una alineación recta a una curva, se tiene que realizar una transición de una sección transversal, de un estado de sección normal al estado de sección completamente peraltada o viceversa, en una longitud necesaria para efectuar el desarrollo del peralte.

- Haciendo girar la calzada alrededor de su eje (para terrenos montañosos).
- Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior (para terrenos en llano).
- Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior. (Normas MTOP 2003)

Gráfico N ° 10: Desarrollo del peralte en una sección típica.



Fuente: Autor

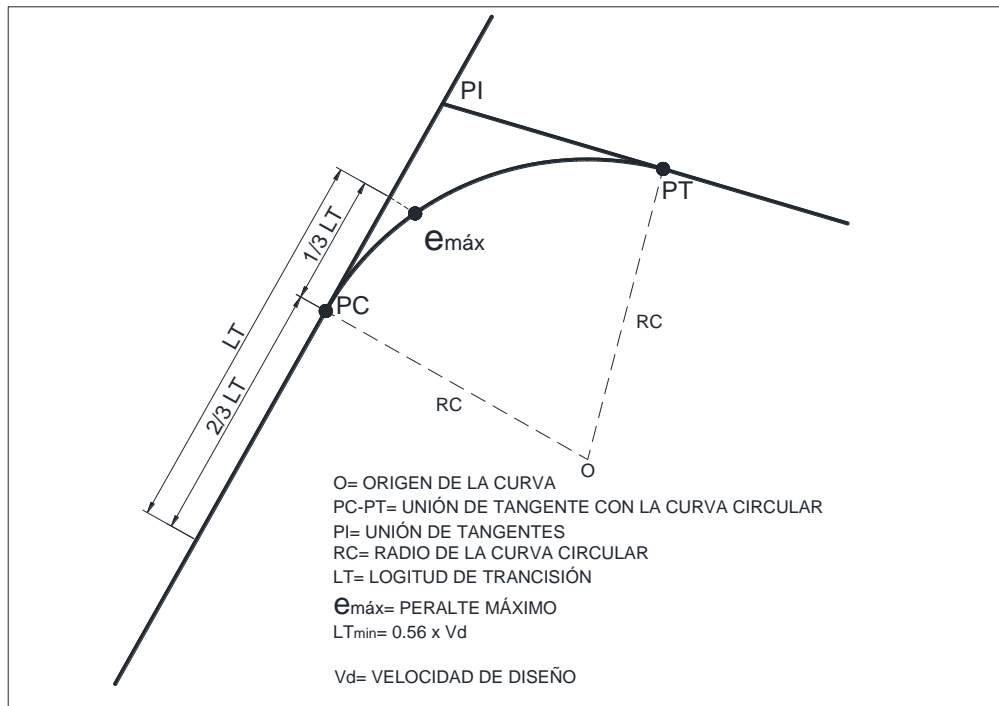
2.4.2.6.5 Longitud de transición

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

- La diferencia entre las pendientes longitudinales de los bordes y el eje de la calzada, no debe ser mayor a los valores máximos. (Normas MTOP 2003)
- La longitud de transición según el primer criterio debe ser mayor a la distancia necesaria de un vehículo que transita a una velocidad de diseño determinada durante 2 segundos.

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

Gráfico N ° 11: Longitud de transición de una curva.



Fuente: Autor

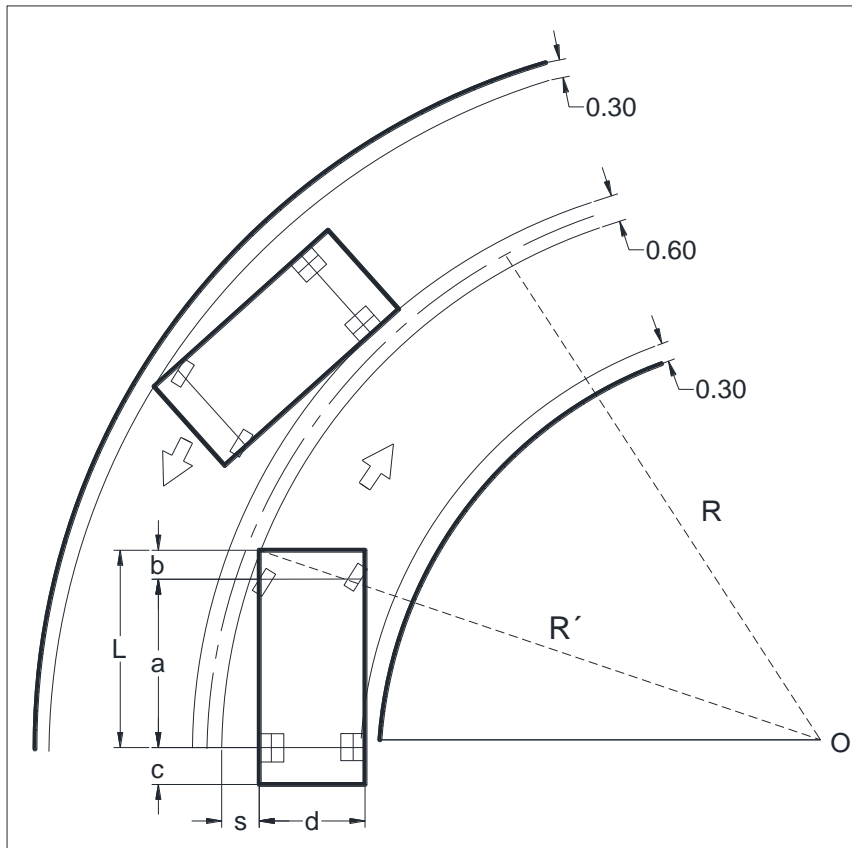
2.4.2.6.6 El sobreebanco en las curvas

El objeto del sobreebanco en la curva horizontal es el de posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad, es necesario introducir los sobreebanchos por las siguientes razones:

- El vehículo al describir la curva, ocupa un ancho mayor ya que generalmente las ruedas traseras recorren una trayectoria ubicada en el interior de la descrita por las ruedas delanteras, además el extremo lateral delantero, describe una trayectoria exterior a la del vehículo.
- 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. Para el caso “a”, si el vehículo describe una curva, marchando a muy pequeña velocidad, el

sobreancho se podría calcular geoméricamente, ya que su eje posterior es radial. Lo mismo ocurrirá cuando describe una curva peraltada a una velocidad tal, de manera que la fuerza centrífuga fuera contrarrestada completamente por la acción del peralte. (Normas MTOP 2003)

Gráfico N ° 12: Esquema para determinar el sobreancho de un carril de tránsito en una curva.



Fuente: Normas de diseño geométrico MTOP 2003

$$R1 + A = \sqrt{R^2 - L^2}$$

$$R1 + A = R - S$$

$$R1 - S = \sqrt{R^2 - L^2}$$

$$S = -\sqrt{R^2 - L^2}$$

Donde:

R= Radio de la curva, m

A= Ancho del vehículo, m

S= sobreeschano, m

V= Velocidad de diseño, Km/h

n = Número de carriles

Valores de diseño

Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobreeschano igual a 30 cm para velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm para velocidades mayores.

En curvas simples, sin espirales, el ensanchamiento debe hacerse con respecto al borde interno del pavimento solamente. En las curvas diseñadas con espirales, el ensanchamiento se reparte por igual entre el borde interno y el borde externo del pavimento.

El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente sobre la longitud de desarrollo del peralte, aunque a veces pueden utilizarse longitudes menores. En los alineamientos sin espirales, el ensanchamiento debe realizarse progresivamente a lo largo de la longitud de desarrollo del peralte, esto es, 2/3 en la tangente y 1/3 dentro de la curva, y en casos difíciles, 50 por ciento en la tangente y 50 por ciento dentro de la curva.

Para el caso del alineamiento con curvas espirales, el ensanchamiento se lo distribuye a lo largo de la longitud de la espiral, obteniéndose la magnitud total de dicho ensanchamiento en el punto espiral-circular (EC). (Normas MTOP 2003)

2.4.2.6.7 Distancias de visibilidad

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

La distancia de visibilidad se discute en dos aspectos:

1. La distancia requerida para la parada de un vehículo, sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en la línea vertical.
2. La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo. (Normas MTOP 2003)

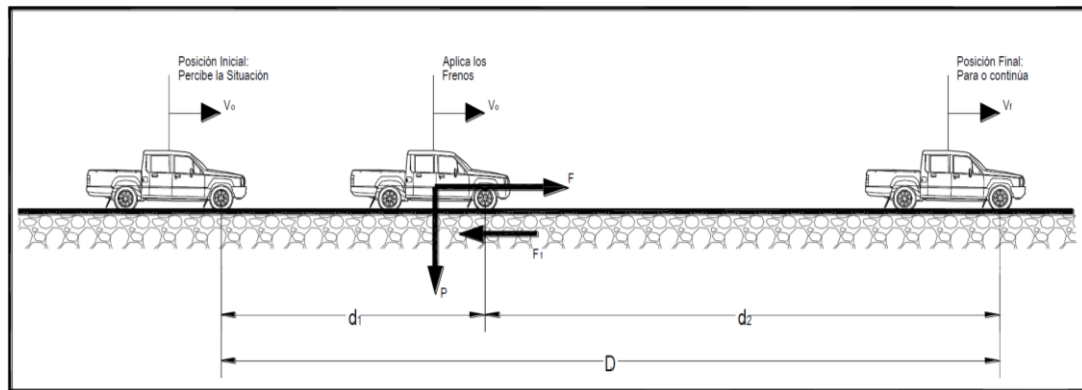
Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo

La mínima distancia de visibilidad (d) para la parada de un vehículo es igual a la suma de dos distancias; una, la distancia (d_1) recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto en el camino hasta la distancia (d_2) de frenaje del vehículo, es decir, la distancia necesaria para que el vehículo pare completamente después de haberse aplicado los frenos. Estas dos distancias corresponden al tiempo de percepción y reacción, y al recorrido del vehículo durante el frenaje respectivamente, es decir:

Para la determinación de la distancia de visibilidad de parada, el tiempo de percepción más el de reacción debe ser mayor que el promedio para todos los conductores bajo condiciones normales. El tiempo de percepción es muy variable de acuerdo al conductor y equivale a 1,5 segundos para condiciones normales de carretera, de acuerdo a varias pruebas realizadas por la AASHTO. Por razones de seguridad, se debe adoptar un tiempo de reacción suficiente para la mayoría de los conductores y equivalente a un segundo.

De aquí que el tiempo total de percepción más reacción hallado como adecuado, se lo considera igual a 2,5 segundos para efectos de cálculo de la mínima distancia de visibilidad en condiciones de seguridad (para el 90% de los conductores según la AASHTO). (Normas MTOP 2003)

Gráfico N° 13: Distancias de visibilidad de parada de un vehículo



Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 - MTOP

$$D=d_1+d_2$$

En donde:

$$d_1= 0.7 V_c$$

d_1 = distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, expresada en metros.

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

t = tiempo de percepción más reacción en seg.

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 f}$$

Donde:

V_c = Velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h.

f = coeficiente de fricción longitudinal.

Tabla N° 09: Distancias de visibilidad mínimas para un vehículo

VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD MÍNIMAS PARA PARADA DE UN VEHÍCULO										
(Metros)										
Criterio de Diseño: Pavimentos Mojados										
Clase de Carretera				Valor Recomendable			Valor Absoluto			
				L	O	M	L	O	M	
R-I	o R-II	>	8.000	TPDA	220	180	135	180	135	110
I	3.000	a	8.000		180	160	110	160	110	70
II	1.000	a	3.000		160	135	90	135	110	55
III	300	a	1.000		135	110	70	110	70	40
IV	100	a	300		110	70	55	70	35	25
V	Menos	de	100		70	55	40	55	35	25

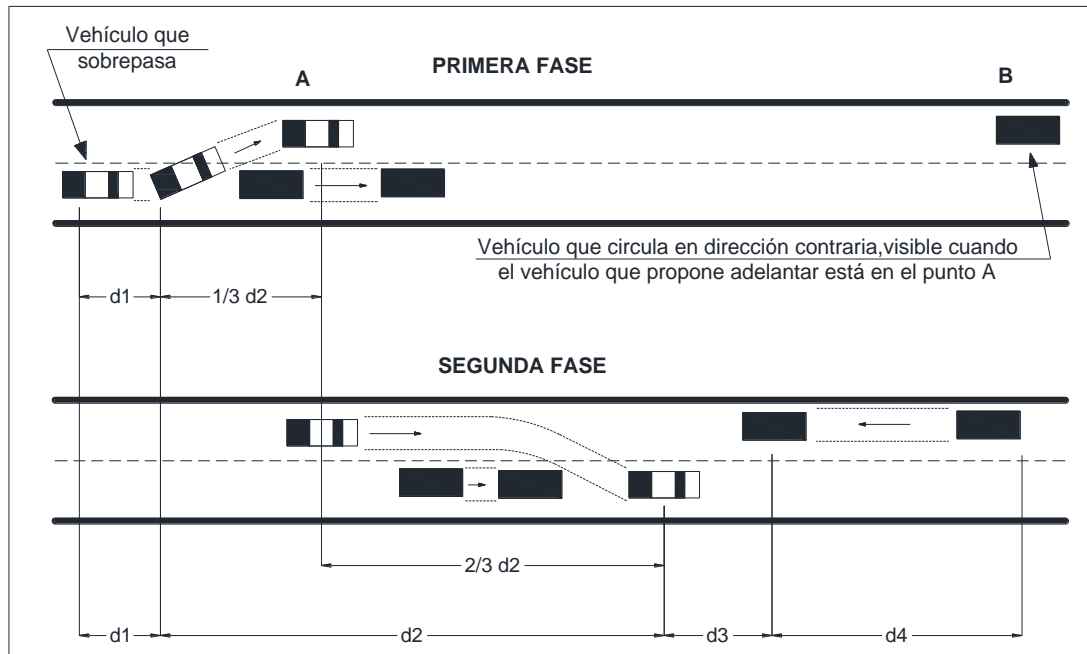
Fuente: Normas de diseño geométrico MTOP 2003

Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo

Para el cálculo de la distancia mínima de rebasamiento en carreteras de dos carriles, se asume lo siguiente:

- El vehículo rebasado circula con velocidad uniforme.
- Cuando llega a la zona de rebasamiento, el conductor del vehículo rebasante requiere de corto tiempo para percibir dicha zona y reaccionar iniciando la maniobra.
- El vehículo rebasante acelera durante la maniobra y su velocidad promedio durante la ocupación del carril izquierdo es de 16 kilómetros por hora, mayor a la del vehículo rebasado.
- Cuando el vehículo rebasante regresa a su propio carril del lado derecho, existe un espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario por el otro carril. (Normas MTOP 2003)

Gráfico N° 14: Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.



Fuente: Normas de diseño geométrico MTOP 2003

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

d₁= distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción/reacción y durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera.

d₂= distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

d₃= distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra. Asumir de 30 m a 90 m.

d₄= distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril izquierdo; es decir, $\frac{2}{3}$ de d_2 . Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante. (Normas MTOP 2003)

$$d_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

Las distancias parciales arriba indicadas se calculan por las siguientes fórmulas:

$$d_1 = 0.14t_1 (2V - 2m + at_1)$$

$$d_2 = 0.28 Vt_2$$

$$d_3 = 30\text{m a } 90\text{m}$$

$$d_4 = 0.18 Vt_2$$

Tabla N° 10: Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo

Velocidad de diseño (Km/h)	Velocidad de Circulación asumida (Km/h)	Velocidad del Vehículo Rebasante (Km/h)	Mínima Distancia de Visibilidad para el Rebasamiento (m)	
			Calculada	Redondeada
40	35	51	268	270
50	43	59	345	345
60	50	66	412	415
70	58	74	488	490
80	66	82	563	565
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830*

Fuente: Normas de diseño geométrico MTOP 2003

2.4.2.7 Alineamiento vertical

Las pendientes en el trazado de la vía a adoptarse, obedecen a las siguientes especificaciones:

- Características del terreno.
- Economía.

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y

con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales. El volumen de tierras a moverse depende de dos variables:

- Pendientes máximas del perfil.
- Tortuosidad del terreno en planta.
- Radios pequeños y un mayor número de curvas. (Normas MTOP 2003)

2.4.2.7.1 Gradientes

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

Tabla N° 11: Gradientes longitudinales máximas

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

Fuente: Normas de diseño geométrico MTOP 2003

Las gradientes y longitud máximas, pueden adaptarse a los siguientes valores:

Para gradientes del: 8—10%, La longitud máxima será de: 1.000 m.

10—12%, La longitud máxima será de: 500 m.

12—14%, La longitud máxima será de: 250 m.

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1 por ciento, en terrenos ondulados y montañosos, a fin de reducir los costos de construcción (Para las vías de 1°, 2° y 3° clase). (Normas MTOP 2003)

Gradientes mínimas

La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia. (Normas MTOP 2003)

2.4.2.7.2 Curvas verticales

La curva vertical preferida en el diseño del perfil de una carretera es la parábola simple que se aproxima a una curva circular. Las ordenadas de la parábola a sus tangentes varían con el cuadrado de la distancia horizontal a partir del punto de tangencia y está expresada por la siguiente fórmula:

$$Y = \left[\frac{X}{L} \right]^2 * h = \left[\frac{2X}{L} \right]^2 * h$$

Siendo h la ordenada máxima en el punto PIV y que se expresa por:

$$h = \frac{AL}{800}$$

En donde:

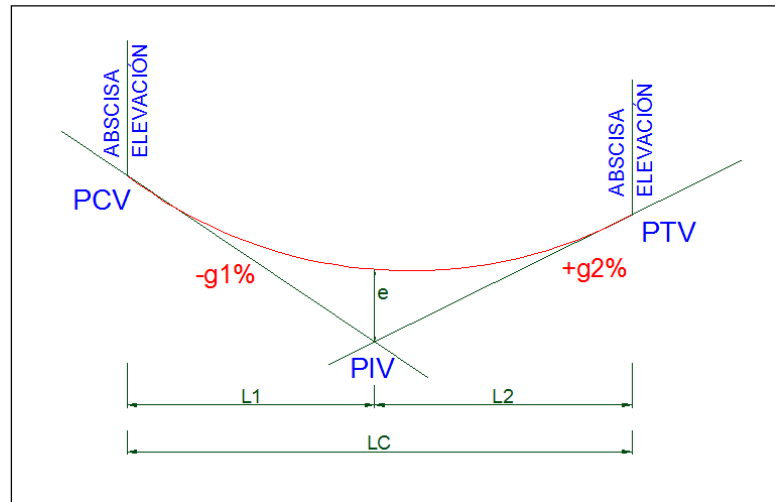
A = Diferencia algebraica de gradientes, expresada en porcentaje

X = Distancia horizontal medida desde el punto de tangencia hasta la ordenada, expresada en metros.

L = Longitud de la curva vertical, expresada en metros.

La relación L/A expresa la longitud de la curva en metros, por cada tanto por ciento de la diferencia algébrica de gradientes; esta relación, denominada K , sirve para determinar la longitud de las curvas verticales para las diferentes velocidades de diseño. (Normas MTOP 2003)

Gráfico N° 15: Partes de una Curva Vertical.



Fuente: Autor

El origen de una curva vertical se lo identifica como PCV y el final de ésta como PTV, la intersección de las dos tangentes originadas desde el inicio y final de las mismas se denomina PIV (Punto de intersección vertical), estas curvas pueden ser cóncavas y convexas como se muestra en el siguiente **Gráfico N° 16**. (Fuente: Autor)

Curvas verticales convexas

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

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

Donde:

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

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

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

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

$$L = k A$$

Curvas verticales cóncavas

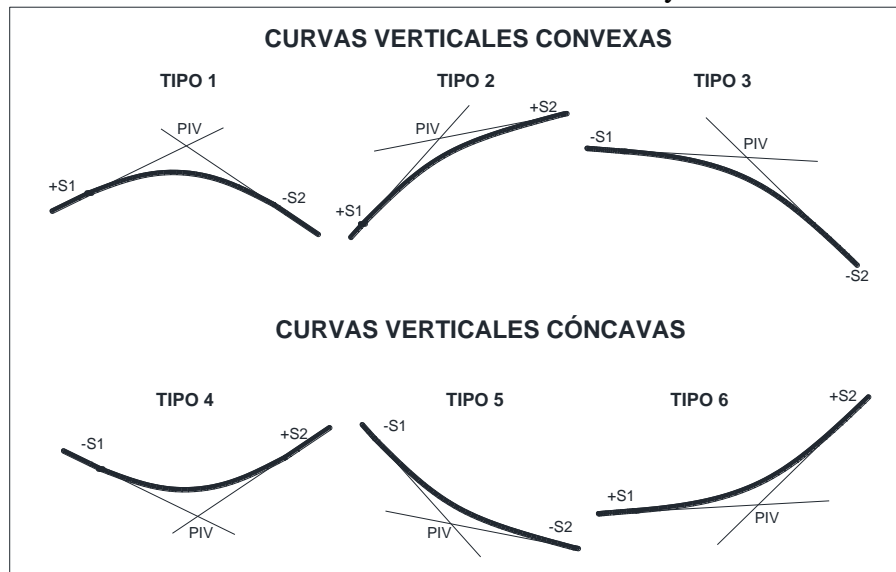
Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo. (Normas MTOP 2003)

Tabla N° 12: Curvas verticales mínimas

Curva Vertical Cóncava	Curva Vertical Convexa
$LCV = A * (S^2 / (122 + 3.5*S))$	$LCV = A * S^2 / 426$

Fuente: Normas de diseño geométrico MTOP 2003

Gráfico N° 16: Curvas verticales cóncavas y convexas.



Fuente: Autor

Tabla N° 13: Curvas verticales convexas mínimas

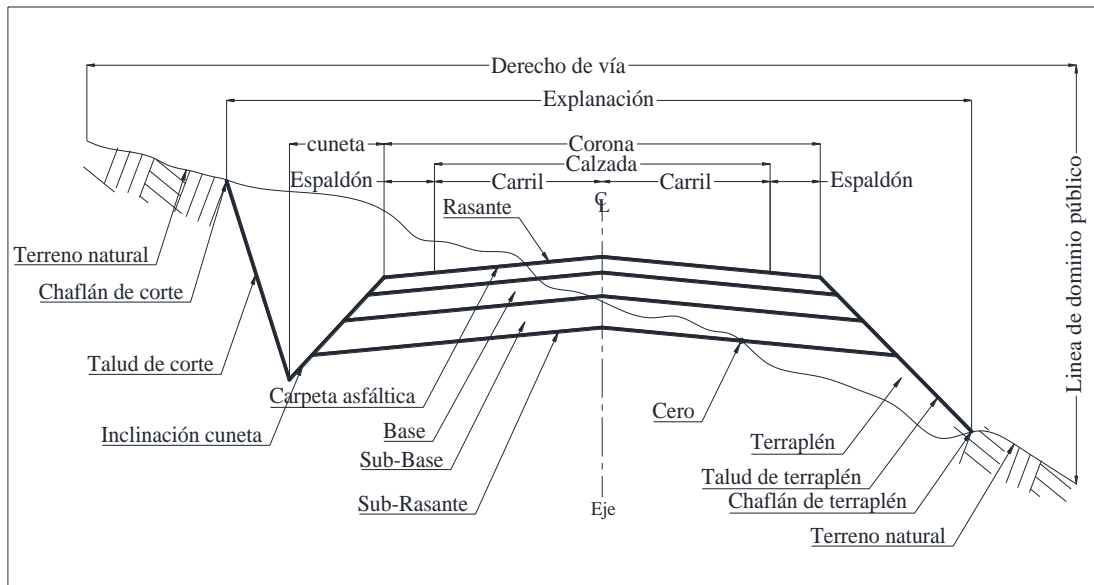
CURVAS VERTICALES CONVEXAS MÍNIMAS			
Velocidad de diseño	Distancia de visibilidad para Parada."s"	Coefficiente $k=S^2/426$	
		Calculado	Redondeado
kph	(m)		
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	55	7.1	7
60	70	11.5	12
70	90	19.01	19
80	110	28.4	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80
120	220	113.62	115

Fuente: Normas de diseño geométrico MTOP 2003

2.4.2.7.3 Secciones transversales típicas

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera. En la selección de las secciones transversales deben tomarse en cuenta los beneficios a los usuarios, así como los costos de mantenimiento. (Normas MTOP 2003)

Gráfico N° 17: Sección transversal.



Fuente: James Cárdenas Grisales, 2002

a) Calzada

El ancho del pavimento se determina en función del volumen y composición del tráfico (dimensiones del vehículo de diseño) y de las características del terreno. Para un alto volumen de tráfico o para una alta velocidad de diseño, se impone la provisión del máximo ancho de pavimento económicamente factible. Para un volumen de tráfico bajo o para una velocidad de diseño baja, el ancho del pavimento debe ser el mínimo permisible. En el caso de volúmenes de tráfico intermedios o velocidades de diseño moderadas, para los cuales se contemplan pavimentos de tipo superficial bituminosos o superficiales de rodadura de grava, el ancho debe ser suficiente como para evitar el deterioro de dicha superficie por efecto de la repetición de las cargas de los vehículos sobre las mismas huellas. (Normas MTOP 2003)

Tabla N° 14: Anchos de calzada recomendables y absolutos

ANCHOS DE CALZADA		
CLASES DE CARRETERA	ANCHO DE CALZADA (m)	
	Recomendable	Absoluto
R-I o RII > 8000 TPDA	7.30	7.30
I 3000 a 8000 TPDA	7.30	7.30
II 1000 a 3000 TPDA	7.30	6.50
III 300 a 1000 TPDA	6.70	6.00
IV 100 a 300 TPDA	6.00	6.00
V Menos de 100 TPDA	4.00	4.00

Fuente: “Normas de diseño geométrico de carreteras” MTOP 2003

b) Espaldones

Las principales funciones de los espaldones son las siguientes:

1. Provisión de espacio para el estacionamiento temporal de vehículos fuera de la superficie de rodadura fija, a fin de evitar accidentes.
2. Provisión de una sensación de amplitud para el conductor, contribuyendo a una mayor facilidad de operación, libre de tensión nerviosa.
3. Mejoramiento de la distancia de visibilidad en curvas horizontales.
4. Mejoramiento de la capacidad de la carretera, facilitando una velocidad uniforme.
5. Soporte lateral del pavimento.
6. Provisión de espacio para la colocación de señales de tráfico y guardacaminos, sin provocar interferencia alguna. (Normas MTOP 2003)

Tabla N ° 15: Gradiente trasversal de espaldones

Gradiente trasversal para espaldones (porcentajes)		
CLASES DE CARRETERA	Tipos de superficie	Gradiente Transversal %
R-I o RII > 8000 TPDA	Carpeta de concreto asfalto	4.00
I 3000 a 8000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o carpeta	4.00
II 1000 a 3000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o superficie establecida	4.00
III 300 a 1000 TPDA	Superficie establecida, grava	4.00
IV 100 a 300 TPDA	D.T.S.B. o capa granular	4.00

Fuente: “Normas de diseño geométrico de carreteras” MTOP 2003

c) Derecho de vía

De conformidad al Art. 3° del Capítulo I de la Ley de Caminos y al Art. 4° del Capítulo I del Reglamento Aplicativo de dicha Ley, establece el Derecho de Vía, “que consiste en la facultad de ocupar en cualquier tiempo, el terreno necesario para la construcción, conservación, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación de caminos”, el cual, de manera general, “se extenderá a veinte y cinco metros medidos desde el eje de la vía hacia cada uno de sus costados, distancia a partir de la cual podrá levantarse únicamente el cerramiento, debiendo, para la construcción de la vivienda, observar un retiro adicional de cinco metros” (Normas MTOP 2003)

d) Taludes

Los taludes en corte y en relleno son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además 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, como regla general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible. En terrenos ondulados y montañosos, en donde las

condiciones de los suelos constituyen un factor determinante y el movimiento de tierras es el rubro mayor en la construcción, se recomienda dar especial consideración a los taludes en corte en las curvas horizontales, a fin de proveer una adecuada distancia de visibilidad a un costo razonable. En lo demás, la selección de taludes debe ser materia de un estudio particular en cada caso, tomando en cuenta la naturaleza del terreno y las condiciones geológicas existentes. (Normas MTOP 2003)

En terrenos planos, donde la excavación y el relleno constituyen relativamente un pequeño porcentaje dentro del costo de construcción, se recomiendan taludes para corte y para relleno, como se indica en el cuadro: (<https://maeloja.files.wordpress.com/2014/03/resumen-ejecutivooesia-vc3ada-batalladeros-rc3ado-pindo.pdf>)

Tabla N ° 16: Pendientes típicas para taludes en cortes de carreteras.

PENDIENTES TÍPICAS PARA TALUDES EN CORTES DE CARRETERAS.			
MATERIAL	PROPIEDADES	ALTURA DE CORTE (M)	PENDIENTE SUGERIDA
Roca dura	-	-	0.3H:1V a 0.8H:1V
Roca blanda			0.5H:1V a 1.2:1V
Arena	Poco denso		1.5H:1V a 2H:1V
Suelo arenoso	Denso	Menos de 5	0.8H:1V a 1H:1V
		5 a 10	1H:1V a 1.2H:1V
	Poco denso	Menos de 5	1H:1V a 1.2H:1V
		5 a 10	1.2H:1V a 1.5H:1V
Mezcla de arena con grava o masas de roca	Denso	Menos de 10	0.8H:1V a 1H:1V
		10 a 15	1H:1V a 1.2H:1V
	Poco denso	Menos de 10	1H:1V a 1.2H:1V
		10 a 15	1.2H:1V a 1.5H:1V
Suelos cohesivos		0 a 10	0.8H:1V a 1.2H:1V
Suelos cohesivos mezclados con masas de roca o bloques		Menos de 5	1H:1V a 1.2H:1V
		5 a 10	1.2H:1V a 1.5H:1V

Fuente: Conformación de taludes, Jaime Suarez, Colombia

2.4.2.8 Pavimentos

Se puede considerar como una estructura, constituida por varias capas de materiales seleccionados, diseñada y construida técnicamente con el objeto de brindar el tránsito de los vehículos de una manera rápida, cómoda, eficiente y económica.

Funciones de una estructura de pavimentos

La estructura debe proporcionar al usuario una superficie de rodadura que sea segura, cómoda y cuyas características permanezcan durante el período de servicio.

Los pavimentos deben tener una textura apropiada para el rodamiento con una fricción tal que su superficie de rodadura, evite el deslizamiento y un color adecuado para evitar los reflejos y deslumbramientos.

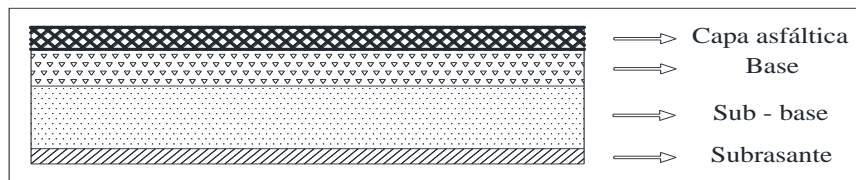
El pavimento debe ser resistente a la fatiga ocasionada por las cargas del tránsito previsto durante un período de tiempo y la fatiga generada por la intemperie.

Finalmente repartir las presiones verticales ejercidas por las llantas de los vehículos, de tal manera que a la subrasante solo llegue una pequeña fracción, compatible con su capacidad de soporte, además protegerla de la acción del clima. (Normas MTOP 2003)

2.4.2.8.1 Pavimentos flexibles

Se denominan pavimentos flexibles a aquellos cuya estructura total se flexiona dependiendo de las cargas que transitan sobre él, está conformada con productos bituminosos y materiales granulares por varias capas de material: capa asfáltica o superficial que se encuentran en contacto con el tráfico. La capa base que está debajo, la capa sub – base. (<http://www.urbanismo.com/pavimentos-flexibles/>)

Gráfico N° 18: Estructura de un pavimento flexible



Fuente: Estructuración de vías terrestres, Olivera Bustamante Fernando, 1998

a) **Sub-base.-** Es una capa de materiales granulares seleccionados, comprendida entre la subrasante y la base. Está constituida por material granular, suelos estabilizados, escorias de altos hornos, entre otros.

Su principal función es la siguiente:

- Servir de drenaje al pavimento.
- Controlar o eliminar en lo posible, los cambios de volumen de elasticidad y plasticidad perjudiciales que pudiera tener el material de la sub - rasante.
- Controlar la ascensión capilar del agua proveniente de las capas freáticas cercanas o de otras fuentes, protegiendo así el pavimento contra los hinchamientos en épocas de helada. (http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/018150/018150_Cap2.pdf)

Tabla N° 17: Especificaciones generales para Sub-bases

CBR	>30%	Pasante del tamiz 40	
		Desgaste a la abrasión de los Ángeles	<50%
Límite Líquido	< 25%		

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 - MTOP

Las Sub-bases son de 3 clases. A continuación se indican sus características:

Tabla N° 18: Granulometría de las diferentes Sub-bases

TAMIZ	% Pasante a través de los tamices		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (76.2 mm)	-	-	100
2" (50.4 mm)	-	100	-
1 1/2 (38.1 mm)	100	70 – 100	-
N°4 (4.75 mm)	30 – 70	30 – 70	30 – 70
N°40 (76.2 mm)	10 – 35	15 – 40	-
N°200 (76.2 mm)	0 – 15	0 – 20	0 – 20

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 - MTOP

b) **Base.-** Es una capa de materiales pétreos seleccionados, se la construye sobre la sub-base y eventualmente sobre la subrasante. Se encuentra limitada en su parte superior por una capa asfáltica, su función es primordialmente resistente.

Tabla N° 19: Especificaciones generales para bases.

CBR	>80%	Pasante del tamiz 40	
Desgaste a la abrasión de los Ángeles	<40%	Índice Plástico IP	< 6 %
		Límite Líquido	< 25%

Fuente: “Normas de diseño geométrico de carreteras” MTOP 2003

La granulometría para las bases se clasifica de la siguiente manera:

Tabla N° 20: Granulometría de las diferentes bases

TAMIZ	% Pasante a través de los tamices				
	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
	A	B			
2” (50.4 mm)	100	-	-	-	100
1 1/2 (38.1 mm)	70 – 100	100	-	-	-
1” (25.4 mm)	55 – 85	70 – 100	100	-	60 – 90
3/4” (19.0 mm)	50 – 80	60 – 90	70 – 100	100	-
3/8” (9.5 mm)	35 – 60	45 – 75	50 – 80	-	-
N°4 (4.75 mm)	25 – 50	30 – 60	35 – 65	45 – 80	20 – 50
N°10 (2.00 mm)	20 – 40	20 – 50	25 – 50	30 – 60	-
N°40 (0.425 mm)	10 – 25	10 – 25	15 – 30	20 – 35	-
N°200 (0.0075 mm)	2 – 12	2 – 12	3 – 15	3 – 15	0 – 15

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 - MTOP

c) **Capa asfáltica.-** La carpeta asfáltica del pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento, es elaborada con material pétreo seleccionado y un producto asfáltico dependiendo del tipo de camino que se va a construir, las principales características físicas que debe cumplir son:

- Un diámetro menor de una pulgada y tener una granulometría adecuada.

- Deberá tener cierta dureza para lo cual se le efectuarán los ensayos de desgaste de los Ángeles, intemperismo acelerado, densidad y durabilidad.

En las mezclas asfálticas es de gran importancia conocer la cantidad de asfalto por emplearse, para resistir los efectos de tránsito y de la intemperie, pero no debe resultar muy gruesa y antieconómica, puede provocar una pérdida de la estabilidad en la carpeta, además este exceso de asfalto puede hacer resbalosa la superficie; para calcular este óptimo se tienen las pruebas de compresión simple para mezclas de frío y la prueba de Marshall para muestras en caliente.

Para conocer la adherencia entre el petróleo y el asfalto se pueden realizar pruebas de desprendimiento por fricción, pérdida de estabilidad; en caso de que las características del pétreo no sean aceptables, se pueden lavar o usar un estabilizante para cambiar la tensión superficial de los poros. (http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/018150/018150_Cap2.pdf)

2.4.2.9 Sistemas de drenaje

Se define sistema de drenaje de una vía como el dispositivo específicamente diseñado para la recepción, canalización y evacuación de las aguas que puedan afectar directamente a las características funcionales de cualquier elemento integrante de la carretera. (Fuente: http://mirame-ok.blogspot.com/2013_04_01_archive.html)

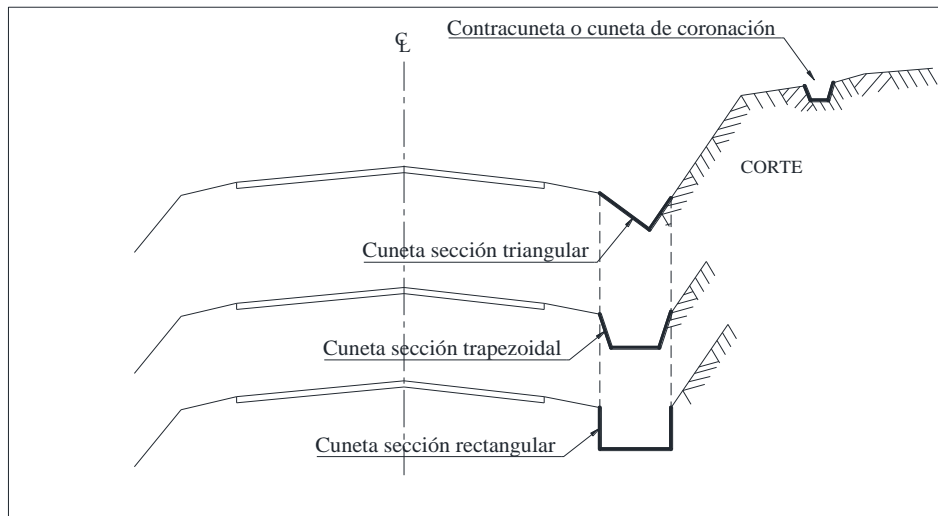
2.4.2.9.1 Tipos de drenaje:

a) Drenaje superficial.- Es el conjunto de obras destinadas a la recolección de las aguas pluviales o de deshielo (zonas especiales), su canalización y evacuación a los cauces naturales, sistemas de alcantarillado o a la capa freática del terreno. Este tipo de drenaje se divide en dos grupos:

En el drenaje superficial se encuentra: cunetas, contra cunetas, bombeo, lavaderos, zampeados, y el drenaje transversal.

- **Drenaje longitudinal:** Canaliza las aguas caídas sobre la plataforma y taludes de la explanación de forma paralela a la calzada, restituyéndolas a sus cauces naturales. Para ello se emplean elementos como las cunetas, cauces, colectores, sumideros y bajantes, también se conocen este tipo como obras de arte menor. (http://mirame-ok.blogspot.com/2013_04_01_archive.html)

Gráfico N° 19: Drenaje longitudinal de una vía.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico MTOP 2003.

- **Drenaje transversal:** Permite el paso del agua a través de los cauces naturales bloqueados por la infraestructura, de forma que no se produzcan destrozos. Comprende pequeñas y grandes obras de paso, como puentes o viaductos. (<http://www.buenastareas.com/ensayos/Tipos-De-Drenes/50434868.html>)

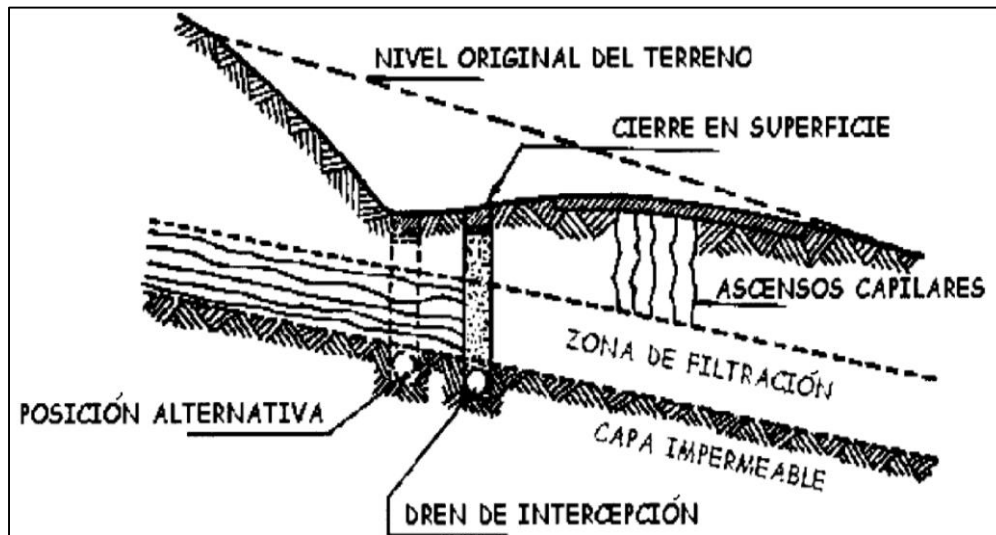
Gráfico N° 20: Drenaje Transversal de una vía.



Fuente: Manual del Curso de Irrigación y Drenaje, Hugo Amado Rojas Rubio, 2010.

b) Drenaje profundo o subterráneo: Su función es impedir, el acceso del agua a capas superiores de la carretera especialmente al firme, por lo que debe controlar el nivel freático del terreno y los posibles acuíferos y corrientes subterráneas existentes. Emplea diversos tipos de drenes subterráneos, arquetas y tuberías de desagüe. (http://mirame-ok.blogspot.com/2013_04_01_archive.html)

Gráfico N° 21: Drenaje profundo o subterráneo.



Fuente: Manual del Curso de Irrigación y Drenaje, Hugo Amado Rojas Rubio, 2010.

Es práctica habitual combinar ambos sistemas para conseguir una evacuación eficiente de las aguas, aunque en ocasiones en zonas muy secas o con suelos impermeables sólo es necesario emplear dispositivos de drenaje superficial. (http://mirame-ok.blogspot.com/2013_04_01_archive.html)

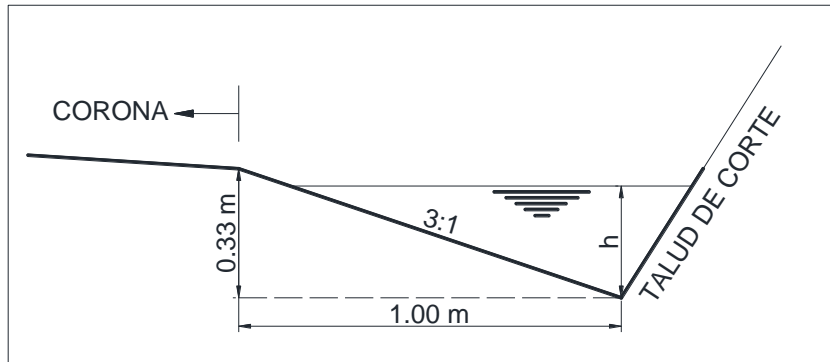
- **Cunetas.-** Son canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o a ambos lados de una carretera, con el propósito de interceptar el agua de lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud del corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducirla a un drenaje natural ó a una obra transversal,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

La cuneta se localizará entre el espaldón de la carretera y el pie del talud del corte.

La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del

0.50% y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua la misma que condicionará la necesidad de revestimiento. (Normas MTOP 2003)

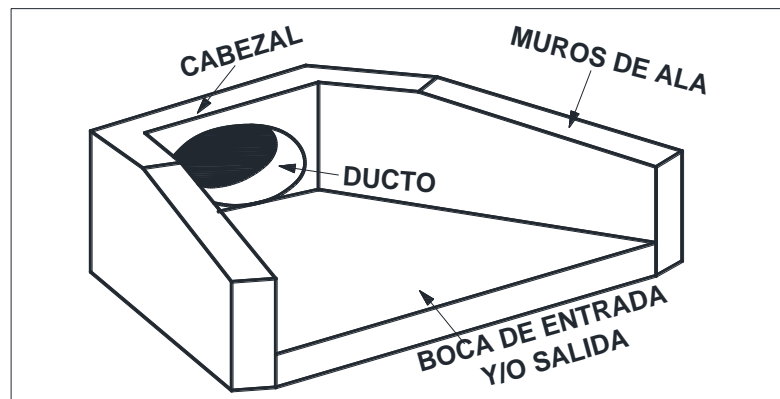
Gráfico N° 22: Sección típica de una cuneta.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico MTOP 2003.

- **Alcantarillas.-** Las alcantarillas son conductos cerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversales y por debajo del nivel de subrasante de una carretera, con el objeto de conducir hacia cauces naturales el agua lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos o esteros, canales de riego, cunetas y del escurrimiento superficial de la carretera. Los elementos constitutivos de una alcantarilla son: el ducto, los cabezales, los muros de ala en la entrada y salida, y otros dispositivos que permitan mejorar las condiciones del escurrimiento y eviten la erosión regresiva debajo de la estructura. (Normas MTOP 2003)

Gráfico N° 23: Elementos de una Alcantarilla.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico 2003 MTOP.

Criterios de diseño

A la hora de proyectar el drenaje de una carretera debe tenerse presente una serie de factores que influyen directamente en el tipo de sistema más adecuado, así como en su posterior funcionalidad. (<http://files.construccion-deedificaciones.webnode.com.co/200000161-a1dc1a2cdb/METODOS%20DE%20DRENAJE.pdf>). Los más destacables son:

a) Factores topográficos: Dentro de este grupo se engloban circunstancias de tipo físico, tales como la ubicación de la carretera respecto del terreno natural contiguo en desmonte, terraplén o a media ladera, la tipología del relieve existente llano, ondulado, accidentado o la disposición de sus pendientes en referencia a la vía.

b) Factores hidrológicos: Hacen referencia al área de la cuenca de recepción y aporte de aguas superficiales que afecta directamente a la carretera, así como a la presencia, nivel y caudal de las aguas subterráneas que puedan infiltrarse en las capas inferiores del firme. (<http://es.slideshare.net/israel12500193/cuestionario-unidad-3-carreteras>)

c) Factores geotécnicos: La naturaleza y características de los suelos existentes en la zona condiciona la facilidad con la que el agua puede llegar a la vía desde su punto de origen, así como la posibilidad de que ocasione corrimientos o una erosión excesiva del terreno. Las propiedades a considerar son aquellas que afectan a su permeabilidad, homogeneidad, estratificación o compacidad, influyendo también la existencia de vegetación.

Una vez sopesados estos factores se procede al diseño de la red de drenaje, que deberá cumplir los siguientes objetivos:

- Evacuar de manera eficaz y lo más rápidamente posible el agua caída sobre la superficie de rodadura y los taludes de la explanación contiguos a ella. Por supuesto, deberán evitar la inundación de los tramos más deprimidos de la vía.

- Alejar del firme el agua freática, así como los posibles acuíferos existentes, empleando para ello sistemas de drenaje profundo.

- No suponer un peligro añadido para la seguridad del conductor, empleando para ello taludes y redondeando las aristas mediante acuerdos curvos, evitando así posibles accidentes adicionales, también debe cuidarse el aspecto ambiental, procurando que produzca el menor daño posible al entorno. (<http://uniperezvcivil.files.wordpress.com/2013/02/drenages1.docx>)

2.5 HIPÓTESIS

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía La Libertad - San Jorge, del Cantón Patate, provincia de Tungurahua, como estudio predominante, mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 Variable independiente

Diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía La Libertad - San Jorge, cantón Patate.

2.6.2 Variable dependiente

Calidad de vida de los habitantes del sector.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

Los tipos de investigación que se efectuaron son los siguientes:

Investigación de Campo

La investigación se la realizó con visitas al lugar mismo y se socializó con los moradores de las comunidades, para analizar las condiciones de la vía de acuerdo al tema de estudio, se obtuvo el tráfico actual de la vía, se realizó el levantamiento topográfico y se determinó la clase de suelo, con datos exactos que ayudaron a la determinación del diseño de la estructura del pavimento y del diseño vial.

Investigación Bibliográfica

El estudio determinó el uso de diferentes teorías de diferentes autores, la base técnica se sustenta en las normas vigentes como la AASHTO y MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas), se determinó el diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento.

Investigación Experimental

En esta investigación se efectuó una modalidad experimental, con los estudios y la toma de muestras del suelo, se determinaron la mecánica del suelo con todas sus propiedades mediante ensayos de laboratorio C.B.R. a lo largo de la vía en diferentes puntos, una muestra analizada por kilómetro.

3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Nivel Exploratorio

Dentro del proceso investigativo, mediante el nivel exploratorio, se logró reconocer el sitio mismo y el estado de la vía y la calidad de vida de los habitantes del sector y permitió elaborar la hipótesis, mediante la cual se obtuvo la variable dependiente e independiente, identificando el problema de la vía La Libertad - San Jorge, sus sectores aledaños y así plantear la solución más efectiva.

Nivel Descriptivo

El nivel descriptivo o hipótesis de trabajo, "El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía La Libertad - San Jorge del Cantón Patate como estudio predominante permitirá mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector", investiga el aumento de flujo vehicular, permite la comercialización de productos e insumos y reducción en el tiempo de recorrido, busca especificar las condiciones de las comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis.

Nivel Explicativo

Dentro de este nivel se describen las causas en las que se verá reflejado la recuperación de la vía, sobre el estudio que se va a realizar en el sector La Libertad - San Jorge para el beneficio de los habitantes del sector.

Asociación de Variables

La investigación en nivel de asociación de variables, elaboró un estudio de relación, para determinar las variaciones y evaluar el comportamiento de una variable en función de otra se mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector al realizar el diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía La Libertad - San Jorge.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población o Universo (N)

El universo que es parte de los habitantes beneficiados en esta investigación en los sectores de La Libertad y San Jorge con sus sectores aledaños del Cantón Patate de la Provincia de Tungurahua es de 529 de acuerdo a datos censales realizado en el año 2010.

N=529

3.3.2 Muestra

El tamaño de la muestra será determinado en función del universo de estudio que se calcula con la siguiente ecuación:

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

$$n = \frac{529}{0.05^2(529 - 1) + 1}$$

$$n = 228.01$$

$$n = 228 \text{ encuestas}$$

Donde:

n=Tamaño de la muestra

E= Error de muestreo cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor variable entre el 1% (0.01) y el 9% (0.09), para el estudio se estimó el 5% (0.05).

N= Población o Universo.

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4.1 Variable Independiente:

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía La Libertad - San Jorge, cantón Patate.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas-Instrumentos
Diseño geométrico: consiste en el trazado de la carretera horizontal y verticalmente	Alineamiento horizontal	<ul style="list-style-type: none"> - Velocidades de diseño - Velocidades de circulación - Curvas circulares - Radios mínimos - Distancia de visibilidad - Distancia de parada y - Peraltes 	¿Cuál es el alineamiento horizontal apto para la vía?	<ul style="list-style-type: none"> - GPS - Estación Total - Normas MTOP
	Alineamiento vertical	<ul style="list-style-type: none"> - Gradientes mínimas y máximas - Curvas verticales 	¿Cuál es el alineamiento vertical apto para la vía?	<ul style="list-style-type: none"> - Software vial
	Diseño transversal	<ul style="list-style-type: none"> - Secciones transversales - Movimientos de tierras 	¿Cuál es la sección típica y volúmenes de cortes y relleno?	<ul style="list-style-type: none"> - Formularios
Estructura del pavimento: está conformado por capas	Sub-rasante	<ul style="list-style-type: none"> - Tráfico TPDA 	¿Cuáles son los espesores de la estructura del pavimento?	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayos de laboratorio
	Sub-base	<ul style="list-style-type: none"> - Límites de consistencia 		<ul style="list-style-type: none"> - Normas MTOP
	Base	<ul style="list-style-type: none"> - CBR de diseño 		<ul style="list-style-type: none"> - Normas SUCS
	Capa de rodadura	<ul style="list-style-type: none"> - Asfalto 	<ul style="list-style-type: none"> - Normas AASHTO 1993 	
	Drenaje	<ul style="list-style-type: none"> - Drenaje superficial - Cunetas - Alcantarillas 	¿Cuál es el diseño de las cunetas y alcantarillas?	<ul style="list-style-type: none"> - Normas MTOP - Normas INEN - Formularios

3.4.2 Variable Dependiente: Calidad de vida de los habitantes del sector

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas-Instrumentos
La calidad de vida de los habitantes del sector involucra el bienestar social en el medio en el cual se desenvuelven	Economía	Comercio Agricultura Turismo	¿Cuál es la economía del sector y cómo la elevaría?	Observación Entrevistas Encuestas
	Seguridad	Control de tráfico Prevención de accidentes Señalización	¿Cuál es la seguridad que tiene la zona?	Observación Encuestas

3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Las técnicas a utilizar durante la ejecución del proyecto será participativa directa e indirecta, recolectando la información tomada en sitio como el tipo de suelo y su capacidad portante, además la aplicación de encuestas, conteo de tráfico de la vía, determinación de la topografía, también conocer la situación socio-económico y necesidades de los habitantes de la Libertad y San Jorge, Cantón Patate, Provincia de Tungurahua se obtienen los parámetros necesarios en la ejecución del proyecto; los instrumentos utilizados son: cuaderno de notas, fichas de campo, encuestas, registro de actividades.

3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.6.1 Procesamiento de la Información

Al finalizar con la recolección de la información a través de la observación de forma eficaz se analizaron los datos y muestras, también la aplicación de las encuestas para elaborar un esquema y así satisfacer las necesidades de los habitantes de La Libertad

y San Jorge, se estableció resultados concisos de la determinación del tráfico promedio diario anual TPDA, estudios de suelos y obtención del CBR, además se realizó el levantamiento topográfico.

Se evaluaron los resultados de acuerdo a los objetivos y la hipótesis planteada para iniciar con la propuesta técnica que consta del siguiente análisis:

- Diseño geométrico de la vía.
- Diseño de la estructura del pavimento de la vía.
- Diseño del sistema de protección de aguas lluvia y drenaje.
- Planos detallados de diseño.
- Análisis de precios unitarios y presupuesto de la obra.

3.6.2 Presentación de datos

Para la presentación de los resultados de la encuesta se realizó la presentación gráfica de los datos tabulados sobre el estudio vial, de este modo con el apoyo del marco teórico verificar hipótesis.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1.1 Análisis de resultados de la encuesta

La encuesta fue aplicada a los habitantes de las comunidades La Libertad y San Jorge, se formularon 10 preguntas con lo que se recolectó información la cual refleja las necesidades del sitio para conocer la aceptación y participación del proyecto vial que se está planteando, los datos que obtuvimos de una muestra de 228 habitantes son presentados a continuación:

Pregunta N° 1

¿Posee su comunidad vías de circulación en buen estado?



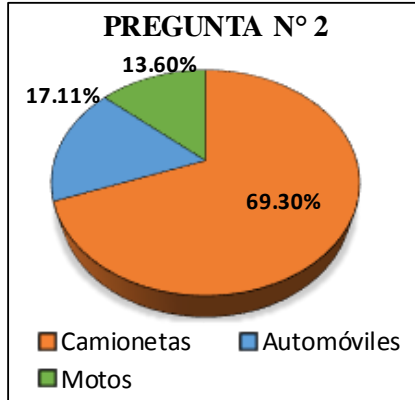
VARIABLES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA %
Si	44	19,30
No	184	80,70
TOTAL	228	100,00

Conclusión:

El 19.30% de la población concluye que tienen vías de circulación en buen estado, por otro lado el 80.70% no tienen vías de circulación en buen estado.

Pregunta N° 2

¿Qué tipo de vehículo utiliza para movilizarse dentro de la zona?



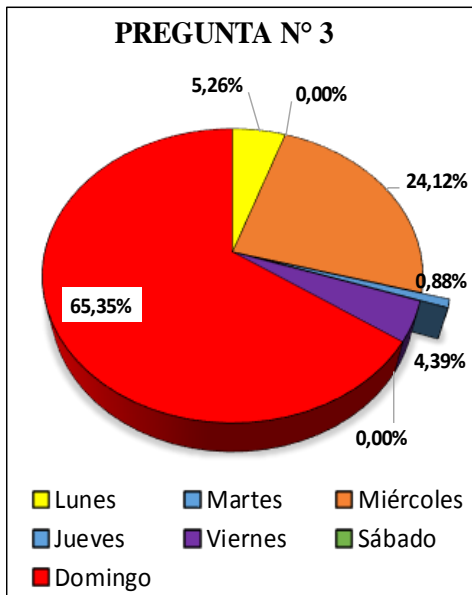
VARIABLES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA %
Camionetas	158	69.30
Automóviles	39	17.11
Motos	31	13.60
TOTAL	228	100.00

Conclusión:

El 69.30% de la población se moviliza en la zona con camionetas, el 17.11% se moviliza en automóviles y el 13.60% de la población se moviliza en moto.

Pregunta N° 3

¿Qué día cree usted que circulan la mayor cantidad de vehículos?



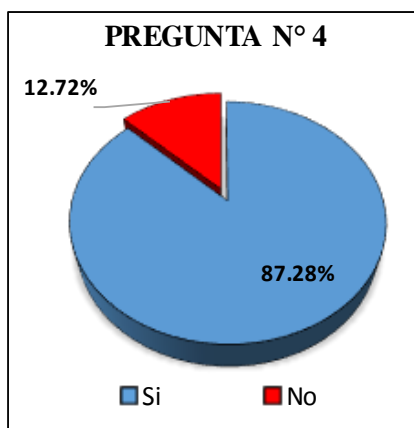
VARIABLES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA %
Lunes	12	5,26
Martes	0	0,00
Miércoles	55	24,12
Jueves	2	0,88
Viernes	10	4,39
Sábado	0	0,00
Domingo	149	65,35
TOTAL	228	100,00

Conclusión:

El 65.35% de la población coinciden que la mayor cantidad de vehículos circula el día Domingo, el 24.12% circula el día Miércoles, el 5.26% de los vehículos circula mayormente el día Lunes, el 4.39% se moviliza el día Viernes, el 0.88% se moviliza mayormente el día Jueves.

Pregunta N° 4

¿Cree usted que las condiciones de la vía influyen en el costo de la transportación de productos y movilización?



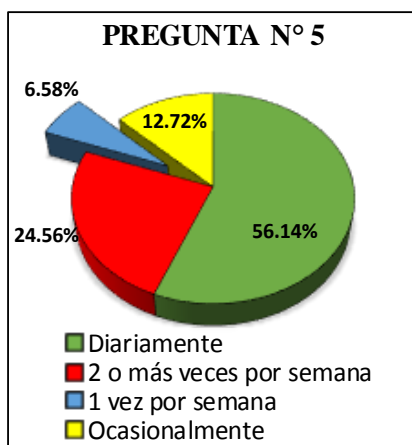
VARIABLES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA %
Si	199	87.28
No	29	12.72
TOTAL	228	100.00

Conclusión:

El 87.28% de los encuestados responden que el estado de la vía influye en el costo de transportación y por otro lado el 12.72% afirma que el estado de la vía no influye en los costos de transportación y movilización.

Pregunta N° 5

¿Con qué frecuencia usted circula por la vía La Libertad - San Jorge?



VARIABLES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA %
Diariamente	128	56.14
2 o más veces por semana	56	24.56
1 vez por semana	15	6.58
Ocasionalmente	29	12.72
TOTAL	228	100.00

Conclusión:

El 56.14% de la población circula a diariamente por la vía, el 24.56% circula 2 veces por semana, el 12.72% circula por la vía ocasionalmente y finalmente 6.58% circulan por la vía una vez por semana.

Pregunta N° 6

¿La vía que comunica La Libertad con San Jorge brinda seguridad para evitar accidentes o inconvenientes en la circulación vehicular?



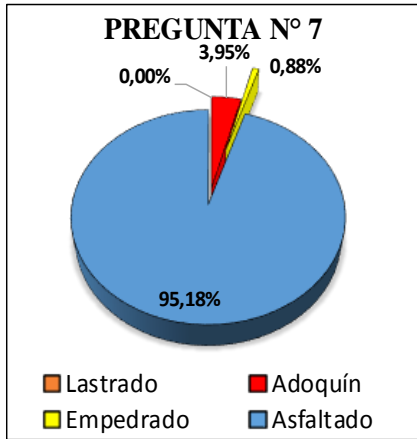
VARIABLES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA %
Si	47	20,61
No	181	79,39
TOTAL	228	100,00

Conclusión:

Los resultados muestran que el 100% de las personas encuestadas coincide que la vía La Libertad - San Jorge no brinda la seguridad para evitar accidentes o inconvenientes en la circulación vehicular.

Pregunta N° 7

¿Según su criterio cuál sería la solución al mejoramiento de la vía?



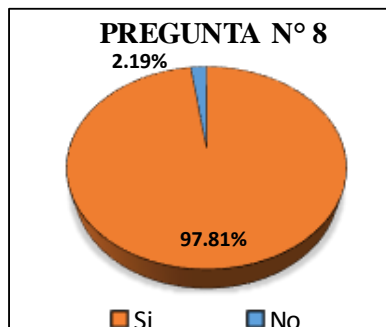
VARIABLES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA %
Lastrado	0	0,00
Adoquín	9	3,95
Empedrado	2	0,88
Asfaltado	217	95,18
TOTAL	228	0,00

Conclusión:

El 95.18% de la población encuestada respondió que la solución para el mejoramiento de la vía es el Asfaltado, en menor cantidad el 3.95% respondió como solución para el mejoramiento es el Adoquinado y el 0.88% de las personas encuestadas respondió que la solución es el empedrado.

Pregunta N° 8

¿Al mejorarse la infraestructura de la vía La Libertad – San Jorge, considera usted que mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector?



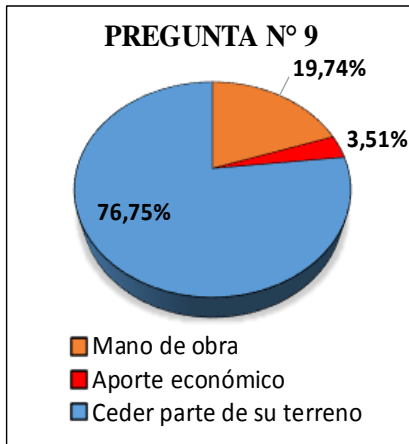
VARIABLES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA %
Si	223	97.81
No	5	2.19
TOTAL	228	100.00

Conclusión:

El 97.81% de las personas encuestadas afirmaron que mejorara la calidad de vida con el mejoramiento de infraestructura de la vía La Libertad – San Jorge, por otro lado el 2.19% de las personas encuestadas respondieron que no se mejoraría la calidad de vida.

Pregunta N° 9

¿Estaría dispuesto a aportar con el mejoramiento de la vía? En cuál de las siguientes formas:



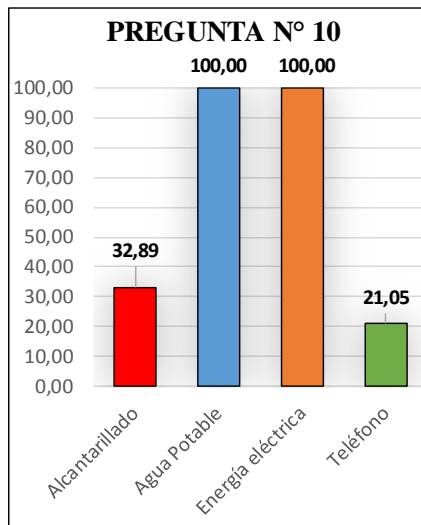
VARIABLES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA %
Mano de obra	45	19,74
Aporte económico	8	3,51
Ceder parte de su terreno	175	76,75
TOTAL	228	100,00

Conclusión:

El 76.75% de los habitantes encuestados respondieron que aportarían con el mejoramiento de la vía cediendo parte de su terreno, el 19.74% de la población encuestada aportaría con mano de obra para el mejoramiento vial y finalmente el 3.51% de las personas encuestadas estarían dispuestas a dar un aporte económico.

Pregunta N° 10

¿Cuál de los siguientes servicios básicos posee?



VARIABLES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA %
Alcantarillado	75	32,89
Agua Potable	228	100,00
Energía eléctrica	228	100,00
Teléfono	48	21,05
TOTAL ENCUESTADOS	228	100,00

Conclusión:

El 100% de los habitantes encuestados tienen el servicio de agua potable y energía eléctrica, el 32.89% de la población encuestada tiene alcantarillado y el 21.05% de las personas encuestadas tiene teléfono.

4.1.2 Análisis de resultados del estudio topográfico

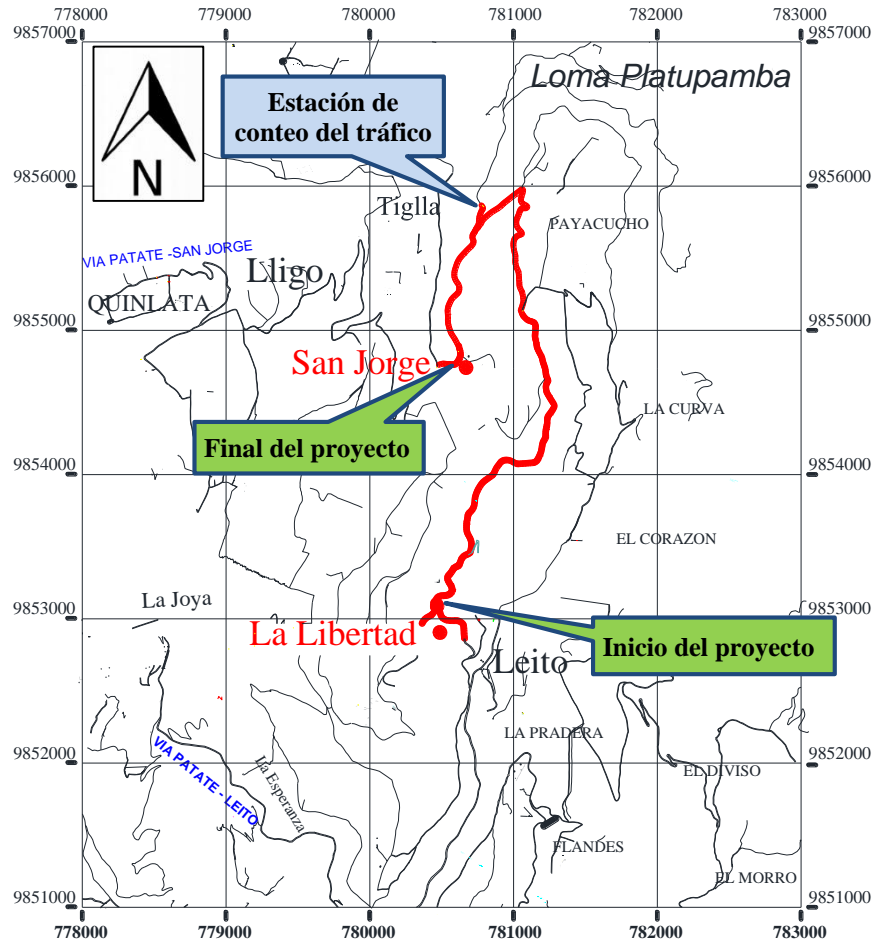
Para el levantamiento topográfico se realizó con la estación total SOUTH, se elaboró una faja topográfica de 30 a 40 metros tomando datos desde el eje de la vía cada 10 metros, se inició con la toma de datos desde el sector de San Jorge para finalizar en La Libertad, por la facilidad de trabajo según la topografía.

La vía en estudio tiene un ancho de capa de rodadura en varios sectores entre 4.00 a 6.00 m, se encontraron gradientes que van desde 1.00%, hasta la máxima de 13.70%, se encontraron poblados que no están denotados geográficamente como el sector Manteles.

Para el Diseño Geométrico se encuentra delineada en un solo tramo de vía, el objetivo es examinar la zona obteniendo el levantamiento topográfico general incluyendo construcciones existentes cercanas a la vía, obras existentes, pasos de agua y otros detalles que ayudaron al diseño horizontal y vertical de la vía.

4.1.3 Análisis de resultados del estudio de tráfico

Gráfico N° 24: Ubicación estación de conteo de tráfico.



Fuente: GAD Patate.

Para la determinación del volumen de tráfico de la vía, se ubicó una estación de conteo en un punto estratégico como se muestra en el **Gráfico N° 24** y se clasificó los vehículos que circulan con los conteos realizados durante 5 días: Miércoles, Jueves, Viernes, Sábado y Domingo con intervalos de 15 minutos como establecen las normas MTOP 2003, en un periodo de 12 horas (6:00 a 18:00 horas), como se detalla en el Anexo 2.

Tabla N° 21: Conteo vehicular general.

Día \ Tipo de vehículo	LIVIANOS	BUSES		PESADOS		TOTAL
		2 EJES	3 EJES	2 EJES	3 EJES	
Miércoles 25 de Junio	41	6	0	7	0	54
Jueves 26 de Junio	34	8	0	2	0	44
Viernes 27 de Junio	39	6	0	3	0	48
Sábado 28 de Junio	33	2	0	3	0	38
Domingo 29 de Junio	54	8	0	9	0	71

Fuente: Autor

Tabla N° 22: Hora Pico de la vía

HORA	TIPO DE VEHÍCULOS						TOTAL HORA
	LIVIANOS	BUSES		PESADOS		TOTAL /15MIN	
		2 EJES	3 EJES	2 EJES	3 EJES		
16:30 - 16:45	4	1	0	1	0	6	14
16:45 - 17:00	2	0	0	0	0	2	
17:00 - 17:15	3	0	0	1	0	4	
17:15 - 17:30	2	0	0	0	0	2	
TOTAL TIPO	11	1		2		14	
DISTRIBUCIÓN EN	78.57%	7.14%		14.29%		100%	

Fuente: Autor

Según la **Tabla N° 21** el día Domingo 29 de Junio del 2014 se tiene la mayor afluencia de tráfico y la hora pico desde las 16h30 hasta las 17h30, en esta hora circulan la mayor cantidad de vehículos livianos que concurren al coliseo de la comunidad San Jorge, donde se practican deportes populares, el tráfico que se genera con los buses de 2 ejes es constante durante todos los días de la semana según los datos tomados, también circulan camiones de insumos y transporte de productos a las ferias del cantón Patate y otros destinos.

4.1.3.1 Cálculo del tráfico futuro

Factor Hora Pico (FHP):

$$FHP = \frac{Q}{4Q_{15m\acute{a}x}}$$

$$FHP = \frac{14}{4 * 7}$$

$$FHP = 0.50$$

Se consideró FHP=1, porque se requiere que el tráfico vehicular sea estable.

a) Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual actual:

$$TPDA_{\text{actual}} = \frac{Q_v * FHP}{\%TH}$$

Donde:

Q_v= Volumen de un tipo de vehículo durante una hora

%TH= Porcentaje Trigésima Hora (Para zona rural 15%, especificado en M.T.O.P.)

$$TPDA_{\text{actual}} = \frac{\text{Thora pico} * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{\text{livianos}} = \frac{11 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{\text{livianos}} = 74 \text{ vehículos/día}$$

Tabla N° 23: Tráfico Promedio Diario Anual

TIPO DE VEHÍCULO	Q _v	TPDA actual
LIVIANOS	11	74
BUSES	1	7
PESADOS	2	15
TOTAL		96

Fuente: Autor

El Tráfico Promedio Diario Anual es de 114 vehículos.

b) Cálculo del Tráfico Generado (T_g) (Para el primer año)

$$T_g = 20\% \text{ Tráfico Diario Anual Actual}$$

$$T_{g \text{ livianos}} = 20\% * 78 \text{ vehículos/día}$$

$$T_{g \text{ livianos}} = 16 \text{ vehículos/día}$$

Tabla N° 24: Tráfico Generado

TIPO DE VEHÍCULO	TPDAactual	Tf (n = 1 año)	TRÁFICO GENERADO (Tg)
LIVIANOS	74	78	16
BUSES	7	8	2
PESADOS	15	16	3
TOTAL			21

Fuente: Autor

c) Cálculo del Tráfico Atraído (Tat)

Es un porcentaje de tráfico que se atrae de otras carreteras lo que se obtiene de la siguiente manera:

$$T_{at} = 10\% \text{ Tráfico Diario Anual Actual}$$

$$T_{at \text{ livianos}} = 10\% * 74 \text{ vehículos/día}$$

$$T_{at \text{ livianos}} = 8 \text{ vehículos/día}$$

Tabla N° 25: Tráfico Atraído

TIPO DE VEHÍCULO	TPDAactual	TRÁFICO ATRAÍDO (Ta)
LIVIANOS	74	8
BUSES	7	1
PESADOS	15	2
TOTAL		11

Fuente: Autor

d) Cálculo del Tráfico Desarrollado (Td)

$$T_d = 5\% \text{ Tráfico Diario Anual Actual}$$

$$T_d \text{ livianos} = 5\% * 74 \text{ vehículos/día}$$

$$T_d \text{ livianos} = 4 \text{ vehículos/día}$$

Tabla N° 26: Tráfico Desarrollado

TIPO DE VEHÍCULO	TPDAactual	TRÁFICO DESARROLLADO
LIVIANOS	74	4
BUSES	7	1
PESADOS	15	1
TOTAL		6

Fuente: Autor

e) Cálculo del Tráfico actual (Ta)

$$T_a = TPDAactual + T_g + T_{at} + T_d$$

$$T_a = (74 + 16 + 8 + 4) \text{ vehículos/día}$$

$$T_a = 102 \text{ vehículos/día}$$

Tabla N° 27: Cálculo del Tráfico Actual

TIPO DE VEHÍCULO	TPDAactual	TRÁFICO GENERADO (Tg)	TRÁFICO ATRAÍDO (Tat)	TRÁFICO DESARR. (Td)	TOTAL
LIVIANOS	74	16	8	4	102
BUSES	7	2	1	1	11
PESADOS	15	3	2	1	21
TOTAL					133

Fuente: Autor

f) Cálculo del Tráfico Futuro

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

Donde:

Tf = Tráfico futuro

Ta = Tráfico actual

i = Tasa de crecimiento del tráfico (Según Tablas del MTOP, 2003)

n = Número de años proyectados (20 años)

Para obtener las tasas de crecimiento se tomó los datos de la siguiente **Tabla N° 04:**

Tabla N° 04: Tasa de crecimiento del tráfico.

PERIODO	TIPOS DE VEHÍCULOS		
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS
2010-2014	4,47	2,22	2,18
2015-2019	3,97	1,97	1,94
2020-2024	3,57	1,78	1,74
2025-2030	3,25	1,62	1,58

Fuente: Normas Diseño Geométrico del MTOP 2003.

Los índices de la tasa de crecimiento “i” de tráfico determinados para el cálculo del tráfico futuro n=20 años de proyección futuro son los siguientes:

Tabla N° 28: Tráfico Futuro

AÑOS	n	% crecimiento			TIPO DE VEHÍCULO			TRÁFICO FUTURO (Tf)
		LIV.	BUS	CAM.	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
2014	0	4.47	2.22	2.18	102	11	21	134
2015	1	3.97	1.97	1.94	107	12	22	141
2016	2	3.97	1.97	1.94	111	12	22	145
2017	3	3.97	1.97	1.94	115	12	23	150
2018	4	3.97	1.97	1.94	120	12	23	155
2019	5	3.97	1.97	1.94	124	13	24	161
2020	6	3.57	1.78	1.74	126	13	24	163
2021	7	3.57	1.78	1.74	131	13	24	168
2022	8	3.57	1.78	1.74	136	13	25	174
2023	9	3.57	1.78	1.74	140	13	25	178
2024	10	3.57	1.78	1.74	145	14	25	184
2025	11	3.25	1.62	1.58	146	14	25	185
2026	12	3.25	1.62	1.58	150	14	26	190
2027	13	3.25	1.62	1.58	155	14	26	195
2028	14	3.25	1.62	1.58	160	14	27	201
2029	15	3.25	1.62	1.58	165	14	27	206
2030	16	3.25	1.62	1.58	171	15	27	213
2031	17	3.25	1.62	1.58	176	15	28	219
2032	18	3.25	1.62	1.58	182	15	28	225
2033	19	3.25	1.62	1.58	188	15	29	232
2034	20	3.25	1.62	1.58	194	16	29	239

Fuente: Autor

De acuerdo a la **Tabla N° 05** de la clasificación de las carreteras en base al TPDA, se considera que la vía es de Clase IV por el tráfico futuro que es de 239 vehículos/día.

4.1.4 Análisis de resultados de los estudios de suelos

Para el estudio de suelos se tomaron muestras cada 1000 m mediante calicatas, que consiste en realizar una excavación manual de un pozo a cielo abierto a una profundidad de 0.50 m, se tomaron 5 muestras que fueron llevadas al laboratorio para realizar los ensayos de suelos.

Para los ensayos se trabajó con las muestras saturadas lo que representa condiciones desfavorables para la vía. Las tablas y datos de los estudios realizados con procesos de cálculo, resultados y gráficos se encuentran detallados en el Anexo 2.

Tabla N° 29: Resumen del análisis del estudio de suelos.

	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5
ABSCISA	Km 1+000	Km 2+000	Km 3+000	Km 4+000	Km 5+000
SECTOR	La Libertad	La Libertad	San Jorge	San Jorge	San Jorge
HUMEDAD NATURAL DEL SUELO					
W %	9.10	12.60	23.90	23.30	32.90
LÍMITES DE ATTERBERG NORMAS AASTO T-90-70					
LI %	27.50	28.50	32.70	32.50	54.80
LP%	21.59	23.20	26.59	25.37	44.62
IP%	5.91	5.30	6.11	7.13	10.18
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO NORMAS AASHTO T-180					
W. Ópt. (%)	15.50	18.00	21.50	23.50	32.50
$\gamma_{\text{máx}} \text{seca (g/cm}^3\text{)}$	1.698	1.670	1.600	1.580	1.295
CBR PUNTUAL					
CBR %	12.20	12.50	8.00	8.40	7.00

Fuente: Autor.

Determinación del CBR de diseño.

El método CBR para diseño de pavimentos se basa en que a menor valor de CBR de subrasante, se requieren mayores espesores de pavimento para protegerlo de las sollicitaciones de tránsito.

Percentil de CBR para el diseño

Para la elección del CBR hay que partir del percentil de las mediciones del tráfico, con el número de ejes equivalentes en un intervalo de $10^4 < 10^6$ con el valor del CBR se maneja el percentil del 75% que es la seguridad del pavimento comportándose de forma adecuada, el valor del percentil se puede variar dependiendo de la importancia de la vía, disminuyendo el percentil para mayor importancia de la obra.

(<http://www.buenastareas.com/ensayos/Percentil-De-Cbr-Para-El-Dise%C3%B1o/2155540.html>)

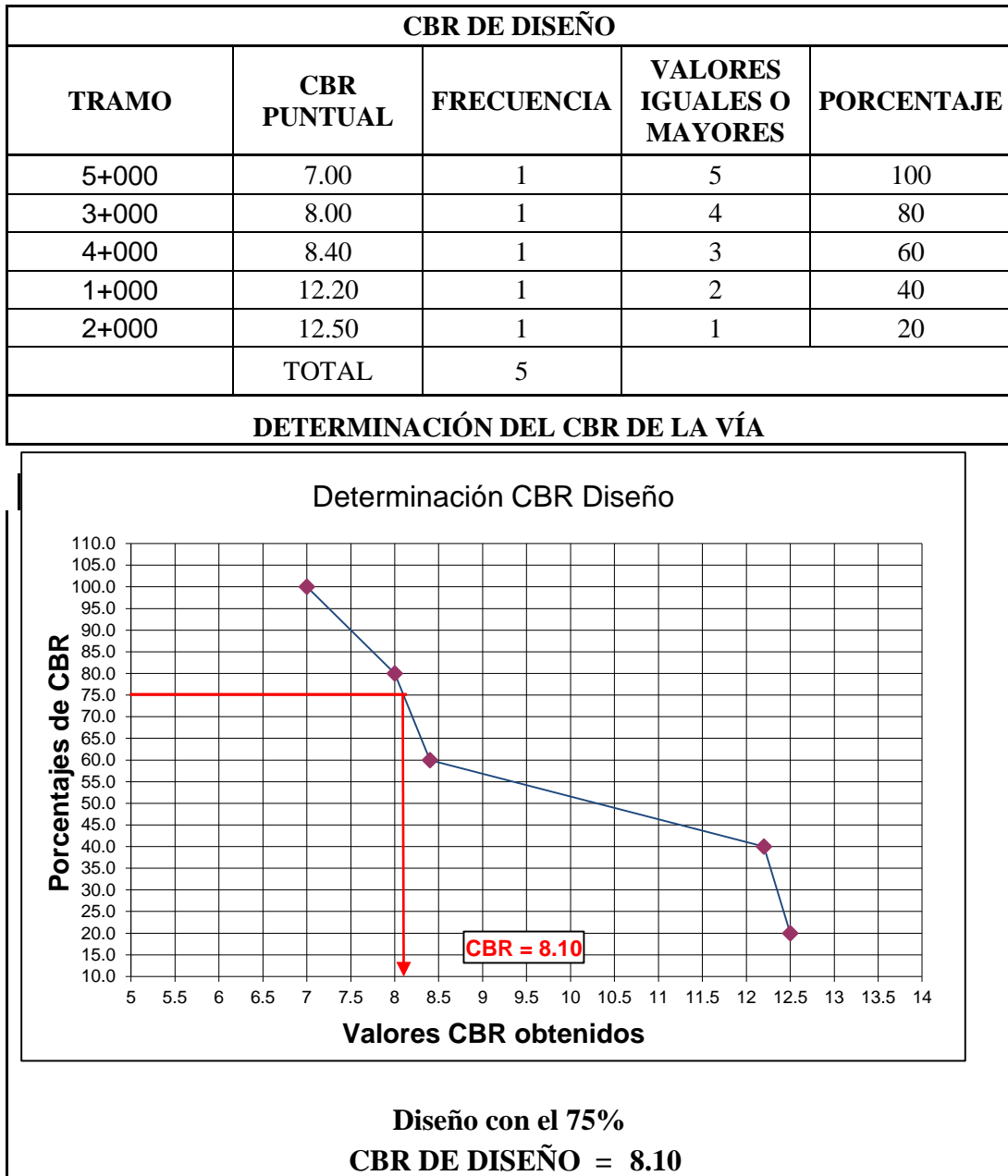
Tabla N° 30: Límite para la selección del CBR de diseño.

Nivel de tránsito (Número de ejes de 8.2 Toneladas en el carril de diseño (N))	Valor percentil para diseño de subrasante
$<10^4$ ESAL's	60
$10^4 < 10^6$ ESAL's	75
$> 10^6$ ESAL's	87.5

Fuente: Manual de pavimentos (SIECA).

Para la determinación del CBR de la vía, se obtuvo un número de ejes equivalentes de 178684 o $17 \cdot 10^4$ que es mayor a 10^4 , el diseño de la subrasante según la **Tabla N° 30** se lo realizó con el 75%.

Gráfico N° 25: CBR de diseño.



Fuente: Autor.

4.2. INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.2.1. Interpretación de datos de la encuesta

N°	PREGUNTAS	RESPUESTAS	ENCUES_ TADOS	FREC. RELATIVA
1	¿Posee su comunidad vías de circulación en buen estado?	NO	184	80.70%
2	¿Qué tipo de vehículo utiliza para movilizarse dentro de la zona?	CAMIONETAS	158	69.30%
3	¿Qué día cree usted que circulan la mayor cantidad de vehículos?	DOMINGO	149	65.35%
4	¿Cree usted que las condiciones de la vía influyen en el costo de la transportación de productos y movilización?	SI	199	87.28%
5	¿Con qué frecuencia usted circula por la vía La Libertad - San Jorge?	DOS O MAS VECES POR SEMANA	128	56.14%
6	¿La vía que comunica La Libertad con San Jorge brinda seguridad para evitar accidentes o inconvenientes en la circulación vehicular?	NO	228	100%
7	¿Según su criterio cuál sería la solución al mejoramiento de la vía?	ASFALTO	217	95.18%
8	¿Al mejorarse la infraestructura de la vía La Libertad – San Jorge, considera usted que mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector?	SI	223	97.81%
9	¿Estaría dispuesto a aportar con el mejoramiento de la vía? En cuál de las siguientes formas:	CEDER PARTE DE TERRENO	175	76.75%
10	¿Cuál de los siguientes servicios básicos posee?	ENERGÍA ELÉCTRICA AGUA POTABLE	228	100%

Con aplicación de la encuesta, los resultados del universo dan la factibilidad para ejecutar el proyecto según las respuestas tabuladas, todo se enfoca en dar solución al problema de comunicación vial entre las comunidades de La Libertad y San Jorge, del Cantón Patate, Provincia de Tungurahua.

4.2.2. Interpretación de datos de la topografía

Según el levantamiento topográfico se pudo determinar que el terreno es ondulado montañoso; el levantamiento topográfico se realizó con ayuda de moradores de las comunidades por la dificultad de acceso de algunos de los tramos del terreno de manera que los mismos están de acuerdo que se realice un diseño geométrico adecuado según lo planteado en la propuesta.

4.2.3. Interpretación de datos del tráfico

Con los datos de partida del tráfico actual o volumen que circula en la vía se realizó el diseño para un tráfico proyectado de 10 a 20 años, se utilizaron las tablas de clasificación de carreteras según MTOP que corresponde a un camino vecinal, el TPDA futuro es de 239 vehículos/día, lo que indica que es una vía de Clase IV.

4.2.4. Interpretación de datos del estudio de suelos.

En el estudio de suelos se obtienen diferentes valores de C.B.R. que existe a lo largo de la vía, para el diseño del pavimento se utilizó un valor puntual que se determinó en base de los otros realizados en la vía que es de 8.10%, esto indica que el suelo tiene la capacidad portante mala Según la **Tabla N° 03**.

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía mejorará la calidad de vida de los habitantes de La Libertad y San Jorge, del Cantón Patate, provincia de Tungurahua, facilitará la transportación de los productos e insumos, brindando seguridad vial y así incrementar la actividad socio - económica y desarrollo de las comunidades.

Para la verificación de la hipótesis se planteara el método estadístico Chi Cuadrado (X^2), con los datos obtenidos de la encuesta de las preguntas 4 y 8.

Hipótesis general

“El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía mejorará la calidad de vida de los habitantes de La Libertad y San Jorge, del Cantón Patate, provincia de Tungurahua”

Hipótesis para el Chi Cuadrado

Hipótesis Nula: “El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía no mejorará la calidad de vida de los habitantes de La Libertad y San Jorge, del Cantón Patate, provincia de Tungurahua”

Hipótesis de investigación: “El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía mejorará la calidad de vida de los habitantes de La Libertad y San Jorge, del Cantón Patate, provincia de Tungurahua”

Ecuación de cálculo del Chi Cuadrado:

$$X^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Donde:

O= Frecuencias observadas.

E= frecuencias esperadas.

Grados de libertad:

Se determina mediante la siguiente ecuación en función de la tabla de datos tabulados de las encuestas:

$$gl = (\#Filas - 1) * (\#Columnas - 1)$$

$$gl = (2 - 1) * (2 - 1)$$

gl= 2

Cálculo de frecuencias.

a) Frecuencia observada.

Tabla N° 31: Frecuencia observada.

Preguntas relevantes		Variable	SI	NO	TOTAL
4	¿Cree usted que las condiciones de la vía influyen en el costo de la transportación de productos y movilización?		199	29	228
8	¿Al mejorarse la infraestructura de la vía La Libertad - San Jorge, considera usted que mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector?		223	5	228
TOTAL			422	34	456

Fuente: Autor.

b) Frecuencia esperada.

$$SI=442*228/456=211$$

$$NO=34*228/456=17$$

Tabla N° 32: Frecuencia esperada.

Preguntas relevantes		Variable	SI	NO	TOTAL
4	¿Cree usted que las condiciones de la vía influyen en el costo de la transportación de productos y movilización?		211	17	228
8	¿Al mejorarse la infraestructura de la vía La Libertad - San Jorge, considera usted que mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector?		211	17	228
TOTAL			422	34	456

Fuente: Autor.

Tabla N° 33: Cálculo del Chi Cuadrado.

Alternativas		O	E	O-E	(O-E) ²	(O-E) ² /E
1	SI	199.00	211.00	-12.00	144.00	0.68
	NO	29.00	17.00	12.00	144.00	8.47
4	SI	223.00	211.00	12.00	144.00	0.68
	NO	5.00	17.00	-12.00	144.00	8.47
					X²=	18.31

Fuente: Autor.

Para la comprobación del Chi Cuadrado con la hipótesis se tomó los valores de desviación tomando el nivel de confiabilidad del 95% y los grados de libertad de la siguiente tabla:

Tabla N° 34: Distribución del Chi Cuadrado tabular

TABLA DE DISTRIBUCIÓN - CHI CUADRADO TABULAR - X ² Tab.															
GL \ Conf.	0,01	0,05	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75	0,8	0,9	0,95	0,99
1	0	0,004	0,016	0,064	0,102	0,148	0,275	0,455	0,708	1,074	1,323	1,642	2,706	3,841	6,635
2	0,02	0,103	0,211	0,446	0,575	0,713	1,022	1,386	1,833	2,408	2,773	3,219	4,605	5,991	9,21
3	0,115	0,352	0,584	1,005	1,213	1,424	1,869	2,366	2,946	3,665	4,108	4,642	6,251	7,815	11,34
4	0,297	0,711	1,064	1,649	1,923	2,195	2,753	3,357	4,045	4,878	5,385	5,989	7,779	9,488	13,28
5	0,554	1,145	1,61	2,343	2,675	3	3,656	4,351	5,132	6,064	6,626	7,289	9,236	11,07	15,09
6	0,872	1,635	2,204	3,07	3,455	3,828	4,57	5,348	6,211	7,231	7,841	8,558	10,64	12,59	16,81
7	1,239	2,167	2,833	3,822	4,255	4,671	5,493	6,346	7,283	8,383	9,037	9,803	12,02	14,07	18,48
8	1,647	2,733	3,49	4,594	5,071	5,527	6,423	7,344	8,351	9,524	10,22	11,03	13,36	15,51	20,09
9	2,088	3,325	4,168	5,38	5,899	6,393	7,357	8,343	9,414	10,66	11,39	12,24	14,68	16,92	21,67
10	2,558	3,94	4,865	6,179	6,737	7,267	8,295	9,342	10,47	11,78	12,55	13,44	15,99	18,31	23,21
11	3,053	4,575	5,578	6,989	7,584	8,148	9,237	10,34	11,53	12,9	13,7	14,63	17,28	19,68	24,73
12	3,571	5,226	6,304	7,807	8,438	9,034	10,18	11,34	12,58	14,01	14,85	15,81	18,55	21,03	26,22
13	4,107	5,892	7,041	8,634	9,299	9,926	11,13	12,34	13,64	15,12	15,98	16,98	19,81	22,36	27,69
14	4,66	6,571	7,79	9,467	10,17	10,82	12,08	13,34	14,69	16,22	17,12	18,15	21,06	23,68	29,14
15	5,229	7,261	8,547	10,31	11,04	11,72	13,03	14,34	15,73	17,32	18,25	19,31	22,31	25	30,58
16	5,812	7,962	9,312	11,15	11,91	12,62	13,98	15,34	16,78	18,42	19,37	20,47	23,54	26,3	32
17	6,408	8,672	10,09	12	12,79	13,53	14,94	16,34	17,82	19,51	20,49	21,61	24,77	27,59	33,41
18	7,015	9,39	10,86	12,86	13,68	14,44	15,89	17,34	18,87	20,6	21,6	22,76	25,99	28,87	34,81
19	7,633	10,12	11,65	13,72	14,56	15,35	16,85	18,34	19,91	21,69	22,72	23,9	27,2	30,14	36,19
20	8,26	10,85	12,44	14,58	15,45	16,27	17,81	19,34	20,95	22,77	23,83	25,04	28,41	31,41	37,57
21	8,897	11,59	13,24	15,44	16,34	17,18	18,77	20,34	21,99	23,86	24,93	26,17	29,62	32,67	38,93
22	9,542	12,34	14,04	16,31	17,24	18,1	19,73	21,34	23,03	24,94	26,04	27,3	30,81	33,92	40,29
23	10,2	13,09	14,85	17,19	18,14	19,02	20,69	22,34	24,07	26,02	27,14	28,43	32,01	35,17	41,64
24	10,86	13,85	15,66	18,06	19,04	19,94	21,65	23,34	25,11	27,1	28,24	29,55	33,2	36,42	42,98
25	11,52	14,61	16,47	18,94	19,94	20,87	22,62	24,34	26,14	28,17	29,34	30,68	34,38	37,65	44,31
26	12,2	15,38	17,29	19,82	20,84	21,79	23,58	25,34	27,18	29,25	30,43	31,79	35,56	38,89	45,64
27	12,88	16,15	18,11	20,7	21,75	22,72	24,54	26,34	28,21	30,32	31,53	32,91	36,74	40,11	46,96
28	13,56	16,93	18,94	21,59	22,66	23,65	25,51	27,34	29,25	31,39	32,62	34,03	37,92	41,34	48,28
29	14,26	17,71	19,77	22,48	23,57	24,58	26,48	28,34	30,28	32,46	33,71	35,14	39,09	42,56	49,59
30	14,95	18,49	20,6	23,36	24,48	25,51	27,44	29,34	31,32	33,53	34,8	36,25	40,26	43,77	50,89

Fuente: Libro: Métodos estadísticos para medir, describir y controlar la variabilidad,

Luceño Vázquez Alberto, (2005)

Según la **Tabla N° 34**, el valor del chi cuadrado tabulado es de 3.841.

El valor del X^2_{cal} (Chi Cuadrado calculado) es mayor que X^2_{tab} (Chi Cuadrado tabulado), esto indica que se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis de investigación, la cual plantea:

“El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía mejorará la calidad de vida de los habitantes de La Libertad y San Jorge, del Cantón Patate, provincia de Tungurahua”

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La vía se encuentra actualmente con múltiples problemas tanto de circulación vehicular como peatonal, siendo el principal indicador para proponer un rediseño y mejoramiento vial, el que se rige en las normas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO).
- La producción agrícola a lo largo de la vía es mayormente de maíz, cebolla y otros productos, el rediseño vial permitirá mejorar el transporte de productos e insumos necesarios, mejorando el comercio y movilización.
- Según el estudio de tráfico el TPDA calculado es de 239 vehículos para 20 años, la vía se encuentra dentro de la Clase IV ($100 < TPDA < 300$), que corresponde a un camino vecinal.
- En el levantamiento topográfico de la vía se tienen pendientes transversales que van desde el 10% hasta del 75%, el terreno se clasifica en ondulado montañoso.
- Las pendientes longitudinales de la vía varía desde el 1 % hasta la mayor que es del 13.70 %, en la mayoría de los tramos presenta gradientes del 8 – 10 %, que es propio de una vía clase IV.

- Se tiene una velocidad de circulación según el tipo de vía Clase IV, entre 55 km/h y 25 km/h, se asume una velocidad de circulación de 40 km/h, y un radio mínimo según las normas MTOP de 41.86 m en función del peralte.
- Mediante el estudio de suelos realizado cada 1000 m se determina que el suelo es una arena limo arcillosa según la clasificación de la SUCS, con un cierto porcentaje de cangahua con un $IP=6.86$, significa que el suelo puede soportar cargas sin agrietarse ni sufrir asentamientos.
- Dentro del levantamiento topográfico, algunas curvas tienen un radio menor al mínimo, lo cual se podrá mejorar con lo que dictan las normas del MTOP, con la Tabla de valores de diseño recomendados para una vía de Clase IV la curva puede ser recomendable 55 m y absoluto 20 m para terrenos montañosos.
- Según el ensayo de compactación el suelo se satura cuando la humedad es mayor del 12%, y baja su densidad considerablemente; generalmente los suelos de la Sierra tienden a bajar su capacidad de resistencia a la carga al presenciar un alto contenido de humedad.
- El CBR de diseño de la sub-rasante de la vía La Libertad – San Jorge es del 8.10% esto quiere decir que es un suelo de capacidad portante mala, por lo cual se obtendrá espesores de las capas de la estructura del pavimento considerables.
- Según el tráfico y el tipo de vía que es Clase IV, el tipo de pavimento a utilizarse para un mejoramiento es pavimento flexible, por factores funcionales y económicos.
- El ancho de calzada a lo largo de la vía tiene como mínimo 4.50 m y máximo 6.00 m por las condiciones topográficas accidentadas y las pendientes

transversales pronunciadas que presenta, se propondrá que el ancho de calzada sea uniforme en todo el trayecto vial.

- La vía se encuentra empedrada, lo cual puede servir como parte de la sub-base, según las especificaciones de la AASHTO para sub-bases.
- La vía en tramos no posee cunetas y obras de evacuación para aguas lluvia lo que causa daños provocando erosión superficial en la capa de rodadura.

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar la socialización con los moradores de los sectores por los que atraviesa la vía en estudio, en el proyecto se contempla la ampliación de la misma en varios tramos afectando el trazado vial en algunos terrenos, causando el menor daño ambiental.
- Las obras de evacuación de aguas lluvia deben realizarse y debe planificarse la construcción de la obra civil evaluando los meses de precipitaciones según los reportes del INAMHI.
- Se debe controlar que se cumplan con las normas de diseño y construcción vial; además respetar el diseño vial y verificar los materiales empleados en la obra dispuestos por el MTOP.
- Para la construcción se debe utilizar parte de mano de obra local para la ejecución del proyecto para tener mayor apertura al proceso constructivo, con dirección técnica oportuna.
- También se recomienda desarrollar planes de mantenimiento vial, esto evitará que en el futuro se deteriore la vía, planteando inspecciones con personal calificado para evaluar el estado vial.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

TEMA: Diseño geométrico y diseño de la estructura del pavimento de la vía La Libertad - San Jorge, del Cantón Patate, Provincia de Tungurahua.

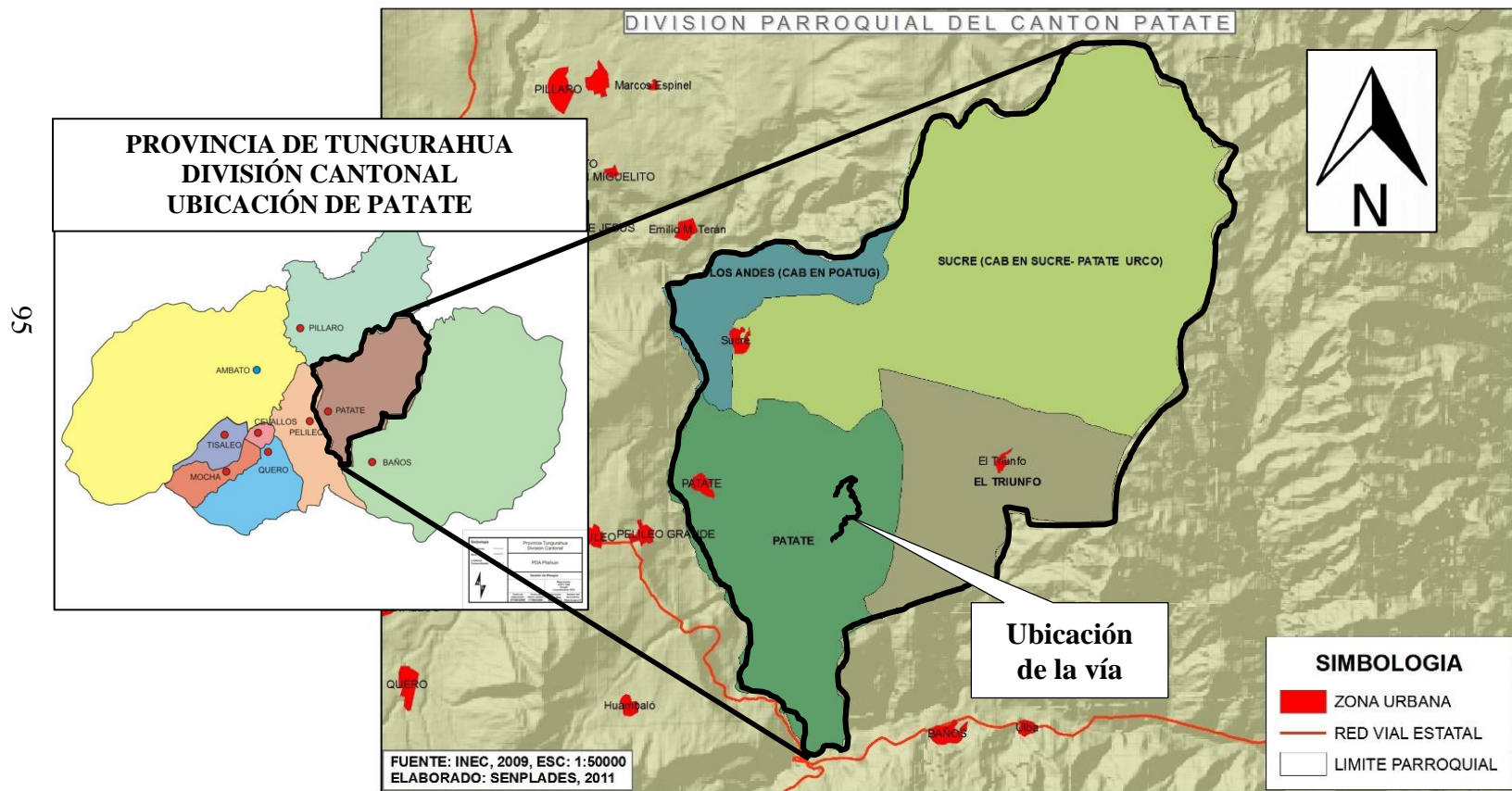
6.1 DATOS INFORMATIVOS

El cantón Patate está a 26.6 km al sur este del Cantón Ambato, de la provincia de Tungurahua, está delimitado al norte por el Cantón Píllaro, al este con la Provincia de Pastaza, al sur-este con el Cantón Baños y al sur-oeste con el Cantón Pelileo, presenta una altitud ascendente de 2000 m.s.n.m en el río Patate formado por la unión del río Pachanlica y río Cutuchi y una altitud de 4576 m.s.n.m. en el Parque Nacional Llanganates y el cerro Ventanas. (GAD Patate)

6.1.1 Localización del proyecto

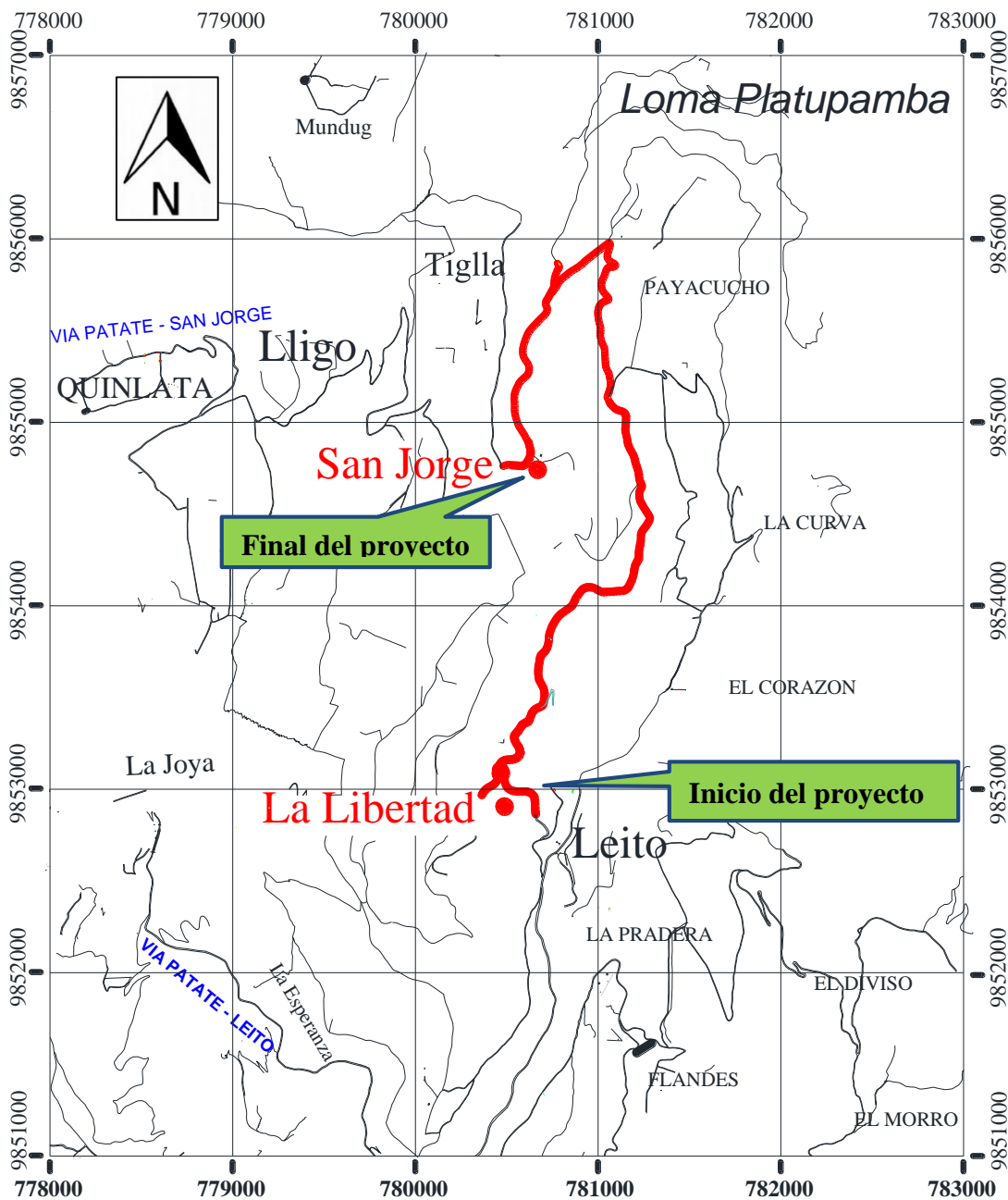
El proyecto se encuentra ubicado en la parroquia Patate de mismo cantón, en las coordenadas UTM de latitud 9853802.15 Norte y 782300.25 Este con elevación 2633 m.s.n.m. al inicio en la comunidad La Libertad y latitud 9854838.49 Norte y 780630.93 Este con elevación 2911 m.s.n.m. al final en la comunidad San Jorge, la longitud del proyecto es de 4,772.80m, presenta una formación glaciár por su perfil transversal en forma de U.

Gráfico N° 26: Ubicación General – Provincia de Tungurahua – Ubicación Cantonal.



Fuente: Inec 2009 - Semplades 2011.

Gráfico N° 27: Ubicación del proyecto.



Fuente: GAD Patate

6.1.2 Características meteorológicas de la zona

Los datos tomados corresponden desde el mes de Enero hasta Diciembre del 2010, de la estación meteorológica del cantón Patate, donde se indican los meses de mayor precipitación y las temperaturas; Según la **Tabla N° 35** el clima es templado – interandino con tendencia seco, primaveral que varía según las alturas.

Tabla N° 35: Clima, temperatura y altitud en la región interandina.

PISOS CLIMÁTICOS	ALTITUD (m.s.n.m.)	TEMPERATURA (°C)
Subtropical Interandino	1800 - 2500	25 - 15
Temperado Interandino	2500 - 3200	15 - 10
Frio Andino	3200 - 4700	10 - 0

Fuente: Monografía del Cantón Patate.

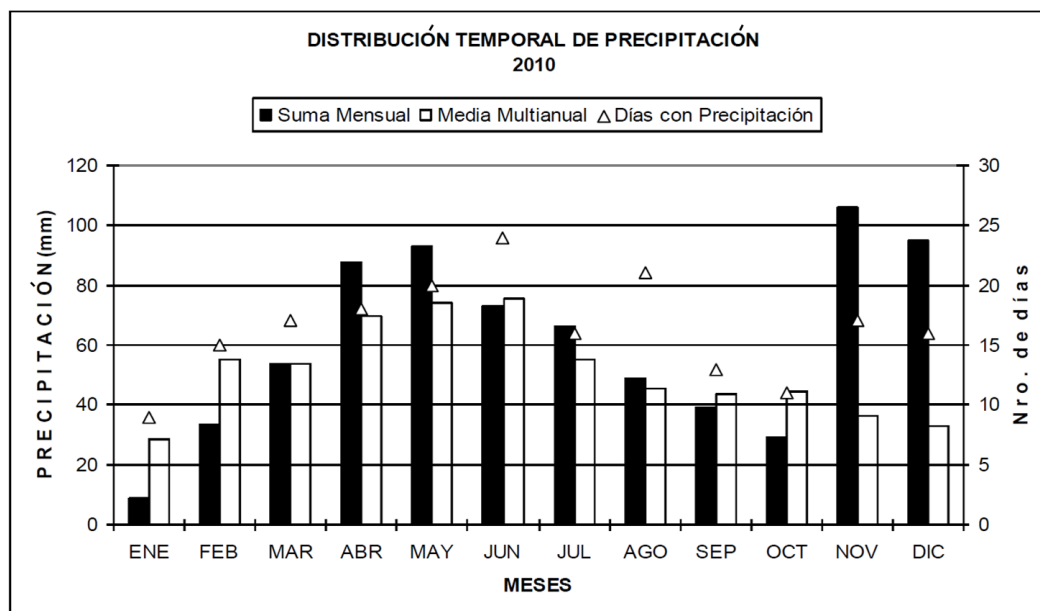
Los meses de mayor precipitación son: Abril, Mayo, Noviembre y Diciembre; los meses más secos son Enero y Octubre, predominan los vientos que provienen del sur y sur-occidente, la mayor intensidad se produjo en los meses de Noviembre a Febrero con velocidad de más de 9 Km/hora.

Tabla N° 36: Datos meteorológicos del Cantón Patate.

MES	TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACIÓN (mm)		HUMEDAD RELATIVA (%)
	MÁX	MIN	TOTAL	MÁX. 24 Hrs.	
ENERO	23.6	11.0	8.5	2.8	89.0
FEBRERO	23.9	11.0	33.5	9.8	89.0
MARZO	24.5	11.8	53.6	12.5	89.0
ABRIL	24.2	12.0	87.5	24.0	90.0
MAYO	23.6	11.0	93.0	19.8	89.0
JUNIO	21.6	10.9	72.9	11.1	91.0
JULIO	22.2	8.2	66.2	23.0	91.0
AGOSTO	21.8	9.4	49.1	10.6	88.0
SEPTIEMBRE	23.9	9.1	39.1	9.5	86.0
OCTUBRE	25.1	10.5	29.1	6.5	87.0
NOVIEMBRE	24.6	10.5	106.2	20.0	88.0
DICIEMBRE	23.4	10.7	95.0	16.9	87.0
ANUAL	23.5	10.5	733.6	24.0	88.0

Fuente: INAMHI.

Gráfico N° 28: Distribución anual de precipitaciones del Cantón Patate.



Fuente: Anuario meteorológico del INAMHI, 2010.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La vía principal que comunica La Libertad con el anillo vial se encuentra actualmente con carpeta asfáltica en buenas condiciones que ayuda al desarrollo de los sectores aledaños.

Las comunidades de La Libertad y San Jorge están en crecimiento, ante lo cual los pobladores demandan el mejoramiento de la vía, la circulación vehicular y comercialización de los productos se realiza con dificultad.

Con el diseño geométrico y la determinación de la estructura del pavimento, permitirán mejorar las condiciones de la calidad de vida de los habitantes del sector, y que los mismos tengan acceso al anillo vial que conecta con los sectores céntricos del cantón Patate.

Actualmente el GAD municipal ha tomado la iniciativa para ayudar a los habitantes de La Libertad y San Jorge con respecto al mantenimiento de algunas de las vías de comunicación.

6.3 JUSTIFICACIÓN

Las comunidades de La Libertad y San Jorge dependen de la producción agrícola, también son zonas turísticas debido a su ubicación geográfica, las condiciones climáticas en épocas adversas han producido un deterioro vial permanente lo que hace sustentable el mejoramiento del sistema vial entre las comunidades atendiendo las necesidades de los habitantes del sector.

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento con la capa de rodadura de tipo asfáltico, brinda al usuario seguridad vial y comodidad en el viaje, permitiendo el desarrollo en el comercio de los productos agrícolas, dotación de insumos frecuentemente y dotación de otros servicios básicos con esto aumentará el volumen de tráfico vehicular haciendo que esta vía sea funcional.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1 Objetivo General

Realizar el diseño geométrico y diseño de la estructura del pavimento de la vía La Libertad – San Jorge del Cantón Patate, provincia de Tungurahua.

6.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar el diseño geométrico.
- Determinar la estructura del pavimento.
- Diseñar las obras de drenaje de la vía.
- Obtener el presupuesto referencial.
- Elaborar el cronograma valorado de trabajo.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

6.5.1 Factibilidad Técnica

Según los estudios que se realizaron en campo, determinaron la necesidad de realizar el mejoramiento vial cumpliendo con las normas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) vigente en Ecuador, cumpliendo las disposiciones que exige la misma.

6.5.2 Factibilidad Social

El proyecto está encaminado a permitir el desarrollo vial, dentro del Cantón Patate se está trabajando con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), se socializó el proyecto con los moradores del sector y los propietarios de los terrenos, los mismos que están de acuerdo con la realización del proyecto.

6.5.3 Factibilidad Económica

Con el desarrollo del proyecto vial planteado, el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón San Cristóbal de Patate otorgará en un futuro los recursos económicos pertinentes para que se efectúe el proyecto, partiendo de la disponibilidad de presupuesto.

6.5.4 Factibilidad Ambiental

Dentro del estudio vial se realizó el diseño con lo cual se trató de causar la menor afectación a terrenos con cultivos y pequeños bosques que existen mejorando el trazado geométrico como se plantea, también se plantea un plan de manejo ambiental para la construcción.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 Diseño Geométrico

Para el diseño geométrico de la vía La Libertad - San Jorge se ubicaron puntos de referencia obligatorios en el levantamiento topográfico para su posterior replanteo, se optimizó el trazado vial con los diseños horizontales en planta y verticales en elevación bajo las normas del MTOP para mejorar la circulación vehicular tomando en cuenta la velocidad de diseño.

Se determinaron aspectos importantes como el tipo de terreno que es ondulado montañoso, se realizó el diseño vial con el criterio de coincidir el trazado vial propuesto con el existente ajustándolos en varios tramos donde fue necesario, a fin de tener ampliaciones y obras de arte menores para causar la afectación mínima a terrenos con cultivos y pequeños bosques que existen, también se tomó en cuenta las construcciones que están a lo largo de la vía.

Para el diseño se utilizó el software vial de la plataforma AUTODESK AutoCAD Civil 3D, que permitió obtener resultados de forma más rápida.

6.6.2 Diseño de la estructura del pavimento

Proyectar un pavimento significa la combinación de materiales, espesores y posiciones de las capas constituyentes que sean las más económicas, de entre todas las alternativas viables que satisfagan los requisitos funcionales requeridos. (Universidad Mayor de San Simón, 2004, p.5)

Cuenta como factor importante el periodo de diseño de la vía, el tránsito que se usa en el número de ejes equivalentes.

El método AASHTO-1993 (Guide for Design of Pavement Structures 1993) para el diseño de pavimentos flexibles, se basa en identificar el número estructural (SN) para el pavimento que pueda soportar el nivel de carga solicitado, el que se determina con

los niveles de Confiabilidad “R” que está en función del tipo de camino, Nivel de Serviciabilidad refiriéndose a la capacidad de servir al tránsito inicialmente y transcurrido un tiempo de diseño, propiedades de los materiales expresándose al Módulo de Resiliencia en función a los materiales que conforma cada capa y finalmente el drenaje de cada capa que conforma la estructura del pavimento y el tiempo en que las mismas están sometidas a niveles de humedad a causa de eventos pluviométricos y característicos de la zona misma. (<http://sistemamid.com/preview.php?a=98398>)

El TPDA futuro es de 239 vehículos que se encuentra dentro del rango de 100 a 300 vehículos, según las normas del MTOP la vía es de Clase IV y corresponde a un camino vecinal que contempla zonas rurales de bajo tráfico.

La sección típica para la vía de Clase IV tiene un ancho de calzada de 6.0 m con cunetas de 0.80 m para recolección de aguas lluvia, el CBR de diseño es de 8.10 % lo que clasifica al suelo como una subrasante apta, el estado actual de la vía indica que el empedrado existente sirve como sub-base.

6.6.3 Diseño de drenajes

Sistema de alcantarillado pluvial

Toda nueva habilitación o mejoramiento urbano ubicado en localidades en donde se produzcan precipitaciones frecuentes con lluvias iguales o mayores a 10 mm en 24 horas, deberá contar en forma obligatoria con un sistema de alcantarillado pluvial.

La entidad prestadora de servicios podrá exigir el drenaje pluvial en localidades que no reúnan las exigencias de precipitación mencionadas en el párrafo anterior, por consideraciones técnicas específicas y de acuerdo a las condiciones existentes. (Manual del curso de Irrigación y drenaje, Hugo Amado Rubio, pág. 119)

Captación y transporte de aguas pluviales de calzada y aceras

La evacuación de las aguas que discurren sobre la calzada y aceras se realizará mediante cunetas, las que conducirán el flujo hacia las zonas bajas donde los sumideros captarán el agua para conducirla en dirección a las alcantarillas pluviales de la ciudad. (Manual del curso de Irrigación y drenaje, Hugo Amado Rubio, pág. 120)

Al diseñar las obras de agua lluvia (Obras de arte menor que recolectan las aguas de escorrentía superficial de la calzada) se consideran los caudales máximos, con el fin de precautelar futuras presencias de agua lluvia.

A través del INHAMI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) se obtuvo la intensidad de lluvia en la estación más cercana al lugar **Tabla N° 32**, en el Cantón Patate para realizar el diseño óptimo que evacúe las aguas lluvia de la vía tanto para proteger la estructura del pavimento, como en taludes de corte y terraplén.

6.7 METODOLOGÍA

Después de realizado el trabajo en campo se analizó y procesó la información, se inició con el estudio de suelos para la determinación del CBR de diseño de la vía que es de 8.10 % según el Anexo 2, con criterios técnicos y ensayos de laboratorio a través de conclusiones tomadas del mismo, se encontró el tráfico actual de la vía que es de 239 vehículos, quiere decir según las tablas del MTOP la vía es de CLASE IV de acuerdo a la **Tabla N° 05**, se realizó el levantamiento topográfico del lugar con secciones transversales, se elaboró un diseño geométrico horizontal y vertical de la vía, posteriormente se utilizaron las normas del MTOP para encontrar el diseño óptimo para la estructura del pavimento.

También se estableció un sistema de drenaje de aguas lluvia para la protección de la vía, el análisis de precios para la determinación del costo total de la obra y un cronograma valorado de trabajos, lo que es un presupuesto referencial para su construcción.

6.7.1 Diseño Geométrico

6.7.1.1 Diseño horizontal

6.7.1.1.1 Velocidad de diseño

Se determinó según la **Tabla N° 07** la Velocidad de diseño en carreteras MTOP 2003, una velocidad de diseño de $V_d = 40$ km/h, el terreno es de tipo ondulado-montañoso.

6.7.1.1.2 Velocidad de circulación

Se aplicó la siguiente expresión para el tráfico promedio anual que es menor a 1000 vehículos según la **Tabla N° 08**:

$$V_c = 0.80 * V_d + 6.5$$

$$V_c = 0.80 * (40) + 6.5$$

$$V_c = 38.5 \text{ km/h} = 40 \text{ km/h}$$

6.7.1.1.3 Distancias de visibilidad

a. Distancia de visibilidad de parada

Se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$DVP = 0.7 * V_d + \frac{V_d^2}{254 f}$$

Donde:

DVP= Distancia de visibilidad de parada.

V_d = Velocidad de diseño.

f = Fracción longitudinal.

$$f = \frac{1.15^2}{V^{0.3}}$$

$$f = \frac{1.15^2}{40^{0.3}}$$

$$f = 0.437$$

$$DVP = 0.7 * Vd + \frac{Vd^2}{254 f}$$

$$DVP = 0.7 * 40 + \frac{40^2}{254 * 0.437}$$

$$DVP = 42.42m$$

$$DVP = 43m$$

La distancia de visibilidad de parada según la **Tabla N° 09** es de 55 m recomendada por el MTOP, la distancia de visibilidad de parada asumida para el diseño es de 43m.

b. Distancia de visibilidad de rebasamiento

Se determinó con la siguiente ecuación:

$$DVR = 9.54 * Vd - 218$$

$$DVR = 9.54 * 40 - 218$$

$$DVR = 163.60m$$

$$DVR = 164m$$

6.7.1.1.3 Radio mínimo de curvatura horizontal

Se obtiene bajo la siguiente expresión:

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

Donde:

Vd= Velocidad de diseño

e= Peralte máximo

f= coeficiente de fricción lateral máxima (f =0.221)

$$R_{\text{mín}} = \frac{40^2}{127(0.08 + 0.221)}$$

$$R_{\text{mín}} = 41.86\text{m}$$

Tabla N° 37: Radios mínimos de curva en función del peralte.

RADIOS MÍNIMOS DE CURVAS EN FUNCIÓN DEL PERALTE "e" Y DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL "f"										
Velocidad de diseño	"f"	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado				
		km/h	máximo	e=0,10	e=0,08	e=0,06	e=0,04	e=0,10	e=0,08	e=0,06
20	0.350			7.32	7.68	8.08	15	18	20	20
25	0.315			12.46	13.12	13.86	15	20	25	25
30	0.284			19.47	20.60	21.87	20	25	30	30
35	0.255			28.79	30.62	32.70	30	30	35	36
40	0.221			41.86	44.83	48.27	40	42	45	50
45	0.206			55.75	59.94	64.82	55	58	60	66
50	0.190			72.91	78.74	85.59	70	78	80	90
60	0.165	106.97	115.70	126.00	138.28	110	120	130	140	
70	0.150	154.33	167.75	183.70	203.07	160	170	185	205	
80	0.140	209.97	229.06	252.00	297.97	210	230	255	280	
90	0.134	272.56	298.04	328.80	366.55	275	300	330	370	
100	0.130	342.35	374.95	414.40	463.18	350	375	415	465	

Fuente: Normas Diseño Geométrico del MTOP 2003

Nota: El radio mínimo calculado es de 41.86 m, en la curvas horizontales **C13, C15, C16, C18 y C47** tienen un radio menor que el mínimo calculado, en la **Tabla N° 38** en el numeral 9 menciona: 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) por lo que se utilizaron radios menores al mínimo calculado.

Tabla N° 38: Valores de diseño recomendados.



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE
DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

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

- 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: $L = KA$, 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 menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.
- 4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.
- 5) Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
- 6) Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
- 7) En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsese dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- 8) Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- 9) Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar $V_p = 20$ 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.

6.7.1.1.4 Peralte

Según la **Tabla N° 34**: Radios mínimos de curva en función del peralte, para una velocidad de diseño se tomó el radio mínimo calculado de 41.86 m y el peralte es de $e=0.08$ es decir del 8%.

6.7.1.1.5 Curvas circulares

Grado de curvatura (Gc)

Se tomó como ejemplo la curva horizontal izquierda C5, ubicada en la abscisa 0+497.63 del proyecto que tiene un radio de $R=60m$.

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

$$Gc = \frac{1145.92}{R} \rightarrow Gc = \frac{1145.92}{60} \rightarrow Gc = 19.098666 \rightarrow Gc = 19^{\circ}5'55.2''$$

Angulo central (Δ)

El Ángulo central se tiene de la abscisa del proyecto de la curva C5 del proyecto:

$$\Delta = \alpha = 84^{\circ}58'37''$$

Longitud de la curva (Lc)

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

$$Lc = \frac{\pi R \alpha}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 60m * 84^{\circ}58'37''}{180} = 88.99m$$

Tangente de curva o subtagente

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \rightarrow T = 60m * \tan\left(\frac{84^{\circ}58'37''}{2}\right) = 54.958m$$

External

$$e = T * \left(\tan \frac{\alpha}{4} \right) \rightarrow e = 54.958m * \left(\tan \frac{84^\circ 58' 37''}{4} \right) = 21.365m$$

Ordenada media

$$M = R - R \left(\cos \frac{\alpha}{2} \right) \rightarrow M = 60m - 60m \left(\cos \frac{84^\circ 58' 37''}{2} \right) = 15.755m$$

Deflexión en un punto cualquiera de la curva

$$\theta = \frac{Gc * 1}{20} \rightarrow \theta = \frac{84^\circ 58' 37'' * 1}{20} = 4^\circ 14' 55.85''$$

Cuerda

$$C = 2 * R * \left(\sin \frac{\theta}{2} \right) \rightarrow C = 2 * 60m * \left(\sin \frac{4^\circ 14' 55.85''}{2} \right) = 4.448m$$

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

$$CL = 2 * R \left(\sin \frac{\alpha}{2} \right) \rightarrow CL = 2 * 60m \left(\sin \frac{84^\circ 58' 37''}{2} \right) = 81.053m$$

6.7.1.2 Diseño vertical

6.7.1.2.1 Cálculo de pendientes

Para el cálculo de pendientes se tomó como ejemplo para el cálculo la curva cóncava N° 04, tomando en cuenta los rangos de la **Tabla N° 12** para una vía Clase IV que la pendiente máxima es del 12%, también puede ser del 14% con excepción de ciertos casos, los datos son los siguientes:

PCV: 0+491.18 m, 2875.05 m.s.n.m.

PIV: 0+521.18 m, 2874.25 m.s.n.m.

PTV: 0+551.18 m, 2871.24 m.s.n.m.

$$L1 = | PIV | - | PCV | = | 0+521.18 \text{ m} | - | 0+491.18 \text{ m} | = 30.00 \text{ m}$$

$$L2 = | PCV | - | PTV | = | 0+521.18 \text{ m} | - | 0+551.18 \text{ m} | = 30.00 \text{ m}$$

La ecuación general para el cálculo de pendientes, se expresa de la siguiente forma:

$$g = \frac{\text{Cota inicial} - \text{cota final}}{\text{longitud}} * 100\% \text{ (expresado en porcentaje)}$$

$$g1 = \frac{PIV - PCV}{L1} * 100\% \rightarrow g1 = \frac{2874.25 - 2875.05}{30.00} * 100\% = -2.67\%$$

$$g2 = \frac{PTV - PIV}{L2} * 100\% \rightarrow g2 = \frac{2871.24 - 2874.25}{30.00} * 100\% = -10.05\%$$

6.7.1.2.2 Curvas verticales cóncavas y convexas

La longitud mínima de las curvas verticales cóncavas y convexas, expresada en metros, se indica por la siguiente fórmula:

$$L_{min} = 0.60 * \text{Velocidad de diseño}$$

$$L_{min} = (0.60 * 40)m$$

$$L_{min} = 24m$$

Cambio de pendiente por unidad de longitud (factor K)

Es la relación entre la longitud horizontal de curva y la diferencia algebraica, de pendientes. Ejemplo en curva vertical N° 05, en la abscisa 0+667.31 del proyecto.

$$k = \frac{LC}{g1 - g2} \rightarrow k = \frac{60}{-2.67 - (-10.05)} = 8.14$$

External

$$E = \frac{L1 * L2}{200 * Cl} * (g1 - g2) \rightarrow E = \frac{30.00 \text{ m} * 30.00 \text{ m}}{200 * 60 \text{ m}} * (-2.67 - (-10.05)) = 33.58m$$

6.7.2 Diseño de la estructura del pavimento

Ecuación de diseño para pavimento flexible

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, el método proporciona la ecuación general que involucra los siguientes parámetros:

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

Donde:

W18 = Número de cargas de 18 kps (80 kN) previstas.

Z_R = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.

S_O = Desvío estándar de todas las variables.

D = Espesor de la capa del pavimento.

ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

MR = Módulo resiliente de la subrasante.

6.7.2.1 Ejes equivalentes acumulados para el período de diseño (W₁₈)

Para efectos de diseño se considera el período de vida útil, mientras que el período de análisis se utiliza para la comparación de alternativas de diseño, es decir, para el análisis económico del proyecto. Los períodos de análisis recomendados son mostrados a continuación:

Tabla N°39: Periodos de diseño de vías.

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	PERÍODO DE ANÁLISIS (AÑOS)
Urbana de alto volumen de tráfico	30 a 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 a 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”

Los factores de daño (FD) fueron recopilados del cuadro demostrativo de cargas útiles permisibles del Departamento de Pesos, Medidas y Peaje de la Dirección de Mantenimiento Vial del MTOP en el Ecuador.

Tabla N°40: Factores daño según tipo de vehículo.

FACTORES DE DAÑO SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO
	TON	(P/6,6) ⁴	TON	(P/6,6) ⁴	TON	(P/6,6) ⁴	TON	(P/6,6) ⁴	
BUS	4	0.13	8	0.91					1.04
C-2P	2.5	0.02							1.29
	7	1.27							
C-2G	6	0.68	11	3.24					3.92
C-3	6	0.68			18	2.08			2.76
C-4	6	0.68					25	1.4	2.08
C-5	6	0.68			18	2.08			2.76
C-6	6	0.68			18	2.08	25	1.4	4.16

Fuente: Especificaciones Técnicas MTOP.

6.7.2.1.1 Factor de distribución por dirección

Para el cálculo del tránsito, el método que contempla los ejes equivalentes sencillos de 18.000 lb (8.2 ton) acumulados durante el periodo de diseño.

La vía tiene dos carriles, se tomó un carril para el diseño, con los vehículos pesados, como se muestra:

Tabla N°41: Factor de distribución por carril.

Número de carriles en una dirección	Pocentaje del W ₁₈ en el carril de diseño, DL
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”

Según la **Tabla N° 41**, el porcentaje de ejes equivalentes tomado para el diseño según la guía AASHTO es del 100%.

El número de ejes equivalentes al final del periodo de diseño, calculado por cada uno de los carriles se obtuvo mediante la expresión que se muestra a continuación:

$$W_{18total} = 365 * TPDA_{FINAL} * FD$$

Donde:

W₁₈ = Número acumulado de ejes equivalentes al final del periodo de diseño.

FD = Factor de daño.

TPDA_{FINAL} = Tráfico promedio diario anual actual.

Periodo de diseño n= 20 años (año 2034).

$$W_{18parcial} = 365 * TPDA_{FINAL\ BUS} * FD + 365 * TPDA_{FINAL\ PESADOS} * FD$$

$$W_{18parcial} = (365 * 16 * 1.04) + (365 * 29 * 1.29)$$

$$W_{18parcial} = \mathbf{19729}$$

$$W_{18acumulado} = \sum W_{18} \text{ hasta el periodo de diseño}$$

$$W_{18acumulado} = 19729 + 337638$$

$$W_{18acumulado} = \mathbf{357367}$$

$$W_{18} \text{dirección} = W_{18} \text{acumulado} * Fd$$

$$W_{18} \text{dirección} = 357367 * 0.50$$

$$W_{18} \text{dirección} = \mathbf{178684}$$

Según la **Tabla N° 43**, para un periodo de diseño $n= 20$ años (año 2034), el número de ejes equivalentes W_{18} para un carril es de 178684 vehículos.

Para la determinación de los espesores de las capas de la estructura del pavimento se tomó como referencia los valores propuestos en la siguiente tabla:

Tabla N° 42: Valores mínimos de espesores en función de los ejes equivalentes

TRÁFICO W_{18}	CONCRETO ASFÁLTICO, D_1 (plg)	CAPA BASE, D_2 (plg)
< 50000	1,0 (o tratamiento superficial)	4
50 001 a 150000	2,0	4
150 001 a 500 000	2,5	4
500 001 a 2 000 000	3,0	6
2000001 a 7 000 000	3,5	6
7 000 000	4,0	6

Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”

Según el número de ejes equivalentes (W_{18}), el espesor del concreto asfáltico o capa de rodadura es $D_1= 2.5''$ o 6.5 cm, y el espesor de la capa base es $D_2= 4''$ o 10 cm, que sirvió de referencia para el cálculo de los espesores de las capas de la estructura del pavimento.

Tabla N° 43: Tránsito de ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño seleccionado (W18).

AÑOS	n	% crecimiento			TIPO DE VEHÍCULO			TPDA Total	W18 parcial	W18 acumulado	W18 por dirección	W18 de diseño
		LIV.	BUS	PES.	LIV.	BUS	PES.					
2014	0	4.47	2.22	2.18	102	11	21	134	14064	14064	7032	7032
2015	1	3.97	1.97	1.94	107	12	22	141	14914	28978	14489	14489
2016	2	3.97	1.97	1.94	111	12	22	145	14914	43892	21946	21946
2017	3	3.97	1.97	1.94	115	12	23	150	15385	59277	29639	29639
2018	4	3.97	1.97	1.94	120	12	23	155	15385	74662	37331	37331
2019	5	3.97	1.97	1.94	124	13	24	161	16236	90898	45449	45449
2020	6	3.57	1.78	1.74	126	13	24	163	16236	107134	53567	53567
2021	7	3.57	1.78	1.74	131	13	24	168	16236	123370	61685	61685
2022	8	3.57	1.78	1.74	136	13	25	174	16707	140077	70039	70039
2023	9	3.57	1.78	1.74	140	13	25	178	16707	156784	78392	78392
2024	10	3.57	1.78	1.74	145	14	25	184	17086	173870	86935	86935
2025	11	3.25	1.62	1.58	146	14	25	185	17086	190956	95478	95478
2026	12	3.25	1.62	1.58	150	14	26	190	17557	208513	104257	104257
2027	13	3.25	1.62	1.58	155	14	26	195	17557	226070	113035	113035
2028	14	3.25	1.62	1.58	160	14	27	201	18028	244098	122049	122049
2029	15	3.25	1.62	1.58	165	14	27	206	18028	262126	131063	131063
2030	16	3.25	1.62	1.58	171	15	27	213	18407	280533	140267	140267
2031	17	3.25	1.62	1.58	176	15	28	219	18878	299411	149706	149706
2032	18	3.25	1.62	1.58	182	15	28	225	18878	318289	159145	159145
2033	19	3.25	1.62	1.58	188	15	29	232	19349	337638	168819	168819
2034	20	3.25	1.62	1.58	194	16	29	239	19729	357367	178684	178684

Fuente: Autor

6.7.2.2 Confiabilidad "R"

La confiabilidad está definida como la probabilidad que la estructura tenga un comportamiento real, igual o mejor que el previsto durante el periodo de diseño, el valor de "R" está asociado a un valor del coeficiente de desviación estándar Z_R .

Tabla N° 44: Niveles de confiabilidad según la función del camino.

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad R recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 85	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993"

De acuerdo a la **Tabla N° 44**, la vía se encuentra en la clasificación funcional de vía Local Rural, para este proyecto se tomó el valor $R = 70\%$.

6.7.2.3 Desviación estándar normal Z_R

Tabla N° 45: Valores de desviación estándar con respecto a la confiabilidad.

Confiabilidad "R" %	Desviación estándar normal Z_R
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Fuente: Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993"

Según la **Tabla N° 45**, para el diseño con la confiabilidad $R= 70\%$, la desviación estándar es de $Z_R = -0.524$.

6.7.2.4 Desviación estándar global “So”

Con las posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y predicción del tránsito en el periodo de diseño. Para pavimentos flexibles: $0,40 < S_o < 0,50$.

Se recomienda usar un valor promedio, por lo tanto $S_o = 0,45$.

6.7.2.5 Índice de serviciabilidad “PSI”

El índice de serviciabilidad es la condición del pavimento en proveer un manejo seguro y confortable a los usuarios en un determinado momento.

Tabla N°46: Índice de serviciabilidad.

Índice de serviciabilidad	Calificación
0 - 1	Muy mala
1 - 2	Mala
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy buena

Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”

Se calcula mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

ΔPSI : Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final o terminal deseado.

PSI inicial: Índice de servicio inicial (4.5 pavimentos rígidos y 4.2 para flexibles).

PSI final: Índice de servicio final (camino principales: 2,5 o 3 y caminos secundarios).

Para el diseño del índice de serviciabilidad del pavimento flexible es **PSI inicial= 4.2**, y **PSI final= 2.0**, para el caso de la vía.

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

$$\Delta \text{ PSI} = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta \text{ PSI} = 2.2$$

6.7.2.6 Módulo de resiliencia de la subrasante “Mr”

Utilizando las correlaciones indicadas por las AASHTO 1993, el módulo de resiliencia se expresa mediante las siguientes expresiones según el caso mediante el uso del CBR:

- $M_R(\text{psi}) = 1500 * \text{CBR}$, para $\text{CBR} < 7.2\%$
- $M_R(\text{psi}) = 3000 * \text{CBR}^{0.65}$, para CBR de 7.2% a 20%
- $M_R(\text{psi}) = 4326 * \ln\text{CBR} + 241$, para suelos granulares

Con el CBR obtenido, se calculó el módulo de resiliencia:

$$M_R(\text{psi}) = 3000 * \text{CBR}^{0.65}$$

$$M_R(\text{psi}) = 3000 * 8.1^{0.65}$$

$$M_R = 11685\text{psi}$$

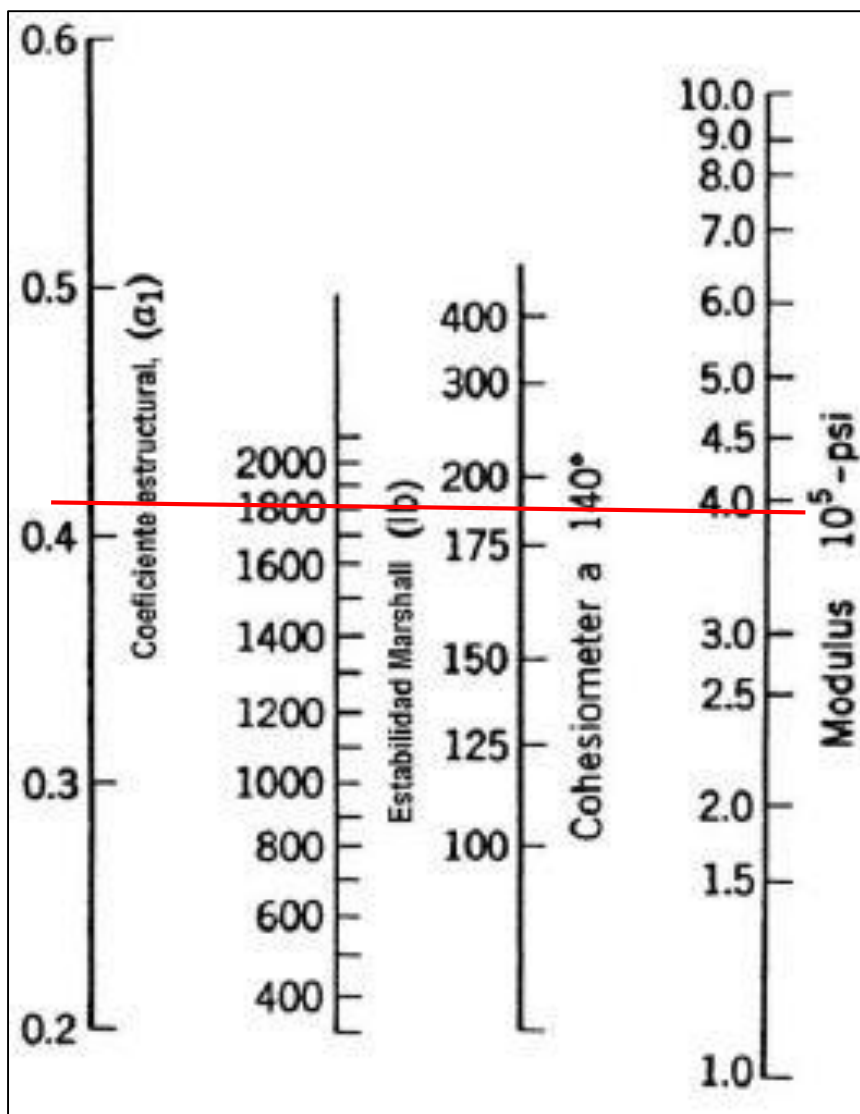
$$M_R = 11.69\text{Ksi}$$

6.7.2.7 Determinación de los coeficientes estructurales de los materiales de la estructura del pavimento

6.7.2.7.1 Coeficiente de la carpeta asfáltica (a1)

Se utilizó el **Grafico N° 30**, para estimar el coeficiente estructural, a partir de la estabilidad Marshall de la mezcla.

Gráfico N° 29: Coeficiente estructural a1.



Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”

De acuerdo a la lectura se tomó:

Módulo de Resiliencia de la carpeta asfáltica = $3,95 \times 10^5$ psi = 395 Ksi; con la estabilidad de Marshall mínima de 1800 lb para tráfico pesado se determinó el coeficiente de la carpeta asfáltica, por el error de apreciación en la lectura en el nomograma, se utilizó la siguiente tabla para obtener el valor de a_1 efectuando una interpolación.

Tabla N° 47: Cuadro de valores para a1

MÓDULOS ELÁSTICOS		Valores de a1
psi	MPa	
125000	875	0,220
150000	1050	0,250
175000	1225	0,280
200000	1400	0,295
225000	1575	0,320
250000	1750	0,330
275000	1925	0,350
300000	2100	0,360
325000	2275	0,375
350000	2450	0,850
375000	2625	0,405
400000	2800	0,420
425000	2975	0,435
450000	3150	0,440

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

Módulo Elástico	Valor a1
375.000	0,405
400.000	0,42
<hr/>	
25.000	0,015
5.000	x = 0,003

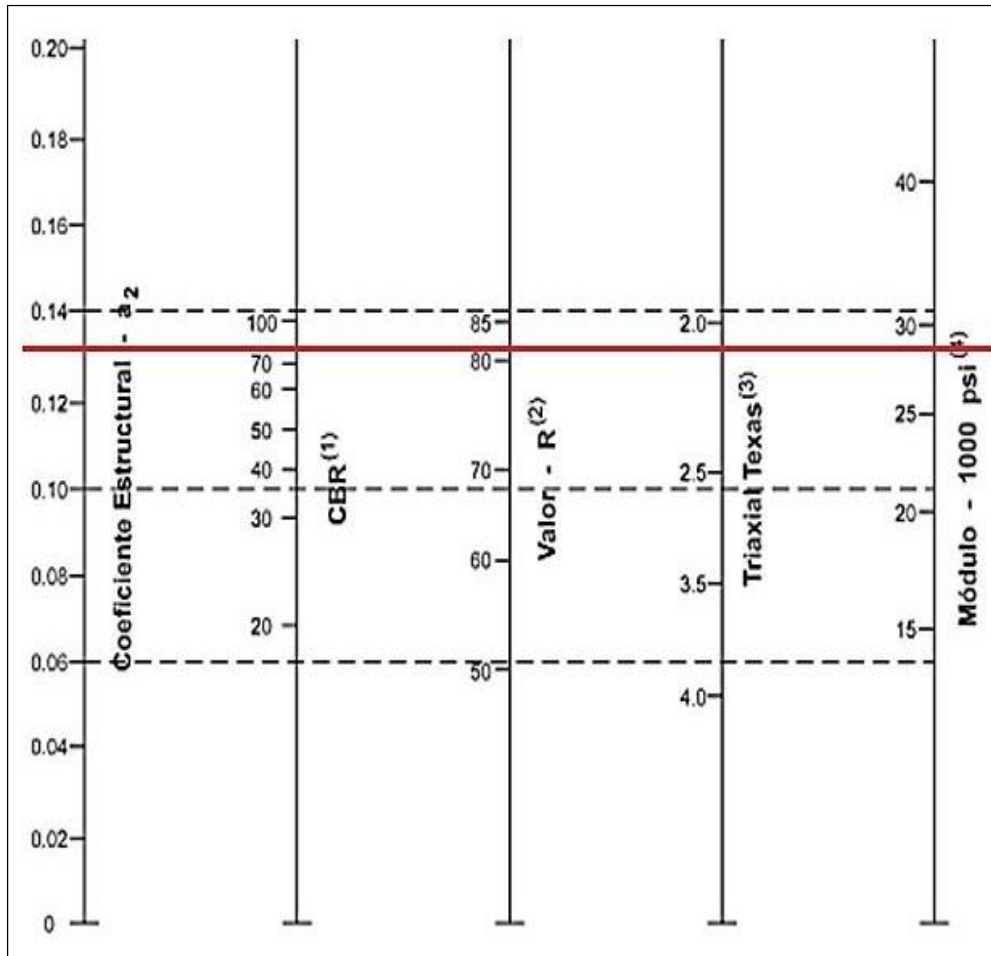
Coefficiente estructural **a1 = 0.42-0.03**

$$a1=0.417$$

6.7.2.7.2 Coeficiente estructural de la capa base (a2)

El MTOP especifica que la capa base debe tener un CBR igual o mayor al 80% según la **Tabla N° 24**, con lo que se determina el coeficiente estructural en el siguiente nomograma.

Gráfico N° 30: Coeficiente estructural a2.



Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”

Tabla N° 48: Coeficiente a2 en función del CBR

BASE DE AGREGADOS	
CBR %	a ₂
50	0.115
55	0.120
60	0.125
70	0.130
80	0.133
90	0.137
100	0.140

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

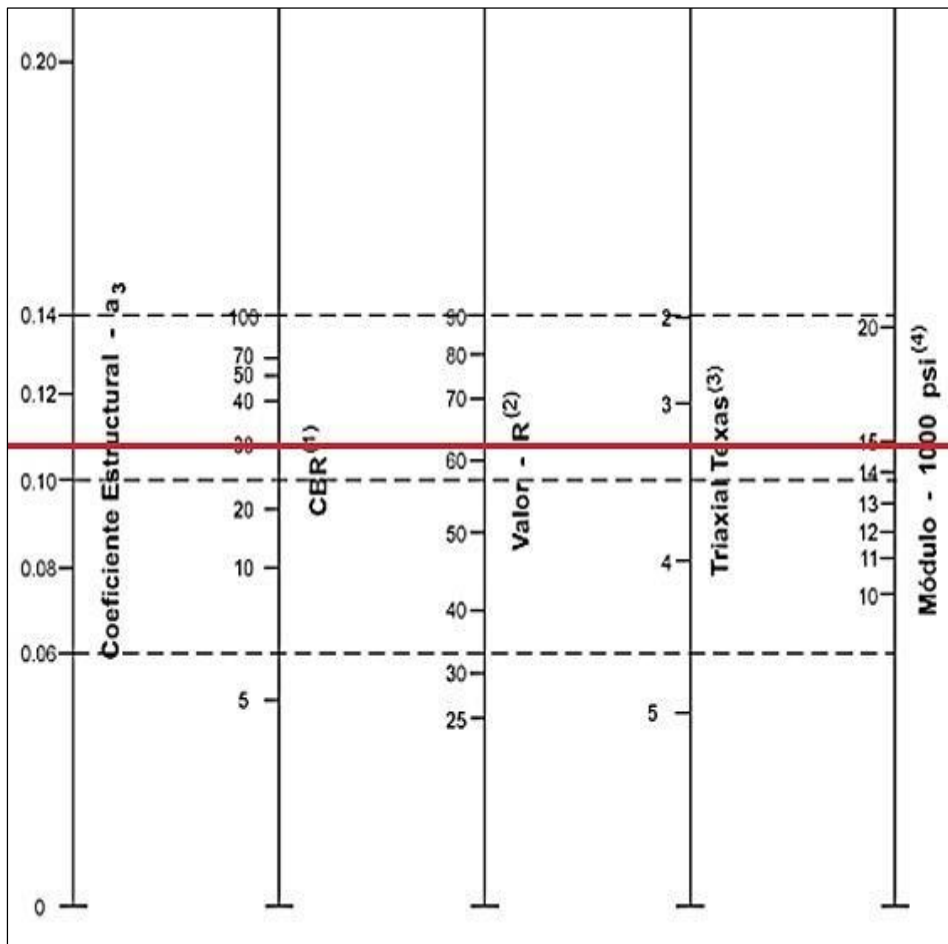
Con el valor de CBR se determina el coeficiente estructural $a_2 = 0.133$

Módulo de elasticidad de la capa base = 29000 psi ó 29 Ksi

6.7.2.7.3 Coeficiente estructural de la sub base (a_3)

Con las especificaciones del MTOP para sub-base, según la **Tabla N°18** indica que el CBR debe ser igual o mayor a 30%.

Gráfico N° 31: Coeficiente estructural AASHTO para Sub base granular.



Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”

Tabla N° 49: Coeficiente a3 en función del CBR

SUB-BASE GRANULAR	
CBR %	a3
10	0,08
15	0,09
20	0,093
25	0,102
30	0,108
35	0,115
40	0,12
45	0,125
50	0,128
55	0,13
60	0,135
65	0,138
70	0,14

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

Con este CBR y los valores del nomograma que propone la AASHTO se determinó:

Coeficiente estructural a3 = 0.108

Módulo de elasticidad de la sub base= 15000 psi ó 15 Ksi

6.7.2.7.4 Coeficientes de drenaje de capa (m2, m3)

Tabla N° 50: Calidad de drenaje – Saturación.

CALIDAD DE DRENAJE	50% SATURACIÓN	85% SATURACIÓN
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	de 10 a 15 horas
Muy pobre	El agua no drena	Mayor de 15 horas

Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”

Tabla N°51: Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles.

CALIDAD DE DRENAJE	P=% del tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1.20
Bueno	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1.00
Regular	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0.80
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0.60
Muy pobre	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0.40

Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”

La vía cuenta con un drenaje regular, según la **Tabla N° 51**, la humedad expuesta es del 5% - 25% con los que **m2 y m3= 0.90**.

6.7.2.8 Cálculo del Número Estructural SN (Structural Number)

El número estructural expresa la resistencia del pavimento en términos del valor de soporte del suelo, del equivalente diario de 18 kips de carga por eje y del índice de utilidad, los coeficientes convierten el valor SN en el espesor real de la carpeta, base y de la sub-base. (<http://www.cuevadelcivil.com/2010/05/numero-estructural.html>)

Está relacionado con la capacidad de soporte de la subrasante, esto quiere decir que si la capacidad de soporte de la subrasante es baja el número estructural es alto y viceversa.

Tabla N°52: Datos generales para la obtención del número estructural.

DATOS OBTENIDOS	
Tipo de pavimento	Flexible
TPDA año 2034 (Vehículo/día)	239
Periodo de diseño	20 años
Clasificación de la vía	IV orden
Serviciabilidad inicial (Po)	4.2
Serviciabilidad final (Pt)	2.0
Valor de soporte de la subrasante (CBR de diseño) (%)	8.1 %
Confiabilidad (R)	70%
Desviación normal estándar (Zr)	-0.524
Desviación estándar (So)	0.45
Módulo de resiliencia o descarga de la Subrasante (Mr) (Psi)	11685
Módulo de resiliencia o descarga de la Capa base (Mr) (Psi)	29000
Módulo de resiliencia o descarga de la Sub-base (Mr) (Psi)	15000
Ejes equivalentes W18 (vehículos)	178684
Coeficiente de la carpeta asfáltica (a1)	0.417
Coeficiente de la capa base (a2)	0.133
Coeficiente de la capa sub-base (a3)	0.108
Coeficientes de drenaje (m2 y m3)	0.90

Fuente: Autor.

Con los datos determinados, se encontró el número estructural SN=1.89

Gráfico N° 32: Cálculo del número estructural SN con la ecuación AASHTO 1993.

Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”

Tabla N° 53: Cálculo de la estructura del pavimento Método ASSHTO 1993.

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES			
METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: Diseño vial La Libertad-San Jorge, Patate, Tung.	TRAMO	: ÚNICO
SECCIÓN 1	: km 0+000,00 - km 4+722.80	FECHA	: Noviembre del 2014

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA):				
1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES				DATOS
A. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (ksi)				395.00
B. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)				29.00
C. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)				15.00
2. DATOS DE TRÁFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE				
A. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)				1.79E+05
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)				70%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)				-0.524
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)				0.45
C. MÓDULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)				11.69
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)				4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)				2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)				20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACIÓN DEL REFUERZO				
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA				
Concreto Asfáltico Convencional (a1)				0.417
Base granular (a2)				0.133
Subbase (a3)				0.108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA				
Base granular (m2)				0.900
Subbase (m3)				0.900
DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA):				
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SNREQ)			1.91	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFÁLTICA (SNCA)			1.32	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SNBG)			0.42	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SNSB)			0.18	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA				
		PROPUESTA		
	TEÓRICO	ESPESOR		SN (calc)
ESPESOR CARPETA ASFÁLTICA (cm)	8.0 cm	5.0 cm	2.0 "	0.82
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7.1 cm	15.0 cm	5.9 "	0.71
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	3.7 cm	15.0 cm	5.9 "	0.57
ESPESOR TOTAL (cm)	TOTAL	35.0 cm	13.8 "	2.10

Fuente: Autor.

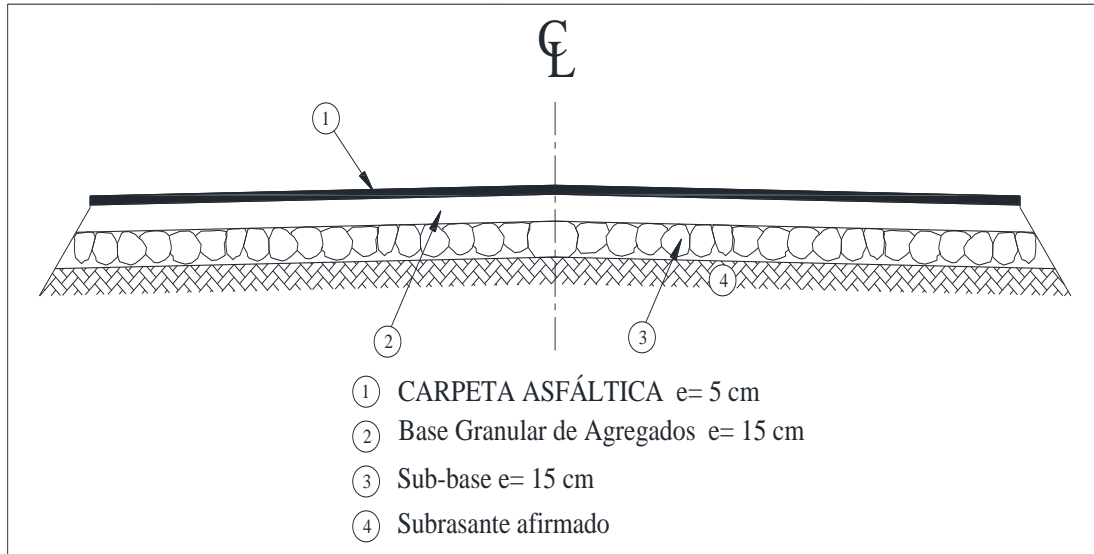
Finalizado el proceso de cálculo según la **Tabla N° 53**, el número estructural requerido es menor que el propuesto como se muestra en la siguiente expresión:

$$SN_{CAL}=2.10 > SN_{REQ}= 1.91 \text{ (Diseño correcto)}$$

Según la **Tabla N° 42** los espesores mínimos según el número de ejes equivalentes W_{18} de la carpeta asfáltica D1 es 2.5" (5 cm) y de la capa base D2 es 4" (10 cm), los espesores obtenidos para la conformación de la estructura del pavimento se presentan a continuación:

- Carpeta asfáltica = 5 cm
- Base Granular Clase 3 = 15 cm
- Sub-Base granular Clase 3 = 15 cm
- Espesor total = 35 cm

Gráfico N° 33: Espesores de las capas de la estructura del pavimento.



Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”.

Evaluación de la estructura del pavimento propuesto.

La estructura del pavimento debe cumplir con las siguientes especificaciones:

Sub-Base.

Para el presente proyecto se propone **Sub-Base Clase 3**, con material obtenido en la excavación para plataformas que debe cumplir con las siguientes especificaciones:

El límite líquido debe ser menor del 25%, el índice plástico menos al 6% y el desgaste a la Abrasión de los Ángeles menos del 50%; además la granulometría debe cumplir con lo normado en la siguiente tabla:

Tabla N° 18: Granulometría de Sub-Base Clase 3, en porcentaje que pasa a través de tamices de malla cuadrada.

Tamiz	% que pasa por los tamices
Sub base Clase 3	
3"(76.2 mm)	100
2"(50.4mm)	--
1 1/2(38.1mm)	--
No 4 (4.75mm)	30 - 70
No 40 (0.425mm)	--
No 200 (0.075)	0 - 20

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 - MTOP.

Base.

Para este proyecto se propone utilizar **Base Clase 3**, constituida por lo menos con el 25% de agregados gruesos triturados, debe cumplir con las siguientes especificaciones:

El límite líquido debe ser menor del 25%, el índice plástico menos al 6% y el desgaste a la Abrasión de los Ángeles menos del 40%; además la granulometría debe cumplir con lo normado en la siguiente tabla:

(Guía Técnica de Pavimentos, Ing. Fricson Moreira)

Tabla N° 20: Granulometría de Base Clase 3, en porcentaje que pasa a través de tamices de malla cuadrada.

Tamiz	% que pasa por los tamices
Base Clase 3	
11/2 (38.1 mm)	-
1" (25.4 mm)	-
3/4" (19.0 mm)	100
3/8" (9.5 mm)	-
N°4 (4.75 mm)	45 – 80
N°10 (2.00 mm)	30 – 60
N°40 (0.425 mm)	20 – 35
N°200 (0.0075 mm)	3 – 15

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 - MTOP.

Carpeta Asfáltica.

La mezcla asfáltica se constituye generalmente de 95% de materiales granulares y de un 5% de Asfalto.

Material Bituminoso.

Debe ser procesado en planta, aplicado en caliente con cemento asfáltico, formando capas o carpetas de espesores que fluctúan entre 1" y 5", el material bituminoso a emplearse se denomina cemento asfáltico, tipo AP3, que se produce en el país. (Guía Técnica de Pavimentos, Ing. Fricson Moreira)

Tabla N° 54: Especificaciones de calidad para cementos asfálticos.

ENSAYO	AP3 80 - 120	
	Mínimo	Máximo
Penetración a 25°	80	120
Punto de inflamación	27°	---
Ductilidad a 25°	100 cm	---
Viscosidad a 140°	100	200
Gravedad específica	0.96	---

Fuente: Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993".

El método Marshall para el diseño de mezclas bituminosas asfálticas esta normado bajo la AASHTO T 245 – 78, ASTM D 1554 – 76, se emplea para dosificar mezclas en caliente, de agregados pétreos y productos asfálticos, con o sin la adición de llenante mineral.

Los agregados para el diseño de la mezcla asfáltica deben cumplir con las siguientes especificaciones indicadas en el siguiente cuadro:

Tabla N° 55: Especificaciones de calidad de los agregados para ensayo Marshall.

ENSAYO	ESPECIFICACIONES
Resistencia al desgaste por abrasión	40% INEN 860
Resistencia a la acción de los sulfatos	12% INEN 863
Recubrimiento y peladura	Adherencia 95% Peladura 5% AASHTO T 182
Hinchamiento	1.50% < mucha arcilla

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

Definidas las características se deberá diseñar en planta para lo que se utilizará un tamaño nominal máximo del material de 1”, los porcentajes que se detallan en el siguiente cuadro recomendado:

Tabla N° 56: Porcentajes de materiales para ensayo Marshall. (Recomendado)

MATERIAL	AGREGADOS		PORCENTAJE UTILIZADO
	PASA	QUEDA	
GRUESO	1”	3/4”	10%
MEDIO	3/4”	3/8”	25%
FINO	3/8”	200	65%

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

Se puede obtener las granulometrías de los agregados según la **Tabla N° 57**, que propone las especificaciones de la calidad de los agregados para ensayo Marshall, siendo la utilización de agregados finos para una superficie menos rugosa.

Tabla N° 57: Granulometría de los agregados para ensayo Marshall.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½"	3/8"	N°4
1" (25.4 mm)	100	--	--	--
¾" (19.0 mm)	90 – 100	100	--	--
½" (12.7 mm)	--	90 – 100	100	--
3/8" (9.5 mm)	56 – 80		90 – 100	100
N°4 (4.75 mm)	35 – 65	44 – 74	55 – 85	80 – 100
N°8 (2.36 mm)	23 – 49	28 – 58	32 – 67	65 – 100
N°16 (1.18 mm)	--	--	--	40 – 80
N°30 (0.60 mm)	--	--	--	25 – 65
N°50 (0.30 mm)	5 – 19	5 -- 21	7 – 23	7 – 40
N°100 (0.15 mm)	--	--	--	3 – 20
N°200 (0.075 mm)	2 -- 8	2 – 10	2 -- 10	2 – 10

Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos”.

Finalmente las especificaciones que deben cumplir las mezclas asfálticas en función del tráfico para el ensayo Marshall son:

Tabla N° 58: Especificaciones para ensayo Marshall según tipo de tráfico.

Ensayos de acuerdo al Método Marshall	TRÁFICO					
	PESADO		MEDIO		LIVIANO	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
N° de golpes	75		50		35	
Estabilidad (libras)	1.800	--	1.200	--	750	--
Flujo (pulgadas/100)	8	16	8	18	8	20
% vacíos con aire						
Carpeta	3	5	3	5	3	5
Base	3	8	3	8	3	8

Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos”.

A demás el porcentaje de vacíos llenos con asfalto debe ser del 65 al 80%.

Comprobación de la estructura del pavimento con el programa WESLEA



Weslea
WESLEA MFC Application

Se la realiza ingresando el número de capas de la estructura del pavimento (Number of Layers): 4; se seleccionaron el tipo de material: Carpeta Asfáltica (AC), Base (GB), Sub-Base (GB) y Subrasante (Soil); Se ingresa los módulos de resiliencia de los materiales (Layer Modulus, MPa); el módulo de Poisson's se genera automáticamente por el programa y finalmente se ingresa los espesores de las capas.

Gráfico N° 34: Información Estructural

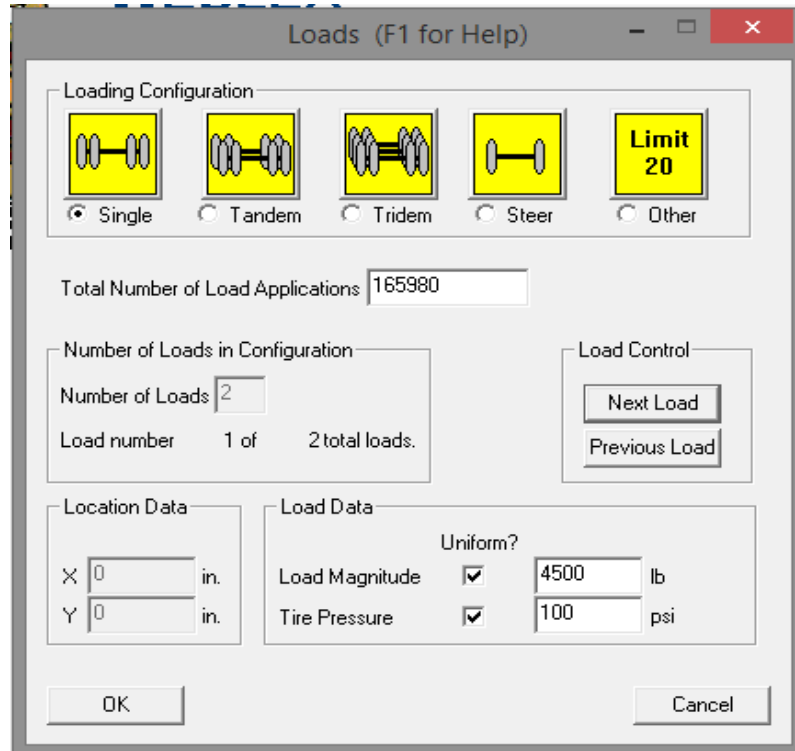
	Layer 1	Layer 2	Layer 3	Layer 4	Layer 5
Number of Layers	4				
Material Type	AC	GB	GB	GB	GB
Min Modulus, psi	80002.8	5003.8	5003.8	5003.8	5003.8
Layer Modulus, psi	394995.6	28993	14996.9	14996.9	14996.9
Max Modulus, psi	1999997.1	49994.5	49994.5	49994.5	49994.5
Poisson's Ratio	0.35	0.4	0.4	0.4	0.4
Min - Max	0.15 - 0.4	0.3 - 0.45	0.3 - 0.45	0.3 - 0.45	0.3 - 0.45
Thickness, in.	2	5.91	5.91	999	Infinite
Slip (0 or 1) 1 = Full Adhesion 0 = Full Slip		1	1	1	1

Fuente: Autor - Programa "WESLEA"

Asignación de cargas

En la asignación de cargas se ingresa el número de ejes equivalentes determinados para el periodo de diseño $n=20$ años (Total Number of Load Applications), se especifica la magnitud de carga 4500 lb, para un eje simple que se analiza es 18000 lb y finalmente la presión del neumático igual a 100 psi que es un peso conocido.

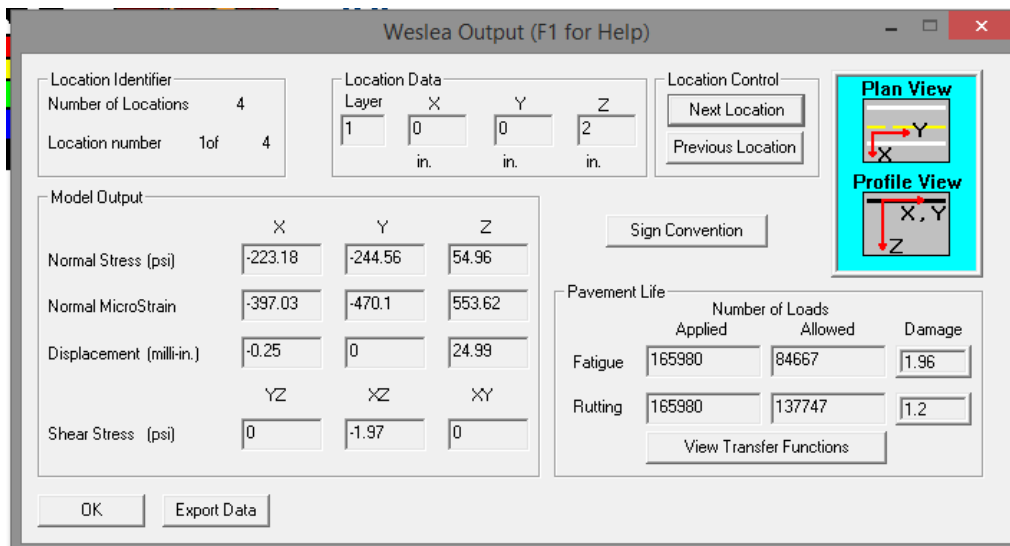
Gráfico N° 35: Asignación de cargas



Fuente: Autor - Programa “WESLEA”

Resultados: Se muestran a continuación:

Gráfico N° 36: Resultados de la estructura del pavimento



Fuente: Autor - Programa “WESLEA”

En la sección Pavement Life (vida del pavimento) se muestra que la estructura del pavimento sufre fatiga al recibir 84667 tráfico o ejes equivalentes, al compáralo con la **Tabla N° 43** se presentara a los 15 años, es decir al año 2024, el daño por rotura (rutting) tiene como resultado 137747 y un coeficiente de 1.2, que indica que existirá daño por rotura dentro del periodo de diseño; en la comprobación de la estructura en el **Gráfico N° 36** el valor planteado inicialmente es de 2” por lo que se recomienda lo siguiente:

La construcción se debe llevar al cabo según lo planteado, pero se debe realizar un recapeo de la vía en el año 2029 y aplicar una capa de rodadura de 1.5” o 3.5 cm, con lo que el diseño de la estructura del pavimento superara ampliamente el periodo de diseño soportando las cargas vehiculares.

6.7.3 Estructuras menores y obras complementarias

6.7.3.1. Obras de drenaje superficial (Cunetas)

6.7.3.1.1. Diseño de cunetas

Para el cálculo de cunetas se utiliza la fórmula de Manning:

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

V= velocidad (m/seg)

n= coeficiente de rugosidad de Manning

R= radio hidráulico (m)

J= pendiente hidráulico de la cuneta (%)

$$Q = A * V$$

Donde:

Q= caudal de diseño

A= área de la sección

El coeficiente de rugosidad de Manning depende de identificar el tipo de superficie e inmediatamente se determina su valor, se obtuvo de la siguiente tabla:

Tabla N° 59: Coeficientes de rugosidad de Manning.

Tipo de superficie	n
Tierra lisa	0.02
Césped con mas de 15 cm	0.04
Césped con menos de 15 cm	0.06
Revestimiento rugoso de piedra	0.04
Cunetas revestidas de hormigón	0.016

Fuente: INEN 2010

Se utiliza $n=0.016$ según la **Tabla N° 55**.

Para el cálculo se tomó el escenario más crítico, es decir que las cunetas van a trabajar a sección llena.

Radio Hidráulico

$$R = \frac{A_m}{P_m}$$

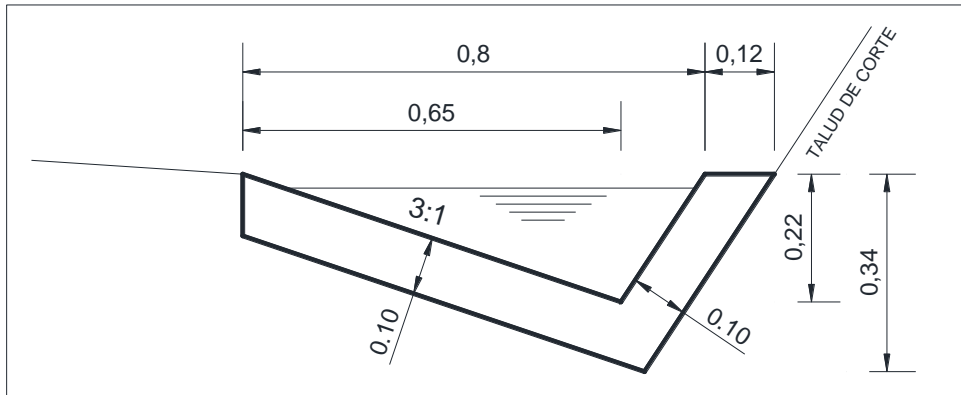
Donde:

A_m = Área mojada.

P_m = Perímetro mojado.

El diseño de la cuneta a utilizarse se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 37: Sección típica de la cuneta de diseño.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico MTOP 2003 - Autor.

$$R = \frac{\frac{0.70m \cdot 0.20m}{2} + \frac{0.10m \cdot 0.20m}{2}}{0.80m + 0.73m + 0.25m}$$

$$R = \frac{0.08m^2}{1.78m}$$

$$R = 0.045m$$

Reemplazando en la ecuación de Manning:

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

$$V = \frac{1}{0.016} * 0.045^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = 7.907 * J^{1/2} \quad \textcircled{1}$$

Considerando la ecuación:

$$Q = A * V$$

$$V = \frac{Q}{A} \quad \textcircled{2}$$

Al igualar las ecuaciones $\textcircled{1}$ y $\textcircled{2}$

$$\frac{Q}{A} = 7.907 * J^{1/2}$$

$$Q = A * 7.907 * J^{1/2} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.08 * 7.907 * J^{1/2} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.6325 * J^{1/2} \text{ m}^3/\text{s} \quad \textcircled{3}$$

Con la ecuación ① y ③ se determinó las velocidades y caudales del proyecto respectivamente, hasta expresar el valor de la máxima pendiente que es J= 12%

Tabla N° 60: Caudales y Velocidades según pendientes.

J%	J	V (m/seg)	Q (m3/seg)
0.50	0.005	0.559	0.045
1.00	0.010	0.791	0.063
1.50	0.015	0.968	0.077
2.00	0.020	1.118	0.089
3.00	0.030	1.370	0.110
4.00	0.040	1.581	0.127
5.00	0.050	1.768	0.141
6.00	0.060	1.937	0.155
6.50	0.065	2.016	0.161
7.00	0.070	2.092	0.167
7.50	0.075	2.165	0.173
8.00	0.080	2.236	0.179
8.50	0.085	2.305	0.184
9.00	0.090	2.372	0.190
9.50	0.095	2.437	0.195
10.00	0.100	2.500	0.200
10.50	0.105	2.562	0.205
11.00	0.110	2.622	0.210
11.50	0.115	2.681	0.214
12.00	0.120	2.739	0.219

Fuente: Autor

Según la **Tabla N° 56**, el caudal admisible con la pendiente máxima es el siguiente:

$$Q_{admisible} = 0.6325 * J^{1/2} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{admisible} = 0.6325 * 0.12^{1/2} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{admisible} = 0.219 \text{ m}^3/\text{s}$$

6.7.3.1.2. Caudal a ser desalojado

Se utilizó la siguiente ecuación para el cálculo del caudal máximo:

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

Donde:

Q = Caudal máximo esperado (m³/seg).

C = Coeficiente de escurrimiento.

I = Intensidad de precipitación pluvial en mm/h.

A = Número de hectáreas tributarias.

Para la determinación del coeficiente de escurrimiento utilizamos la siguiente tabla:

$$C = 1 - \sum C'$$

Tabla N° 61: Coeficiente de escurrimiento C.

POR LA TOPOGRAFÍA (Ct)	C
Plana con pendiente de 0,2 -0,6 m/km	0,3
Moderada con pendientes de 3,0 - 4,0 m/km	0,2
Colinas con pendientes 30 - 50 m/km	0,1
POR EL TIPO DE SUELO (Cs)	C
Arcilla compacta impermeable	0,1
Combinación de limo y arcilla	0,2
Suelo limo arenoso no muy compactado	0,4
POR LA CAPA VEGETAL (Cv)	C
Terrenos cultivados	0,1
bosques	0,2

Fuente: Autor

Se reemplazó los valores de los coeficientes de escurrimiento según la **Tabla N° 61**, tenemos:

$$C = 1 - \sum C'$$

$$C = 1 - (Ct + Cs + Cv)$$

$$C = 1 - (0.2 + 0.2 + 0.1)$$

$$C = 0.50$$

Para la determinación de la intensidad de precipitación se empleó la fórmula de acuerdo al INAMHI que se muestra:

$$I = \frac{4.14 * T^{0.18} * P_{m\acute{a}x}}{t^{0.58}}$$

Donde:

I= Intensidad de precipitación pluvial.

T= Período de retorno en años (10 años).

t= tiempo de precipitación (min).

$P_{\text{máx}}$ = precipitación máxima (106.2mm).

Para obtener el tiempo de concentración se utilizó el tiempo de concentración que parte de la siguiente expresión:

$$tc = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

$$H = L * i$$

Donde:

tc = tiempo de concentración (min).

L = longitud del área de drenaje (m).

H = Desnivel entre el inicio de la cuenca y el punto de descarga (m).

i = pendiente.

$$H = L * i$$

$$H = 1500m * 12\%$$

$$H = 180m$$

$$tc = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

$$tc = 0.0195 * \left(\frac{1500^3}{180}\right)^{0.385}$$

$$tc = 12.30$$

$$I = \frac{4.14 * T^{0.18} * P_{\text{máx}}}{t^{0.58}}$$

$$I = \frac{4.14 * 10^{0.18} * 106.2}{12.30^{0.58}}$$

$$I = 155.19 \text{ mm/hora}$$

Área de drenaje.

$$A = (\text{Ancho de calzada} + \text{cuneta}) * L$$

$$A = \left(\frac{6}{2} + 0.6\right) m * 1500m$$

$$A = 4590m^2 \text{ ó } 0.459Há$$

Al determinar el caudal máximo:

$$Q_{máx} = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q_{máx} = \frac{0.5 * 155.19 * 0.459}{360}$$

$$Q_{máx} = 0.0989 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal admisible es mayor que el caudal máximo, quiere decir que el diseño de la cuneta es correcto.

$$Q_{admisible} > Q_{máx}$$

$$0.219 \text{ m}^3/\text{s} > 0.0989 \text{ m}^3/\text{s}; \text{ diseño correcto}$$

6.7.4. Señalización vial

6.7.4.1 Señalización horizontal

Ubicación: Toda señal debe ser instalada de tal manera que capte oportunamente la atención de usuarios de distintas capacidades visuales, cognitivas y psicomotoras, otorgando a éstos la facilidad y el tiempo suficiente para distinguirla de su entorno, leerla, entenderla, seleccionar la acción o maniobra apropiada y realizarla con

seguridad y eficacia, en general se debe usar la cantidad necesaria de señales, ya que su excesivo uso reduce su eficacia.

(http://www.conaset.cl/manualsenalizacion/document/capitulo1_introduccion.pdf)

Clasificación según su forma:

Son señales o marcas efectuadas sobre la superficie de una vía, tal como líneas, símbolos, leyendas, palabras, números u otras indicaciones conocidas como señalización horizontal, se clasifican en:

a) Líneas longitudinales: Se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.

b) Líneas transversales: Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.

c) Símbolos y leyendas: Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, FLECHAS, TRIÁNGULOS CEDA EL PASO y leyendas tales como PARE, BUS, CARRIL EXCLUSIVO, SOLO TROLE, TAXIS, PARADA BUS, entre otros.

d) Otras señalizaciones: como chevrone, etc. (RTE INEN 004-2-2011)

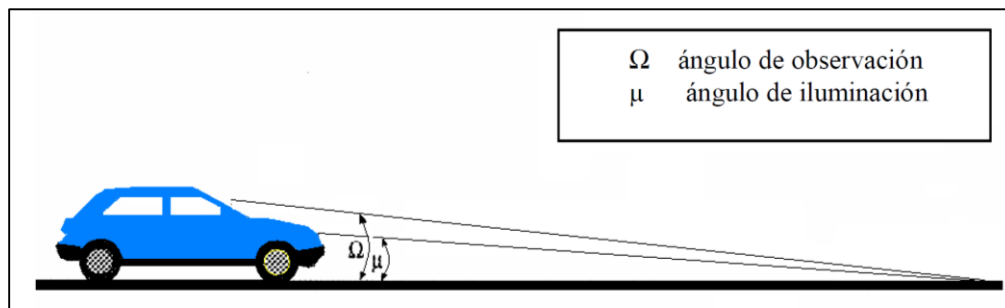
Retroreflexión: las señalizaciones deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se construirán con materiales apropiados, como micro-esferas de vidrio, y deben someterse a procedimientos que aseguren su retroreflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa. (RTE INEN 004-2-2011)

Tabla N° 62: Niveles mínimos de retroreflexión en pinturas sobre pavimento.

Visibilidad	Ángulos		Colores	
	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: RTE INEN 004-2-2011

Gráfico N° 38: Ángulos de iluminación y observación.



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

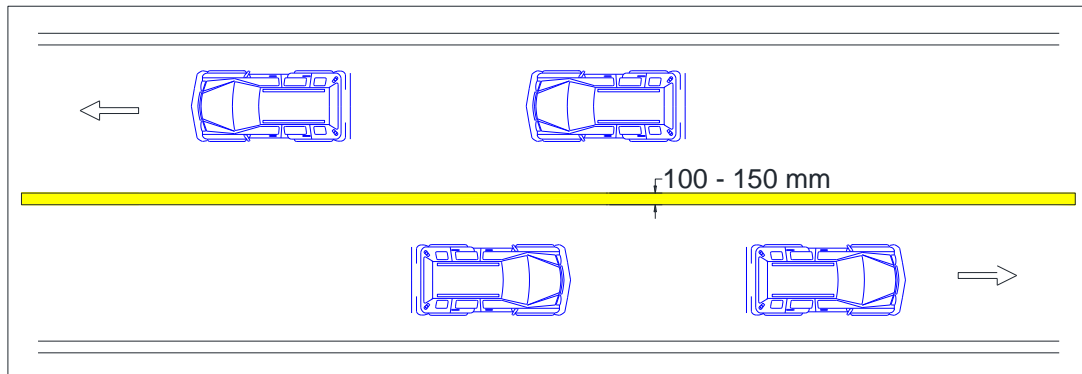
Color: La señalización en general es de color blanco y amarillo. Estos colores deben ser uniformes a lo largo de la señalización.

Líneas de separación de flujos opuestos.

Serán siempre de color amarillo y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos. Se ubican en el centro de dichas calzadas.

Línea continua de circulación opuesta: tiene un ancho de 100 – 150 mm, esta línea es de color amarillo y prohíbe el rebasamiento o giro a lo largo de la vía. Para el proyecto se utilizara esta señalización. (RTE INEN 004-2-2011)

Gráfico N° 39: Línea continua de separación de circulación opuesta.



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

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.

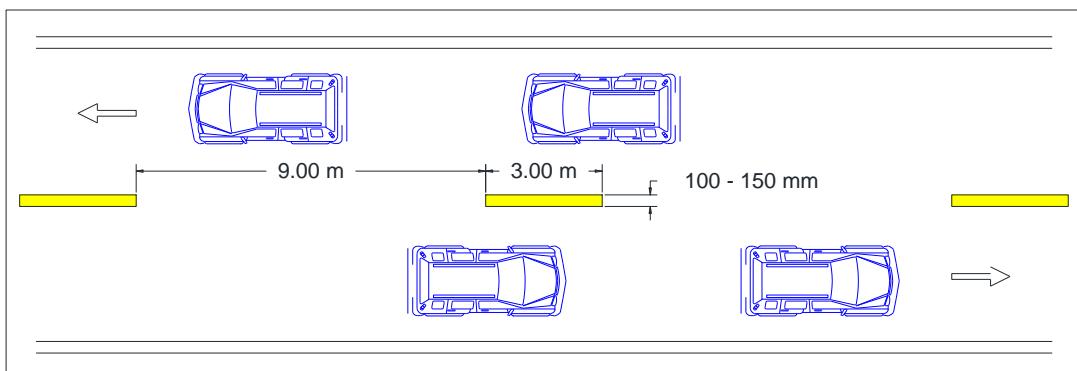
Tabla N° 63: Relación señalización de separación de circulación opuesta segmentada.

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: RTE INEN 004-2-2011

Para la señalización se utilizara el ancho de línea de 100 mm según la **Tabla N° 63**.

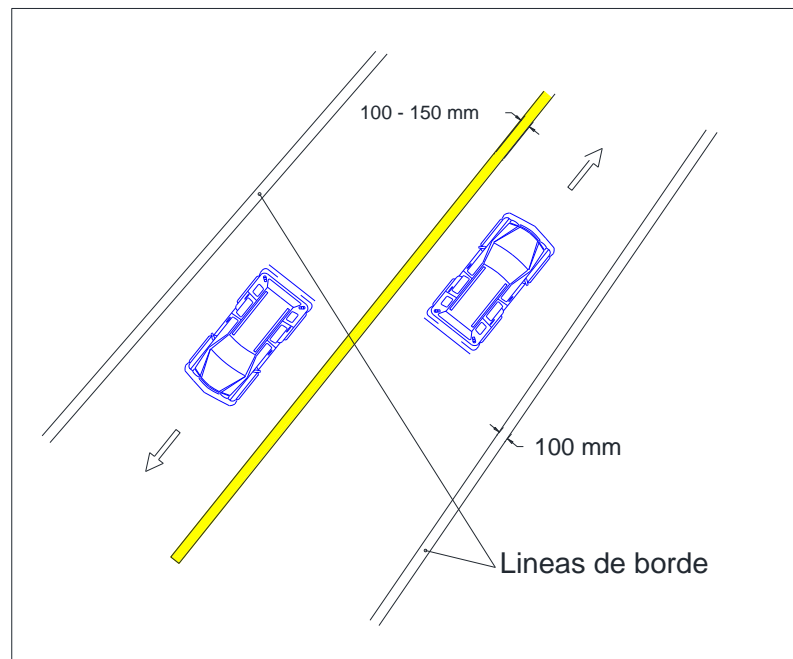
Gráfico N° 40: Línea segmentada de separación de circulación opuesta.



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

Líneas de borde: Generalmente estas líneas se emplean para demarcar el ancho de calzada disponible hasta la berma o espaldón, tienen un ancho de 100 mm y pueden ser de color blanco. (RTE INEN 004-2-2011)

Gráfico N° 41: Líneas de borde.



Fuente: RTE INEN 004-2-2011



6.7.4.2 Señalización vertical.

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. (RTE INEN 004-2-2011)

Clasificación de señales y sus funciones:

- **Señales regulatorias (Código R):** Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito. (RTE INEN 004-2-2011)



Gráfico N° 42: Señales regulatorias

 <p>R1 - 1</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> <th>Dimensiones (mm) y serie de letras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R1 - 1A</td> <td>600 x 600</td> <td>200 Ca</td> </tr> <tr> <td>R1 - 1B</td> <td>750 x 750</td> <td>240 Ca</td> </tr> <tr> <td>R1 - 1C</td> <td>900 x 900</td> <td>280 Ca</td> </tr> </tbody> </table>			Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras	R1 - 1A	600 x 600	200 Ca	R1 - 1B	750 x 750	240 Ca	R1 - 1C	900 x 900	280 Ca
	Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras												
R1 - 1A	600 x 600	200 Ca													
R1 - 1B	750 x 750	240 Ca													
R1 - 1C	900 x 900	280 Ca													
 <p>R2-13</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R2-13 A</td> <td>600 x 600</td> </tr> <tr> <td>R2-13 B</td> <td>900 x 900</td> </tr> <tr> <td>R2-13 C</td> <td>1200 x 1200</td> </tr> </tbody> </table>			Código No.	Dimensiones (mm)	R2-13 A	600 x 600	R2-13 B	900 x 900	R2-13 C	1200 x 1200				
	Código No.	Dimensiones (mm)													
R2-13 A	600 x 600														
R2-13 B	900 x 900														
R2-13 C	1200 x 1200														

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

- **Señales preventivas (Código P):** Advierten a los usuarios de las vías sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma, se instalan a una distancia mínima de 150 m en vías rurales. (RTE INEN, 2011)

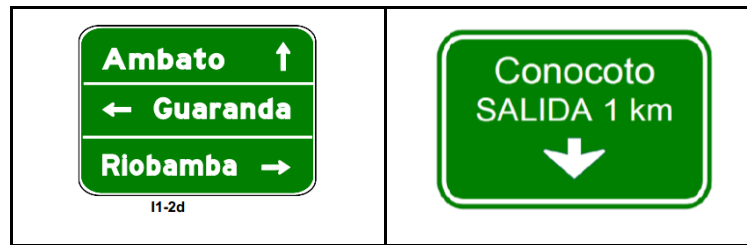
Gráfico N° 43: Señales preventivas

 <p>P1-5/</p>	 <p>P6-4/</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1-5A (I ó D)</td> <td>600 x 600</td> </tr> <tr> <td>P1-5B (I ó D)</td> <td>750 x 750</td> </tr> <tr> <td>P1-5C (I ó D)</td> <td>900 x 900</td> </tr> </tbody> </table>		Código	Dimensiones (mm)	P1-5A (I ó D)	600 x 600	P1-5B (I ó D)	750 x 750	P1-5C (I ó D)	900 x 900
		Código	Dimensiones (mm)								
P1-5A (I ó D)	600 x 600										
P1-5B (I ó D)	750 x 750										
P1-5C (I ó D)	900 x 900										

Fuente: RTE INEN 004-2-2011

- **Señales de información (Código I):** Informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico. (RTE INEN 004-2-2011)

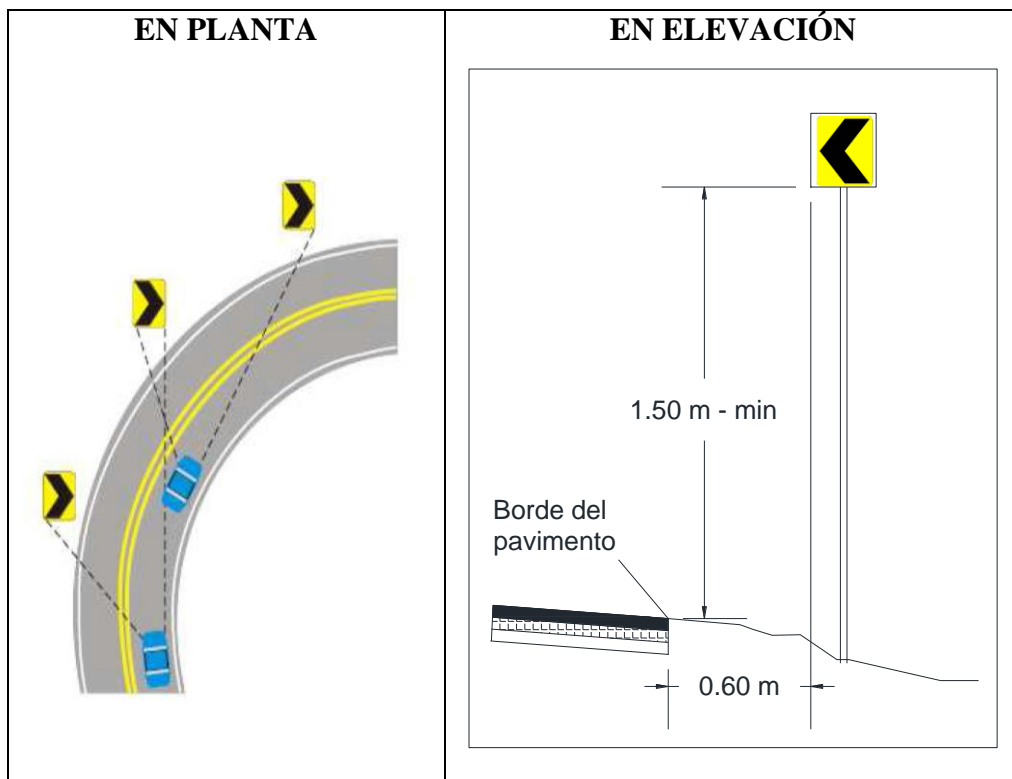
Gráfico N° 44: Señales informativas



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

- **Señales especiales delineadoras (Código D):** Delinean el tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción en la misma. (RTE INEN 004-2-2011)

Gráfico N° 45: Ubicación y detalles de los delineadores de curva horizontal.



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

Gráfico N° 46: Señales especiales.



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

- **Señales turísticas y de servicios:** Sirven para dirigir al conductor proporcionando información sobre direcciones, sitios de interés y destino turístico, servicios y distancias. (RTE INEN 004-2-2011)

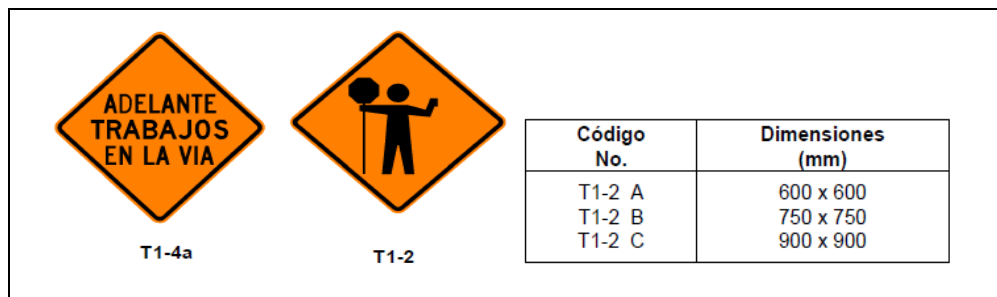
Gráfico N° 47: Señales turísticas y de servicio.



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

- **Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales (Código T):** Advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad los sitios de trabajos en las vías y aceras. (RTE INEN 004-2-2011)

Gráfico N° 48: Señales de trabajo



Fuente: RTE INEN 004-2-2011

6.7.4. Presupuesto Referencial

Al obtener los volúmenes y cantidades de obra de cada uno de los rubros se realizó el análisis de precios unitarios que se ajustan con los precios de la Cámara de la Construcción de Quito del año 2014.

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

Proyecto: DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

RUB. No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Replanteo y nivelación del proyecto con equipo topográfico	km	4.73	672.68	3 178.82
2	Limpieza superficial del terreno	m2	9 450.72	0.79	7 466.07
3	Excavación sin clasificar incluye desalojo	m3	10 457.50	4.38	45 803.85
4	Relleno compactado con material propio	m3	6 142.50	3.55	21 805.88
5	Provisión, tendido y compactación de Sub-base clase 3	m3	5 670.43	16.52	93 675.54
6	Provisión, tendido y compactación de base granular clase 3	m3	4 252.82	17.58	74 764.65
7	Limpieza mecánica de la vía	m2	28 352.16	0.30	8 505.65
8	Hormigón asfáltico AP3 mezclado en planta, e= 5 cm (Incluye imprimación)	m2	28 352.16	10.03	284 372.16
9	Cunetas de hormigón simple, f'c=180 kg/cm2 incl. encof.	m1	9 215.20	12.17	112 148.98
10	Hormigón simple f'c=180 kg/cm2 incl. encof.	m3	12.83	165.28	2 120.54
11	Señalización horizontal	km	14.18	472.22	6 694.23
12	Señalización vertical 60x60 cm	u	52.00	127.68	6 639.36
				TOTAL	667 175.73

PRECIO TOTAL: SEISCIENTOS SESENTA Y SIETE MIL CIENTO SETENTA Y CINCO CON 73/100 DOLARES

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PLAZO: 150 DÍAS CALENDARIO

Diciembre del 2014

Egdo. Oscar Pérez
ELABORÓ

6.7.5 Cronograma valorado de trabajos

150

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS																									
RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO EN (semanas, meses)																				
					30				60				90				120				150				
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Replanteo y nivelación del proyecto con equipo topográfico	km	4.73	672.68	3 178.82	100%																			
2	Limpieza superficial del terreno	m2	9 450.72	0.79	7 466.07	60%																			
3	Excavación sin clasificar incluye desalojo	m3	10 457.50	4.38	45 803.85	50%																			
4	Relleno compactado con material propio	m3	6 142.50	3.55	21 805.88	50%																			
5	Provision, tendido y compactación de Sub-base clase 3	m3	5 670.43	16.52	93 675.54	40%																			
6	Provisión, tendido y compactación de base granular clase 3	m3	4 252.82	17.58	74 764.65	50%																			
7	Limpieza mecánica de la vía	m2	28 352.16	0.30	8 505.65	40%																			
8	Hormigón asfáltico mezclado en planta, e= 5 cm (Incluye imprimación)	m2	28 352.16	10.03	284 372.16	40%																			
9	Cunetas de hormigón simple, f _c =180 kg/cm ² incl. encof.	ml	9 215.20	12.17	112 148.98	30%																			
10	Hormigón simple f _c =180 kg/cm ² incl. encof.	m3	12.83	165.28	2 120.54	30%																			
11	Señalización horizontal	km	14.18	472.22	6 694.23	100%																			
12	Señalización vertical 60x60 cm	u	52.00	127.68	6 639.36	100%																			
COSTO TOTAL					667 175.73																				
INVERSION MENSUAL					60 198.44	112 280.00	223 306.37	213 701.81	57 689.12																
AVANCE PARCIAL EN %					9.02%	16.83%	33.47%	32.03%	8.65%																
INVERSION ACUMULADA					60 198.44	172 478.43	395 784.80	609 486.61	667 175.73																
AVANCE ACUMULADO EN %					9.02%	25.85%	59.32%	91.35%	100.00%																

Egdo. Oscar Pérez
ELABORÓ

6.8 ADMINISTRACIÓN

6.8.1 Recursos económicos

El Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Patate deberá analizar una partida presupuestaria, una vez recibido el estudio técnico definitivo del proyecto: “Diseño geométrico y diseño de la estructura del pavimento de la vía La Libertad - San Jorge, del Cantón Patate, Provincia de Tungurahua.”, el cual ha sido analizado en base a las normas del Ministerio de Obras Públicas (M.T.O.P.).

6.8.2 Recursos técnicos

El G.A.D. del Cantón Patate supervisará con personal técnico durante todo el proceso de ejecución de la obra exigiendo cumplir con las especificaciones técnicas, planos de diseño, plazos de obra y estudios realizados; el personal técnico asignados deberá evaluar cualquier cambio necesario para la ejecución del mismo.

6.8.3 Recursos administrativos

El departamento Administrativo debe estar a la par con el área técnica, dependen de la organización y planificación del proyecto, asignación de personal especializado en gerencia de Obras Viales, manejo de equipos y software viales y asignación de equipos de obra para la ejecución del proyecto.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Se establece un plan de monitoreo y evaluación simultáneamente con el cronograma de trabajos establecido siguiendo el proceso constructivo y el plan de manejo ambiental de acuerdo a las actividades con secuencia lógica.

6.9.1 Proceso constructivo vial

A continuación se menciona levemente como proceder en la construcción vial:

1. **Replanteo y nivelación:** Se realizará el replanteo del levantamiento topográfico estacando cada 20 metros en tramos de tangente y cada 10 metros en tramos de curva, señalándolas con material reflectivo.
2. **Estudios de construcción:** Se deberá ubicar los materiales disponibles y la ubicación de canteras cercanas o material de préstamo para la conformación de la estructura del pavimento.
3. **Movimiento de tierras:** después del replanteo se procederá a mover y cortar los taludes y a rellenar donde se requiera posteriormente se perfilará los taludes de corte según las especificaciones indicadas en el diseño.
4. **Perfilado y compactación de sub rasante:** Consiste en refinar, regar y compactar la superficie de la subrasante adicional para mantenerla en condiciones adecuadas.
5. **La sub base:** se la colocará sobre el nivel de la sub rasante, debidamente preparada, de materiales procedentes de canteras seleccionadas y en conformidad con los alineamientos, cotas, niveles y secciones transversales indicadas en los planos.
6. **Colocación de la base:** consiste en colocar, extender, batir y compactar las capas de materiales a utilizarse, sobre la sub-base debidamente preparada.
7. Para la colocación del material superficial del material, se lo realizará con moto niveladora, camión cisterna y rodillo respectivamente para esparcir el material suelto conformando la plataforma a fin de obtener un bombeo adecuado. La compactación será realizada cuando el material presente una humedad especificada. Este proceso se deberá realizar en el perfilado, ubicación de la sub-base y base, además deben cumplir con la densidad requerida. (<http://es.slideshare.net/OrlandoAngelAyalaMauricio/proceso-constructivo-de-pavimento-flexible>)
8. **Imprimación asfáltica:** Es la aplicación de un material asfáltico, en forma de película, sobre la superficie de base granular. El área imprimada deberá ser cerrada hasta un máximo de 24 horas para lo cual se impedirá el paso vehicular. Para la colocación de la **carpeta asfáltica** en caliente consistirá en la colocación

de una capa de superficie de rodadura compuerta de una mezcla compacta de agregado mineral y material asfáltico sobre una base debidamente compactada e imprimada, también se deben hacer pruebas del hormigón asfáltico.

- 9. Construcción de cunetas:** Se deberá realizar la construcción de las cunetas para proteger la estructura del pavimento con hormigón simple de $f'c=180$ kg/cm² con dosificaciones que cumplan los requerimientos.
- 10. Señalización vial horizontal y vertical:** Se lo realizará sobre el pavimento terminado, de acuerdo con las especificaciones y ubicaciones mostradas en los planos y colocación de las señales verticales.
- 11. Manejo de impacto ambiental:** El impacto ambiental tiene como objetivo identificar y plantear soluciones a los problemas ambientales que se presentan en los trabajos de campo, para ocasionar el menor daño posible al medio ambiente, brindando seguridad en el tránsito para los usuarios de la vía. La obra debe procurar producir el menor impacto ambiental durante la construcción, sobre los suelos, cursos de agua, calidad de aire, organismos vivos y asentamientos humanos. (<http://es.slideshare.net/OrlandoAngelAyalaMauricio/proceso-constructivo-de-pavimento-flexible>)

6.9.2 Plan de protección, manejo ambiental y seguridad

Previo al inicio de la obra, se preparará un Plan de Protección Ambiental, en el que se indicarán los aspectos y recomendaciones, a fin de que los trabajos produzcan los menores efectos negativos al ambiente.

El personal recibirá capacitación sobre normas ambientales aplicables a la obra, en correspondencia a los planes de manejo ambiental, relacionados con:

- Demarcación y señalización del área de trabajo.
- Transporte de materiales.
- Protección de la propiedad.
- Campamentos y bodegas.

- Control de la contaminación en lo que se refiere: al agua, ruido, aire, emanaciones, olores, humo y polvo.

Manejo de desechos sólidos, líquidos y emisiones

Emisiones

Una emisión es la descarga de sustancias en la atmósfera, proveniente de actividades humanas y que afecta adversamente al hombre o al ambiente. El proceso constructivo contempla el uso de maquinaria pesada y trabajo manual de la cuadrilla que sumado a la dinámica del viento, acrecientan la presencia de humo, “polvo” (material particulado) o emisiones de gases tóxicos producidos por la imprimación del asfalto.

Desechos líquidos

El control de efluentes líquidos se ejercerá durante la etapa de construcción, los aceites remanentes serán dispuestos en canecas de plástico y entregadas al centro de reciclaje local; se pueden usar estos residuos como lubricante de los moldes durante las actividades de encofrado de elementos de concreto. Con lo que respecta a cambios de aceites en el mantenimiento de equipos volquetes o maquinaria esto se lo realizará fuera del perímetro de la obra por lo cual no se generarían problemas de este tipo.

Emisiones a la atmósfera de material particulado.

Se deberá controlar la dinámica del material particulado (polvo), durante las etapas del proceso constructivo, mediante el humedecimiento frecuente del terreno.

Procedimiento de trabajo

Desechos sólidos

Los escombros producidos durante las etapas de construcción de la obra, serán recogidos y trasladados a la escombrera municipal. En el sitio, el material depositado será nivelado con maquinaria pesada de tal manera que se consolide una plataforma.

Por lo general, no se recomienda la construcción de instalaciones permanentes sobre los rellenos por las características de débil capacidad portante del suelo. Por ningún motivo los residuos sólidos serán arrojados a los cauces naturales, los trabajos de conformación de escombreras o terraplenes se realizarán teniendo en cuenta condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad e integración con el entorno.

Plan de seguridad

Es primordial establecer las funciones y responsabilidades claras y precisas para el personal, que permitan realizar prácticas eficaces frente a la probable ocurrencia de un siniestro.

Los riesgos están definidos como la posibilidad de daño, pérdida o perjuicio al sistema a consecuencia de la ocurrencia de situaciones anormales que podrían causar incidentes que afecten a potenciales receptores, los principales son:

(http://transparencia.info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/PLAN%20DE%20CONTINGENCIAS_0.doc)

- Incendios
- Explosiones
- Fenómenos Antrópicos que afecten el medio

Durante la etapa de construcción, los eventos que pueden producir riesgos son:

- Accidentes de tránsito
- Accidentes por manipulación de herramientas manuales
- Caída de objetos
- Caídas de altura
- Accidentes por manipulación de maquinaria pesada
- Derrumbos

(http://transparencia.info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/PLAN%20DE%20CONTINGENCIAS_0.doc)

Medidas generales de prevención

Todas las acciones de respuesta a emergencias deberán estar dirigidas a salvar la vida de los trabajadores, proteger el medio ambiente y minimizar el daño a la propiedad.

- Identificación y reconocimiento de los riesgos significativos a la salud, seguridad y medio ambiente.
- Planificación e implementación de acciones para eliminar o disminuir los riesgos.
- Revisión y verificación de la preparación y efectividad del programa de contingencia.
- Entrenamiento del personal en acciones de respuesta a contingencias.

Plan de rotulación y señalización

La realización del proyecto por su naturaleza y localización exige planificar la obra en la vía pública, situación que implica condiciones y por tanto disponer de:

- Elementos de señalización (carteles, vallas, cintas delimitadoras, pasos peatonales provisionales, mallas plásticas, etc.)
- Equipos de protección personal
- Instrucciones al personal sobre los trabajos a realizar.
- Conocimiento de la orientación del flujo vehicular, y
- Un manual de procedimientos a seguir: previo al inicio, durante y al finalizar los trabajos.

C.- MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA

MTOP, (2003). Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. Ecuador.

(AASHTO), 2007. Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y Transporte.

INEC, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

INAMHI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

RTE INEN, (2011). Instituto ecuatoriano de Normalización, Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2:2011.

GAD PATATE, (2012) Monografía del Cantón Patate, Apuntes y datos para el estudio.

RUIZ BYRON, (2009). “Diseño geométrico para el paso lateral de Babahoyo, que permita controlar la congestión vehicular por el centro de la ciudad”. Tesis de grado maestría. Biblioteca Facultad de Ingeniería Civil, UTA-FICM.

MANTILLA FRANCISCO. (2008-2009). Mecánica de Suelos Elemental para la Ingeniería Civil, Tomo I - II. Ambato.

MOREIRA FRICSON. (2009). Apuntes de Diseño de Pavimentos. Diseño de la estructura de los pavimentos método AASHTO 93. Ambato.

ESPE, (2011). Facultad de Ingeniería Civil, Diseño Geométrico de vías II

CÁRDENAS GRISALES, James. “Diseño Geométrico de Carreteras”. Primera Edición. Bogotá D.C. Conformación de taludes, Jaime Suarez, Colombia

OLIVERA FERNANDO, (2002). Estructuración de vías Terrestres. Compañía Editorial Continental, Quinta Reimpresión. México.

ROJAS HUGO, (2010). Manual del Curso de Irrigación y Drenaje.

LINKOGRAFÍA:

<http://www.aristasur.com/contenido/sistema-de-coordenadas-geograficas-utm>

<http://es.slideshare.net/sjnavarro/volmenes-de-transito>

<https://maeloja.files.wordpress.com/2014/03/resumen-ejecutivooesia-vc3ada-batalla-deros-rc3ado-pindo.pdf>

http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/018150/018150_Cap2.pdf

http://mirame-ok.blogspot.com/2013_04_01_archive.html

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Tipos-De-Drenes/50434868.html>

<http://files.construccion-deedificaciones.webnode.com.co/200000161-a1dc1a2cdb/METODOS%20DE%20DRENAJE.pdf>

<http://es.slideshare.net/israel12500193/cuestionario-unidad-3-carreteras>

<http://uniperezvcivil.files.wordpress.com/2013/02/drenages1.docx>

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Percentil-De-Cbr-Para-El-Dise%C3%B1o/2155540.html>

<http://sistemamid.com/preview.php?a=98398>

<http://es.slideshare.net/darwingenmishima/proceso-constructivo-de-pavimentos-asfalticos-y-puentes>

ANEXO 1

- **ENCUESTA**
- **TOPOGRAFÍA**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



ENCUESTA

Encuesta dirigida a los habitantes de las comunidades que comprenden el proyecto de estudio para la vía La Libertad – San Jorge del Cantón Patate, Provincia de Tungurahua.

Datos Generales: Lugar:..... Fecha:.....

1. **¿Posee su comunidad vías de circulación en buen estado?**
Si () No ()
2. **¿Qué tipo de vehículo utiliza para movilizarse dentro de la zona?**
Camionetas () Automóviles () Motos ()
3. **¿Qué día cree usted que circulan la mayor cantidad de vehículos?**
Lunes () Martes () Miércoles () Jueves ()
Viernes () Sábado () Domingo ()
4. **¿Cree usted que las condiciones de la vía influyen en el costo de la transportación de productos y movilización?**
Si () No ()
5. **¿Con qué frecuencia usted circula por la vía La Libertad - San Jorge?**
Diariamente () 2 o más veces por semana ()
1 vez por semana () Ocasionalmente ()
6. **¿La vía que comunica La Libertad con San Jorge brinda seguridad para evitar accidentes o inconvenientes en la circulación vehicular?**
Si () No ()
7. **¿Según su criterio cuál sería la solución al mejoramiento de la vía?**
Lastrado () Empedrado () Adoquín () Asfalto ()
8. **¿Al mejorarse la infraestructura de la vía La libertad - San Jorge, considera usted que mejorara la calidad de vida de los habitantes del sector?**
Si () No ()
9. **¿Estaría dispuesto a aportar con el mejoramiento de la vía? En cuál de las siguientes formas:**
 - a) () Mano de obra
 - b) () Aporte económico
 - c) () Ceder parte de su terreno
10. **¿Cuál de los siguientes servicios básicos posee?**
Alcantarillado () Energía eléctrica ()
Agua potable () Teléfono ()

FOTOGRAFÍAS

RECONOCIMIENTO DEL LUGAR, SOCIALIZACIÓN Y APLICACIÓN DE LA ENCUESTA.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO





ESTUDIO DE SUELOS





ANEXO 2

CONTEO DE TRÁFICO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 PROYECCIÓN DEL TPDA. (TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL).

CIUDAD: Cantón Patate, Provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: La Libertad - San Jorge

ESTACIÓN: ÚNICA

FECHA: 25 de Junio del 2014

DÍA: MIÉRCOLES

DURACIÓN DEL CONTEO: 12 HORAS

CLIMA: SOLEADO

HORA	LIVIANOS	BUSES		PESADOS		TOTAL /15 MIN	TOTAL ACUMULADO
		2 EJES	3 EJES	2 EJES	3 EJES		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	2	0	0	0	0	2	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	2	1	0	0	0	3	6
7:00 - 7:15	0	1	0	0	0	1	7
7:15 - 7:30	2	0	0	0	0	2	7
7:30 - 7:45	2	0	0	0	0	2	8
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	5
8:00 - 8:15	0	1	0	0	0	1	5
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	1	4
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	2
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	1	3
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	2
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	1	2
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	2
9:45 - 10:00	0	0	0	1	0	1	2
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	2
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	1
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	1	2
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	1	2
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	2
11:15 - 11:30	0	0	0	1	0	1	3
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	2
11:45 - 12:00	0	0	0	1	0	1	2
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	1	3
12:15 - 12:30	2	1	0	0	0	3	5
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	5
12:45 - 13:00	2	0	0	1	0	3	7
13:00 - 13:15	1	1	0	0	0	2	8
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	1	6
13:30 - 13:45	2	0	0	0	0	2	8
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	5
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	3
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	1	3
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	1	2
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	2
15:00 - 15:15	1	0	0	0	0	1	3
15:15 - 15:30	0	0	0	1	0	1	3
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	2
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	1	3
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	1	3
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	2
16:30 - 16:45	2	1	0	0	0	3	5
16:45 - 17:00	4	0	0	0	0	4	8
17:00 - 17:15	3	0	0	1	0	4	11
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	1	12
17:30 - 17:45	2	0	0	0	0	2	11
17:45 - 18:00	1	0	0	1	0	2	9
TOTAL	41	6	0	7	0	54	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECCIÓN DEL TPDA. (TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL).

CIUDAD: Cantón Patate, Provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: La Libertad - San Jorge

ESTACIÓN: ÚNICA

FECHA: 26 de Junio del 2014

DÍA: JUEVES

DURACIÓN DEL CONTEO: 12 HORAS

CLIMA: LLUVIOSO

HORA	LIVIANOS	BUSES		PESADOS		TOTAL /15MIN	TOTAL ACUMULADO
		2 EJES	3 EJES	2 EJES	3 EJES		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	2	0	0	0	0	2	
6:45 - 7:00	3	0	0	0	0	3	5
7:00 - 7:15	0	1	0	0	0	1	6
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	1	7
7:30 - 7:45	2	1	0	0	0	3	8
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	5
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	4
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	1	4
8:30 - 8:45	0	1	0	0	0	1	2
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	1	3
9:00 - 9:15	0	1	0	0	0	1	4
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	3
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	2
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	1
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	0
10:15 - 10:30	0	1	0	0	0	1	1
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	1
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	1
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	1
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 11:45	2	1	0	0	0	3	3
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	1	4
12:00 - 12:15	1	0	0	1	0	2	6
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	1	7
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	4
12:45 - 13:00	2	0	0	0	0	2	5
13:00 - 13:15	1	0	0	0	0	1	4
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	3
13:30 - 13:45	2	0	0	0	0	2	5
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	1	4
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	1	4
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	4
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	2
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	1
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	0
15:45 - 16:00	0	1	0	0	0	1	1
16:00 - 16:15	1	0	0	1	0	2	3
16:15 - 16:30	2	1	0	0	0	3	6
16:30 - 16:45	3	0	0	0	0	3	9
16:45 - 17:00	2	0	0	0	0	2	10
17:00 - 17:15	2	0	0	0	0	2	10
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	1	8
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	1	6
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	4
TOTAL	34	8	0	2	0	44	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECCIÓN DEL TPDA. (TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL).

CIUDAD: Cantón Patate, Provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: La Libertad - San Jorge

ESTACIÓN: ÚNICA

FECHA: 27 de Junio del 2014

DÍA: VIERNES

DURACIÓN DEL CONTEO: 12 HORAS

CLIMA: LLUVIOSO

HORA	LIVIANOS	BUSES		PESADOS		TOTAL /15MIN	TOTAL ACUMULADO
		2 EJES	3 EJES	2 EJES	3 EJES		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	1	3
7:00 - 7:15	3	1	0	0	0	4	7
7:15 - 7:30	2	0	0	0	0	2	8
7:30 - 7:45	1	1	0	0	0	2	9
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	8
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	4
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	2
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	0
8:45 - 9:00	2	0	0	1	0	3	3
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	3
9:15 - 9:30	2	0	0	0	0	2	5
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	5
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	2
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	1	3
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	1
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	1
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	1
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0
11:15 - 11:30	0	0	0	1	0	1	1
11:30 - 11:45	0	1	0	0	0	1	2
11:45 - 12:00	3	0	0	0	0	3	5
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	1	6
12:15 - 12:30	2	0	0	0	0	2	7
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	6
12:45 - 13:00	2	0	0	0	0	2	5
13:00 - 13:15	1	1	0	0	0	2	6
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	1	5
13:30 - 13:45	2	0	0	0	0	2	7
13:45 - 14:00	0	1	0	0	0	1	6
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	4
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	3
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	1
14:45 - 15:00	0	0	0	1	0	1	1
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	1
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	1
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	1
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	1	1
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	1
16:30 - 16:45	2	1	0	0	0	3	4
16:45 - 17:00	3	0	0	0	0	3	7
17:00 - 17:15	4	0	0	0	0	4	10
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	1	11
17:30 - 17:45	2	0	0	0	0	2	10
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	7
TOTAL	39	6	0	3	0	48	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECCIÓN DEL TPDA. (TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL).

CIUDAD: Cantón Patate, Provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: La Libertad - San Jorge

ESTACIÓN: ÚNICA

FECHA: 28 de Junio del 2014

DÍA: SÁBADO

DURACIÓN DEL CONTEO: 12 HORAS

CLIMA: NUBLADO

HORA	LIVIANOS	BUSES		PESADOS		TOTAL /15MIN	TOTAL ACUMULADO
		2 EJES	3 EJES	2 EJES	3 EJES		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	1	3
7:00 - 7:15	3	0	0	0	0	3	6
7:15 - 7:30	2	0	0	0	0	2	7
7:30 - 7:45	2	0	0	0	0	2	8
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	7
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	4
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	2
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	0
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	1	1
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	1
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	1	2
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	2
9:45 - 10:00	0	1	0	1	0	2	3
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	3
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	2
10:30 - 10:45	0	1	0	0	0	1	3
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	1
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	1
11:15 - 11:30	0	0	0	1	0	1	2
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	1
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	1	2
12:00 - 12:15	1	0	0	1	0	2	4
12:15 - 12:30	2	0	0	0	0	2	5
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	5
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	1	5
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	3
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	1	2
13:30 - 13:45	2	0	0	0	0	2	4
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	3
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	3
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	2
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	0
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	1	1
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	1
16:30 - 16:45	2	0	0	0	0	2	3
16:45 - 17:00	4	0	0	0	0	4	7
17:00 - 17:15	3	0	0	0	0	3	9
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	1	10
17:30 - 17:45	2	0	0	0	0	2	10
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	6
TOTAL	33	2	0	3	0	38	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECCIÓN DEL TPDA. (TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL).

CIUDAD: Cantón Patate, Provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: La Libertad - San Jorge

ESTACIÓN: ÚNICA

FECHA: 29 de Junio del 2014

DÍA: DOMINGO

DURACIÓN DEL CONTEO: 12 HORAS

CLIMA: SOLEADO

HORA	LIVIANOS	BUSES		PESADOS		TOTAL /15MIN	TOTAL ACUMULADO
		2 EJES	3 EJES	2 EJES	3 EJES		
6:00 - 6:15	1	0	0	0	0	1	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	2	1	0	0	0	3	4
7:00 - 7:15	1	0	0	0	0	1	4
7:15 - 7:30	2	0	0	1	0	3	7
7:30 - 7:45	3	0	0	0	0	3	10
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	1	8
8:00 - 8:15	0	1	0	0	0	1	8
8:15 - 8:30	2	0	0	0	0	2	7
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	4
8:45 - 9:00	2	0	0	1	0	3	6
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	5
9:15 - 9:30	1	0	0	1	0	2	5
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	5
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	2
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	2
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 10:45	2	1	0	0	0	3	3
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	3
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	3
11:15 - 11:30	0	0	0	1	0	1	4
11:30 - 11:45	3	0	0	0	0	3	4
11:45 - 12:00	2	0	0	0	0	2	6
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	1	7
12:15 - 12:30	2	0	0	0	0	2	8
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	5
12:45 - 13:00	2	0	0	0	0	2	5
13:00 - 13:15	1	1	0	0	0	2	6
13:15 - 13:30	2	0	0	0	0	2	6
13:30 - 13:45	2	0	0	0	0	2	8
13:45 - 14:00	0	0	0	1	0	1	7
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	5
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	1	4
14:30 - 14:45	1	1	0	0	0	2	4
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	3
15:00 - 15:15	2	1	0	0	0	3	6
15:15 - 15:30	1	0	0	1	0	2	7
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	1	6
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	6
16:00 - 16:15	2	0	0	0	0	2	5
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	3
16:30 - 16:45	4	1	0	1	0	6	8
16:45 - 17:00	2	0	0	0	0	2	10
17:00 - 17:15	3	0	0	1	0	4	12
17:15 - 17:30	2	0	0	0	0	2	14
17:30 - 17:45	2	0	0	1	0	3	11
17:45 - 18:00	1	1	0	0	0	2	11
TOTAL	54	8	0	9	0	71	

ANEXO 3

ESTUDIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 1+000

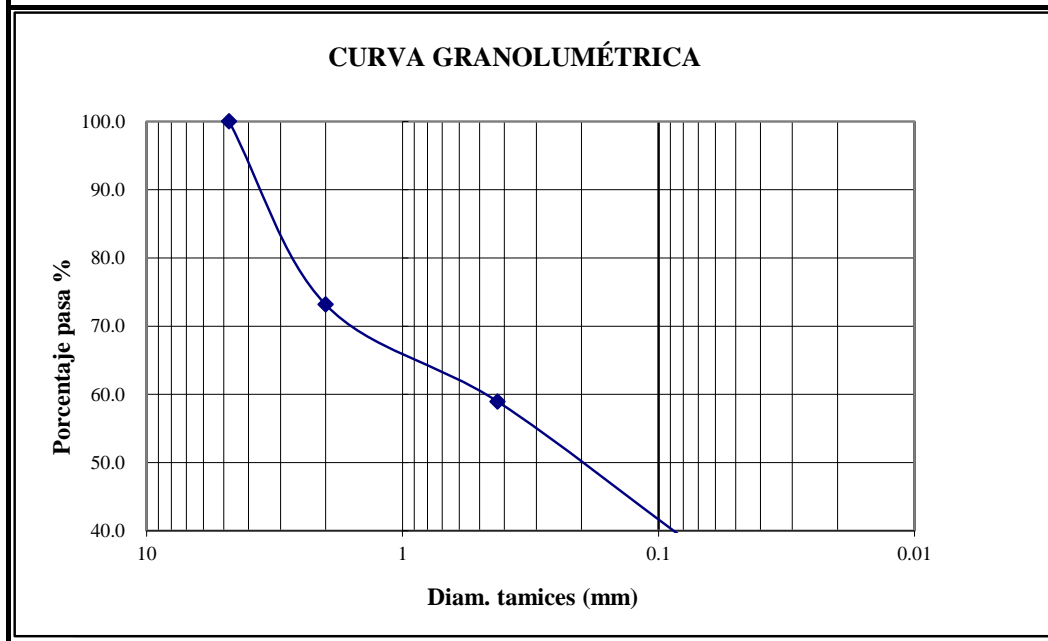
SECTOR: La Libertad

FECHA: 7 de Julio del 2014

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	122.87	26.81	73.19
N 30	0.59			
N 40	0.425	188.15	41.06	58.94
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	284.16	62.01	37.99
PASA EL N 200		174.08	37.99	
TOTAL		458.24		
PESO ANTES DEL LAVADO	458.24	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	284.16	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	174.08	TOTAL		

GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

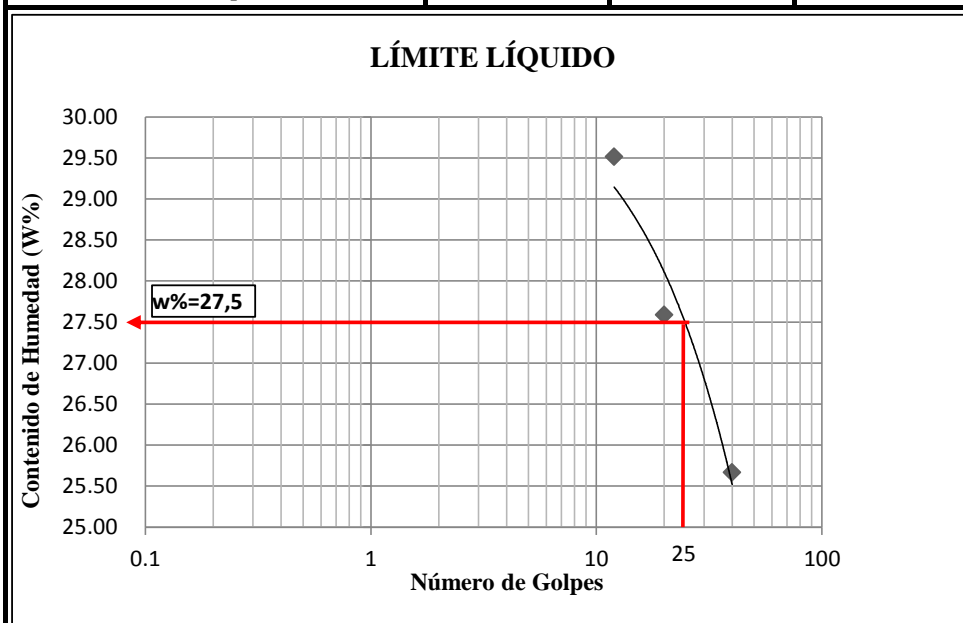
ABSCISA: Km 1+000

SECTOR: La Libertad

FECHA: 8 de Julio del 2014

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	40		20		12	
Recipiente Número	9-F	1C	12-F	Z	6-T	8E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	22.27	20.21	25.79	23.97	23.37	20.52
Peso seco + recipiente Ws + rec	20.06	18.41	22.72	21.23	20.65	18.51
Peso recipiente rec	11.52	11.34	11.59	11.3	11.42	11.71
Peso del agua Ww	2.21	1.8	3.07	2.74	2.72	2.01
Peso de los sólidos WS	8.54	7.07	11.13	9.93	9.23	6.8
Contenido de humedad w%	25.88	25.46	27.58	27.59	29.47	29.56
Contenido de humedad prom. w%	25.67		27.59		29.51	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-8	XT	D-3	M3	A-5	3A
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6.38	6.31	6.65	6.66	6.47	6.81
Peso seco + recipiente Ws + rec	6.02	5.96	6.23	6.45	6.09	6.59
Peso recipiente rec	4.34	4.35	4.29	5.47	4.34	5.57
peso del agua Ww	0.36	0.35	0.42	0.21	0.38	0.22
Peso de los sólidos WS	1.68	1.61	1.94	0.98	1.75	1.02
Contenido de humedad w%	21.43	21.74	21.65	21.43	21.71	21.57
Contenido de humedad prom. w%	21.58		21.54		21.64	

Límite líquido = 27.50 %

Límite plástico = 21.59 %

índice plástico = 5.91 %



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
NORMA AASHTO T-180



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 1+000

SECTOR: La Libertad

FECHA: 8 de Julio del 2014

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO POR: Egdo Oscar Pérez.

MÈTODO: AASHTO MODIFICADO

REVISADO POR: Ing. Vinico Almeida

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NUMERO DE GOLPES :	25	NÙMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÏDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLÙMEN MOLDE cc	944

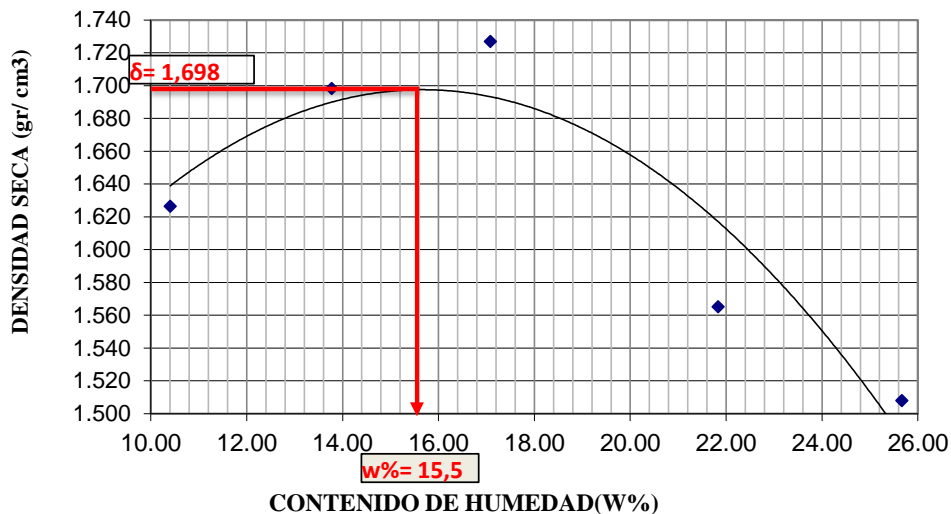
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5486.2	5615	5699.8	5591.2	5580
Peso suelo húmedo	1695.2	1824	1908.8	1800.2	1789
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.796	1.932	2.022	1.907	1.895

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	11-B	6-T	D-3	2-R	1-D	4-A	8-B	D-7	2-F	1-T
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	107.5	130.3	116.7	140.2	133.8	130.2	139.6	120.2	150.3	135.2
Peso seco + recipiente Ws+ rec	100.0	122.5	105.9	128.7	119.2	118.2	120.3	107.2	129.7	113.7
Peso del recipiente rec	26.96	48.59	27.46	45.08	33.04	48.93	32.24	47.13	48.85	30.32
Peso del agua Ww	7.52	7.77	10.8	11.52	14.6	11.94	19.29	13.06	20.63	21.5
Peso suelo seco Ws	73.04	73.91	78.4	83.61	86.2	69.28	88.02	60.02	80.8	83.33
Contenido humedad w%	10.3	10.5	13.8	13.8	16.9	17.2	21.9	21.8	25.5	25.8
Contenido humedad promedio w%	10.40		13.78		17.09		21.84		25.67	
Densidad Seca gd	1.627		1.698		1.727		1.565		1.508	

DENSIDAD SECA vs CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo= 1.698 gr/cm³ W óptimo % = 15.5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 1+000

SECTOR: La Libertad

FECHA: 9 de Julio del 2014

NORMA: AASHTO T-180

ENSAYADO POR: Egdo Oscar Pérez.

MÈTODO: AASHTO MODIFICADO

REVISADO POR: Ing. Vinico Almeida

ENSAYO CBR

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	12632.6	12690.4	12324.2	12475	12703.6	12929.6
PESO MOLDE (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4641.6	4699.4	4244.2	4395	4137.6	4363.6
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2304	2304	2304	2304	2304	2304
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2.015	2.040	1.842	1.908	1.796	1.894
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.730	1.708	1.574	1.607	1.532	1.553
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	2-R	D-7	6-T	C-5	4-A	1-T
Wm +TARRO (gr)	201.52	167.72	194.14	188.9	201.93	107.48
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	179.44	148.11	172.94	166.78	179.46	93.6
PESO AGUA (gr)	22.08	19.61	21.2	22.12	22.47	13.88
PESO TARRO (gr)	45.08	47.11	48.59	48.41	48.93	30.33
PESO MUESTRA SECA (gr)	134.36	101	124.35	118.37	130.53	63.27
CONTENIDO DE HUMEDAD %	16.43	19.42	17.05	18.69	17.21	21.94
AGUA ABSORBIDA %	2.98		1.64		4.72	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 1+000

SECTOR: La Libertad

FECHA: 11 de Julio del 2014

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

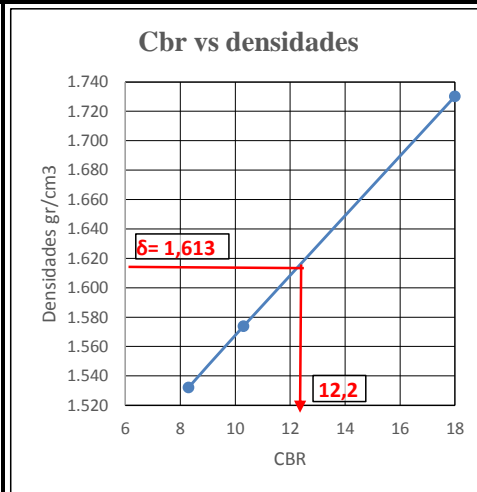
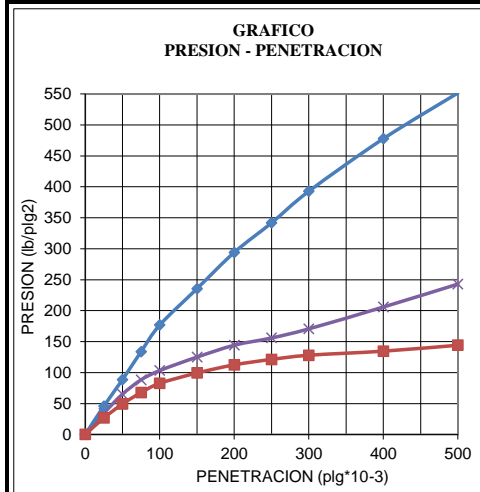
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ	
	HORA	DIAS		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%
DIA Y MES			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
06-ago-14	15:10	0	0.11	5.00	0.00	0.00	0.14	5.00	0.00	0.00	0.10	5.00	0.00	0.00
07-ago-14	14:08	1	0.11		0.39	0.08	0.14		0.36	0.07	0.10		0.52	0.10
08-ago-14	14:45	2	0.11		0.75	0.15	0.15		0.88	0.18	0.11		1.24	0.25

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA: 2.204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C									
TIEMPO			Q			PRESIONES			CBR			Q			PRESIONES			CBR		
MIN	SEG	" 10-3	PENET	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%					
				DIAL	lb/plg2			DIAL	lb/plg2			DIAL	lb/plg2							
		0		0.0	0			0.0	0			0.0	0							
0	30	25		62.4	45.8			46.8	34.4			36.3	26.7							
1	0	50		120.6	88.6			88.6	65.1			67.2	49.4							
1	30	75		182.2	133.9			120.2	88.3			92.2	67.7							
2	0	100		240.6	176.8	176.8	18	140.6	103.3	103.3	10.3	112.5	82.7	82.7	8.3					
3	0	150		320.6	235.5			170.2	125.0			135.2	99.3							
4	0	200		400.3	294.1			196.2	144.1			153.1	112.5							
5	0	250		465.2	341.8			212.2	155.9			165.1	121.3							
6	0	300		534.6	392.8			232.2	170.6			174.2	128.0							
8	0	400		650.2	477.7			280.2	205.9			183.2	134.6							
10	0	500		750.6	551.4			330.6	242.9			196.2	144.1							
CBR corregido							18				10.3				8.3					



Densidades	vs	Resistencias
gr/cm ³	1.730	18.00 %
gr/cm ⁴	1.574	10.30 %
gr/cm ⁵	1.532	8.30 %

Densidad Máx 1.698 gr/cm³
95% de DM 1.613 gr/cm³

CBR PUNTUAL= 12.2 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 2+000

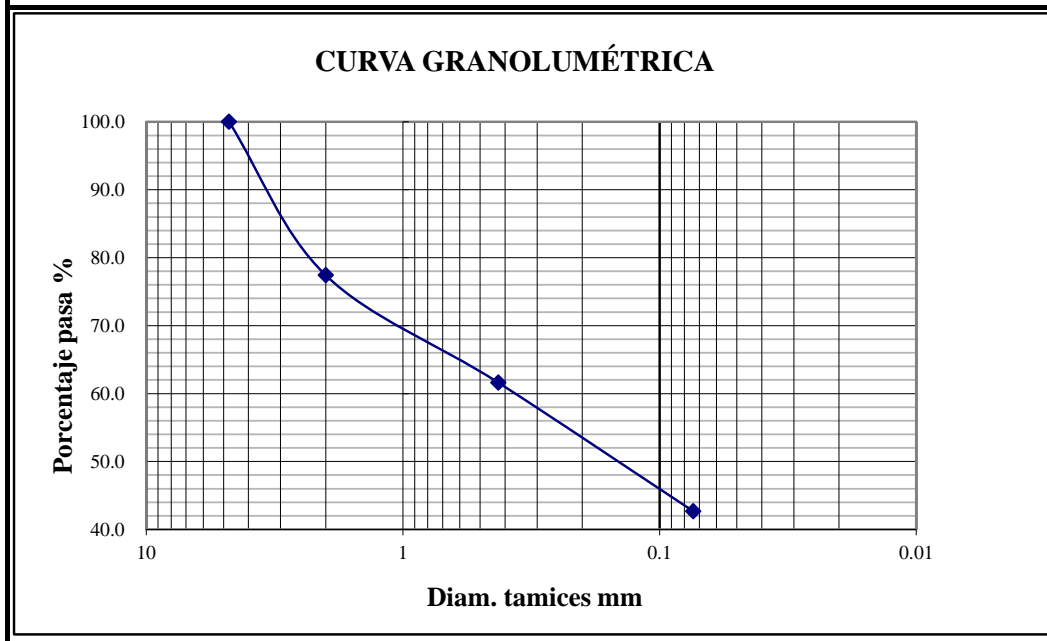
SECTOR: La Libertad

FECHA: 7 de Julio del 2014

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	100.26	22.57	77.43
N 30	0.59			
N 40	0.425	170.54	38.39	61.61
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	254.55	57.30	42.70
PASA EL N 200		189.66	42.70	
TOTAL		444.21		
PESO ANTES DEL LAVADO	444.21	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	254.55	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	189.66	TOTAL		

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 2+000

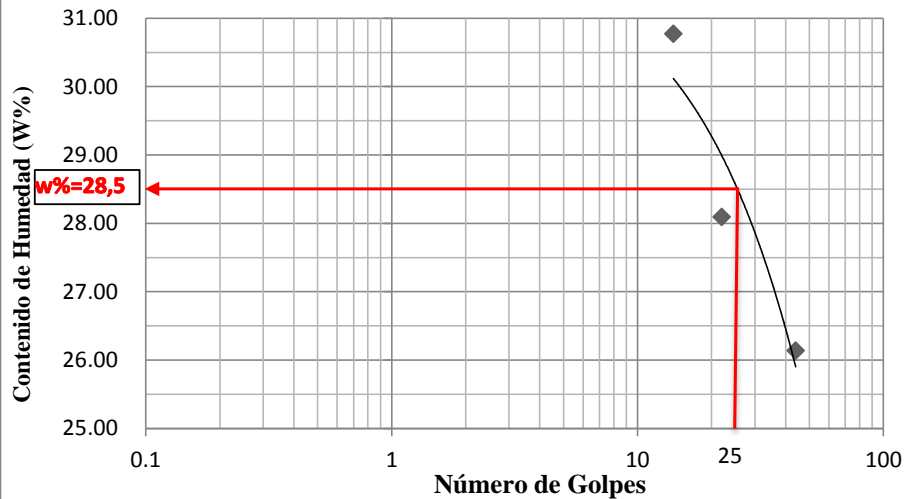
SECTOR: La Libertad

FECHA: 8 de Julio del 2014

1.- DETERMINACIÓN DEL ÍMITE LÍQUIDO

	44		22		14	
Recipiente Número	7-E	1C	14E	Z	6E	8E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	22.07	19.28	24.21	25.67	21.67	20.67
Peso seco + recipiente Ws + rec	19.88	17.61	21.39	22.52	19.25	18.55
Peso recipiente rec	11.34	11.34	11.36	11.3	11.33	11.71
peso del agua Ww	2.19	1.67	2.82	3.15	2.42	2.12
Peso de los sólidos WS	8.54	6.27	10.03	11.22	7.92	6.84
Contenido de humedad w%	25.64	26.63	28.12	28.07	30.56	30.99
Contenido de humedad prom. w%	26.14		28.10		30.77	

LÍMITE LÍQUIDO



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	M1	XT	9T	M3	X	3A
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6.82	5.89	6.37	6.44	6.44	6.81
Peso seco + recipiente Ws + rec	6.59	5.6	5.99	6.26	6.05	6.58
Peso recipiente rec	5.60	4.35	4.36	5.47	4.42	5.57
peso del agua Ww	0.23	0.29	0.38	0.18	0.39	0.23
Peso de los sólidos WS	0.99	1.25	1.63	0.79	1.63	1.01
Contenido de humedad w%	23.23	23.20	23.31	22.78	23.93	22.77
Contenido de humedad prom. w%	23.22		23.05		23.35	

Límite líquido = 28.50 %

Límite plástico = 23.20 %

índice plástico = 5.30 %



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
NORMA AASHTO T-180



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua
UBICACIÓN: Cantón Patate **ABSCISA:** Km 2+000
SECTOR: La Libertad **FECHA:** 8 de Julio del 2014
NORMA: AASHTO T - 180 **ENSAYADO POR:** Egdo Oscar Perez.
MÉTODO: AASHTO MODIFICADO **REVISADO POR:** Ing. Vinico Almeida

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc	944

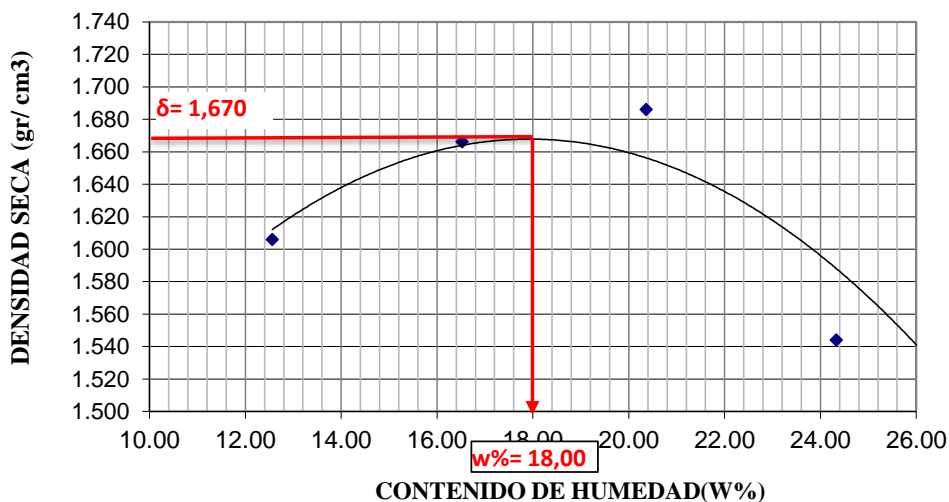
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5497.6	5623.8	5706.8	5603.3	5592
Peso suelo húmedo	1706.6	1832.8	1915.8	1812.3	1801
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.808	1.942	2.029	1.920	1.908

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	4-B	6-T	3-T	2-R	1-T	4-A	11-B	D-7	2-F	1-T
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	111.7	128.7	111.3	138.7	140.3	133.2	142.2	122.1	152.1	136.2
Peso seco + recipiente Ws+ rec	102.9	119.6	99.41	125.4	121.6	119	120.7	107.4	129.7	113
Peso del recipiente rec	31.54	48.59	27.46	45.08	30.32	48.93	32.24	47.13	48.85	30.32
Peso del agua Ww	8.82	9.06	11.9	13.26	18.66	14.2	21.5	14.68	22.46	23.2
Peso suelo seco Ws	71.31	71.02	71.95	80.33	91.29	70.02	88.41	60.3	80.8	82.69
Contenido humedad w%	12.4	12.8	16.5	16.5	20.4	20.3	24.3	24.3	27.8	28.1
Contenido humedad promedio w%	12.56	12.8	16.52	16.52	20.36	20.36	24.33	24.33	27.93	27.93
Densidad Seca γ_d	1.606	1.606	1.666	1.666	1.686	1.686	1.544	1.544	1.491	1.491

DENSIDAD SECA vs CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo= 1.670

W óptimo % = 18



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua
UBICACIÓN: Cantón Patate **ABSCISA:** Km 2+000
SECTOR: La Libertad **FECHA:** 9 de Julio del 2014
NORMA: AASHTO T-180 **ENSAYADO POR:** Egdo Oscar Pérez.
MÉTODO: AASHTO MODIFICADO **REVISADO POR:** Ing. Vinico Almeida

ENSAYO CBR

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	12580.6	12640.2	12330.6	12375.1	12650.2	12880.6
PESO MOLDE (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4589.6	4649.2	4250.6	4295.1	4084.2	4314.6
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2304	2304	2304	2304	2304	2304
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.992	2.018	1.845	1.864	1.773	1.873
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.695	1.646	1.566	1.512	1.500	1.491
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	6-T	D-7	4-B	2-F	D-3	1-T
Wm +TARRO (gr)	210.21	172.15	198.11	192.12	208.87	112.23
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	186.15	149.11	172.94	165.15	180.94	95.52
PESO AGUA (gr)	24.06	23.04	25.17	26.97	27.93	16.71
PESO TARRO	48.62	47.11	31.55	49.51	27.42	30.33
PESO MUESTRA SECA (gr)	137.53	102	141.39	115.64	153.52	65.19
CONTENIDO DE HUMEDAD %	17.49	22.59	17.80	23.32	18.19	25.63
AGUA ABSORBIDA %	5.09		5.52		7.44	



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 2+000

SECTOR: La Libertad

FECHA: 11 de Julio del 2014

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

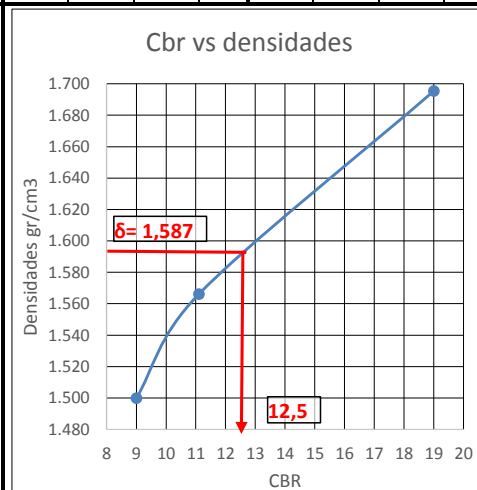
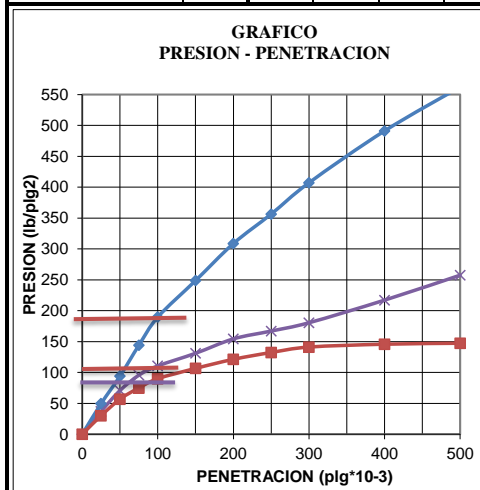
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ	
	DIA Y MES	HORA			DIAS	Mues			Plgs.	%			Mues	Plgs.
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
07-ago-14	15:10	0	0.09	5.00	0.00	0.00	0.13	5.00	0.00	0.00	0.06	5.00	0.00	0.00
08-ago-14	14:08	1	0.10		0.83	0.17	0.14		1.00	0.20	0.07		0.64	0.13
09-ago-14	14:45	2	0.10		1.69	0.34	0.15		1.64	0.33	0.07		1.36	0.27

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO			Q			CBR	Q			CBR	Q			CBR
MIN	SEG	" 10-3	LECT DIAL	LEIDA	CORG		LECT DIAL	LEIDA	CORG		LECT DIAL	LEIDA	CORG	
						PENET				lb/plg2				%
		0	0.0	0		0.0	0		0.0	0				
0	30	25	67.6	49.7		50.6	37.2		41.1	30.2				
1	0	50	128.2	94.2		96.5	70.9		77.5	56.9				
1	30	75	196.2	144.1		130.2	95.7		102.2	75.1				
2	0	100	258.2	189.7	189.7	19	150.6	110.6	110.6	11.1	122.5	90.0	90.0	
3	0	150	338.7	248.8		178.5	131.1		145.2	106.7				
4	0	200	420.2	308.7		210.2	154.4		165.2	121.4				
5	0	250	485.2	356.5		227.5	167.1		180.2	132.4				
6	0	300	554.2	407.2		245.8	180.6		192.2	141.2				
8	0	400	668.5	491.1		295.6	217.2		198.5	145.8				
10	0	500	765.2	562.2		350.6	257.6		200.6	147.4				
CBR corregido						19			11.1			9.0		



Densidades	vs	Resistencias
gr/cm ³	1.695	19.00 %
gr/cm ⁴	1.566	11.10 %
gr/cm ⁵	1.500	9.00 %

Densidad Máx 1.670 gr/cm³
95% de DM 1.587 gr/cm³

CBR PUNTUAL 12.5 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 3+000

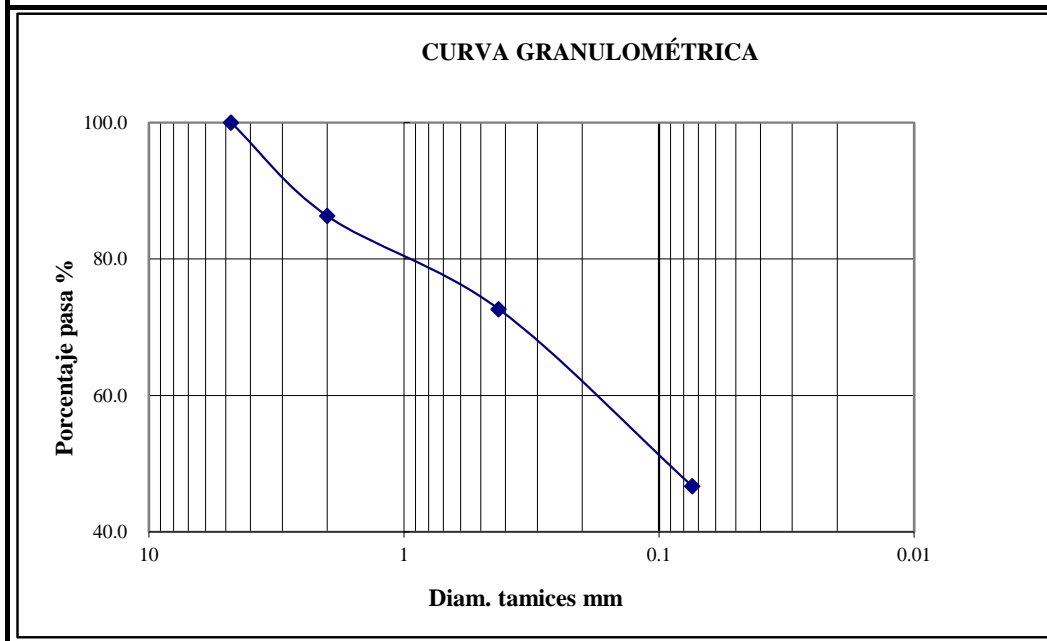
SECTOR: La Libertad

FECHA: 21 de Julio del 2014

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	55.19	13.67	86.33
N 30	0.59			
N 40	0.425	110.34	27.33	72.67
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	215.18	53.31	46.69
PASA EL N 200		188.48	46.69	
TOTAL		403.66		
PESO ANTES DEL LAVADO	403.66	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	215.18	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	188.48	TOTAL		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

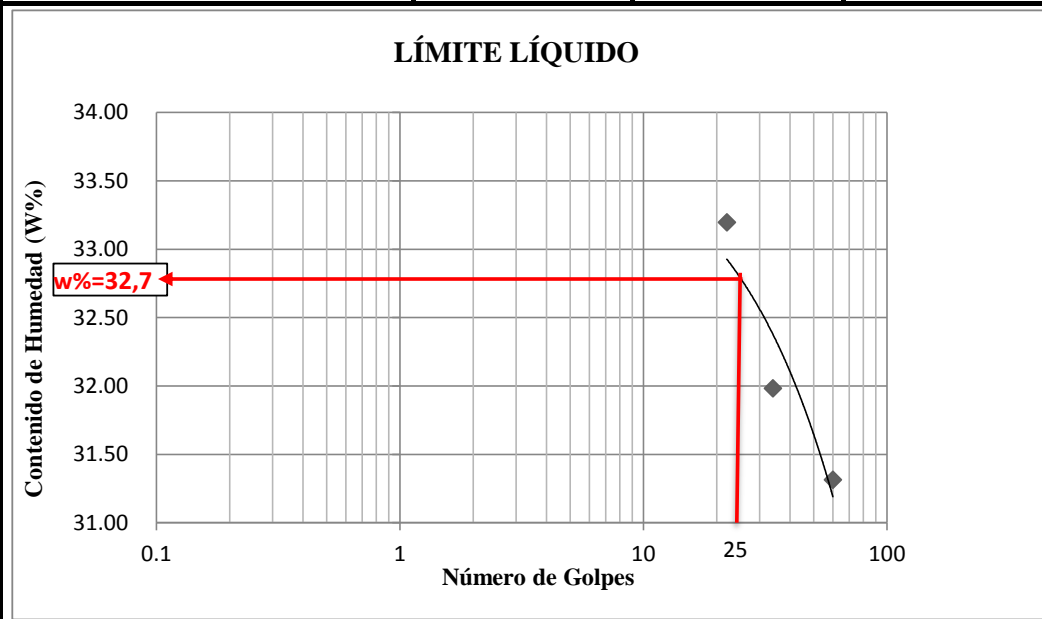
ABSCISA: Km 3+000

SECTOR: La Libertad

FECHA: 22 de Julio del 2014

1.- DETERMINACIÓN DEL ÍMITE LÍQUIDO

	60		34		22	
Recipiente Número	2G	3-T	6-T	14-E	TE	Z
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	23.24	22.15	29.67	28.15	24.48	26.15
Peso seco + recipiente Ws + rec	20.44	19.32	25.26	24.07	21.27	22.44
Peso recipiente rec	11.24	10.53	11.41	11.37	11.57	11.3
peso del agua Ww	2.8	2.83	4.41	4.08	3.21	3.71
Peso de los sólidos WS	9.2	8.79	13.85	12.7	9.7	11.14
Contenido de humedad w%	30.43	32.20	31.84	32.13	33.09	33.30
Contenido de humedad prom. w%	31.32		31.98		33.20	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	E-1	L1	A-2	M-3	E-2	X
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5.59	7.85	6.1	6.31	5.68	7.48
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.31	7.36	5.73	6.13	5.41	7.06
Peso recipiente rec	4.26	5.52	4.34	5.47	4.37	5.47
peso del agua Ww	0.28	0.49	0.37	0.18	0.27	0.42
Peso de los sólidos WS	1.05	1.84	1.39	0.66	1.04	1.59
Contenido de humedad w%	26.67	26.63	26.62	27.27	25.96	26.42
Contenido de humedad prom. w%	26.65		26.95		26.19	

Limite líquido = **32.70** %

Límite plástico = **26.59** %

índice plastico = **6.11** %



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
NORMA AASHTO T-180



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua
UBICACIÓN: Cantón Patate **ABSCISA:** Km 3+000
SECTOR: La Libertad **FECHA:** 22 de Julio del 2014
NORMA: AASHTO T - 180 **ENSAYADO POR:** Egdo Oscar Roberto Perez
MÉTODO: AASHTO MODIFICADO **REVISADO POR:** Ing. Almeida

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc	944

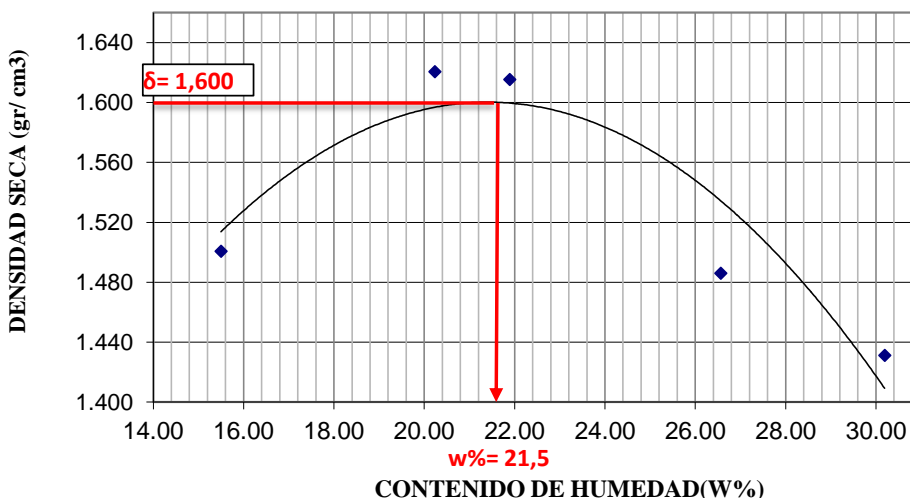
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5427.2	5630.2	5649.6	5566.4	5550
Peso suelo húmedo	1636.2	1839.2	1858.6	1775.4	1759
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.733	1.948	1.969	1.881	1.863

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	4-B	4-A	1-T	2-R	6-T	3-T	2-R	1-D	D-3	1-D
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	137.3	155.3	137	129.2	175.6	129.2	165.4	126.8	134.2	130.8
Peso seco + recipiente Ws+ rec	123.0	141.2	119.4	114.8	151.4	110.9	140.2	107.1	109.7	107.9
Peso del recipiente rec	31.5	48.82	30.52	45.03	40.57	28.03	45.04	33	27.41	33
Peso del agua Ww	14.31	14.17	17.6	14.41	24.15	18.23	25.24	19.7	24.53	22.89
Peso suelo seco Ws	91.47	92.33	88.83	69.77	110.9	82.89	95.11	74.1	82.24	74.91
Contenido humedad w%	15.6	15.3	19.8	20.7	21.8	22.0	26.5	26.6	29.8	30.6
Contenido humedad promedio w%	15.50		20.23		21.89		26.56		30.19	
Densidad Seca γ_d	1.501		1.620		1.615		1.486		1.431	

DENSIDAD SECA vs CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo= 1.600

W óptimo % = 21.5



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua
UBICACIÓN: Cantón Patate **ABSCISA:** Km 3+000
SECTOR: La Libertad **FECHA:** 23 de Julio del 2014
NORMA: AASHTO T-180 **ENSAYADO POR:** Egdo Oscar Pérez.
MÈTODO: AASHTO MODIFICADO **REVISADO POR:** Ing. Vinico Almeida

ENSAYO CBR

MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10304.8	10462	10154.6	10415.4	9780	10107.6
PESO MOLDE (gr)	5864.5	5864.5	5965.5	5965.5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4440.3	4597.5	4189.1	4449.9	4005	4332.6
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.953	2.022	1.842	1.957	1.761	1.905
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.623	1.611	1.530	1.530	1.465	1.525
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	D-7	2-R	C-5	1-T	2-F	D-3
Wm +TARRO (gr)	203.05	158.11	193.89	126.41	185.36	63
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	176.72	135.14	169.23	105.43	162.51	55.89
PESO AGUA (gr)	26.33	22.97	24.66	20.98	22.85	7.11
PESO TARRO	47.13	45.02	48.42	30.34	49.52	27.42
PESO MUESTRA SECA (gr)	129.59	90.12	120.81	75.09	112.99	28.47
CONTENIDO DE HUMEDAD %	20.32	25.49	20.41	27.94	20.22	24.97
AGUA ABSORBIDA %	5.17		7.53		4.75	



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 3+000

SECTOR: La Libertad

FECHA: 25 de Julio del 2014

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

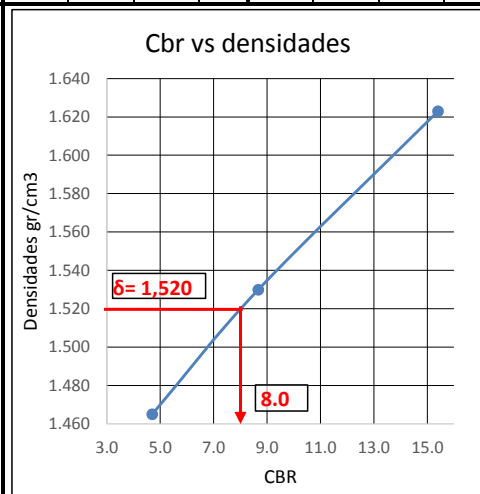
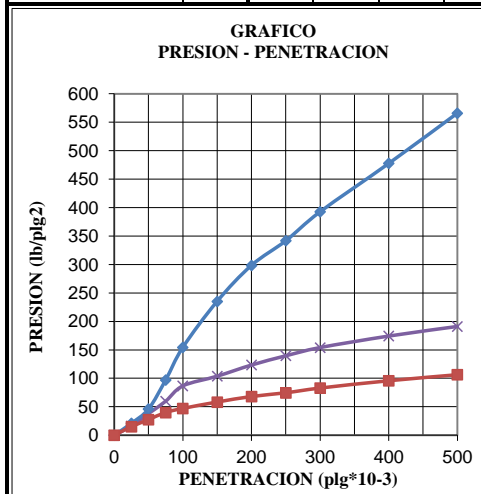
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			15				18				44						
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	h		ESPONJ		LECT DIAL	h		ESPONJ		LECT DIAL	h		ESPONJ	
	DIA Y MES	HORA		DIAS	Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%	Mues		Plgs.	%		
05-ago-14	15:10	0	0.05	5.00	0.00	0.00	0.08	5.00	0.00	0.00	0.02	5.00	0.00	0.00			
06-ago-14	14:08	1	0.07		2.36	0.47	0.10		2.16	0.43	0.05		3.20	0.64			
07-ago-14	14:45	2	0.09		4.45	0.89	0.12		4.64	0.93	0.06		4.68	0.94			

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			15				18				44									
TIEMPO			Q			PRESIONES			CBR			Q			PRESIONES			CBR		
MIN	SEG	" 10-3	LECT DIAL	LEIDA		CORG	%	LECT DIAL	LEIDA		CORG	%	LECT DIAL	LEIDA		CORG	%			
				lb/plg2					lb/plg2					lb/plg2						
		0	0.0	0				0.0	0				0.0	0						
0	30	25	28.4	20.9				22.2	16.3				20.4	15.0						
1	0	50	62.6	46.0				51.7	38.0				37.3	27.4						
1	30	75	132.2	97.1				81.4	59.8				54.4	40.0						
2	0	100	210.2	154.4	154.4	15.4		118.0	86.7	86.7	8.67		64.1	47.1	47.1	4.7				
3	0	150	320.3	235.3				141.2	103.7				79.4	58.3						
4	0	200	406.4	298.6				167.9	123.4				92.6	68.0						
5	0	250	465.2	341.8				190.0	139.6				101.5	74.6						
6	0	300	534.6	392.8				209.7	154.1				112.8	82.9						
8	0	400	650.2	477.7				237.2	174.3				130.3	95.7						
10	0	500	770.6	566.1				260.2	191.2				144.7	106.3						
CBR corregido						15.4					8.67						4.7			



Densidades	vs	Resistencias
gr/cm ³	1.623	15.40 %
gr/cm ⁴	1.530	8.67 %
gr/cm ⁵	1.465	4.70 %

Densidad Máx 1.600 gr/cm³
95% de DM 1.520 gr/cm³

CBR PUNTUAL 8.0 %



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



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 4+000

SECTOR: La Libertad

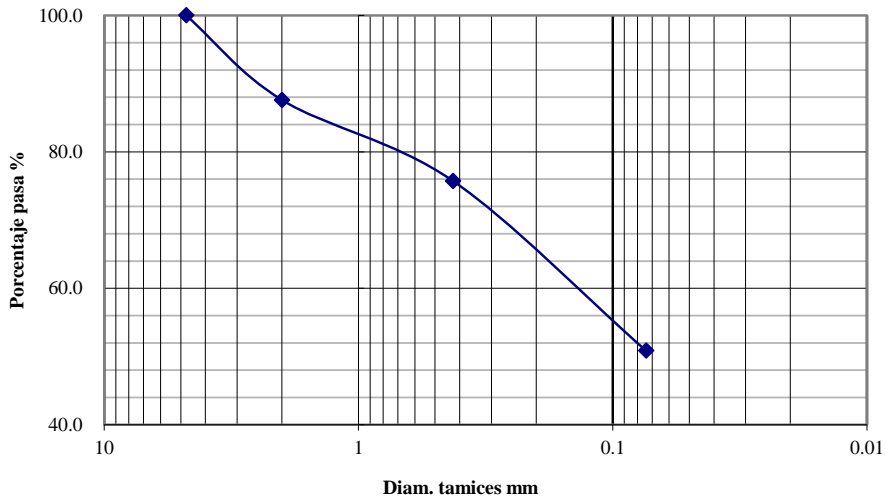
FECHA: 21 de Julio del 2014

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	50.27	12.39	87.61
N 30	0.59			
N 40	0.425	98.42	24.26	75.74
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	199.33	49.14	50.86
PASA EL N 200		206.34	50.86	
TOTAL		405.67		
PESO ANTES DEL LAVADO		405.67	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO	
PESO DESPUÉS DE LAVADO		199.33	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO	
TOTAL - DIFERENCIA		206.34	TOTAL	

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

Granulometría del Suelo





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 4+000

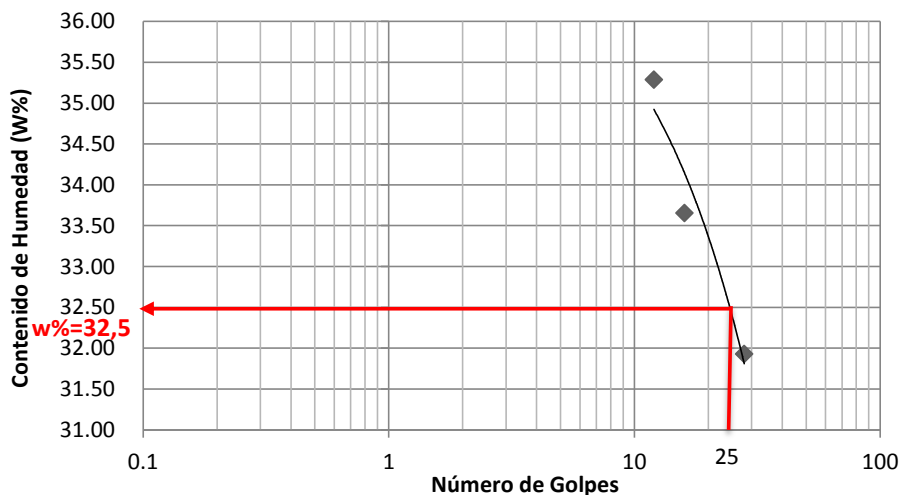
SECTOR: La Libertad

FECHA: 22 de Julio del 2014

1.- DETERMINACIÓN DEL ÍMITE LÍQUIDO

	28		16		12	
Recipiente Número	8-E	3-T	8-F	14-E	1-C	Z
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	27.57	21.69	24.48	26.52	23.99	25.64
Peso seco + recipiente Ws + rec	23.73	18.99	21.05	22.7	20.69	21.9
Peso recipiente rec	11.71	10.53	10.84	11.37	11.34	11.3
peso del agua Ww	3.84	2.7	3.43	3.82	3.3	3.74
Peso de los sólidos WS	12.02	8.46	10.21	11.33	9.35	10.6
Contenido de humedad w%	31.95	31.91	33.59	33.72	35.29	35.28
Contenido de humedad prom. w%	31.93		33.66		35.29	

Límite Líquido



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	X-1	L1	3-A	M-3	X-3	X
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	7.69	7.47	7.87	6.44	7.81	6.99
Peso seco + recipiente Ws + rec	7.3	7.08	7.4	6.24	7.43	6.687
Peso recipiente rec	5.76	5.52	5.56	5.47	5.94	5.47
peso del agua Ww	0.39	0.39	0.47	0.2	0.38	0.303
Peso de los sólidos WS	1.54	1.56	1.84	0.77	1.49	1.22
Contenido de humedad w%	25.32	25.00	25.54	25.97	25.50	24.90
Contenido de humedad prom. w%	25.16		25.76		25.20	

Límite líquido = 32.50 %
Límite plástico = 25.37 %
índice plástico = 7.13 %



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
NORMA AASHTO T-180



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 4+000

SECTOR: La Libertad

FECHA: 22 de Julio del 2014

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO POR: Egdo Oscar Pérez.

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

REVISADO POR: Ing. Vinico Almeida

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÏDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc	944

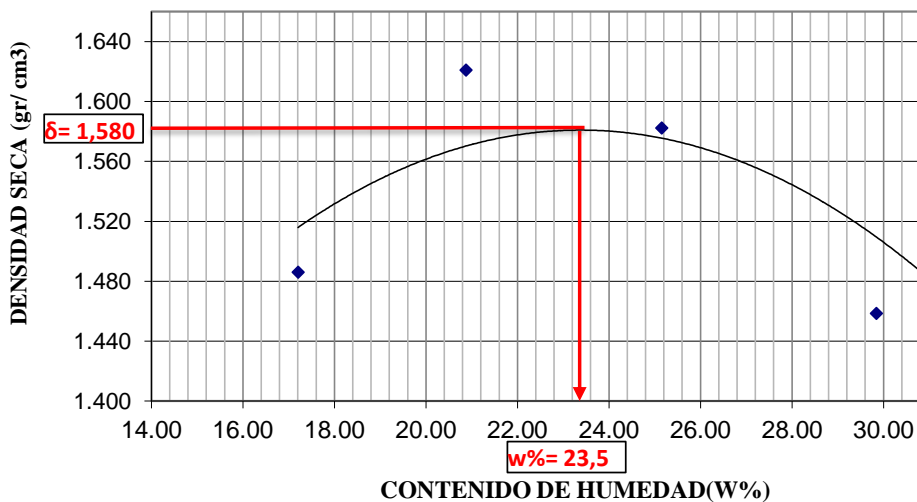
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5435.2	5640.8	5660.6	5578.8	5554.2
Peso suelo húmedo	1644.2	1849.8	1869.6	1787.8	1763.2
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1.742	1.960	1.981	1.894	1.868

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	4-B	8-B	1-D	2-R	D-7	3-T	4-A	1-T	D-3	11-B
Peso humedo + recipiente W _m + rec	140.2	158.2	138.3	130.3	180.3	132.2	170.2	130.3	140.3	135.2
Peso seco + recipiente W _s + rec	124.2	139.9	120.1	115.5	153.5	111.2	142.5	107.1	111.3	108.9
Peso del recipiente rec	31.5	32.31	33.01	45.03	47.08	28.03	48.83	30.33	27.41	33
Peso del agua W _w	16.06	18.36	18.17	14.73	26.75	20.94	27.64	23.17	29.01	26.33
Peso suelo seco W _s	92.65	107.5	87.09	70.51	106.4	83.18	93.68	76.77	83.85	75.88
Contenido humedad w%	17.3	17.1	20.9	20.9	25.1	25.2	29.5	30.2	34.6	34.7
Contenido humedad promedio w%	17.20	20.88	25.15	29.84	34.65					
Densidad Seca γ_d	1.486	1.621	1.582	1.459	1.387					

DENSIDAD SECA vs CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo= 1.580

W óptimo % = 23.5



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 4+000

SECTOR: La Libertad

FECHA: 23 de Julio del 2014

NORMA: AASHTO T-180

ENSAYADO POR: Egdo Oscar Pérez.

MÈTODO: AASHTO MODIFICADO

REVISADO POR: Ing. Vinico Almeida

ENSAYO CBR

MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10354.2	10502	10194.6	10465.6	9820.6	10147.6
PESO MOLDE (gr)	5864.5	5864.5	5965.5	5965.5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4489.7	4637.5	4229.1	4500.1	4045.6	4372.6
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.974	2.039	1.860	1.979	1.779	1.923
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.597	1.591	1.507	1.522	1.437	1.433
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	D-7	8-B	4-A	D-3	C-5	11-B
Wm +TARRO (gr)	185.21	160.27	187.54	130.27	190.56	99.85
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	158.85	132.11	161.25	106.54	163.21	81.27
PESO AGUA (gr)	26.36	28.16	26.29	23.73	27.35	18.58
PESO TARRO	47.13	32.21	49.01	27.41	48.36	26.89
PESO MUESTRA SECA (gr)	111.72	99.9	112.24	79.13	114.85	54.38
CONTENIDO DE HUMEDAD %	23.59	28.19	23.42	29.99	23.81	34.17
AGUA ABSORBIDA %	4.59		6.57		10.35	



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 4+000

SECTOR: La Libertad

FECHA: 25 de Julio del 2014

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

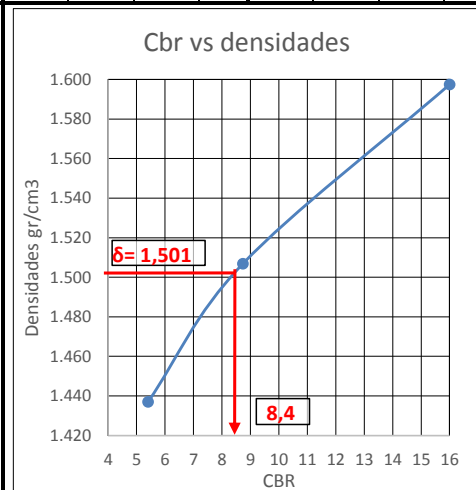
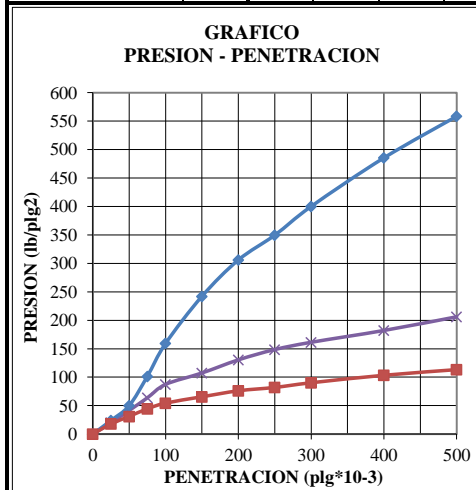
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
FECHA	TIEMPO	DIAS	LECT		ESPONJ		LECT		ESPONJ		LECT		ESPONJ	
			DIAL	h	Mues	Plgs.	DIAL	h	Mues	Plgs.	DIAL	h	Mues	Plgs.
DIA Y MES	HORA		Plgs.	Plgs.	*10-2	%	Plgs.	Plgs.	*10-2	%	Plgs.	Plgs.	*10-2	%
05-ago-14	15:10	0	0.08	5.00	0.00	0.00	0.08	5.00	0.00	0.00	0.06	5.00	0.00	0.00
06-ago-14	14:08	1	0.10		1.18	0.24	0.10		1.44	0.29	0.07		1.60	0.32
07-ago-14	14:45	2	0.13		4.17	0.83	0.12		3.52	0.70	0.09		3.44	0.69

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			15				18				44					
TIEMPO			Q		PRESIONES		CBR		Q		PRESIONES		CBR			
MIN	SEG	" 10-3	PENET		LECT		LEIDA		CORG		LECT		LEIDA		CORG	
			DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%		
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0				
0	30	25	32.6	24.0			27.2	20.0			24.2	17.8				
1	0	50	67.9	49.9			56.5	41.5			42.2	31.0				
1	30	75	138.2	101.5			86.8	63.8			60.6	44.5				
2	0	100	216.8	159.3	159.3	16	118.9	87.4	87.4	8.7	74.1	54.4	54.4	5.4		
3	0	150	329.6	242.1			146.2	107.4			89.2	65.5				
4	0	200	416.5	306.0			177.6	130.5			103.6	76.1				
5	0	250	475.8	349.6			202.2	148.5			111.6	82.0				
6	0	300	544.6	400.1			219.6	161.3			122.8	90.2				
8	0	400	660.8	485.5			247.9	182.1			140.7	103.4				
10	0	500	760.2	558.5			280.6	206.1			154.2	113.3				
CBR corregido						16				8.7					5.4	



Densidades	vs	Resistencias
gr/cm ³	1.597	16.00 %
gr/cm ⁴	1.507	8.74 %
gr/cm ⁵	1.437	5.40 %

Densidad Máx 1.580 gr/cm³
95% de DM 1.501 gr/cm³

CBR PUNTUAL= 8.4 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 5+000

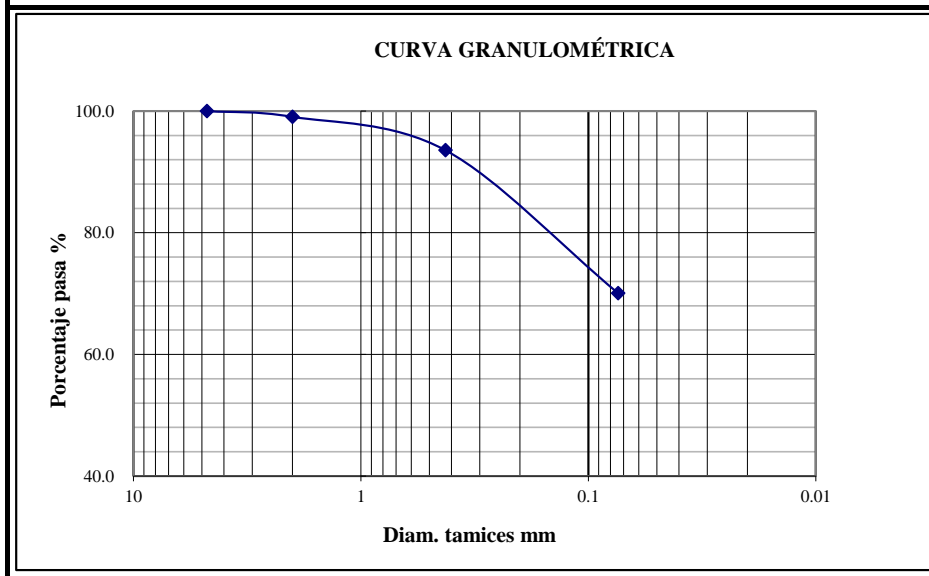
SECTOR: La Libertad

FECHA: 4 de Agosto del 2014

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	3.57	0.95	99.05
N 30	0.59			
N 40	0.425	24.23	6.44	93.56
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	112.65	29.93	70.07
PASA EL N 200		263.70	70.07	
TOTAL		376.35		
PESO ANTES DEL LAVADO	376.35	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	112.65	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	263.70	TOTAL		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 5+000

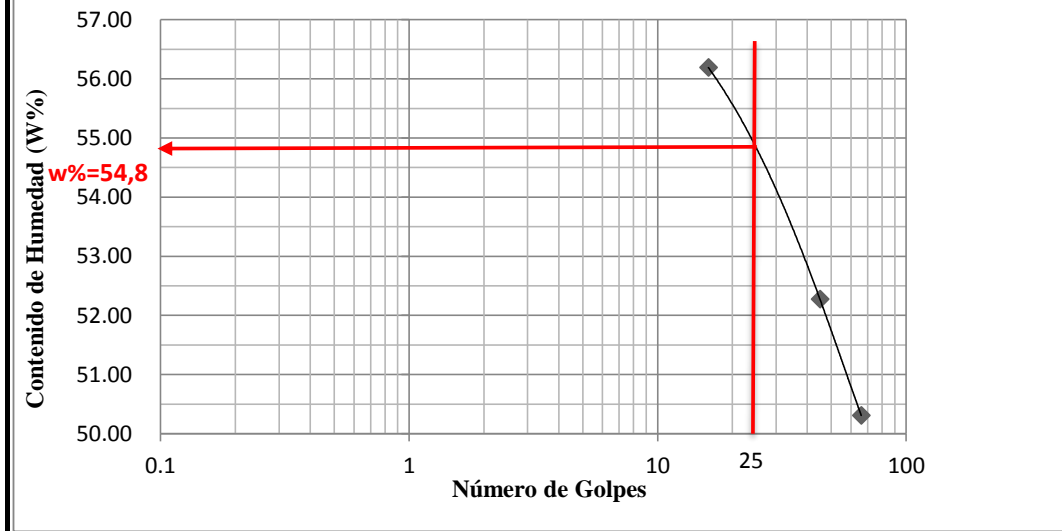
SECTOR: La Libertad

FECHA: 5 de Agosto del 2014

1.- DETERMINACIÓN DEL ÍMITE LÍQUIDO

	66		45		16	
Recipiente Número	11-E	3-T	TE	14-E	2G	Z
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	25.72	21.87	20.98	27.14	25.7	24.97
Peso seco + recipiente Ws + rec	20.86	18.08	17.75	21.72	20.5	20.05
Peso recipiente rec	11.22	10.53	11.56	11.37	11.24	11.3
peso del agua Ww	4.86	3.79	3.23	5.42	5.2	4.92
Peso de los sólidos WS	9.64	7.55	6.19	10.35	9.26	8.75
Contenido de humedad w%	50.41	50.20	52.18	52.37	56.16	56.23
Contenido de humedad prom. w%	50.31		52.27		56.19	

LÍMITE LÍQUIDO



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	E-1	L1	E-2	M-3	A-3	X
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5.48	8.12	6.14	6.31	6.22	7.48
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.1	7.32	5.59	6.05	5.63	6.86
Peso recipiente rec	4.25	5.52	4.37	5.47	4.29	5.47
peso del agua Ww	0.38	0.8	0.55	0.26	0.59	0.62
Peso de los sólidos WS	0.85	1.80	1.22	0.58	1.34	1.39
Contenido de humedad w%	44.71	44.44	45.08	44.83	44.03	44.60
Contenido de humedad prom. w%	44.58		44.95		44.32	

Límite líquido = 54.80 %
Límite plástico = 44.62 %
índice plástico = 10.18 %



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
NORMA AASHTO T-180



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 5+000

SECTOR: La Libertad

FECHA: 5 de Agosto del 2014

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO POR: Egdo Oscar Pérez.

MÈTODO: AASHTO MODIFICADO

REVISADO POR: Ing. Vinico Almeida

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÏDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc	944

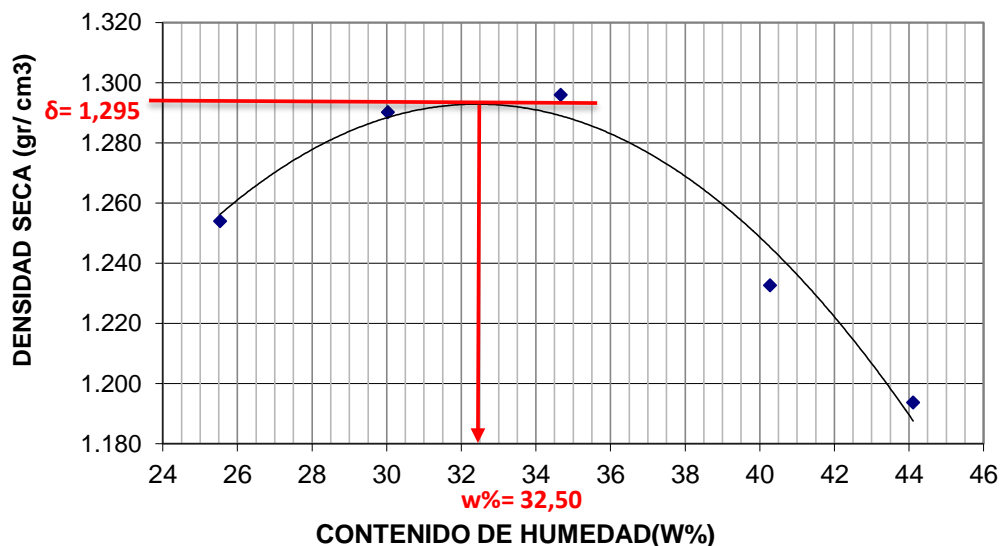
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5277	5374.8	5438.6	5423.4	5415
Peso suelo húmedo	1486	1583.8	1647.6	1632.4	1624
Densidad Hùmeda en gr/cm3	1.574	1.678	1.745	1.729	1.720

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	8-B	4-A	1-D	2-R	11-B	3-T	4-B	1-D	2-F	C-5
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	114	160.2	117.8	132.2	101.9	135.2	123.5	133.3	140.2	135.2
Peso seco + recipiente Ws+ rec	97.3	137.7	98.16	112.2	82.58	107.7	96.98	104.6	112.5	108.9
Peso del recipiente rec	32.22	48.82	33.05	45.03	27	28.03	31.58	33	49.51	49.39
Peso del agua Ww	16.71	22.56	19.65	20.06	19.35	27.49	26.5	28.67	27.7	26.33
Peso suelo seco Ws	65.1	88.83	65.11	67.12	55.58	79.63	65.4	71.61	63	59.49
Contenido humedad w%	25.7	25.4	30.2	29.9	34.8	34.5	40.5	40.0	44.0	44.3
Contenido humedad promedio w%	25.53		30.03		34.67		40.28		44.11	
Densidad Seca γ_d	1.254		1.290		1.296		1.233		1.194	

DENSIDAD SECA vs CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máximo = 1.295

W óptimo % = 32.5



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua
UBICACIÓN: Cantón Patate **ABSCISA:** Km 5+000
SECTOR: La Libertad **FECHA:** 6 de Agosto del 2014
NORMA: AASHTO T-180 **ENSAYADO POR:** Egdo Oscar Pérez.
MÈTODO: AASHTO MODIFICADO **REVISADO POR:** Ing. Vinico Almeida

ENSAYO CBR

MOLDE #	15	18	44			
# DE CAPAS	5	5	5			
# DE GOLPES POR CAPA	56	27	11			
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	9931.6	10026.8	9794	9886.2	9293.2	10107.6
PESO MOLDE (gr)	5864.5	5864.5	5865.2	5865.2	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4067.1	4162.3	3928.8	4021	3518.2	4332.6
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.789	1.830	1.728	1.768	1.547	1.905
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.319	1.304	1.289	1.262	1.139	1.294
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	C-5	2-F	11-B	D-3	D-7	4-A
Wm +TARRO (gr)	160.42	151.15	100.51	104.92	185.38	157.96
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	130.98	120.62	81.83	83.57	148.87	122.98
PESO AGUA (gr)	29.44	30.53	18.68	21.35	36.51	34.98
PESO TARRO	48.39	45.02	26.92	30.34	47.14	48.85
PESO MUESTRA SECA (gr)	82.59	75.6	54.91	53.23	101.73	74.13
CONTENIDO DE HUMEDAD %	35.65	40.38	34.02	40.11	35.89	47.19
AGUA ABSORBIDA %	4.74		6.09		11.30	



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Cantón Patate

ABSCISA: Km 5+000

SECTOR: La Libertad

FECHA: 8 de Agosto del 2014

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

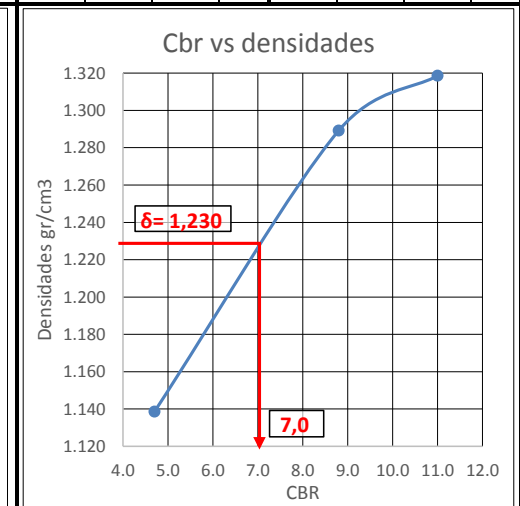
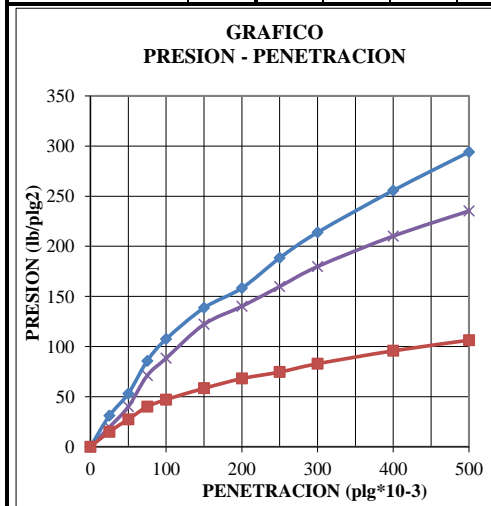
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			15				18				49			
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2
05-ago-14	15:10	0	0.12	5.00	0.00	0.00	0.07	5.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00
06-ago-14	14:08	1	0.13		1.30	0.26	0.08		1.60	0.32	0.01		0.40	0.08
07-ago-14	14:45	2	0.14		2.68	0.54	0.10		3.20	0.64	0.01		0.80	0.16

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEIDA	CORG	LECT	LEIDA	CORG	LECT	LEIDA	CORG	LECT	LEIDA	CORG
		" 10-3	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%
		0	0.0	0		0.0	0		0.0	0		0.0	0	
0	30	25	42.2	31.0		26.6	19.5		20.4	15.0		20.4	15.0	
1	0	50	72.2	53.0		54.4	40.0		37.3	27.4		37.3	27.4	
1	30	75	116.6	85.7		96.6	71.0		54.4	40.0		54.4	40.0	
2	0	100	146.2	107.4	107.4	11	120.2	88.3	88.3	8.8	64.1	47.1	47.1	4.7
3	0	150	188.6	138.6		166.2	122.1		79.4	58.3		79.4	58.3	
4	0	200	215.4	158.2		190.7	140.1		92.6	68.0		92.6	68.0	
5	0	250	256.4	188.4		217.6	159.9		101.5	74.6		101.5	74.6	
6	0	300	291.1	213.9		244.7	179.8		112.8	82.9		112.8	82.9	
8	0	400	348.1	255.7		286.1	210.2		130.3	95.7		130.3	95.7	
10	0	500	400.2	294.0		320.2	235.2		144.7	106.3		144.7	106.3	
CBR corregido						11			8.8					4.7



Densidades	vs	Resistencias
gr/cm ³	1.319	11.00 %
gr/cm ⁴	1.289	8.80 %
gr/cm ⁵	1.139	4.70 %

Densidad Máx 1.295 gr/cm³
95% de DM 1.230 gr/cm³

CBR PUNTUAL= 7.0 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Las condiciones de la vía La Libertad - San Jorge, del cantón Patate, provincia de Tungurahua

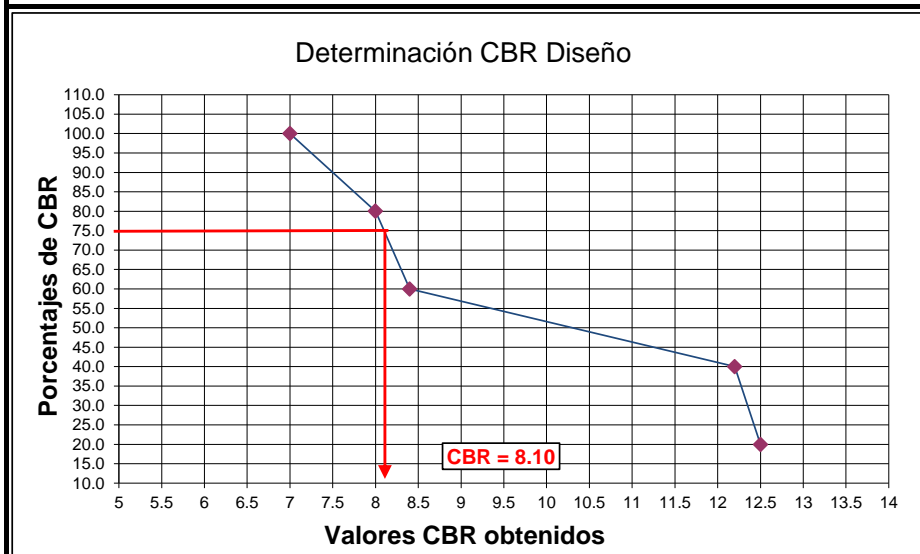
UBICACIÓN: Cantón Patate

SECTOR: La Libertad - San Jorge

CBR DE DISEÑO

TRAMO	CBR PUNTUAL	FRECUENCIA	VALORES IGUALES O MAYORES	PORCENTAJE
5+000	7.00	1	5	100
3+000	8.00	1	4	80
4+000	8.40	1	3	60
1+000	12.20	1	2	40
2+000	12.50	1	1	20
	TOTAL	5		

DETERMINACIÓN DEL CBR DE LA VÍA



Diseño con el 75%
CBR DE DISEÑO = 8.1

ANEXO 4

DATOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

**FORMATO DE DATOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
DISEÑO VÍAL LA LIBERTAD SAN JORGE**

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	9854811.000	780628.000	2909.000	1.47 BM1
2	9854856.000	780631.000	2910.000	1.442 BM2
3	9854854.479	780630.899	2909.821	BM2
4	9854824.680	780632.803	2909.071	POSTE
5	9854817.760	780631.943	2909.064	E
6	9854823.369	780636.167	2909.063	E
7	9854812.617	780630.519	2909.007	POSTE
8	9854822.040	780635.479	2908.959	V
9	9854812.783	780632.443	2909.023	ACERA
10	9854812.083	780666.157	2909.152	ACERA
11	9854811.661	780662.889	2909.018	ACERA
12	9854809.865	780663.880	2909.026	ACERA
13	9854802.653	780651.423	2908.957	COL
14	9854779.201	780654.109	2908.780	COL
15	9854792.304	780645.028	2908.843	COL
16	9854788.223	780620.975	2908.762	ESC
17	9854789.531	780621.237	2908.617	ACERA
18	9854838.376	780627.038	2909.296	COL
19	9854792.149	780612.863	2908.634	PARQ
20	9854791.983	780614.691	2908.628	PARQ
21	9854806.907	780613.412	2909.085	PARQ
22	9854806.793	780615.081	2908.821	ACERA
23	9854772.176	780599.626	2908.448	ACERA
24	9854764.771	780612.137	2908.381	ACERA
25	9854791.029	780602.442	2908.693	CASA
26	9854790.402	780604.579	2908.464	PARQ
27	9854771.324	780589.903	2908.119	PARQ
28	9854773.112	780588.475	2908.458	PARQ
29	9854812.534	780628.102	2909.140	BM1
30	9854770.047	780607.601	2908.498	CASA
31	9854863.494	780625.883	2909.925	E
32	9854864.085	780627.994	2910.006	V
33	9854864.763	780632.086	2908.421	E
34	9854863.071	780623.713	2910.103	V
35	9854862.752	780621.650	2912.210	L
36	9854871.401	780653.179	2903.124	L
37	9854863.888	780615.640	2912.897	L
38	9854871.141	780623.604	2909.939	E
39	9854871.852	780625.435	2909.914	V
40	9854870.635	780621.811	2909.906	V

ANEXO 5

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

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

Proyecto: DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA TUNGURAHUA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Replanteo y nivelación del proyecto con equipo topográfico

Hoja 1 de 12

UNIDAD: km

DETALLE:

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o. Equipo de Topografico completo (incluye comunicacion)	1.00	20.00	20.00	16.00	10.70 320.00
SUB TOTAL M:					330.70
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Topografo 1: experiencia de hasta 5 años (Estr.oc .C2)	1.00	3.21	3.21	16.000	51.36
Cadenero	3.00	3.05	9.15	16.000	146.40
Inspector de obra	0.30	3.38	1.01	16.000	16.16
SUB TOTAL N:					213.92
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Tiras de eucalito 2.5x2x250(cm) rústico	u	10.00	1.20	12.00	
Clavo de 2 a 3 1/2"	kg	1.00	1.76	1.76	
pintura anticorrosiva	gal	0.30	7.30	2.19	
SUB TOTAL O:					15.95
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
SUB TOTAL P:					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		560.57
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0.20	112.11
OTROS INDIRECTOS %	0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		672.68
VALOR OFERTADO		672.68

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Diciembre del 2014

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

Proyecto: DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA TUNGURAHUA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Limpieza superficial del terreno

Hoja 2 de 12

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.					0.03
SUB TOTAL M:					0.03
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	2.00	3.01	6.02	0.100	0.60
Inspector de obra	0.10	3.38	0.34	0.100	0.03
SUB TOTAL N:					0.63
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
SUB TOTAL O:					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
SUB TOTAL P:					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		0.66
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0.20	0.13
OTROS INDIRECTOS %	0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		0.79
VALOR OFERTADO		0.79

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Diciembre del 2014

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

Proyecto: DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA TUNGURAHUA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Excavación sin clasificar incluye desalojo

Hoja 3 de 12

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.					0.02
Excavadora de oruga	1.00	35.00	35.00	0.03	1.12
Cargadora Frontal	1.00	35.00	35.00	0.03	1.12
Volqueta 8 m3	1.00	33.60	33.60	0.03	1.08
SUB TOTAL M:					3.34
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Cargadora frontal	1.00	3.38	3.38	0.032	0.11
Operador de equipo pesado	1.00	3.38	3.38	0.032	0.11
Ayudante de maquinaria (Estr. Oc. C3)	1.00	2.86	2.86	0.032	0.09
SUB TOTAL N:					0.31
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
SUB TOTAL O:					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
SUB TOTAL P:					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3.65
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0.20	0.73
OTROS INDIRECTOS %	0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		4.38
VALOR OFERTADO		4.38

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Diciembre del 2014

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

Proyecto: DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA TUNGURAHUA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Relleno compactado con material propio

Hoja 4 de 12

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.					0.02
Motoniveladora	1.00	45.00	45.00	0.03	1.20
Rodillo hidraulico tandem	1.00	36.96	36.96	0.03	0.99
Tanquero	1.00	14.00	14.00	0.03	0.37
SUB TOTAL M:					2.58
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Rodillo autopropulsado	1.00	3.21	3.21	0.03	0.09
Operador de equipo pesado	1.00	3.38	3.38	0.03	0.09
Chofer profesional licencia tipo E. camion articulo y los	1.00	4.36	4.36	0.03	0.12
Ayudante de maquinaria (Estr. Oc. C3)	1.00	2.86	2.86	0.03	0.08
SUB TOTAL N:					0.38
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
SUB TOTAL O:					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
SUB TOTAL P:					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.96
INDIRECTOS Y UTILIDADES 0.20	0.59
OTROS INDIRECTOS % 0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.55
VALOR OFERTADO	3.55

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Diciembre del 2014

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

Proyecto: DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA TUNGURAHUA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Provisión, tendido y compactación de base granular clase 2

Hoja 5 de 12

UNIDAD: m³

DETALLE:

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.		0.00000	0.00000		0.03
Motoniveladora	1.00	45.00	45.00	0.031	1.40
Rodillo hidraulico tandem	1.00	36.96	36.96	0.031	1.15
Tanquero	1.00	14.00	14.00	0.031	0.43
Volqueta 8 m3	1.00	33.60	33.60	0.031	1.04
SUB TOTAL M:					4.05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Rodillo autopropulsado	1.00	3.21	3.21	0.031	0.10
Operador de equipo pesado	1.00	3.38	3.38	0.031	0.10
Chofer profesional licencia tipo E. camion articulo y los	1.00	4.36	4.36	0.031	0.14
Ayudante de maquinaria (Estr. Oc. C3)	1.00	2.86	2.86	0.031	0.09
Peón	1.00	3.01	3.01	0.031	0.09
SUB TOTAL N:					0.52
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Agua	m ³	0.07	1.05	0.07	
Sub-base Clase 3	m ³	1.10	8.30	9.13	
SUB TOTAL O:					9.20
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
SUB TOTAL P:					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	13.77
INDIRECTOS Y UTILIDADES 0.20	2.75
OTROS INDIRECTOS % 0.00000	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16.52
VALOR OFERTADO	16.52

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Diciembre del 2014

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

Proyecto: DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA TUNGURAHUA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Provisión, tendido y compactación de base granular clase 2

Hoja 6 de 12

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.		0.00000	0.00000		0.03
Motoniveladora	1.00	45.00	45.00	0.031	1.40
Rodillo hidraulico tandem	1.00	36.96	36.96	0.031	1.15
Tanquero	1.00	14.00	14.00	0.031	0.43
Volqueta 8 m3	1.00	33.60	33.60	0.031	1.04
SUB TOTAL M:					4.05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Rodillo autopropulsado	1.00	3.21	3.21	0.031	0.10
Operador de equipo pesado	1.00	3.38	3.38	0.031	0.10
Chofer profesional licencia tipo E. camion articulo y los	1.00	4.36	4.36	0.031	0.14
Ayudante de maquinaria (Estr. Oc. C3)	1.00	2.86	2.86	0.031	0.09
Peón	1.00	3.01	3.01	0.031	0.09
SUB TOTAL N:					0.52
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Agua	m3	0.07	1.05	0.07	
Base clase 2	m3	1.10	9.10	10.01	
SUB TOTAL O:					10.08
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUB TOTAL P:					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	14.65
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0.20
OTROS INDIRECTOS %	0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO	17.58
VALOR OFERTADO	17.58

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Diciembre del 2014

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

Proyecto: DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA TUNGURAHUA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Limpieza mecánica de la vía

Hoja 7 de 12

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o. Escoba autopropulsada de 76 HP	1.00	32.00	32.00	0.004	0.00 0.13
SUB TOTAL M:					0.13
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Operador de equipo pesado	1.00	3.38	3.38	0.004	0.01
Ayudante de maquinaria (Estr. Oc. C3)	1.00	2.86	2.86	0.004	0.01
Peón	2.00	3.01	6.02	0.004	0.02
SUB TOTAL N:					0.04
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
SUB TOTAL O:					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
Imprimante RC-250	kg	1.10	0.0001	0.0001	
Diesel	gal	15.00	0.0050	0.0750	
		0.00		0.0000	
SUB TOTAL P:					0.07511

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.25
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0.20
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.30
VALOR OFERTADO	0.30

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Diciembre del 2014

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

Proyecto: DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA TUNGURAHUA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Hormigón asfáltico mezclado en planta, e= 5 cm (Incluye imprimación)

Hoja 8 de 12

UNIDAD: m²

DETALLE:

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.					0.02
Distribuidor de asfalto 1800G	1.00	55.00	55.00	0.005	0.28
Escoba autopropulsada de 76 HP	1.00	32.00	32.00	0.005	0.16
Terminadora de asfalto	1.00	60.00	60.00	0.005	0.30
Planta de asfalto	1.00	130.00	130.00	0.005	0.65
Rodillo hidraulico tandem	1.00	36.96	36.96	0.005	0.18
Cargadora Frontal	1.00	35.00	35.00	0.005	0.18
SUB TOTAL M:					1.77
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Rodillo autopropulsado	1.00	3.21	3.21	0.005	0.02
Operador de equipo pesado	4.00	3.38	13.52	0.005	0.07
Ayudante de maquinaria (Estr. Oc. C3)	4.00	2.86	11.44	0.005	0.06
Peón	11.00	3.01	33.11	0.005	0.17
Inspector de obra	1.00	3.38	3.38	0.005	0.02
SUB TOTAL N:					0.34
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Arena (suelta)	m ³	0.07	14.00	0.98	
Material petreo triturado	m ³	0.06	15.00	0.90	
Diesel	lts	0.80	0.25	0.20	
Asfalto AC-20	kg	8.50	0.42	3.57	
imprimante RC-250	kg	1.10	0.52	0.57	
SUB TOTAL O:					6.22
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
Asfalto RC-250	kg	1.10	0.01	0.011	
Diesel	gal	0.25	0.05	0.013	
Imprimante RC-250	kg	1.10	0.01	0.011	
SUB TOTAL P:					0.035

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		8.36
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0.20	1.67
OTROS INDIRECTOS %	0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		10.03
VALOR OFERTADO		10.03

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Diciembre del 2014

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

Proyecto: DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA TUNGURAHUA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Cunetas de hormigón simple, f'c=180 kg/cm² incl. encof.

Hoja 9 de 12

UNIDAD: ml

DETALLE:

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.					0.13
Concretera a diesel o gasolina (1 saco) / dia	1.00	3.05	3.05	0.070	0.21
SUB TOTAL M:					0.34
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	7.00	3.01	21.07	0.070	1.47
Albañil	2.00	3.05	6.10	0.070	0.43
Ayudante de albañil	2.00	3.01	6.02	0.070	0.42
Maestro de obra	1.00	3.21	3.21	0.070	0.22
Inspector de obra	0.10	3.38	0.34	0.070	0.02
SUB TOTAL N:					2.56
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Cemento Rocafuerte IP 50 KG	Saco	0.70	7.63	5.34	
Arena lavada de rio	m3	0.05	10.00	0.50	
Piedra trituradora 3/4"	m3	0.08	10.00	0.80	
Agua	m3	0.02	1.05	0.02	
plastificante	kg	0.05	1.47	0.07	
Encofrado	ml	1.00	0.50	0.50	
SUB TOTAL O:					7.24
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
SUB TOTAL P:					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		10.14
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0.20	2.03
OTROS INDIRECTOS %	0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		12.17
VALOR OFERTADO		12.17

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Diciembre del 2014

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

Proyecto: DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA TUNGURAHUA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Hormigón simple $f'c=180$ kg/cm² incl. encof.

Hoja 10 de 12

UNIDAD: m³

DETALLE:

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.					1.47
Concretera a diesel o gasolina (1 saco) / día	1.00	3.05	3.05	0.800	2.44
Vibrador electrico 3/4	1.00	2.13	2.13	0.800	1.70
SUB TOTAL M:					5.61
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	7.00	3.01	21.07	0.800	16.86
Albañil	2.00	3.05	6.10	0.800	4.88
Ayudante de albañil	2.00	3.01	6.02	0.800	4.82
Maestro de obra	1.00	3.21	3.21	0.800	2.57
Inspector de obra	0.10	3.38	0.34	0.800	0.27
SUB TOTAL N:					29.40
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Cemento Rocafuerte IP 50 KG	Saco	7.20	7.63	54.94	
Arena (suelta)	m ³	0.50	14.00	7.00	
Agua	m ³	0.10	1.05	0.11	
Piedra trituradora de 11/2"	m ³	0.70	14.00	9.80	
Clavo de 2 a 3 1/2"	kg	0.50	1.76	0.88	
Pingos de eucalito 4 a 7 m x 0.30	m	20.00	1.50	30.00	
SUB TOTAL O:					102.72
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
SUB TOTAL P:					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		137.73
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0.20	27.55
OTROS INDIRECTOS %	0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		165.28
VALOR OFERTADO		165.28

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Diciembre del 2014

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

Proyecto: DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA TUNGURAHUA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Señalización horizontal

Hoja 11 de 12

UNIDAD: km

DETALLE:

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.					4.61
Equipo de pintura	1.00	7.50	7.50	3.20	24.00
Camioneta 2000CC	1.00	8.00	8.00	3.20	25.60
SUB TOTAL M:					54.21
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Pintor	2.00	3.05	6.10	3.20	19.52
Ayudante en general	5.00	3.01	15.05	3.20	48.16
Chofer profesional licencia tipo C (Estr.Oc.D2)	1.00	4.36	4.36	3.20	13.95
Maestro de obra	0.50	3.21	1.61	3.20	5.15
Inspector de obra	0.50	3.38	1.69	3.20	5.41
SUB TOTAL N:					92.19
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Pintura de tráfico	gal	2.50	30.60	76.50	
Thinner comercial (diluyente tecni thiñer laca)	lt	4.00	2.03	8.12	
Fibra de vidrio - microsferas 25 kg	u	2.50	65.00	162.50	
SUB TOTAL O:					247.12
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
SUB TOTAL P:					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		393.52
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0.20	78.70
OTROS INDIRECTOS %	0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		472.22
VALOR OFERTADO		472.22

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Diciembre del 2014

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

Proyecto: DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHU/

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Señalización vertical 60x60 cm

Hoja 12 de 12

UNIDAD: u

DETALLE:

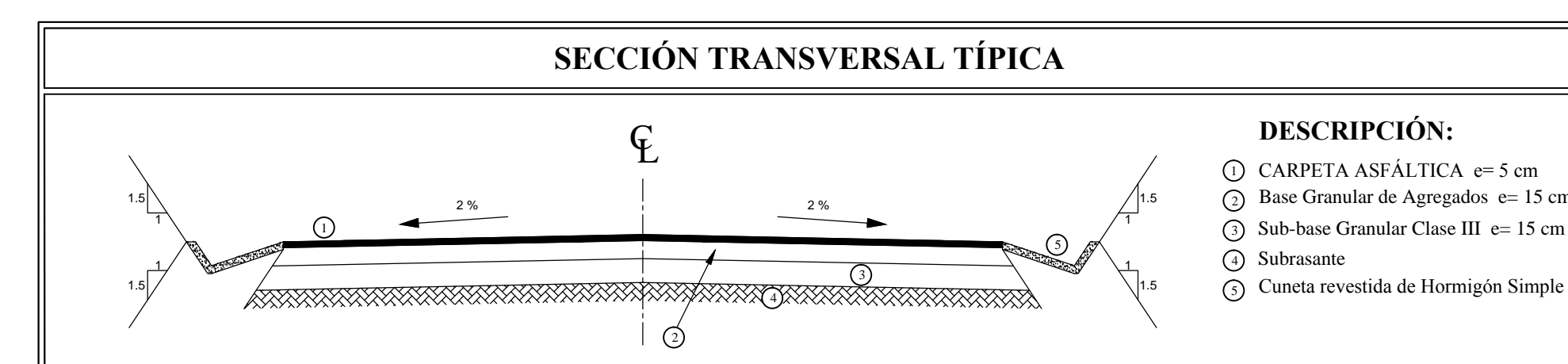
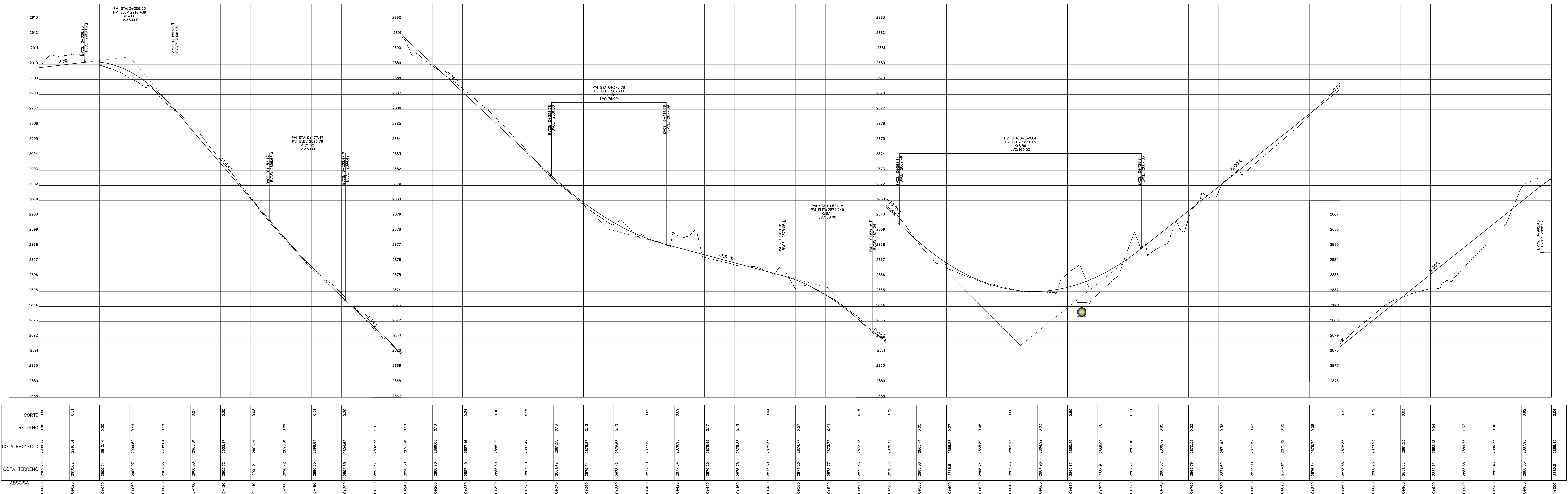
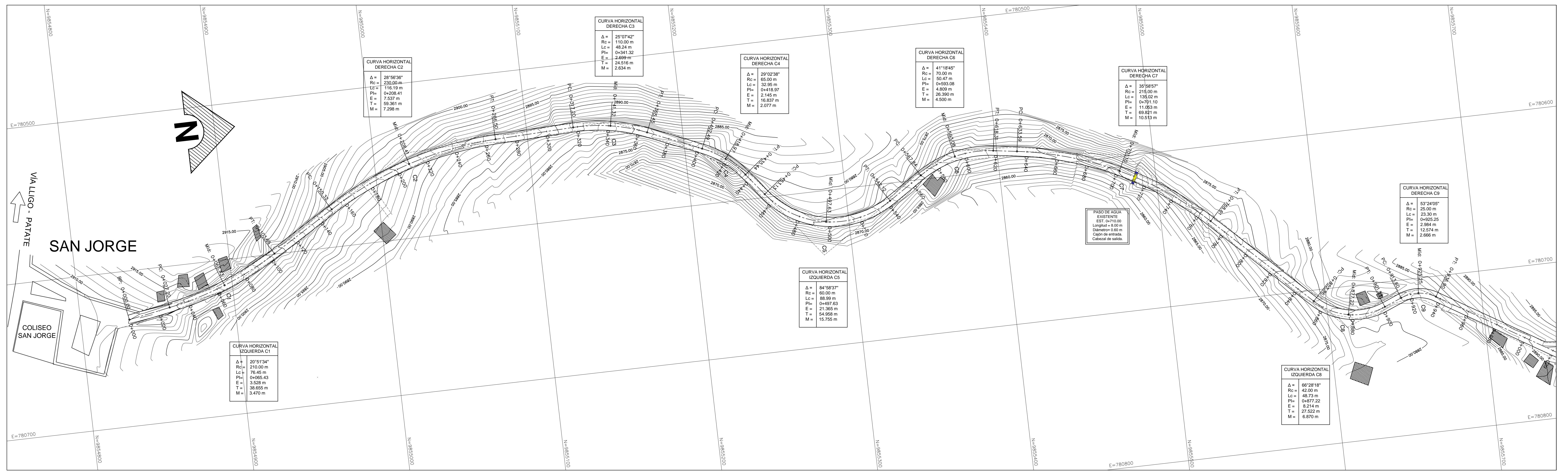
EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Herramienta Menor 5% m.o.					0.51
Cortadora mecánica	1.00	2.00	2.00	0.67	1.33
Soldadora electrica	1.00	6.00	6.00	0.67	4.00
SUB TOTAL M:					5.84
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO D = C x R
Peón	2.00	3.01	6.02	0.67	4.02
Fierrero	1.00	3.05	3.05	0.67	2.03
Albañil	1.00	3.05	3.05	0.67	2.03
Maestro de obra	0.50	3.21	1.61	0.67	1.07
Inspector de obra	0.50	3.38	1.69	0.67	1.13
SUB TOTAL N:					10.28
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO C = A x B	
Tubo galvanizado 2"	m	3.90	16.40	63.96	
tool galvanizado 0.75 mm	m2	0.75	8.50	6.38	
Vinil de fondo reflectivo - señalizado	gl	0.70	17.80	12.46	
perno inoxidable	kg	0.40	2.10	0.84	
Angulo 30x3mm.peso=8.04kg	6 m	0.55	12.08	6.64	
SUB TOTAL O:					90.28
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A x B	
SUB TOTAL P:					

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		106.40
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0.20	21.28
OTROS INDIRECTOS %	0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		127.68
VALOR OFERTADO		127.68

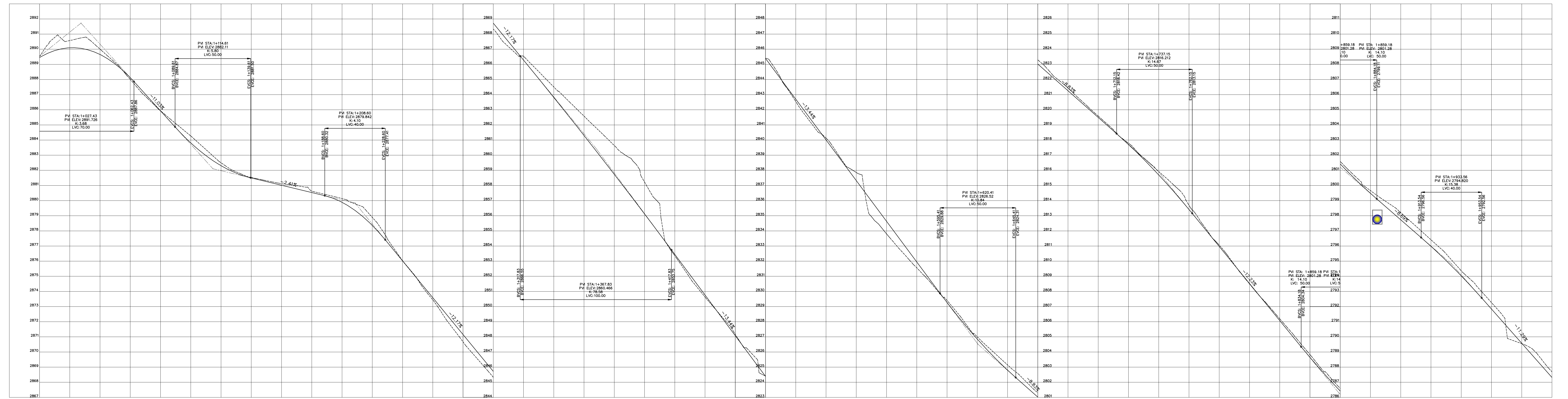
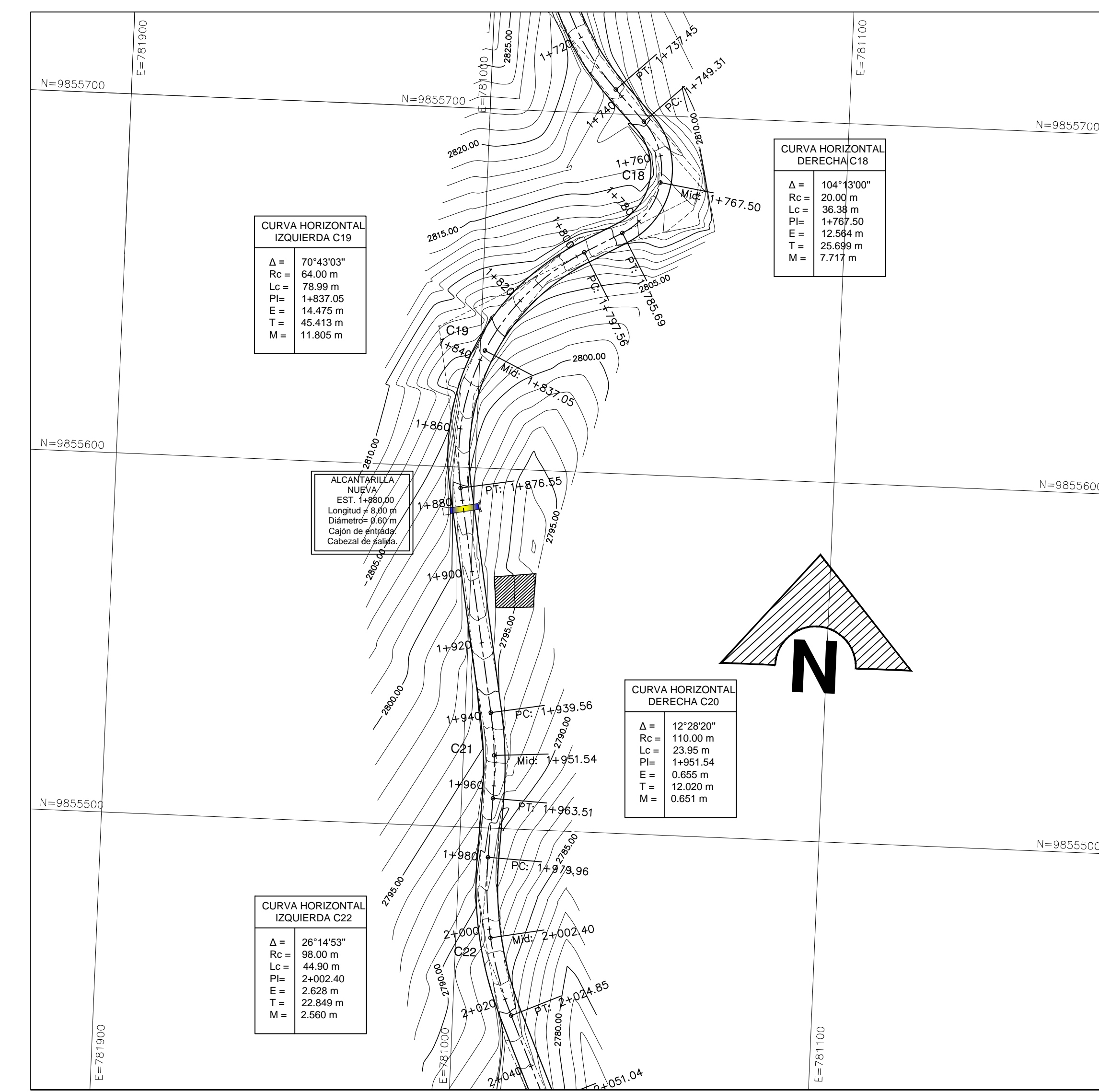
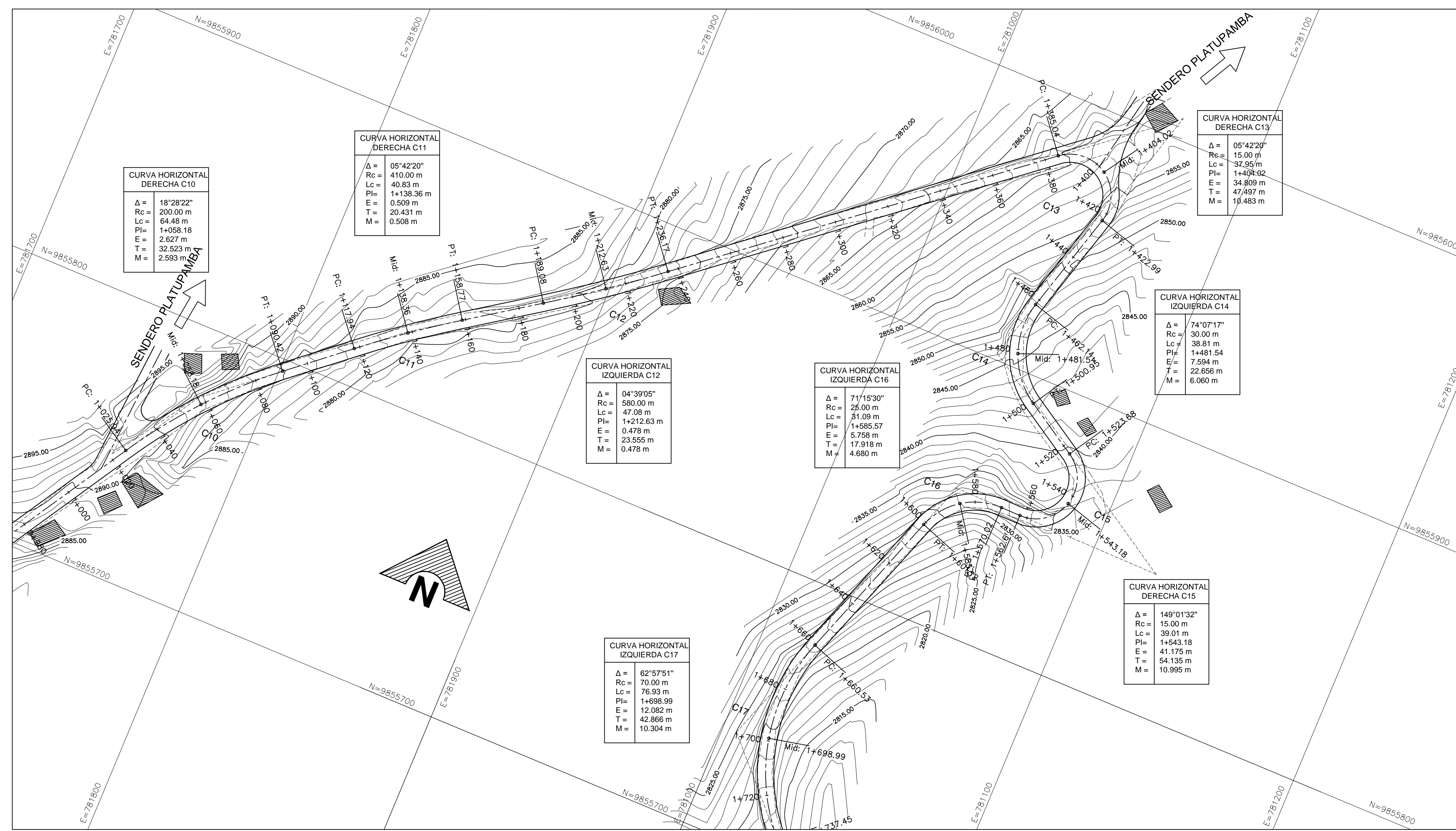
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Diciembre del 2014

ANEXO 6

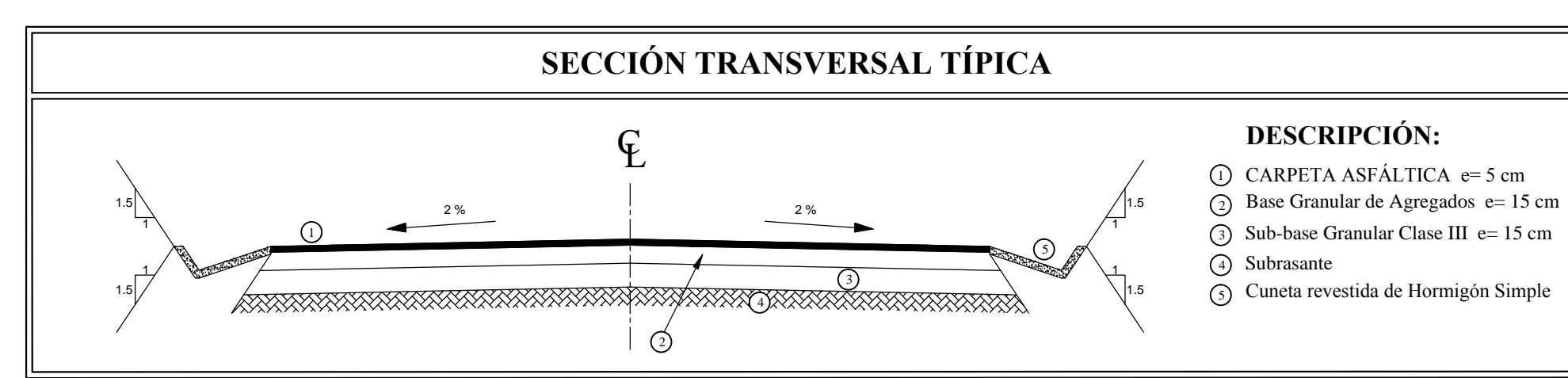
PLANOS DE DISEÑO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES Y VERTICALES (Km 0+000.00 - km 1+000.00)			
REVISÓ:	DISEÑO:	ESCALA:	CLASE:
Ing. Mg. Vinicio Almeida	Egdo. Oscar Pérez	H: 1:1000 PROYECTO HORIZONTAL V: 1:1000	TIPO IV
			LAMINA:
			1/5



ABSCISA	COTA TERRENO	COTA PROYECTADA	RELLENO
1+400	2880.32	2880.32	0.00
1+410	2880.37	2880.50	0.13
1+420	2880.51	2880.65	0.14
1+430	2880.65	2880.80	0.15
1+440	2880.79	2880.95	0.16
1+450	2880.93	2881.10	0.17
1+460	2881.07	2881.25	0.18
1+470	2881.21	2881.40	0.19
1+480	2881.35	2881.55	0.20
1+490	2881.49	2881.70	0.21
1+500	2881.63	2881.85	0.22
1+510	2881.77	2882.00	0.23
1+520	2881.91	2882.15	0.24
1+530	2882.05	2882.30	0.25
1+540	2882.19	2882.45	0.26
1+550	2882.33	2882.60	0.27
1+560	2882.47	2882.75	0.28
1+570	2882.61	2882.90	0.29
1+580	2882.75	2883.05	0.30
1+590	2882.89	2883.20	0.31
1+600	2883.03	2883.35	0.32
1+610	2883.17	2883.50	0.33
1+620	2883.31	2883.65	0.34
1+630	2883.45	2883.80	0.35
1+640	2883.59	2883.95	0.36
1+650	2883.73	2884.10	0.37
1+660	2883.87	2884.25	0.38
1+670	2884.01	2884.40	0.39
1+680	2884.15	2884.55	0.40
1+690	2884.29	2884.70	0.41
1+700	2884.43	2884.85	0.42
1+710	2884.57	2885.00	0.43
1+720	2884.71	2885.15	0.44
1+730	2884.85	2885.30	0.45
1+740	2884.99	2885.45	0.46
1+750	2885.13	2885.60	0.47
1+760	2885.27	2885.75	0.48
1+770	2885.41	2885.90	0.49
1+780	2885.55	2886.05	0.50
1+790	2885.69	2886.20	0.51
1+800	2885.83	2886.35	0.52
1+810	2885.97	2886.50	0.53
1+820	2886.11	2886.65	0.54
1+830	2886.25	2886.80	0.55
1+840	2886.39	2886.95	0.56
1+850	2886.53	2887.10	0.57
1+860	2886.67	2887.25	0.58
1+870	2886.81	2887.40	0.59
1+880	2886.95	2887.55	0.60
1+890	2887.09	2887.70	0.61
1+900	2887.23	2887.85	0.62
1+910	2887.37	2888.00	0.63
1+920	2887.51	2888.15	0.64
1+930	2887.65	2888.30	0.65
1+940	2887.79	2888.45	0.66
1+950	2887.93	2888.60	0.67
1+960	2888.07	2888.75	0.68
1+970	2888.21	2888.90	0.69
1+980	2888.35	2889.05	0.70
1+990	2888.49	2889.20	0.71
2+000	2888.63	2889.35	0.72
2+010	2888.77	2889.50	0.73
2+020	2888.91	2889.65	0.74
2+030	2889.05	2889.80	0.75
2+040	2889.19	2889.95	0.76
2+050	2889.33	2890.10	0.77
2+060	2889.47	2890.25	0.78
2+070	2889.61	2890.40	0.79
2+080	2889.75	2890.55	0.80
2+090	2889.89	2890.70	0.81
2+100	2890.03	2890.85	0.82
2+110	2890.17	2891.00	0.83
2+120	2890.31	2891.15	0.84
2+130	2890.45	2891.30	0.85
2+140	2890.59	2891.45	0.86
2+150	2890.73	2891.60	0.87
2+160	2890.87	2891.75	0.88
2+170	2891.01	2891.90	0.89
2+180	2891.15	2892.05	0.90
2+190	2891.29	2892.20	0.91
2+200	2891.43	2892.35	0.92
2+210	2891.57	2892.50	0.93
2+220	2891.71	2892.65	0.94
2+230	2891.85	2892.80	0.95
2+240	2891.99	2892.95	0.96
2+250	2892.13	2893.10	0.97
2+260	2892.27	2893.25	0.98
2+270	2892.41	2893.40	0.99
2+280	2892.55	2893.55	1.00
2+290	2892.69	2893.70	1.01
2+300	2892.83	2893.85	1.02
2+310	2892.97	2894.00	1.03
2+320	2893.11	2894.15	1.04
2+330	2893.25	2894.30	1.05
2+340	2893.39	2894.45	1.06
2+350	2893.53	2894.60	1.07
2+360	2893.67	2894.75	1.08
2+370	2893.81	2894.90	1.09
2+380	2893.95	2895.05	1.10
2+390	2894.09	2895.20	1.11
2+400	2894.23	2895.35	1.12



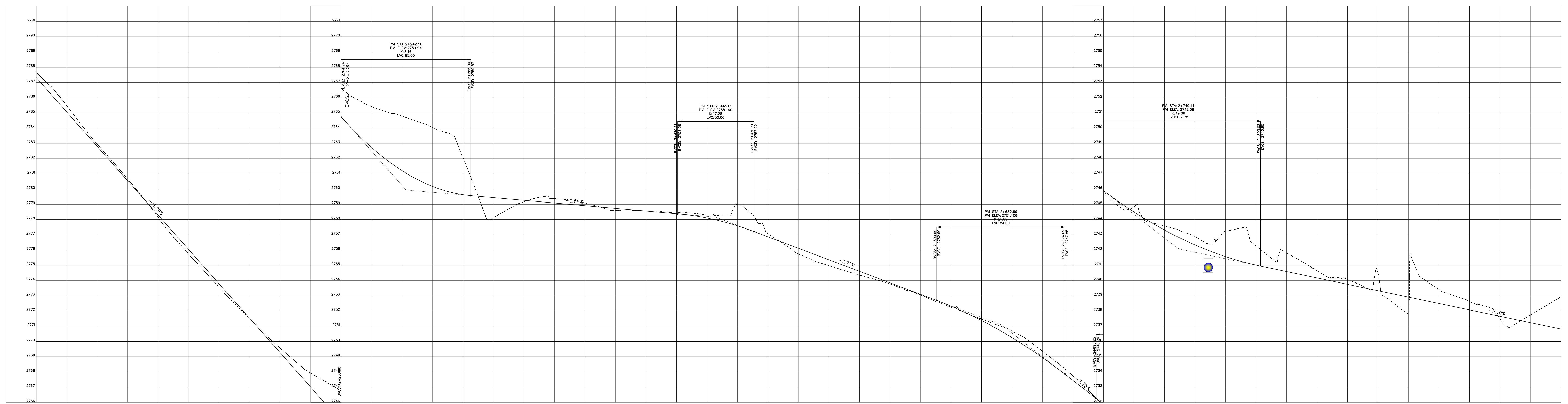
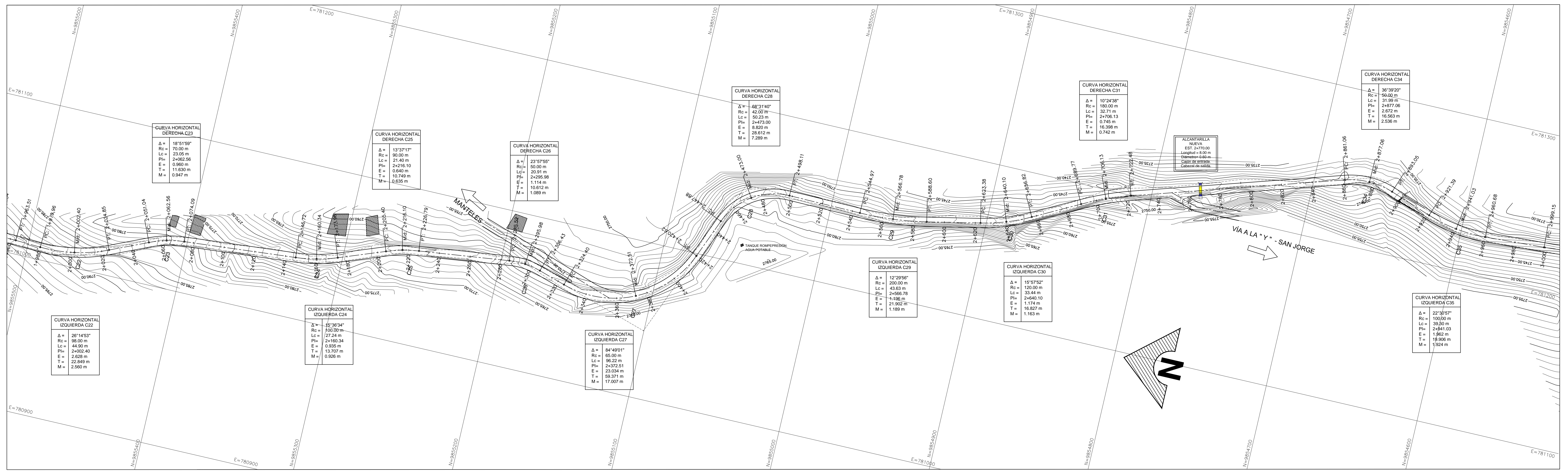
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA

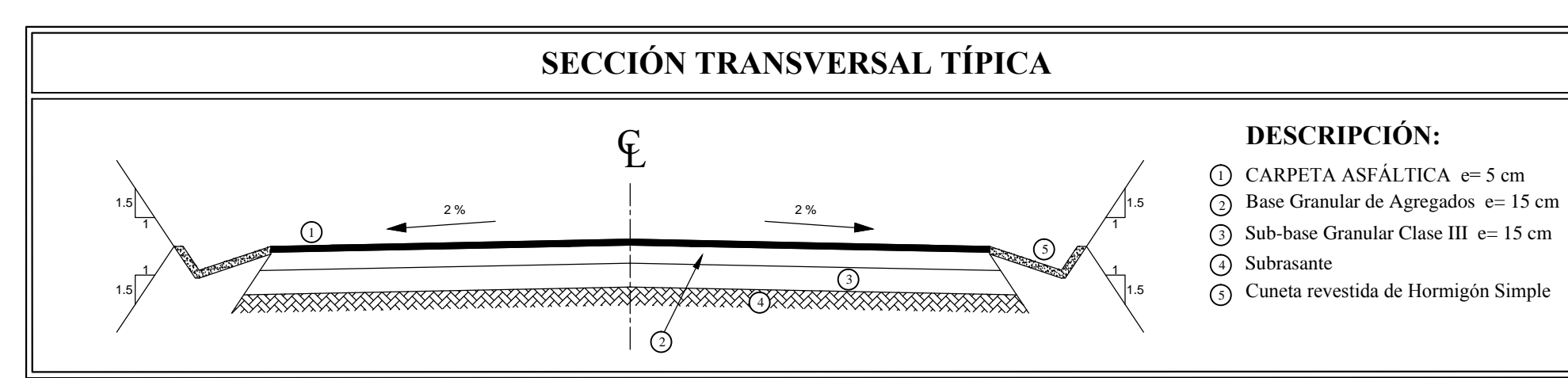
CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES Y VERTICALES (Km 1+000.00 - km 2+000.00)

REVISÓ: Ing. Mg. Vinicio Almeida	DISEÑO: Egido Oscar Pérez	ESCALA: PROYECTO HORIZONTAL: H: 1:1000 PROYECTO VERTICAL: H: 1:1000 V: 1:100	CLASE: TIPO IV	LÁMINA: 2/5
--	-------------------------------------	--	--------------------------	-----------------------

Fecha: Noviembre 2014

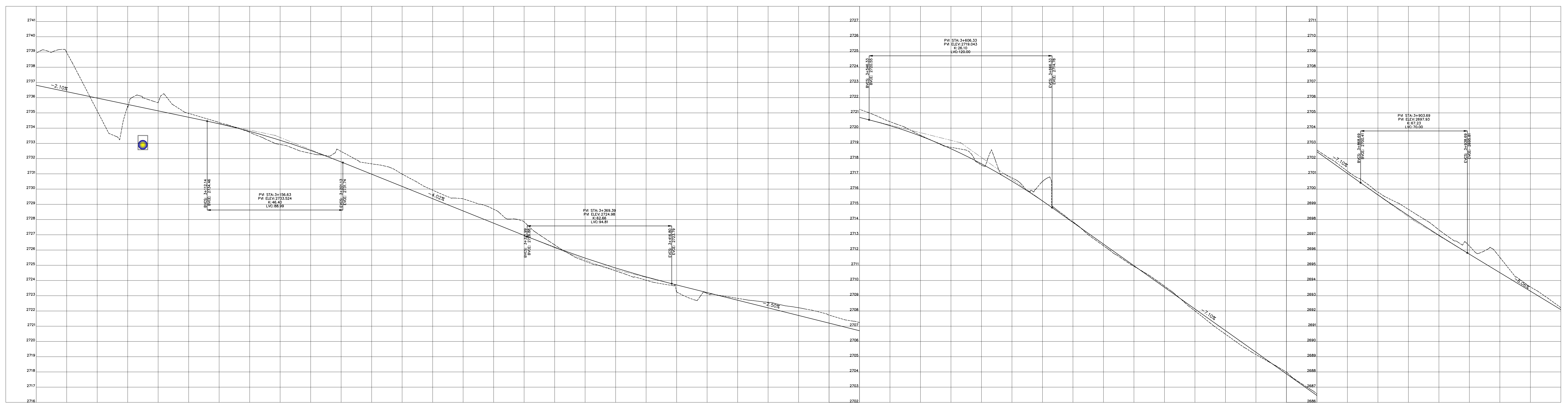
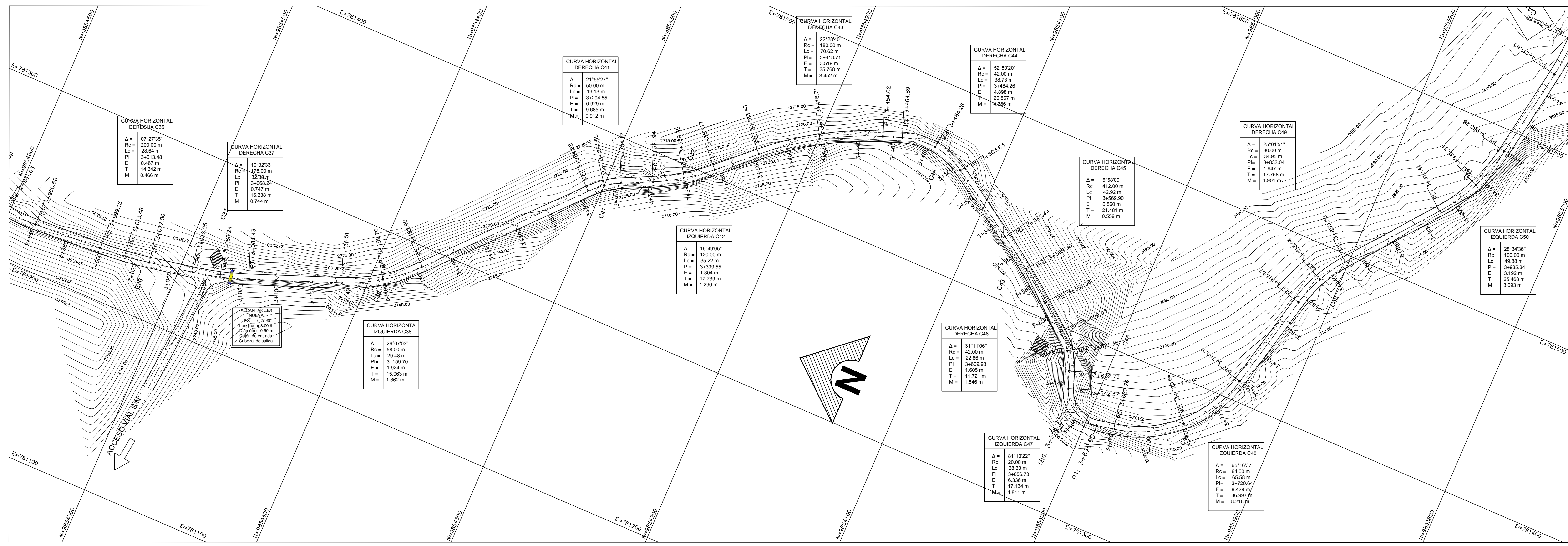


ABSCISA	COTA TERRENO	COTA PROYECTADA	RELLENO	CORTE
2+400	2762.00	2762.00	0.00	0.00
2+410	2762.42	2762.06	0.42	0.00
2+420	2762.05	2762.80	0.75	0.00
2+430	2760.96	2763.33	0.12	0.00
2+440	2770.15	2773.39	0.14	0.00
2+450	2775.72	2776.03	0.31	0.00
2+460	2773.58	2773.37	0.22	0.00
2+470	2771.32	2771.05	0.00	0.00
2+480	2768.05	2768.28	0.23	0.00
2+490	2762.32	2762.02	0.27	0.00
2+500	2760.33	2760.74	0.41	0.00
2+510	2762.41	2762.37	0.04	0.00
2+520	2764.78	2761.20	3.58	0.00
2+530	2764.08	2760.07	4.01	0.00
2+540	2762.24	2760.63	1.61	0.00
2+550	2765.13	2758.44	6.69	0.00
2+560	2768.17	2758.28	9.90	0.00
2+570	2762.37	2758.09	4.28	0.00
2+580	2759.09	2758.87	0.22	0.00
2+590	2758.93	2758.14	0.79	0.00
2+600	2758.06	2758.06	0.00	0.00
2+610	2758.44	2758.38	0.06	0.00
2+620	2758.30	2758.05	0.25	0.00
2+630	2758.87	2757.59	1.28	0.00
2+640	2762.00	2758.06	3.94	0.00
2+650	2762.33	2758.11	4.22	0.00
2+660	2764.97	2758.36	6.61	0.00
2+670	2764.38	2758.60	5.78	0.00
2+680	2764.38	2758.80	5.58	0.00
2+690	2762.24	2758.24	0.00	0.00
2+700	2762.47	2758.28	4.19	0.00
2+710	2762.00	2758.25	3.75	0.00
2+720	2764.04	2758.40	5.64	0.00
2+730	2762.08	2758.37	3.63	0.00
2+740	2762.08	2763.31	1.23	0.00
2+750	2762.00	2763.24	1.24	0.00
2+760	2762.00	2763.24	1.24	0.00
2+770	2762.33	2763.07	0.74	0.00
2+780	2762.00	2763.07	1.07	0.00
2+790	2762.00	2763.07	1.07	0.00
2+800	2762.00	2763.07	1.07	0.00
2+810	2762.00	2763.07	1.07	0.00
2+820	2762.00	2763.07	1.07	0.00
2+830	2762.00	2763.07	1.07	0.00
2+840	2762.00	2763.07	1.07	0.00
2+850	2762.00	2763.07	1.07	0.00
2+860	2762.00	2763.07	1.07	0.00
2+870	2762.00	2763.07	1.07	0.00
2+880	2762.00	2763.07	1.07	0.00
2+890	2762.00	2763.07	1.07	0.00
2+900	2762.00	2763.07	1.07	0.00

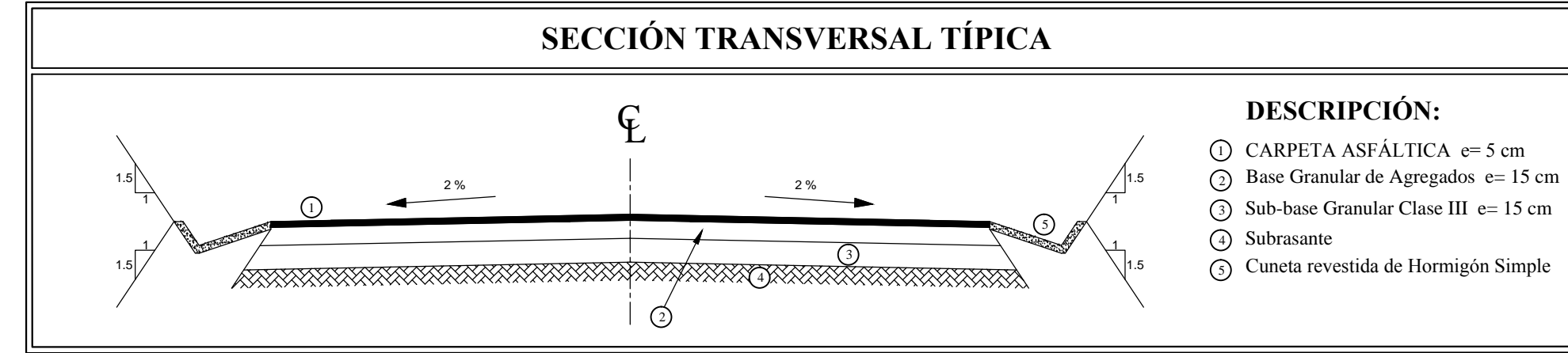


- DESCRIPCIÓN:
- CARPETA ASFÁLTICA e= 5 cm
 - Base Granular de Agregados e= 15 cm
 - Sub-base Granular Clase III e= 15 cm
 - Subrasante
 - Cuneta revestida de Hormigón Simple

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA			
PROYECTO:	ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
CONTIENE:	DISEÑOS HORIZONTALES Y VERTICALES (Km 2+000.00 - km 3+000.00)		
REVISÓ:	DISEÑO:	ESCALA:	LÁMINA:
Ing. Mg. Vinicio Almeida	Egido Oscar Pérez	H: 1:1000 V: 1:100	TIPO IV 3/5
FECHA:	Nuestro 2014		



ABSCISA	COTA TERRENO	COTA PROYECTO	RELLENO	CORTE
3+000	2702.02	2702.02	0.00	0.00
3+050	2702.97	2702.96	0.01	0.00
3+100	2703.14	2703.07	0.07	0.00
3+150	2703.41	2703.55	0.14	0.00
3+200	2703.67	2703.13	0.54	0.00
3+250	2704.27	2704.71	0.44	0.00
3+300	2704.46	2704.29	0.17	0.00
3+350	2703.73	2703.79	0.06	0.00
3+400	2703.11	2703.27	0.16	0.00
3+450	2702.43	2702.52	0.09	0.00
3+500	2701.70	2701.70	0.00	0.00
3+550	2701.00	2701.00	0.00	0.00
3+600	2700.30	2700.30	0.00	0.00
3+650	2700.00	2700.00	0.00	0.00
3+700	2699.70	2699.70	0.00	0.00
3+750	2699.40	2699.40	0.00	0.00
3+800	2699.10	2699.10	0.00	0.00
3+850	2698.80	2698.80	0.00	0.00
3+900	2698.50	2698.50	0.00	0.00
3+950	2698.20	2698.20	0.00	0.00
4+000	2697.90	2697.90	0.00	0.00
4+050	2697.60	2697.60	0.00	0.00
4+100	2697.30	2697.30	0.00	0.00
4+150	2697.00	2697.00	0.00	0.00
4+200	2696.70	2696.70	0.00	0.00
4+250	2696.40	2696.40	0.00	0.00
4+300	2696.10	2696.10	0.00	0.00
4+350	2695.80	2695.80	0.00	0.00
4+400	2695.50	2695.50	0.00	0.00
4+450	2695.20	2695.20	0.00	0.00
4+500	2694.90	2694.90	0.00	0.00
4+550	2694.60	2694.60	0.00	0.00
4+600	2694.30	2694.30	0.00	0.00
4+650	2694.00	2694.00	0.00	0.00
4+700	2693.70	2693.70	0.00	0.00
4+750	2693.40	2693.40	0.00	0.00
4+800	2693.10	2693.10	0.00	0.00
4+850	2692.80	2692.80	0.00	0.00
4+900	2692.50	2692.50	0.00	0.00
4+950	2692.20	2692.20	0.00	0.00
4+000	2691.90	2691.90	0.00	0.00



- DESCRIPCIÓN:**
- CARPETA ASFÁLTICA e= 5 cm
 - Base Granular de Agregado e= 15 cm
 - Sub-base Granular Clase III e= 15 cm
 - Subrasante
 - Cuneta revestida de Hormigón Simple

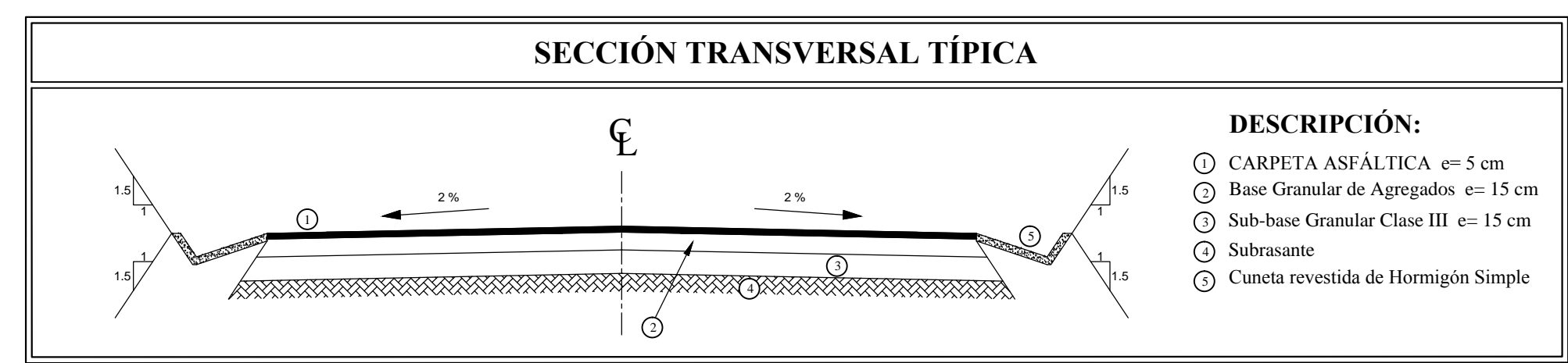
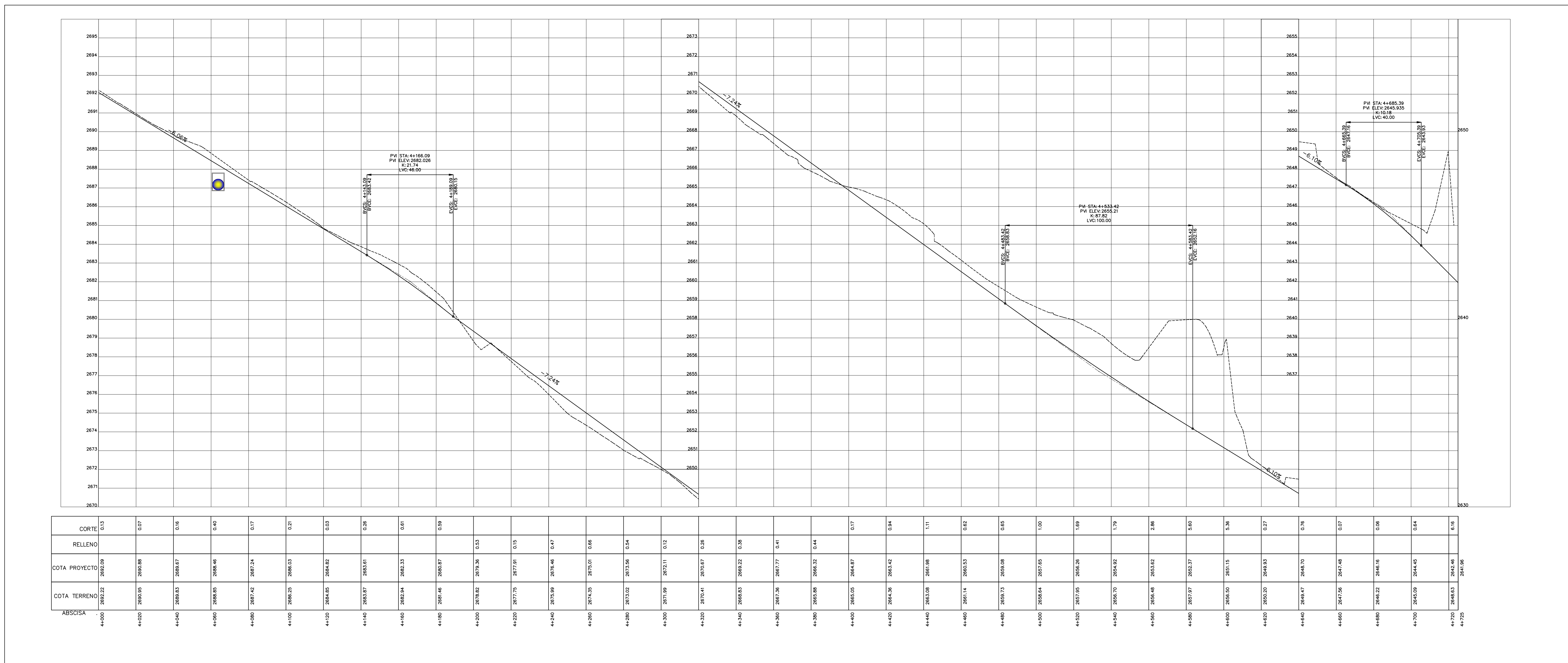
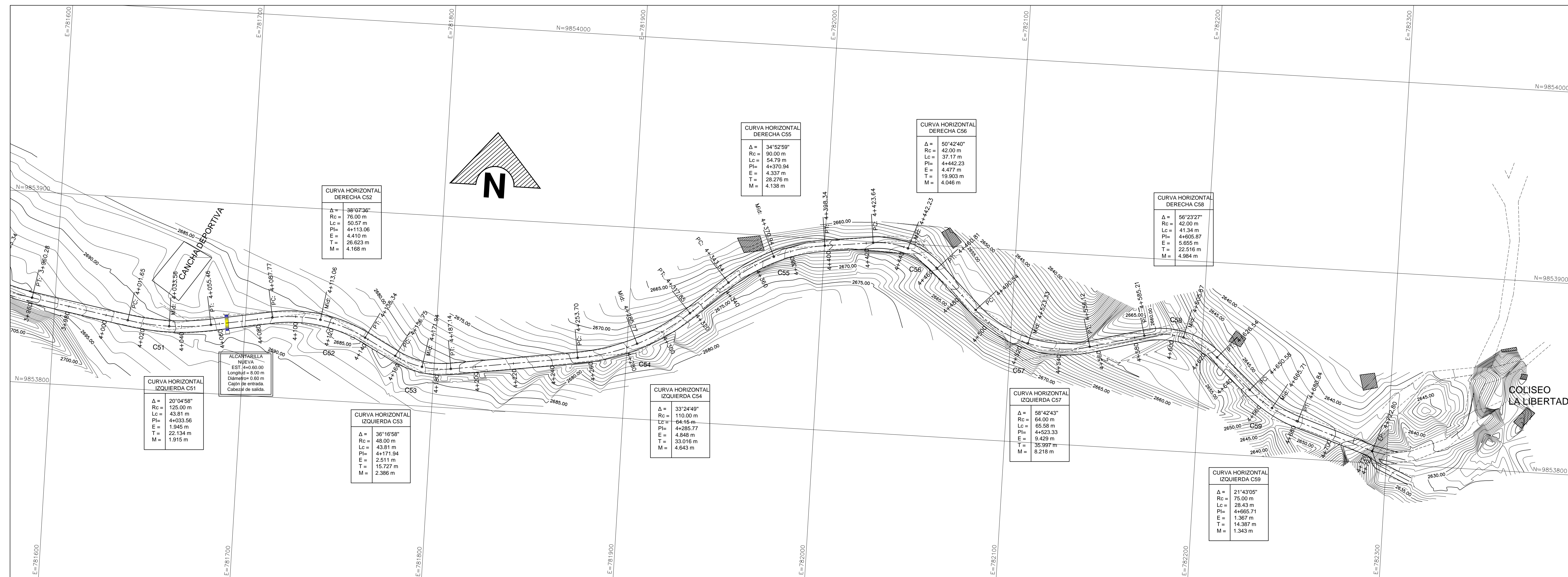
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA

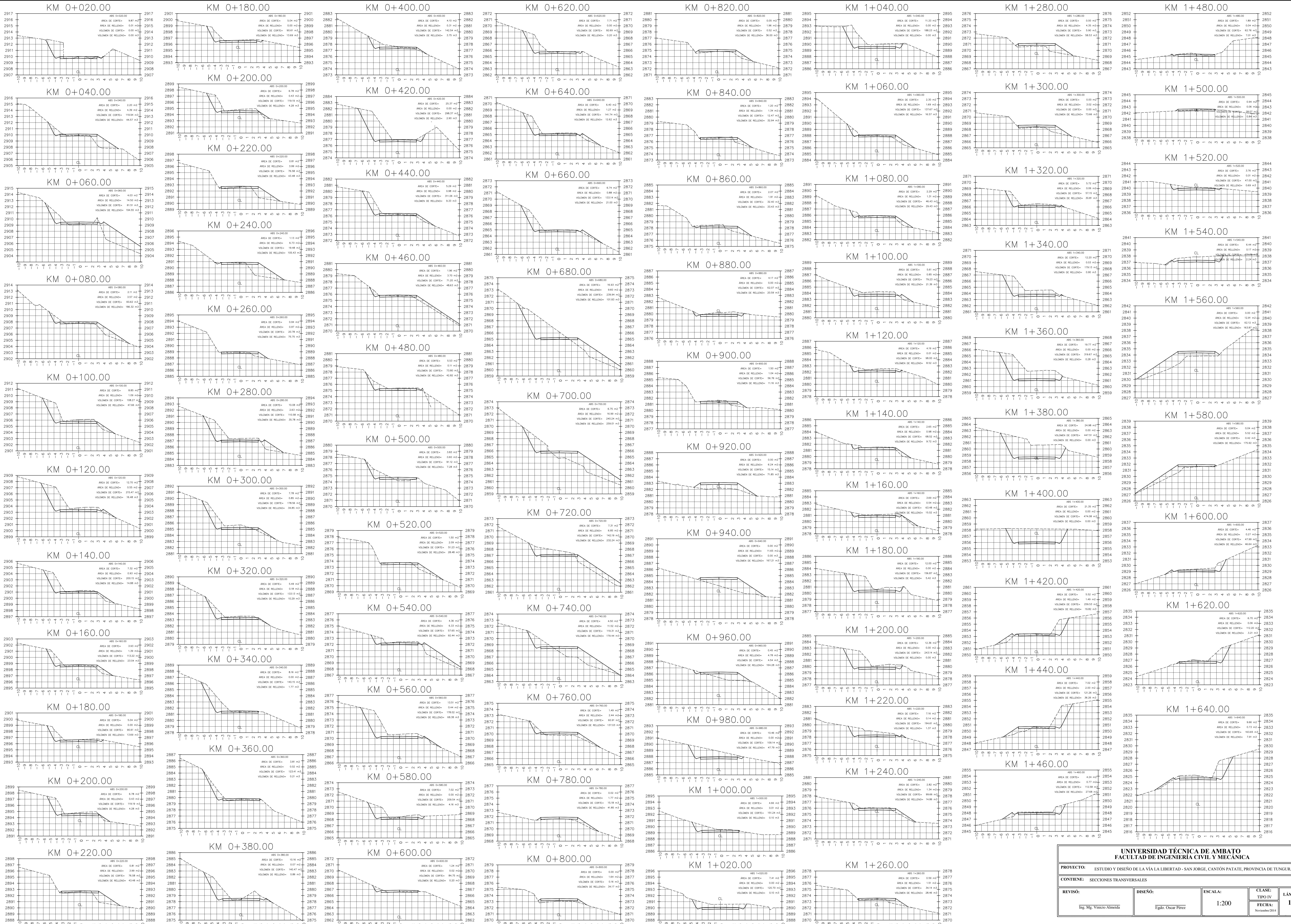
CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES Y VERTICALES (Km 3+000.00 - km 4+000.00)

REVISÓ: Ing. Mg. Vinicio Almeida	DISEÑO: Egdo. Oscar Pérez	ESCALA: PROYECTO HORIZONTAL H: 1:1000 PROYECTO VERTICAL H: 1:1000 V: 1:100	CLASE: TIPO IV	LÁMINA: 4/5
--	-------------------------------------	--	--------------------------	-----------------------

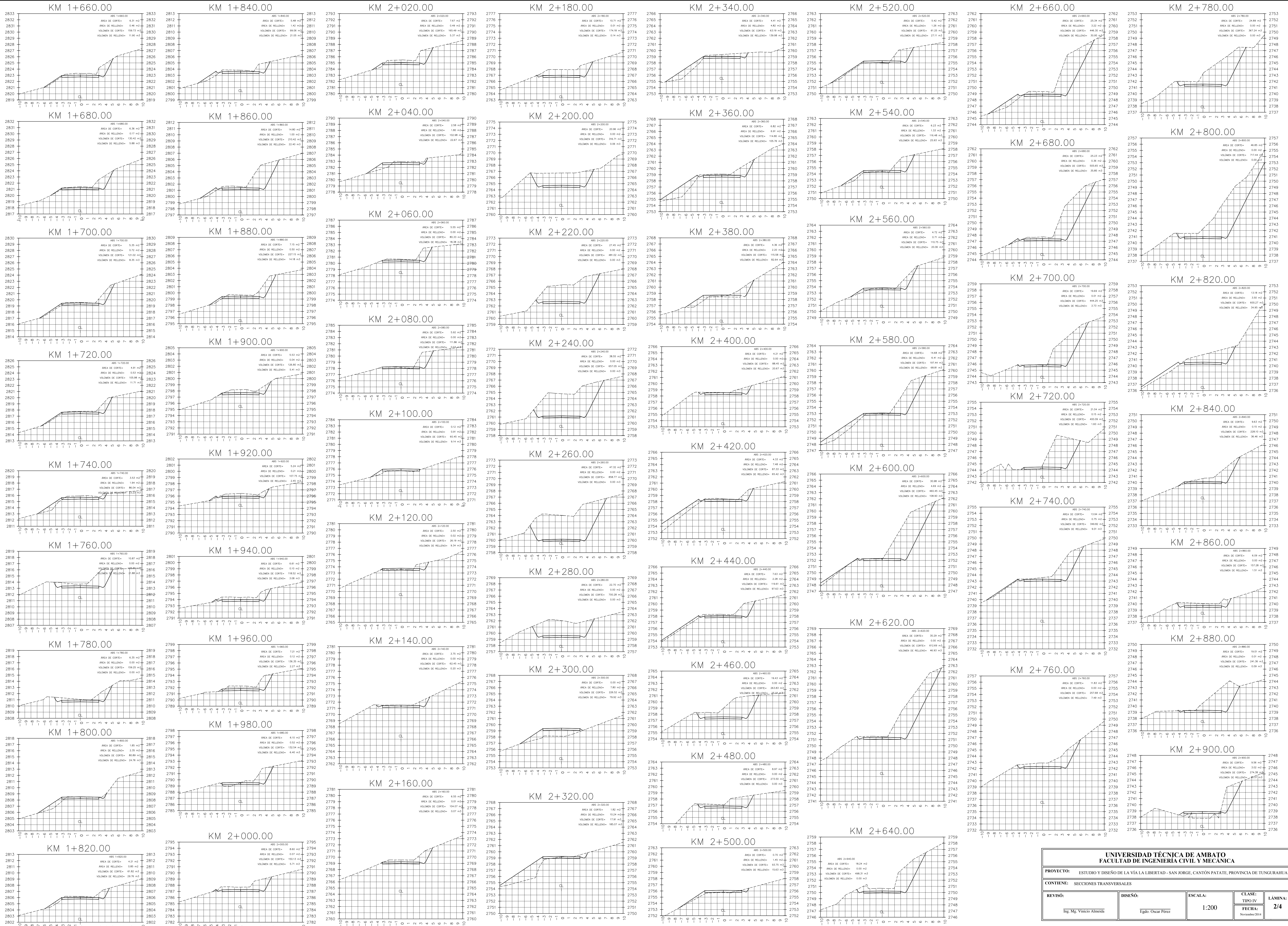
Fecha: Noviembre 2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
CONTIENE: DISEÑOS HORIZONTALES Y VERTICALES (Km 4+000.00 - km 4+722.71)			
REVISÓ:	DISEÑO:	ESCALA:	CLASE:
Ing. Mg. Vinicio Almeida	Egido Oscar Pérez	H: 1:1000 V: 1:100	TIPO IV
		FECHA:	LÁMINA:
		Noviembre 2014	5/5



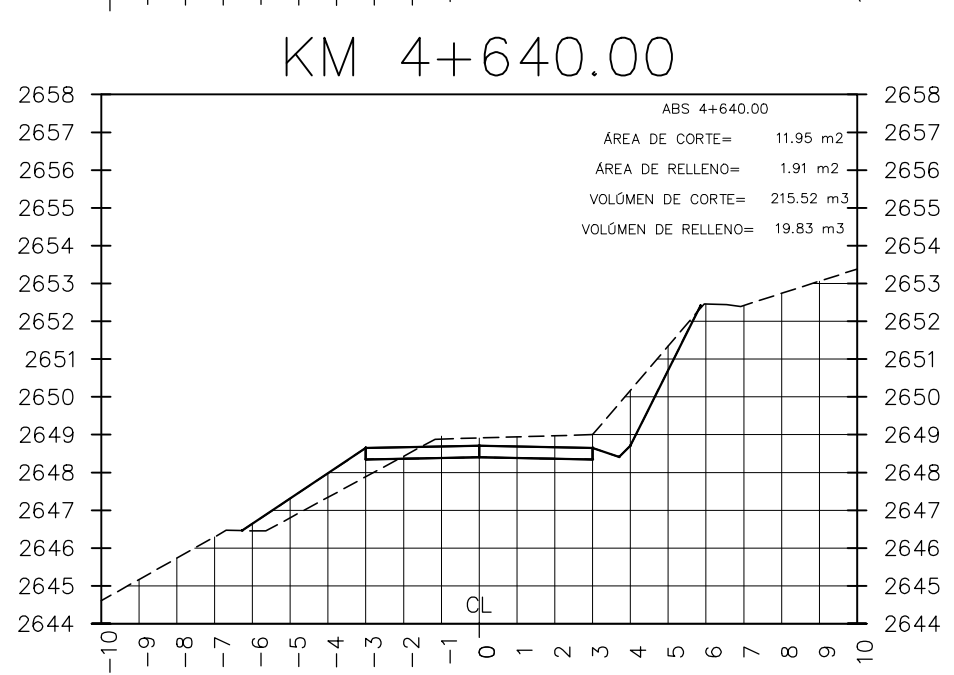
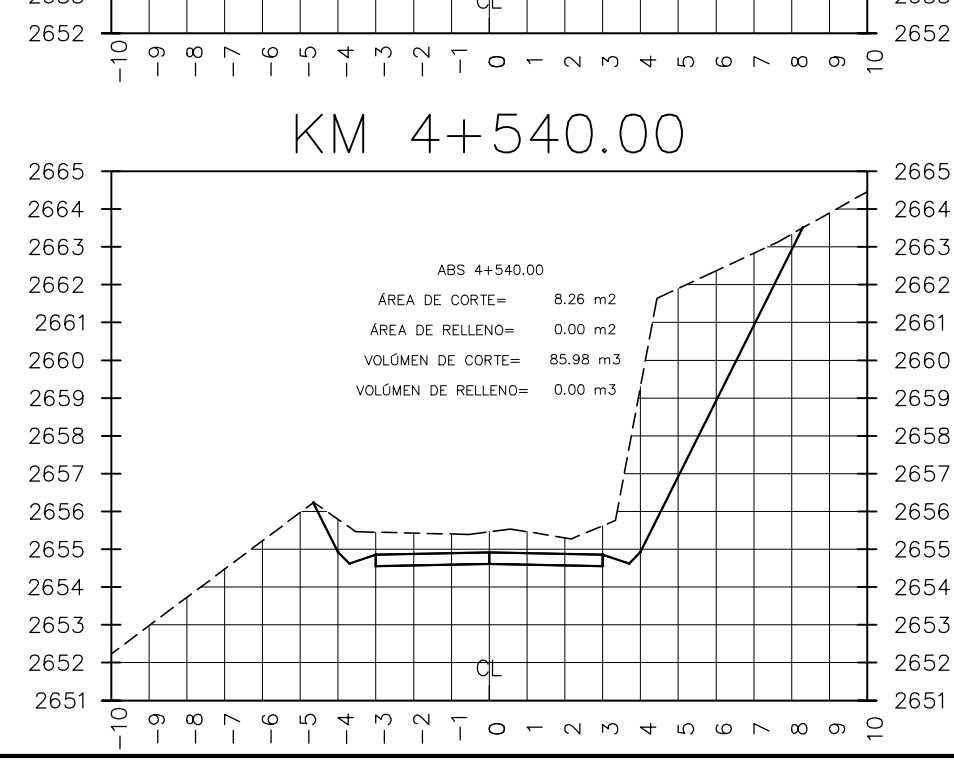
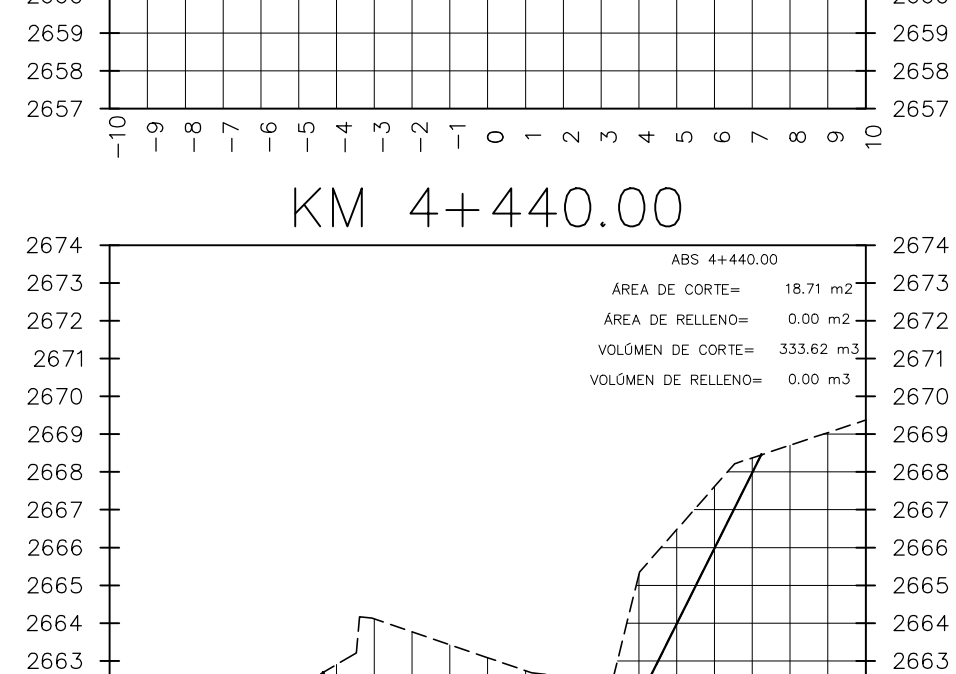
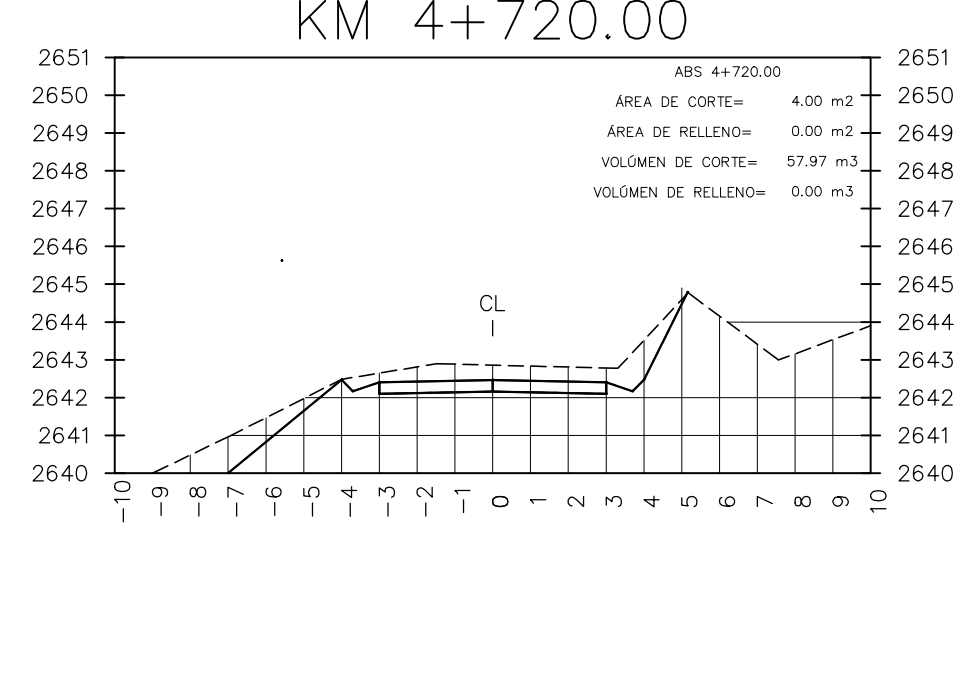
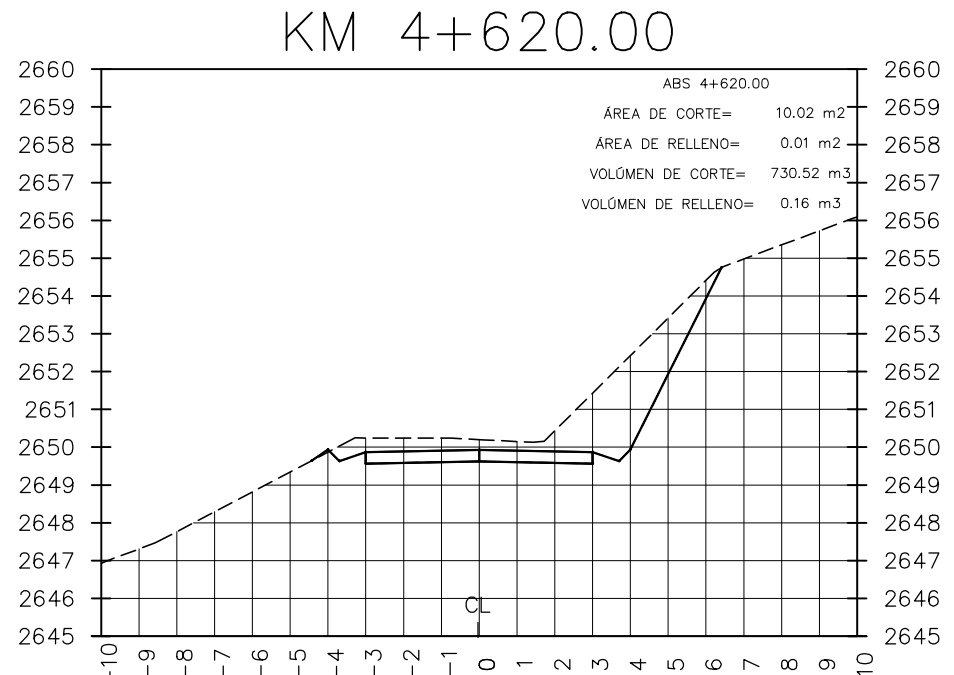
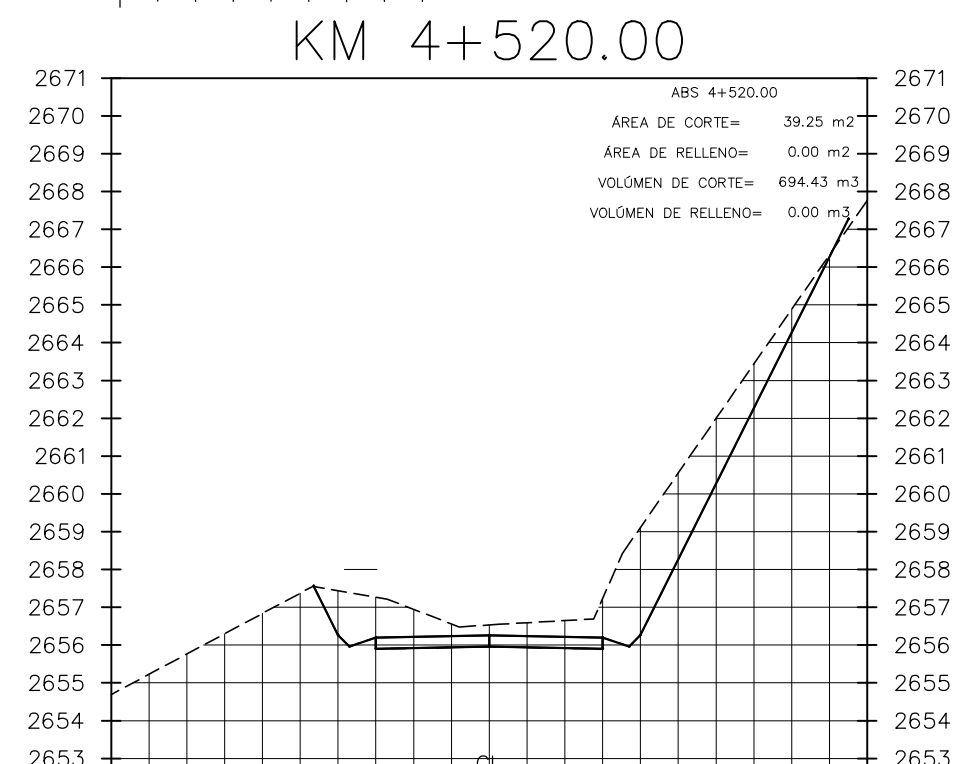
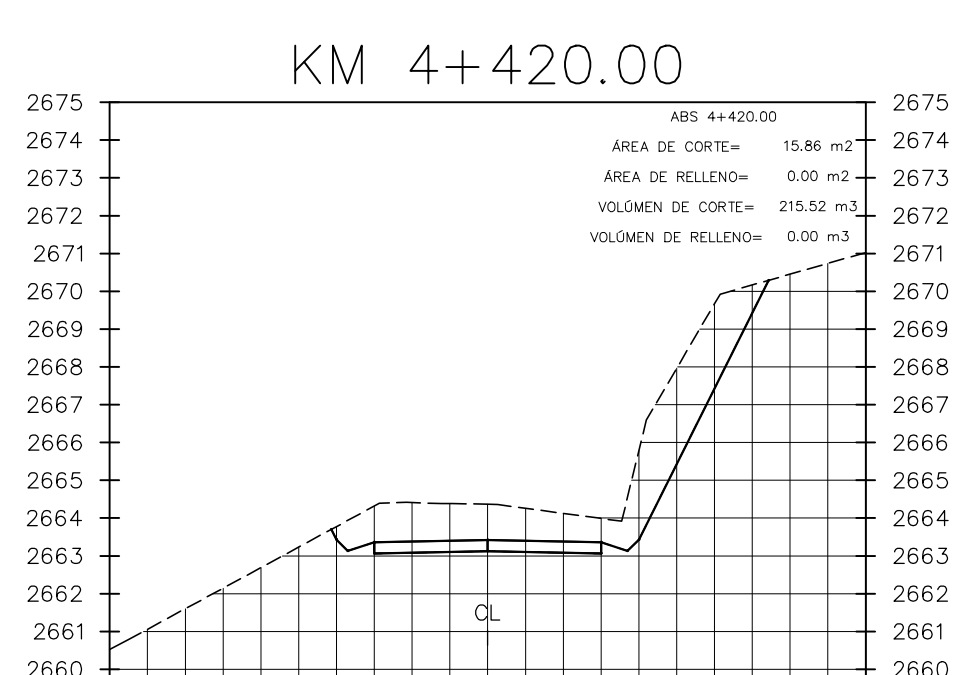
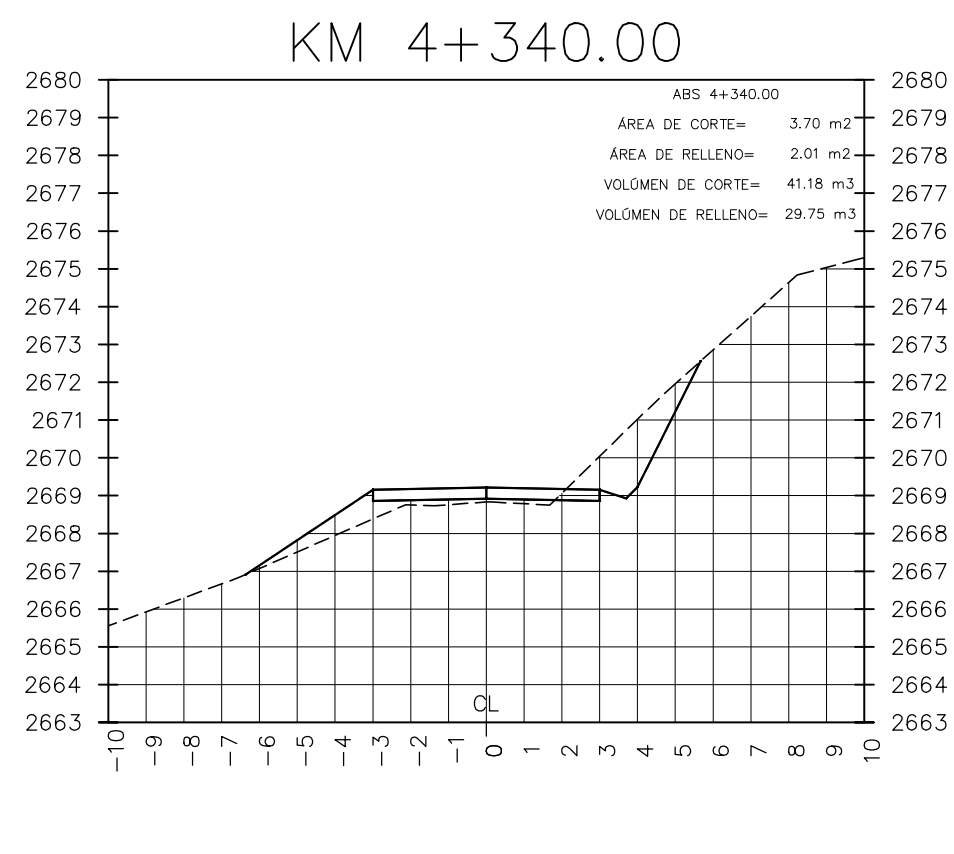
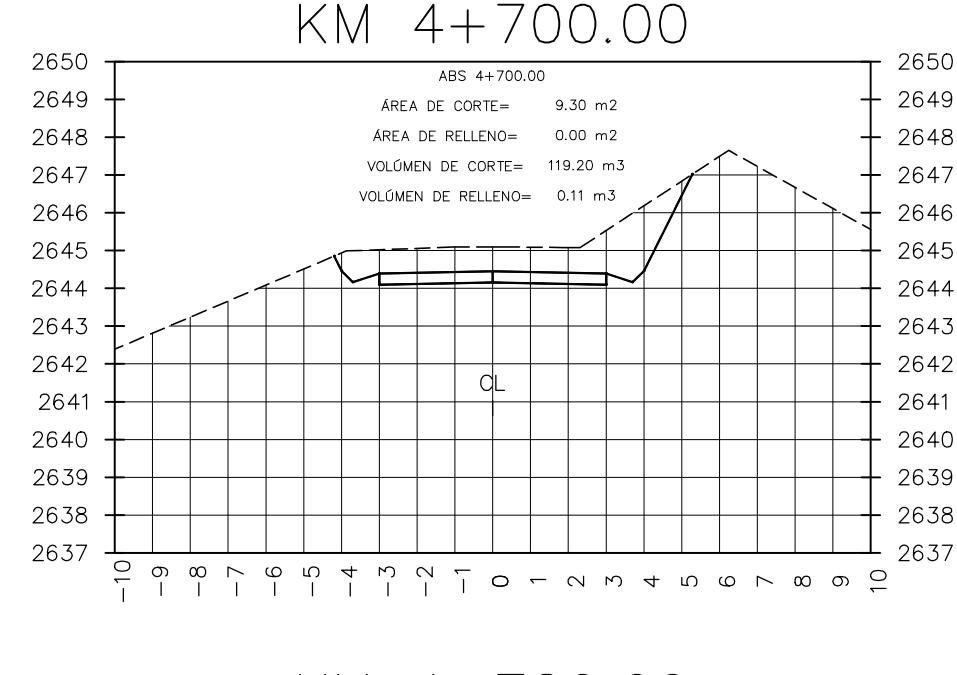
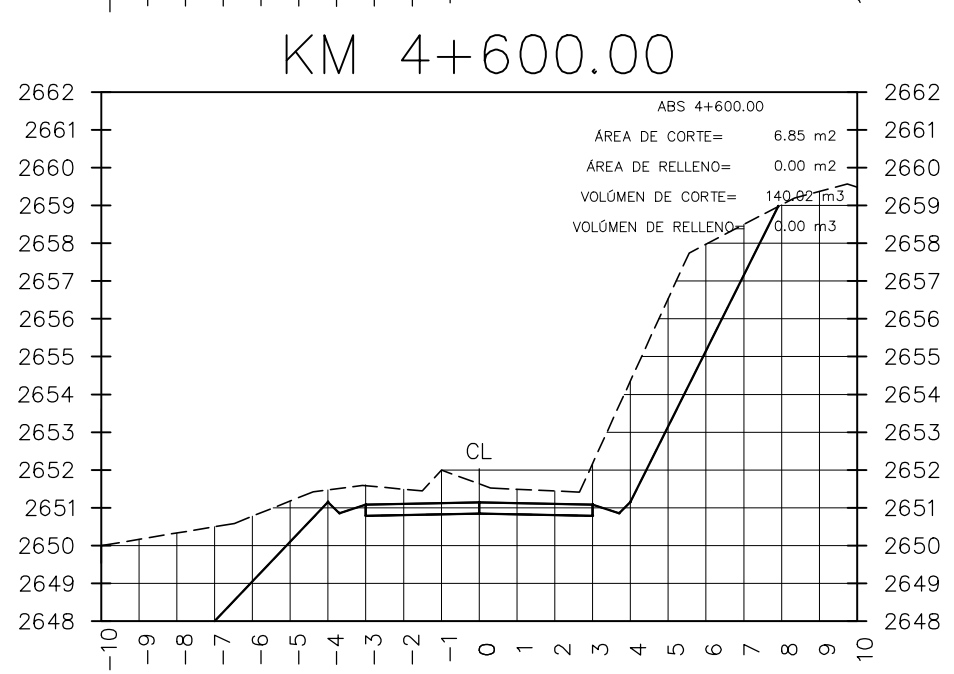
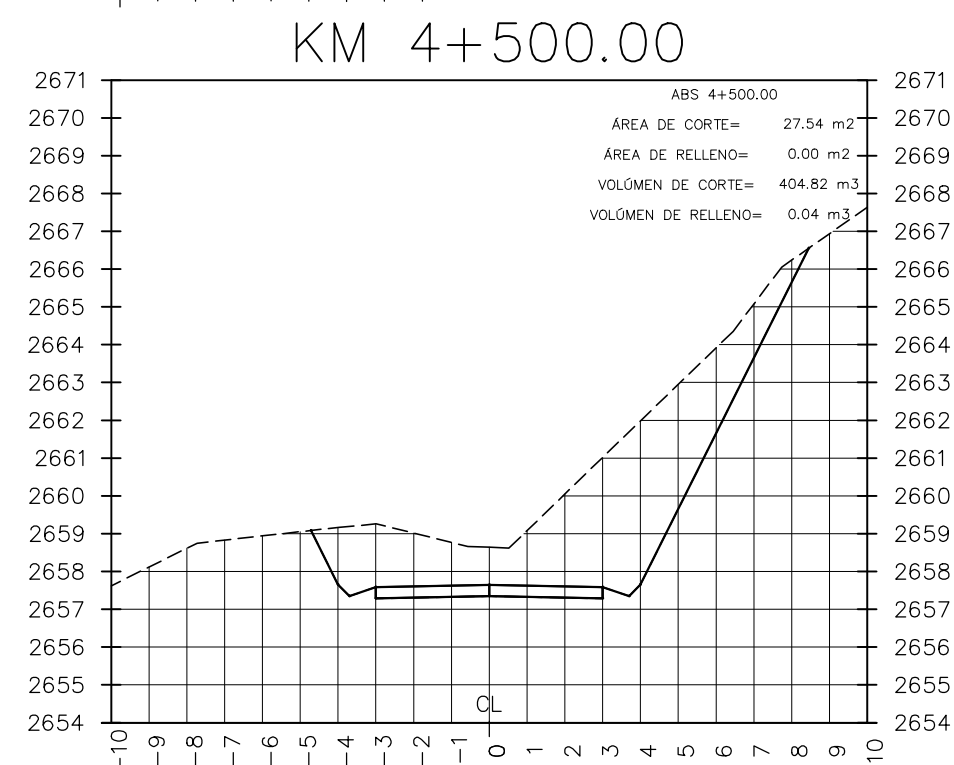
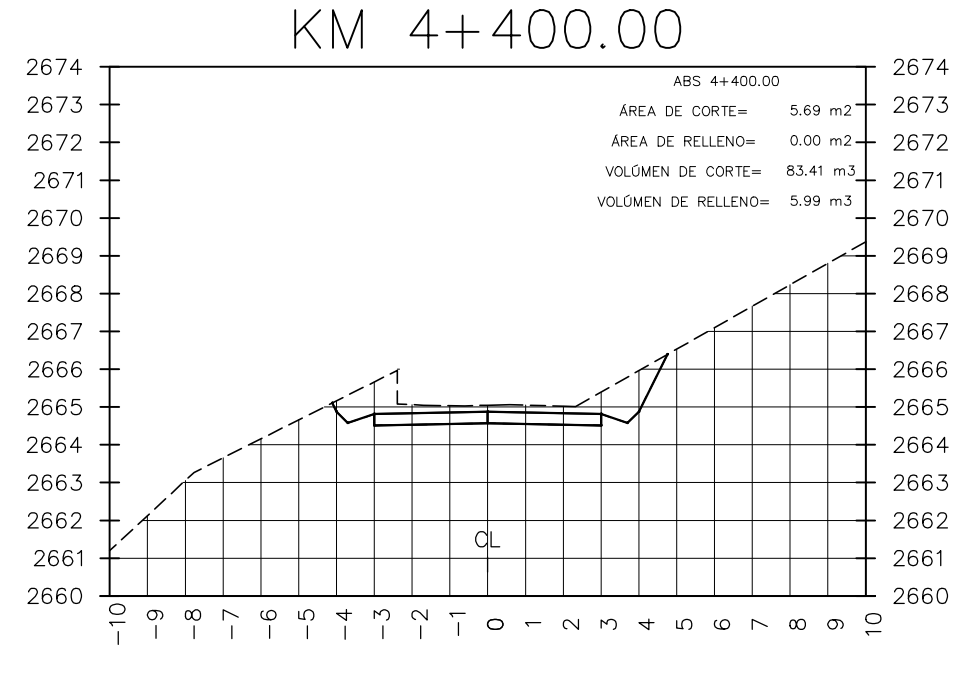
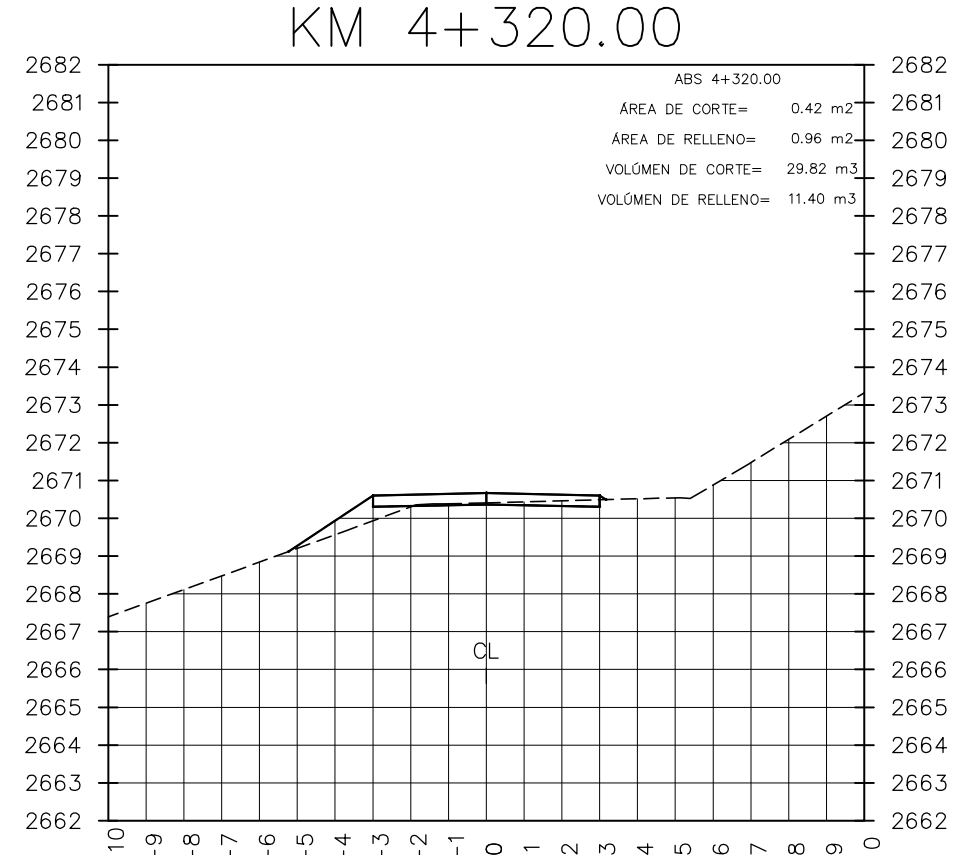
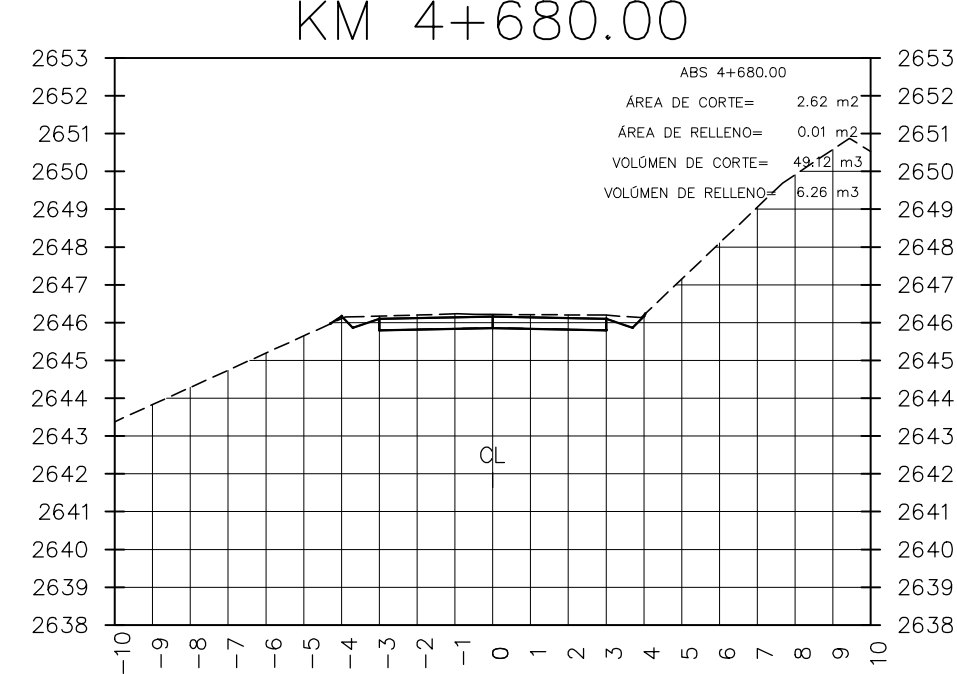
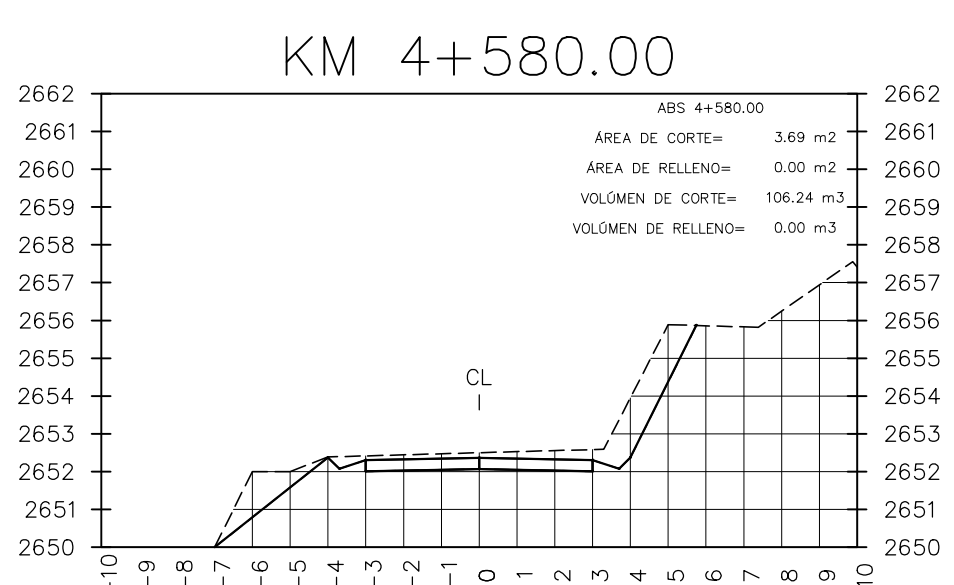
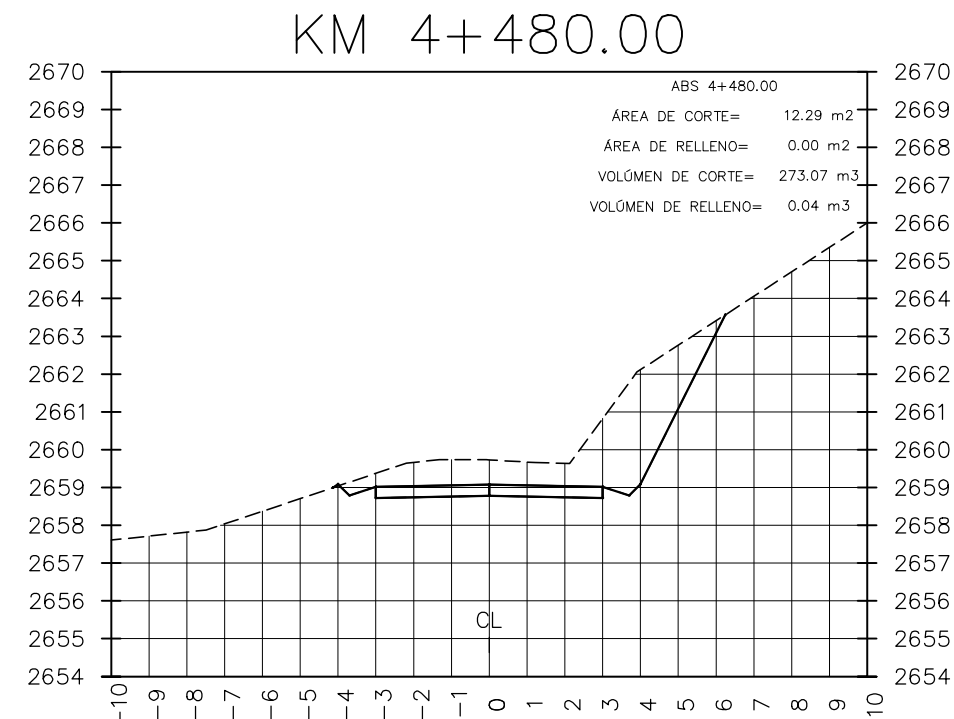
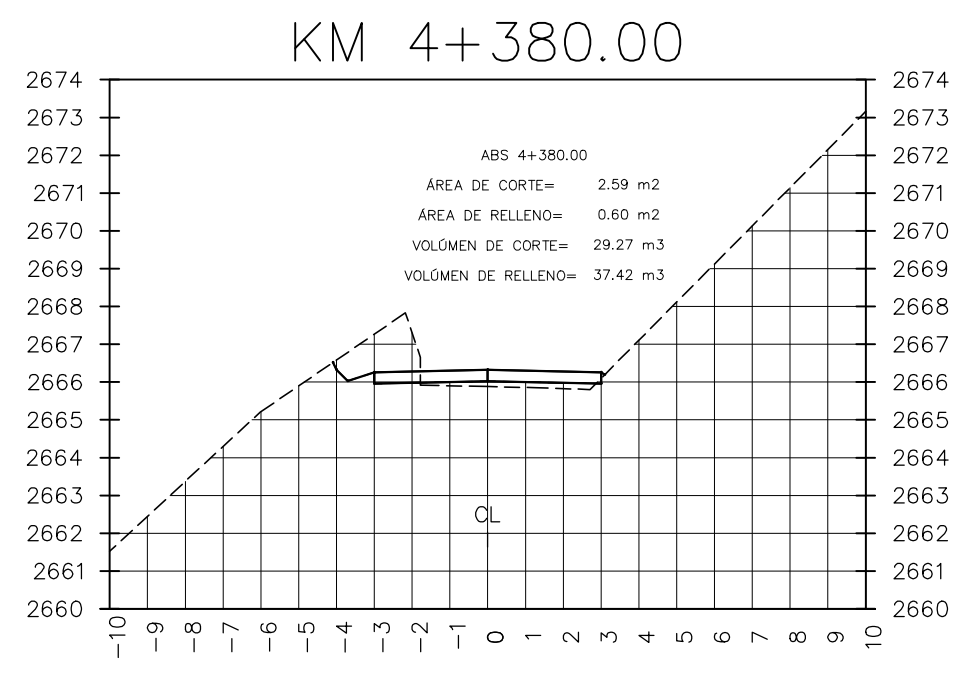
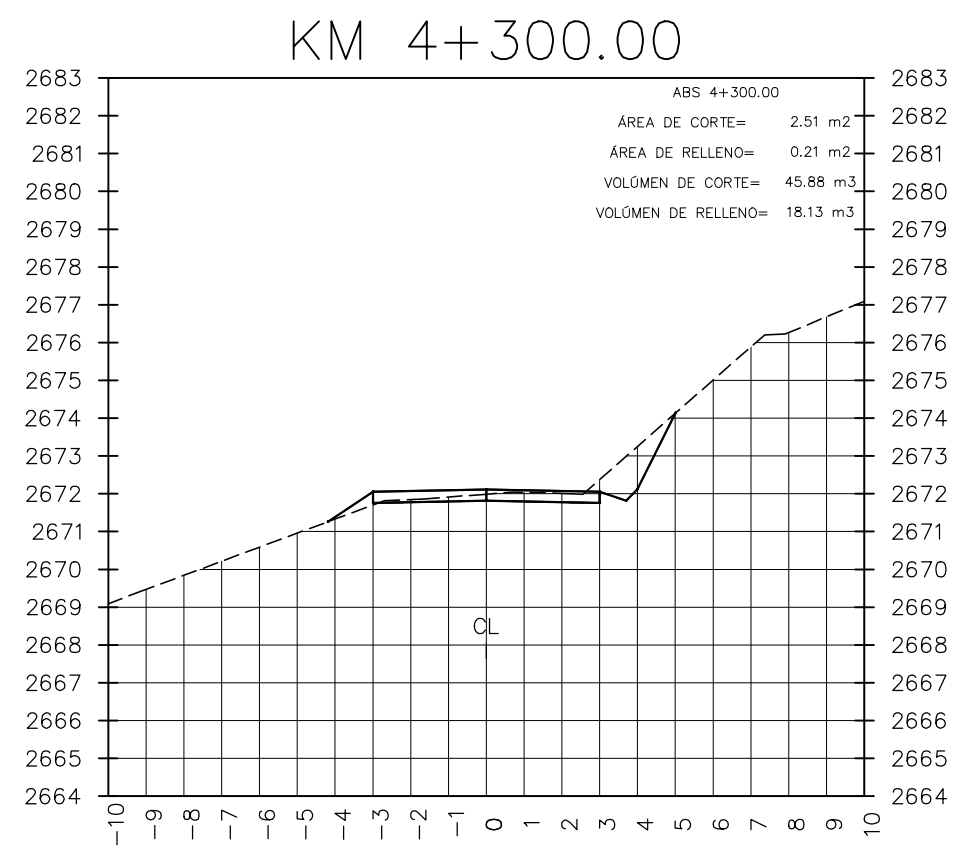
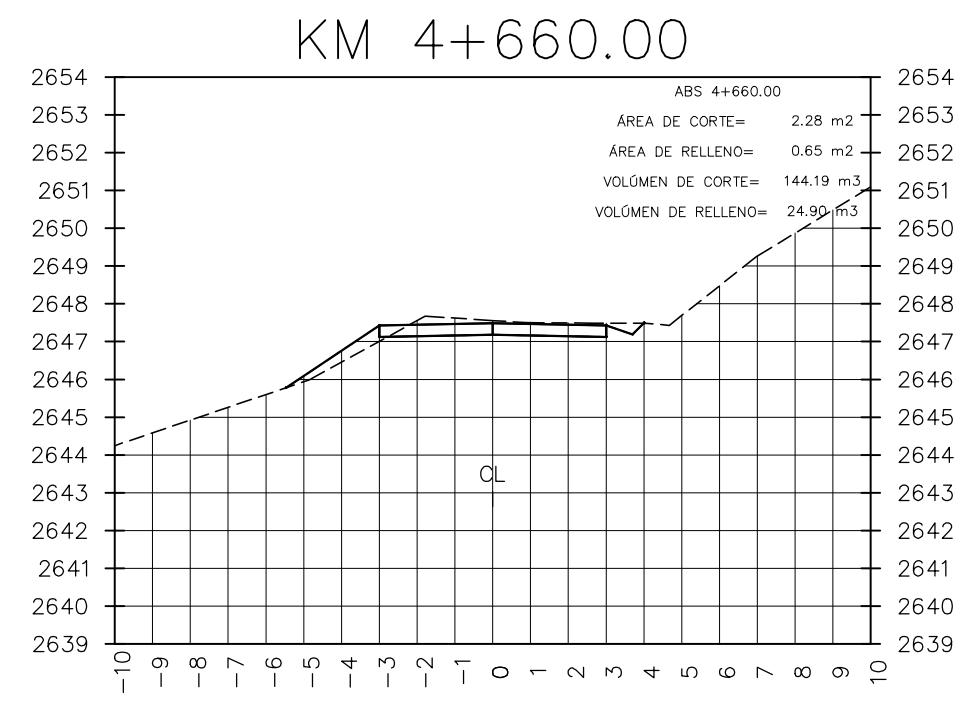
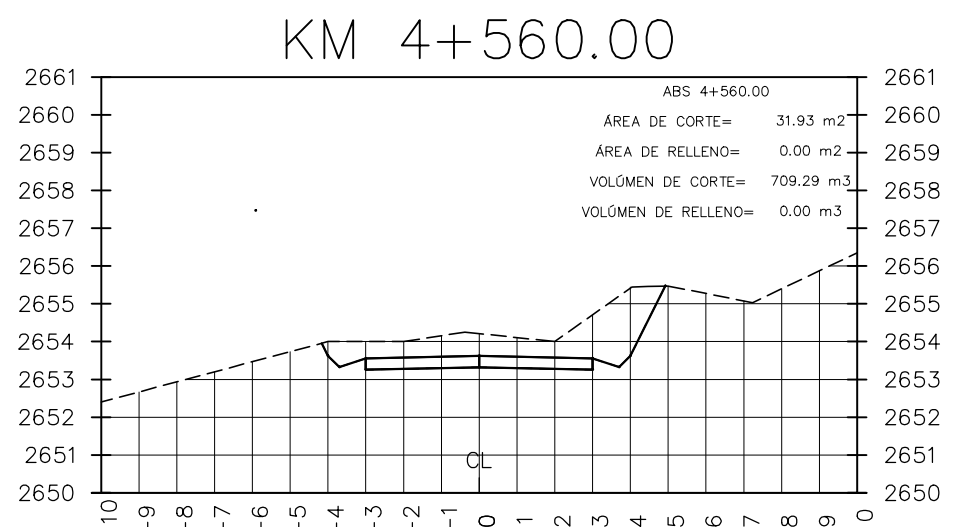
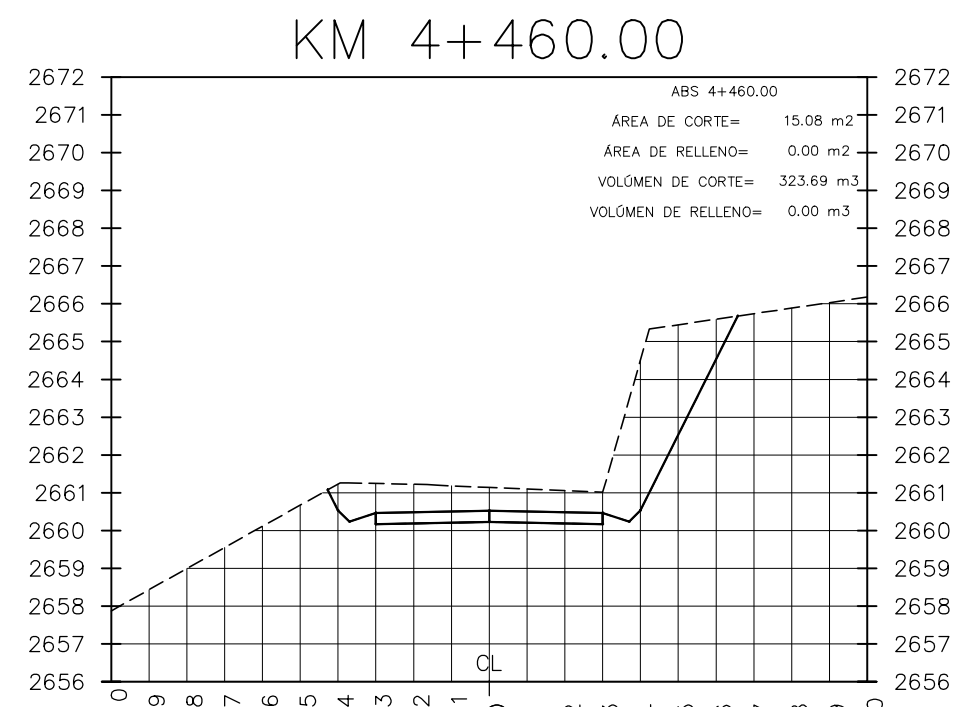
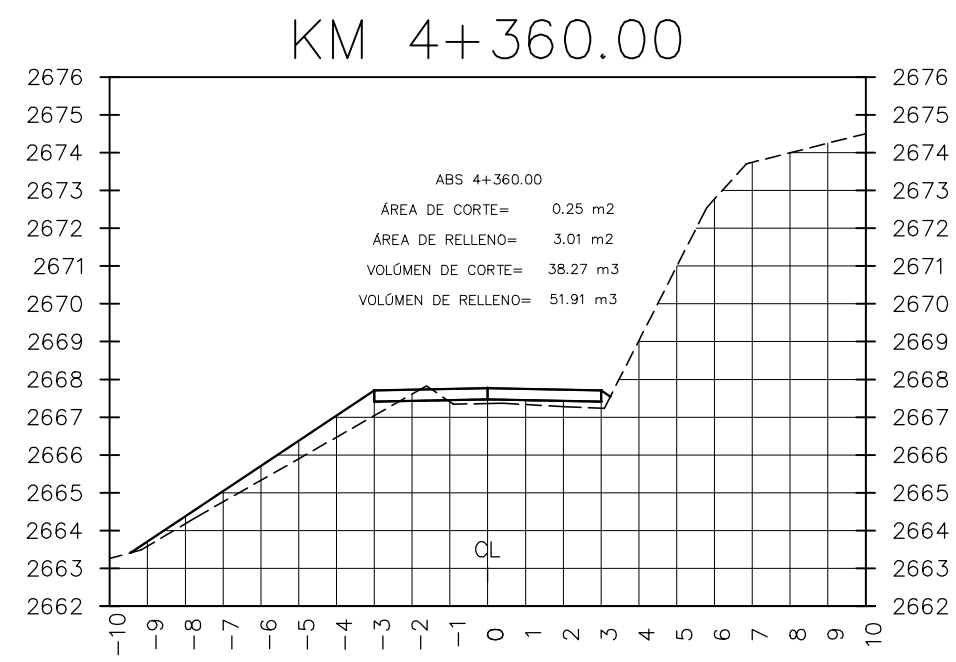
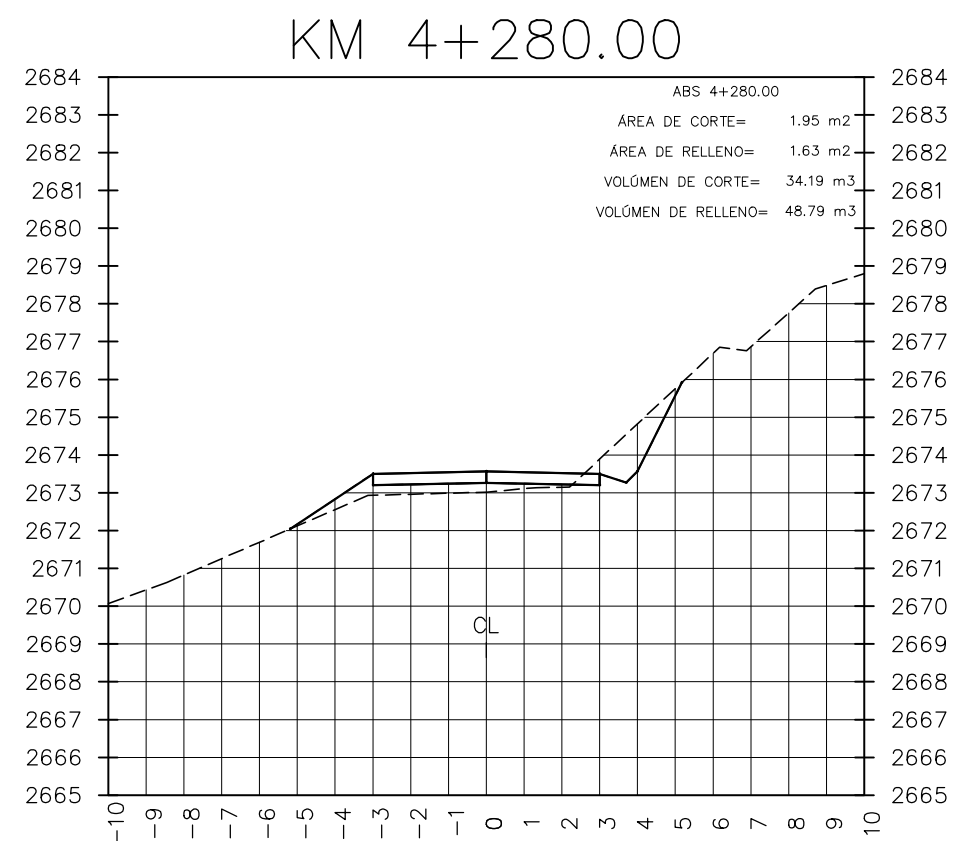
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES			
REVISÓ:	DISEÑO:	ESCALA:	CLASE:
Ing. Mg. Vinicio Almeida	Eglo Oscar Pérez	1:200	TIPO IV
			LAMINA:
			1/4
			Fecha: Noviembre 2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES			
REVISÓ:	DISEÑÓ:	ESCALA:	CLASE:
Ing. Mg. Vinicio Almeida	Egdo. Oscar Pérez	1:200	TIPO IV
			LÁMINA:
			2/4
			FECHA:
			Noviembre 2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES			
REVISÓ:	DISEÑO:	ESCALA:	CLASE:
Ing. Mg. Vinicio Almeida	Egdo. Oscar Pérez	1:200	TIPO IV
			FECHA:
			Noviembre 2014
			LÁMINA:
			3/4



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA LA LIBERTAD - SAN JORGE, CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES				
REVISÓ:	DISEÑO:	ESCALA:	CLASE:	LÁMINA:
Ing. Mg. Vinicio Almeida	Egdo. Oscar Pérez	1:200	TIPO IV	4/4
			FECHA:	
			Noviembre/2014	