



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

Proyecto Técnico, previo la obtención del título de Ingeniero Civil

TEMA:

“MEJORAMIENTO DE LA VÍA ENTRE LOS SECTORES DE ATAHUALPA Y PAYATAMBO TOTORA, EN EL KM 45 VÍA AMBATO – GUARANDA, EN LA PARROQUIA PILAHUÍN, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.

AUTOR: Víctor Javier Hernández Luna

TUTOR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

Ambato – Ecuador

2016

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de graduación, certifico que el presente proyecto técnico realizado por el Sr. Víctor Javier Hernández Luna, 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, bajo el tema: **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA ENTRE LOS SECTORES DE ATAHUALPA Y PAYATAMBO TOTORA, EN EL KM 45 VÍA AMBATO – GUARANDA, EN LA PARROQUIA PILAHUÍN, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

En el presente trabajo de graduación bajo mi tutoría fueron concluidos de manera correcta los 4 capítulos que conforman el proyecto técnico dentro del tiempo establecido según la normativa que rige en la Universidad Técnica de Ambato.

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

En la ciudad de Ambato, a los 31 días del mes de Mayo de 2016.

Ing. Mg. Vinicio Almeida

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Víctor Javier Hernández Luna, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio del presente, que el Proyecto Técnico elaborado bajo el Tema: **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA ENTRE LOS SECTORES DE ATAHUALPA Y PAYATAMBO TOTORA, EN EL KM 45 VÍA AMBATO – GUARANDA, EN LA PARROQUIA PILAHUÍN, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, que los criterios, propuestas y estudios emitidas son de mi completa autoría a excepción de las citas, tablas y gráficos de origen bibliográfico.

Ambato, Mayo 2016

Edgo. Víctor Javier Hernández Luna

AUTOR

APROBACIÓN PROFESORES CALIFICADORES

Los suscritos profesores calificadores , una vez revisado , aprueban el informe de investigación , sobre el tema : **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA ENTRE LOS SECTORES DE ATAHUALPA Y PAYATAMBO TOTORA, EN EL KM 45 VÍA AMBATO – GUARANDA, EN LA PARROQUIA PILAHUÍN, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, del egresado Víctor Javier Hernández Luna, de la carrera de Ingeniería Civil , el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia Firman,

Ing. Mg. Galo Núñez

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Mg. Byron Cañizares

PROFESOR CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento para su lectura, consulta y procesos de investigación según las normas de la Institución.

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

Ambato, Mayo 2016

Autor

Víctor Javier Hernández Luna

CI: 1600525982

DEDICATORIA

El presente trabajo de graduación se lo dedico infinitamente a DIOS por todas las bendiciones y fuerzas que me ha brindado durante todo este tiempo para conseguir esta gran meta en mi vida.

A mi Hija Emily Hernández que sin duda eres el principal motivo para seguir y perseverar en la vida, es por ti que hiciera hasta lo imposible para poder tenerte siempre conmigo para poder guiarte y cuidarte con todas mis fuerzas y ante cualquier obstáculo de la vida superarlo juntos, llegaste a mi vida para iluminarla y llenarme de mucha felicidad, Te amo mi princesa.

A mi Padre Víctor Hernández que siempre me ha inculcado todos los valores y principios para ser una gran persona, que nunca me dejó solo pese a las adversidades de la vida y que siempre está apoyándome en todo momento, siempre estaré agradecido por todo el esfuerzo que ha hecho por mí.

A mi madre María Luna que ha sido esa gran mujer que siempre me apoyó incondicionalmente y que siempre confió en mí en que podía lograr lo que me propusiera en la vida, me faltaría la vida para decirte lo mucho que te quiero y lo muy agradecido que estoy contigo por toda la educación y cariño que me has brindado todo este tiempo.

A mis hermanos Dany y Mauricio que siempre estuvieron cuando más los necesité y pese a la distancia siempre están en mi mente, porque recuerdos como los que pasamos jamás se borrarán de mi mente, gracias por todos los consejos que me han dado.

A mi Esposa Jenny Carrasco que ha sido esa persona tan especial que siempre estuvo conmigo en todo momento, gracias por llegar a mi vida para darme ánimos de seguir adelante y no rendirme ante ningún obstáculo que se nos presente.

A mi Mami Juanita que desde el cielo me da fuerzas y bendiciones todos los días, gracias por todos los consejos y enseñanzas, siempre estarás presente en mi corazón.

AGRADECIMIENTO

A toda mi querida familia que siempre estuvo presente todo este tiempo y por brindarme esos ánimos y apoyo que siempre lo necesité.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO por brindarme todos los conocimientos necesarios para poder alcanzar mis objetivos.

A mi tutor Ing. Mg. Vinicio Almeida que compartió sus conocimientos y sus orientaciones durante todo este tiempo que fue de gran ayuda para culminar el presente proyecto de graduación.

Al Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua por proporcionar el lugar para la ejecución del proyecto y por facilitar la información necesaria.

A todos mis amigos, compañeros y familiares que de una u otra manera me dieron esa manito cuando más los necesitaba y por el apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA DEL TRABAJO	III
APROBACIÓN PROFESORES CALIFICADORES	IV
DERECHOS DE AUTOR.....	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
RESUMEN EJECUTIVO	XIX
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA	
1.1. TEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	1
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. General	3
1.3.2. Específicos	3
CAPÍTULO II	
FUNDAMENTACIÓN	
2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS.....	4
2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL	5
2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.3.1. Carretera.....	5
2.3.1.1. Clasificación de Carreteras de acuerdo al tráfico (TPDA)	5
2.3.1.2. Clasificación Según la Función Jerárquica	6
2.3.1.3. Clasificación según las condiciones orográficas	8
2.3.1.4. Clasificación según el número de calzadas	9
2.3.1.5. Clasificación de acuerdo a la superficie de rodamiento	9
2.3.1.6. Clasificación según su Jurisdicción	10
2.3.2. Sistema de Coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator)	11
2.3.3. Topografía.....	13
2.3.3.1. Escalas y Planos.....	15
2.3.3.2. Curvas de nivel	15

2.3.4. Tráfico	17
2.3.4.1. Tráfico Promedio Diario Anual	17
2.3.4.2. Tráfico Futuro.....	20
2.3.5. Suelos	24
2.3.5.1. Límite Líquido (LL)	26
2.3.5.2. Límite Plástico (LP).....	28
2.3.5.3. Compactación del suelo	28
2.3.5.4. Determinación del Valor Relativo de Soporte de un Suelo (CBR).....	28
2.3.6. Diseño Geométrico	30
2.3.6.1. Velocidad de Diseño.....	30
2.3.6.2. Alineamiento Horizontal.....	32
2.3.6.3. Alineamiento Vertical.....	47
2.3.6.4. Sección Transversal	52
2.3.7. Pavimentos	57
2.3.7.1. Estructura del pavimento	58
2.3.7.2. Pavimento Flexible	59
2.3.8. Clasificación de las estructuras de drenaje	62
2.3.8.1. Cunetas	63
2.3.8.2. Alcantarillas.....	65

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL PROYECTO

3.1. ESTUDIOS	68
3.1.1. Ubicación	68
3.1.2. Estudio de tráfico.....	71
3.1.2.1. Cálculo del factor hora pico	74
3.1.2.2. Cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)	74
3.1.2.3. Tráfico Futuro o Proyectado	77
3.1.3. Estudio de Suelos	79
3.1.3.1. Contenido de humedad natural	79
3.1.3.2. Granulometría.....	79
3.1.3.3. Compactación	80
3.1.3.4. C.B.R. puntual	80
3.1.3.5. C.B.R. de diseño	80

3.1.4. Estudios del clima	82
3.2. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.....	84
3.2.1. Diseño geométrico.....	84
3.2.1.1. Diseño Horizontal.....	84
3.2.2. Alineamiento vertical	92
3.2.3. Sección transversal	94
3.2.4. Diseño del pavimento	96
3.2.5. Método AASHTO-93 para pavimentos flexibles.....	97
3.2.5.1. Número acumulado de ejes simples equivalente de 8,2 Tn (W18).....	97
3.2.6. Cálculo del Número estructural (SN)	111
3.2.7. Sistemas de drenaje	118
3.2.7.1. Cunetas	118
3.2.7.2. Diseño de alcantarillas.	124
3.2.8. Señalización Vial.....	125
3.2.8.1. Señalización horizontal.....	126
3.2.8.2. Señalización vertical.....	130
3.2.9. Cálculo del muro de contención	136
3.2.9.1. Criterios de diseño	136
3.2.9.2. Datos generales.....	136
3.2.9.3. Pre-dimensionamiento del muro	137
3.2.9.4. Cálculo de los esfuerzos solicitados en el muro	138
3.2.9.5. Cálculo del momento resistente	139
3.2.9.6. Chequeos de factores de seguridad (FSV;FSD)	139
3.2.9.7. Chequeo del esfuerzo del suelo.....	140
3.2.9.8. Cálculo de presiones para cada dovela.....	141
3.2.9.9. Cálculo de momentos para cada dovela	141
3.2.9.10. Chequeo a flexión y a corte	142
3.2.9.11. Diseño de la pantalla.....	142
3.2.9.12. Diseño del dedo o Puntal del muro	143
3.2.9.13. Diseño del talón del muro.....	145
3.2.9.14. Diagrama de presiones.....	146
3.2.9.15. Diseño del pie del muro	147
3.2.9.16. Armado del muro de contención.....	148

3.3. LISTADO DE PLANOS	149
3.4. PRECIOS UNITARIOS	150
3.5. MEDIDAS AMBIENTALES.....	167
3.5.1. Ficha ambiental	167
3.5.2. Características del área de influencia.....	168
3.5.2.1. Localización	168
3.5.2.2. Clima	169
3.5.2.3. Geología, geomorfología y suelos.....	169
3.5.2.4. Hidrología.....	170
3.5.2.5. Aire.....	171
3.5.3. Caracterización del medio biótico	172
3.5.3.1. Ecosistema.....	172
3.5.3.2. Flora	172
3.5.3.3. Fauna silvestre	173
3.5.4. Características del medio socio-cultural	173
3.5.4.1. Demografía.....	173
3.5.4.2. Infraestructural social	174
3.6. PRESUPUESTO	175
3.7. CRONOGRAMA VALORADO DEL TRABAJO.....	176
3.8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	177
3.8.1. Cálculo de volúmenes.....	177
3.8.1.1. Desbroce, Desbosque y limpieza	177
3.8.1.2. Replanteo y nivelación.....	177
3.8.1.3. Excavación sin clasificar	177
3.8.1.4. Relleno compactado con material del sitio.....	178
3.8.1.5. Material sub-base granular clase 3	178
3.8.1.6. Material base clase 2.....	179
3.8.1.7. Asfalto para imprimación:	179
3.8.1.8. Carpeta asfáltica mezclado en planta e = 5 cm.....	180
3.8.1.9. Hormigón simple $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$	180
3.8.1.10. Hormigón simple $f^c = 180 \text{ kg/cm}^2$ para cunetas	181
3.8.1.11. Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	181
3.8.1.12. Tubería de acero corrugado D= 1.20 m; e = 2.50 mm; MP – 100.....	181

3.8.1.13. Control y reconfiguración de materiales excedentes en escombreras	181
3.8.1.14. Señalización horizontal.....	181
3.8.1.15. Señales verticales informativas (0.60 x 1.20) m	182
3.8.1.16. Señales verticales reglamentarias (0.60 x 0.60) m	182

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES	183
4.2. RECOMENDACIONES	184

MATERIAL DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA:	185
ANEXOS	191
ANEXO A. CONTEO VEHICULAR	191
ANEXO B. ESTUDIO DE SUELOS	201
ANEXO C. FOTOGRAFÍAS	227
ANEXO D. GLOSARIO TÉCNICO	232
ANEXO E. PLANOS	234

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Clasificación de las vías en base al TPDA.....	6
Tabla N°2. Relación Función, Clase MTOP y Tráfico	7
Tabla N°3. Denominación de Carreteras por Condiciones Orográficas	8
Tabla N°4: Anchos de Fajas Recomendados.....	14
Tabla N°5: Clasificación del suelo según el CBR	30
Tabla N°6: Velocidad de Diseño.....	32
Tabla N°7: Radios mínimos de curvas horizontales	35
Tabla N°8: Valores mínimos de longitud de la espiral	37
Tabla N°9: Valores límites permisibles de “f” según el pavimento.....	39
Tabla N°10: Criterio de Diseño para pavimentos mojados	43
Tabla N°11: Distancia de Visibilidad Mínima para Parada	44
Tabla N°12: Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (porcentaje) ...	47
Tabla N°13: Valores mínimos del coeficiente “K” para curvas convexas mínimas	50
Tabla N°14: Valores mínimos del coeficiente “K” para curvas cóncavas mínimas.....	51
Tabla N°15: Valores de bombeo recomendables.....	54
Tabla N°16: Anchos de la Calzada	55
Tabla N°17: Valores de taludes para terrenos planos	56
Tabla N°18: Límites granulométricos para sub-bases	61
Tabla N°19: Límites granulométricos para bases	62
Tabla N°20: Características de las sub-bases y bases.....	62
Tabla N°21: Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales.....	63
Tabla N°22: Coordenadas de la ubicación del proyecto (WGS84).....	68
Tabla N°23: Volumen vehicular durante la hora pico	71
Tabla N°24: Resumen del TPDA.....	77
Tabla N°25: Tráfico Futuro TPDA	78
Tabla N°26: Resultados de contenidos de humedad.....	79
Tabla N°27: Resultados de Granulometría	79
Tabla N°28: Resultados de compactación	80
Tabla N°29: Resultados de C.B.R. puntual	80
Tabla N°30: Valor percentil para diseño de subrasantes de acuerdo al nivel de tránsito ..	81
Tabla N°31: Distribución de CBR	81

Tabla N° 32: Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo en función de la velocidad	86
Tabla N° 33: Valores de diseño recomendados	87
Tabla N° 34: Radios mínimos de curvas en función del coeficiente de fricción lateral	88
Tabla N°35: Valores de diseño para ancho de espaldones	95
Tabla N°36: Tráfico Futuro TPDA	98
Tabla N°37: Factores de daño según tipo de vehículo.....	98
Tabla N°38: Factor de distribución por carril.....	99
Tabla N°39: Factor de distribución por dirección	99
Tabla N°40: Valores de números de ejes equivalentes a 8,20 toneladas	101
Tabla N°41: Valores del nivel de confianza R de acuerdo al tipo de camino	102
Tabla N°42: Valores de Z_r en la curva normal para diversos grados de confiabilidad ...	102
Tabla N°43: Valores de Z_r en la curva normal para diversos grados de confiabilidad ...	103
Tabla N°44: Valores de coeficiente estructural a_1	106
Tabla N°45: Valores de coeficiente estructural a_2	108
Tabla N°46: Valores de coeficiente estructural a_3	109
Tabla N°47: Calidad de drenaje	109
Tabla N°48: Valores recomendados para los coeficientes de drenaje m_2 y m_3	110
Tabla N°49: Espesores mínimos para D_1 y D_2	111
Tabla N°50: Cálculo de los espesores de la estructura del pavimento	112
Tabla N°51: granulometría de los agregados de la mezcla asfáltica.....	117
Tabla N°52: Coeficientes de rugosidad de Manning para canales abiertos	119
Tabla N°53: Caudales y Velocidades permisibles para distintos valores de pendientes .	120
Tabla N°54: Valores de escorrentía para distintos factores	121
Tabla N°55: Valores de escorrentía para distintos factores	124
Tabla N°56: Niveles mínimos de retroreflexión en pinturas sobre pavimento	128
Tabla N° 57: tolerancias máximas en las dimensiones de señalizaciones.	129
Tabla N°58: Relación señalización línea de separación de circulación opuesta	129
Tabla N°59: Datos generales del muro de contención.....	136
Tabla N°60: Dimensiones del muro	137
Tabla N°61: Esfuerzos del muro	138
Tabla N°62: Momento resistente.....	139
Tabla N°63: Factores de seguridad	139
Tabla N°64: Esfuerzos del suelo	140

Tabla N°65: Esfuerzos del muro	141
Tabla N°66: Momentos de dovela.....	141
Tabla N°67: Chequeo a flexión y corte	142
Tabla N°68: Diseño de pantalla del muro	142
Tabla N°69: Armadura.....	142
Tabla N°70: Acero de repartición	142
Tabla N°71: Diseño del dedo del muro	143
Tabla N°72: Armado del dedo	144
Tabla N°73: Acero de repartición	144
Tabla N°74: Identificación del proyecto	167
Tabla N°75: Localización	168
Tabla N°76: Temperatura.....	169
Tabla N°77: Suelos	169
Tabla N°78: Hidrología.....	170
Tabla N°79: Aire.....	171
Tabla N°80: Ecosistema.....	172
Tabla N°81: Flora	172
Tabla N°82: Fauna silvestre	173
Tabla N°83: Demografía.....	173
Tabla N°84: Infraestructura social	174
Tabla N°85: Descripción de rubros, unidades, cantidades y precios	175
Tabla N°86: Cronograma valorado de trabajos	176

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1: Proyección UTM	11
Gráfico N°2: Descripción de las coordenadas UTM	11
Gráfico N°3: Sistema UTM. Distribución de husos.	12
Gráfico N°4: Curvas de nivel	15
Gráfico N°5: Tipos de curvas de nivel	16
Gráfico N°6: Copa Casa Grande	27
Gráfico N°7: Gráfico Límite Líquido.....	27
Gráfico N°8: Curva de la densidad máxima y humedad óptima.....	28
Gráfico N°9: Determinación del CBR puntual.....	29
Gráfico N° 10: Elementos Geométricos de curva simple	36
Gráfico N°11: Estabilidad del vehículo en las curvas	38
Gráfico N°12: Distancia de parada.....	41
Gráfico N°13: Distancia de visibilidad de rebasamiento	46
Gráfico N°14: Curva vertical convexa	50
Gráfico N°15: Curva vertical cóncava	51
Gráfico N°16: Sección Transversal de una vía.....	53
Gráfico N°17: Pavimento Flexible.....	59
Gráfico N°18: Secciones típicas de cunetas.	64
Gráfico N°19: Dimensiones típicas de cunetas triangulares	64
Gráfico N°20: elementos de una alcantarilla.....	65
Gráfico N°21: Tipos comunes de alcantarillas y materiales.	66
Gráfico N°22: Ubicación del proyecto a nivel de parroquia.....	69
Gráfico N°23: Ubicación del Proyecto.....	70
Gráfico N°24: Ubicación de puntos de conteo vehicular.....	72
Gráfico N°25: Día Lunes de mayor tránsito vehicular	73
Gráfico N°26: Volumen de tráfico en los días de conteo	73

Gráfico N°27: C.B.R. de diseño.....	81
Gráfico N° 28: Estadísticas de estaciones climatológicas	82
Gráfico N° 29: Nomograma para el coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a_1) ..	105
Gráfico N° 30: Nomograma para el coeficiente estructural de base (a_2)	107
Gráfico N° 31: Nomograma para el coeficiente estructural de sub-base (a_3).....	108
Gráfico N° 32: Estructura del pavimento flexible	110
Gráfico N° 33: Cálculo del número estructural (SN)	111
Gráfico N°34: Cálculo del SN_1	113
Gráfico N°35: Cálculo de SN_2	114
Gráfico N°36: Espesores propuestos para el pavimento flexible.....	116
Gráfico N°37: Sección tipo de proyecto.....	116
Gráfico N° 38: Dimensiones de la cuneta	118
Gráfico N°39: Diseño de la alcantarilla.....	125
Gráfico N°40: Ángulo de observación	128
Gráfico N°41: Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.	130
Gráfico N°42: Colocación de la señalización vertical	131
Gráfico N°43: Señales regulatorias	131
Gráfico N°44: Señales informativas.....	132
Gráfico N°45: Señales preventivas	133
Gráfico N°46: Señales especiales delineadoras.....	133
Gráfico N°47: Ubicación longitudinal de delineadores de curva horizontal.....	134
Gráfico N°48: Señales para trabajos en las vías	134
Gráfico N°49: Señales para zonas escolares.....	135
Gráfico N°50: Armado de pantalla del muro.....	143
Gráfico N°51: Diseño del dedo del muro	144
Gráfico N°52: Diseño del talón del muro.....	145
Gráfico N°53: Diagrama de presiones.....	146
Gráfico N°54: Diseño del pie del muro	147
Gráfico N°55: Armado del muro.....	148

ÍNDICE DE PLANOS

- Lámina N°1: Diseño geométrico horizontal y diseño geométrico vertical. Km 0+000.00 – Km 1+000.00. 149
- Lámina N°2: Diseño geométrico horizontal y diseño geométrico vertical. Km 1+000.00 – Km 2+000.00. 149
- Lámina N°3: Diseño geométrico horizontal y diseño geométrico vertical. Km 2+000.00 – Km 3+000.00. 149
- Lámina N°4: Diseño geométrico horizontal y diseño geométrico vertical. Km 3+000.00 – Km 4+000.00. 149
- Lámina N°5: Diseño geométrico horizontal y diseño geométrico vertical. Km 4+000.00 – Km 4+605.60. 149
- Lámina N°6: Secciones transversales. Km 0+000.00 – Km 1+060.00 149
- Lámina N°7: Secciones transversales. Km 1+080.00 – Km 2+040.00 149
- Lámina N°8: Secciones transversales. Km 2+060.00 – Km 2+820.00 149
- Lámina N°9: Secciones transversales. Km 2+840.00 – Km 3+800.00 149
- Lámina N°10: Secciones transversales. Km 3+820.00 – Km 4+605.60 149
- Lámina N°11: Diseño del muro de contención..... 149

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “Mejoramiento de la vía entre los Sectores de Atahualpa y Payatambo Totorá, en el km 45 vía Ambato – Guaranda, en la Parroquia Pilahuín, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.”

AUTOR: Víctor Javier Hernández Luna

FECHA: Mayo, 2016

El propósito del presente proyecto es el mejoramiento de la vía entre los sectores de Payatambo Totorá – Atahualpa de la parroquia de Pilahuín, el cual permitirá el desarrollo socio económico de los habitantes del sector.

Los sectores de Payatambo Totorá y Atahualpa, no disponen actualmente con una vía en buen estado, razón por la cual es necesario la realización del diseño geométrico de la vía con una adecuada estructura de pavimento que soporte las condiciones climáticas, de tránsito y compatible con el medio ambiente en base a las normas vigentes del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Las actividades realizadas para el proyecto son: reconocimiento del lugar, se realizó el levantamiento topográfico, conteo vehicular para determinar el tráfico promedio diario anual (TPDA), la recolección de muestras de suelo para los ensayos de contenido de humedad natural, granulometría, compactación y CBR para determinar el tipo de suelo. Una vez recolectada toda la información necesaria se procede a la elaboración del diseño geométrico, diseño de la estructura del pavimento en el cual se emplearon programas o software como el Civilcad y el programa de la AASHTO, se realizó el diseño de sistemas de drenaje (cunetas), alcantarillas, análisis de precios unitarios, obtención del presupuesto referencial y cronograma valorado.

El proyecto cuenta con el apoyo del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua como un aporte de la Universidad Técnica de Ambato hacia la sociedad, entidad que podrá ejecutar el proyecto y fortalecer el desarrollo socio económico de los habitantes del sector.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. TEMA

Mejoramiento de la vía entre los Sectores de Atahualpa y Payatambo Totorá, en el km 45 vía Ambato – Guaranda, en la Parroquia Pilahuín, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La infraestructura vial reviste una enorme importancia para el desarrollo económico. Las vías terrestres interconectan los puntos de producción y consumo y el estado de las mismas determina en un alto porcentaje el nivel de costos de transporte, los cuales a su vez influyen sobre los flujos de comercio nacional e internacional de un país. Por esta razón, la construcción y el mantenimiento de las carreteras son temas que requieren de especial atención por parte de los gobiernos.

A partir de la segunda guerra mundial, el uso del transporte por carretera creció rápidamente y hoy en día es el medio de transporte más utilizado a nivel mundial. Su importancia radica tanto en el volumen de pasajeros y carga que se transportan por carretera como en la dimensión económica del negocio. En América Latina y el Caribe, el transporte por carretera constituye el 80% del total del transporte de pasajeros y más del 60% del transporte de carga. Adicionalmente, se estima que el gasto en carreteras representa entre un 5% y un 10% del total de gastos de un gobierno y puede alcanzar hasta el 20% del presupuesto nacional. En términos del valor de sus activos, las carreteras están por encima de otras formas de transporte como los ferrocarriles y las aerolíneas. La construcción y mantenimiento de las mismas generan además grandes cantidades de empleo. [1]

En nuestro país el sistema vial se encuentra en un proceso de mejoramiento debido a que fortalece y contribuye en el desarrollo socio económico de los ecuatorianos, ya que en gobiernos anteriores se ha notado el desinterés por mejorar la infraestructura vial siendo uno de los ejes principales que facilita la movilidad y comunicación entre los pueblos. [2]

La conexión entre Costa, Sierra y Amazonía es ahora más rápida por la moderna infraestructura vial que se construye en el país andino, obras que han cambiado la forma de vida de los habitantes de Ecuador e impulsan el progreso económico y social de los pueblos. [3]

En el sector se realizó el mejoramiento de la vía principal junto al del proyecto que impulsó el desarrollo económico, comercial y turístico de las provincias de Bolívar y Tungurahua. Además, con la intervención de esta carretera el tiempo de traslado desde la ciudad de Ambato a Guaranda disminuyó en 45 minutos, es decir de dos horas a una hora con 15 minutos. La carretera beneficia directamente a medio millón de habitantes. [4]

Diariamente, circulan alrededor de 3.335 vehículos en esta vía que cuenta con dos carriles en cada sentido de circulación. La calzada está constituida en pavimento y su construcción generó 780 plazas de trabajo.

La necesidad urgente del mejoramiento de ésta vía a nivel de asfalto fomentaría al desarrollo del sector, y el crecimiento económico ya que esto disminuirá los costos de transporte y se disminuirá tiempo de viaje. [5]

El proyecto es principalmente para los sectores de Atahualpa y Payatambo Totorá, de la Parroquia Pilahuín, que utilizan esta red vial en sus actividades diarias y que por su mala condición vial no pueden realizar sus actividades de una manera segura y cómoda.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. General

Realizar el Estudio para el mejoramiento de la vía entre los Sectores de Atahualpa y Payatambo Totorá, en el km 45 vía Ambato – Guaranda, en la parroquia Pilahuín, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.

1.3.2. Específicos

- ✓ Evaluar las condiciones actuales de la vía.
- ✓ Establecer el diseño geométrico de la vía para el mejoramiento de la misma.
- ✓ Analizar los posibles métodos para la estabilización de taludes aplicables al sitio.
- ✓ Diseñar la estructura de pavimento considerando todos los parámetros necesarios.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS

El proyecto a desarrollar está ubicado en la parroquia de Pilahuín, cantón Ambato, Provincia de Tungurahua en la actualidad las condiciones de la vía que conecta los sectores de Atahualpa y Payatambo Totorá es lastrada en su totalidad y se encuentra en mal estado, lo que dificulta el tránsito vehicular y por ende la comercialización de sus productos.

Para las investigaciones previas se tomó en cuenta los siguientes proyectos.

Según la tesis realizada por la señorita S. Reyes [2] concluye que el proyecto permitirá el desarrollo socio - económico de la zona, y que facilitará la circulación vehicular y que además reduzca el tiempo de recorrido hacia los centros educativos de una manera segura, confortable y cómoda con el medio ambiente.

Según la tesis realizada por el señor L. Silva [5] concluye que con el mejoramiento de la vía se generara una mejor fluidez en el tráfico vehicular y peatonal brindando comodidad y seguridad a los usuarios.

Según la tesis realizada por el señor D. Moposita concluye que por el estudio realizado podemos darnos cuenta de la gran importancia que constituye la planificación de nuevas vías, especialmente vías que se encuentran fuera de las zonas urbanas, las mismas que son fuente importante para mejorar la comunicación vial entre comunidades que para este proyecto son la colonia Libertad y colonia Nueva Esperanza con una longitud aproximada de 5.20 Km. [6]

2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

- Normas de Diseño Geométrico MTOP 2003 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas)
- Normas ACI 318-08
- Normas AASHTO Y ASTM para ensayo de suelos.
- Ley de caminos de la República del Ecuador
- Norma Ecuatoriana Vial NEVI – 12
- Normas de diseño del pavimento flexible método AASHTO – 93.

2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.3.1. Carretera

Una carretera o ruta es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles. Existen diversos tipos de carreteras, aunque coloquialmente se usa el término carretera para definir a la carretera convencional que puede estar conectada, a través de accesos, a las propiedades colindantes, diferenciándolas de otro tipo de carreteras, las autovías y autopistas, que no pueden tener pasos y cruces al mismo nivel. Las carreteras se distinguen de un simple camino porque están especialmente concebidas para la circulación de vehículos de transporte. [7]

2.3.1.1. Clasificación de Carreteras de acuerdo al tráfico (TPDA)

Para el diseño de Carreteras se presenta la clasificación funcional propuesta de las carreteras y caminos en función del TPDA, de acuerdo a esta clasificación las vías deberían ser diseñadas con las características funcionales y geométricas correspondientes a su clase, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N°1. Clasificación de las vías en base al TPDA

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 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003, pág. 22. [8]

2.3.1.2. Clasificación Según la Función Jerárquica

Corredores Arteriales

Estos corredores pueden ser carreteras de calzadas separadas (autopistas) y de calzada única (clase I y II). Dentro del grupo de autopistas, éstas tendrán un control total de accesos y cuyo uso puede ser prohibido a cierta clase de usuarios y de vehículos. Dentro del segundo grupo de arteriales (clase I y II) que son la mayoría de las carreteras, éstas mantendrán una sola superficie acondicionada de la vía con dos carriles destinados a la circulación de vehículos en ambos sentidos y con adecuados espaldones a cada lado; incluirá además pero en forma eventual, zonas

suplementarias en las que se asientan carriles auxiliares, zonas de giro, paraderos y sus accesos que se realizan a través de vías de servicio y rampas de ingreso/salida adecuadamente diseñadas.

Vías Colectoras

Estas vías son las carreteras de clase I, II, III y IV de acuerdo a su importancia que están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional.

Caminos Vecinales

Estas vías son las carreteras de clase IV y V que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores. [8]

Tabla N°2. Relación Función, Clase MTOP y Tráfico

Función	Clase de Carretera (Según MTOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL 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: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003, pág. 23. [8]

Notas:

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

(2) RI – RII – Autopistas.

2.3.1.3. Clasificación según las condiciones orográficas

Se tipificarán las carreteras según el relieve del terreno natural atravesado indicado en la Tabla N°3. En función de la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente, correspondiente a la franja original de dicho terreno interceptada por la explanación de la carretera.

Tabla N°3. Denominación de Carreteras por Condiciones Orográficas

Tipo de Relieve	Pendiente Transversal (%)	Pendiente Transversal (°)
Plano	0 % - 5%	< 5°
Ondulado	5% - 25%	6° - 12°
Montañoso	25% - 75%	13° - 40°
Escarpado	> 75%	>40°

Fuente: Ing. James Cárdenas Grisales. [9]

Terreno Plano

Se caracteriza por tener pendientes transversales a la vía menores del 5° (5%). Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos.

Terreno Ondulado

Se caracteriza por tener pendientes transversales a la vía del 6° a 12° (5% - 25%). Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de la de los vehículos livianos, sin ocasionar que aquellos operen a velocidades sostenidas en pendiente por un intervalo de tiempo largo.

Terreno Montañoso

Se caracteriza por tener pendientes transversales a la vía del 13° al 40° (25% - 75%). Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a circular a velocidad sostenida en pendiente a lo largo de distancias considerables o durante intervalos frecuentes.

Terreno Escarpado

Aquí las pendientes del terreno transversales a la vía pasan del 40° (75%). Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en pendiente que aquellas a la que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes. [9]

2.3.1.4. Clasificación según el número de calzadas

Carreteras de calzadas separadas

Son las que tienen calzadas diferenciadas para cada sentido de circulación, con una separación física entre ambas. Excepcionalmente pueden tener más de una calzada para cada sentido de circulación.

No se considera como separación física la constituida exclusivamente por marcas viales sobre el pavimento o bordillos montables (altura inferior a 15cm).

Carreteras de calzada única

Son las que tienen una sola calzada para ambos sentidos de circulación, sin separación física, independientemente del número de carriles. [10]

2.3.1.5. Clasificación de acuerdo a la superficie de rodamiento

Pavimentos Flexibles

Son aquellos que tienen una capa de rodadura formada por una mezcla bituminosa de asfalto altamente resistente a los ácidos, álcalis y sales.

Pavimentos Rígidos

Son aquellos donde la capa de rodadura está formado por una losa de concreto hidráulico (agua, cemento, arena y grava), con o sin refuerzo estructural, apoyada sobre la sub-rasante de material granular.

Afirmados

Son aquellas en las que la superficie de rodadura se compone de una capa de material granular con tamaño máximo dos y media pulgadas (2 ½”) y con proporción de finos, debidamente compactado.

Superficie natural

Su capa de rodadura se compone del terreno natural del lugar debidamente conformado. [10]

2.3.1.6. Clasificación según su Jurisdicción

Red Vial Estatal

El ministerio de Transporte y Obras Públicas es el ente encargado de proporcionar a la ciudadanía el estado de circulación de las vías primarias y secundarias de la red vial estatal.

Red Vial Provincial

Es el conjunto de vías administradas por cada uno de los Gobiernos Provinciales. Esta red está integrada por vías terciarias y caminos vecinales.

Red Vial Cantonal

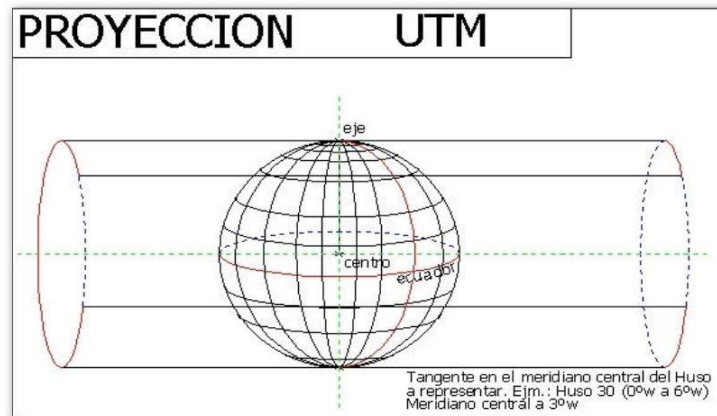
Es el conjunto de vías urbanas e interparroquiales administradas por cada uno de los GAD Municipales. Esta red está integrada por las vías terciarias y caminos vecinales.

[11]

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

La proyección Transversal Mercator (UTM), toma como base la proyección Mercator, sin embargo la posición del cilindro de proyección es transversal respecto del eje de la tierra.

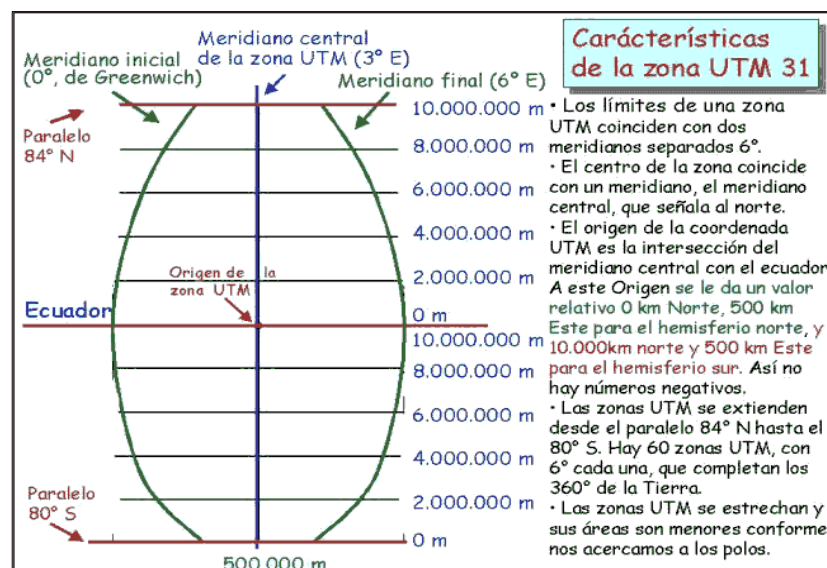
Gráfico N°1: Proyección UTM



Fuente: Senderismo GPS. [12]

Se define un huso como las posiciones geográficas que ocupan todos los puntos comprendidos entre dos meridianos. El sistema UTM emplea husos de 6° de longitud.

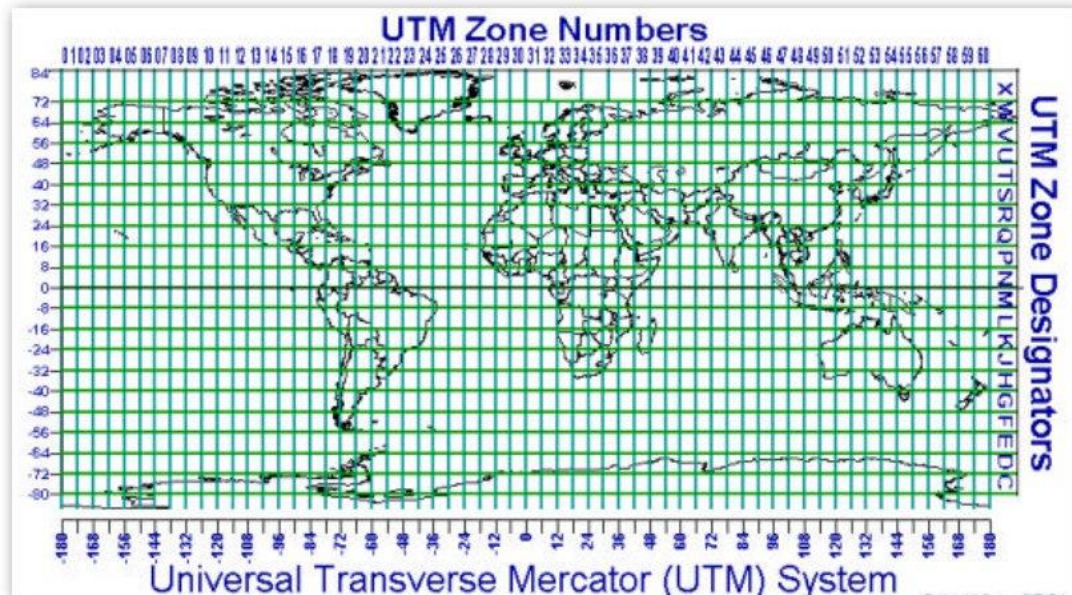
Gráfico N°2: Descripción de las coordenadas UTM



Fuente: Peter H. Dana, Universidad De Texas. [13]

El sistema UTM divide el globo terráqueo en un total de 60 husos. Cada huso esta notado con un número y zona, identificada con una letra. Distribución de los husos es la siguiente:

Gráfico N°3: Sistema UTM. Distribución de husos.



Fuente: Peter H. Dana, Universidad De Texas. [13]

El Proyecto se encuentra ubicado en la zona 17S, en la cual tenemos las siguientes coordenadas del proyecto [14]: Norte: 9'988.300 m

Este: 784.300 m

Coordenadas WGS84

El WGS84 es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la tierra por medio de tres unidades dadas. WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (Sistema Geodésico Mundial 1984).

Se trata de un estándar en geodesia, cartografía y navegación, que data de 1984. Tuvo varias revisiones (la última en 2004), y se considera válido hasta una próxima reunión. Se estima un error de cálculo menor a 2 cm. por lo que es en la que se basa el sistema de posicionamiento global (GPS).

Consiste en un patrón matemático de tres dimensiones que representa la tierra por medio de un elipsoide, un cuerpo geométrico más regular que la tierra, que se denomina “GS 84. El estudio de este y otros modelos que buscan representar la tierra se llama geodesia. [15]

2.3.3. Topografía

El levantamiento topográfico debe incluir aquellos trabajos de campo que comprenden el alineamiento y planimetría, necesarios para establecer una faja suficientemente ancha como para permitir proyectar en la oficina la línea definitiva.

El polígono fundamental es una línea poligonal exacta que sirve como referencia para obtener la planimetría y la información topográfica y demás datos pertenecientes a la faja de terreno en la que probablemente se localizará la carretera. Junto con las notas correspondientes a las secciones transversales, el polígono fundamental sirve para preparar un mapa con las curvas de nivel en donde se trazará el proyecto de la carretera, que se convertirá, con los probables ajustes, de menor importancia, realizados durante el proceso de replanteo, en el trazado definitivo.

El error admisible para medidas de distancia no será mayor de $0,5/1000$.

Generalmente se miden los ángulos por el sistema de deflexiones, para disminuir el error de colimación es conveniente efectuar una doble lectura. Se comprobará la lectura correcta de las deflexiones obtenidas por medio de observaciones solares, que se realizarán cada 5 kilómetros, admitiendo un error promedio de ± 20 segundos.

La poligonal deberá estacarse cada 20 metros y en sitios de difícil topografía cada 10 metros o menos, de acuerdo a las inflexiones del terreno, cada abscisa del polígono estará identificada por estacas de madera de sección circular o cuadrada, cuya dimensión mínima será de 2,5 centímetros. Estas estacas serán identificadas mediante una estaca testigo, en la cual se anotará con pintura la abscisa correspondiente. [16]

Todos los POT y PI del polígono fundamental deben ir referenciados, para lo cual, se emplearán ángulos y distancias medidos con exactitud. Cada visual tendrá dos puntos

de referencia utilizando árboles, aristas de edificios o hitos de hormigón simple de sección cuadrada de 12 centímetros por lado y 60 centímetros de largo, debiendo estar enterrados los 50 centímetros. Los POT no estarán distanciados más de 500 metros.

Para el control vertical de cotas, el error máximo admisible por kilómetro nivelado y comprobado, será de 15 milímetros de acuerdo a la ecuación:

$$\text{Error} = \pm 0,010\sqrt{k}$$

Dónde:

K: el número de kilómetros, sumando la longitud de nivelación de ida y la longitud de nivelación de vuelta, para comprobación.

Los perfiles transversales consisten en perfiles normales, en cada estación, al eje del polígono fundamental. La perpendicularidad se determina a cinta o mediante un prisma de ángulo recto.

El ancho de la faja topográfica será delimitado a juicio del ingeniero, dependiendo de la pendiente transversal del terreno. Se puede recomendar los anchos siguientes:

Tabla N°4: Anchos de Fajas Recomendados

Pendiente Transversal del Terreno	Longitud Mínima a cada lado del polígono
80% o más	100 metros
40% a 80%	60 metros
0% a 40%	40 metros

Fuente: NEVI – 12 Volumen 1, pág. 50. [16]

En todo caso, se prolongará unos 10 metros hacia afuera de los límites estimados de los taludes.

Al realizarse el levantamiento de la faja topográfica se tomará además, los datos concernientes a las propiedades colindantes de la vía, con indicación de la cabida total aproximada de cada una de aquellas, así como detalles de caminos, casas, etc.

En los casos en que el estudio vaya por una vía construida, se determinará también, en forma precisa, las obras de arte, anotándose su clase, sección, longitud, etc. [16]

2.3.3.1. Escalas y Planos

De acuerdo a la importancia del proyecto o carretera, se determinará las escalas a usarse así:

- ✓ Para clases I-III planta 1:1000.
Perfil longitudinal: horizontal 1:1000, vertical 1:100.
- ✓ Para clases IV y V planta 1:2000.
Perfil longitudinal: horizontal 1:2000, vertical 1:200.

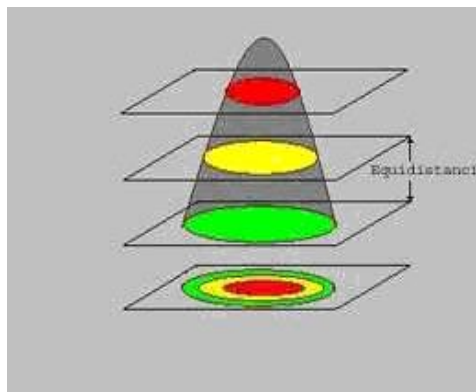
2.3.3.2. Curvas de nivel

El sistema de representación de curvas de nivel consiste en cortar la superficie del terreno mediante un conjunto de planos paralelos entre sí, separados una cierta distancia unos de otros.

Cada plano corta al terreno formando una figura (plana) que recibe el nombre de curva de nivel o isohipsa. La proyección de todas estas curvas de nivel sobre un plano común (el mapa) da lugar a la representación buscada.

En la figura se ve la construcción para representar mediante curvas de nivel una montaña. La montaña es cortada mediante planos paralelos separados una cierta distancia que se llama equidistancia entre curvas de nivel. [17]

Gráfico N°4: Curvas de nivel



Fuente: Aristasur [17]

Las curvas de nivel verifican las siguientes premisas de manera general:

- ✓ Las curvas de nivel no se cortan ni se cruzan (sólo ocurre esto cuando queremos representar una cueva o un saliente de roca)
- ✓ Las curvas de nivel se acumulan en las laderas más abruptas y están más espaciadas en las laderas más suaves.

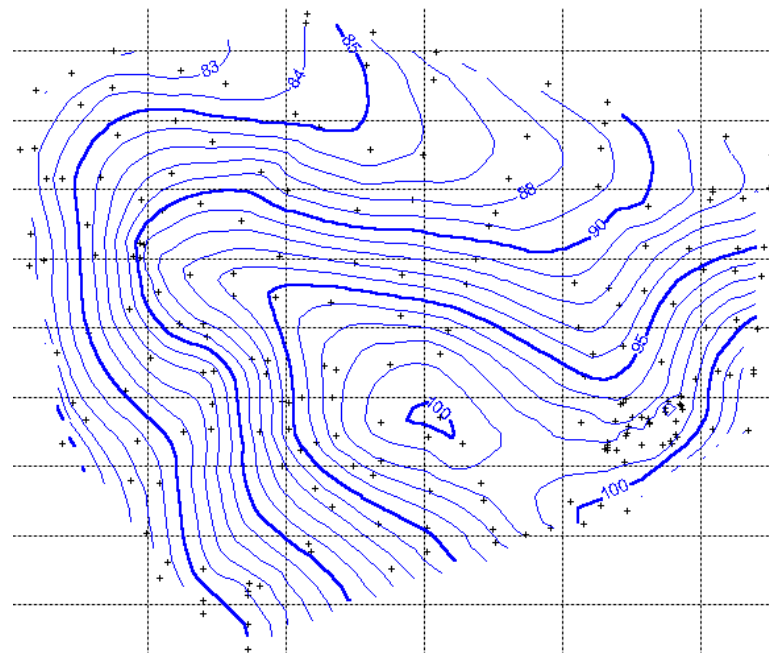
Tipos de curvas de nivel

Curvas índices o maestras (cada 5m): son las líneas más gruesas, indican la altura en número como guía válida para todos los puntos de esa curva. Cada 5 curvas se traza una curva maestra para facilitar la interpretación de la lectura del plano.

Curvas Intermedias o secundarias (cada 1m): son líneas finas en las que no se lee la altura, pero que podemos averiguar fácilmente tomando como referencia las líneas más gruesas teniendo en cuenta la equidistancia según la escala del plano.

Curvas Suplementarias: son aquellas entre cortadas dentro del plano. Son aquellas que no guardan equidistancia normal, por lo tanto debe ir acotadas. [18]

Gráfico N°5: Tipos de curvas de nivel



Fuente: Aristasur [18]

2.3.4. Tráfico

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

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

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

Cabe señalar además, la conveniencia de estimar no solo la demanda más probable sino indicar cifras de estimaciones máximas y mínimas, con el objeto de apreciar la influencia que podrían tener sobre el proyecto las situaciones extremas previsibles.[8]

2.3.4.1. Tráfico Promedio Diario Anual

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA.

Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- ✓ En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido.

- ✓ En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.
- ✓ Para el caso de autopistas, generalmente se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene lo que se conoce como Fluyo Direccional que es el % de vehículos en cada sentido de la vía: esto, determina composiciones y volúmenes de tráfico diferentes en un mismo período.

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

Para determinar el TPDA, lo ideal sería disponer de los datos de una estación de conteo permanente que permita conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales. Además convendría disponer del registro de datos de un período de varios años que proporcione una base confiable para pronosticar el crecimiento de tráfico que se puede esperar en el futuro. Como no es usual ni práctico tener estaciones permanentes en todas las rutas, se puede estimar en una primera semana el TPDA semanal, efectuando montajes por muestreo de 24 horas diarias, durante por lo menos 4 días por semana que incluyan sábado y domingo. [8]

En lo posible, las muestras semanales que se obtengan deberán corresponder a los meses y semanas más representativos del año, con el objeto de tomar en cuenta las variaciones estacionales máximas y mínimas.

Los resultados que se obtienen en las investigaciones de campo, son procesados con el objeto de conocer la relación que existe entre los volúmenes de tránsito de los días ordinarios respecto a los correspondientes a los fines de semana y realizar los ajustes respectivos para obtener el TPDA semanal. En la etapa final se puede ajustar el TPDA semanal en base a factores mensuales obtenidos de datos de las estaciones permanentes, cuando éstas están disponibles, o del consumo de gasolina u otro patrón de variación estacional como la periodicidad de las cosechas. [8]

Proceso de Cálculo del TPDA

a. Objetivo

Se determinará el tráfico promedio diario anual (T.P.D.A), a partir de observaciones puntuales del tráfico y de los factores de variación.

b. Observaciones de Campo

Es necesario realizar conteos vehiculares que nos permiten conocer el nivel de tráfico existente.

c. Tipos de Conteo

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

Automáticos: Permiten conocer el volumen total del tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico.

Con los equipos de conteo automático debe tenerse mucho cuidado con su calibración, ya que cuentan pares de ejes (por cada dos impulsos percibidos registran un vehículo).

d. Período de Observación

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

Adjunto a esta información, es importante tener datos de un conteo automático por lo menos durante un mes para cuantificar el volumen total de tráfico y correlacionar con la composición registrada en la semana.

e. Variaciones de Tráfico

Como variaciones de tráfico se conoce a los factores que nos permiten establecer relaciones entre observaciones actuales y puntuales de tráfico de los datos estadísticos de lo ocurrido con anterioridad, llegando así a determinar el TPDA del año en el que se realice el estudio.

Esta relación se puede establecer considerando el hecho de que la población se mueve por hábitos y al no existir una variación en la estructura social de un país, prácticamente estas variaciones permanecerán constantes en períodos más o menos largos, por lo que el TPDA se puede llegar a calcular a base de muestreos. [8]

f. Cálculo de Variaciones (factores)

Para llegar a obtener el TPDA a partir de una muestra, existen cuatro factores de variación que son:

- ✓ **Factor Horario (FH):** nos permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a VOLUMEN DIARIO PROMEDIO.
- ✓ **Factor Diario (FD):** transforma el volumen de tráfico diario promedio en VOLUMEN SEMANAL PROMEDIO.
- ✓ **Factor Semanal (FS):** transforma el volumen semanal promedio de tráfico en VOLUMEN MENSUAL PROMEDIO.
- ✓ **Factor Mensual (FM):** transforma el volumen mensual promedio de tráfico en TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA).
- ✓ **Tráfico Observado (T₀)**

$$TPDA = T_0 \times FH \times FD \times FS \times FM$$

2.3.4.2. 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 del proyecto.

En el Ecuador no se han efectuado estudios para determinar los volúmenes correspondientes a la 30^{ava} hora, pero de las investigaciones realizadas por la composición del tráfico se puede indicar que el volumen horario máximo en relación al TPDA varía entre 5 y 10 por ciento. [8]

a. Crecimiento normal del tráfico actual

El tráfico actual es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es aquel volumen que circularía, al presente, en una carretera nueva si ésta estuviera al servicio de los usuarios.

Para una carretera que va a ser mejorada el tráfico actual está compuesto por:

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

En caso de una carretera nueva, el tráfico actual estaría constituido por el tráfico desviado y eventualmente por el tráfico inicial que produciría el desarrollo del área de influencia de la carretera.

b. Criterios para determinar el tráfico futuro

Conviene realizar las proyecciones de tráfico relacionando el tráfico vehicular con otros factores como por ejemplo, la población, la producción, etc.

c. Relación del tráfico vehicular con la población

Con la información disponible del parque automotor y de la población en un período representativo, se procede a determinar la Tasa de Motorización (número de vehículos por cada mil habitantes) para cada tipo de vehículo (liviano y pesado) y la ecuación de proyección con algún modelo que se ajuste al historial de la información existente.

Uno de los modelos a usarse es el NOBEL LOGIT, con el que se determina la ecuación de ajuste y de proyección para la tasa de motorización con posibles tasas de saturación.

$$T_m = a + b \times t$$

Donde:

T_m = Tasa de motorización (no vehic./1000 hab.)

a,b = Coeficiente de ajuste.

t = Tiempo en años.

d. Relación de tráfico vehicular con la población.

El volumen de producción o tasa de crecimiento de la producción, permite determinar la proyección de vehículos pesados. Se puede determinar un parámetro similar a T_m , relacionado el número de vehículos pesados con el volumen de proyección y obtener la correspondiente curva de proyección. [8]

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

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

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

Donde:

T_f = Tráfico futuro o proyectado.

T_a = Tráfico actual.

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

n = Número de años proyectados.

f. Tráfico generado.

El tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectúan 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.

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la determinación de las mejoras o construcción de una carretera. En el país, aún no se dispone de estudios respecto al comportamiento de

tráfico generado, pero es conveniente disponer de un valor que relacione el grado de mejoramiento con el volumen de tráfico. [8]

g. Tráfico por desarrollo.

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.

En cada proyecto, y en base a los datos que proporcionan los contajes de tráfico, así como las investigaciones de origen y destino se determinará cual será el factor de expansión del tráfico por desarrollo que debe emplearse para obtener el TPDA correspondiente. Este método podría utilizarse hasta que se desarrolle un procedimiento o modelo matemático más satisfactorio y práctico.

En general, no conviene proyectar los tráfico basándose únicamente en tendencias históricas, pues cualquier cambio brusco de las circunstancias (desarrollo de nuevas áreas, puesta en marcha de una nueva industria, promoción turística de una zona, etc.) puede alterar la tendencia histórica o cambiarla en el futuro previsible. Cuando sea posible convendrá realizar las previsiones en función de los planes de desarrollo, previsiones industriales, etc. de las zonas afectadas. [8]

2.3.5. Suelos

Todas las obras de ingeniería civil se apoyan sobre el suelo de una u otra forma, y muchas de ellas, además, utilizan la tierra como elemento de construcción para terraplenes, diques y rellenos en general; por lo que, en consecuencia, su estabilidad y comportamiento funcional y estético estarán determinados, entre otros factores, por el desempeño del material de asiento situado dentro de las profundidades de influencia de los esfuerzos que se generan, o por el del suelo utilizado para conformar los rellenos. [19]

Un estudio de suelos permite dar a conocer las características físicas y mecánicas de suelo, es decir la composición de los elementos en las capas de profundidad, así como el tipo de cimentación más acorde con la obra a construir y los asentamientos de la estructura en relación al peso que va a soportar. Esta investigación que hace parte de la ingeniería civil es clave en la realización de una obra para determinar si el terreno es apto para llevar a cabo la construcción de un inmueble u otro tipo de intervención. [20]

Un estudio de suelos debe comprender:

- ✓ Selección de las unidades típicas de diseño
- ✓ Determinación del perfil del suelo.
- ✓ Muestreo de las diferentes capas de suelos.
- ✓ Determinación del suelo típico de subrasante para una unidad de diseño.
- ✓ Medida y selección del valor de resistencia de un suelo típico de subrasante.
- ✓ Ensayos de laboratorio con las muestras obtenidas para determinar sus propiedades físicas en relación con la estabilidad y capacidad de soporte de la subrasante.

Clasificación de los principales tipos de suelo:

- ✓ **Gravas:** son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de dos milímetros de diámetro. Dado el origen, cuando son acarreadas por las aguas las gravas sufren desgaste en sus aristas y son, por lo tanto, redondeadas. Como material suelto suele encontrarse en los lechos, en los

márgenes y en los conos de deyección de los ríos, también en muchas depresiones de terrenos rellenadas por el acarreo de los ríos y en muchos otros lugares a los cuales las gravas han sido retransportadas. Las gravas ocupan grandes extensiones, pero casi siempre se encuentran con mayor o menor proporción de cantos rodados, arenas, limos y arcillas. Sus partículas varían desde 7.62 cm (3") hasta 2 mm.

La forma de las partículas de las gravas y su relativa frescura mineralógica dependen de la historia de su formación, encontrándose variaciones desde elementos rodados a los poliédricos.

- ✓ **Arenas:** La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2 mm y 0.05 mm de diámetro.

El origen de la existencia de las arenas es análoga a la de las gravas: las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. La arena de río contiene muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla. Las arenas estando limpias no se contraen al secarse, no son plásticas, son mucho menos compresibles que la arcilla y si se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea. [21]

- ✓ **Limos:** Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el producido en canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos, siendo en este último caso de características plásticas. El diámetro de las partículas de los limos está comprendido entre 0.05 mm y 0.005 mm. Los limos sueltos y saturados son completamente inadecuados para soportar cargas por medio de zapatas. Su color varía desde el gris claro a muy oscuro. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su compresibilidad muy alta. Los limos, de no encontrarse en estado denso, a menudo son considerados como suelos pobres para cimentar.

- ✓ **Arcillas:** Se da el nombre de arcilla a las partículas sólidas con diámetro menor de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. Químicamente es un silicato de alúmina hidratado, aunque en pocas ocasiones contiene también silicatos de hierro o de magnesio hidratados. La estructura de estos minerales es, generalmente, cristalina y complicada y sus átomos están dispuestos en forma laminar. De hecho se puede decir que hay dos tipos clásicos de tales láminas: uno de ellos del tipo silíceo y el otro del tipo aluminico.

El tipo silíceo se encuentra formada por un átomo de sílice rodeado de cuatro átomos de oxígeno. La unión entre partículas se lleva a cabo mediante un mismo átomo de oxígeno. Algunas entidades consideran como arcillas a las partículas menores a 0.002mm

El tipo aluminico está formado por un átomo de aluminio rodeado de seis átomos de oxígeno y de oxígeno e hidrógeno. [21]

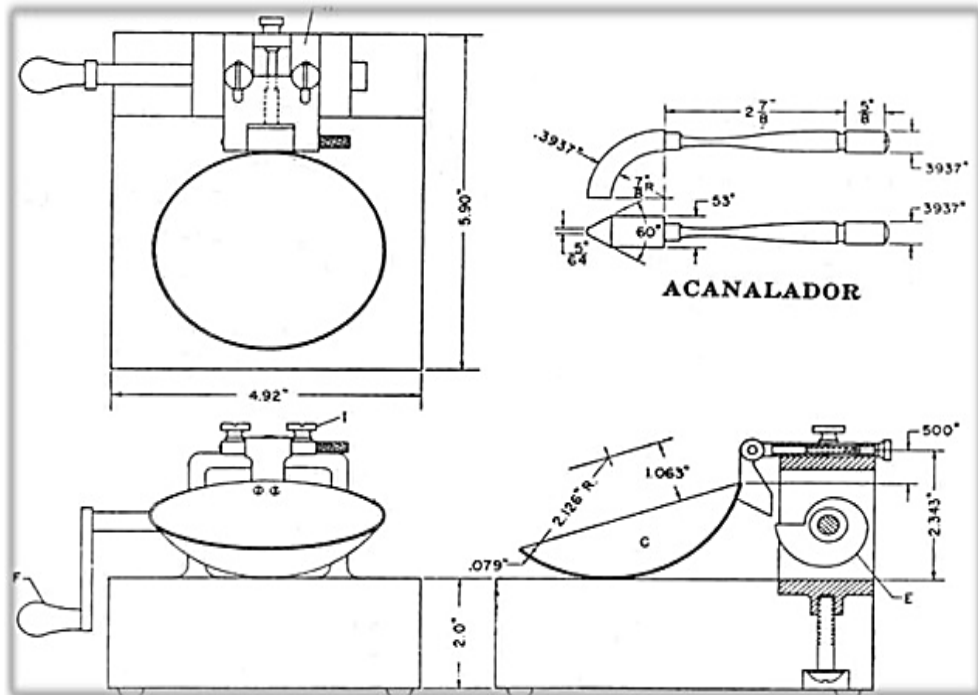
Límites de consistencia

También llamados límites de Atterberg se basan en el concepto de que los suelos finos, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua. Un suelo se puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido.

2.3.5.1. Límite Líquido (LL)

Es la frontera comprendida entre los estados Semi-Líquido y Plástico, definiéndose como el contenido de humedad que requiere un suelo previamente remoldeado, su determinación es un procedimiento de laboratorio entre el número de golpes de la copa de casa grande vs el contenido de humedad que permiten graficar la curva de escurrimiento. [22]

Gráfico N°6: Copa Casa Grande

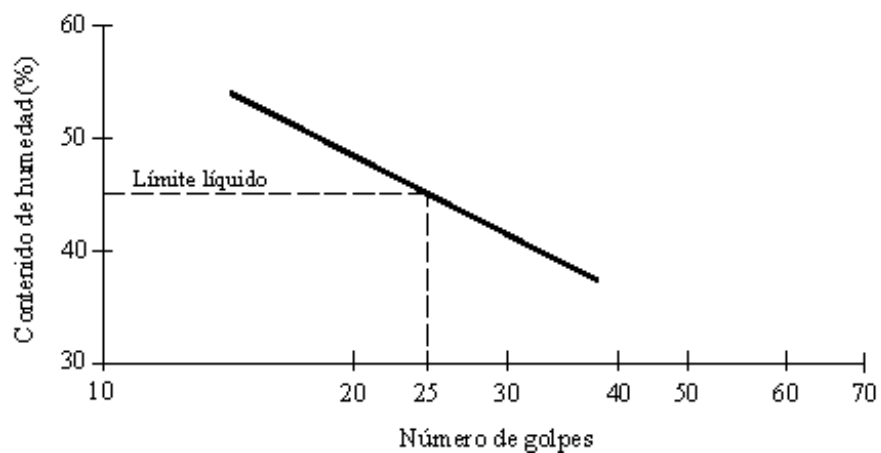


Fuente: slideshare [23]

El contenido de humedad que corresponda a la intersección de la curva de escurrimiento con la ordenada de 25 golpes, debe tomarse como límite líquido del suelo, y que teóricamente significa que el suelo alcanza una resistencia al corte:

$$S = 0.25 \text{ gr/cm}^2$$

Gráfico N°7: Gráfico Límite Líquido



Fuente: Apuntes Ingeniería civil [24]

2.3.5.2. Límite Plástico (LP)

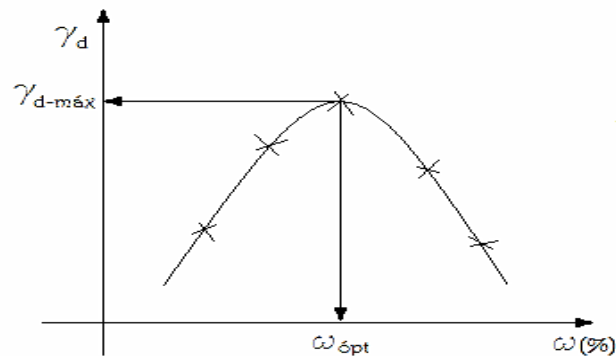
Es el contenido de humedad del suelo en la frontera entre el estado plástico y semisólido. Se determina tomando una porción de la muestra enrollando las muestras de 3 mm de diámetro aproximadamente.

2.3.5.3. Compactación del suelo

La AASHTO acogió la propuesta de 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 ($\gamma_{d\text{máx}}$) y el óptimo contenido de humedad ($W_{\text{opt}}\%$) que viene a ser el contenido de humedad que da el más alto peso volumétrico seco. [22]

Gráfico N°8: Curva de la densidad máxima y humedad óptima



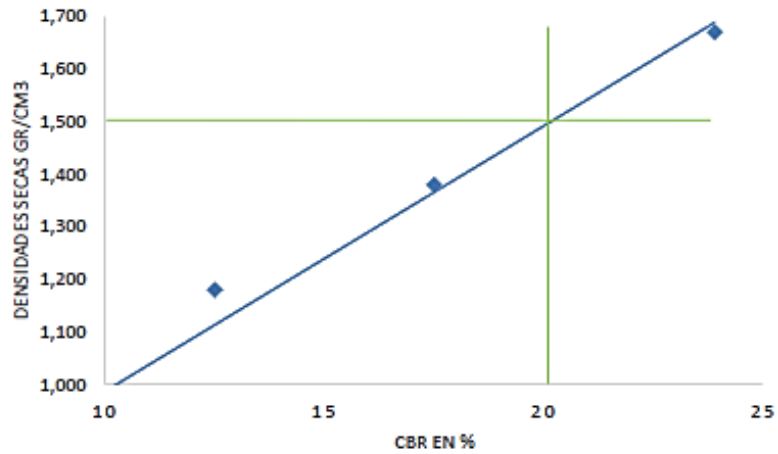
Fuente: consolid.inf [25]

2.3.5.4. 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 contante de un suelo, bajo condiciones de humedad y densidad, cuidadosamente controladas que tiene aplicación para el diseño de diferentes obras civiles, especialmente 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. [22]

Gráfico N°9: Determinación del CBR puntual



Fuente: Ing. Francisco Mantilla, Mecánica de Suelos. [22]

Esta relación se expresa en porcentaje:

$$\text{CBR} = \frac{\text{Esfuerzo del suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo del suelo patrón}} \times 100$$

Del nivel o los niveles indicados se tomarán las muestras de 20 a 30 kg, 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. [22]

Clasificación del Suelo de acuerdo al CBR:

Tabla N°5: Clasificación del suelo según el CBR

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: Ing. Francisco Mantilla, Mecánica de Suelos. [22]

2.3.6. Diseño Geométrico

El diseño geométrico de carreteras es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Los condicionantes para situar una carretera sobre la superficie son muchos, entre ellos la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología o factores sociales y urbanísticos. El primer paso para el trazado de una carretera es un estudio de viabilidad que determine el corredor donde podría situarse el trazado de la vía. Generalmente se estudian varios corredores y se estima cuál puede ser el coste ambiental, económico o social de la construcción de la carretera. Una vez elegido un corredor se determina el trazado exacto, minimizando el coste y estimando en el proyecto de construcción el coste total, especialmente el que supondrá el volumen de tierra desplazado y el firme necesario. [26]

2.3.6.1. 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.

La diferencia entre las velocidades de dos tramos contiguos no será mayor a 20 Km/h. Debe procederse a efectuar en el lugar una adecuada señalización progresiva, con indicación de velocidad creciente o decreciente.

La velocidad de diseño debe seleccionarse para el tramo de carreteras más desfavorables y debe mantenerse en una longitud mínima entre 5 y 10 kilómetros. Una vez seleccionada la velocidad, todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado. Siempre que sea posible se aconseja usar valores de diseños mayores a los mínimos establecidos.

En conclusión se puede señalar tres aspectos básicos y decisivos en la elección de la velocidad de diseño, que son los siguientes [8]:

— **Naturaleza del terreno:** Es comprensible que un camino ubicado en una zona llana o poco ondulada ha de tener una velocidad mayor que un similar de una zona muy ondulada o montañosa, o que uno que atraviesa una zona rural respecto del que pasa por una zona urbana.

— **La modalidad de los Conductores:** Un conductor no ajusta la velocidad de su vehículo a la importancia que reviste un camino en el proyecto, sino a las limitaciones que le imponen las características del lugar o del tránsito y a sus propias necesidades o urgencias. Circula a una velocidad baja cuando existen motivos evidentes de tal necesidad. Como consecuencia de lo anterior existe una tendencia a viajar a una velocidad elegida instintivamente, la que puede ser alta para el camino.

— **El factor económico:** Las consideraciones económicas deben dirigirse hacia el estudio del costo de operación de los vehículos a velocidades elevadas, así como el alto costo de las obras destinadas a servir un tránsito de alta velocidad. [8]

En el siguiente cuadro se consignan los valores de las velocidades de diseño que se recomiendan utilizar en el diseño de caminos en el País:

Tabla N°6: Velocidad de Diseño

Clase de Carretera	Valor Recomendado			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
RI o RII > 8000 TPDA	120	110	90	110	90	80
I 3000 a 8000 TPDA	110	100	80	100	80	60
II 1000 a 3000 TPDA	100	90	70	90	80	60
III 300 a 1000 TPDA	90	80	60	80	60	40
IV 100 a 300 TPDA	80	60	50	60	35	25
V < 100 TPDA	60	50	40	50	35	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003). [8]

Nota:

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

2.3.6.2. 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 estas circulares o de transición.

La proyección del eje en un tramo recto, define la tangente y el enlace de dos tangentes consecutivas de rumbos diferentes se efectúa por medio de una curva. [8]

El establecimiento del alineamiento horizontal depende de: La topografía y características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales. [8]

a. Tangentes

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

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

Las tangentes intermedias largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo o por que favorecen al encandilamiento durante la noche; por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes intermedias, diseñando en su lugar alineaciones onduladas con curvas de mayor radio.

b. Curvas circulares

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

Entre sus elementos característicos principales se tienen los siguientes:

- **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 G_c y su fórmula es la siguiente:

$$\frac{G_c}{20} = \frac{360}{2\pi R} \rightarrow G_c = \frac{1145,92}{R}$$

- **Radio de curvatura:** Es el radio de curva circular y se identifica como “R” su fórmula en función del grado de curvatura es [8]:

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

Radio Mínimo de Curvatura Horizontal

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

El empleo de curvas con Radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos. Por lo tanto, la curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento.

El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad puede calcularse según la siguiente fórmula:

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

Donde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h

f = coeficiente de fricción lateral.

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

Criterios para adoptar los valores del radio mínimo:

- Cuando la topografía del terreno es montañosa escarpada
- En las aproximaciones a los cruces de accidentes orográficos e hidrográficos.
 - En intersecciones entre caminos entre sí.
 - En vías urbanas. [8]

Tabla N°7: Radios mínimos de curvas horizontales

Velocidad de Diseño km/h	“f” máxima	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		0.10	0.08	0.06	0.04	0.10	0.08	0.06	0.04
20	0.350		7.32	7.68	8.08		18	20	20
25	0.315		12.46	13.12	13.86		20	25	25
30	0.284		19.47	20.60	21.87		25	30	30
35	0.255		28.79	30.62	32.70		30	35	35
40	0.221		41.86	44.83	48.27		42	45	50
45	0.206		55.75	59.94	64.82		58	60	66
50	0.190		72.91	78.74	85.59		75	80	90
60	0.165	106.97	115.70	125.98	138.28	110	120	130	140
70	0.150	154.33	167.75	183.73	203.07	160	170	185	205
80	0.140	209.97	229.06	251.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.56	298.04	328.76	366.55	275	300	330	370
100	0.130	342.35	374.95	414.42	463.18	350	375	415	465
110	0.124	425.34	467.04	517.80	580.95	430	470	520	585
120	0.120	515.39	566.39	629.92	708.66	520	570	630	710

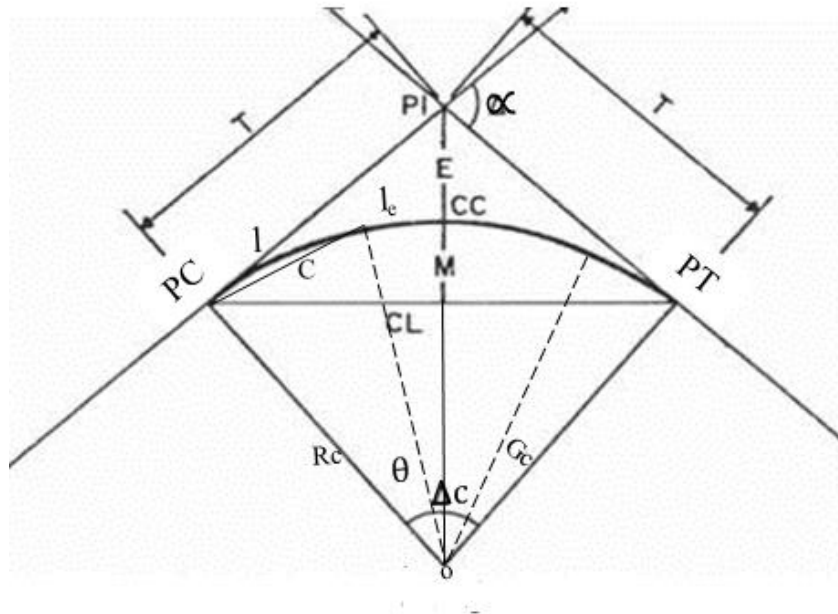
Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003). [8]

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

- Aprovechar infraestructuras existentes.
- Relieve difícil (escarpado)
- Caminos de bajo costo.

Elementos de la curva circular simple:

Gráfico N° 10: Elementos Geométricos de curva simple



Fuente: normas de diseño geométrico MOP (2003). [8]

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

G_c = Grado de curvatura de la curva circular

R_c = Radio de la curva circular

T = Tangente de la curva circular o subtangente

E = External

M = Ordenada media

C = Cuerda

CL = Cuerda larga

l = Longitud de un arco

l_c = Longitud de la curva circular

Curvas de transición o espiral

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 sobre ancho. 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. [8]

Longitud mínima de la curva espiral:

$$Le = \frac{0.072 * V^3}{R * C}$$

Donde:

Le = Longitud mínima de la espiral (m)

V = Velocidad (Km/h)

R = Radio de la curva circular (m)

C = Coeficiente de comodidad, varía de 1 a 3 (para mayor seguridad y confort)

Tabla N°8: Valores mínimos de longitud de la espiral

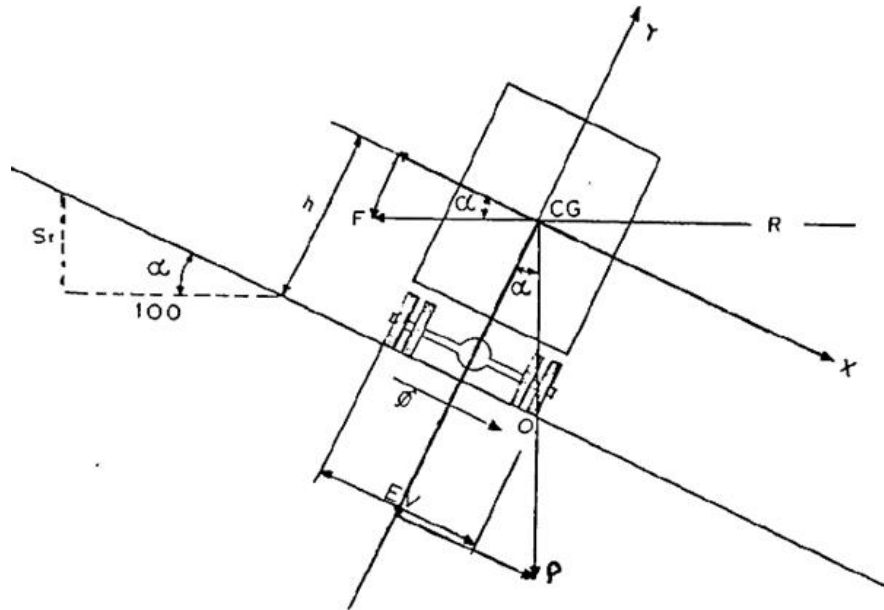
Valores Mínimos recomendados de longitud de la espiral ($Le = 0.036 V^3/R$)														
Vd (Km/h)	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120
Rmin, m	18	20	25	30	42	56	75	110	160	210	275	350	430	520
Le min, m	30	30	40	52	55	59	60	70	80	90	95	100	110	120

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003) [8]

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 fuerza componentes del peso (P) del vehículo, debido al peralte y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y calzadas. [8]

Gráfico N°11: Estabilidad del vehículo en las curvas



Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003) [8]

La fórmula para el cálculo del peralte es el siguiente:

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

Donde:

e = Pendiente transversal de la calzada

V = Velocidad de diseño

R = Radio

f = Coeficiente de fricción transversal o lateral

Tabla N°9: Valores límites permisibles de “f” según el pavimento

Requerimientos	Valores límites permisibles de “f” según el pavimento		
	Seco	Húmedo	Con hielo
Estabilidad contra el volcamiento	0.60	0.60	0.60
Estabilidad contra el deslizamiento	0.36	0.24	0.12
Comodidad del viaje para el pasajero	0.15	0.15	0.15
Explotación económica del vehículo	0.16	0.10	0.10

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003). [8]

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

Para utilizar los valores máximos del peralte deben tenerse en cuenta los siguientes criterios para evitar:

- Un rápido deterioro de la superficie de la calzada en caminos de tierra, subbase, por consecuencia del flujo de aguas de lluvia sobre ellas.
- Una distribución no simétrica del peso sobre las ruedas del vehículo, especialmente los pesados.
- El resbalamiento dentro de la curva del vehículo pesado que transita a una velocidad baja. [8]

Distancias de Visibilidad

La capacidad de visibilidad es de importancia en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una carrera, 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:

- a. La distancia requerida para la parada de un vehículo, sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en la línea vertical.
- b. La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo.

Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo

Cuando el vehículo circula en curva, sea horizontal o vertical, el factor visibilidad actúa en forma determinante en su normal circulación, por lo que la distancia de visibilidad de parada es la distancia mínima necesaria para que un conductor que transita a ó cerca de la velocidad de diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él.

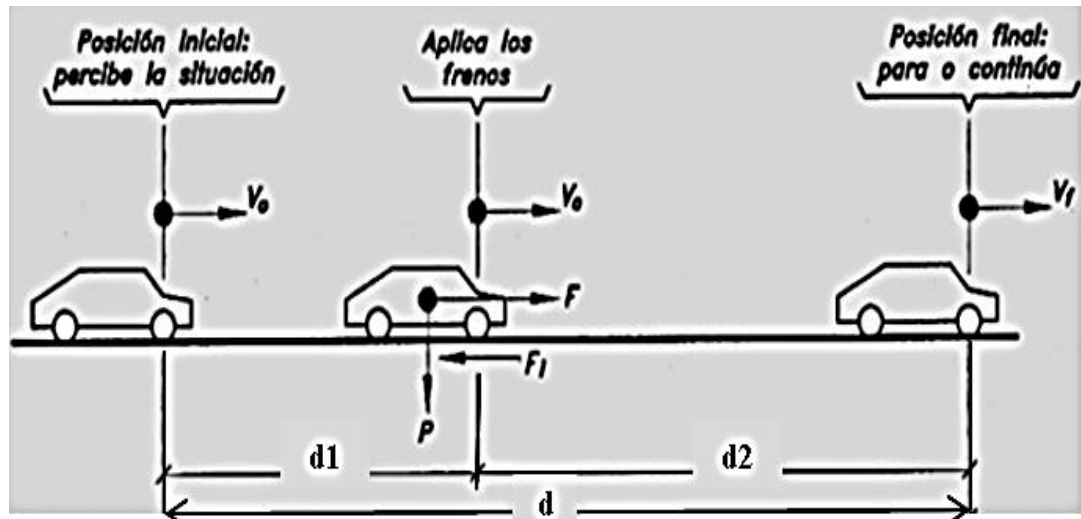
Por lo tanto es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera.

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, o sea [8]:

$$d = d_1 + d_2$$

Gráfico N°12: Distancia de parada



Fuente: slideshare [27]

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). [8]

La distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción se calcula por la siguiente fórmula:

$$d_1 = \frac{V_c t}{3,6} \rightarrow V_c * \frac{2,5 \text{ seg}}{3,6 \text{ seg}} = 0,6944 * V_c$$

Por lo tanto:

$$d_1 = 0,7 V_c$$

En donde:

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.

La distancia de frenaje se calcula utilizando la fórmula de la “carga dinámica” y tomando en cuenta la acción de la fricción desarrollada entre las llantas y la calzada, es decir que:

$$d_2 Pf = \frac{P V_c^2}{2g}$$

En donde:

d_2 = distancia de frenaje sobre la calzada a nivel, expresada en metros.

f = coeficiente de fricción longitudinal.

V_c = velocidad del vehículo al momento de aplicar los frenos, expresada en metros por segundo.

P = peso del vehículo.

g = aceleración de la gravedad, en el Ecuador igual a 9,78 metros sobre segundo.

Las pruebas realizadas por la AASHTO indican que el coeficiente de fricción longitudinal (f) no es el mismo para las diferentes velocidades, pues decrece conforme aumenta la velocidad, dependiendo también de varios otros elementos, tales como la presión del aire de las llantas, tipo de llantas, presencia de humedad y

tipo de pavimento, siendo de mayor significación, especialmente para altas velocidades, el sistema de frenos del vehículo. [8]

La variación del coeficiente de fricción longitudinal (f) para pavimentos mojados se indica en la curva de la siguiente tabla, estando esta variación representada por la siguiente ecuación:

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

En donde:

f = coeficiente de fricción longitudinal.

V_c = velocidad de circulación del vehículo, expresada en kilómetros por hora (en función de la velocidad de diseño del camino)

Tabla N°10: Criterio de Diseño para pavimentos mojados

Clase de Carretera		Valor Recomendable Absoluto			Valor		
		L	O	M	L	O	M
R-I	o R – II > 8000 TPDA	220	180	135	180	135	110
I	3000 a 8000 TPDA	180	160	110	160	110	70
II	1000 a 3000 TPDA	160	135	90	135	110	55
III	300 a 1000 TPDA	135	110	70	110	70	40
IV	100 a 300 TPDA	110	70	55	70	35	25
V	Menos de 100 TPDA	70	55	40	55	35	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003). [8]

Tabla N°11: Distancia de Visibilidad Mínima para Parada

V _d (Kph)	V _c asumida (Kph)	Percepción + Reacción para frenaje		Coeficiente de fricción longitudinal “f”	Distancia de frenaje “d ₂ ” gradiente cero (m)	Distancia de visibilidad para parada (d=d ₁ +d ₂)	
		Tiempo (seg)	Distancia recorrida “d ₁ ” (m)			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	20	2.5	13.89	0.47	3.36	17.25	20
25	24	2.5	16.67	0.44	5.12	21.78	25
30	28	2.5	19.44	0.42	7.29	26.74	30
35	33	2.5	22.92	0.40	10.64	33.56	35
40	37	2.5	25.69	0.39	13.85	39.54	40
45	42	2.5	29.17	0.37	18.53	47.70	50
50	46	2.5	31.94	0.36	22.85	54.79	55
60	55	2.5	38.19	0.35	34.46	72.65	70
70	63	2.5	43.75	0.33	47.09	90.84	90
80	71	2.5	49.31	0.32	62.00	111.30	110
90	79	2.5	54.86	0.31	79.25	134.11	135
100	86	2.5	59.72	0.30	96.34	156.06	160
110	92	2.5	63.89	0.30	112.51	176.40	180
120	100	2.5	71.53	0.29	145.88	217.41	220

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003) [8]

Medida de la distancia de visibilidad para parada.

Línea de visibilidad vertical: se considera que la altura del objeto sobre la calzada debe ser igual a cero para la medida de la distancia de visibilidad para parada en condiciones de seguridad; o sea, la superficie de la calzada debe ser visible al conductor a lo largo de dicha distancia.

Sin embargo, por razones de economía reflejada en el acortamiento de curvas verticales, se recomienda adoptar una altura del objeto u obstáculo igual a 15 centímetros para la medida de esta distancia de visibilidad, como en el caso de las curvas verticales convexas.

Línea de visibilidad horizontal: la distancia de visibilidad para parada se mide desde una altura de 1,15 metros para el ojo del conductor, hasta una altura de 15 centímetros para el objeto sobre la calzada. Se considera que la línea de visibilidad en el punto de obstrucción de la vista es 0,60 metros más alto que el nivel del centro del carril interno. [8]

Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo

Se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad. Aunque puede darse el caso de múltiples rebasamientos simultáneos, no resulta práctico asumir esta condición; por lo general, se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente.

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

1. El vehículo rebasado circula con velocidad uniforme
2. Cuando llega a la zona de rebasamiento, el conductor del vehículo rebasante requiere de corto tiempo para percibir dicha zona y reaccionar iniciando la maniobra.
3. El vehículo rebasante acelera durante la maniobra y su velocidad promedio durante la ocupación del carril izquierdo es de 16 km por hora, mayor a la del vehículo rebasado.
4. Cuando el vehículo rebasante regresa a su propio carril del lado derecho, existe un espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario por el otro carril. [8]

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

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

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

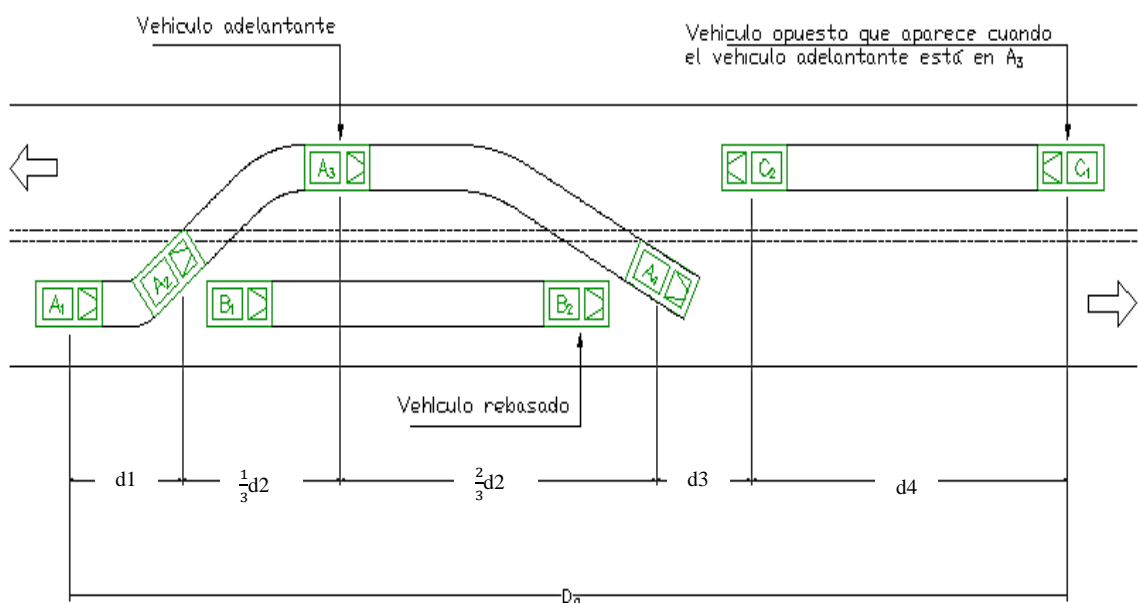
d_3 = distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra. Asumir de 30m a 90m.

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

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

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

Gráfico N°13: Distancia de visibilidad de rebasamiento



Fuente: SlideShare [27]

2.3.6.3. Alineamiento Vertical

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales. [8]

A. 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.

De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, en el siguiente cuadro se indican de manera general las gradientes medias máximas que pueden adoptarse.

Tabla N°12: 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 > 8000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I	3000 a 8000 TPDA	3	4	6	3	5	7
II	1000 a 3000 TPDA	3	4	7	4	6	8
III	300 a 1000 TPDA	4	6	7	6	7	9
IV	100 a 300 TPDA	5	6	8	6	8	12
V	Menos de 100 TPDA	5	6	8	6	8	14

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003). [8]

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

Para gradientes del: 8 – 10%, la longitud máxima será de: 1000m

10 – 12%, la longitud máxima será de: 500m

12 – 14%, la longitud máxima será de: 250m

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). [8]

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 lluvia. [8]

B. Curvas verticales

Las curvas verticales pueden ser de cualquiera de los tipos indicados en la siguiente tabal. La curva vertical preferida en el diseño del perfil de una carretera es la parábola simple que se aproxima a una curva circular.

Por otro lado, debido a que la medida de las longitudes en una carretera se hace sobre un plano horizontal y las gradientes son relativamente planas, prácticamente no hay error alguno al adoptar la parábola simple con su eje vertical centrado en el PIV.

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. [8]

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:

$$L = \frac{AS^2}{426}$$

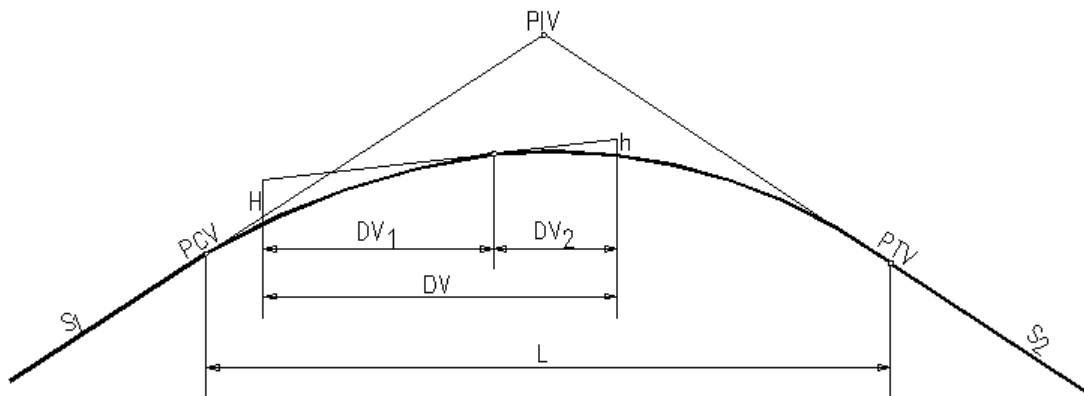
En donde:

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. [8]

Gráfico N°14: Curva vertical convexa



Fuente: Topografía general [28]

Tabla N°13: Valores mínimos del coeficiente “K” para curvas convexas mínimas

Clase de carretera	Valor recomendable			Valor absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I O R-11 > 8000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I 3000 a 8000 TPDA	80	60	28	60	28	12
II 1000 a 3000 TPDA	60	43	19	43	28	7
III 300 a 1000 TPDA	43	28	12	28	12	4
IV 100 a 300 TPDA	28	12	7	12	3	2
V Menos de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003). [8]

Curvas verticales cóncavas

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

La siguiente fórmula indica la relación entre la longitud de la curva, la diferencia algebraica de gradientes y la distancia de visibilidad de parada.

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

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

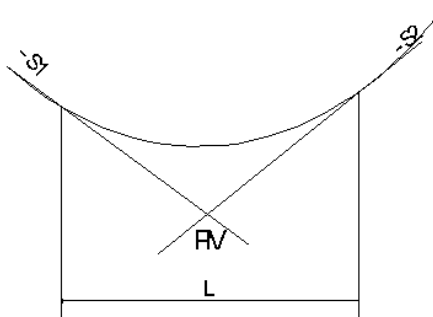
$$L = K * A$$

Donde:

L= longitud de la curva vertical cóncava (m)

A= diferencia algebraica de las gradientes (%). [8]

Gráfico N°15: Curva vertical cóncava



Fuente: Topografía general [28]

Tabla N°14: Valores mínimos del coeficiente “K” para curvas cóncavas mínimas.

Clase de carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I O R-11 > 8000 TPDA	52	46	32	46	32	24
I 3000 a 8000 TPDA	43	38	24	38	24	13
II 1000 a 3000 TPDA	38	31	19	31	24	10
III 300 a 1000 TPDA	31	24	13	24	13	6
IV 100 a 300 TPDA	24	13	10	13	5	3
V Menos de 100 TPDA	13	10	6	10	5	3

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003). [8]

C. Combinación de los alineamientos verticales y horizontales

Se puede obtener una adecuada combinación del alineamiento horizontal y del perfil vertical mediante un apropiado estudio de ingeniería, tomando en cuenta los siguientes puntos:

1. Se debe evitar un alineamiento horizontal constituido por tangentes y curvas de grandes radios a cambio de gradientes largas y empinadas, así como también un alineamiento con curvas de radios pequeños y con gradientes casi planas. Un buen diseño se consigue conciliando los dos criterios para lograr seguridad, capacidad, facilidad y uniformidad de operación de los vehículos.
2. No deben introducirse curvas horizontales agudas en o cerca de la cima de curvas verticales convexas pronunciadas. Esto se puede evitar haciendo que la curva horizontal sea más larga que la curva vertical.
3. Se deben evitar curvas horizontales agudas en o en las inmediaciones del punto más bajo de las curvas verticales cóncavas que sean pronunciadas.
4. En carreteras de dos carriles, la necesidad de dotarlas de tramos para rebasamiento de vehículos a intervalos frecuentes, prevalece sobre la conveniencia de la composición de los alineamientos horizontal y vertical.
5. Es necesaria la provisión de curvas de grandes radios y gradientes suaves, a la medida que sea factible en la vecindad de las intersecciones de carreteras.
6. En el diseño de autopistas rurales deben estudiarse las ventajas de la localización de las dos calzadas de una sola vía en forma independiente, haciendo variar el ancho de la isla central para adaptar las calzadas al terreno en la manera más eficaz.

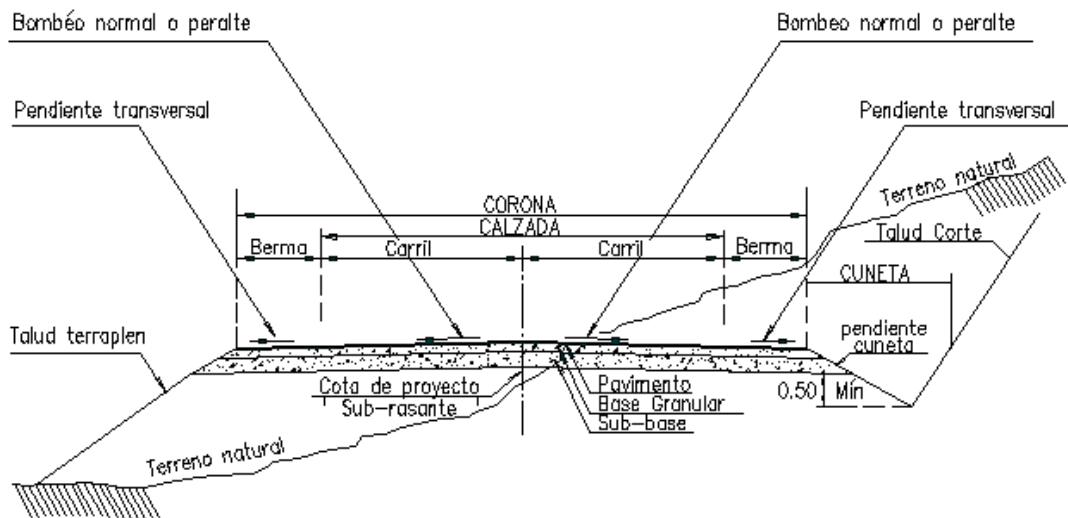
Es muy importante que la coordinación entre el alineamiento horizontal y el perfil vertical se efectúe durante el diseño preliminar, ajustado el uno o el otro hasta obtener el resultado más conveniente en base a un análisis gráfico de los varios elementos que influyen en un diseño equilibrado. [8]

2.3.6.4. Sección Transversal

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. Al determinar los varios elementos de la sección transversal, es imperativo el aspecto de seguridad para los usuarios de la carretera que se diseña. [8]

Gráfico N°16: Sección Transversal de una vía



Fuente: Cueva del civil [29]

Definiciones:

Calzada: esta es la parte de la carretera destinada a la circulación de un vehículo, y se compone de un cierto número de carriles.

Corona: es la parte del camino comprendida o que queda entre los hombros del camino o las aristas interiores de la cuneta, esta queda representada por una línea en la sección transversal.

Cuneta: estos son los canales construido s en tramos en corte a uno o ambos lados de la corona.

Talud: es la inclinación del parámetro de los cortes o los terraplenes, es también la superficie que en corte queda comprendida entre la línea de ceros y el fondo de la cuneta.

Espaldón: parte de la vía contiguo a la calzada, que sirve de protección a los efectos de la erosión. Destinado eventualmente a la detención de vehículos de emergencia.

Carril: es la franja longitudinal en que puede estar dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, y con anchura suficiente para la circulación de una fila de automóviles que no sean motocicletas. El conjunto de los carriles de una carretera forman la calzada.

Pendiente transversal o Bombeo: es la inclinación que se da a la superficie de rodadura para evacuar rápidamente hacia los colectores y drenajes toda el agua superficial que cae sobre la superficie de rodadura; para drenar el agua superficial, se recomiendan los valores de inclinación en función a la calidad y tipo de superficie de rodadura. [29]

Tabla N°15: Valores de bombeo recomendables

Tipo de pavimento o de calzada	Pendiente transversal (%)	
	Zona húmeda	Zona seca
Pavimento de hormigón	2 – 1,50	2 – 1,50
Pavimento flexible de alta calidad	2,50 – 2	2
Pavimentos porosos	3 – 2,50	2,50 – 2
Calzadas no pavimentos	4 – 3	3,50 – 2,50

Fuente: Cueva del civil [29]

A. Ancho de la sección transversal típica

El ancho de la sección transversal típica está constituido por el ancho de:

- a. Pavimento
- b. Espaldones
- c. Taludes interiores
- d. Cunetas

Extendiéndose hasta el límite de los taludes exteriores.

En vías con características topográficas de montaña se recomienda colocar la cuneta a 30 cm de profundidad con respecto a la rasante y no de la subrasante para esto habrá que necesariamente revestir la cuneta para proteger el pavimento del camino.

Con la cuneta así ubicada, la lateral del corte será menor y por ende, será menor el volumen del movimiento de tierras, lo que abarata los costos de construcción.

El ancho del pavimento se determina en función del volumen y composición del tráfico (dimensiones del vehículo de diseño) y de las características del terreno.

Para un alto volumen de tráfico o para una alta velocidad de diseño, se impone la provisión del máximo ancho de pavimento económicamente factible. Para un volumen de tráfico bajo o para una velocidad de diseño baja, el ancho del pavimento debe ser el mínimo permisible.

En el siguiente cuadro se indican los valores de diseño para el ancho del pavimento en función de los volúmenes de tráfico, para el Ecuador.

Tabla N°16: Anchos de la Calzada

Clase de carretera	Ancho de la calzada (m)	
	Valor recomendable	Valor absoluto
R-I O R-11 > 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 MOP (2003). [8]

Taludes

Los taludes en corte y 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.

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 siguiente cuadro [8]:

Tabla N°17: Valores de taludes para terrenos planos

Valores de Diseño Recomendables de los Taludes en Terrenos Planos		
Clase de Carretera	Talud	
	Corte	Relleno
R-I o R-II > 8000 TPDA	3:1 * **	4:1
I 3000 a 8000 TPDA	3:1	4:1
II 1000 a 3000 TPDA	2:1	3:1
III 300 a 1000 TPDA	2:1	2:1
IV 100 a 300 TPDA	1,8 – 1:1	1,5 – 2:1
V menos de 100 TPDA	1,8 – 1:1	1,5 – 2:1

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003). [8]

Donde:

C = Corte

R = Relleno

* = horizontal

** = vertical

2.3.7. Pavimentos

Definición de pavimentos

El pavimento es una estructura de cimentación formada por una o más capas, sobre la que actúan cargas repetidas en su superficie y que debe ser capaz de transmitir durante su vida útil las tensiones provocadas por las cargas hacia la subrasante y hacia los materiales constituidos de sus capas, de tal forma que no se superen las tensiones y deformaciones específicas admisibles. [30]

Objetivos de pavimento

La estructura del pavimento, está destinada a cumplir los siguientes objetivos:

- a. Resistir y distribuir a las capas inferiores los esfuerzos verticales, provenientes del tráfico.
- b. Proporcionar comunicación vehicular entre dos puntos en todo tiempo.
- c. Proporcionar una superficie de rodamiento segura, lisa y confortable, sin excesivo desgaste.
- d. Resistir los esfuerzos horizontales, volviendo más durable la superficie.
- e. Satisfacer los requerimientos ambientales y estéticos.
- f. Brindar una razonable economía. [31]

Tipos de pavimentos

1. Pavimentos flexibles

Son aquellos pavimentos que se adaptan a las deformaciones del suelo sin que parezcan tensiones adicionales.

2. Pavimentos semi rígidos

Tiene una similitud al pavimento flexible, con la diferencia que una de sus capas está rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos.

3. Pavimentos rígidos

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

4. Pavimentos articulados

Están compuestos por una capa de rodadura elaborada con bloques de concreto prefabricado, llamado adoquines y también los empedrados. [31]

2.3.7.1. Estructura del pavimento

a. Suelo de fundación (subrasante)

La función de la subrasante es soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, además de considerarse cimentación del pavimento después de haber terminado el movimiento de tierras, haber compactado y dadas las pendientes especificadas. Entre mejor calidad se tenga en esta capa, el espesor del pavimento será más reducido y habrá un ahorro en costos sin mermar la calidad.

b. Sub – base

Capas, de espesor definido, de materiales que cumplen determinadas especificaciones, las cuales se colocan sobre una subrasante aprobada, para soportar la capa de base.

Esta capa cumple los siguientes objetivos:

- ✓ Servir de capa de drenaje del pavimento
- ✓ Controlar o eliminar en lo posible los cambios de volumen, elasticidad y disminuir la plasticidad que perjudican el material de la subrasante o terreno de fundación.
- ✓ Controlar la capilaridad del agua, proveniente de niveles freáticos infrayacentes cercanos.

c. Base

Es la capa que tiene por finalidad absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos, repartiendo uniformemente estos esfuerzos a la capa de sub-base y al terreno de fundación. Las bases pueden ser granulares o estar formadas por mezclas bituminosas, mezclas estabilizadas con cemento u otro material ligante.

Esta capa cumple los siguientes objetivos:

- ✓ Por su función estructural, reduce los esfuerzos cortantes que se transmiten hacia las capas inferiores.
- ✓ Ser resistentes a los cambios de humedad y temperatura.
- ✓ No debe presentar cambios de volumen.
- ✓ Reducir el espesor de la capa de rodadura.

d. Capa de rodadura

Tiene como función principal proteger la capa de base impermeabilizando su superficie para evitar las filtraciones del agua de lluvia. Evita el desgaste de la base debido al tráfico de vehículos y en algunos casos ayuda a aumentar la capacidad de soporte.

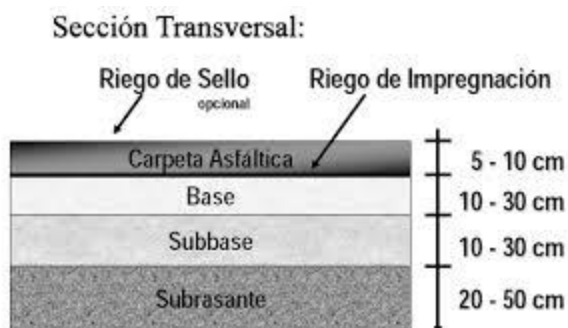
e. Rasante

Es la que corresponde a la superficie de rodadura e indica la línea de gradiente a nivel de la superficie de rodadura del camino. [31]

2.3.7.2. Pavimento Flexible

El diseño de pavimentos no está condicionado a un solo método, existiendo para el efecto una diversidad de los mismos, en cualquiera de los casos estos deberán estar fundamentados por los principios establecidos por la AASHTO.

Gráfico N°17: Pavimento Flexible



Fuente: Guía Sectorial: Pavimentos [32]

-Subrasante: “superficie superior de la obra básica, preparada como fundación de la estructura de pavimento y de los espaldones”.

-Sub-base: “Capas de espesor definido, de materiales que cumplan determinadas especificaciones, las cuales se colocan sobre la subrasante aprobada, para soportar la capa Base”.

-Base: “Capas de espesor definido, de materiales sujetos a determinadas especificaciones, colocada sobre la sub-base o la subrasante para soportar las capas de superficie o rodadura”.

-Capa de rodadura: “Capa superior de la calzada, de material especificado, designada para dar comodidad al tránsito. Debe tener características antideslizantes, ser impermeable y resistir a la abrasión que produce el tráfico y los efectos degradantes del clima. A veces se llama *capa de desgaste*”. [32]

Especificaciones técnicas para bases y sub-bases

Para poder elegir bien la base y la sub-base se da a conocer las características de cada una de ellas:

-Sub-base

a) **Clase 1:** son elaborados con la trituración de piedra o gravas, graduadas de grueso a fino, son obtenidas mediante un proceso industrial, posee irregularidades por lo que tiene mayor resistencia.

b) **Clase 2:** son elaborados por cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de grava.

c) **Clase 3:** son elaborados por materiales obtenidos de la excavación para la plataforma o minas, son de resistencia pobre.

Tabla N°18: Límites granulométricos para sub-bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	clase 1	clase 2	clase 3
3"(76.2mm)			100
2"(50.4mm)		100	
1½"(38.1mm)	100	70-100	
No.4"(4.75mm)	30-70	30-70	30-70
No.40"(0.425mm)	10-35	15-40	
No.200"(0.075mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: Especificaciones generales MOP (2002). [31]

- **Base:** este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

a) **Clase 1:** Elaborado con agregados gruesos y finos triturados en un 100% y obligatoriamente mezclados en sitio.

b) **Clase 2:** Elaboradas con un 50% o más de agregados gruesos triturados y mezclados obligatoriamente en planta.

c) **Clase 3:** Elaboradas por lo menos con un 25% o más de agregados gruesos triturados y mezclados obligatoriamente en planta.

d) **Clase 4:** Constituidas con bases obtenidas por tamizados de piedras o gravas. [31]

Tabla N°19: Límites granulométricos para bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	clase 1 tipo a	clase 2	clase 3	clase 4
2''(50.4mm)	100			100
1½''(38.1mm)	70-100			
1''(25.4mm)	55-85	100		60-90
¾''(19.0mm)	50-80	70-100	100	
3/8''(9.5mm)	35-60	50-80		
No.4''(4.75mm)	25-50	35-65	45-80	20-50
No.10''(2.00mm)	20-40	25-50	30-60	
No.40''(0.425mm)	10-25	15-30	20-35	
No.200''(0.075mm)	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: Especificaciones generales MOP (2002). [31]

Tabla N°20: Características de las sub-bases y bases

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

Fuente: Especificaciones generales MOP (2002). [31]

2.3.8. Clasificación de las estructuras de drenaje

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

- a) Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada;
- b) Controlar el nivel freático;
- c) Interceptar al agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la carretera; y
- d) Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía. [8]

2.3.8.1.Cunetas

Son canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o 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 o a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera. [8]

Localización, pendiente y velocidad

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

La siguiente tabla proporciona como norma de criterio la velocidad del agua, a partir de la cual se produce erosión en diferentes materiales. A pesar de los valores indicados, es práctica usual limitar la velocidad del agua en las cunetas a 3 m/s en zampeado y a 4 m/s en hormigón. [8]

Tabla N°21: Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales

Material	Velocidad m/s	Material	Velocidad m/s
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2
Arcilla arenosa	0.50	Grava gruesa	3.50
Arcilla ordinaria	0.85	Zampeado	3.4 – 4.5
Arcilla firme	1.25	Roca sana	4.5 – 7.5
Grava fina	2	Hormigón	4.5 – 7.5

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003). [8]

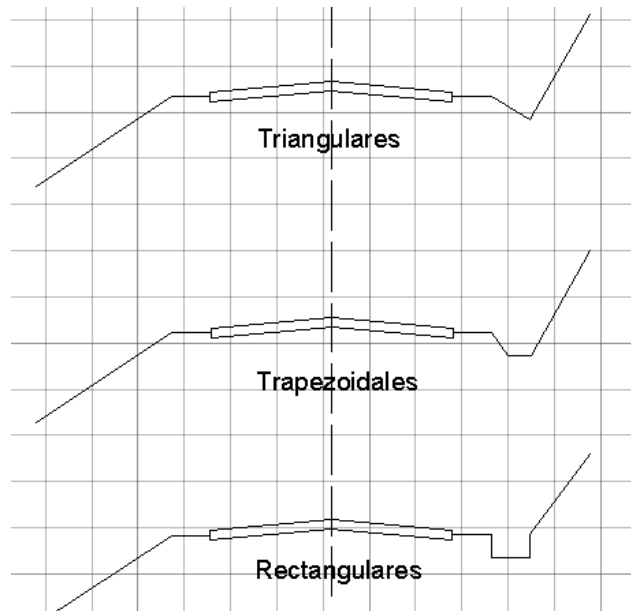
Forma de la sección

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

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

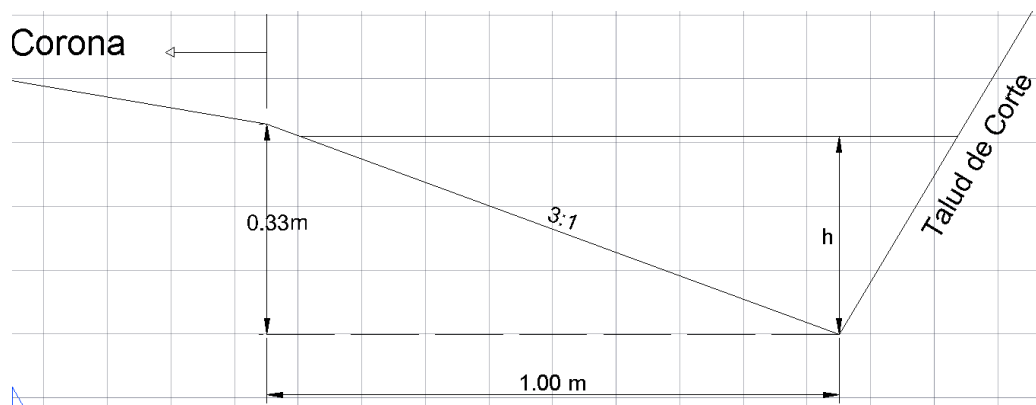
En las secciones triangulares se recomienda que el talud hacia la vía tenga como mínimo 3:1, preferentemente 4:1 y del lado del corte seguirá sensiblemente la inclinación del talud del mismo; considerando para el caso una lámina de agua no mayor a 30 cm. [8]

Gráfico N°18: Secciones típicas de cunetas.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003). [8]

Gráfico N°19: Dimensiones típicas de cunetas triangulares



Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003). [8]

2.3.8.2. Alcantarillas

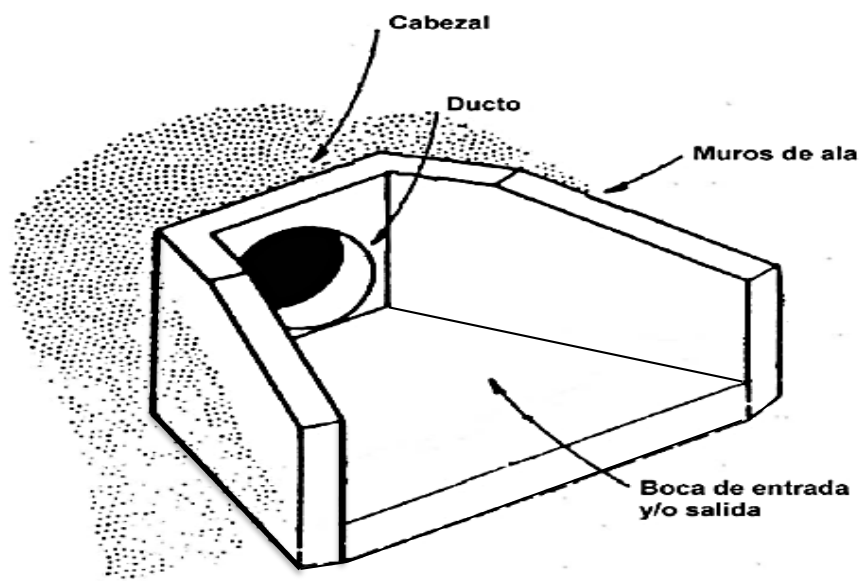
El diseño de alcantarillas deberá realizarse en función de las características de la cuenca hidráulica a ser drenada y de la carretera a la que prestará servicio. Como los sistemas de drenaje inciden en los costos de conservación y mantenimiento de las carreteras, es necesaria que las alcantarillas sean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

Las alcantarillas son conductos cerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversales y por debajo del nivel de subrasante de una carretera, con el objeto de conducir, hacia cauces naturales, el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos ó esteros, canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial de la carretera. [8]

Características generales

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.

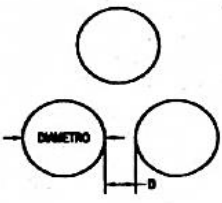
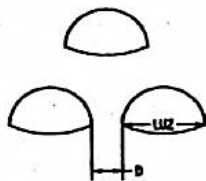
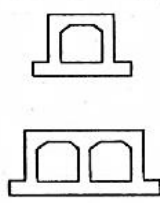
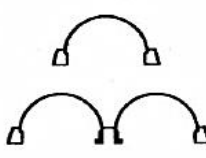
Gráfico N°20: elementos de una alcantarilla



Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003). [8]

De acuerdo con la forma de la sección transversal del ducto, las alcantarillas pueden ser: circulares, rectangulares, de arco, bóvedas ó de ductos múltiples

Gráfico N°21: Tipos comunes de alcantarillas y materiales.

TIPO DE ALCANTARILLA	SECCION TIPICA	MATERIALES COMUNES
TUBO CIRCULAR SIMPLE O MULTIPLE		HORMIGON ARMADO METAL ⁽¹⁾ CORRUGADO
TUBO EN ARCO, DE TRAMO SIMPLE O MULTIPLE		METAL ⁽¹⁾ CORRUGADO
ALCANTARILLA DE CAJON SIMPLE O MULTIPLE		HORMIGON ARMADO
BOVEDA SIMPLE O MULTIPLE		METAL ⁽¹⁾ CORRUGADO SOBRE BASE DE HORMIGON ARMADO

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003). [8]

Recopilación de información

Es conveniente reunir la mayor cantidad de información, concerniente a la zona de influencia del sitio de cruce; las fuentes de información pueden ser reconocimientos aéreos y/o terrestres, entrevistas, instituciones de recursos hidráulicos, diarios y estudios realizados con anterioridad. [8]

a) Datos topográficos.

El levantamiento topográfico proporcionará los datos suficientes para la localización de la alcantarilla deberán ubicarse; las características físicas

significativas, en la zona adyacente al sitio de cruce, especialmente, aquellas que podrían resultar afectadas por la instalación u operación de la alcantarilla.

b) Cuenca de drenaje.

La cuenca de drenaje de una corriente es el área que contribuye al escurrimiento y proporciona parte o todo el flujo del curso tributario. El área drenante es, por tanto, un factor importante para la estimación de la avenida de diseño y deberá ser cuidadosamente definida por medio de: a) fotografías aéreas, b) levantamiento topográfico, c) cartas topográficas del IGM y d) observaciones en el terreno.

c) Características del cauce.

Para disponer de una representación precisa del cauce será necesario obtener secciones transversales en el sitio probable de cruce, el perfil longitudinal y el alineamiento horizontal, así como las zonas de inundación. El perfil longitudinal se extenderá, a partir del sitio propuesto para la alcantarilla, tanto aguas arriba como aguas abajo, una distancia suficiente para definir la pendiente del cauce.

d) Información sobre niveles de agua.

Los datos disponibles de los niveles del agua (nivel de aguas máximas extraordinarias -NAME, nivel de aguas máximas ordinarias - NAMO, nivel de aguas mínimas en estiaje -NAMIN) constituyen una valiosa ayuda para el diseño, aunque es conveniente evaluar apropiadamente esta información. En ocasiones, será necesario confiar en marcas del nivel de agua como única fuente de referencia de avenidas ocurridas. Los niveles de agua, proporcionados por las marcas, se pueden, utilizar también: a) para verificar los resultados obtenidos con los procedimientos aplicados para la estimar el caudal de diseño; y b) como referencia para establecer la rasante de la vía.

e) Estructuras existentes.

Cuando existan estructuras cercanas al sitio, sobre la corriente en estudio, se deberá investigar cuidadosamente su comportamiento hidráulico y su antigüedad, puesto que dichas estructuras constituyen verdaderos modelos hidráulicos a escala natural que permitirán contar con inmejorables elementos de juicio para definir las dimensiones de la estructura que se diseñará. [8]

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL PROYECTO

3.1. ESTUDIOS

3.1.1. Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en el kilómetro 45 vía Ambato – Guaranda, Parroquia de Pilahuín, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua, la cual inicia en el sector de Payatambo Totora y termina en el sector de Atahualpa, la vía en estudio tiene una longitud total de 4.605 km.

Tabla N°22: Coordenadas de la ubicación del proyecto (WGS84)

Sector	Abscisa	Norte (m)	Este (m)	Cota (m.s.n.m.)
Inicio: Payatambo Totora	Km 0+000	9848051.49	741464.89	4117.75
Fin: Atahualpa	Km 4+605.60	9851320.96	740041.97	3917.29

Fuente: Google Earth [33]

Límites del proyecto:

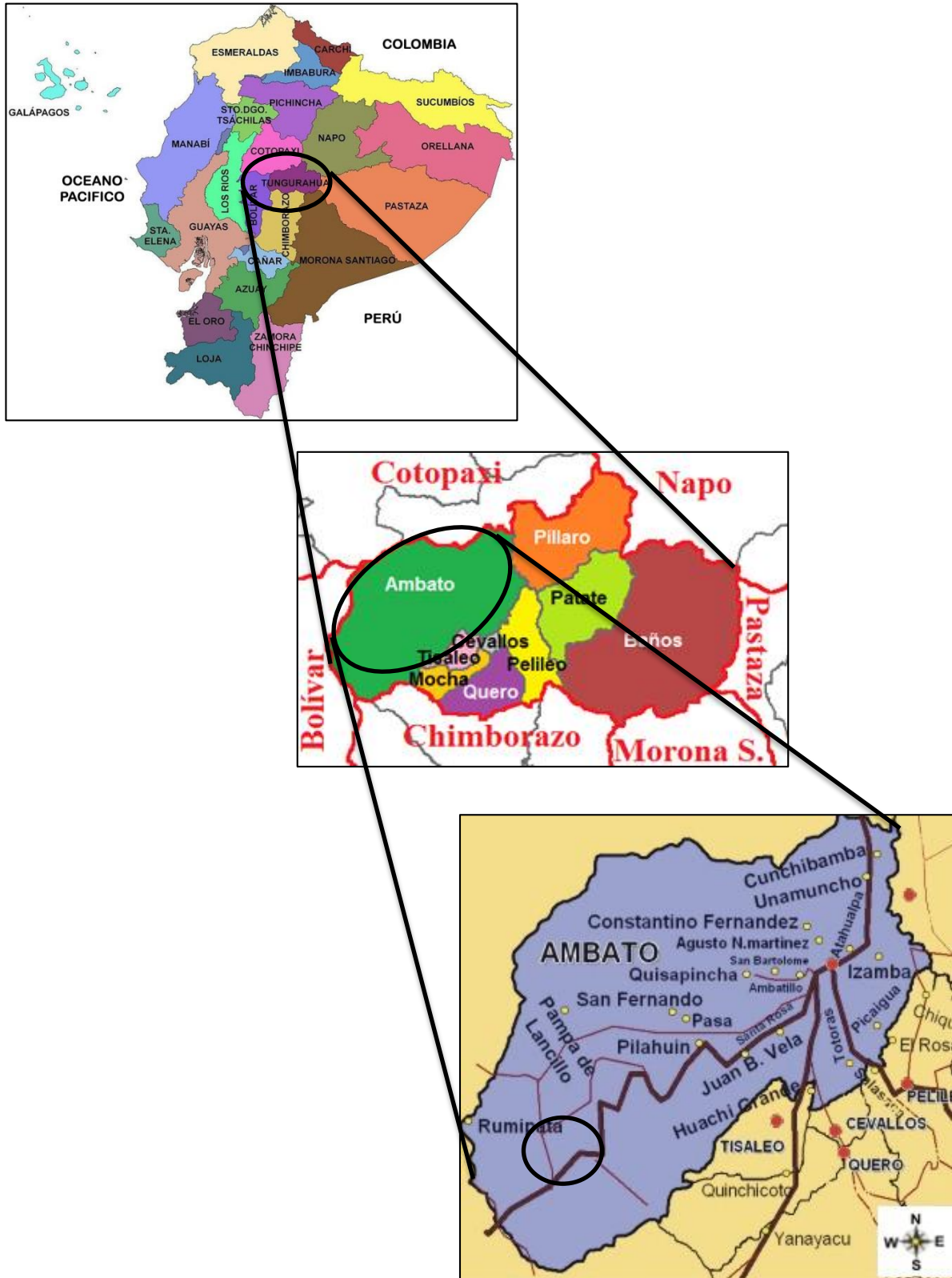
Norte: Parroquia de San Fernando

Sur: Provincia de Chimborazo

Este: Parroquia de Juan Benigno Vela

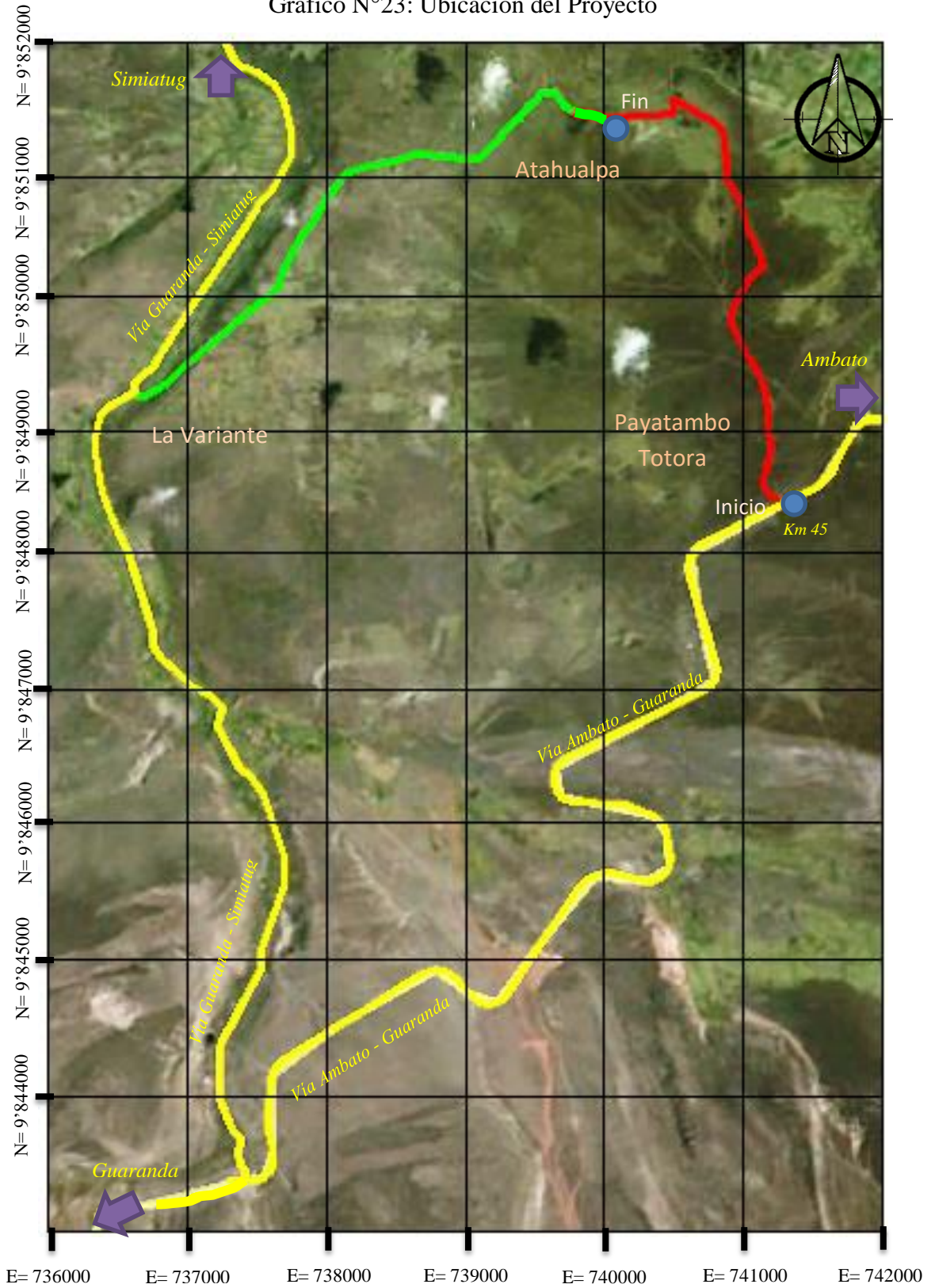
Oeste: Provincia de Bolívar

Gráfico N°22: Ubicación del proyecto a nivel de parroquia



Fuente: Viajando X [34]

Gráfico N°23: Ubicación del Proyecto



Fuente: Google Earth [33]

Estudio Topográfico

El levantamiento topográfico se realizó con antenas satelitales Ashtech promark 100, se inició en la comunidad de Payatambo Totorá (km 0+000) y se concluyó en la comunidad de Atahualpa (km 4+605.60) en la cual se tomó los puntos del eje de la vía existente y a un ancho de faja de 50 metros a cada lado de la vía desde el eje de la vía.

Los datos obtenidos con el equipo fueron ubicación, coordenadas y elevación con los cuales se realizó el diseño geométrico de la vía entre los sectores de Payatambo Totorá y Atahualpa. El estudio topográfico realizado da como resultado una topografía de tipo montañoso, con una sumatoria promedio de 12% en la sección del perfil longitudinal.

3.1.2. Estudio de tráfico

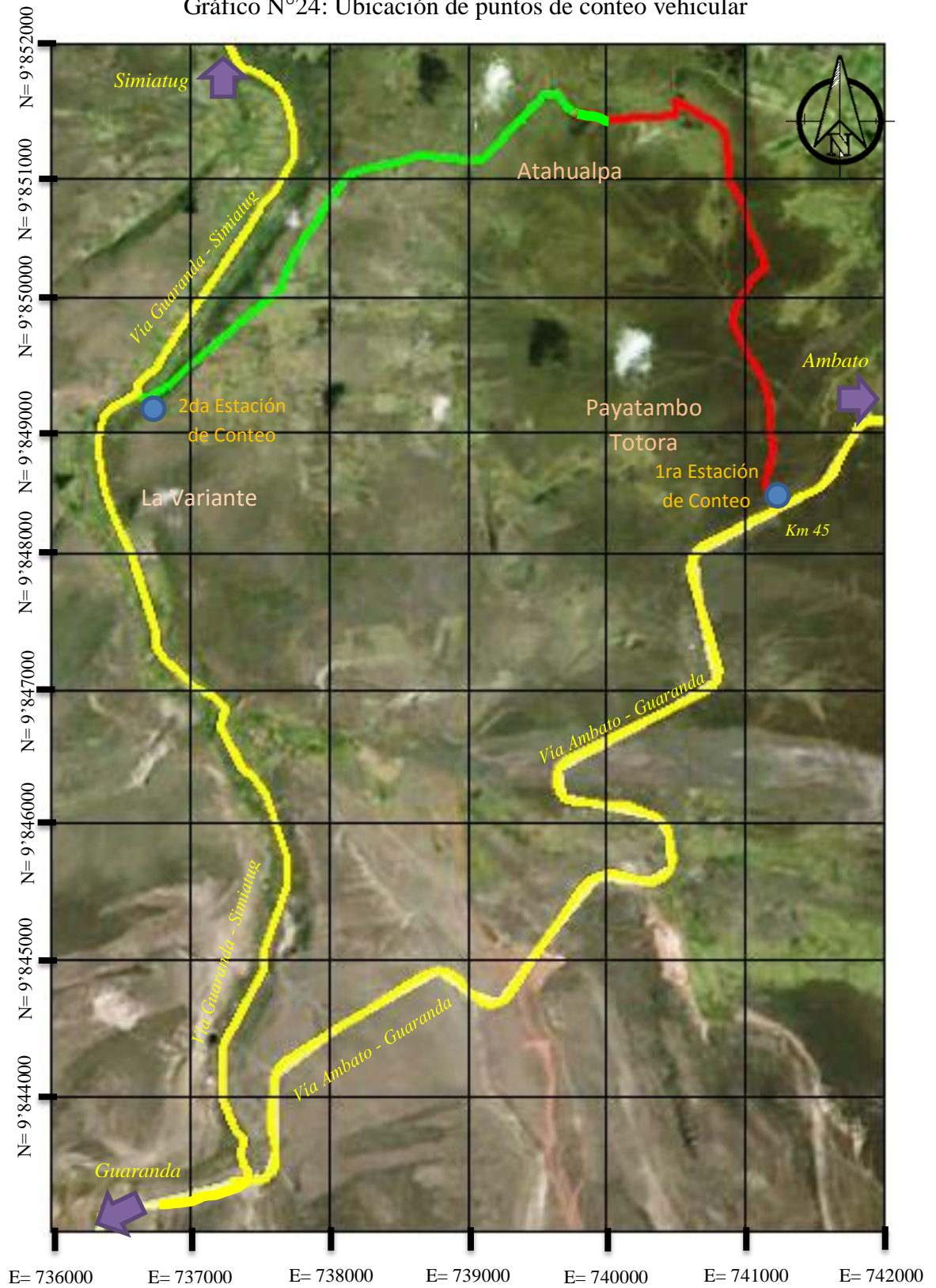
Para determinar el volumen de vehículos que circulan por la vía se realizó un conteo manual en los dos sentidos de circulación durante 5 días consecutivos desde las 6:00 am hasta las 18:00 pm (12 horas) en intervalos de 15 minutos lo cual ayudó a determinar la hora pico en la vía, el conteo se realizó en el sector de Payatambo Totorá. Obteniendo que el día de mayor tránsito es el lunes 11 de enero del 2016, en la hora pico de: 6:00 am – 7:00 am.

Tabla N°23: Volumen vehicular durante la hora pico

Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total /15 min
			2 ejes	3 ejes	4 ejes	
6:00 - 6:15	2	0	1	0	0	3
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	1
6:30 - 6:45	3	0	1	0	0	4
6:45 - 7:00	2	0	0	0	0	2
Sumatoria	8	0	2	0	0	10

Como se puede observar en el cuadro el mayor volumen de circulación es de 8 vehículos livianos y 2 camiones de dos ejes teniendo un tráfico de 10 vehículos.

Gráfico N°24: Ubicación de puntos de conteo vehicular



Fuente: Google Earth [33]

Gráfico N°25: Día Lunes de mayor tránsito vehicular

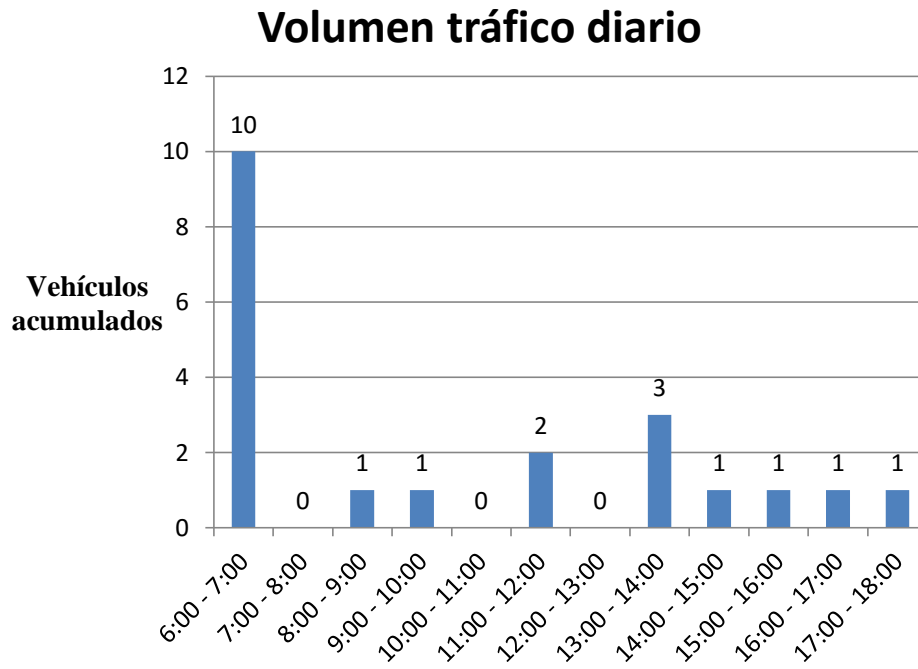
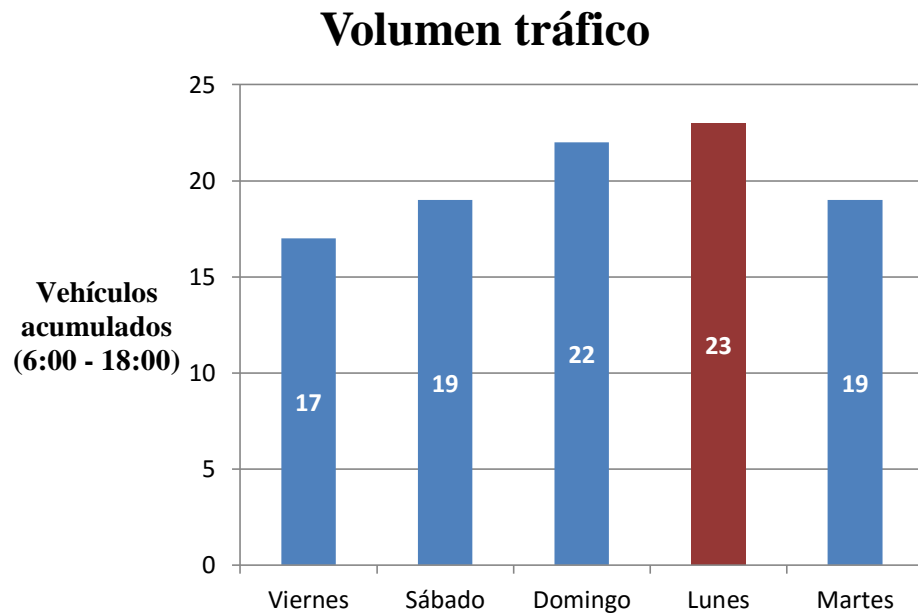


Gráfico N°26: Volumen de tráfico en los días de conteo



3.1.2.1. Cálculo del factor hora pico

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

Donde:

Q = Total de vehículos en la hora pico

$Q_{15\text{m}\acute{a}\text{x}}$ = Vehículos de los 15 minutos más altos de la hora pico.

$$FHP = \frac{10}{4 * 4} = 0,625$$

Para el proyecto se consideró un valor de FHP = 1 para obtener un tránsito uniforme.

[8]

3.1.2.2. Cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

Se calculó el TPDA mediante el método de la 30va hora de diseño que normalmente se encuentra entre el 12% y 18% del TPDA en el caso de las carreteras rurales de la cual se tomó un promedio del 15% de TPDA.

Vías urbanas 8% - 12% (10%) Vías Rurales 12% - 18% (15%)

El estudio se realizó con la hora pico determinada anteriormente.

$$TPDA_{\text{actual}} = \frac{VHP * FHP}{K}$$

Donde:

VHP = Volumen de vehículo durante la hora pico.

FHP = Factor de hora pico.

K = Porcentaje de la 30ava hora de diseño.

- **Vehículos Livianos**

$$TPDA_{\text{actual}} = \frac{8 * 1}{15 \%}$$

TPDA actual = 54 vehículos/día

- **Camiones**

$$\text{TPDA actual}_{c-2-p} = \frac{2 \times 1}{15 \%}$$

$$\text{TPDA actual}_{c-2-p} = 14 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$\text{Tr\u00e1fico Actual} = \text{TPDA}_L + \text{TPDA}_B + \text{TPDA}_C$$

$$\text{Tr\u00e1fico Actual} = 54 + 0 + 14$$

$$\text{Tr\u00e1fico Actual} = 68 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

- **Tr\u00e1fico por Desarrollo**

$$\text{TPDA por Desarrollo} = 5\% \text{ tr\u00e1fico actual}$$

- **Veh\u00edculos livianos**

$$\text{TPDA por Desarrollo}_L = 5\% * 54$$

$$\text{TPDA por Desarrollo}_L = 3 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

- **Veh\u00edculos pesados**

$$\text{TPDA por Desarrollo}_{c-2-p} = 5\% * 14$$

$$\text{TPDA por Desarrollo}_{c-2-p} = 1 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

- **C\u00e1lculo del TPDA Atra\u00edo**

$$\text{TPDA atra\u00edo} = 10\% \text{ tr\u00e1fico actual}$$

- **Veh\u00edculos livianos**

$$\text{TPDA atra\u00edo}_L = 10\% * 54$$

$$\text{TPDA atra\u00edo}_L = 6 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

- **Camiones**

TPDA atraído $c-2-p = 10\%$ 14

TPDA atraído $c-2-p = 2$ vehículos/día [8]

➤ **TPDA 1^{er} Año**

- **Vehículos Livianos**

TPDA 1^{er} Año $L = TPDA \text{ actual } L * (1 + i)^n$

TPDA 1^{er} Año $L = 54 * (1 + 3,97\%)^1$

TPDA 1^{er} Año $L = 57$ vehículos/día

- **Camiones**

TPDA 1^{er} Año $c-2-p = TPDA \text{ actual } c-2-p * (1 + i)^n$

TPDA 1^{er} Año $c-2-p = 14 * (1 + 1,94\%)^1$

TPDA 1^{er} Año $c-2-p = 15$

➤ **TPDA Generado**

TPDA Generado = 20% TPDA (1 año)

- **Vehículos Livianos**

TPDA Generado $L = 20\%$ 57

TPDA Generado $L = 12$ vehículos/día

- **Camiones**

TPDA Generado $c-2-p = 20\%$ 15

TPDA Generado $c-2-p = 3$ vehículos/día

Tabla N°24: Resumen del TPDA

Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)						
Tipo	Tráfico actual	TPDA 1 ^{er} Año	TPDA Generado (20%)	TPDA Atraído (10%)	TPDA por Desarrollo (5%)	TPDA Actual Total
Livianos	54	57	12	6	3	75
Buses	0	0	0	0	0	0
Camiones	14	15	3	2	1	20
Total						95

3.1.2.3. Tráfico Futuro o Proyectado

El tráfico proyectado que circulará por las vías en estudio se lo realizó para un periodo de diseño de 20 años. Aplicando la siguiente fórmula:

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

Donde:

T_f = Tráfico Futuro

T_a = Tráfico Actual

i = Tasa de crecimiento

n = Número de años de proyección

- **Tráfico futuro Vehículos Livianos**

$$T_{fL} = T_{aL} * (1 + i)^n$$

$$T_{fL} = 75 * (1 + 3,25\%)^{20}$$

$$T_{fL} = 143 \text{ vehículos/día}$$

- **Tráfico futuro Camiones**

$$T_{f_{c-2-p}} = T_{a_{c-2-p}} * (1 + i)^n$$

$$T_{f_{c-2-p}} = 20 * (1 + 1,58\%)^{20}$$

$$T_{f_{c-2-p}} = 28 \text{ vehículos/día}$$

Tráfico futuro para los 20 años = 171 vehículos/día

Tabla N°25: Tráfico Futuro TPDA

Años	% Crecimiento			Tráfico Promedio Diario Anual				W18 Acumulado	W18 Carril de Diseño
	Livianos	Buses	Pesados	TPDA total	Livianos	Buses	Pesados c-2-p		
2016	3,97	1,97	1,94	95	75	0	20	9,42E+03	4,71E+03
2017	3,97	1,97	1,94	99	78	0	21	1,93E+04	9,65E+03
2018	3,97	1,97	1,94	103	82	0	21	2,92E+04	1,46E+04
2019	3,97	1,97	1,94	107	85	0	22	3,96E+04	1,98E+04
2020	3,97	1,97	1,94	110	88	0	22	4,99E+04	2,50E+04
2021	3,57	1,78	1,74	112	90	0	22	6,03E+04	3,01E+04
2022	3,57	1,78	1,74	116	93	0	23	7,11E+04	3,55E+04
2023	3,57	1,78	1,74	119	96	0	23	8,19E+04	4,10E+04
2024	3,57	1,78	1,74	123	100	0	23	9,28E+04	4,64E+04
2025	3,57	1,78	1,74	127	103	0	24	1,04E+05	5,20E+04
2026	3,25	1,62	1,58	128	104	0	24	1,15E+05	5,77E+04
2027	3,25	1,62	1,58	131	107	0	24	1,27E+05	6,33E+04
2028	3,25	1,62	1,58	136	111	0	25	1,38E+05	6,92E+04
2029	3,25	1,62	1,58	139	114	0	25	1,50E+05	7,51E+04
2030	3,25	1,62	1,58	143	118	0	25	1,62E+05	8,10E+04
2031	3,25	1,62	1,58	148	122	0	26	1,74E+05	8,71E+04
2032	3,25	1,62	1,58	152	126	0	26	1,86E+05	9,32E+04
2033	3,25	1,62	1,58	157	130	0	27	1,99E+05	9,96E+04
2034	3,25	1,62	1,58	161	134	0	27	2,12E+05	1,06E+05
2035	3,25	1,62	1,58	165	138	0	27	2,25E+05	1,12E+05
2036	3,25	1,62	1,58	171	143	0	28	2,38E+05	1,19E+05

El tráfico proyectado de la vía en estudio para luego de 20 años será de 171 vehículos en el día y de acuerdo con las normas del MOP 2003 la vía se clasifica como una clase de carretera IV.

3.1.3. Estudio de Suelos

El estudio de suelos es un factor importante del cual se obtiene las características para realizar un buen diseño de pavimento.

La toma de las muestras se realizó excavaciones de calicatas de 1 metro de profundidad donde se obtuvo el suelo y se obtuvo una muestra por kilómetro: 0+500, 1+500, 2+500, 3+500, 4+500, de los cuales se tomaron muestras de aproximadamente 50 kg de cada una. Una vez obtenidas las muestras se procedió a ensayar en los laboratorios de estudio de suelos de la cual se obtuvo estos resultados:

3.1.3.1. Contenido de humedad natural

Tabla N°26: Resultados de contenidos de humedad

Abscisa	W% natural
Km 0+500	38,8%
Km 1+500	50,8%
Km 2+500	26%
Km 3+500	40,4%
Km 4+500	28,6%
Promedio	36,92%

3.1.3.2. Granulometría

Para determinar la granulometría se tomó en cuenta el sistema de clasificación de la SUCS como se muestra a continuación:

Tabla N°27: Resultados de Granulometría

Abscisa	Clasificación SUCS	Descripción
Km 0+500	SC	Arena arcillosa
Km 1+500	SC	Arena arcillosa
Km 2+500	SC	Arena arcillosa
Km 3+500	SC	Arena arcillosa
Km 4+500	SC	Arena arcillosa

3.1.3.3. Compactación

Tabla N°28: Resultados de compactación

Abscisa	Ensayos	
	Humedad óptima w óptimo	Densidad máxima Y máx (gr/cm ³)
Km 0+500	36%	1,218
Km 1+500	36%	1,221
Km 2+500	28,5%	1,310
Km 3+500	20%	1,610
Km 4+500	19%	1,650

3.1.3.4. C.B.R. puntual

Tabla N°29: Resultados de C.B.R. puntual

Abscisa	C.B.R. (%)
Km 0+500	3
Km 1+500	3,2
Km 2+500	10
Km 3+500	4
Km 4+500	12

3.1.3.5. C.B.R. de diseño

Luego de obtener los C.B.R. puntuales de cada muestra se procedió a calcular el C.B.R. de diseño para el proyecto. De acuerdo al Instituto de Asfalto que recomienda tomar un valor de 60%, 75% o el 87.5% de los valores individuales sean mayores o iguales que este valor. [35]

Tabla N°30: Valor percentil para diseño de subrasantes de acuerdo al nivel de tránsito

N° de ejes de 8.2 tn en el carril de diseño	% a seleccionar para hallar la resistencia
$< 10^4$	60
$10^4 - 10^6$	75
$> 10^6$	87.5

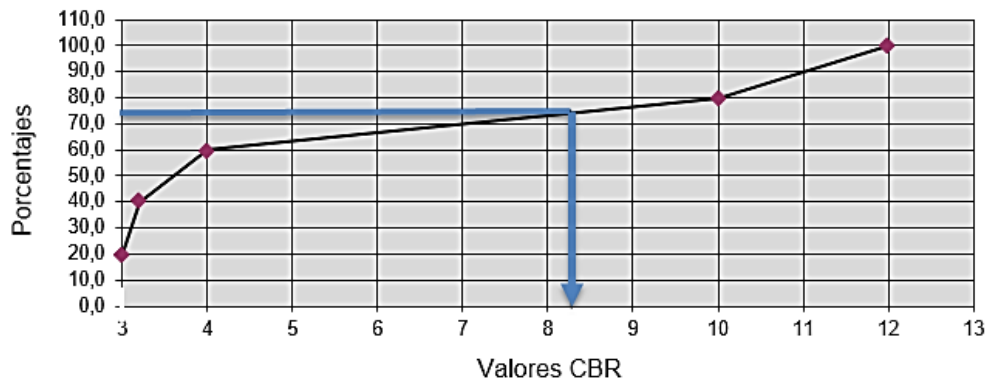
Fuente: Instituto del Asfalto [35]

Para el proyecto se obtuvo un valor de ejes equivalentes de 237779.25, por lo tanto se tomó el 75% como percentil para encontrar el valor de C.B.R de diseño.

Tabla N°31: Distribución de CBR

Abscisa	Muestra	CBR	Porcentaje (%)	
Km 4+500	#5	12	100,0	Observaciones: El percentil utilizado es del 75%
Km 2+500	#3	10	80,0	
Km 3+500	#4	4	60,0	
Km 1+500	#2	3,2	40,0	
Km 0+500	#1	3	20,0	

Gráfico N°27: C.B.R. de diseño



El valor del C.B.R de diseño de acuerdo al 75% de percentil es de 8,3% lo cual según el código NEVI da como resultado un suelo adecuado ya que tiene más de 5%. [30]

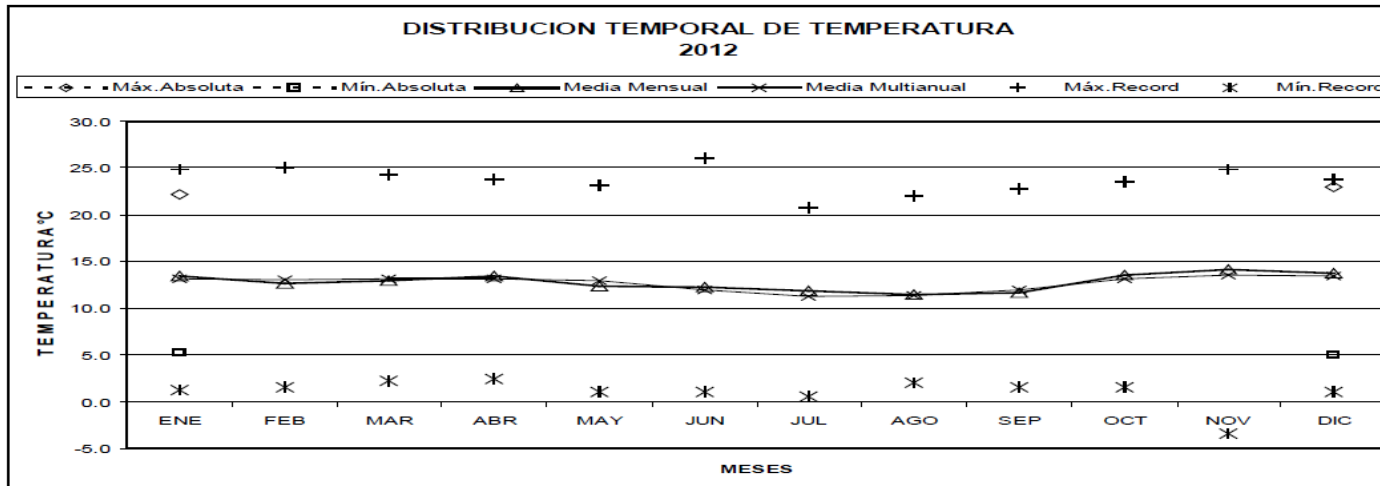
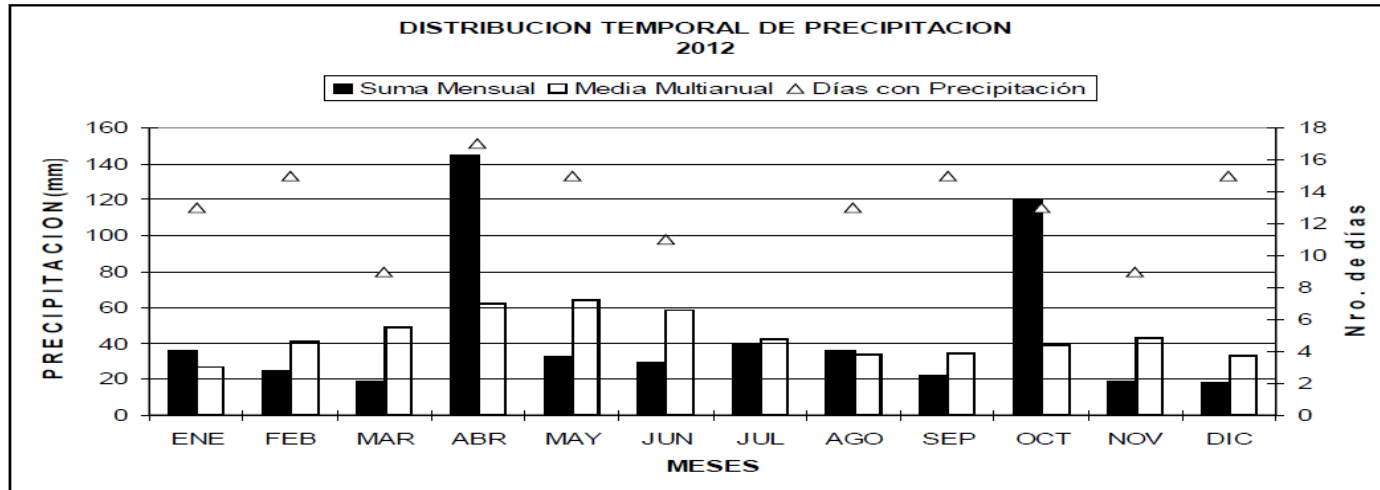
3.1.4. Estudios del clima

La parroquia de Pilahuín tiene un clima frío y su temperatura promedio es de 4°C.

Gráfico N° 28: Estadísticas de estaciones climatológicas

M0128																		PEDRO FERMIN CEVALLOS(COLEGIO)																		INAMHI		
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación																					
		ABSOLUTAS			M E D I A S			Máxima	dia	Mínima	dia			Media	Mensual	Máxima en 24hrs		dia																				
		Máxima	dia	Mínima	dia	Máxima	Mínima												Mensual																			
ENERO		22.2	3	5.2	24	19.0	8.3	13.4	100	11	38	24	76	9.0	11.5	35.5	8.7	14	13																			
FEBRERO						18.4	8.3	12.6	98	6	46	13	79	8.7	11.3	24.8	4.9	28	15																			
MARZO						18.7	8.3	12.9					77	8.8	11.3	18.5	5.7	23	9																			
ABRIL						18.7	8.3	13.4					78	9.3	11.7	144.7	97.7	8	17																			
MAYO						16.8	8.5	12.4					77	8.3	11.0	32.5	10.6	16	15																			
JUNIO						17.3	7.6	12.3	98	14	41	18	75	7.6	10.4	28.8	9.0	22	11																			
JULIO						16.4	7.5	11.9					75	7.4	10.4	39.3																						
AGOSTO						16.3	6.6	11.5					74	6.8	9.9	35.8	9.8	28	13																			
SEPTIEMBRE						16.5	6.2	11.7					74	7.0	10.1	22.1	8.6	9	15																			
OCTUBRE						19.1	8.2	13.5					75	8.7	11.3	120.3	38.0	24	13																			
NOVIEMBRE						20.3	8.3	14.1	96	5	37	30	73	8.9	11.5	18.8	7.3	4	9																			
DICIEMBRE		23.0	3	5.0	4	20.0	8.1	13.7					70	7.9	10.7	17.9	4.0	21	15																			
VALOR ANUAL						18.1	7.9	12.8					75	8.2	10.9	539.0																						

MES	EVAPORACION (mm)			NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Vel.Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)		
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs	dia		N (m/s)	NE		E		SE		S		SW		W		NW		CALMA %			Nro OBS	
						(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%					
ENERO	105.4	6.5	24	6	8.0	2	8.0	1	5.7	13	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	84	93	8.0	E		
FEBRERO	93.1	6.0	13	6	6.7	3	0.0	0	5.1	15	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	82	87	8.0	E		
MARZO	90.2			7																				
ABRIL	95.4	7.0	23	6	5.6	10	0.0	0	6.0	11	0.0	0	0.0	0	0.0	0	5.0	2	4.0	2	74	90	8.0	E
MAYO	73.4			7	8.0	1	6.0	2	5.6	25	0.0	0	8.0	1	0.0	0	4.0	1	0.0	0	70	93	8.0	E
JUNIO	100.0	5.5	12	6	4.0	1	0.0	0	6.3	22	8.0	1	6.0	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	74	90	10.0	E
JULIO	91.8			6																				
AGOSTO	96.6	6.0	23	6	4.3	7	3.3	3	6.2	28	0.0	0	4.0	1	4.0	1	0.0	0	0.0	0	60	93	12.0	E
SEPTIEMBRE	106.5	6.4	20	6	5.3	3	6.7	3	6.5	21	0.0	0	0.0	0	8.0	1	0.0	0	0.0	0	71	90	12.0	E
OCTUBRE	101.9	7.0	11	6																				
NOVIEMBRE	107.4	5.5	11	6	5.8	10	0.0	0	5.4	8	0.0	0	4.0	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	81	90	10.0	N
DICIEMBRE	104.1	5.5	2	6	6.4	17	0.0	0	6.0	11	0.0	0	4.0	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	71	93	10.0	N
VALOR ANUAL	1165.8			6																				



Fuente: INAMHI [36]

3.2. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

Para lo cual se procedió primero al cálculo de todos los parámetros necesarios que a continuación se muestra.

3.2.1. Diseño geométrico

Para la realización del diseño geométrico de la vía se trabajó bajo las especificaciones del manual de diseño geométrico del MOP 2003

3.2.1.1. Diseño Horizontal

a. Velocidad de diseño (Vd)

La velocidad de diseño 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. [8]

La velocidad de diseño del proyecto de acuerdo al tipo de terreno montañoso y de acuerdo al TPDA proyectado es de IV orden obteniéndose los siguientes valores:

- ✓ Velocidad recomendada: 50 km/h
- ✓ Velocidad absoluta: 25 km/h

De la cual se consideró una velocidad de diseño de: 40 km/h [8]

b. Velocidad de circulación (Vc)

Se calculó para un TPDA menor a 1000 con la siguiente fórmula:

$$V_c = 0.8 * V_d + 6.5$$

Donde:

Vc = Velocidad de circulación (Km/h)

Vd = Velocidad de diseño (Km/h)

$$V_c = 0.8 * 40 + 6.5$$

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

La velocidad de circulación de acuerdo al MOP 2003 para un volumen de tránsito bajo es de 37 Km/h [8]

c. Distancia de Visibilidad:

• **Distancia de visibilidad de parada**

$$d_p = d_1 + d_2$$

Donde:

d_p = Distancia de visibilidad de parada (m).

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

d_2 = Distancia de frenaje sobre la calzada a nivel (m).

$$d_1 = 0.7 V_c \qquad d_2 = \frac{V_c^2}{254 f} \qquad f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}}$$

$$d_1 = 0.7 * 40 \qquad d_2 = \frac{40^2}{254 * 0.38} \qquad f = \frac{1.15}{40^{0.3}}$$

$$d_1 = 28 \text{ Km/h} \qquad d_2 = 16.58 \text{ Km/h} \qquad f = 0.38$$

Distancia de visibilidad de parada:

$$d_p = 28 + 16.58$$

$$d_p = 44.58 \text{ m} \approx 45 \text{ m}$$

De acuerdo a la tabla N°11 la distancia de visibilidad de parada sugerida es de 40 m

• **Distancia de visibilidad de rebasamiento**

Para calcular la distancia de visibilidad de rebasamiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$d_r = 9.54V - 218 \qquad \text{Cuando: } 30 < V < 100$$

donde:

d_r = distancia de visibilidad para rebasamiento expresada en metros.

V = velocidad promedio del vehículo rebasante, expresada en kilómetros por hora.

En el siguiente cuadro se indican las diferentes distancias de visibilidad, calculadas con la fórmula anterior.

Tabla N° 32: Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo en función de la velocidad

V _d Km/h	Velocidad de los vehículos, Km/h.		Distancia mínima de rebasamiento, metros	
	Rebasado	Rebasante	Calculada	recomendada
25	24	40		(80)
30	28	44		(110)
35	33	49		(130)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830
120	94	110	831	830

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003. [8]

La velocidad del vehículo rebasante es de 51 Km/h de acuerdo a la tabla.

$$d_r = 9.54(51 \text{ km/h}) - 218$$

$$d_r = 268.54 \text{ m}$$

De acuerdo a la tabla N°32 la distancia recomendada es de 270 m para caminos vecinales.

d. Peralte

De acuerdo a la siguiente tabla con una vía en estudio de orden IV y velocidad de diseño de 40 Km/h, obtenemos un valor de peralte máximo del 8% para $V < 50$ Km/h

Tabla N° 33: 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	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽⁹⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁹⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁹⁾
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽⁹⁾	110	75	42	75	30	20 ⁽⁹⁾
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25	70	55	40	55	35	25
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110	290	210	150	210	150	110
Peralte	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	12	7	4	7	3	2
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3	13	10	6	10	5	3
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14	5	6	8	6	8	14
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0,5%																																			
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 ⁽⁵⁾											
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado											
Ancho de espaldones ⁽³⁾ 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 3E)											
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁶⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 3E)						---											
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 minimo 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 0 = 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 algebraica 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 $V_0 = 20$ 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.

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003. [8]

e. Radio mínimo de curva horizontales

Se calculó con la siguiente fórmula especificada en el MOP 2003:

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

Donde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V_d = Velocidad de diseño, Km/h

f = Coeficiente de fricción lateral.

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

En el siguiente cuadro se determina el coeficiente de fricción lateral:

Tabla N° 34: Radios mínimos de curvas en función del coeficiente de fricción lateral

Velocidad de diseño Km/h	“f” máxima	Radio mínimo cálculo				Radio mínimo recomendado			
		0.10	0.08	0.06	0.04	0.10	0.08	0.06	0.04
20	0.350		7.32	7.68	8.08		18	20	20
25	0.315		12.46	13.12	13.86		20	25	25
30	0.284		19.47	20.60	21.87		25	30	30
35	0.255		28.79	30.62	32.70		30	35	35
40	0.221		41.86	44.83	48.27		42	45	50
45	0.206		55.75	59.94	64.82		58	60	66
50	0.190		72.91	78.74	85.59		75	80	90
60	0.165	106.97	115.70	125.98	138.28	110	120	130	140
70	0.150	154.33	167.75	183.73	203.07	160	170	185	205
80	0.140	209.97	229.06	251.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.56	298.04	328.76	366.55	275	300	330	370
100	0.130	342.35	374.95	414.42	463.18	350	375	415	465
110	0.124	425.34	467.04	517.80	580.95	430	470	520	585
120	0.120	515.39	566.39	629.92	708.66	520	570	630	710

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003. [8]

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

- Aprovechar infraestructura existente.
- Relieve difícil.
- Caminos de bajo costo.

$$R = \frac{40^2}{127 (0.08 + 0.221)}$$

$$R = 41.86 \text{ m} \approx 42 \text{ m}$$

$$R_{\min} = 42\text{m}$$

f. Elementos de la curva horizontal

Se tomó la curva horizontal N°6 para el cálculo típico:

Datos obtenidos del Civilcad:

$$\Delta = 56^{\circ}38'42.95''$$

$$R = 98.75 \text{ m}$$

$$PC = 2+042.89 \text{ m}$$

Procedimiento:

- Grado de curvatura (G_c)

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

$$G_c = \frac{20 * 180}{\pi (98.75\text{m})}$$

$$G_c = 11.60^{\circ} = 11^{\circ}36'15''$$

- Longitud de la curva (L_c)

$$\frac{L_c}{2\pi R} = \frac{\Delta}{360}$$

$$L_c = \frac{\pi(98.75m)(56^\circ 38' 42.95'')}{180}$$

$$L_c = 97.62m$$

- Tangente de curva o subtangente (T)

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

$$T = 98.75m * \tan\left(\frac{56^\circ 38' 42.95''}{2}\right)$$

$$T = 53.22 \text{ m}$$

- External (E)

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

$$E = 98.75m * \left[\sec\left(\frac{56^\circ 38' 42.95''}{2}\right) - 1 \right]$$

$$E = 13.42 \text{ m}$$

- Flecha u ordenada media (M)

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

$$M = 98.75 * \left[1 - \cos\left(\frac{56^\circ 38' 42.95''}{2}\right) \right]$$

$$M = 11.82m$$

- Cuerda larga (Cl)

$$Cl = 2 * R * \text{sen} \left(\frac{\Delta}{2} \right)$$

$$Cl = 2 * 98.75 * \text{sen} \left(\frac{56^{\circ}38'42.95''}{2} \right)$$

$$Cl = 93.70\text{m}$$

- Con todos los elementos calculados procedemos a determinar el abscisado de los puntos principales de las curvas.

Tenemos:

$$PC = PI - T$$

$$PI = PC + T$$

Donde:

PC = punto de comienzo de la curva

PI = punto de intersección de la curva

PT = punto donde termina la curva

$$\begin{array}{r} PC = 2 + 042.89 \text{ m} \\ + T = \quad 53.22 \text{ m} \\ \hline PI = 2 + 96.11\text{m} \end{array}$$

$$PT = PC + Lc$$

$$\begin{array}{r} PC = 2 + 042.89 \text{ m} \\ + Lc = \quad 97.62 \text{ m} \\ \hline PT = 2 + 140.52\text{m} \end{array}$$

Para los demás valores de cada una de las curvas horizontales se detallan en los planos correspondientes.

g. Sobreancho en las curvas horizontales

De acuerdo al MOP 2003 se utiliza un sobreancho mínimo en las curvas horizontales de 0,31m de acuerdo a la velocidad de diseño de 40 km/h, pero para el proyecto se utilizó un sobreancho de 1m.

3.2.2. Alineamiento vertical

a. Gradiente máxima

De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, el MOP 2003 sugiere un valor para una clase de carretera tipo IV para un terreno montañoso entre 8% a 12% de la cual se tomó el valor recomendado de 12% cuya longitud máxima será de 500m.

b. Gradiente mínima

La gradiente mínima recomendada es de 0.5% de acuerdo a lo especificado en el MOP 2003.

c. Curvas verticales

Se tomó una curva vertical N°1 para el cálculo típico

Datos obtenidos del civilcad:

Abcisas:	Cotas:
PCV = 0+003.71	PCV = 4113.40
PIV = 0+028.71	PIV = 4113.24
PTV = 0+053.71	PTV = 4113.97

Donde:

PCV = Punto de comienzo de la curva vertical

PIV = Punto de intersección de la curva vertical

PTV = Punto final de la curva vertical

- Longitud de curva vertical L_{cv}

$$\frac{PTV = 0 + 053.71 - PCV = 0 + 003.71}{L_{cv} = 50 m}$$

- Longitud de entrada L_1 y salida L_2

En el proyecto todas las curvas verticales fueron simétricas

$$L_1 = L_2 = \frac{Lcv}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ m}$$

- Abscisa del punto de intersección de tangentes PIV

$$PIV = PCV + \frac{Lcv}{2}$$

$$\begin{array}{r} PCV = 0 + 003.71 \text{ m} \\ + \frac{Lcv}{2} = 25 \text{ m} \\ \hline PIV = 28.71 \text{ m} \end{array}$$

- Gradiente de entrada g_1 y salida g_2

$$g_1 = \frac{\text{Cotas (PIV-PCV)}}{\text{Abscisas (PIV-PCV)}} * 100 \rightarrow = \frac{4113.24-4113.40}{28.71-3.71} * 100 = -0.64\%$$

$$g_2 = \frac{\text{Cotas (PTV-PIV)}}{\text{Abscisas (PTV-PIV)}} * 100 \rightarrow = \frac{4113.97-4113.24}{53.71-28.71} * 100 = 2.92 \%$$

Como el primer valor es negativo nos indica que es una curva convexa.

d. Coeficiente “K”

La longitud de una curva vertical convexa y cóncava se la expresa de la siguiente manera:

$$L = K * A$$

Donde:

L = longitud de la curva

K = Coeficiente

A = Diferencia algébrica de gradientes

De acuerdo a las tablas N°13 y N°14 los coeficientes recomendados para la determinación de la longitud de las curvas verticales son:

- Curvas verticales convexas: $K= 2$ metros
- Curvas verticales cóncavas: $K= 3$ metros

La longitud mínima absoluta para las curvas verticales cóncavas y convexas se determina con la siguiente fórmula:

$$L_{\min} = 0.6 * V_d$$

$$L_{\min} = 0.6 * 40$$

$$L_{\min} = 24 \text{ m}$$

3.2.3. Sección transversal

La sección transversal típica a adoptarse depende exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera.

Está conformada por:

- Ancho de calzada
- Espaldones
- Gradiente Transversal

a. Ancho de la calzada

El ancho de calzada se determina en función del volumen y composición del tráfico (dimensiones del vehículo de diseño) y de las características del terreno.

De acuerdo a la tabla N°16 se utilizó un ancho de calzada para una clase de carretera tipo IV de 6 metros.

b. Espaldones

El ancho de espaldones se relaciona con el tipo de carretera recomendado para el Ecuador como se indica a continuación:

Tabla N°35: Valores de diseño para ancho de espaldones

Valores de diseño para el ancho de espaldones (metros)						
Clase de carretera	Ancho de espaldones (m)					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
R-I o R-11 > 8000 TPDA	3.00	3.00	2.50	3.00	3.00	2.00
I 3000 a 8000 TPDA	2.50	2.50	2.00	2.50	2.00	1.50
II 1000 a 3000 TPDA	2.50	2.50	1.50	2.50	2.00	1.50
III 300 a 1000 TPDA	2.00	1.50	1.00	1.50	1.00	0.50
IV 100 a 300 TPDA	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
V Menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)					

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP (2003). [8]

c. Gradiente transversal

De acuerdo a la tabla N°33 se utilizó una gradiente transversal para una clase de carretera tipo IV de 2.5% – 4.0%

3.2.4. Diseño del pavimento

El pavimento es la superficie de rodamiento para los distintos tipos de vehículos, formada por el agrupamiento de capas de distintos materiales destinados a distribuir y transmitir las cargas aplicadas por el tránsito al cuerpo de terraplén. Existen dos tipos de pavimentos: los flexibles (de asfalto) y los rígidos (de concreto). La diferencia entre estos tipos de pavimentos es la resistencia que presentan a la flexión. [37]

La metodología más utilizada actualmente es la guía para el diseño de estructuras de pavimentos AASHTO-93 (Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transportes Oficiales), este es un método semi-empírico donde incluyen las siguientes variables:

- ✓ W18: número de aplicaciones de cargas equivalentes de 80 KN acumuladas en el período de diseño (n)
- ✓ Zr: valor del desviador en una curva de distribución normal, función de la confiabilidad del diseño (R) o grado confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.
- ✓ So: desviación estándar del sistema, función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio.
- ✓ Δ PSI: pérdida de serviciabilidad (Condición de Servicio) prevista en el diseño, y medida como la diferencia entre la “planitud” (calidad de acabado) del pavimento al concluirse su construcción (Serviciabilidad Inicial PSIO) y su planitud al final del periodo de diseño (Servicapacidad Final PSIf).
- ✓ Mr: Módulo resiliente de la subrasante y de las capas de bases y sub-bases granulares, obtenido a través de ecuaciones de correlación con la capacidad portante (CBR) de los materiales (suelos y granulares).
- ✓ SN: Número Estructural, o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones de diseño. [38]

Para la realización del diseño del pavimento se utilizó el método AASHTO-93 ya que es el método más usado en nuestro país.

3.2.5. Método AASHTO-93 para pavimentos flexibles

El método AASHTO-93 como se lo conoce es uno de los más utilizados para el diseño de pavimentos flexibles, ya que para el diseño de la estructura considera las características físicas, la resistencia del suelo de fundación, la frecuencia o intensidad del tráfico vehicular y otras características.

La ecuación de diseño para pavimento flexible se basa en encontrar un número estructural SN que pueda soportar el nivel de carga solicitada y se lo determina con la siguiente fórmula: [38]

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_O + 9,36 \log_{10}(SN+1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10}(M_R) - 8,07$$

Donde:

W18 = Número de ejes equivalentes

Zr = Desviación estándar normal

So = Desviación estándar global

SN = Número Estructural

Δ PSI = Pérdida de Serviciabilidad prevista en el diseño

Mr = Módulo de resiliencia de la subrasante.

3.2.5.1. Número acumulado de ejes simples equivalente de 8,2 Tn (W18)

El AASHTO define como un eje equivalente, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8,2 Ton de peso, con neumáticos a la presión de 80 lb/pulg². Los ejes equivalentes son factores de equivalencia que representa el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de ejes que lo conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento. [38]

Tabla N°36: Tráfico Futuro TPDA

Tipo de Carretera	Período de Análisis (años)
Urbanas de alto volumen	30 a 50
Rural de alto volumen	20 a 50
Pavimentada de bajo volumen	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

La vía en estudio será diseñada para un periodo de diseño de entre 15 a 25 años ya que por la vía circularán aproximadamente 171 vehículos por día para la cual se considera un período de diseño de 20 años para vías pavimentadas de bajo volumen vehicular.

a. Factores de Daño (FD)

A continuación se presenta los factores de daño en función de los tipos de vehículos y las cargas útiles permisibles de pesos, medidas y peaje.

Tabla N°37: Factores de daño según tipo de vehículo

Tipo	Simple		Simple Doble		Tandem		Tridem		Factor Daño
	P (ton)	$\left(\frac{P}{6.6}\right)^4$	P (ton)	$\left(\frac{P}{8.2}\right)^4$	P (ton)	$\left(\frac{P}{15}\right)^4$	P (ton)	$\left(\frac{P}{23}\right)^4$	
BUS	4	0.13	8	0.91					1.04
C-2-P	2.5	0.02							1.29
	7	1.27							
C-2-G	6	0.68	11	3.24					3.92
C-3	6	0.68			18	2.07			2.76
C-4	6	0.68					25	1.40	2.08
C-5	6	0.68			18	4.15			4.83
C-6	6	0.68			18	2.07	25	1.40	4.15
C2-R3 2T3	6	0.68	11	6.48	18	2.07			9.23

Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

b. Factor de distribución por carril (DC)

El carril de diseño es aquel que recibe el mayor número de ejes equivalentes. Para un camino de dos carriles, cualquiera puede ser el carril de diseño, ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza en ese carril. Para caminos multicarril, el carril de diseño es el más externo, dado que los camiones y por lo tanto la mayor parte de los ejes equivalentes usan ese carril. [38]

Tabla N°38: Factor de distribución por carril

Número de carriles en una sola dirección	% De W_{18} en el carril de diseño (DC)
1	1.00
2	0.80 – 1.00
3	0.60 – 0.80
4	0.50 – 0.75

Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

c. Factor de distribución por Dirección

A continuación se indica la distribución del tráfico para cada dirección:

Tabla N°39: Factor de distribución por dirección

Número de carriles en ambas direcciones	% de vehículos en el carril de diseño (DD)
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

Se estima un 50% de vehículos para cada carril.

d. Cálculo del W₁₈ acumulado

Para el cálculo del número acumulado de ejes equivalentes aplicamos las siguientes fórmulas:

$$W_{18} = (NBuses * FDBuses + NC2P * FDC2P + NC2G * FDC2G + \dots) * 365$$

Donde:

W₁₈ = tránsito en el primer año, en ejes equivalentes sencillos de 8.2 ton.

N = número de vehículos pesados.

FD = Factor de daño de acuerdo al tipo de vehículo pesado.

Camiones C-2-P

$$W_{18} \text{ parcial} = 365 * TPDA * FD$$

$$W_{18} \text{ parcial} = 365 * 28 * 1.29$$

$$W_{18} \text{ parcial} = 13183.8$$

W₁₈ acumulado

$$W_{18} \text{ acumulado} = \sum W_{18} + W_{18} \text{ parcial}$$

$$W_{18} \text{ acumulado} = 2.25E+05 + 13183.8$$

$$W_{18} \text{ acumulado} = 2.38E+05$$

W₁₈ carril de diseño

$$W_{18} \text{ Carril de diseño} = W_{18} * Fd$$

Donde:

Fd = 50% debido a que la vía es de dos carriles

$$W_{18} \text{ carril de diseño} = 2.38E+05 * 0.50$$

$$W_{18} \text{ carril de diseño} = 1.19E+05$$

Tabla N°40: Valores de números de ejes equivalentes a 8,20 toneladas

Años	% Crecimiento			Tráfico Promedio Diario Anual				W18 Acumulado	W18 Carril de Diseño
	Livianos	Buses	Pesados	TPDA total	Livianos	Buses	Pesados c-2-p		
2016	3,97	1,97	1,94	95	75	0	20	9,42E+03	4,71E+03
2017	3,97	1,97	1,94	99	78	0	21	1,93E+04	9,65E+03
2018	3,97	1,97	1,94	103	82	0	21	2,92E+04	1,46E+04
2019	3,97	1,97	1,94	107	85	0	22	3,96E+04	1,98E+04
2020	3,97	1,97	1,94	110	88	0	22	4,99E+04	2,50E+04
2021	3,57	1,78	1,74	112	90	0	22	6,03E+04	3,01E+04
2022	3,57	1,78	1,74	116	93	0	23	7,11E+04	3,55E+04
2023	3,57	1,78	1,74	119	96	0	23	8,19E+04	4,10E+04
2024	3,57	1,78	1,74	123	100	0	23	9,28E+04	4,64E+04
2025	3,57	1,78	1,74	127	103	0	24	1,04E+05	5,20E+04
2026	3,25	1,62	1,58	128	104	0	24	1,15E+05	5,77E+04
2027	3,25	1,62	1,58	131	107	0	24	1,27E+05	6,33E+04
2028	3,25	1,62	1,58	136	111	0	25	1,38E+05	6,92E+04
2029	3,25	1,62	1,58	139	114	0	25	1,50E+05	7,51E+04
2030	3,25	1,62	1,58	143	118	0	25	1,62E+05	8,10E+04
2031	3,25	1,62	1,58	148	122	0	26	1,74E+05	8,71E+04
2032	3,25	1,62	1,58	152	126	0	26	1,86E+05	9,32E+04
2033	3,25	1,62	1,58	157	130	0	27	1,99E+05	9,96E+04
2034	3,25	1,62	1,58	161	134	0	27	2,12E+05	1,06E+05
2035	3,25	1,62	1,58	165	138	0	27	2,25E+05	1,12E+05
2036	3,25	1,62	1,58	171	143	0	28	2,38E+05	1,19E+05

e. Confiabilidad “R”

La confiabilidad del diseño se refiere al grado de certidumbre de que una determinada alternativa de diseño alcance a durar, en la realidad, el tiempo establecido en el período seleccionado. [38]

A continuación se muestra de acuerdo al tipo de camino:

Tabla N°41: Valores del nivel de confianza R de acuerdo al tipo de camino

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

Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

Para el proyecto que es camino vecinal y está en una zona rural utilizamos un R de 70%.

f. Desviación Estándar Normal (Z_r)

A continuación se muestra como cada valor de R está asociado con un valor del coeficiente Z_r .

Tabla N°42: Valores de Z_r en la curva normal para diversos grados de 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	-1.467
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.90	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

g. Desviación Estándar Global (So)

A continuación se muestra el valor que se eligió de desviación estándar:

Tabla N°43: Valores de Zr en la curva normal para diversos grados de confiabilidad

Condición de diseño	Desviación estándar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico)	0.25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico	0.35 – 0.50
Valor recomendado	0.45

Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

Para pavimentos flexibles: $0.40 < S_o < 0.50$, por lo tanto se consideró utilizar el valor recomendado de 0.45. [38]

h. Módulo de Resiliencia (Mr)

De acuerdo a la norma AASHTO-93 la ecuación de correlación recomendada para materiales de sub-rasante con CBR mayor a 7.2% pero menor o igual a 20% es la siguiente [38]:

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

CBR de diseño = 8.3%

$$Mr \text{ (psi)} = 3000 * (8.3)^{0.65}$$

$$Mr \text{ (psi)} = 11871.95 \text{ psi}$$

$$Mr \text{ (Ksi)} = 11.87 \text{ Ksi}$$

i. Índice de Serviciabilidad (PSI)

La serviciabilidad de un pavimento se ha definido como su habilidad de servir al tipo de tráfico que utiliza la facilidad vial.

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

PSI inicial = es función del diseño de pavimentos y del grado de calidad durante la construcción, el valor de acuerdo al experimento vial de la AASHTO es de [38]:

- Pavimentos rígidos: 4.5
- Pavimentos flexibles: 4.2

PSI final = es el valor más bajo que puede ser tolerado por los usuarios de la vía antes de que sea necesario el tomar acciones de rehabilitación, reconstrucción o repavimentación, y generalmente varía con la importancia o clasificación funcional de la vía cuyo pavimento se diseña [38].

- Autopistas urbanas y troncales de mucho tráfico: 2.5 – 3.0
- Autopistas urbanas y troncales de tráfico normal: 2.0 – 2.5
- Vías locales, ramales, secundarias y agrícolas: 1.8 - 2.0

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

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

j. Determinación de espesores por capa

Para la determinación de los espesores de cada capa se aplica la siguiente fórmula del número estructural SN para la capa de rodamiento o carpeta, de la base y de la sub-base:

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

Donde:

a_1 , a_2 y a_3 = coeficiente estructural de la carpeta, base y sub-base respectivamente.

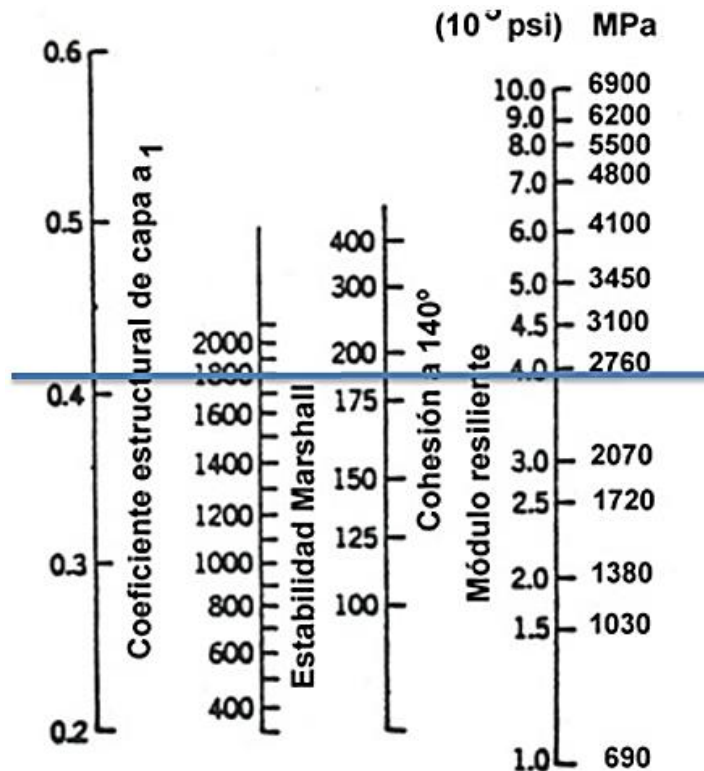
D_1 , D_2 y D_3 = espesor de la carpeta, base y sub-base respectivamente.

m_1 , m_2 y m_3 = coeficiente de drenaje para base y sub-base respectivamente.

➤ Coeficiente estructural de carpeta asfáltica (a_1)

Para determinar el coeficiente estructural de la carpeta asfáltica se utilizó un nomograma indicada en la AASHTO 93, la estabilidad Marshall de la mezcla asfáltica del proyecto se consideró un valor de 1800 lbs.

Gráfico N° 29: Nomograma para el coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a_1)



Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

De acuerdo a la lectura del nomograma se obtuvo:

- Módulo de la carpeta asfáltica = $3.98 * 10^5$ psi = 398 Ksi
- Coeficiente estructural (a_1) = 0.415

Considerando que existe un error al momento de tomar lectura en el nomograma del coeficiente estructural (a_1) por apreciación visual se procede a utilizar la siguiente tabla de la guía de la AASHTO:

Tabla N°44: Valores de coeficiente estructural a_1

Módulos Elásticos		Valores de a_1
Psi	MPa	
125000	875	0.220
150000	1050	0.250
175000	1225	0.280
200000	1400	0.295
225000	1575	0.320
250000	1750	0.330
275000	1925	0.350
300000	2100	0.360
325000	2275	0.375
350000	2450	0.850
375000	2625	0.405
400000	2800	0.420
425000	2975	0.435
450000	3150	0.440

Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

Módulo elástico	valor (a_1)
400000	0.420
375000	0.405

Diferencia en 25000 = 0.015

$$2000 = x$$

$$X = 0.0012$$

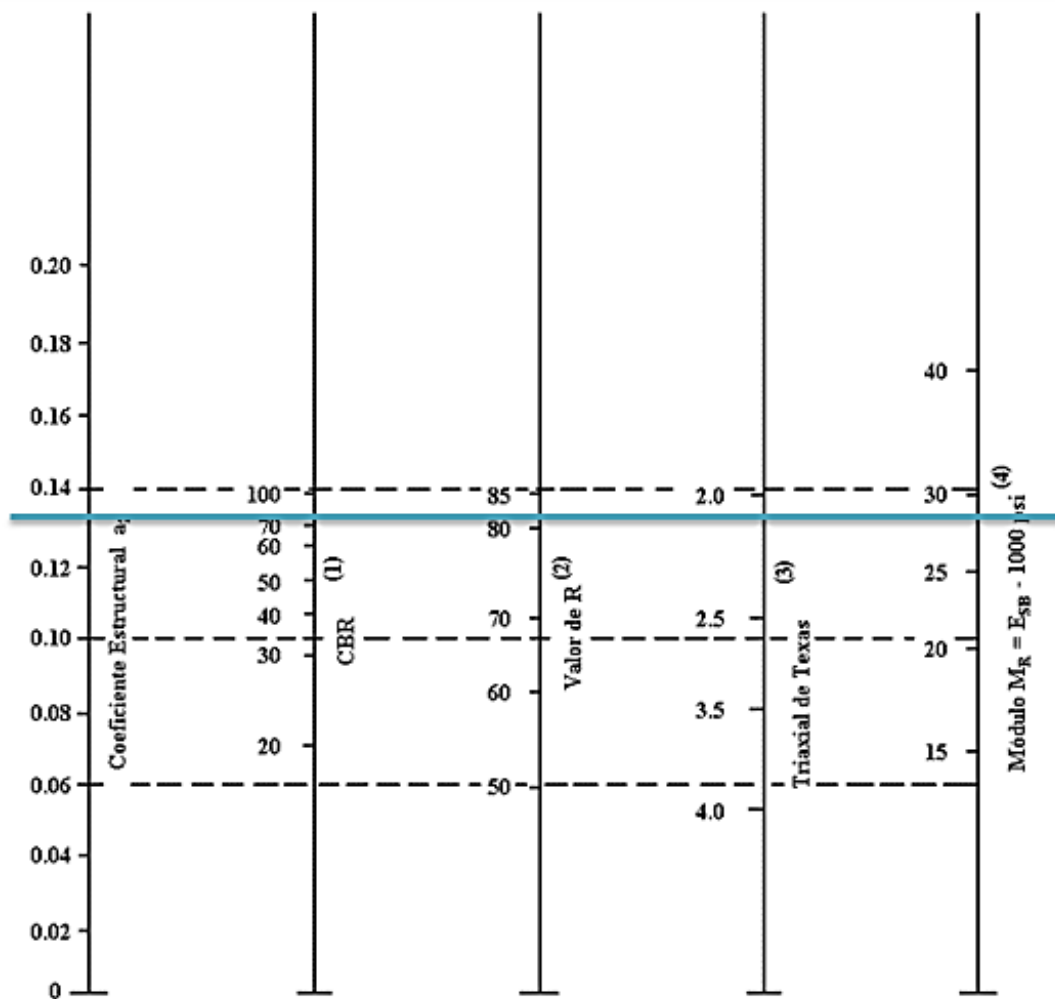
$$a_1 = 0.419$$

➤ **Coefficiente estructural de la base (a_2)**

Las normas del MOP para el diseño de carreteras indican que la base deberá tener un valor de soporte de CBR igual o mayor al 80%.

En el siguiente nomograma colocamos el valor de CBR de 80% para obtener el valor de módulo de Resiliencia y coeficiente a_2 .

Gráfico N° 30: Nomograma para el coeficiente estructural de base (a_2)



Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

De acuerdo a la lectura del nomograma se obtuvo:

Coefficiente estructural $a_2 = 0.135$

Módulo Elástico de base = 28000 psi = 28 Ksi

Tabla N°45: Valores de coeficiente estructural a_2

CBR %	Valores de a_2
20	0.070
25	0.085
30	0.095
35	0.100
40	0.105
45	0.112
50	0.115
55	0.120
60	0.125
70	0.130
80	0.133
90	0.137
100	0.140

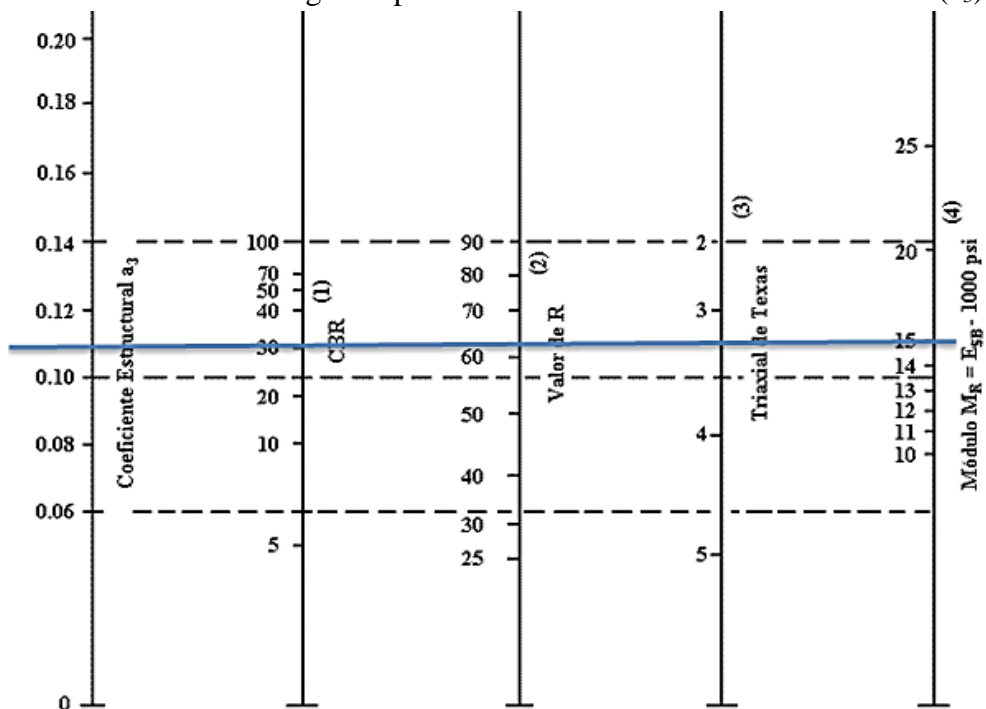
Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

De acuerdo al CBR de 80% se obtuvo un coeficiente estructural a_2 de 0.133

➤ **Coeficiente estructural de la capa sub-base (a_3)**

De acuerdo a las especificaciones del MOP para la capa de sub-base indica que el límite líquido deberá ser menor a 25, índice de plasticidad menor a 6 y el valor soporte de CBR igual o mayor a 30%

Gráfico N° 31: Nomograma para el coeficiente estructural de sub-base (a_3)



Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

Tabla N°46: Valores de coeficiente estructural a_3

CBR %	Valores de a_3
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 de diseño AASHTO-93. [38]

De acuerdo al nomograma y a la tabla se obtuvo un valor de coeficiente estructural a_3 de 0.108 y un módulo de elasticidad de sub-base igual a 15000 psi = 15 Ksi

➤ **Coeficientes de drenaje (m_2 y m_3)**

De acuerdo al método AASHTO – 93 proporciona la siguiente tabla para obtener la calidad de drenaje en termino del tiempo que el agua tarda en ser eliminada de las capas granulares como son la base y sub-base

Tabla N°47: Calidad de drenaje

Nivel de drenaje	Agua eliminada en:
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

Los valores recomendados para m_2 y m_3 como son base y sub-base granular sin estabilizar se encuentran en función de los niveles de drenaje y el porcentaje del tiempo a lo largo de un año como se muestra a continuación:

Tabla N°48: Valores recomendados para los coeficientes de drenaje m_2 y m_3

Calidad de drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 – 5%	5 – 25%	Más de 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Buena	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	2.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Deficiente	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

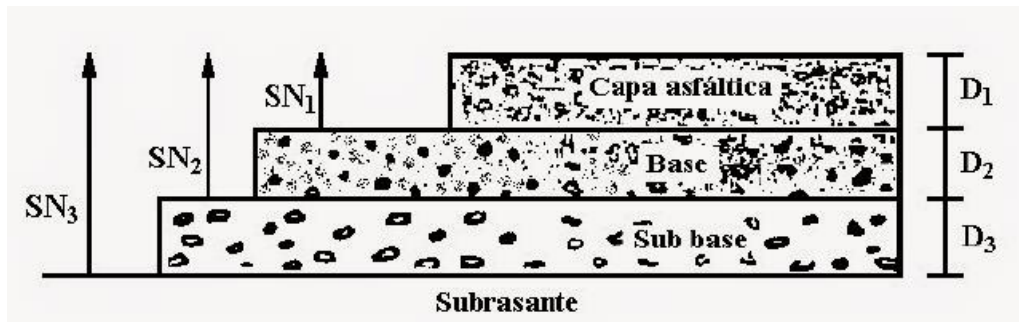
Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

Se considera los coeficientes de drenaje $m_2 = 1.00$ y $m_3 = 1.00$ para el diseño.

➤ **Determinación de espesores (D_1 , D_2 , D_3)**

La estructura de un pavimento flexible es un sistema multicapa, y debe ser diseñada en forma que cualquier capa de agregado no-tratado reciba esfuerzos verticales que no resulten en deformaciones permanentes, lo cual es a su vez función de las imposiciones del tráfico.

Gráfico N° 32: Estructura del pavimento flexible



Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

De acuerdo a la norma AASHTO-93 se obtuvo los valores mínimos de D_1 y D_2 que están en función del tráfico en ejes equivalentes sencillos acumulados que para el proyecto dio como resultado W_{18} de 118889.

Tabla N°49: Espesores mínimos para D₁ y D₂

Tráfico W ₁₈	Concreto asfáltico D ₁ (cm)	Capa Base D ₂ (cm)
< 50000	2.5 o tratamiento superficial	10.0
50001 a 150000	5.0	10.0
150001 a 500000	6.25	10.0
500001 a 2000000	7.5	15.0
2000001 a 7000000	8.75	15.0
7000000	10.0	15.0

Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

Se consideró una carpeta asfáltica (D₁) de 5 cm y un espesor de base (D₂) de 10 cm.

3.2.6. Cálculo del Número estructural (SN)

Para el cálculo del número estructural SN se utilizó mediante el programa Ecuación AASHTO – 93 ingresando los valores calculados anteriormente:

- Tipo de pavimento: Flexible
- Ejes equivalentes: W₁₈ = 118889
- Periodo de diseño n= 20 años
- Confiabilidad R = 70%
- Desviación estándar normal Z_r = -0.524
- Desviación estándar global S_o = 0.45
- Módulo de Resiliencia de sub-rasante M_r = 11.87 Ksi
- Serviciabilidad:
- PSI Inicial 4.2
- PSI Final 2.0

Gráfico N° 33: Cálculo del número estructural (SN)

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The 'Tipo de Pavimento' is set to 'Pavimento flexible'. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' section shows R = 70% and Z_r = -0.524, with S_o = 0.45. The 'Serviciabilidad inicial y final' section shows PSI inicial = 4.2 and PSI final = 2.0. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section shows M_r = 11871.95 psi. The 'Tipo de Análisis' section shows 'Calcular SN' selected, with W₁₈ = 118890. The 'Número Estructural' section shows the calculated SN = 1.78. Buttons for 'Calcular' and 'Salir' are visible at the bottom.

Fuente: Programa Ecuación AASHTO-93. [40]

Tabla N°50: Cálculo de los espesores de la estructura del pavimento

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES			
MÉTODO AASHTO-93			
PROYECTO: ESTUDIO VIAL ENTRE LOS SECTORES DE PAYATAMBO TOTORA Y ATAHUALPA			
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			DATOS
A. Módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica (ksi)			398,00
B. Módulo de elasticidad de la base granular (ksi)			28,00
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)			118.890
B. Factor de confiabilidad @			70%
Desviación estándar normal (Zr)			-0,524
Desviación estándar global (So)			0,45
C. Módulo de resiliencia de la subrasante (Mr, ksi)			11,87
D. Serviciabilidad inicial (PSI _{inicial})			4,2
E. Serviciabilidad final (PSI _{final})			2,0
F. Período de diseño (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACIÓN DEL REFUERZO			
A. Coeficientes estructurales de capa			
Concreto asfáltico convencional (a ₁)			0,419
Base granular (a ₂)			0,133
Sub-base (a ₃)			0,108
B. Coeficientes de drenaje de capa			
Base granular (m ₂)			1,000
Sub-base (m ₃)			1,000
DATOS DE SALIDA :			
Número estructural requerido total (SN _{REQ})			1,78
Número estructural carpeta asfáltica (SN _{CA})			1,24
Número estructural base granular (SN _{BG})			0,38
Número estructural sub base (SN _{SB})			0,16
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEÓRICO	ESPESOR	SN*
Espesor carpeta asfáltica (cm)	7,5 cm	5,0 cm	0,82
Espesor base granular (cm)	7,2 cm	10,0 cm	0,52
Espesor sub base granular (cm)	3,8 cm	15,0 cm	0,64
espesor total (cm)		30,0 cm	1,99

Fuente: Guía de diseño AASHTO-93. [38]

➤ **Análisis del diseño final con sistema multicapa**

Para determinar manualmente los espesores se utiliza la fórmula de la ecuación AASHTO-93 para el cálculo del número estructural, reemplazando el módulo de resiliencia de la subrasante por el módulo de resiliencia de cada capa del pavimento.

Espesor de la carpeta asfáltica D_1

Para determinar el espesor de la carpeta asfáltica D_1 se tomó el M_r de la base, con lo que se obtuvo el SN_1 que deberá ser absorbido por esta capa.

Gráfico N°34: Cálculo del SN_1

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93". It contains several input fields and calculated results:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for "Pavimento flexible" (selected) and "Pavimento rígido".
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu set to "70 % Zr=-0.524" and a text box for "So" with the value "0.45".
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for "PSI inicial" (4.2) and "PSI final" (2.0).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for "Mr" with the value "28000 psi".
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for "Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)", "Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)", "Coeficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coeficiente de drenaje - (Cd)".
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for "Calcular SN" (selected) and "Calcular W18".
- W18:** A text box containing the value "118890".
- Número Estructural:** A text box containing the calculated value "SN = 1.24".
- Buttons:** "Calcular" and "Salir".

$$SN_1 = 1.24$$

Teórico:

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

$$D_1 = \frac{1.24}{0.419}$$

$$D_1 = 2.96 \text{ plg} = 7.52 \text{ cm}$$

Propuesta:

$$D_1' = 5 \text{ cm}$$

$$SN_1' = D_1' * a_1$$

$$SN_1' = (5 \text{ cm} * 0.419)/2.54 \text{ cm}$$

$$SN_1' = 0.82$$

Espesor de la base granular D_2

Para determinar el espesor de la base granular D_2 se tomó el Mr de la sub-base, con lo que se obtuvo el SN_2 que deberá ser absorbido por la base y la carpeta asfáltica.

Gráfico N°35: Cálculo de SN_2

Tipo de Pavimento		Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)	
<input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible	<input type="radio"/> Pavimento rígido	70 % Zi=-0.524	So = 0.45
Serviciabilidad inicial y final		Módulo resiliente de la subrasante	
PSI inicial = 4.2	PSI final = 2.0	Mr = 15000 psi	
Información adicional para pavimentos rígidos			
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)		Coefficiente de transmisión de carga - (J)	
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)		Coefficiente de drenaje - (Cd)	
Tipo de Análisis		Número Estructural	
<input checked="" type="radio"/> Calcular SN	W18 = 118890	SN = 1.62	
<input type="radio"/> Calcular W18			
Calcular		Salir	

$$SN_2 = 1.62$$

Teórico:

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1'}{a_2 * m_2}$$

$$D_2 = \frac{1.62 - 0.82}{0.133 * 1.0}$$

$$D_2 = 6.02 \text{ plg} = 15.29 \text{ cm}$$

Propuesta:

$$D_2' = 10 \text{ cm}$$

$$SN_2' = D_2' * a_2 * m_2$$

$$SN_2' = (10 \text{ cm} * 0.133 * 1)/2.54 \text{ cm}$$

$$SN_2' = 0.52$$

Espesor de la sub-base granular D₃

Para determinar el espesor de la sub-base granular D₃ se tomó el Mr de la subrasante, con lo que se obtuvo el SN₃ que deberá ser absorbido por toda la estructura de la vía.

$$SN_3 = SN \text{ requerido} = 1.78 \text{ (Ver gráfico N°33)}$$

Teórico:

$$D_3 = \frac{SN_3 - (SN_2' + SN_1')}{a_3 * m_3}$$

$$D_3 = \frac{1.78 - (0.52 + 0.82)}{0.108 * 1}$$

$$D_3 = 4.07 \text{ plg} = 10.34 \text{ cm}$$

Propuesta:

$$D_3' = 15 \text{ cm}$$

$$SN_3' = D_3' * a_3 * m_3$$

$$SN_3' = (15 \text{ cm} * 0.108 * 1)/2.54 \text{ cm}$$

$$SN_3' = 0.64$$

Entonces:

$$SN_{\text{calculado}} = SN_1' + SN_2' + SN_3'$$

$$SN_{\text{calculado}} = 0.82 + 0.52 + 0.64$$

$$SN_{\text{calculado}} = 1.98$$

$$SN_{\text{calculado}} > SN_{\text{requerido}}$$

$$1.98 > 1.78 \quad \text{OK}$$

Gráfico N°36: Espesores propuestos para el pavimento flexible

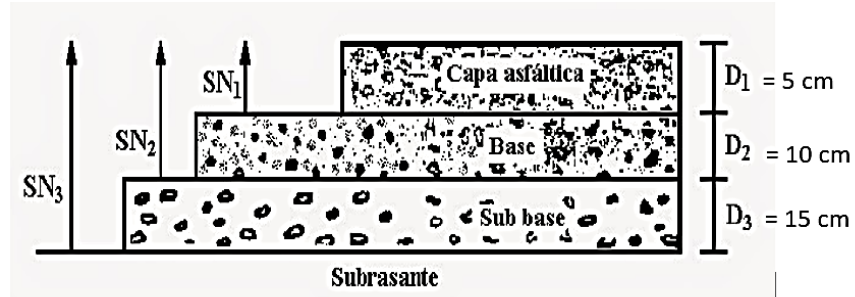
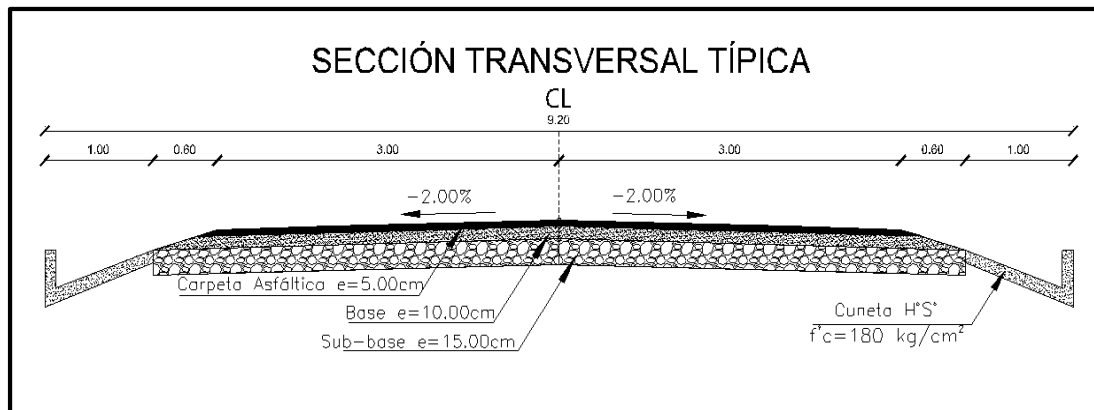


Gráfico N°37: Sección tipo de proyecto



Carpeta asfáltica = 5 cm

Base granular clase 2 = 10 cm

Sub-base granular clase 3 = 15 cm

Cuneta de hormigón $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$

➤ **Propiedades de los materiales a utilizarse en el pavimento flexible**

- De acuerdo a la tabla N°18 se utilizó una sub-base clase 3.
- De acuerdo a la tabla N°19 se utilizó una base clase 2.
- La capa de rodadura de los pavimentos flexibles está conformada por hormigón asfáltico, el cual está compuesto mediante una mezcla de cemento asfáltico y agregados, los cuales tendrán la siguiente granulometría:

Tabla N°51: granulometría de los agregados de la mezcla asfáltica

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½ "	3/8"	No 4
1" (25.4 mm)	100	----	----	----
¾" (19.0 mm)	90 – 100	100	----	----
½" (12.7 mm)	----	90 – 100	100	----
3/8" (9.5 mm)	56 – 80	----	90 – 100	100
No.4" (4.75 mm)	35 – 65	44 – 74	55 – 85	80 – 100
No. 8" (2.36 mm)	23 – 49	28 – 58	32 – 67	65 – 100
No.16" (1.18 mm)	----	----	----	40 – 80
No. 30" (0.60 mm)	-----	----	----	25 – 65
No.50" (0.30 mm)	5 – 19	5 – 21	7 – 23	7 – 40
No. 100" (0.15 mm)	----	----	----	3 – 20
No.200" (0.075 mm)	2 - 10	2 - 10	2 - 10	10 - 15

Fuente: Especificaciones generales MOP (2002). [31]

Además los agregados deben cumplir con las siguientes características:

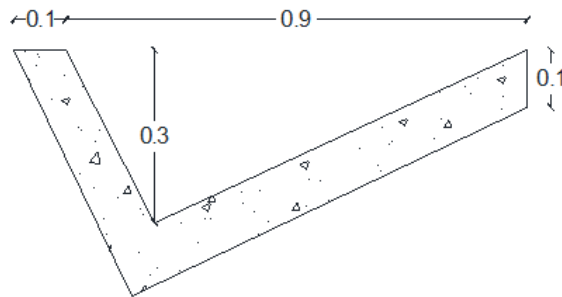
Ensayo	Especificación
- Resistencia al desgaste	≤ 40%
- Desgaste por acción de los sulfatos	≤ 12%
- Recubrimiento y adherencia	Adherencia 95%
- Peladura	Peladura 5%
- Índice plástico (pasa #40)	< 4%
- Hinchamiento	1.50 %

3.2.7. Sistemas de drenaje

3.2.7.1. Cunetas

De acuerdo a las normas del MTOP se utilizó una cuneta de sección triangular, con un ancho de 0.90 m, una profundidad del vértice a la cuneta de 0.30 m y un espesor de 0.10 m, revestidas de hormigón con un $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$.

Gráfico N° 38: Dimensiones de la cuneta



Se consideró que las cunetas trabajarán a sección llena y se lo realizó de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Área mojada (A_m):

$$A_m = \frac{b * h}{2} = \frac{0.9 * 0.3}{2} = 0.135 \text{ m}^2$$

- Perímetro mojado (P_m):

$$P_m = \sqrt{0.05^2 + 0.30^2} + \sqrt{0.85^2 + 0.30^2}$$

$$P_m = \sqrt{0.0925} + \sqrt{0.8125}$$

$$P_m = 1.205 \text{ m}$$

- Radio hidráulico ($R_{\text{hidr.}}$)

$$R_{\text{hidr.}} = \frac{A_m}{P_m}$$

$$R_{\text{hidr.}} = \frac{0.135 \text{ m}^2}{1.205 \text{ m}}$$

$$R_{\text{hidr.}} = 0.112 \text{ m}$$

Se utilizó la fórmula de Manning y la ecuación de la continuidad como se indica a continuación:

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

$$Q = A * V$$

Donde:

V = velocidad media del agua (m/seg).

n = coeficiente de rugosidad de Manning

R = radio hidráulico (m)

J = pendiente en m/m

Q = caudal (m³/seg)

A = área mojada de la sección (m²)

Coeficiente de rugosidad de Manning (n):

Tabla N°52: Coeficientes de rugosidad de Manning para canales abiertos

Tipo de recubrimientos	n
Tierra lisa	0.02
Césped con más de 15 cm de profundidad de agua	0.04
Césped con menos de 15 cm de profundidad de agua	0.06
Revestimiento rugoso de piedra	0.04
Cunetas revestidas de hormigón	0.016

Fuente: Hidrojing. [41]

$$V = \frac{1}{0.016} * 0.112^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = 14.522 J^{1/2}$$

Reemplazar en la ecuación de continuidad tenemos:

$$Q = 0.135 * 14.522 J^{1/2}$$

Tabla N°53: Caudales y Velocidades permisibles para distintos valores de pendientes

J%	J	Q (m³/seg)	V (m/seg)
0.50	0.05	1.03	0.139
1.00	0.01	1.45	0.196
1.50	0.015	1.78	0.240
2.00	0.02	2.05	0.277
2.50	0.025	2.30	0.310
3.00	0.03	2.52	0.339
3.50	0.035	2.72	0.367
4.0	0.04	2.90	0.392
4.5	0.045	3.08	0.416
5.0	0.05	3.25	0.438
5.5	0.055	3.41	0.460
6.0	0.06	3.56	0.480
6.5	0.065	3.70	0.500
7.0	0.07	3.84	0.519
7.5	0.075	3.98	0.537
8.0	0.08	4.11	0.554
8.5	0.085	4.23	0.571
9.0	0.09	4.36	0.588
9.5	0.095	4.48	0.604
10.0	0.1	4.59	0.620
10.5	0.105	4.71	0.635
11.0	0.11	4.82	0.650
11.5	0.115	4.92	0.665
12.0	0.12	5.03	0.679
12.5	0.125	5.13	0.693
13.0	0.13	5.24	0.707

$$Q_{adm} = 0.135 * 14.522 (0.13)^{1/2}$$

$$Q_{adm} = 0.707 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Caudal a ser desalojado

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

Donde:

Q = Caudal máximo esperado en (m³/seg)

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de precipitación pluvial (mm/h)

A = área de drenaje en Ha.

Tabla N°54: Valores de escorrentía para distintos factores

Por la topografía	C
Plana con pendientes 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	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	C
Terrenos cultivados	0.1
bosques	0.2

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003. [8]

$C_1 - C'$

$C = 1 - (C_t + C_s + C_{veg.})$

$C = 1 - (0.1 + 0.4 + 0.1)$

$C = 0.4$

Se utilizó las ecuaciones pluviométricas del INAMHI para calcular la intensidad de lluvia y su fórmula es:

$$I_{TR} = \frac{K * Id_{TR}}{t^n}$$

Donde:

I_{TR} = intensidad de precipitación (mm/h).

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

Id_{TR} = intensidad diaria.

t = tiempo de duración de la lluvia (min).

K y n = constantes de ajuste para cada localidad

Para el cálculo del tiempo de concentración se utilizó la siguiente fórmula:

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

Donde:

L = longitud del área de drenaje (m).

H = desnivel entre el inicio de la cuneta y el punto de descarga (m).

$$tc = 0.0195 \left(\frac{620^3}{13.95} \right)^{0.385}$$

$$tc = 11.87 \text{ min}$$

5 min < 23 min

$$I_{TR} = 170.39 * \frac{1}{tc^{0.5052}} * Id_{TR}$$

De acuerdo al gráfico N°28 el nivel de precipitación máxima durante las 24 horas registrado en la estación es de 97.7 mm.

$$Id_{TR} = \frac{P_{\text{máx}}}{24 \text{ h}}$$

$$Id_{TR} = \frac{97.7 \text{ mm}}{24 \text{ h}}$$

$$Id_{TR} = 4.07 \text{ mm/h}$$

La intensidad diaria se la calculó con la siguiente fórmula:

$$I_{TR} = 170.39 * \frac{1}{11.87^{0.5052}} * 4.07$$

$$I_{TR} = 198.71 \text{ min/h}$$

Área de drenaje de la cuneta

Ancho de carril = 3 m

Ancho de cuneta = 1 m

$$A = \text{longitud} * \text{ancho}$$

$$A = 620 * 4$$

$$A = 2480 \text{ m}^2$$

$$A = 2480 \text{ m}^2 / 10000$$

$$A = 0.248 \text{ Ha}$$

Caudal Máximo Q

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

$$Q = \frac{0.40 * 198.71 * 0.248 \text{ Ha}}{360}$$

$$Q_{\text{máx}} = 0.055 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_{\text{adm}} > Q_{\text{máx}}$$

$$Q_{\text{adm}} = 0.707 \text{ m}^3/\text{seg} > Q_{\text{máx}} = 0.055 \text{ m}^3/\text{seg} \quad \text{OK}$$

El caudal admisible es mayor que el caudal máximo esperado por ende el diseño es el adecuado.

3.2.7.2. Diseño de alcantarillas.

Se utilizó la fórmula de Talbot modificada es lo recomienda el MTOP y es la siguiente:

$$A = 0.183 * c * Ha^{3/4} * I/100$$

Donde:

A = área hidráulica que deberá tener la alcantarilla (m²)

H = área que se desea drenar (Ha)

I = intensidad de la precipitación pluvial (mm/h)

Para el proyecto se utilizó un bombeo de 2 %.

Área de drenaje utilizado en el proyecto fue de 2.01 Ha

Tabla N°55: Valores de escorrentía para distintos factores

Tipo de terreno y topografía	Valores de C
Montañoso y Escarpado	1
Con mucho lomerío	0.80
Con lomerío	0.60
Muy ondulado	0.50
Poco ondulado	0.40
Casi plana	0.30
Plana	0.20

Fuente: Método empírico de Talbot. [42]

$$A = 0.183 * 0.60 * 2.01^{3/4} * 198.71 / 100$$

$$A = 0.37 \text{ m}^2$$

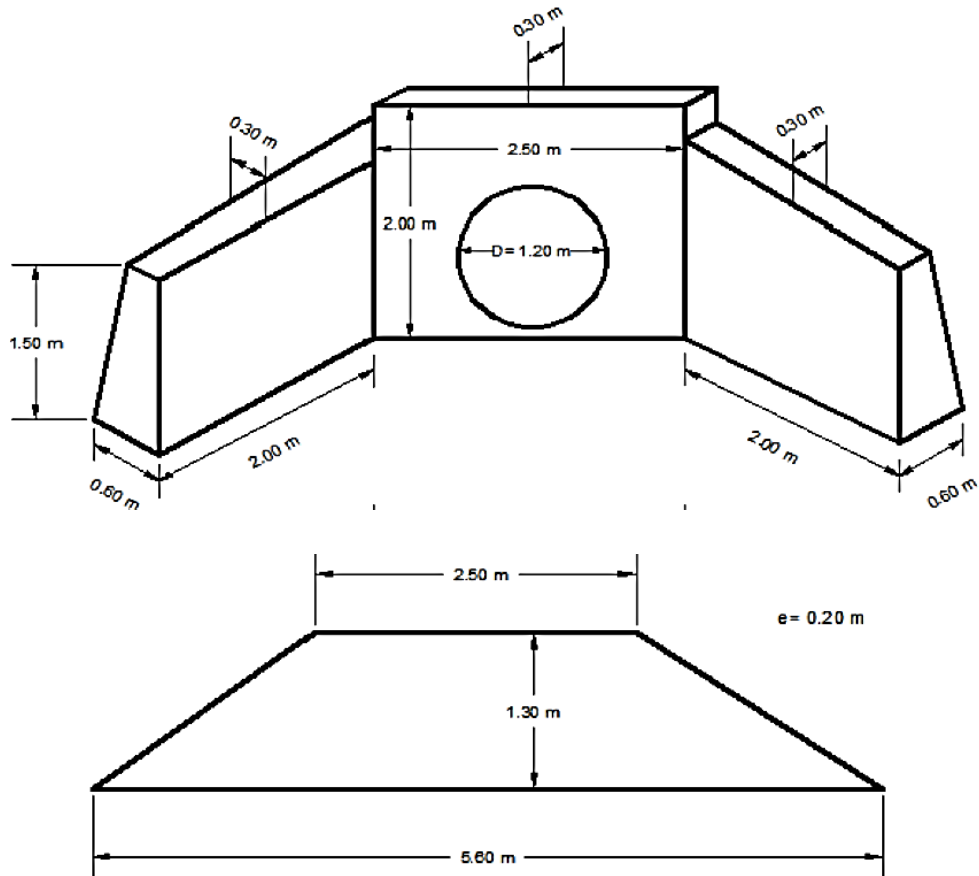
$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{0.37 * 4}{\pi}}$$

$$D = 0.69 \text{ m} = 0.70 \text{ m}$$

Debido al mantenimiento y limpieza se recomienda una dimensión mínima de pasos de agua de 1.20 m y la construcción de cabezales y muros de ala.

Gráfico N°39: Diseño de la alcantarilla



3.2.8. Señalización Vial

De acuerdo al INEN la norma se aplica a la identificación de posibles fuentes de peligro y para marcar la localización de equipos de emergencia o de protección. [43]

Toda señalización debe satisfacer las siguientes condiciones mínimas para cumplir su objetivo:

- Ser necesaria
- Ser visible y llamar la atención
- Ser legible y fácil de entender
- Dar tiempo suficiente al usuario para responder adecuadamente.
- Infundir respeto y ser creíble.

3.2.8.1. Señalización horizontal

La señalización horizontal se emplea para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituye un elemento indispensable para la seguridad y la gestión de tránsito. [43]

El diseño de la señalización horizontal debe cumplir:

- Su tamaño, contraste, colores, forma, composición, retro-reflectividad o iluminación, se combinen de tal manera que atraigan la atención de los usuarios.
- Su forma, tamaño, colores y diagramación del mensaje, se combinen para que este sea claro, sencillo e inequívoco.
- Su legibilidad y tamaño correspondan al emplazamiento utilizado, permitiendo en un tiempo adecuado de reacción.
- Sus características de color y tamaño se aprecien de igual manera durante el día y la noche y períodos de visibilidad limitada.

Clasificación según su forma

- 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 de ceda el paso y leyendas tales como pare, bus, carril exclusivo, solo trole entre otras.
- d) Otras señalizaciones como chevrones, etc.

Materiales

Los materiales que son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxidos, cintas preformadas, entre otros, las características mínimas del material de aplicación debe ser pintura de tráfico acrílico con micro-esferas, siendo opcional en zonas urbanas dependiendo de los niveles de iluminación.

Espesores mínimos para la aplicación de la señalización horizontal:

Zona Urbana 300 (micras) en seco

Zona Rural 250 (micras) en seco

Ubicación

La señalización horizontal debe garantizar al usuario que viaja a la velocidad máxima que permite la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, de modo de satisfacer uno de los siguientes objetivos:

- Indicar el inicio, tramo o fin de una restricción o autorización, cuyo caso la señalización debe ubicarse en el lugar específico donde se requiera.
- Advertir o informar sobre maniobras o acciones que se deben o pueden realizar más adelante.

Retroreflexión

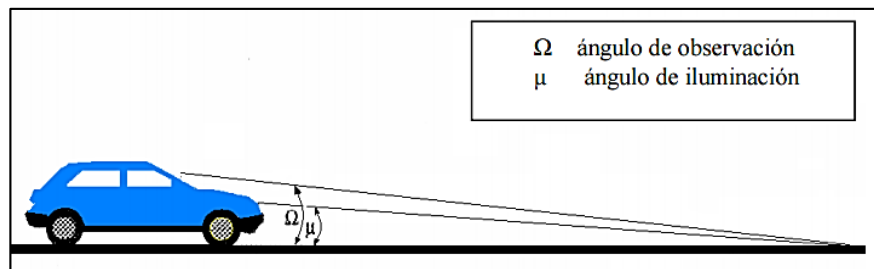
Las señalizaciones deben ser visibles en cualquier periodo del día y bajo toda condición climática por ello se construirán con materiales apropiados como micro-esferas de vidrio y se someten a procedimientos que aseguren su retroreflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser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

Tabla N°56: 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: INEN 2011 [43]

Gráfico N°40: Ángulo de observación



Fuente: INEN 2011 [43]

Color

La señalización en general son blancas y amarillas. Estos colores deben ser uniformes a lo largo de la señalización.

La señalización de pavimento longitudinal debe ser conforme a los siguientes:

- **Líneas amarillas:**
 - Separación de tráfico viajando en direcciones opuestas.
 - Restricciones.
 - Borde izquierdo de la vía (en caso de tener parterre).
- **Líneas blancas:**
 - La separación de flujo de tráfico en la misma dirección.
 - Borde derecho de la vía (Berma).
 - Zona de estacionamiento.
 - Proximidad a un cruce cebra.
- **Línea azules**
 - Zonas tarifadas de estacionamiento con límite de tiempo.

Dimensiones

Las dimensiones de la señalización dependen de la velocidad máxima de la vía en que se ubican. Cuando se requiera mejorar la visibilidad de una señalización, tales dimensiones pueden ser aumentadas, siempre que un estudio técnico lo justifique, que leyendas y símbolos mantengan sus proporciones.

Tabla N° 57: tolerancias máximas en las dimensiones de señalizaciones.

Dimensión	Tolerancia permitida
Ancho de una línea	± 3 %
Largo de una línea segmentada	± 5 %
Dimensiones de símbolos y letras	± 5 %
Separación entre líneas adyacentes	± 5 %

Fuente: INEN 2011 [43]

Las franjas serán de un ancho mínimo de 100 mm. Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3.00 m con separación de 9.00 m. Las franjas dobles estarán separadas con un espaciamiento de 140 mm.

Para el proyecto se considera la señalización longitudinal como son: continuas blancas en los bordes y segmentadas amarillas en el centro.

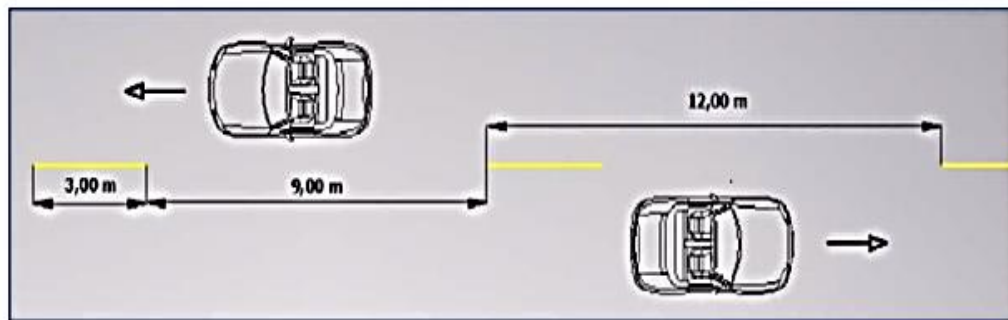
Líneas de separación de flujo opuesto.- se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos. Se ubica generalmente en el centro de dicha calzadas, pueden ser simples o dobles; además pueden ser continuas, segmentadas o mixtas.

Tabla N°58: Relación señalización línea de separación de circulación opuesta

Velocidad máxima de la vía (Km/h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12.00	3 – 9
Mayor de 50	150	12.00	3 - 9

Fuente: INEN 2011 [43]

Gráfico N°41: Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.



Fuente: INEN 2011 [43]

3.2.8.2. Señalización vertical

Ubicación

Las señales se deben instalar en el lado derecho de las vías. En circunstancias especiales se pueden duplicarse al lado izquierdo o colocarse elevadas sobre la calzada. Hay que tomar precauciones cuando se instalan señales, para asegurar que estas no se obstruyen unas a otras o que su visibilidad sea reducida, especialmente en intersecciones.

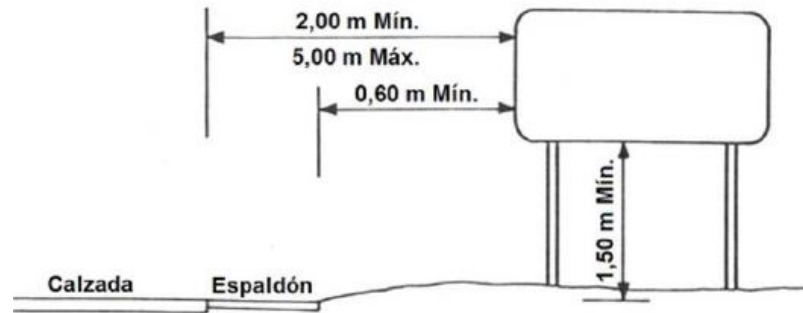
Colocación lateral en zona rural:

En vías sin bordillos en sectores rurales, la señal debe estar a una distancia libre de por lo menos 600 mm del borde o filo exterior de la berma o espaldón, poste de guía o cara del riel o guardavía de protección; en caso de existir cuneta, esta distancia se considera desde el borde externo de la misma. La separación no debe ser menor de 2,00 m ni mayor de 5,00 m del borde del pavimento de la vía, excepto para señales grandes de información en autopistas en donde pueden requerirse mayor separación.

Altura en zona rural

En sectores rurales, las señales deben montarse alejadas de la vegetación y claramente visible bajo la iluminación de los faros de los vehículos por la noche. La altura libre de la señal no debe ser menor a 1,50 m desde la superficie del terreno hasta el borde inferior de la señal. Para señales direccionales de información en intersecciones y zonas pobladas la altura libre debe ser de 2,00 m.

Gráfico N°42: Colocación de la señalización vertical



Fuente: INEN 2011 [43]

Clasificación de las señales

Señales regulatorias.- 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.

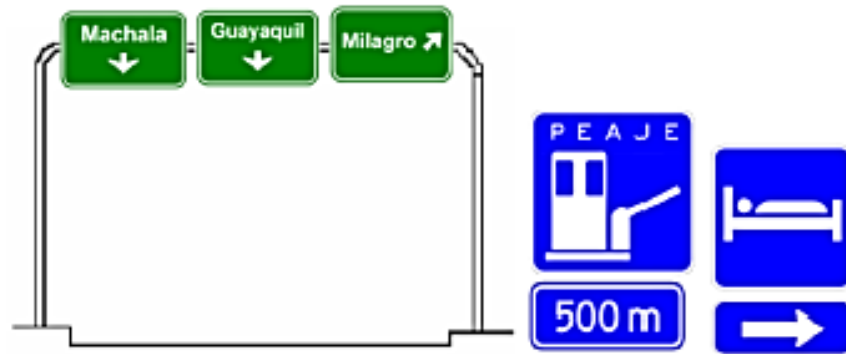
Gráfico N°43: Señales regulatorias



Fuente: INEN 2011 [43]

Señales de información.- informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico.

Gráfico N°44: Señales informativas



I2-5

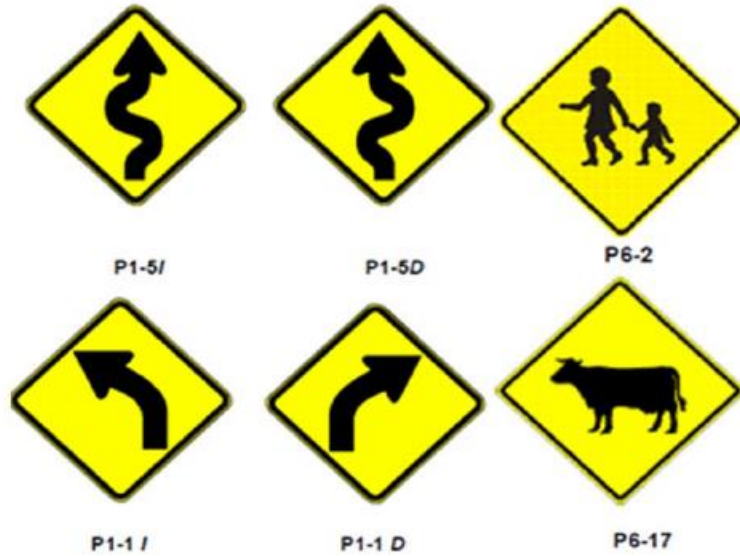


I2-5

Fuente: INEN 2011 [43]

Señales preventivas.- se utilizan para alertar a los conductores de peligros potenciales que se encuentran más adelante. Estas señales, indican la necesidad de tomar precauciones especiales y requieren de una reducción en la velocidad de circulación o de realizar alguna otra maniobra. Se instalan a una distancia mínima de 100 m en vías urbanas y 150 m en vías rurales antes del peligro.

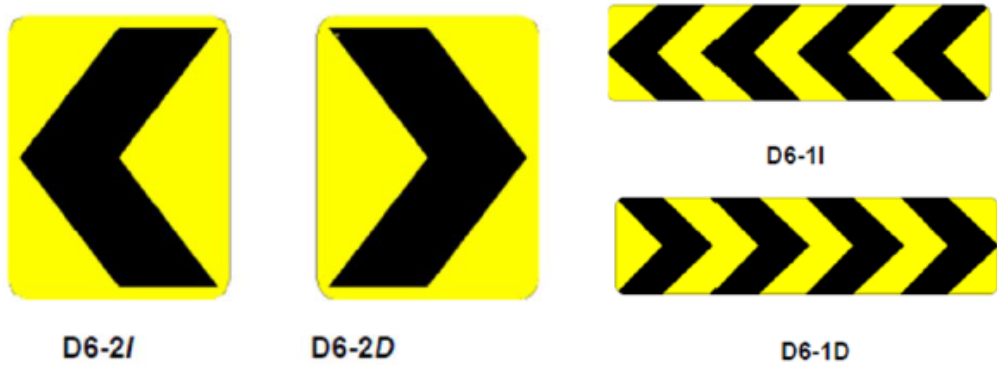
Gráfico N°45: Señales preventivas



Fuente: INEN 2011 [43]

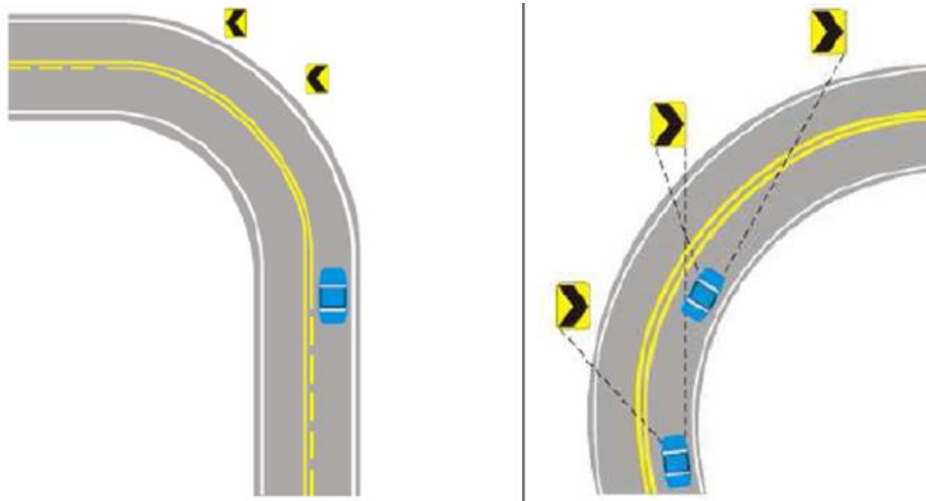
Señales especiales delineadoras.- delimitan al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción en la misma.

Gráfico N°46: Señales especiales delineadoras



Fuente: INEN 2011 [43]

Gráfico N°47: Ubicación longitudinal de delineadores de curva horizontal



Fuente: INEN 2011 [43]

Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales.- advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad sitios de trabajo en las vías y aceras además para alertar sobre otras condiciones temporales y peligrosas que podría causar daños a los usuarios viales.

Gráfico N°48: Señales para trabajos en las vías



T1-1



T1-4a

Fuente: INEN 2011 [43]

Señales para zonas escolares.- advierten e informan a los usuarios de las vías de la aproximación a un centro educativo y las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, cuyo incumplimiento se considera una infracción a las leyes y reglamentos de tránsito.

Gráfico N°49: Señales para zonas escolares



Fuente: INEN 2011 [43]

3.2.9. Cálculo del muro de contención

Los muros de contención son elementos constructivos que soportan por lo general los esfuerzos horizontales producidos por el empuje de tierras.

El muro de contención se encuentra ubicado en la abscisa 4+540.00 y se diseñó para que cumpla la función de soportar el empuje de tierra ya que en esa parte del diseño vial se pudo apreciar que existen desprendimientos desde el talud hacia la vía y cumpliendo con una altura de 4 m se optó por un muro de contención de hormigón armado.

3.2.9.1. Criterios de diseño

Para el diseño del muro de contención del proyecto se utilizó la norma ecuatoriana de la construcción (NEC-11), Standard Specifications for Highway bridges (AASHTO 2006) y American Concrete Institute (ACI).

3.2.9.2. Datos generales

Tabla N°59: Datos generales del muro de contención

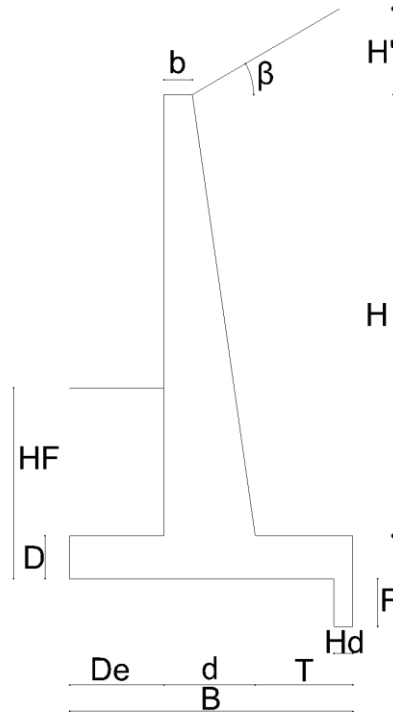
Altura total incluye cimentación	4.00	m
Relleno peso específico	1.70	T/m ³
Ángulo de fricción interna (ϕ)	35.00	grados
Coefficiente de rozamiento entre el muro y el suelo (μ)	0.60	
Factor de seguridad al deslizamiento	1.50	AASHTO
Factor de seguridad al volcamiento	1.50	AASHTO
Resistencia del hormigón	240.00	Kg/cm ²
Límite de fluencia del acero	4200.00	Kg/cm ²
Capacidad portante del suelo	20.00	T/m ²
Coefficiente activo	0.50	ka
Factor de mayoración de cargas (1.2D+1.6L+1.7H) (f)	1.50	
Ángulo de inclinación terreno con corona (β)	35	grados
Peso específico del hormigón armado (γ)	2.40	T/m ³

3.2.9.3. Pre-dimensionamiento del muro

Tabla N°60: Dimensiones del muro

Predimensionamiento					
	Min.	Máx.	Asumido	Establecidos	
b (m)	0.20	0.30	0.25		$b \geq 0.20 \text{ m}$
B (m)	1.60	2.80	2.20		$B = (0.40 H + 0.70 H)/2$
D (m)	0.33	0.40	0.35		$D = (H/12 + H/10)/2$
d (m)	0.33	0.40	0.35		$d = (H/12 + H/10)/2$
De (m)	0.75		0.80		
T (m)				1.05	
H' (m)				0.72	
HF (m)			1.50		Altura de cimentación
HT (m)				4.72	
Hd (m)	0.35	0.53	0.50	Altura pie	$Hd = 1.5 * D$
F (m)			0.20	Espesor pie	

Gráfico:



3.2.9.4. Cálculo de los esfuerzos solicitados en el muro

Tabla N°61: Esfuerzos del muro

Presión relleno			$P_r = \gamma * H' * K_a$
Pr =	4,01	T/m/m	
Presión sobre carga			$P_s = W * K_a$
Ps =	-	T/m/m	
Presión relleno + sobre carga			$P_a = P_r + P_s$
Pa =	4,01	T/m/m	
Fuerza puntual de presión de tierra			$P_A = \frac{1}{2} \gamma * H T^2 * K_a$
PA =	9,45	T/m	
Componentes de la presión activa			
Ph =	8,01	T/m/m	$P_h = P_A * \cos \beta$
Pv =	5,01	T/m	$P_v = P_A * \sin \beta$
Presión pasiva			
pp =	5,11	T/m/m	$p_p = \gamma * H F * K_p$
pA =	3,83	T/m	$P_A = \frac{1}{2} \gamma * H F^2 * K_p$
Momento a volcamiento (Mv)			
z =	1,57	m	$z = H T / 3$
Mv =	12,60	(T-m)/m	$M_v = P_A * z$
Diagrama de presiones del suelo			
<p>Pa = presión activa z = altura a la que se aplica la fuerza puntual generada por la presión β = inclinación del talud sobre la corona del muro</p>			

3.2.9.5. Cálculo del momento resistente

Tabla N°62: Momento resistente

MOMENTO RESISTENTE (Mr)					
FIG.	ÁREA	VOL.	W	DIST.	M
	m ²	m ³	T	m	T-m
1	0,77	0,77	1,85	1,1	2,03
2	0,9125	0,9125	2,19	0,925	2,03
3	0,1825	0,1825	0,44	1,08	0,47
4	0,1825	0,1825	0,31	1,12	0,35
5	3,8325	3,8325	6,52	1,675	10,91
6	0,41	0,41	0,70	1,82	1,28
Pv			5,01	2,2	11,02
TOTAL		N=	17,01	Mr=	28,09

3.2.9.6. Chequeos de factores de seguridad (FSV;FSD)

Tabla N°63: Factores de seguridad

FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO (FSV > 1.5)		
F.S.V=	2,23	Pasa
FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO (FSD > 1.5)		
fr=	10,21	T
F.S.D=	1,27	Falla colocar un diente

$fr = \mu * N$

PESO TOTAL SE ENCUENTRE EN EL 1/3 MEDIO			
$X =$	0,91	m	$X = \frac{(Mr - Mv)}{N}$
$\frac{B}{3}$	$\leq X \leq$	$\frac{2B}{3}$	
0,73		1,5	SE ENCUENTRA EN EL 1/3 MEDIO

3.2.9.7. Chequeo del esfuerzo del suelo

Tabla N°64: Esfuerzos del suelo

Revisión de $q_{adn} > q_{calculado}$			
$e =$	0,19	m	$e = \frac{B}{2} - X$
$M =$	3,23	$(T-m)/m$	
$q = \frac{WT}{B * L} \pm \frac{6M}{B^2 * L}$			Pasa
$q_{mayor} =$	11,74	T/m^2	
$q_{menor} =$	3,73	T/m^2	

3.2.9.8. Cálculo de presiones para cada dovela

Tabla N°65: Esfuerzos del muro

$P_n = \gamma * k_a * (Z - H')$		
P0=	0,61	T/m/m
P1=	1,23	T/m/m
P2	1,85	T/m/m
P3	2,47	T/m/m
P4=	3,09	T/m/m
P5=	3,71	T/m/m
$M_u = f \left\{ \frac{Z^2}{6} (2P_0 + P_n) \right\}$		

3.2.9.9. Cálculo de momentos para cada dovela

Tabla N°66: Momentos de dovela

DOVELA	Z	P_n	$M_u = f \left\{ \frac{Z^2}{6} (2P_0 + P_n) \right\}$
	m	T/m	T-m
1	0,73	1,23	0,33
2	1,46	1,85	1,64
3	2,19	2,47	4,42
4	2,92	3,09	9,18
5	3,65	3,71	16,41

3.2.9.10. Chequeo a flexión y a corte

Tabla N°67: Chequeo a flexión y corte

M	$d(i) = dm + M * X$	$Vu = f \left\{ (p0 + p5) * \left(\frac{H}{2} \right) \right\}$		CHEQUEO	
	m	T		FLEXIÓN	CORTE
				d Cal.	V adm
0,03	20,0	11,82		PASA	PASA
	22,0				
	24,0	$Vc = \frac{Vu}{\phi * B * d}$			
	26,0				
	28,0		4,97		

3.2.9.11. Diseño de la pantalla

Tabla N°68: Diseño de pantalla del muro

Dovela	d	Mu	Kmax	P max	P min	K
	cm	T-m				
1	20	0,15	0,42	0,0119	0,0034	0,0018
2	22	0,72				0,0073
3	24	1,91				0,0162
4	26	3,90				0,0283
5	28	6,88				0,0430

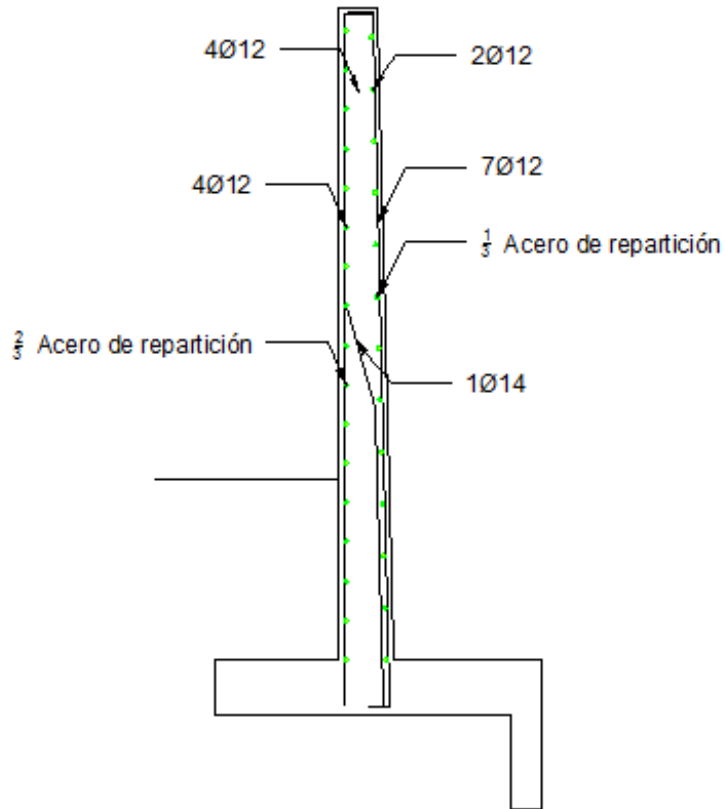
Tabla N°69: Armadura

P cal.	P real.	As	ARMADURA
		cm2	
0,000104	0,00336	6,71	7 ϕ 12
0,00042	0,00336	7,39	7 ϕ 12
0,000937	0,00336	8,06	7 ϕ 12
0,001644	0,00336	8,73	7 ϕ 12
0,002525	0,00336	9,40	7 ϕ 12 + 1 ϕ 14

Tabla N°70: Acero de repartición

ACERO DE REPARTICIÓN			CARA	
			EXTERIOR	INTERIOR
			2/3	1/3
As rep=	6	cm2	4,00	2,00
		ARMADURA:	4 ϕ 12	2 ϕ 12

Gráfico N°50: Armado de pantalla del muro



3.2.9.12. Diseño del dedo o Puntal del muro

Tabla N°71: Diseño del dedo del muro

M	q (x)	$V = f \left\{ qM(x) - \left(\frac{m \cdot x^2}{2} \right) \right\}$	Vc	V adm	Mu	d cal.	d
	T/m2	T	kg/cm2	kg/cm2	T-m	cm	cm
3,64	8,83	12,34	5,18	8,21	5,17	12,20	28
Comentarios:			Pasa		Pasa		

Gráfico N°51: Diseño del dedo del muro

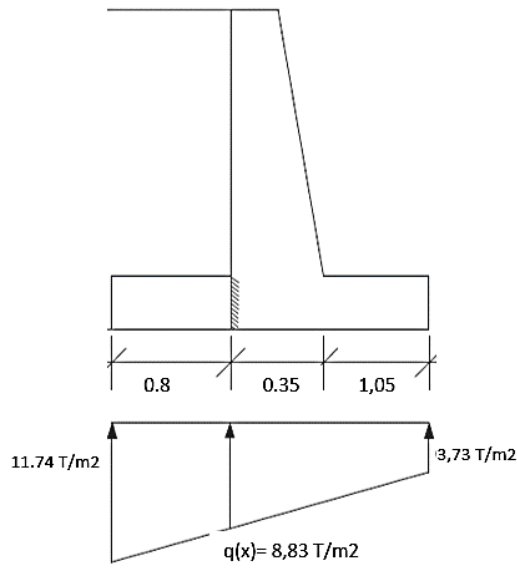


Tabla N°72: Armado del dedo

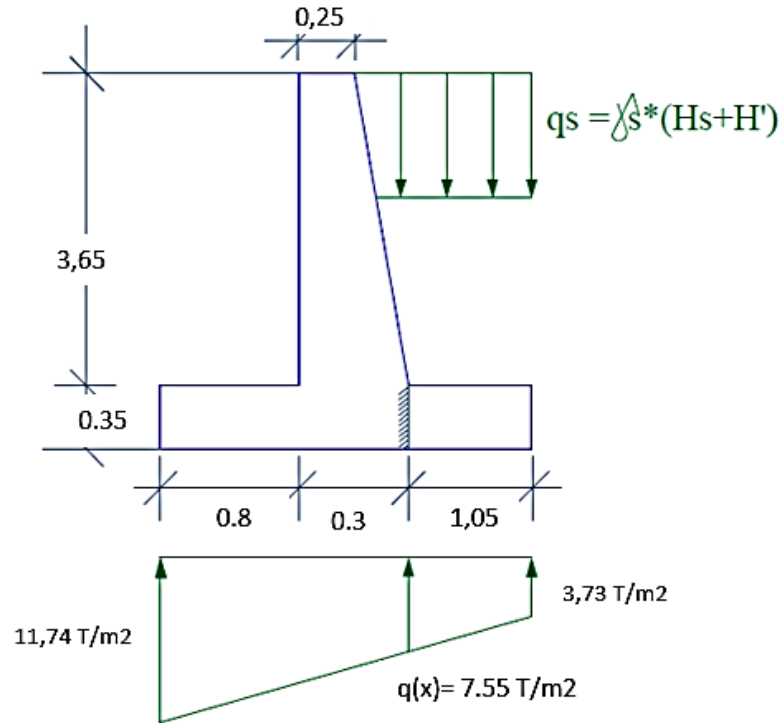
Mu	Kmax	P max	P min	K	P cal.	P real.	As	Armado
T-m							cm2	
5,17	0,42	0,0119	0,0034	0,0323	0,001883	0,00336	9,40	9 ϕ 12

Tabla N°73: Acero de repartición

ACERO DE REPARTICIÓN		AMARRE
		1/3
As rep=	7 cm2	2,33
Observaciones: Por código se colocará el 50% de la armadura en la zona de compresión		3 ϕ 12

3.2.9.13. Diseño del talón del muro

Gráfico N°52: Diseño del talón del muro

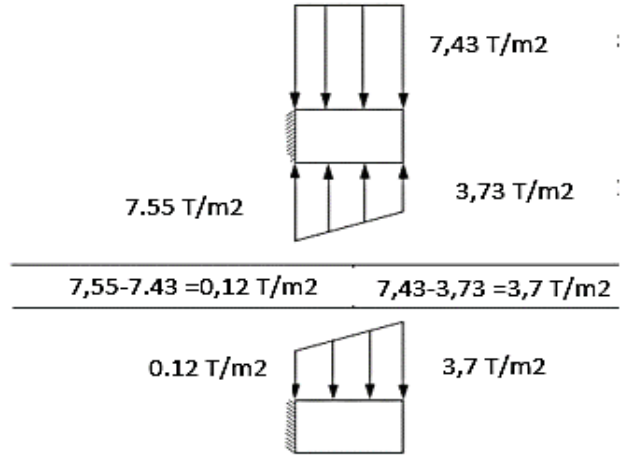


M	q (x)	q(S)	q 2	q 1	$V = f \left\{ qM(x) - \left(\frac{m * x^2}{2} \right) \right\}$
	T/m ²	T/m ²	T/m ²	T/m ²	T
3,64	7,55	7,43	- 0,12	3,70	2,82

Vc	V adm	Mu	d cal.	d
kg/cm ²	kg/cm ²	T-m	cm	cm
1,18	8,21	2,01	7,60	28
Pasa		Pasa		

3.2.9.14. Diagrama de presiones

Gráfico N°53: Diagrama de presiones

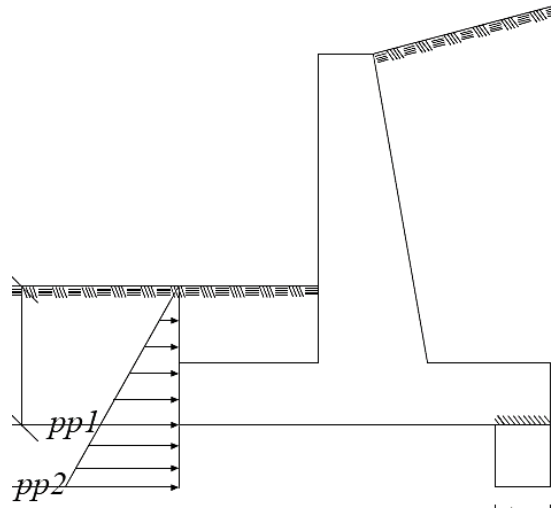


Mu	Kmax	P max	P min	K	P cal.	P real.	As	Armado
T-m							cm ²	
2,01	0,42	0,0119	0,0034	0,01	0,0007	0,00	9,40	9 φ 12

ACERO DE REPARTICIÓN			AMARRE	
			1/3	
As rep=	7	cm ²	2,33	
			3 φ 12	

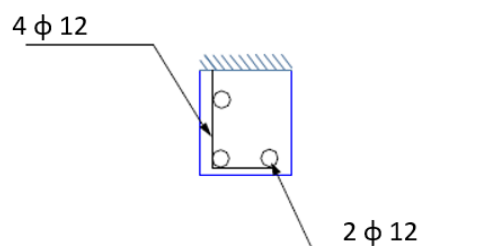
3.2.9.15. Diseño del pie del muro

Gráfico N°54: Diseño del pie del muro



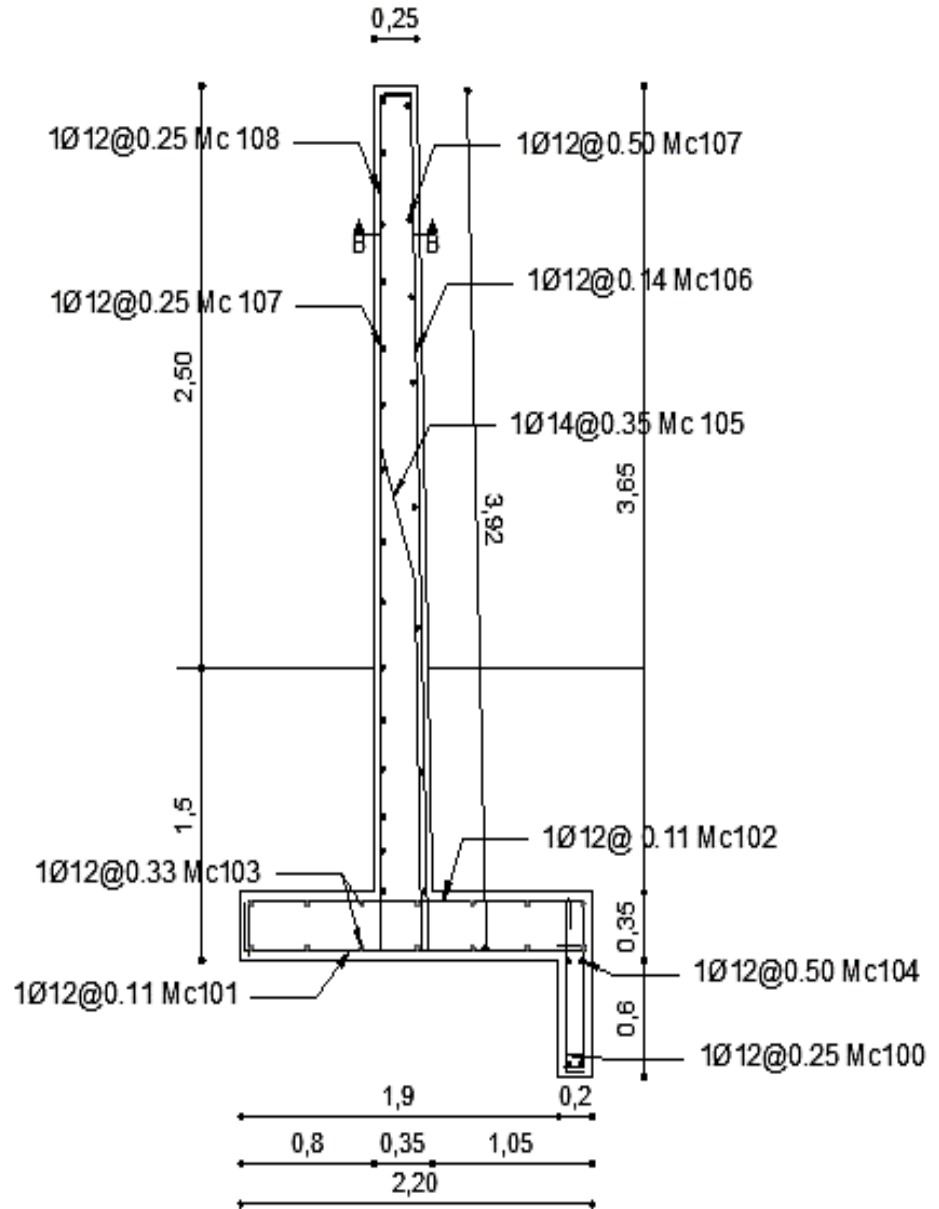
M	pp1	pp2	Rd	d	$V = f \left\{ qM(x) - \left(\frac{m * x^2}{2} \right) \right\}$	Vc	V adm	Mu	d cal.	d
	T/m/m	T/m/m	T	cm	T	kg/cm2	kg/cm2	T-m	cm	cm
3,40	5,11	6,81	2,98	13,00	4,47	4,04	8,21	1,17	5,80	13,00
Observaciones: se coloca un diente para contrarrestar el efecto de deslizamiento producido por las fuerzas de empuje del suelo						Pasa		Pasa		
DOVELA	d	Mu	Kmax	P max	P min	K	P cal.	P real.	As	Armado
	cm	T-m							cm2	
1	13	1,17	0,42	0,0119	0,0034	0,0339	0,00198	0,00336	4,36	4 ϕ 12

ACERO DE REPARTICIÓN			AMARRE
			1/3
As rep=	4	cm2	1,33
			2 ϕ 12



3.2.9.16. Armado del muro de contención

Gráfico N°55: Armado del muro



3.3. LISTADO DE PLANOS

- Lámina N°1: Diseño geométrico horizontal y diseño geométrico vertical. Km 0+000.00 – Km 1+000.00.
- Lámina N°2: Diseño geométrico horizontal y diseño geométrico vertical. Km 1+000.00 – Km 2+000.00.
- Lámina N°3: Diseño geométrico horizontal y diseño geométrico vertical. Km 2+000.00 – Km 3+000.00.
- Lámina N°4: Diseño geométrico horizontal y diseño geométrico vertical. Km 3+000.00 – Km 4+000.00.
- Lámina N°5: Diseño geométrico horizontal y diseño geométrico vertical. Km 4+000.00 – Km 4+605.60.
- Lámina N°6: Secciones transversales. Km 0+000.00 – Km 1+060.00
- Lámina N°7: Secciones transversales. Km 1+080.00 – Km 2+040.00
- Lámina N°8: Secciones transversales. Km 2+060.00 – Km 2+820.00
- Lámina N°9: Secciones transversales. Km 2+840.00 – Km 3+800.00
- Lámina N°10: Secciones transversales. Km 3+820.00 – Km 4+605.60
- Lámina N°11: Diseño del muro de contención.

Nota: Los planos se encuentran adjuntos al final del documento

3.4. PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 1

UNIDAD:
HA

DETALLE : DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					3,03
Excavadora Sobre Oruga	1,00	40,00	40,00	4,500	180,00
Motosierra	1,00	3,00	3,00	4,500	13,50
SUBTOTAL M					196,53

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Peón EO E2	2,00	3,26	6,52	4,500	29,34
Operador 1 EO C1	1,00	3,66	3,66	4,500	16,47
Ayudante de Operador EO D2	1,00	3,30	3,30	4,500	14,85
SUBTOTAL N					60,66

<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL O				0,00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	257,19
INDIRECTOS (%)	20,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	308,63
VALOR OFERTADO	308,63

**SON: TRESCIENTOS OCHO DÓLARES CON SESENTA Y TRES CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 2
 DETALLE : REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO
 TOPOGRÁFICO

UNIDAD
 : KM

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					8,14
EQUIPO TOPOGRÁFICO	1,00	6,00	6,00	12,000	72,00
SUBTOTAL M					80,14

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
TOPÓGRAFO 2 EO C1	1,00	3,66	3,66	12,000	43,92
CADENERO EO D2	3,00	3,30	9,90	12,000	118,80
SUBTOTAL N					162,72

<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
ESTACAS DE MADERA DE 20 CM	U	50,000	0,25	12,50
PINTURA ESMALTE	GLN	0,250	20,00	5,00
SUBTOTAL O				17,50

<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	260,36
INDIRECTOS (%)	20,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	312,43
VALOR OFERTADO	312,43

OBSERVACIONES: PARA REPLANTEO COMPLETO DE VIAS
 SON: TRESCIENTOS DOCE DÓLARES CON CUARENTA Y TRES CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 3

UNIDAD
: M3

DETALLE: EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03
EXCAVADORA DE ORUGA	1,00	40,00	40,00	0,040	1,60
VOLQUETA 8 M3	2,00	20,00	40,00	0,040	1,60
SUBTOTAL M					3,23

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Peón EO E2	1,00	3,26	3,26	0,040	0,13
Operador 1 EO C1	1,00	3,66	3,66	0,040	0,15
Chofer Volqueta EO C1	2,00	3,66	7,32	0,040	0,29
SUBTOTAL N					0,57

<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL O				0,00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3,80
INDIRECTOS (%) 20,00%	0,76
UTILIDAD (%) 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4,56
VALOR OFERTADO	4,56

OBSERVACIONES: R=0.017 480 m3/dia
SON: CUATRO DÓLARES CON CINCUENTA Y SEIS CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 4
 DETALLE : RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE
 SITIO
 ESPECIFICACIONES: CON TIERRA
 DEL LUGAR

UNIDAD
 : M3

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,04
EXCAVADORA	1,00	40,00	40,00	0,030	1,20
RODILLO VIBRATORIO	1,00	25,00	25,00	0,030	0,75
CAMION CISTERNA 10000 LT	1,00	20,00	20,00	0,030	0,60
MOTONIVELADORA	1,00	45,00	45,00	0,030	1,35
SUBTOTAL M					3,94

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Operador 1 EO C1	2,00	3,66	7,32	0,030	0,22
Operador 2 EO C2	1,00	3,48	3,48	0,030	0,10
Chofer CH C1	1,00	4,79	4,79	0,030	0,14
Peón EO E2	3,00	3,26	9,78	0,030	0,29
Maestro Mayor EO C1	1,00	3,66	3,66	0,015	0,05
SUBTOTAL N					0,80

<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL O				0,00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4,74
INDIRECTOS (%) 20,00%	0,95
UTILIDAD (%) 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5,69
VALOR OFERTADO	5,69

OBSERVACIONES: R=0.01
 SON: CINCO DÓLARES CON SESENTA Y NUEVE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 5
 DETALLE : SUB-BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO (INCLUYE TRANSPORTE)

UNIDAD : M3

ESPECIFICACIONES: COMPACTACIÓN POR CAPAS

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,02
MOTONIVELADORA 125 HP	1,00	45,00	45,00	0,013	0,59
RODILLO VIBRATORIO	1,00	25,00	25,00	0,013	0,33
CAMIÓN CISTERNA 10000 LT	1,00	20,00	20,00	0,013	0,26
VOLQUETA 8 M3	1,00	20,00	20,00	0,013	0,26
SUBTOTAL M					1,46

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL /HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Peón EO E2	1,00	3,26	3,26	0,020	0,07
Operador 1 EO C1	1,00	3,66	3,66	0,010	0,04
Operador 2 EO C2	1,00	3,48	3,48	0,010	0,03
Chofer CH C1	2,00	4,79	9,58	0,010	0,10
Maestro Mayor EO C1	1,00	3,66	3,66	0,005	0,02
Ayudante de Operador EO D2	2,00	3,30	6,60	0,010	0,07
SUBTOTAL N					0,33

<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUB-BASE CLASE 3	M3	1,200	6,50	7,80
AGUA	M3	0,030	3,00	0,09
SUBTOTAL O				7,89

<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUB-BASE CLASE 3	M3	1,200	2,80	3,36
SUBTOTAL P				3,36

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	13,04
INDIRECTOS (%) 20,00%	2,61
UTILIDAD (%) 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	15,65
VALOR OFERTADO	15,65

OBSERVACIONES: R=0.01
 SON: QUINCE DÓLARES CON SESENTA Y CINCO CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

UNIDAD
: M3

RUBRO : 6
 DETALLE : BASE CLASE 2 TENDIDO Y COMPACTADO (INCLUYE
 TRANSPORTE)
 ESPECIFICACIONES: MEZCLADO, TENDIDO COMPACTADO E
 HIDRATADO

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,02
MOTONIVELADORA 125 HP	1,00	45,00	45,00	0,013	0,59
RODILLO VIBRATORIO	1,00	25,00	25,00	0,013	0,33
CAMIÓN CISTERNA 10000 LT	1,00	20,00	20,00	0,013	0,26
VOLQUETA 8 M3	1,00	20,00	20,00	0,013	0,26
SUBTOTAL M					1,46

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Operador 1 EO C1	1,00	3,66	3,66	0,013	0,05
Operador 2 EO C2	1,00	3,48	3,48	0,013	0,05
Chofer CH C1	2,00	4,79	9,58	0,013	0,12
Peón EO E2	2,00	3,26	6,52	0,013	0,08
Maestro Mayor EO C1	1,00	3,66	3,66	0,005	0,02
SUBTOTAL N					0,32

<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
BASE CLASE 2	M3	1,200	10,00	12,00
AGUA	M3	0,030	3,00	0,09
SUBTOTAL O				12,09

<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
BASE CLASE 2	M3	1,200	1,50	1,80
SUBTOTAL P				1,80

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	15,67
INDIRECTOS (%)	20,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	18,80
VALOR OFERTADO	18,80

OBSERVACIONES: R=0.01
SON: DIECIOCHO DÓLARES CON OCHENTA CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 7
 DETALLE : ASFALTO MC-250 , PARA
 IMPRIMACIÓN

UNIDAD
 : LT

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,00
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	1,00	45,00	45,00	0,002	0,09
ESCOBA MECÁNICA	1,00	15,00	15,00	0,002	0,03
SUBTOTAL M					0,12

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Operador Distribuidor de Asfalto OP C2	1,00	3,48	3,48	0,002	0,01
Operador Escoba Mecánica OP C2	1,00	3,48	3,48	0,002	0,01
Peón EO E2	4,00	3,26	13,04	0,002	0,03
SUBTOTAL N					0,05

<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
ASFALTO DILUIDO RC-250	LT	0,840	0,27	0,23
DIESEL	LT	0,330	0,24	0,08
SUBTOTAL O				0,31

<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
ASFALTO DILUIDO RC-250	LT	0,840	0,08	0,07
DIESEL	LT	0,330	0,02	0,01
SUBTOTAL P				0,08

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,56
INDIRECTOS (%)	20,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,67
VALOR OFERTADO	0,67

**SON: SESENTA Y SIETE CENTAVOS
 DE DÓLAR
 ESTOS PRECIOS NO
 INCLUYEN IVA**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

UNIDAD:
M2

RUBRO : 8
DETALLE : CARPETA ASFÁLTICA MEZCLADO EN PLANTA
e=5cm

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03
PLT. DE ASFALTO COMPLETA 50T/H	1,00	125,00	125,00	0,007	0,88
CARGADORA FRONTAL 170 HP	1,00	40,00	40,00	0,007	0,28
TERMINADORA DE ASFALTO 80 HP	1,00	80,80	80,80	0,007	0,57
RODILLO VIBRATORIO LISO 130HP	1,00	30,00	30,00	0,007	0,21
RODILLO VIBRATORIO NEUMATICO 9	1,00	30,00	30,00	0,007	0,21
PLANTA ELÉCTRICA 175 KVA	1,00	50,00	50,00	0,007	0,35
SUBTOTAL M					2,53
MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Operador Acabado Pav. Asfáltic OP C2	1,00	3,48	3,48	0,007	0,02
Operador Cargadora frontal OP C1	1,00	3,66	3,66	0,007	0,03
Operador Planta Asfáltica OP C2	1,00	3,48	3,48	0,007	0,02
Operador de Rodillo OP C2	2,00	3,48	6,96	0,007	0,05
Operador de Equipo Liviano EO D2	1,00	3,30	3,30	0,007	0,02
Peón EO E2	16,00	3,26	52,16	0,007	0,37
Maestro Mayor EO C1	1,00	3,66	3,66	0,007	0,03
SUBTOTAL N					0,54
MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
ASFALTO	LT	9,400	0,27	2,54	
AGREGADOS TRITURADOS	M3	0,050	17,00	0,85	
DIESEL	LT	1,920	0,24	0,46	
ARENA	M3	0,040	16,50	0,66	
ADITIVO MAGNOBOND	KG	0,072	3,90	0,28	
SUBTOTAL O					4,79
TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
ASFALTO	LT	9,400	0,08	0,75	
DIESEL	LT	1,920	0,02	0,04	
SUBTOTAL P					0,79
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8,65
INDIRECTOS (%)				20.00%	1,73
UTILIDAD (%)				0.00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					10,38
VALOR UNITARIO					10,38

SON: DIEZ DÓLARES CON TREINTA Y OCHO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 9

UNIDAD : M3

DETALLE : HORMIGÓN SIMPLE $f_c=210\text{kg./cm}^2$, INCLUYE ENCOFRADO

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1,98
Concreteira 1 saco	1,00	5,00	5,00	1,000	5,00
Vibrador	1,00	3,00	3,00	1,000	3,00
SUBTOTAL M					9,98

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>		<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Albañil	EO D2	3,00	3,30	9,90	1,000	9,90
Peón	EO E2	8,00	3,26	26,08	1,000	26,08
Maestro Mayor	EO C1	1,00	3,66	3,66	1,000	3,66
SUBTOTAL N						39,64

<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
Cemento Portland	SACOS	7,200	7,80	56,16
Pétreos, arena negra	m3	0,650	16,50	10,73
Pétreos, ripio triturado	m3	0,850	16,50	14,03
Madera, tabla encofrado/ 20cm	u	8,000	2,50	20,00
Madera, puntales	U	4,000	1,70	6,80
Clavos de 2" a 4"	kg	0,500	2,20	1,10
Madera, listones para muros 6*6	U	2,000	2,50	5,00
Alambre de amarre galv.	kg	0,050	1,20	0,06
Agua	m3	0,220	0,70	0,15
SUBTOTAL O				114,03

<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	163,65
INDIRECTOS (%)	20,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	196,38
VALOR OFERTADO	196,38

**SON: CIENTO NOVENTA Y SEIS DÓLARES CON TREINTA Y OCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 10

UNIDAD
: M3

DETALLE : HORMIGÓN SIMPLE $f_c=180$ kg/cm² CUNETAS, INCLUYE ENCOFRADO

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1,98
CONCRETERA 1 SACO	1,00	5,00	5,00	1,200	6,00
VIBRADOR	1,00	3,00	3,00	1,200	3,60
SUBTOTAL M					11,58

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Peón EO E2	8,00	3,26	26,08	1,200	31,30
Albañil EO D2	1,00	3,30	3,30	1,200	3,96
Maestro Mayor EO C1	1,00	3,66	3,66	1,200	4,39
SUBTOTAL N					39,65

<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
CEMENTO PORTLAND	KG	334,000	0,14	46,76
ARENA	M3	0,630	16,50	10,40
RIPIO	M3	0,850	16,50	14,03
AGUA	M3	0,220	0,70	0,15
ENCOFRADO PARA CUNETAS	U	0,100	2,40	0,24
SUBTOTAL O				71,58

<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	122,81
INDIRECTOS (%) 20,00%	24,56
UTILIDAD (%) 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	147,37
VALOR OFERTADO	147,37

**SON: CIENTO CUARENTA Y SIETE DÓLARES CON TREINTA Y SIETE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 11

UNIDAD
: KG

DETALLE : ACERO DE REFUERZO fy= 4200 kg/cm2

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,02
SUBTOTAL M					0,02

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Peón EO E2	4,00	3,26	13,04	0,014	0,18
Albañil EO D2	2,00	3,30	6,60	0,014	0,09
Maestro Mayor EO C1	1,00	3,66	3,66	0,014	0,05
SUBTOTAL N					0,32

<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
ACERO DE REFUERZO	KG	1,050	1,10	1,16
ALAMBRE NEGRO # 18	KG	0,050	2,40	0,12
SUBTOTAL O				1,28

<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,62
INDIRECTOS (%)	20,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,94
VALOR OFERTADO	1,94

OBSERVACIONES: R=0.04

SON: UN DÓLAR CON NOVENTA Y CUATRO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 12
 DETALLE : TUBERÍA DE ACERO CORRUGADA d=1.20 m,
 e=2.50mm PM-100

UNIDAD
 : M

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,82
SUBTOTAL M					0,82

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Maestro Mayor EO C1	1,00	3,66	3,66	0,550	2,01
Albañil EO D2	2,00	3,30	6,60	0,550	3,63
Peón EO E2	6,00	3,26	19,56	0,550	10,76
SUBTOTAL N					16,40

<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
TUB. ACERO CORRUGADO D=1.2m	ML	1,025	172,30	176,61
SUBTOTAL O				176,61

<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	193,83
INDIRECTOS (%)	20,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	232,60
VALOR OFERTADO	232,60

**SON: DOSCIENTOS TREINTA Y DOS DÓLARES CON SESENTA CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 13
 DETALLE : CONTROL Y RECONFORMACIÓN DE MATERIALES EXCEDENTES EN
 ESCOMBRERAS

UNIDAD
 : M3

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,00
TRACTOR DE ORUGAS	1,00	75,00	75,00	0,003	0,23
RODILLO VIBRATORIO	1,00	25,00	25,00	0,003	0,08
MOTONIVELADORA	1,00	45,00	45,00	0,003	0,14
TANQUERO DE AGUA	1,00	18,00	18,00	0,003	0,05
SUBTOTAL M					0,50

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/H R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Operador 1 EO C1	2,00	3,66	7,32	0,003	0,02
Operador 2 EO C2	1,00	3,48	3,48	0,003	0,01
Peón EO E2	2,00	3,26	6,52	0,003	0,02
Chofer CH C1	1,00	4,79	4,79	0,003	0,01
SUBTOTAL N					0,06

<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL O				0,00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,56
INDIRECTOS (%) 20,00%	0,11
UTILIDAD (%) 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,67
VALOR OFERTADO	0,67

SON: SESENTA Y SIETE CENTAVOS
 DE DÓLAR
 ESTOS PRECIOS NO
 INCLUYEN IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 14

UNIDAD: M

DETALLE : INTALACIÓN DE GUARDACAMINOS DOBLES, INCLUYE GEMAS REFLECTIVAS Y TERMINALES

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,09
SUBTOTAL M					0,09

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL /HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Maestro Mayor EO C1	1,00	3,66	3,66	0,050	0,18
Albañil EO D2	1,00	3,30	3,30	0,130	0,43
Peón EO E2	3,00	3,26	9,78	0,130	1,27
SUBTOTAL N					1,88

<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
Perfil de guardavía tipo "w" 12 1/2 pies (3.81)m e=2.5mm	m	2,000	45,00	90,00
Terminal de guardavía e=2.5mm	u	0,200	15,71	3,14
Poste de guardavía, H=1.8m;e=4.75mm	u	0,200	20,41	4,08
Cemento	Kg	2,000	0,14	0,28
Arena para hormigón	m3	0,030	16,50	0,50
Ripio para hormigón	m3	0,020	16,50	0,33
Set de (perno+tuerca) de guardavía	u	4,720	1,20	5,66
Gema reflectiva	u	0,520	3,00	1,56
AGUA	LTS	10,000	0,01	0,10
SUBTOTAL O				105,65

<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	107,62
INDIRECTOS (%) 20,00%	21,52
UTILIDAD (%) 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	129,14
VALOR OFERTADO	129,14

**SON: CIENTO VEINTE Y NUEVE DÓLARES CON CATORCE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 15

UNIDAD
: M

DETALLE : MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA REFLECTIVA)

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,00
Mecanismo rociador	1,00	4,00	4,00	0,001	0,00
Camioneta	1,00	10,00	10,00	0,001	0,01
Escoba autopropulsada	0,80	15,00	12,00	0,001	0,01
SUBTOTAL M					0,02

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Peón EO E2	3,00	3,26	9,78	0,001	0,01
Chofer CH C1	1,00	4,79	4,79	0,001	0,00
Operador 2 EO C2	2,00	3,48	6,96	0,001	0,01
SUBTOTAL N					0,02

<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
Pintura de alto tráfico (Ancho a pintar = 12 cm)	Gl	0,010	20,00	0,20
Micro esferas de vidrio	Kg	0,050	4,50	0,23
Diluyente Tiñer	Gl	0,003	6,50	0,02
SUBTOTAL O				0,45

<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,49
INDIRECTOS (%)	20,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,59
VALOR OFERTADO	0,59

**SON: CINCUENTA Y NUEVE
CENTAVOS DE DÓLAR
ESTOS PRECIOS NO
INCLUYEN IVA**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 16
 DETALLE : SEÑALIZACIÓN VERTICAL (0.60 x 0.60)m

UNIDAD : U

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,07
Soldadora eléctrica	1,00	3,00	3,00	0,100	0,30
SUBTOTAL M					0,37

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>		<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Maestro Mayor	EO C1	1,00	3,66	3,66	0,100	0,37
Peón	EO E2	1,00	3,26	3,26	0,100	0,33
Albañil	EO D2	1,00	3,30	3,30	0,100	0,33
Soldador	EO C1	1,00	3,66	3,66	0,100	0,37
SUBTOTAL N						1,40

<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
Lam tool gal (1.22x2.44) 1.4mm	U	1,000	41,50	41,50
Tubo Galvanizado Poste 2 plg	m	5,000	6,71	33,55
Pernos inoxidables	u	4,000	0,60	2,40
Hormigón clase B f'c= 180 kg/cm2	m3	0,070	110,00	7,70
Tubo Cuadrado Negro 1''x1''x1.50m	m	9,760	1,42	13,86
Pintura Anticorrosiva	Gl	0,200	16,00	3,20
Lámina Reflectiva	u	0,100	18,00	1,80
Electrodos	kg	2,880	3,38	9,73
SUBTOTAL O				113,74

<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	115,51
INDIRECTOS (%)	20,00% 23,10
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	138,61
VALOR OFERTADO	138,61

**SON: CIENTO TREINTA Y OCHO DÓLARES CON SESENTA Y UN CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 17
 DETALLE : SEÑALIZACIÓN VERTICAL (0.60 x 1.20)m

UNIDAD : U

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					5,19
Soldadora eléctrica	1,00	3,00	3,00	5,000	15,00
SUBTOTAL M					20,19

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Maestro Mayor EO C1	1,00	3,66	3,66	5,000	18,30
Soldador EO C1	2,00	3,66	7,32	5,000	36,60
Peón EO E2	3,00	3,26	9,78	5,000	48,90
SUBTOTAL N					103,80

<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
LAMTOOLGAL(1.20 X 0.60)(1.4mm)	M2	0,720	6,50	4,68
PERFIL RECTAN. GALV.(2 1/2")	M	5,000	4,13	20,65
PERNOS INOXIDABLES	U	2,000	0,60	1,20
LAMINA RETROREFLECTIVA ASTM	U	1,000	18,00	18,00
MATERIAL ELECTROCORTE	M2	0,563	20,00	11,26
HORMIGÓN CLASE B FC= 180 KG/C	M3	0,070	110,00	7,70
SUBTOTAL O				63,49

<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	187,48
INDIRECTOS (%)	20,00% 37,50
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	224,98
VALOR OFERTADO	224,98

**SON: DOSCIENTOS VEINTE Y CUATRO DÓLARES CON NOVENTA Y OCHO CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

3.5. MEDIDAS AMBIENTALES

3.5.1. Ficha ambiental

Tabla N°74: Identificación del proyecto

Localización del proyecto:	Provincia	Tungurahua
	Cantón	Ambato
	Parroquia	Pilahuín

Auspiciado por:		Ministerio
	X	Gobierno Provincial
		Gobierno Municipal
		Organismos
		otros

Tipo de proyecto:		Abastecimiento de Agua Potable
		Agricultura, pesca o ganadería
		Amparo y bienestar social
		Educación
		Electrificación
		Hidrocarburos
		Industria y comercio
		Minería
		Salud
		Saneamiento Ambiental
		Turismo
	X	Vialidad y Transporte
		Otros

Nivel de los estudios técnicos del proyecto		Idea o pre factibilidad
		Factibilidad
	X	Definitivo

Categoría del proyecto		Construcción
		Rehabilitación
	X	Ampliación o mejoramiento
		Mantenimiento
		Equipamiento
		Capacitación
		Apoyo
		Otro

3.5.2. Características del área de influencia

3.5.2.1. Localización

Tabla N°75: Localización

Región Geográfica		Costa
	X	Sierra
		Oriente
		Insular
Coordenadas		Geográficas
	X	UTM
		Superficie
Altitud		A nivel del mar
		Entre 0 y 500 msnm
		Entre 500 y 2300 msnm
		Entre 2300 y 3000 msnm
	X	Entre 3000 y 4500 msnm
		Más de 4500 msnm

3.5.2.2. Clima

Tabla N°76: Temperatura

Temperatura		Cálido – seco (0 – 500 msnm)
		Cálido – húmedo (0 – 500 msnm)
		Subtropical (500 – 2300 msnm)
		Templado (2300 – 3000 msnm)
	X	Frío (3000 – 4500 msnm)
		Menor a 0°C (Más de 4500 msnm)

3.5.2.3. Geología, geomorfología y suelos

Tabla N°77: Suelos

Ocupación actual del área de influencia	X	Asentamientos humanos
	X	Áreas agrícolas o ganaderas
		Áreas ecológicas protegidas
		Bosques naturales o artificiales
		Fuentes hidrológicas y cauces naturales
		Manglares
		Zonas arqueológicas
		Zonas con riqueza hidrocarburífera
		Zonas con riquezas minerales
		Zonas de potencial turístico
		Zonas inestables con riesgo sísmico
		otra
Tipo de terreno		Llano
		Ondulado
	X	Montañoso
Tipo de suelo	X	Arcilloso
	X	Arenoso
		Limoso

Calidad de suelo	X	Fértil
		Semi-fértil
		Erosionado
		Saturado
		otro
Permeabilidad del suelo	X	Alta (el agua se infiltra fácilmente en el suelo)
		Media (el agua tiene ciertos problemas para filtrarse)
		Baja (el agua queda retenida en charcos)
Condiciones de drenaje		Muy buena (no existen estancamientos de agua en época lluviosa)
	X	Buena (Existen estancamientos de agua que se forman durante las lluvias, pero que se desaparecen a las pocas horas de cesar las precipitaciones)
		Mala (las condiciones son malas, existen estancamiento de agua, aún en épocas cuando no llueve)

3.5.2.4. Hidrología

Tabla N°78: Hidrología

Fuente	X	Agua superficial
		Agua subterránea
		Agua de mar
		Alto
		Profundo
Precipitaciones		Alta (lluvias fuertes y constantes)
		Media (lluvias en época invernal o esporádicas)
	X	Baja (Casi no llueve en la zona)

3.5.2.5. Aire

Tabla N°79: Aire

Calidad del aire	X	Muy buena (no existen fuentes contaminantes que lo alteren)
		Buena (el aire es respirable, presenta malos olores en forma esporádica o en alguna época del año. Se presentan irritaciones leves en ojos y garganta)
		Mala (brisas ligeras y constantes. Existen frecuentes vientos que renuevan la capa de aire)
Recirculación del aire	X	Muy buena (brisas ligeras y constantes. Existen frecuentes vientos que renuevan la capa de aire)
		Buena (los vientos se presentan solo en ciertas épocas y por lo general son escasos)
		Mala (sin presencia de vientos)
Ruido		Ruidoso (ruidos constantes y altos. Molestias en los habitantes debido a intensidad o por su frecuencia. Aparecen síntomas de sordera o irritabilidad)
		Tolerable (ruidos admisibles y esporádicos. No hay mayores molestias para la población y fauna existente)
	X	Bajo (no existen molestias y la zona trasmite calma)

3.5.3. Caracterización del medio biótico

3.5.3.1. Ecosistema

Tabla N°80: Ecosistema

Tipos de ecosistemas	X	Páramo
		Bosque pluvial
		Bosque nublado
		Bosque seco tropical
		Ecosistemas marinos
		Ecosistemas lacustres

3.5.3.2. Flora

Tabla N°81: Flora

Tipo de cobertura vegetal		Bosques
	X	Arbustos
		Pastos
	X	Cultivos
		Matorrales
		Sin vegetación
Importancia de la cobertura vegetal	X	Común del sector
		Rara o endémica
		En peligro de extinción
		Protegida
		Intervenida
Usos de la vegetación	X	Alimenticio
	X	Comercial
		Medicinal
		Ornamental
		Construcción
		otro

3.5.3.3. Fauna silvestre

Tabla N°82: Fauna silvestre

Tipos de fauna silvestre	X	Micro fauna
	X	Insectos
		Anfibios
		Peces
		Reptiles
		Aves
	X	Mamíferos
Importancia	X	Común
		Rara o única especie
		Frágil
		En peligro de extinción

3.5.4. Características del medio socio-cultural

3.5.4.1. Demografía

Tabla N°83: Demografía

Nivel de consolidación de área de influencia		Urbana
		Periférica
	X	Rural
Características étnicas de la población	X	Mestizos
	X	Indígenas
		Negros
		otros

3.5.4.2. Infraestructura social

Tabla N°84: Infraestructura social

Abastecimiento de agua		Agua potable
		Conexión domiciliaria
		Agua lluvia
		Grifo público
		Servicio permanente
		Racionado
	X	Tanqueo
		Acarreo manual
		ninguno
Evacuación de aguas servidas		Alcantarillado sanitario
		Alcantarillado pluvial
	X	Fosas sépticas
		Letrinas
		ninguno
Evacuación de aguas lluvias		Alcantarillado pluvial
		Drenaje superficial
	X	ninguno
Desechos sólidos		Barrido y recolección
	X	Botadero a cielo abierto
		Relleno sanitario
		otro
Electrificación	X	Red de energía eléctrica
		Planta eléctrica
		ninguno
Transporte público		Servicio urbano
		Servicio intercantonal
	X	Camionetas
		Canoa
		otro
Vialidad accesos	X	Vías principales
		Vías secundarias
	X	Caminos vecinales
		Vías urbanas
		otro

3.6. PRESUPUESTO

Tabla N°85: Descripción de rubros, unidades, cantidades y precios

No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	HA	9,21	308,63	2.842,48
2	REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	KM	4,61	312,43	1.440,30
3	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO	M3	28.594,54	4,56	130.391,10
4	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	25.013,77	5,69	142.328,35
5	SUB-BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO (INCLUYE TRANSPORTE)	M3	4.145,04	15,65	64.869,88
6	BASE CLASE 2 TENDIDO Y COMPACTADO (INCLUYE TRANSPORTE)	M3	2.763,36	18,80	51.951,17
7	ASFALTO MC-250 , PARA IMPRIMACIÓN	LT	20.264,64	0,67	13.577,31
8	CARPETA ASFÁLTICA MEZCLADO EN PLANTA e=5cm	M2	27.633,60	10,38	286.836,77
9	HORMIGÓN SIMPLE f'c=210kg./cm2, INCLUYE ENCOFRADO	M3	65,18	196,38	12.800,05
10	HORMIGÓN SIMPLE f'c=180 kg/cm2 CUNETAS, INCLUYE ENCOFRADO	M3	1.069,12	147,37	157.556,21
11	ACERO DE REFUERZO f'y= 4200 kg/cm2	KG	1.412,05	1,94	2.739,38
12	TUBERIA DE ACERO CORRUGADA d=1.20 m, e=2.50mm PM-100	M	40,00	232,60	9.304
13	CONTROL Y RECONFORMACIÓN DE MATERIALES EXCEDENTES EN ESCOMBRERAS	M3	3.580,77	0,67	2.399,12
14	INTALACIÓN DE GUARDACAMINOS DOBLES, INCLUYE GEMAS REFLECTIVAS Y TERMINALES	M	100,00	129,14	12,914
15	MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA REFLECTIVA)	M	13.816,80	0,59	8.151,91
16	SEÑALIZACION VERTICAL (0.60 x 0.60)m	U	30,00	138,61	4.158,30
17	SEÑALIZACION VERTICAL (0.60 x 1.20)m	U	4,00	224,98	899,92
				TOTAL:	905.160,25

3.7. CRONOGRAMA VALORADO DEL TRABAJO

Tabla N°86: Cronograma valorado de trabajos

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS					PERIODOS (MESES/SEMANAS)																																																								
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL	1 MES				2 MES				3 MES				4 MES				5 MES				6 MES				7 MES				8 MES																											
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32																								
1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	HA	9.21	308.63	2,842.48	2,842.48																																																							
2	REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	KM	4.61	312.43	1,440.30	1,440.30																																																							
3	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO	M3	28,594.54	4.56	130,391.10	13,039.11				39,117.33				39,117.33				39,117.33																																											
4	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	25,013.77	5.69	142,328.35					42,698.50				42,698.50				56,931.35																																											
5	SUB-BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO (INCLUYE TRANSPORTE)	M3	4,145.04	15.65	64,869.88													51,895.90				12,973.98																																							
6	BASE CLASE 2 TENDIDO Y COMPACTADO (INCLUYE TRANSPORTE)	M3	2,763.36	18.80	51,951.17																	51,951.17																																							
7	ASFALTO MC-250 , PARA IMPRIMACIÓN	LT	20,264.64	0.67	13,577.31																					6,788.66				6,788.65																															
8	CARPETA ASFÁLTICA MEZCLADO EN PLANTA e=5cm	M2	27,633.60	10.38	286,836.77																					86,051.03				200,785.74																															
9	HORMIGÓN SIMPLE PORTLAND CLASE B f _c =210kg./cm ² , INCLUYE ENCOFRADO	M3	65.18	196.38	12,800.05																					12,800.05																																			
10	HORMIGÓN SIMPLE PORTLAND f _c =180 kg/cm ² CUNETAS, INCLUYE ENCOFRADO	M3	1,069.12	147.37	157,556.21					63,022.48				47,266.86				47,266.87																																											
11	ACERO DE REFUERZO f _y = 4200 kg/cm ²	KG	1,412.05	1.94	2,739.38																					2,739.38																																			
12	TUBERÍA DE ACERO CORRUGADA d=1.20 m, e=2.50mm PM-100	M	40.00	232.60	9,304.00					4,652.00				4,652.00																																															
13	CONTROL Y RECONFORMACIÓN DE MATERIALES EXCEDENTES EN ESCOMBRERAS	M3	3,580.77	0.67	2,399.12																	2,399.12																																							
14	INTALACIÓN DE GUARDACAMINOS DOBLES, INCLUYE GEMAS REFLECTIVAS Y TERMINALES	M	100.00	129.14	12,914.00																									12,914.00																															
15	MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA REFLECTIVA)	M	13,816.80	0.59	8,151.91																									8,151.91																															
16	SEÑALIZACIÓN VERTICAL (0.60 x 0.60)m	U	30.00	138.61	4,158.30																									4,158.30																															
17	SEÑALIZACIÓN VERTICAL (0.60 x 1.20)m	U	4.00	224.98	899.92																									899.92																															
INVERSIÓN MENSUAL					905,160.25	17,321.89				149,490.31				133,734.69				143,315.55				54,295.02				157,764.84				223,113.82				26,124.13																											
AVANCE MENSUAL (%)						1.91				16.52				14.78				15.83				6.00				17.43				24.65				2.89																											
INVERSIÓN ACUMULADA AL 100%						17,321.89				166,812.20				300,546.89				443,862.44				498,157.46				655,922.30				879,036.12				905,160.25																											
AVANCE ACUMULADO (%)						1.91				18.43				33.20				49.04				55.04				72.46				97.11				100.00																											
INVERSIÓN ACUMULADA AL 80%						13,857.51				133,449.76				240,437.51				355,089.95				398,525.97				524,737.84				703,228.90				724,128.20																											
AVANCE ACUMULADO (%)						1.53				14.74				26.56				39.23				44.03				57.97				77.69				80.00																											

3.8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.8.1. Cálculo de volúmenes

El cálculo de volúmenes de la obra se refiere a la cantidad total de cada uno de los materiales que se ocuparán en el desarrollo del proyecto.

3.8.1.1. Desbroce, Desbosque y limpieza

Este trabajo consiste en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra. Se realizó con un ancho de faja de 20 m y su unidad de medida de este rubro es la hectárea (Ha).

Ancho de faja promedio = 20 m

Longitud total del proyecto = 4605.60 m

Área de desbroce, desbosque y limpieza = Ancho de faja * Longitud total

Área de desbroce, desbosque y limpieza = 20 m * 4605.60 m

Área de desbroce, desbosque y limpieza = 92113 m² / 10000 = 9.21 Ha.

3.8.1.2. Replanteo y nivelación

La unidad de medida de este rubro es de Km.

Longitud total del proyecto = 4605.60 m = 4.61 Km.

3.8.1.3. Excavación sin clasificar

Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el desarrollo del proyecto.

Volumen total de corte en el diseño = 25130,70 m³ (Obtenidos del civilcad)

- Excavación para cunetas y encausamientos

La unidad es el m³ y se consideró la sección transversal de la cuneta.

- Volumen total de excavación = área de cuneta * longitud * # de lados

Volumen total de excavación = 0.28 m² * 4605.60 m * 2

Volumen total de excavación = 2579.14 m³

- Excavación para estructuras menores

Se asume una longitud de 20 m en cada lado de la alcantarilla, para la excavación se asume un área de corte en la base, 2 m de profundidad y 2 m de ancho de zanja. Para cabezales y alcantarillas se estiman 10 m³ para cada alcantarilla

- V. excavación de alcantarillas = [L. tuberías nuevas + (L. encauzamiento * 2 lados * #alcantarillas)] * ancho * profundidad

$$V. \text{ excavación de alcantarillas} = [40 \text{ m} + (20 \text{ m} * 2 * 4)] * 2 \text{ m} * 2 \text{ m}$$

$$V. \text{ excavación de alcantarillas} = 800 \text{ m}^3$$

- V. excavación para cabezales = 4 alcantarillas * 10 m³ = 40 m³

- V. excavación de alcantarillas + cabezales = 800 m³ + 40 m³

$$V. \text{ excavación de alcantarillas + cabezales} = 840 \text{ m}^3$$

- V. excavación muro de contención = 44,70 m³

- Volumen total de excavaciones = 25130,70 + 2579.14 + 840 + 44,70

$$\text{Volumen total de excavaciones} = 28594.54 \text{ m}^3$$

3.8.1.4. Relleno compactado con material del sitio

Corresponde al volumen de relleno determinado del diseño geométrico en el software civilcad.

$$\text{Volumen total de relleno} = 25013.77 \text{ m}^3$$

3.8.1.5. Material sub-base granular clase 3

Volumen sub-base = espesor de la capa sub-base * ancho de calzada * longitud del proyecto

$$\text{Volumen sub-base} = 0.15 \text{ m} * 6 \text{ m} * 4605.60 \text{ m}$$

Volumen sub-base = 4145.04 m^3

- Transporte del material de la sub-base

La cantera más cercana está aproximadamente a unos 10 km del proyecto.

Factor de esponjamiento: 20%

- Volumen transporte de la sub-base: volumen de sub-base * factor de esponjamiento / longitud de la cantera.

Volumen transporte de la sub-base: $(4145.04 \text{ m}^3 * 20\%) / 10 \text{ Km}$

Volumen transporte de la sub-base: $82.90 \text{ m}^3/\text{Km}$

3.8.1.6. Material base clase 2

Volumen base = espesor de la capa base * ancho de calzada * longitud del proyecto

Volumen base = $0.10 \text{ m} * 6 \text{ m} * 4605.60$

Volumen base = 2763.36 m^3

- Transporte del material de la sub-base

Volumen transporte de la base: volumen de base * factor de esponjamiento / longitud de la cantera.

Volumen transporte de la base: $(2763.36 \text{ m}^3 * 20\%) / 10 \text{ Km}$

Volumen transporte de la base: $55.27 \text{ m}^3/\text{Km}$

-Volumen transporte de material: $82.90 \text{ m}^3/\text{Km} + 55.27 \text{ m}^3/\text{Km}$

Volumen transporte de material: $138.17 \text{ m}^3/\text{Km}$

3.8.1.7. Asfalto para imprimación:

Volumen asfalto para imprimación: ancho de calzada * longitud del proyecto * factor de sobreancho / rendimiento total de imprimación.

Factor de sobreancho: 1.10

Rendimiento total de imprimación: 1.5 lts/m²

Asfalto RC-250 para imprimación: (6 m * 4605.60 m * 1.10) / 1.5 lts/m²

Asfalto RC-250 para imprimación: 20264.64 lts

3.8.1.8. Carpeta asfáltica mezclado en planta e = 5 cm.

Volumen carpeta asfáltica: ancho de calzada * longitud del proyecto

Volumen carpeta asfáltica: 6 m * 4605.60 m

Volumen carpeta asfáltica: 27633.6 m²

3.8.1.9. Hormigón simple f'c = 210 kg/cm²

Elemento	Largo	Ancho	Altura	Volumen
Ala 1	2.00	0.60	1.50	1.80 m ³
Ala 2	2.00	0.60	1.50	1.80 m ³
Pantalla	2.50	0.30	2.00	1.50 m ³
Plataforma	4.05	1.30	0.20	1.05 m ³
Tubería				- 0.34 m ³
Total				5.81 m ³

- Volumen cabezales: volumen total del cabezal * # cabezales * # lados

Volumen cabezales: 5.81 m³ * 4 * 2

Volumen cabezales: 46.48 m³

- Volumen muro: área transversal * longitud

Volumen muro: 1.87 m² * 10 m

Volumen muro: 18.70 m³

- Volumen Total de hormigón simple f'c = 210 kg/cm² = 65.18 m³

3.8.1.10. Hormigón simple $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ para cunetas

Área de sección transversal de cuneta = 0.113 m^2

Longitud de descarga = 250 m (por cada kilómetro se considera 50 m de descarga)

Hormigón simple $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ para cunetas: $0.113 * (9211.2 \text{ m} + 250 \text{ m})$

Hormigón simple $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ para cunetas: 1069.12 m^3

3.8.1.11. Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Cantidad de acero de refuerzo de acuerdo al cálculo de hierros realizados en el muro de contención: 1412,05 Kg

3.8.1.12. Tubería de acero corrugado $D = 1.20 \text{ m}$; $e = 2.50 \text{ mm}$; MP – 100

La unidad de medida es el metro lineal (m)

Número de alcantarillas: 4

Longitud de la tubería: 10 m

Tubería de acero corrugado $1.20 \text{ m} = 40 \text{ m}$

3.8.1.13. Control y re conformación de materiales excedentes en escombreras

Volumen total de excavaciones = 28549.84 m^3

Volumen total de relleno = 25013.77 m^3

Materiales excedentes = $28594.54 \text{ m}^3 - 25013.77 \text{ m}^3$

Materiales excedentes = 3580.77 m^3

3.8.1.14. Señalización horizontal

La señalización horizontal cuenta con dos líneas continuas laterales de color bajo y una línea segmentada central de color amarillo.

Señalización horizontal: # de líneas * longitud del proyecto

Señalización horizontal: $3 * 4605.60 \text{ m}$

Señalización horizontal: 13816.8 m

3.8.1.15. Señales verticales informativas (0.60 x 1.20) m

Una cantidad de 4

3.8.1.16. Señales verticales reglamentarias (0.60 x 0.60) m

Se ha considerado aproximadamente 6 unidades por cada kilómetro entre señales reglamentarias y preventivas, dando un total de 30 unidades.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Actualmente la vía se encuentra con una capa de rodadura deteriorada esto crea múltiples problemas para la circulación vehicular y peatonal afectando a la seguridad de las personas, el mejoramiento de la misma ayudará al desarrollo de los sectores de Payatambo Totorá y Atahualpa de la parroquia de Pilahuín, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.
- La vía existente en su mayor parte son lastradas, su ancho de calzada promedio es de 5 metros, el deterioro de la capa de rodadura se deben a la inexistencia de cunetas causando erosión superficial, en el tramo final del proyecto se producen deslizamientos de tierra la cual afecta al tránsito y produce incomodidad a los habitantes del sector.
- El terreno por donde atraviesa el proyecto es de carácter montañoso, ya que cuenta con una sumatoria promedio de 12% en la sección del perfil longitudinal.
- De acuerdo al estudio de suelos del terreno de fundación se obtuvo los CBR puntuales de cada muestra y se procedió a calcular el CBR de diseño = 8,3.
- El suelo de acuerdo a la clasificación del SUCS es un suelo de Arena – Arcillosa.
- De acuerdo al MOP el valor de velocidad máxima de diseño recomendada para una vía de clase IV es de 50 Km/h, es por ello que se utilizó para el proyecto un valor de 40 Km/h y para una velocidad de circulación de 37 Km/h.
- El radio mínimo para curvas horizontales de acuerdo al MOP es de 42 m.
- El peralte máximo utilizado para curvas horizontales fue de 8% por contar con una velocidad de diseño menor a 50 Km/h.
- La sección transversal de acuerdo a las recomendaciones del MOP tiene un ancho de calzada de 6 m, con una cuneta de 1 m de ancho y un espaldón de 0.60 m, tiene un bombeo de 2% por tratarse de capa de rodadura asfáltica.

- El pavimento flexible fue calculado de acuerdo al método de AASHTO-93 dando como resultado una carpeta asfáltica con un espesor de 5 cm, una base con espesor de 10 cm y una sub-base con un espesor de 15 cm.
- Para el presente proyecto esta propuesto que la adquisición del material a usarse será de la zona, de tal manera que si no se logra conseguir el material se asignará un precio de transporte adicional de acuerdo a la zona que la entidad beneficiaria elija.

4.2. RECOMENDACIONES

- Socializar con los habitantes de los sectores de Payatambo Totorá y Atahualpa, propietarios de los terrenos por los que pasará la vía diseñada para que no ocasionen inconformidades en los mismos.
- El diseño geométrico y diseño del pavimento están basados en las normas vigentes por lo que se debe controlar al momento de la construcción.
- Al momento de realizar el asfaltado de la vía, debemos tomar las medidas necesarias para evitar la contaminación del medio ambiente, ya que es un factor muy importante para el buen vivir de los habitantes del sector.
- En la ejecución del proyecto, la circulación de los vehículos no puede ser obstaculizado en su totalidad, se debe ubicar la señalización correspondiente para así evitar accidentes y molestias.
- Controlar la uniformidad, temperatura y tendido del asfalto, ya que estos factores desempeñan una gran importancia para la duración de la capa de rodadura.
- Se deberá verificar los materiales que tengan las propiedades establecidas y sean adecuados para la construcción del proyecto.
- Se deberá instalar la adecuada señalización de manera clara y visible ya sea para los peatones o vehículos que transitan por la zona del proyecto.

MATERIAL DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] C. Pérez, and D. Yanovich, “SECTOR CARRETERAS,” Corporación Financiera del Valle S.A, Colombia, Internet: <http://www.corfivalle.com.co/webcorfivalle2/Repositorio/informes/IS01021999>. PDF, Feb.1999 [Nov. 2015]
- [2] S. Reyes, “Las condiciones actuales de las vías que unen a las comunidades Chibuleo San Luis, Chibuleo San Francisco y Chibuleo San Pedro de la parroquia Juan benigno vela, cantón ambato, provincia tungurahua y su incidencia en el desarrollo socio-económico de los habitantes,” Memoria de Título, Ing. Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, Abr. 2015.
<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/11996>
- [3] Agencia Pública de Noticias del Ecuador y Suramérica. "El desarrollo vial es uno de los íconos de progreso en Ecuador". Internet: <http://www.andes.info.ec/es/noticias/desarrollo-vial-es-uno-icenos-progreso-ecuador.html>, Nov. 22, 2014 [Nov. 2015]
- [4] Presidencia de la república del Ecuador. “Mejoramiento de la vía Ambato-Guaranda beneficiará a 500.000 habitantes”. Internet: <http://www.presidencia.gob.ec/mejoramiento-de-la-via-ambato-guaranda-beneficiara-a-500-000-habitantes/>, Mar. 26, 2015 [Nov. 2015]
- [5] L. Silva, “Análisis de la estructura y del diseño geométrico de la vía Piatúa 4 de Agosto, hasta San Juan de Piatúa del Cantón SANTA CLARA, provincia de PASTAZA para mejorar el tráfico vehicular y fomentar la producción agrícola,”

Memoria de Título, Ing. Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, Nov. 2012.

<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/3773>

- [6] D. Moposita, “La infraestructura vial y su influencia en la calidad de vida de los moradores de las colonias Nueva Esperanza y Libertad, pertenecientes al cantón Santa Clara de la provincia de Pastaza,” Memoria de título, Ing. Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2011.
<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/1099>

- [7] Wikipedia. “Carretera”. Internet: <https://es.wikipedia.org/wiki/Carretera>, Nov. 10, 2015 [Ene. 17, 2016].

- [8] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, MOP (2003). Normas de Diseño Geométrico de Carreteras y de Caminos Vecinales. Quito.

- [9] J. Cárdenas. *Diseño Geométrico de Carreteras*. Ecoc ediciones: Bogotá. D C, 2002, pp. 4-5.

- [10] Ministerio de Transporte y Obras Públicas. “Norma Ecuatoriana Vial – NEVI – 12 Volumen 2A”. Internet: http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf, Dic. 01, 2013 [Ene. 17, 2016].

- [11] Wikipedia. “Carreteras del Ecuador”. Internet: https://es.wikipedia.org/wiki/Carreteras_de_Ecuador, Dic. 11, 2015 [Ene. 19, 2016]

- [12] Senderismo GPS. “La proyección UTM”. Internet: <https://ramonortiz1946.wordpress.com/2012/03/19/la-proyeccion-utm/>, Mar. 19, 2012 [Ene. 17, 2016].

- [13] A. Franco. “Características de las coordenadas UTM y descripción de este tipo de coordenadas”. Internet:

- http://www.elgps.com/documentos/utm/coordenadas_utm.html, Nov. 13, 2000 [Ene. 18, 2016].
- [14] Carta Natal. “Ciudades de Tungurahua, Ecuador”. Internet: <https://carta-natal.es/ciudades/Ecuador/Tungurahua-5>, [Feb. 01, 2016].
- [15] Wikipedia. “WGS84”. Internet: <https://es.wikipedia.org/wiki/WGS84>, Nov. 19, 2015 [Feb. 01, 2016].
- [16] Ministerio de Transporte y Obras Públicas. “Norma Ecuatoriana Vial – NEVI – 12 Volumen 1”. Internet: http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_1.pdf, Dic. 01, 2012 [Ene. 19, 2016]
- [17] Aristasur. “Curvas de nivel”. Internet: <http://www.aristasur.com/contenido/que-son-las-curvas-de-nivel-en-un-mapa-topografico>, Dic. 28, 2013 [Ene. 19, 2016]
- [18] SlideShare. “tipos de curvas de nivel”. Internet: http://es.slideshare.net/Leslyaylin/curvas-de-nivel-36638100?next_slideshow=1, Jul. 04, 2014 [Feb. 01, 2016]
- [19] Wikipedia. “Mecánica de Suelos”. Internet: https://es.wikipedia.org/wiki/Mec%C3%A1nica_de_suelos, Oct. 24, 2015 [Ene. 20, 2016]
- [20] Colegio de Geólogos de Costa Rica. “Boletín: Estudio de Suelos”. Internet: http://www.geologos.or.cr/?option=com_docman&task...7..., Oct. 11, 2015 [Ene. 20, 2016]
- [21] Universidad Católica del norte Chile. “Mecánica de Suelos”. Internet: <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/tiposM2.htm>, [Ene. 20, 2016]



- [22] M.Sc. Ing. F. Mantilla. “Mecánica de Suelos para la Ingeniería Civil”. Ecuador. UTA. Marzo 2000.
- [23] Slideshare. “Límite Líquido”. Internet: <http://es.slideshare.net/sap200/esposicion-limite-liquido-limite-plastico>, [Feb. 03, 2016]
- [24] Apuntes Ingeniería Civil. “Límites de Atterberg: Liquidez”. Internet: <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2010/11/se-llama-liquidez-al-estado-liquido-que.html>, Nov. 13, 2010 [Feb. 10, 2016]
- [25] Consolid. “Mecánica de suelos”. Internet: http://www.consolid.info/en/mecanica_suelos.php, [Feb. 10, 2016]
- [26] Wikipedia. “Diseño Geométrico de carreteras”. Internet: https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_geom%C3%A9trico_de_carreteras, Ene. 21, 2015 [Feb. 03, 2016]
- [27] SlideShare. “Diseño de carreteras”. Internet: <http://es.slideshare.net/freddyramirofloresvega/visibilidad-caminos>, Abr. 22, 2014 [Feb. 10, 2016]
- [28] Topografiageral. “Elementos de la curva”. Internet: <http://www.topografiageral.com/Curso/capitulo%2015.php>, [Feb. 10, 2016]
- [29] Cueva del ingeniero civil. “Elementos que componen la sección transversal de un camino”. Internet: <http://www.cuevadecivil.com/2013/03/partes-de-una-seccion-transversal.html>, [Ene. 27, 2016]
- [30] Ministerio de Transporte y Obras Públicas. “Norma Ecuatoriana Vial – NEVI – 12 Volumen 2B”. Internet: https://dl.dropboxusercontent.com/u/64456934/Infraestructura%20del%20Transporte/NEVI-12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2B.pdf, Dic. 01, 2013 [Ene. 27, 2016].

- [31] Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes. “MOP 001 F-2002”. Internet: http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/01-07-2013_ConcursoPublico_StoDomingo-Esmeraldas-Especificaciones-Tecnicas.pdf, 2002 [Feb. 10, 2016]
- [32] Dirección de inversión pública. “Guía sectorial: pavimentos”. Internet: http://www.ec.gba.gov.ar/sceoci/inversion_publica/Documentos/GUIA%20PAVIMENTOS.pdf, [Ene. 27, 2016]
- [33] Google Earth. Internet: <https://www.google.com/earth/>, 2016 [Feb. 27, 2016]
- [34] Viajando X. Cantón Ambato. <http://www.viajandox.com/tungurahua/ambato-canton.htm>, 2014 [Feb. 27, 2016]
- [35] Docslide. “Instituto del Asfalto”. Internet: <http://myslide.es/documents/2-manual-series-ms-1-del-ia1991.html>, 1991 [Mar. 28, 2016]
- [36] INAMHI. “Estadísticas de estaciones climatológicas”. Internet: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf>, 2012 [Abr. 15, 2016]
- [37] Diseño de pavimentos. Internet: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/gutierrez_g_f/capitulo4.pdf, México abr. 29, 2004 [Mar. 28, 2016]
- [38] G. Corredor. “Maestría en vías terrestres módulo III, diseño de pavimentos I”. Internet: <http://www.camineros.com/docs/cam060.pdf>, Ago. 2008 [Mar. 15, 2016]
- [39] Libro de pavimentos. “Factor de distribución por carril”. Internet: <http://libro-pavimentos.blogspot.com/2011/03/factor-de-distribucion-por-carril.html>, [Abr. 05, 2016]

- [40] Camineros en la red. “software para camineros: AASHTO93”. Internet: <http://www.camineros.com/programas/Aashto.exe>, 2008 [Abr. 19, 2016]
- [41] HidrojING. “Como seleccionar el coeficiente de rugosidad de Manning en cauces naturales”. Internet: <http://www.hidrojing.com/como-seleccionar-el-coeficiente-de-rugosidad-de-manning-en-cauces-naturales/>, Feb. 22, 2016 [May. 12, 2016].
- [42] Scribd. “Método empírico de Talbot”. Internet: <https://es.scribd.com/doc/136134925/METODO-EMPIRICO-DE-TALBOT>, Abr. 16, 2013 [May. 22, 2016].
- [43] INEN. “Señales y símbolos de seguridad”. Internet: http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_reglamento_tecnico_se+%C2%A6alizaci+%C2%A6n_horizontal.pdf, 2011 [May. 22, 2016].

ANEXOS

ANEXO A. CONTEO VEHICULAR

 Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Civil Tráfico Promedio Diario Anual 							
Proyecto:		Vía de los sectores de Payatambo Totorá y Atahualpa		Conteo:		12 horas	
Fecha:		Viernes, 08-01-2016		Parroquia:		Pilahuín	
Realizado por:		Egdo. Víctor Hernández		Cantón:		Ambato	
				Provincia:		Tungurahua	
Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total /15 min	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
6:00 - 6:15	1	0	1	0	0	2	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	1	0	1	0	0	2	5
7:00 - 7:15	0	0	0	0	0	0	3
7:15 - 7:30	0	0	0	0	0	0	3
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	2
7:45 - 8:00	0	0	1	0	0	1	1
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	1
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	1
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	1
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	0	0	0	0	0	0	1
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	1
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	1	1
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	1	0	0	1	1
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	1
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	1	2
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	2
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	1
12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	1
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	0
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	0
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	0
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	1	1
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	1
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	1
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	1	2
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	1
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	1
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	1	0	0	1	1
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	1	2
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	2
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	2
16:30 - 16:45	0	0	0	0	0	0	1
16:45 - 17:00	0	0	1	0	0	1	1
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	1	2
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	2
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	2
17:45 - 18:00	0	0	1	0	0	1	2
Total	10	0	7	0	0	17	

Hora de alto volumen vehicular: 6:00 -
7:00

Livianos	Camiones	Bus es	Total
3	2	0	5



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil
Tráfico Promedio Diario Anual



Proyecto: Vía de los sectores de
Payatambo Totorá y
Atahualpa

Conteo: 12 horas

Fecha: Sábado, 09-01-2016

Parroquia: Pilahuín
Cantón: Ambato

Realizado por: Egdo. Víctor
Hernández

Provincia: Tungurahua

Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total /15 min	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
6:00 - 6:15	2	0	0	0	0	2	
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	2	0	0	0	0	2	
6:45 - 7:00	1	0	1	0	0	2	7
7:00 - 7:15	0	0	0	0	0	0	5
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	1	5
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	3
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	1
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	1
8:15 - 8:30	0	0	1	0	0	1	1
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	1
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	1	2
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	2
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	1
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	1
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	1	1
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	1
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	0	0	1	0	0	1	2
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	2
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	2
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	1	2
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	1
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	1

12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	1
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	0
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	1	1
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	1
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	1
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	1
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	1	1
14:30 - 14:45	0	0	1	0	0	1	2
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	2
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	2
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	1
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	0	0	0	0	0	0	0
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	0
16:30 - 16:45	0	0	0	0	0	0	0
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	0
17:00 - 17:15	0	0	1	0	0	1	1
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	1	2
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	2
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	2
Total	14	0	5	0	0	19	

Hora de alto volumen vehicular: 6:00 - 7:00

Livianos	Camiones	Buses	Total
6	1	0	7



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil
Tráfico Promedio Diario Anual



Proyecto: Vía de los sectores de
Payatambo Totorá y
Atahualpa

Conteo: 12 horas

Fecha: Domingo, 10-01-
2016

Parroquia: Pilahuín
Cantón: Ambato

Realizado por: Egdo. Víctor
Hernández

Provincia: Tungurahua

Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total /15 min	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
6:00 - 6:15	1	0	0	0	0	1	
6:15 - 6:30	2	0	2	0	0	4	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	2	0	1	0	0	3	9
7:00 - 7:15	1	0	0	0	0	1	9
7:15 - 7:30	0	0	0	0	0	0	5
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	4
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	1	2
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	1
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	1
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	1
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	1	1
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	1
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	1
9:45 - 10:00	0	0	1	0	0	1	2
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	1
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	1	2
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	2
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	0	0	0	0	0	0	0
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	1	1
12:00 - 12:15	0	0	1	0	0	1	2

12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	2
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	2
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	1
13:00 - 13:15	1	0	0	0	0	1	1
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	1
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	1
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	1	2
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	1
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	1
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	1	2
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	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	0
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	0
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	1	1
16:30 - 16:45	0	0	0	0	0	0	1
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	1
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	1	2
17:15 - 17:30	0	0	1	0	0	1	2
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	2
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	2
Total	16	0	6	0	0	22	

Hora de alto volumen vehicular: 6:00 - 7:00

Livianos	Camiones	Buses	Total
6	3	0	9



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil
Tráfico Promedio Diario Anual



Proyecto: Vía de los sectores de
Payatambo Totorá y
Atahualpa

Conteo: 12 horas

Fecha: Lunes, 11-01-2016

Parroquia: Pilahuín

Cantón: Ambato

Realizado por: Egdo. Víctor
Hernández

Provincia: Tungurahua

Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total /15 min	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
6:00 - 6:15	2	0	1	0	0	3	
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	3	0	1	0	0	4	
6:45 - 7:00	2	0	0	0	0	2	10
7:00 - 7:15	0	0	0	0	0	0	7
7:15 - 7:30	0	0	0	0	0	0	6
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	2
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	0
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	0
8:45 - 9:00	0	0	1	0	0	1	1
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	1	2
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	2
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	0	0	0	0	0	0
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:15	0	0	1	0	0	1	1
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	1	2
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	2
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	1	3
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	2

12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	1
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	1
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	0
13:00 - 13:15	1	0	0	0	0	1	1
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	1
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	1	2
13:45 - 14:00	0	0	1	0	0	1	3
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	2
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	1	3
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	1	0	0	0	0	1	2
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	1
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	0
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	1	1
16:30 - 16:45	0	0	0	0	0	0	1
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	1
17:00 - 17:15	0	0	1	0	0	1	2
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	1
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	1	2
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	2
Total	17	0	6	0	0	23	

Hora de alto volumen vehicular: 6:00 - 7:00

Livianos	Camiones	Buses	Total
8	2	0	10



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil
Tráfico Promedio Diario Anual



Proyecto: Vía de los sectores de Payatambo Totorá y Atahualpa
Conteo: 12 horas

Fecha: Martes, 12-01-2016
Parroquia: Pilahuín
Cantón: Ambato

Realizado por: Egdo. Víctor Hernández
Provincia: Tungurahua

Hora	Vehículos Livianos	Buses	Camiones			Total /15 min	Acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
6:00 - 6:15	1	0	0	0	0	1	
6:15 - 6:30	0	0	1	0	0	1	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	0	0	0	0	0	0	3
7:00 - 7:15	0	0	0	0	0	0	2
7:15 - 7:30	1	0	1	0	0	2	3
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	2
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	2
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	2
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	1	1
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	1
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	1
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	1	2
9:15 - 9:30	0	0	1	0	0	1	2
9:30 - 9:45	1	0	0	0	0	1	3
9:45 - 10:00	2	0	1	0	0	3	6
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	5
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	4
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	3
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	0
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	1	1

12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	1
12:15 - 12:30	0	0	1	0	0	1	2
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	2
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	1	2
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	2
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	1
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	1
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	1	1
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	1
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	1
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	1
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	1	0	1	0	0	2	2
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	2
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	2
16:30 - 16:45	0	0	0	0	0	0	2
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	1	1
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	1
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	1
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	1
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	0
Total	13	0	6	0	0	19	

Hora de alto volumen vehicular: 9:00 -
10:00

Livianos	Camiones	Buses	Total
4	2	0	6

ANEXO B. ESTUDIO DE SUELOS
ANEXO B-1 MUESTRA N°1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: Estudio de la Vía Payatambo Totora y Atahualpa				
SECTOR:	Pilahuín	ABSCISA:	Km 0+500	
RESPONSABLE:	Egdo Víctor Hernández	REVISO:	Ing. Vinicio Almeida	
UBICACIÓN:	Cantón Ambato	FECHA:	Ambato, 25-01- 2016	
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	8,16	2,27	97,73
N 30	0,59			
N 40	0,425	37,36	10,37	89,63
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	184,05	51,09	48,91
PASA EL N 200		176,20	48,91	
TOTAL		360,25		
PESO ANTES DEL LAVADO	360,25			
PESO DESPUÉS DE LAVADO	184,05			
TOTAL - DIFERENCIA	176,20			
2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA				

Contenido de Humedad

PT SS = 360,2

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
140,86	109,31	27,98	31,55	81,33	38,8

Clasificación SUCS SC (Arena Arcillosa)

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

PROYECTO: Estudio de la vía Payatambo Totorá y Atahualpa

SECTOR: Pilahuín

ABS CISA: Km 0+500

RESPONSABLE: Egdo. Víctor Hernández

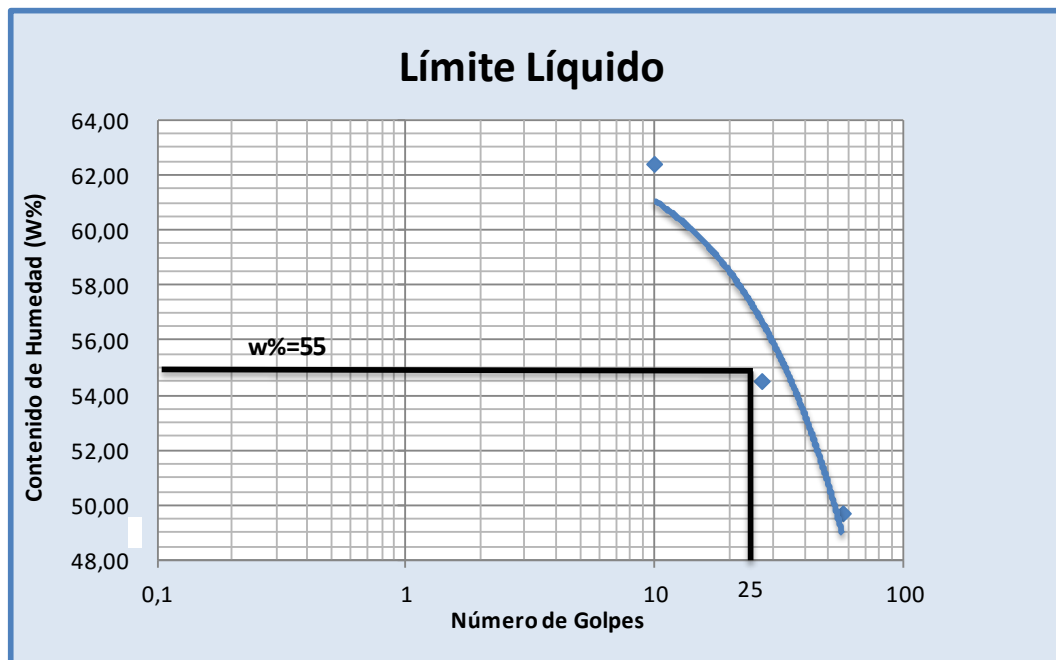
REVISOR: Ing. Vinicio Almeida

UBICACIÓN: Cantón Ambato

FECHA: Ambato, 25-01- 2016

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Número de golpes	57		27		10	
Recipiente Número	X-1	3-T	11-F	14-E	6-T	Z-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	27,46	22,13	27,16	25,18	29,6	26,84
Peso seco + recipiente Ws + rec	22,1	18,27	21,56	20,29	22,65	20,87
Peso recipiente rec	11,28	10,53	11,23	11,37	11,53	11,3
peso del agua Ww	5,36	3,86	5,6	4,89	6,95	5,97
Peso de los sólidos WS	10,82	7,74	10,33	8,92	11,12	9,57
Contenido de humedad w%	49,54	49,87	54,21	54,82	62,50	62,38
Contenido de humedad prom. w%	49,70		54,52		62,44	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-2	D-3	E-2	A-8	A-1	A-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5,9	5,98	6,12	6,14	5,44	5,86
Peso seco + recipiente Ws + rec	5,42	5,46	5,6	5,61	5,12	5,42
Peso recipiente rec	4,34	4,30	4,36	4,34	4,36	4,39
peso del agua Ww	0,48	0,52	0,52	0,53	0,32	0,44
Peso de los sólidos WS	1,08	1,16	1,24	1,27	0,76	1,03
Contenido de humedad w%	44,44	44,83	41,94	41,73	42,11	42,64
Contenido de humedad prom. w%	44,64		41,83		42,37	

Límite líquido = 55,00 %

Límite plástico = 42,95 %

Índice plástico = 12,05 %

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

COMPACTACIÓN

PROYECTO: Estudio de la Vía Payatambo Totorá y Atahualpa

SECTOR: Pilahuín

ABSCISA: Km 0+500

UBICACIÓN: Cantón Ambato

FECHA: Ambato, 25-01- 2016

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO POR: Egdo Víctor Hernández

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

REVISADO POR: Ing. Vinicio Almeida

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

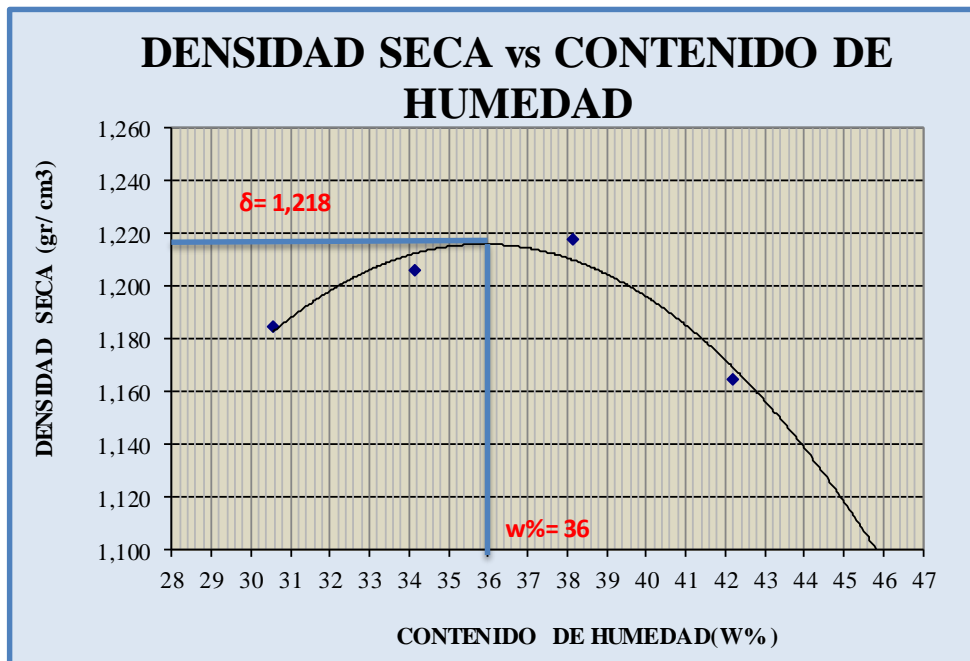
Número de Golpes:	25	Número de Capas:	5	Peso Martillo:	10 Lb
Altura de Caída:	18"	Peso Molde gr:	3791	Volumen Molde cc:	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5251,6	5318,4	5379,2	5354,6	5301,4
Peso suelo húmedo	1460,6	1527,4	1588,2	1563,6	1510,4
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,547	1,618	1,682	1,656	1,600

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	8-B	2-R	D-7	D-3	C-5	1-D	1-T	3-T	D-3	4-A
Peso húmedo + recipiente W _m + rec	126,95	150,1	104,8	123,2	116,82	128,9	107,6	135,8	147,34	132,65
Peso seco + recipiente W _s + rec	104,85	125,4	85,14	100	93,74	101,01	83,93	105,3	109,34	106,35
Peso del recipiente rec	32,19	45,05	27,47	32,23	33,02	28,14	28,02	33	27,41	48,87
Peso del agua W _w	22,1	24,7	19,67	23,18	23,08	27,88	23,62	30,46	38	26,3
Peso suelo seco W _s	72,66	80,35	57,67	67,79	60,72	72,87	55,91	72,34	81,93	57,48
Contenido humedad w%	30,4	30,7	34,1	34,2	38,0	38,3	42,2	42,1	46,4	45,8
Contenido humedad promedio w%	30,58		34,15		38,14		42,18		46,07	
Densidad Seca ρ_d	1,185		1,206		1,218		1,165		1,095	



ρ máximo = 1,218

W óptimo % = 36

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO			NORMA:	AASHTO:T-180	
ABSCISA	Km 0+500			DEL KM.:	1	
SECTOR:	Pilahuín			REVISADO POR:	Ing. Vinicio Almeida	
FECHA:	Ambato, 25-01- 2016			ENSAYADO POR:	Egdo Víctor Hernández	
ENSAYO CBR						
MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	11856,4	11972,8	11665,6	11692,6	11939,6	12257,8
PESO MOLDE (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3865,4	3981,8	3585,6	3612,6	3373,6	3691,8
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2340	2340	2340	2340	2340	2340
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,652	1,702	1,532	1,544	1,442	1,578
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,227	1,131	1,125	1,054	1,057	1,022
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1,179		1,089		1,039	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	C-5	1-T	1-T	D-3	D-5	8-B
Wm +TARRO (gr)	186,4	117,1	134,98	120,86	129,59	133,68
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	150,89	88,01	107,15	88,21	103,83	97,69
PESO AGUA (gr)	35,51	29,09	27,83	32,65	25,76	35,99
PESO TARRO (gr)	48,37	30,3	30,31	18,04	32,99	31,56
PESO MUESTRA SECA (gr)	102,52	57,71	76,84	70,17	70,84	66,13
CONTENIDO DE HUMEDAD %	34,64	50,41	36,22	46,53	36,36	54,42
AGUA ABSORBIDA %		15,77		10,31		18,06

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

PROYECTO: Estudio de la vía Payatambo Titora y Atahualpa

SECTOR: Pilahuín

ABCISA: Km 0+500

RESPONSABLE: Egdo Víctor Hernández

REVISOR: Ing. Vinicio Almeida

UBICACIÓN: Cantón Ambato

FECHA: Ambato, 25-01- 2016

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

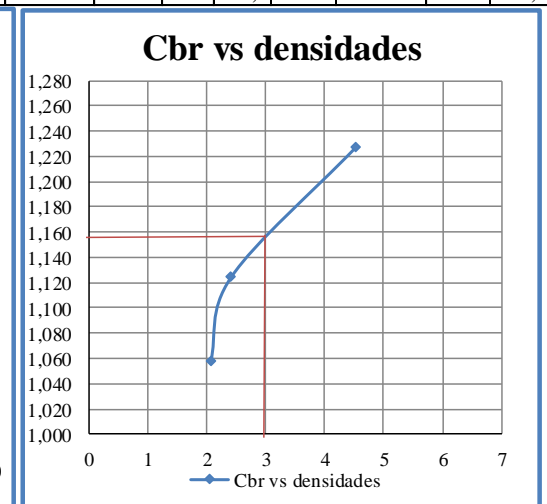
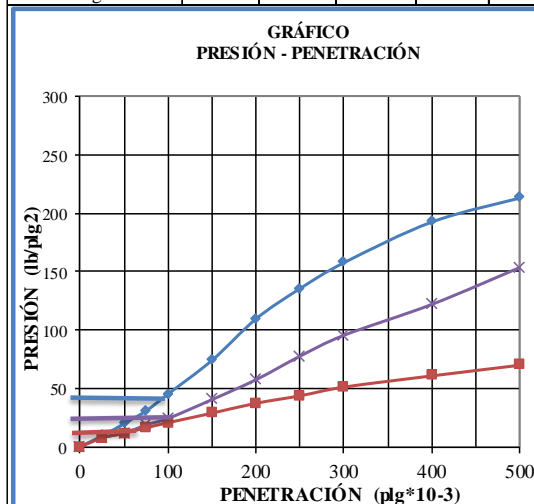
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NÚMERO			1				2				3			
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ		
	HORA	DÍAS		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%
DÍA Y MES			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
16-ene-16	14:30	0	0,02	5,00	0,00	0,00	0,03	5,00	0,00	0,00	0,01	5,00	0,00	0,00
17-ene-16	17:00	1	0,06		3,74	0,75	0,10		7,09	1,42	0,06		4,72	0,94
18-ene-16	17:30	2	0,08		6,30	1,26	0,12		9,65	1,93	0,08		7,28	1,46
19-ene-16	17:50	3	0,11		5,16	1,03	0,17		7,13	1,43	0,14		7,95	1,59

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3p12

MOLDE NÚMERO			1				2				3			
TIEMPO		PENET.	Q Lect.	PRESIONES		CBR	Q Lect.	PRESIONES		CBR	Q Lect.	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			" 10-3	Leida			Corg	Leida			Corg	Leida	
			DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	12,5	9,2			10,3	7,6			10,2	7,5		
1	0	50	26,8	19,7			15,6	11,5			15,8	11,6		
1	30	75	41,8	30,7			25,3	18,6			22,1	16,2		
2	0	100	61,5	45,2	45,2	5	32,9	24,2	24,2	2,4	28,1	20,6	20,6	2,1
3	0	150	100,9	74,1			54,9	40,3			39,3	28,9		
4	0	200	149,2	109,6			78,1	57,4			50,9	37,4		
5	0	250	184,5	135,5			105,6	77,5			59,7	43,9		
6	0	300	214,7	157,7			129,9	95,4			69,9	51,4		
8	0	400	262,2	192,6			166,0	122,0			83,1	61,1		
10	0	500	290,1	213,1			209,1	153,6			95,6	70,2		
CBR corregido						5				2,4				2,1



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,227	4,52	%
gr/cm ⁴	1,125	2,42	%
gr/cm ⁵	1,057	2,06	%

Densidad Máx	1,218	gr/cm ³
95% de DM	1,157	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		3 %

ANEXO B-2 MUESTRA N°2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																																
PROYECTO: Estudio de la Vía Payatambo Totorá y Atahualpa																																
SECTOR: Pilahuín		ABSCISA: Km 1+500																														
RESPONSABLE: Egdo Víctor Hernández		REVISO: Ing. Vinicio Almeida																														
UBICACIÓN: Cantón Ambato		FECHA: Ambato, 25-01- 2016																														
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	7,70	2,32	97,68																												
N 30	0,59																															
N 40	0,425	40,50	12,21	87,79																												
N 50	0,30																															
N 100	0,149																															
N 200	0,074	157,80	47,58	52,42																												
PASA EL N 200		173,84	52,42																													
TOTAL		331,64																														
PESO ANTES DEL LAVADO		331,64	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO																													
PESO DESPUÉS DE LAVADO		157,80	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO																													
TOTAL - DIFERENCIA		173,84	TOTAL																													
2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA																																
<div style="border: 2px solid green; padding: 10px;"> <h3 style="text-align: center;">Granulometría del Suelo</h3> <table border="1" style="margin-top: 10px; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <caption>Datos del Gráfico de Granulometría</caption> <thead> <tr> <th>Diam. tamices (mm)</th> <th>% que pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>76,3</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>38,1</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>25,4</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>19,1</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>12,7</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>9,52</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>4,76</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>97,68</td></tr> <tr><td>0,59</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>0,425</td><td>87,79</td></tr> <tr><td>0,30</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>0,149</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>0,074</td><td>52,42</td></tr> </tbody> </table> </div>					Diam. tamices (mm)	% que pasa	76,3	100,0	38,1	100,0	25,4	100,0	19,1	100,0	12,7	100,0	9,52	100,0	4,76	100,0	2,00	97,68	0,59	100,0	0,425	87,79	0,30	100,0	0,149	100,0	0,074	52,42
Diam. tamices (mm)	% que pasa																															
76,3	100,0																															
38,1	100,0																															
25,4	100,0																															
19,1	100,0																															
12,7	100,0																															
9,52	100,0																															
4,76	100,0																															
2,00	97,68																															
0,59	100,0																															
0,425	87,79																															
0,30	100,0																															
0,149	100,0																															
0,074	52,42																															

Contenido de Humedad

PT SS

331,6

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
152,1	111,02	30,1	41,08	80,92	50,8

Clasificación SUCS SC (Arena Arcillosa)

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

PROYECTO: Estudio de la vía Payatambo Totorá y Atahualpa

SECTOR: Pilahuín

ABS CISA: Km 1+500

RESPONSABLE: Ego. Víctor Hernández

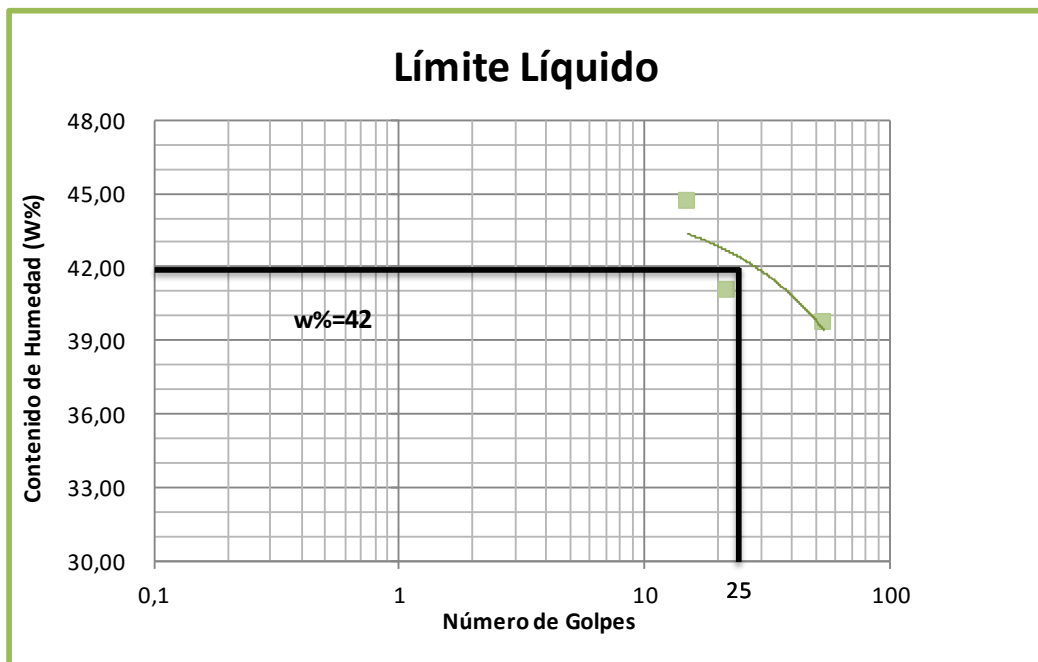
REVISOR: Ing. Vinicio Almeida

UBICACIÓN: Cantón Ambato

FECHA: Ambato, 25-01- 2016

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Número de golpes	54		22		15	
Recipiente Número	X-1	3-T	11-F	14-E	6-T	Z-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	25,8	23,9	27,6	27,90	28,9	25,9
Peso seco + recipiente Ws + rec	21,6	20,5	22,8	23,1	23,9	21,1
Peso recipiente rec	11,3	11,7	11,4	11,1	11,5	11,3
peso del agua Ww	4,2	3,4	4,8	4,8	5	4,8
Peso de los sólidos WS	10,3	8,8	11,4	12	12,4	9,8
Contenido de humedad w%	40,78	38,64	42,11	40,00	40,32	48,98
Contenido de humedad prom. w%	39,71		41,05		44,65	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-2	D-3	E-2	A-8	A-1	A-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6	5,78	6,3	5,9	5,7	6,1
Peso seco + recipiente Ws + rec	5,44	5,33	5,7	5,2	5,3	5,7
Peso recipiente rec	4,20	4,00	3,90	3,80	3,30	3,10
peso del agua Ww	0,56	0,45	0,6	0,7	0,4	0,4
Peso de los sólidos WS	1,24	1,33	1,80	1,40	2,00	2,60
Contenido de humedad w%	45,16	33,83	33,33	50,00	20,00	15,38
Contenido de humedad prom. w%	39,50		41,67		17,69	

Límite líquido = 42,00 %

Límite plástico = 32,95 %

índice plástico = 9,05 %

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

COMPACTACIÓN

PROYECTO: Estudio de la Vía Payatambo Tоторa y Atahualpa

SECTOR: Pilahuín

ABSCISA: Km 1+500

UBICACIÓN: Cantón Ambato

FECHA: Ambato, 25-01- 2016

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO POR: Egdo Victor Hernández

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

REVISADO POR: Ing. Vinicio Almeida

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

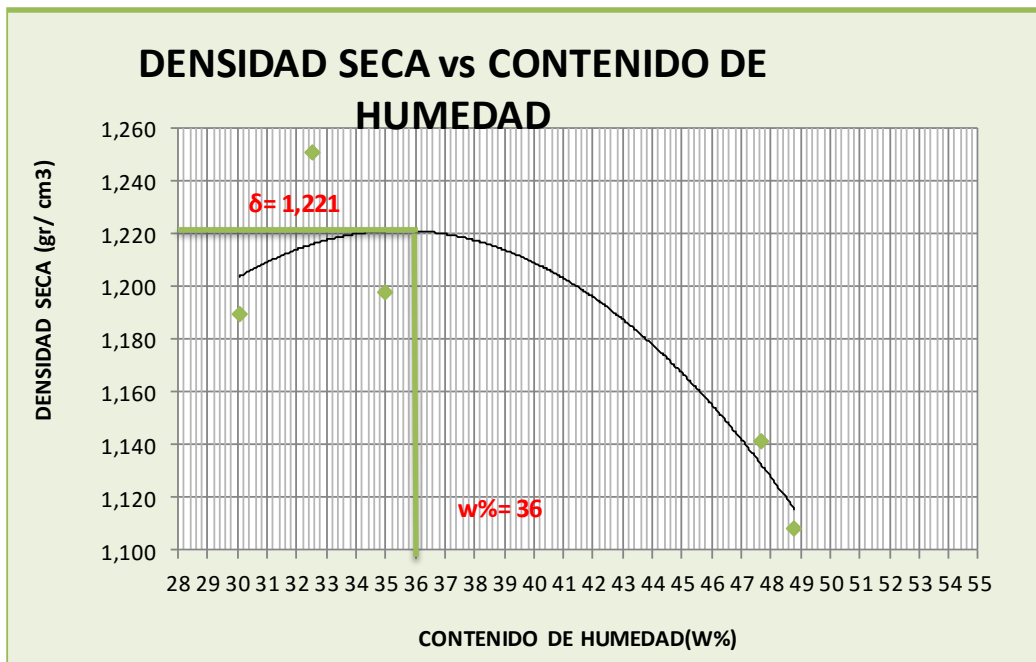
Número de Golpes:	25	Número de Capas:	5	Peso Martillo:	10 Lb
Altura de Caída:	18"	Peso Molde gr:	3791	Volumen Molde cc:	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5252,3	5356,1	5382,7	5347,9	5317,2
Peso suelo húmedo	1461,3	1565,1	1591,7	1556,9	1526,2
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,548	1,658	1,686	1,649	1,617

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	8-B	2-R	D-7	D-3	C-5	1-D	1-T	3-T	D-3	4-A
Peso humedo + recipiente W _{m+ rec}	130,8	148,7	107,3	133,8	121,10	127,6	110,9	137,8	142,3	122,6
Peso seco + recipiente W _{s+ rec}	105,1	127,7	97,5	104,4	88,9	102,20	85,9	108,5	110,1	107,2
Peso del recipiente rec	32	43,60	32,1	45,7	35,3	30,1	45,8	25,42	38,9	44,9
Peso del agua W _w	25,7	21	9,8	29,4	32,2	25,4	25	29,3	32,2	15,4
Peso suelo seco W _s	73,1	84,1	65,4	58,7	53,6	72,1	40,1	83,08	71,2	62,3
Contenido humedad w%	35,2	25,0	15,0	50,1	60,1	35,2	62,3	35,3	45,2	24,7
Contenido humedad promedio w%	30,06		32,53		47,65		48,81		34,97	
Densidad Seca gd	1,190		1,251		1,142		1,108		1,198	



γ máximo = 1,221

W óptimo % = 36

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

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	NORMA:	AASHTO:T-180
ABS CISA	Km 1+500	DEL KM.:	2
SECTOR:	Pilahuín	REVISADO POR:	Ing. Vinicio Almeida
FECHA:	Ambato, 25-01- 2016	ENSAYADO POR:	Egdo Víctor Hernández

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
W _m +MOLDE (gr)	12210,2	11201,3	11890,6	11792,8	12187,1	12346,9
PESO MOLDE (gr)	8000	8000	8100	8100	8667	8667
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4210,2	3201,3	3790,6	3692,8	3520,1	3679,9
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2340	2340	2340	2340	2340	2340
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1,799	1,368	1,620	1,578	1,504	1,573
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,230	0,815	1,166	1,072	1,057	1,013
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1,022		1,119		1,035	

CONTIENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	C-5	1-T	1-T	D-3	D-5	8-B
W _m +TARRO (gr)	199,1	118,3	138,7	125,5	131,5	135,8
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	151,7	84,15	108,8	92,1	102,5	98,3
PESO AGUA (gr)	47,4	34,15	29,9	33,4	29	37,5
PESO TARRO	49,4	33,8	32,1	21,4	34	30,5
PESO MUESTRA SECA (gr)	102,3	50,35	76,7	70,7	68,5	67,8
CONTENIDO DE HUMEDAD %	46,33	67,83	38,98	47,24	42,34	55,31
AGUA ABSORBIDA %		21,49		8,26		12,97

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

PROYECTO: Estudio de la vía Payatambo Titora y Atahualpa

SECTOR: Pilahuín

ABSCISA: Km 1+500

RESPONSABLE: Egdo Víctor Hernández

REVISOR: Ing. Vinicio Almeida

UBICACIÓN: Cantón Ambato

FECHA: Ambato, 25-01- 2016

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

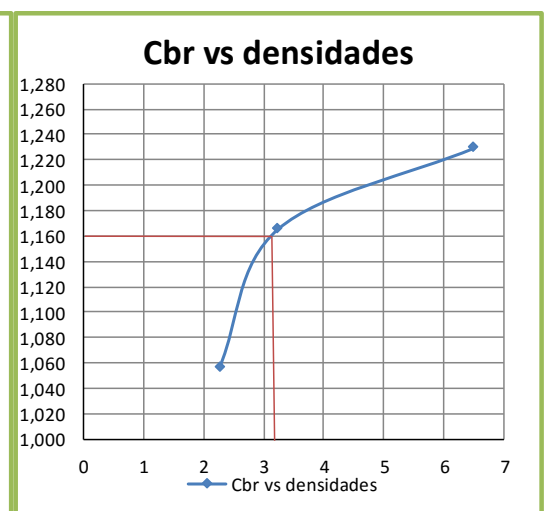
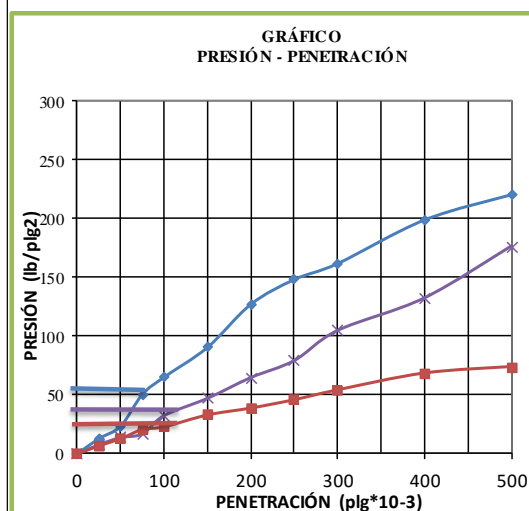
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NÚMERO			1				2				3			
FECHA DÍA Y MES	TIEMPO HORA	DÍAS	LECT DIAL Plgs.	ESPONJ			LECT DIAL Plgs.	ESPONJ			LECT DIAL Plgs.	ESPONJ		
				Mues	Plgs. *10-2	%		Mues	Plgs. *10-2	%		Mues	Plgs. *10-2	%
16-ene-16	18:30	0	0,02	5,00	0,00	0,00	0,03	5,00	0,00	0,00	0,01	5,00	0,00	0,00
17-ene-16	19:00	1	0,07		4,72	0,94	0,10		6,97	1,39	0,06		4,92	0,98
18-ene-16	19:23	2	0,09		6,69	1,34	0,13		9,53	1,91	0,09		7,40	1,48
19-ene-16	19:32	3	0,12		5,12	1,02	0,17		7,09	1,42	0,14		8,03	1,61

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3p12

MOLDE NÚMERO			1				2				3			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q Lect. DIAL	PRESIONES		CBR	Q Lect. DIAL	PRESIONES		CBR	Q Lect. DIAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			Leida	Corg			Leida	Corg			Leida	Corg	
				lb/plg2		%		lb/plg2		%		lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	17,7	13,0			10,6	7,8			9,2	6,8		
1	0	50	32,1	23,6			18,9	13,9			17,4	12,8		
1	30	75	68,9	50,6			23,1	17,0			27,9	20,5		
2	0	100	88,8	65,2	65,2	7	44,2	32,5	32,5	3,2	31,0	22,8	22,8	2,3
3	0	150	123,3	90,6			64,2	47,2			44,6	32,8		
4	0	200	173,2	127,2			88,2	64,8			52,5	38,6		
5	0	250	201,9	148,3			107,9	79,3			62,1	45,6		
6	0	300	220,4	161,9			142,7	104,8			73,4	53,9		
8	0	400	270,9	199,0			180,3	132,5			92,7	68,1		
10	0	500	300,1	220,5			240,2	176,5			100,1	73,5		
CBR corregido							7				3,2			2,3

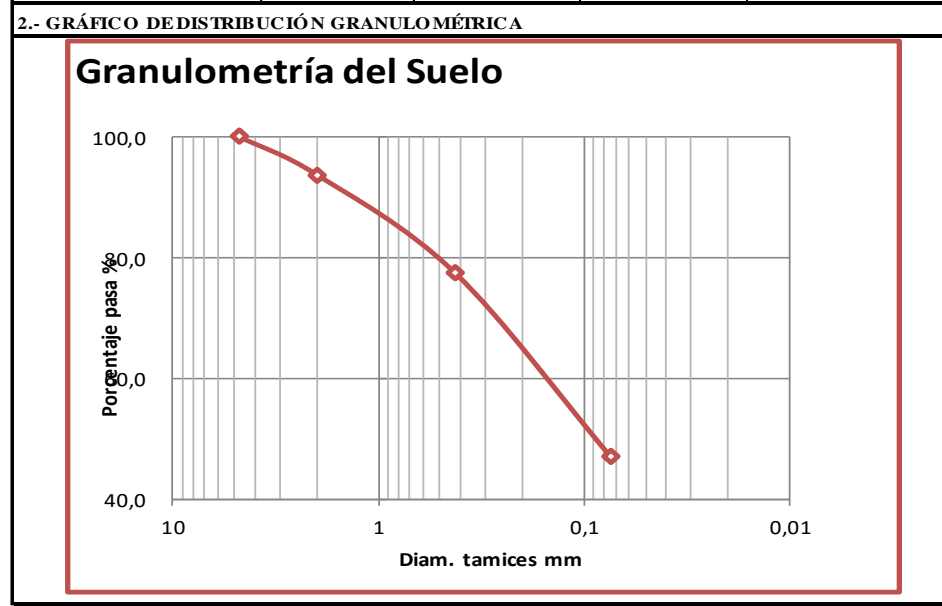


Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,230	6,50	%
gr/cm ⁴	1,166	3,25	%
gr/cm ⁵	1,057	2,28	%

Densidad Máx	1,221	gr/cm ³
95% de DM	1,160	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		3,2 %

ANEXO B-3 MUESTRA N°3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: Estudio de la Vía Payatambo Totorá y Atahualpa				
SECTOR: Pilahuín		ABSCISA: Km 2+500		
RESPONSABLE: Ego Víctor Hernández		REVISOR: Ing. Vinicio Almeida		
UBICACIÓN: Cantón Ambato		FECHA: Ambato, 25-01- 2016		
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	24,94	6,29	93,71
N 30	0,59			
N 40	0,425	89,49	22,56	77,44
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	210,82	53,14	46,86
PASA EL N 200		185,91	46,86	
TOTAL		396,73		
PESO ANTES DEL LAVADO	396,73			
PESO DESPUÉS DE LAVADO	210,82			
TOTAL - DIFERENCIA	185,91			



Contenido de Humedad PT SS = 396,7

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
212,2	174,15	27,98	38,05	146,17	26,0

Clasificación SUCS SC (Arena arcillosa).

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

PROYECTO: Estudio de la vía Payatambo Totorá y Atahualpa

SECTOR: Pilahuín

ABSCISA: Km 2+500

RESPONSABLE: Egdo. Víctor Hernández

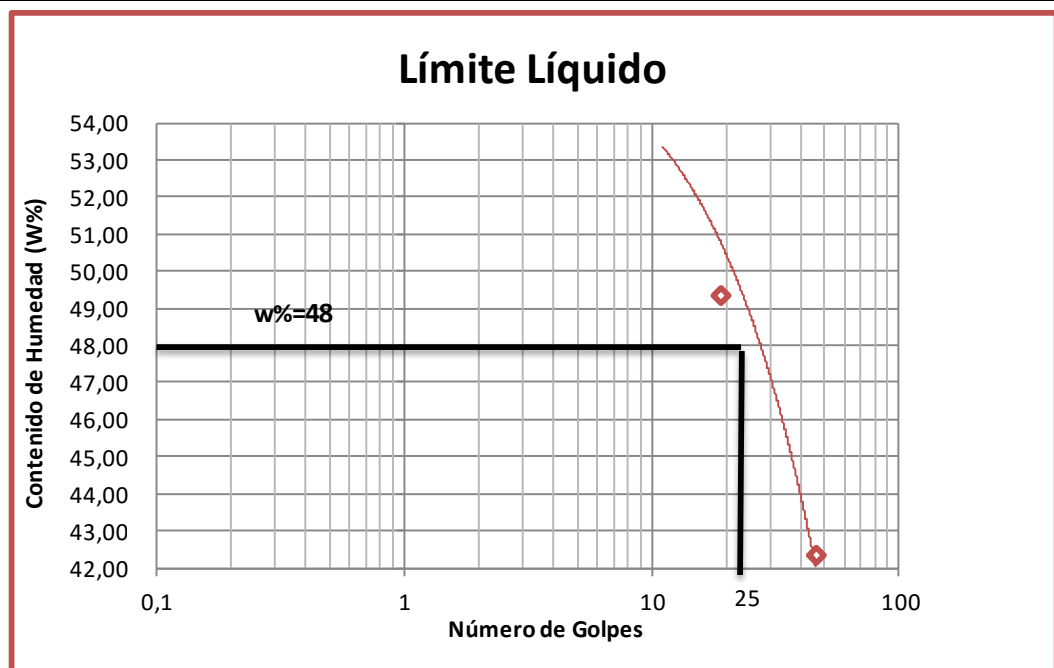
REVISOR: Ing. Vinicio Almeida

UBICACIÓN: Cantón Ambato

FECHA: Ambato, 25-01- 2016

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Número de golpes	46		19		11	
Recipiente Número	X-1	3-T	12-F	14-E	6-T	6-T
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	25,23	22,74	22,9	23,34	25,6	24,6
Peso seco + recipiente Ws + rec	21,09	19,1	19,15	19,39	20,65	19,98
Peso recipiente rec	11,28	10,53	11,57	11,37	11,53	11,53
peso del agua Ww	4,14	3,64	3,75	3,95	4,95	4,62
Peso de los sólidos WS	9,81	8,57	7,58	8,02	9,12	8,45
Contenido de humedad w%	42,20	42,47	49,47	49,25	54,28	54,67
Contenido de humedad prom. w%	42,34		49,36		54,48	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-2	E-1	E-2	D-3	A-1	A-8
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6,12	6,39	5,83	5,81	5,54	5,21
Peso seco + recipiente Ws + rec	5,68	5,4	5,44	5,4	5,25	4,99
Peso recipiente rec	4,34	2,26	4,36	4,30	4,36	4,34
peso del agua Ww	0,44	0,99	0,39	0,41	0,29	0,22
Peso de los sólidos WS	1,34	3,14	1,08	1,10	0,89	0,65
Contenido de humedad w%	32,84	31,53	36,11	37,27	32,58	33,85
Contenido de humedad prom. w%	32,18		36,69		33,22	

Límite líquido = **48,00** %

Límite plástico = **34,03** %

índice plástico = **13,97** %

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

COMPACTACIÓN

PROYECTO: Estudio de la Vía Payatambo Totorá y Atahualpa

SECTOR: Pilahuín

ABSCISA: Km 2+500

UBICACIÓN: Cantón Ambato

FECHA: Ambato, 25-01- 2016

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO POR: Egdo Víctor Hernández

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

REVISADO POR: Ing. Vinicio Almeida

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

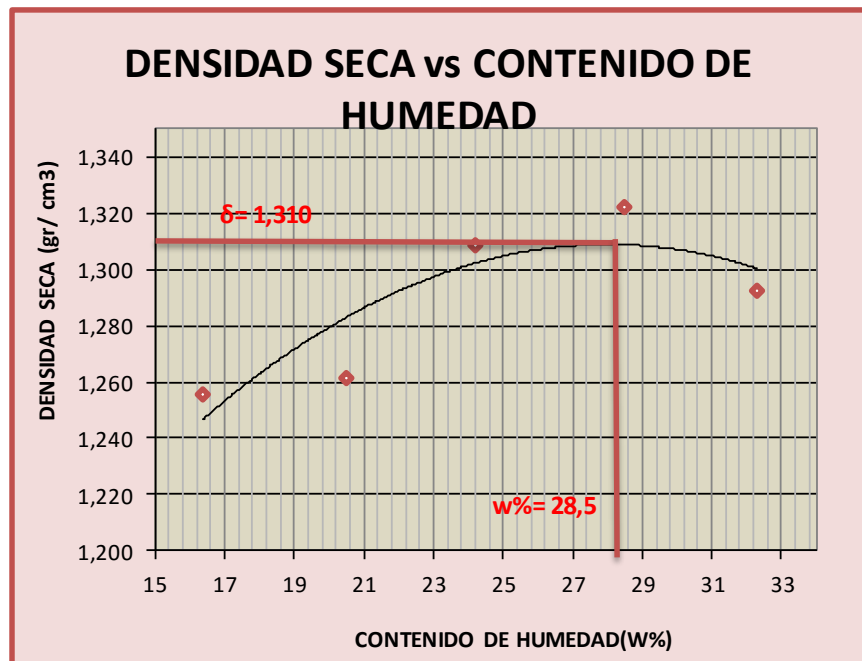
Número de Golpes:	25	Número de Capas:	5	Peso Martillo:	10 Lb
Altura de Caída:	18"	Peso Molde gr:	3791	Volumen Molde cc:	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5170,4	5226,2	5325	5394,8	5405
Peso suelo húmedo	1379,4	1435,2	1534	1603,8	1614
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,461	1,520	1,625	1,699	1,710

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	8-B	B-3	M-3	D-3	C-5	B-1	R-5	3-T	D-3	1-D
Peso húmedo + recipiente W _{m+rec}	132,34	227,9	100,4	151,2	127,82	258,9	82,15	132,5	144,56	125,43
Peso seco + recipiente W _{s+rec}	118,34	201,6	86,89	130,8	109,3	217,31	70,19	110,3	115,76	101,84
Peso del recipiente rec	32,19	41,98	20,36	32,23	33,02	44,26	28,02	33	27,41	28,14
Peso del agua W _w	14	26,3	13,52	20,4	18,54	41,62	11,96	22,11	28,8	23,59
Peso suelo seco W _s	86,15	159,6	66,53	98,57	76,26	173,1	42,17	77,34	88,35	73,7
Contenido humedad w%	16,3	16,5	20,3	20,7	24,3	24,1	28,4	28,6	32,6	32,0
Contenido humedad promedio w%	16,36		20,51		24,18		28,47		32,30	
Densidad Seca g _d	1,256		1,262		1,309		1,322		1,292	



γ máximo = 1,310

W óptimo % = 28,5

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
ENSAYO DE COMPACTACION						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	NORMA:	AASHTO:T-180			
ABSCISA	Km 2+500	DEL KM.:	3			
SECTOR:	Pilahuín	REVISADO POR:	Ing. Vinicio Almeida			
FECHA:	Ambato, 25-01- 2016	ENSAYADO POR:	Egdo Víctor Hernández			
ENSAYO CBR						
MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	9710	9948,2	9613,6	9905,8	9164	9559,2
PESO MOLDE (gr)	5864,5	5864,5	5965,5	5965,5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3845,5	4083,7	3648,1	3940,3	3389	3784,2
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2340	2340	2340	2340	2340	2340
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1,643	1,745	1,559	1,684	1,448	1,617
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,279	1,204	1,211	1,146	1,125	1,071
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1,242		1,178		1,098	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	D-7	1-T	1-T	D-3	D-5	8-B
W _m +TARRO (gr)	172,82	222,27	168,62	211,13	183,03	239,71
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	144,98	167,85	141,48	159,53	152,93	173,94
PESO AGUA (gr)	27,84	54,42	27,14	51,6	30,1	65,77
PESO TARRO	47,1	46,73	47,15	49,52	48,39	44,89
PESO MUESTRA SECA (gr)	97,88	121,12	94,33	110,01	104,54	129,05
CONTENIDO DE HUMEDAD %	28,44	44,93	28,77	46,90	28,79	50,96
AGUA ABSORBIDA %		16,49		18,13		22,17

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

PROYECTO: Estudio de la vía Payatambo Tatora y Atahualpa

SECTOR: Pilahuín

ABS CISA: Km 2+500

RESPONSABLE: Egdo Víctor Hernández

REVISOR: Ing. Vinicio Almeida

UBICACIÓN: Cantón Ambato

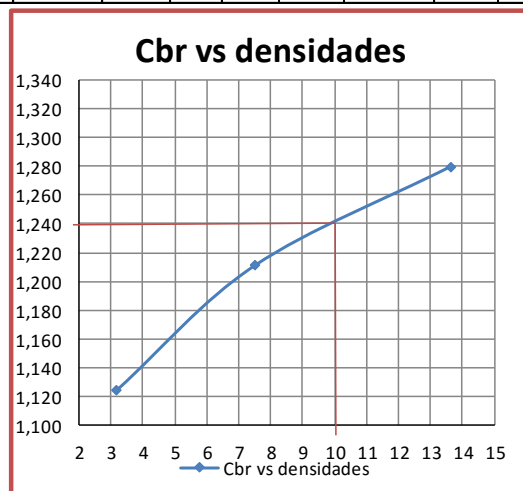
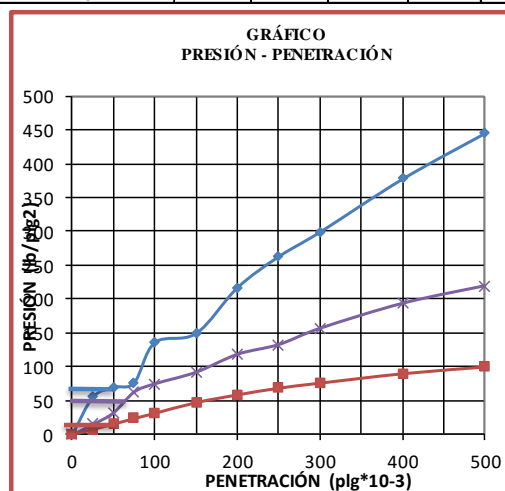
FECHA: Ambato, 25-01- 2016

ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
 LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ	
	HORA	DÍAS			Mues	Plgs. *10-2			Mues	Plgs. *10-2			Mues	Plgs. *10-2
DÍA Y MES			Plgs.	Plgs.		%	Plgs.	Plgs.		%	Plgs.	Plgs.		%
20-ene-16	18:20	0	0,02	5,00	0,00	0,00	0,04	5,00	0,00	0,00	0,02	5,00	0,00	0,00
21-ene-16	19:00	1	0,06		3,35	0,67	0,06		2,01	0,40	0,05		2,76	0,55
22-ene-16	19:25	2	0,08		5,43	1,09	0,09		5,31	1,06	0,08		5,47	1,09
23-ene-16	19:30	3	0,11		8,27	1,65	0,11		7,91	1,58	0,09		6,89	1,38

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN
 CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3p12

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q Lect. DIAL	PRESIONES		CBR	Q Lect. DIAL	PRESIONES		CBR	Q Lect. DIAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			Leida	Corg			Leida	Corg			Leida	Corg	
				lb/plg2		%		lb/plg2		%		lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	75,6	55,5			20,6	15,1			10,8	7,9		
1	0	50	95,5	70,2			44,1	32,4			21,6	15,9		
1	30	75	104,8	77,0			85,6	62,9			32,8	24,1		
2	0	100	185,8	136,5	136,5	14	102,1	75,0	75,0	7,5	43,4	31,9	31,9	3,2
3	0	150	204,0	149,9			125,4	92,1			65,0	47,8		
4	0	200	296,0	217,5			161,2	118,4			80,6	59,2		
5	0	250	358,6	263,5			180,7	132,8			94,1	69,1		
6	0	300	407,9	299,7			213,2	156,6			104,3	76,6		
8	0	400	514,7	378,1			263,3	193,4			123,3	90,6		
10	0	500	606,7	445,7			298,5	219,3			136,9	100,6		
CBR corregido										7,5				3,2



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,279	13,65	%
gr/cm ⁴	1,211	7,50	%
gr/cm ⁵	1,125	3,19	%

Densidad Máx	1,310	gr/cm ³
95% de DM	1,245	gr/cm ³

CBR PUNTUAL 10 %

ANEXO B-4 MUESTRA N°4

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: Estudio de la Vía Payatambo Totorá y Atahualpa				
SECTOR:	Pilahuín	ABSCISA:	Km 3+500	
RESPONSABLE:	Egdo Víctor Hernández	REVISO:	Ing. Vinicio Almeida	
UBICACIÓN:	Cantón Ambato	FECHA:	Ambato, 25-01- 2016	
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	41,60	11,68	88,32
N 30	0,59			
N 40	0,425	101,30	28,44	71,56
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	250,60	70,36	29,64
PASA EL N 200		105,57	29,64	
TOTAL		356,17		
PESO ANTES DEL LAVADO	356,17			
PESO DESPUÉS DE LAVADO	250,60			
TOTAL - DIFERENCIA	105,57			
2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA				

Contenido de Humedad

PT SS

356,2

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
210,5	170,4	71,1	40,1	99,3	40,4

Clasificación SUCS SC (Arena arcillosa).

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

PROYECTO: Estudio de la vía Payatambo Totorá y Atahualpa

SECTOR: Pilahuín

ABS CISA: Km 3+500

RESPONSABLE: Egdo. Víctor Hernández

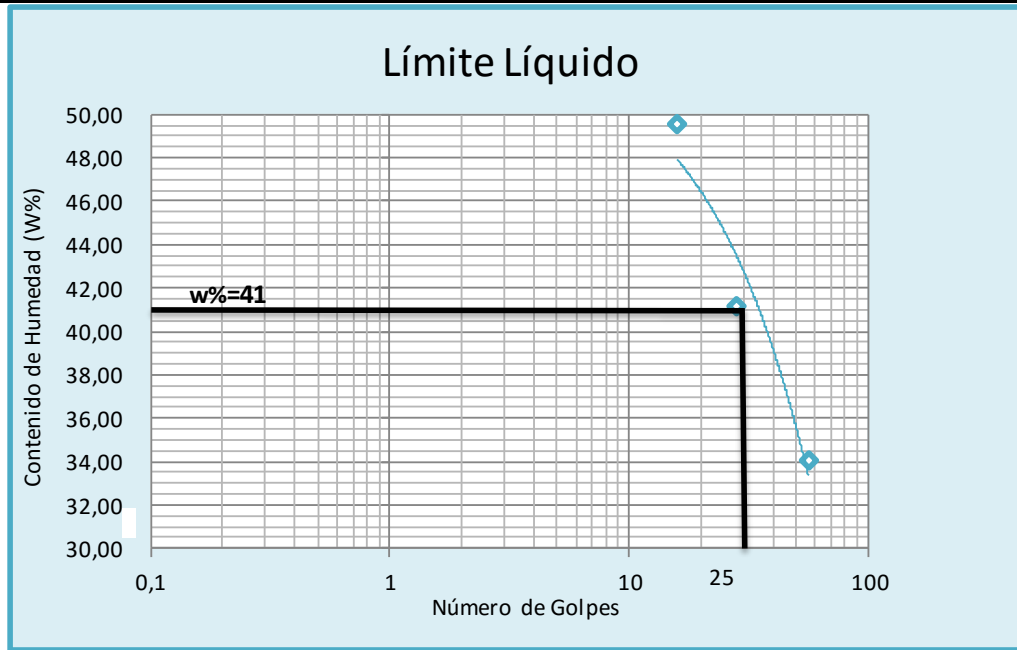
REVISOR: Ing. Vinicio Almeida

UBICACIÓN: Cantón Ambato

FECHA: Ambato, 25-01- 2016

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Número de golpes	56		28		16	
Recipiente Número	6-T	1C	11-F	16-X	9-F	8E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	26,3	22,5	27,1	24,80	25,6	22,3
Peso seco + recipiente Ws + rec	21,4	20,8	23,5	20,1	20,3	19,4
Peso recipiente rec	11,5	11,7	11,3	11,2	11,6	11,8
peso del agua Ww	4,9	1,7	3,6	4,7	5,3	2,9
Peso de los sólidos WS	9,9	9,1	12,2	8,9	8,7	7,6
Contenido de humedad w%	49,49	18,68	29,51	52,81	60,92	38,16
Contenido de humedad prom. w%	34,09		41,16		49,54	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-3	XT	A-2	M3	A-8	3A
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6,4	6,2	5,8	5,6	5,4	6,1
Peso seco + recipiente Ws + rec	6,1	5,9	5,5	5,3	5,3	5,9
Peso recipiente rec	4,29	4,32	4,34	4,77	4,34	5,56
peso del agua Ww	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2
Peso de los sólidos WS	1,81	1,58	1,16	0,53	0,96	0,34
Contenido de humedad w%	16,57	18,99	25,86	56,60	10,42	58,82
Contenido de humedad prom. w%	17,78		41,23		34,62	

Límite líquido = **41,00** %

Límite plástico = **31,21** %

Índice plástico = **9,79** %

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

COMPACTACIÓN

PROYECTO: Estudio de la vía Payatambo Totorá y Atahualpa

SECTOR: Pilahuín

ABSCISA: Km 3+500

UBICACIÓN: Cantón Ambato

FECHA: Ambato, 25-01- 2016

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO POR: Egdo Víctor Hernández

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

REVISADO POR: Ing. Vinicio Almeida

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

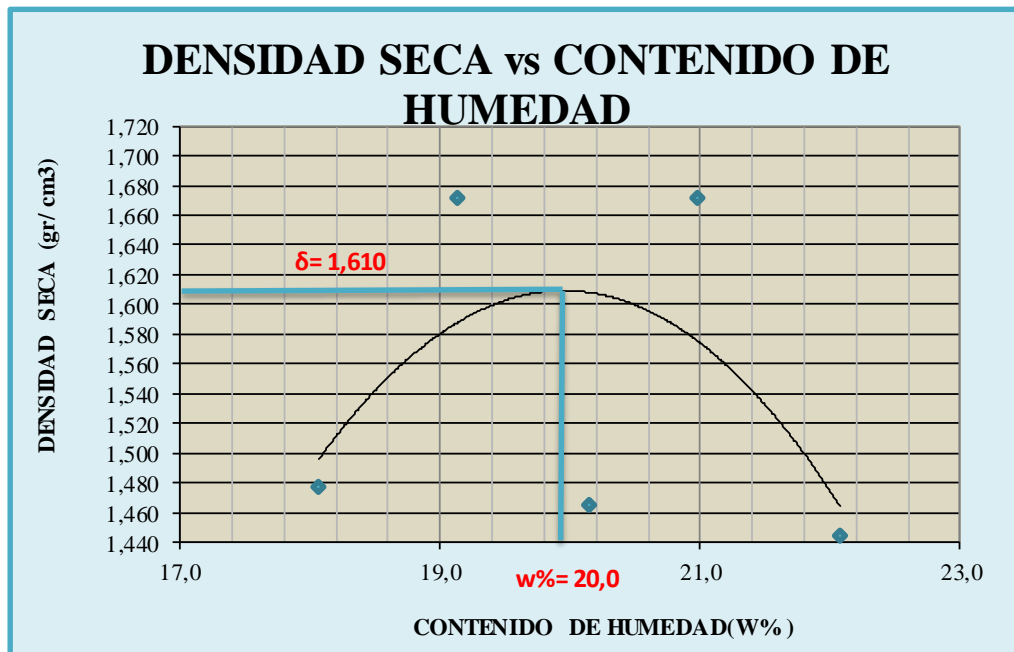
Número de Golpes:	25	Número de Capas:	5	Peso Martillo:	10 Lb
Altura de Caída:	18"	Peso Molde gr:	3791	Volumen Molde cc:	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5437,8	5671,4	5701,3	5456,7	5452,7
Peso suelo húmedo	1646,8	1880,4	1910,3	1665,7	1661,7
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,744	1,992	2,024	1,765	1,760

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	4-B	D-5	11-B	2-F	8-B	D-7	D-3	1-D	4-A	2-R
Peso húmedo + recipiente W _m + rec	140,1	136,7	125,5	126,4	132,5	131,1	127,4	129,9	131,6	139,4
Peso seco + recipiente W _s + rec	130,7	120,1	114,3	110,4	117,2	115,3	114,1	108,7	120,4	123,2
Peso del recipiente rec	50,1	52,3	25,4	48,1	33,2	48,8	28,5	34,6	65,8	41,3
Peso del agua W _w	9,4	16,6	11,2	16	15,3	15,8	13,3	21,2	11,2	16,2
Peso suelo seco W _s	80,6	67,8	88,9	62,3	84	66,5	85,6	74,1	54,6	81,9
Contenido humedad w%	11,7	24,5	12,6	25,7	18,2	23,8	15,5	28,6	20,5	19,8
Contenido humedad promedio w%	18,07		19,14		20,99		22,07		20,15	
Densidad Seca gd	1,477		1,672		1,673		1,445		1,465	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	NORMA:	AASHTO:T-180			
ABSCISA	Km 3+500	DEL KM.:	4			
SECTOR:	Pilahuín	REVISADO POR:	Ing. Vinicio Almeida			
FECHA:	Ambato, 25-01- 2016	ENSAYADO POR:	Egdo Víctor Hernández			
ENSAYO CBR						
MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	11056,2	11595,3	11883,5	10878,9	10436,4	10498,8
PESO MOLDE (gr)	5976,8	5976,8	5843,2	5843,2	5882,1	5882,1
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	5079,4	5618,5	6040,3	5035,7	4554,3	4616,7
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2,234	2,471	2,656	2,214	2,003	2,030
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,696	2,042	1,643	1,744	1,481	1,510
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1,869		1,694		1,495	
CONTIENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	4-A	4-B	2-F	3-T	6-T	11-B
Wm +TARRO (gr)	186,3	108,8	168,4	106,3	177,7	105,3
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	153,4	95,5	122,3	90,1	143,7	85,4
PESO AGUA (gr)	32,9	13,3	46,1	16,2	34	19,9
PESO TARRO	49,5	32,2	47,5	30,1	47,3	27,7
PESO MUESTRA SECA (gr)	103,9	63,3	74,8	60	96,4	57,7
CONTENIDO DE HUMEDAD %	31,67	21,01	61,63	27,00	35,27	34,49
AGUA ABSORBIDA %		-10,65		-34,63		-0,78

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

PROYECTO: Estudio de la vía Payatambo Titora y Atahualpa

SECTOR: Pilahuín

ABSCISA: Km 3+500

RESPONSABLE: Egdo Víctor Hernández

REVISOR: Ing. Vinicio Almeida

UBICACIÓN: Cantón Ambato

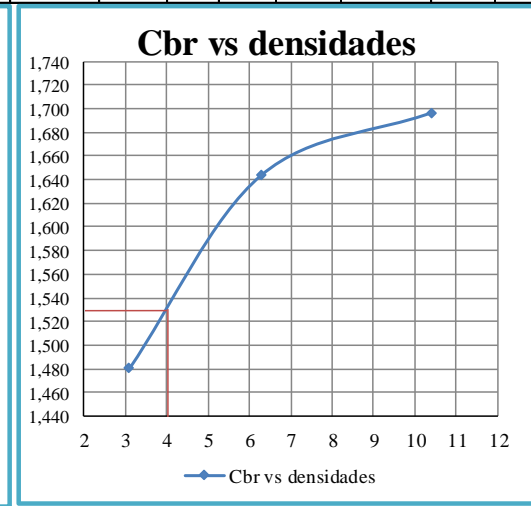
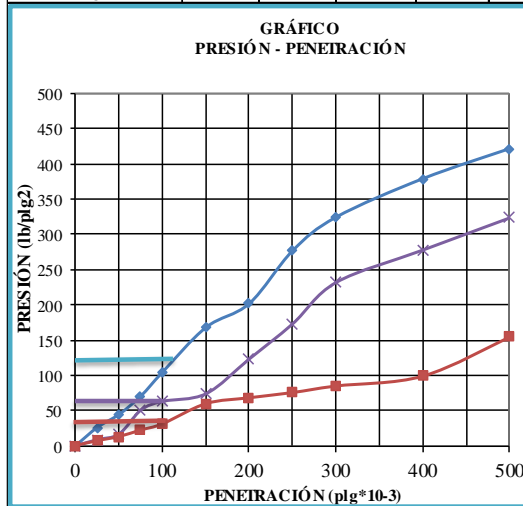
FECHA: Ambato, 25-01- 2016

ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
 LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NÚMERO			15				18				44				
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		
	DÍA Y MES	HORA			DÍAS	Mues Plgs.			Plgs. *10-2	Plgs.			%	Mues Plgs.	Plgs. *10-2
21-jun-15	15:10	0	0,13	5,00	0,00	0,00	0,02	5,00	0,00	0,00	0,04	5,00	0,00	0,00	
22-jun-15	14:08	1	0,15		2,20	0,44	0,04		2,44	0,49	0,06			1,92	0,38
23-jun-15	14:45	2	0,17		4,06	0,81	0,07		4,68	0,94	0,08			3,68	0,74

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN
 CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3p12

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q Lect. DIAL	PRESIONES		CBR	Q Lect. DIAL	PRESIONES		CBR	Q Lect. DIAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			Leida	Corg			Leida	Corg			Leida	Corg	
				lb/plg2		%		lb/plg2		%		lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	70,7	25,8			11,4	8,4			9,5	7,0		
1	0	50	140,2	44,2			22,3	16,4			17,5	12,9		
1	30	75	204,5	70,2			68,4	50,3			30,2	22,2		
2	0	100	230,3	104,1	104,1	10	85,4	62,7	62,7	6,3	42,1	30,9	30,9	3,1
3	0	150	358,2	167,5			100,1	73,5			81,2	59,7		
4	0	200	432,7	201,4			167,5	123,1			92,6	68,0		
5	0	250	503,7	276,5			235,6	173,1			102,7	75,5		
6	0	300	565,2	323,9			315,5	231,8			115,4	84,8		
8	0	400	679,4	378,5			378,2	277,9			134,5	98,8		
10	0	500	780,2	421,1			440,4	323,5			210,4	154,6		
CBR corregido						10				6,3				3,1



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,696	10,41	%
gr/cm ⁴	1,643	6,27	%
gr/cm ⁵	1,481	3,09	%

Densidad Máx	1,610	gr/cm ³
95% de DM	1,530	gr/cm ³

CBR PUNTUAL 4 %

ANEXO B-5 MUESTRA N°5

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: Estudio de la Vía Payatambo Totorá y Atahualpa				
SECTOR:	Pilahuín	ABS CISA:	Km 4+500	
RESPONSABLE:	Egdo Víctor Hernández	REVISO:	Ing. Vinicio Almeida	
UBICACIÓN:	Cantón Ambato	FECHA:	Ambato, 25-01- 2016	
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	43,50	11,19	88,81
N 30	0,59			
N 40	0,425	109,63	28,19	71,81
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	240,04	61,72	38,28
PASA EL N 200		148,86	38,28	
TOTAL		388,90		
PESO ANTES DEL LAVADO	388,90			
PESO DESPUÉS DE LAVADO	240,04			
TOTAL - DIFERENCIA	148,86			
2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA				

Contenido de Humedad

PT SS

388,9

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
207,13	175,7	65,68	31,43	110,02	28,6

Clasificación SUCS SC (Arena arcillosa).

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

PROYECTO: Estudio de la vía Payatambo Totorá y Atahualpa

SECTOR: Pilahuín

ABS CISA: Km 4+500

RESPONSABLE: Egdo. Víctor Hernández

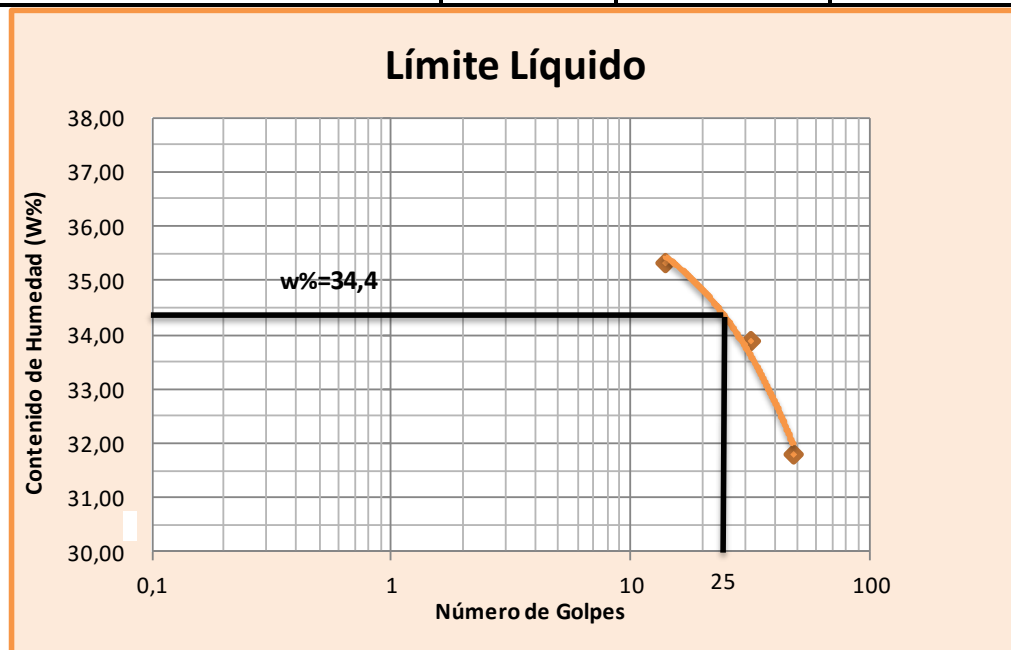
REVISO: Ing. Vinicio Almeida

UBICACIÓN: Cantón Ambato

FECHA: Ambato, 25-01-2016

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Número de golpes	48		32		14	
Recipiente Número	6-T	1C	11-F	16-X	9-F	8E
Peso húmedo + recipiente W _{m+rec}	25,9	20,5	23,9	23,10	23,8	20,8
Peso seco + recipiente W _{s+rec}	23,1	17,9	20,9	20	20,5	18,5
Peso recipiente rec	11,42	11,34	11,21	11,57	11,52	11,71
peso del agua W _w	2,8	2,6	3	3,1	3,3	2,3
Peso de los sólidos W _S	11,68	6,56	9,69	8,43	8,98	6,79
Contenido de humedad w%	23,97	39,63	30,96	36,77	36,75	33,87
Contenido de humedad prom. w%	31,80		33,87		35,31	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-3	XT	A-2	M3	A-8	3A
Peso húmedo + recipiente W _{m+rec}	5,9	6	5,38	6,59	5,81	6,47
Peso seco + recipiente W _{s+rec}	5,6	5,7	5,18	6,4	5,5	6,3
Peso recipiente rec	4,29	4,32	4,34	5,47	4,34	5,56
peso del agua W _w	0,3	0,3	0,2	0,19	0,31	0,17
Peso de los sólidos W _S	1,31	1,38	0,84	0,93	1,16	0,74
Contenido de humedad w%	22,90	21,74	23,81	20,43	26,72	22,97
Contenido de humedad prom. w%	22,32		22,12		24,85	

Límite líquido = **34,40** %

Límite plástico = **23,10** %

índice plástico = **11,30** %

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

COMPACTACIÓN

PROYECTO: Estudio de la vía Payatambo Totorá y Atahualpa

SECTOR: Pilahuín

ABSCISA: Km 4+500

UBICACIÓN: Cantón Ambato

FECHA: Ambato, 25-01- 2016

NORMA: AASHTO T - 180

ENSAYADO POR: Egdo Víctor Hernández

MÉTODO: AASHTO MODIFICADO

REVISADO POR: Ing. Vinicio Almeida

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

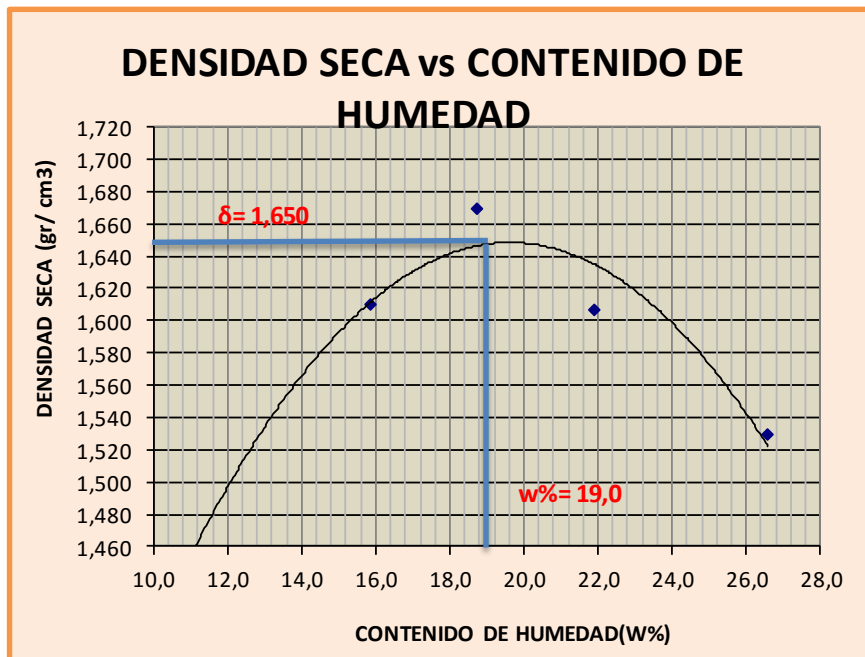
Número de Golpes:	25	Número de Capas:	5	Peso Martillo:	10 Lb
Altura de Caída:	18"	Peso Molde gr:	3791	Volumen Molde cc:	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5298,6	5552,8	5663,5	5640,1	5618,9
Peso suelo húmedo	1507,6	1761,8	1872,5	1849,1	1827,9
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,597	1,866	1,984	1,959	1,936

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	4-B	D-5	11-B	2-F	8-B	D-7	D-3	1-D	4-A	2-R
Peso húmedo + recipiente W _{m+rec}	134,2	123,5	125,8	123,8	129,7	128,1	120,2	128,14	133,7	138,5
Peso seco + recipiente W _{s+rec}	124,7	117,6	112,3	113,6	113,6	115,9	103,7	110,9	115,8	118,56
Peso del recipiente rec	31,59	65,68	26,9	49,5	32,2	47,08	27,44	33,06	47,15	45,04
Peso del agua W _w	9,5	5,9	13,5	10,2	16,1	12,2	16,5	17,24	17,9	19,94
Peso suelo seco W _s	93,11	51,92	85,4	64,1	81,4	68,82	76,26	77,84	68,65	73,52
Contenido humedad w%	10,2	11,4	15,8	15,9	19,8	17,7	21,6	22,1	26,1	27,1
Contenido humedad promedio w%	10,78		15,86		18,75		21,89		26,60	
Densidad Seca g _d	1,442		1,611		1,670		1,607		1,530	



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

ENSAYO DE COMPACTACION

TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	NORMA:	AASHTO:T-180
ABSCISA	Km 4+500	DEL KM.:	5
SECTOR:	Pilahuín	REVISADO POR:	Ing. Vinicio Almeida
FECHA:	Ambato, 25-01- 2016	ENSAYADO POR:	Egdo Víctor Hernández

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)	10557,6	10839,2	10356,6	10482,2	9799,8	9958,4
PESO MOLDE (gr)	5864,5	5864,5	5965,5	5965,5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4693,1	4974,7	4391,1	4516,7	4024,8	4183,4
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2,064	2,188	1,931	1,986	1,770	1,840
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,688	1,664	1,599	1,509	1,436	1,369
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1,676		1,554		1,403	

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	4-A	4-B	2-F	3-T	6-T	11-B
Wm +TARRO (gr)	179,46	116,73	183,28	115,17	186,54	110,36
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	155,34	96,34	160,29	94,23	160,22	89,03
PESO AGUA (gr)	24,12	20,39	22,99	20,94	26,32	21,33
PESO TARRO	47,15	31,55	49,5	28,05	46,84	26,9
PESO MUESTRA SECA (gr)	108,19	64,79	110,79	66,18	113,38	62,13
CONTENIDO DE HUMEDAD %	22,29	31,47	20,75	31,64	23,21	34,33
AGUA ABSORBIDA %		9,18		10,89		11,12

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

PROYECTO: Estudio de la vía Payatambo Titora y Atahualpa

SECTOR: Pilahuín

ABSCISA: Km 4+500

RESPONSABLE: Egdo Víctor Hernández

REVISOR: Ing. Vinicio Almeida

UBICACIÓN: Cantón Ambato

FECHA: Ambato, 25-01- 2016

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

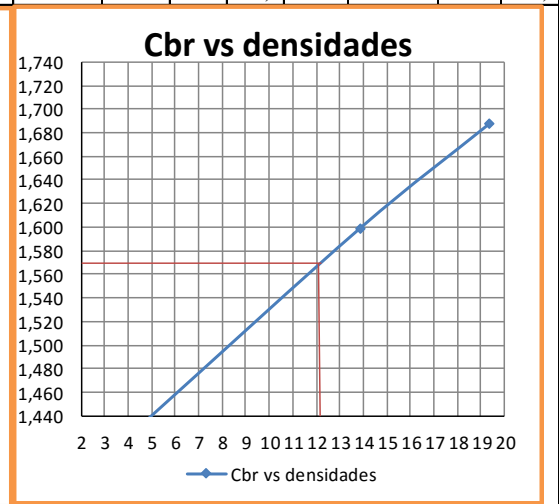
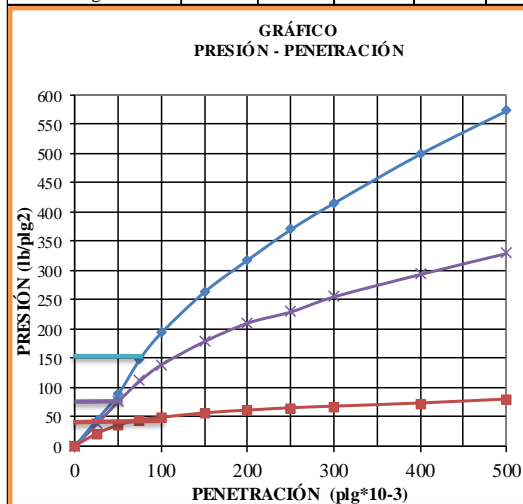
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NÚMERO			15				18				44				
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		
DÍA Y MES	HORA	DÍAS	Plgs.	Mues	Plgs.	%	Plgs.	Mues	Plgs.	%	Plgs.	Mues	Plgs.	%	
21-jun-15	15:10	0	0,10	5,00	0,00	0,00	0,02		5,00	0,00	0,00	0,04	5,00	0,00	0,00
22-jun-15	14:08	1	0,12		2,01	0,40	0,04		2,44	0,49	0,06		1,92	0,38	
23-jun-15	14:45	2	0,13		3,86	0,77	0,07		4,68	0,94	0,08		3,68	0,74	

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3p12

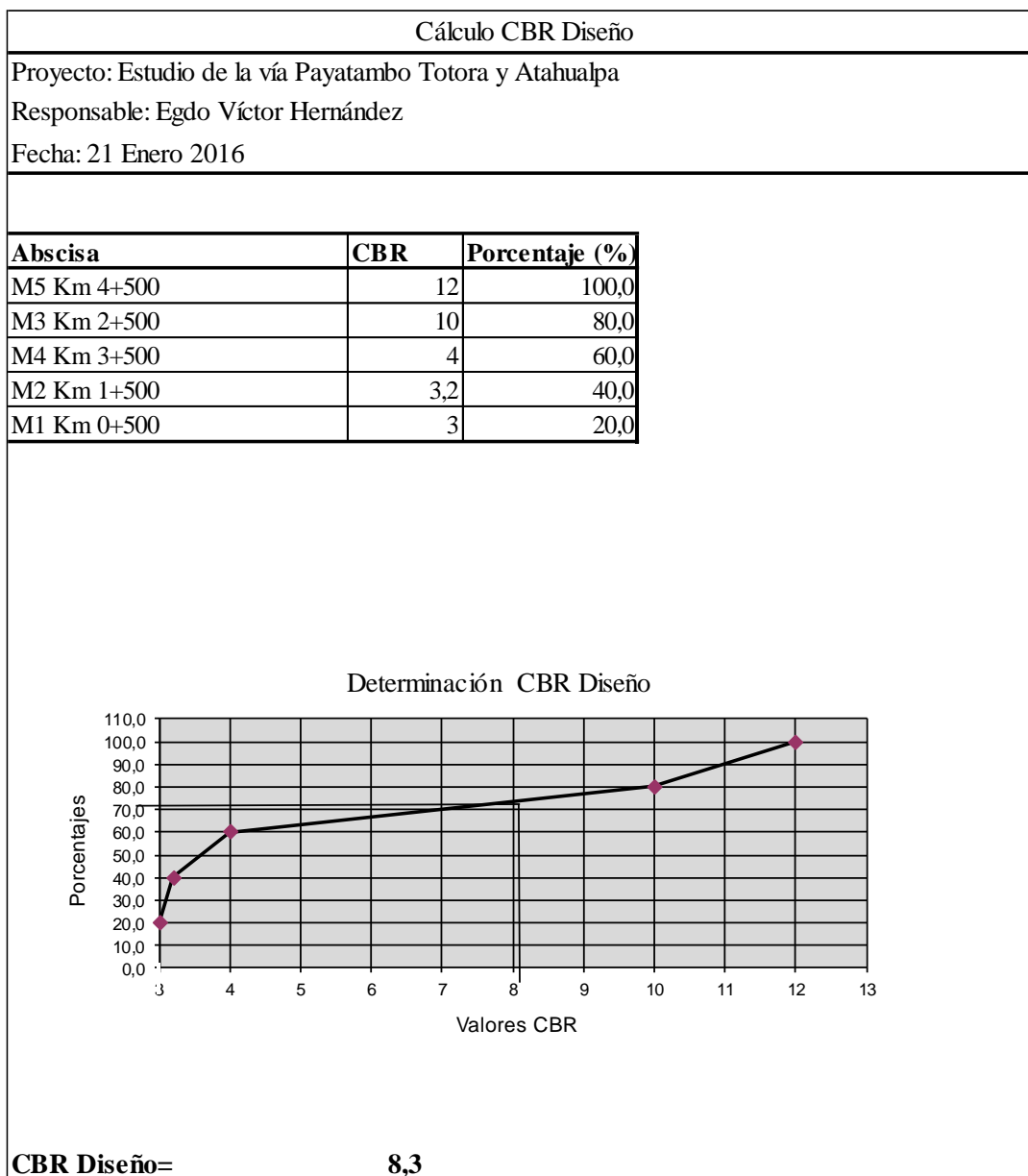
MOLDE NÚMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET.	Q Lect.	PRESIONES		CBR	Q Lect.	PRESIONES		CBR	Q Lect.	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	" 10-3	DIAL	Leida	Corg		DIAL	Leida	Corg		DIAL	Leida	Corg	
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	59,4	43,6			49,8	36,6			27,6	20,3		
1	0	50	120,2	88,3			103,0	75,7			47,2	34,7		
1	30	75	201,6	148,1			150,7	110,7			59,4	43,6		
2	0	100	263,2	193,4	193,4	19	188,5	138,5	138,5	13,8	64,9	47,7	47,7	4,8
3	0	150	358,2	263,2			242,7	178,3			75,3	55,3		
4	0	200	432,7	317,9			285,7	209,9			81,6	59,9		
5	0	250	503,7	370,1			311,7	229,0			87,0	63,9		
6	0	300	565,2	415,2			346,9	254,9			90,7	66,6		
8	0	400	679,4	499,1			399,1	293,2			98,0	72,0		
10	0	500	780,2	573,2			448,2	329,3			107,2	78,8		
CBR corregido						19				13,8				4,8



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,688	19,34	%
gr/cm ⁴	1,599	13,85	%
gr/cm ⁵	1,436	4,77	%

Densidad Máx	1,650	gr/cm ³
95% de DM	1,568	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		12 %

ANEXO B-6 CBR DE DISEÑO



ANEXO C. FOTOGRAFÍAS











ANEXO D. GLOSARIO TÉCNICO

Acarreo: Transporte de materiales a diferentes distancias en el área de la obra.

Acera: Parte de una vía urbana o de un puente destinada exclusivamente al tránsito de peatones. También se denomina vereda.

Berma: Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

Carril: Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

Curva Horizontal: Curva circular que une los tramos rectos de una carretera en el plano horizontal.

Curva Vertical: Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente pendiente.

Eje de la Carretera: línea longitudinal que define el trazado en planta, el mismo que está ubicado en el eje de simetría de la calzada. Para el caso de autopistas y carreteras duales el eje se ubica en el centro del separador central.

Imprimación: Aplicación de un material bituminoso, de baja viscosidad, para recubrir y aglutinar las partículas minerales, previamente a la colocación de una capa de mezcla asfáltica.

Obras de Drenaje: Conjunto de obras que tienen por fin controlar y/o reducir el efecto nocivo de las aguas superficiales y subterráneas sobre la vía, tales como: alcantarillas, cunetas, badenes, subdrenes, zanjas de coronación y otras de encauzamientos.

Pavimento: Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: Subbase, base y rodadura.

Rasante: Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

Sección Transversal: Representación gráfica de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas.

Sobreancho: Ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

Vía de servicio: Vía sensiblemente paralelo a una carretera, respecto de la cual tiene carácter secundario, conectado a ésta solamente en algunos puntos y que sirve a las propiedades o edificios contiguos. Puede ser con sentido único o doble sentido de circulación.

ANEXO E. PLANOS

DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL 0+000.00 - 1+000.00

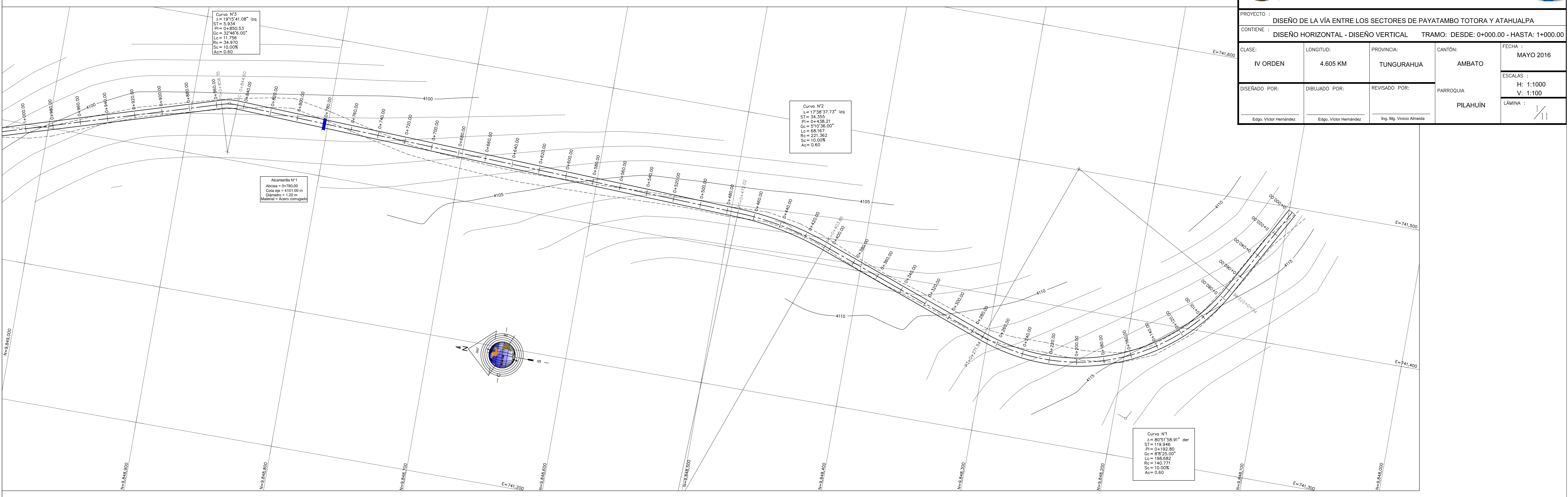


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

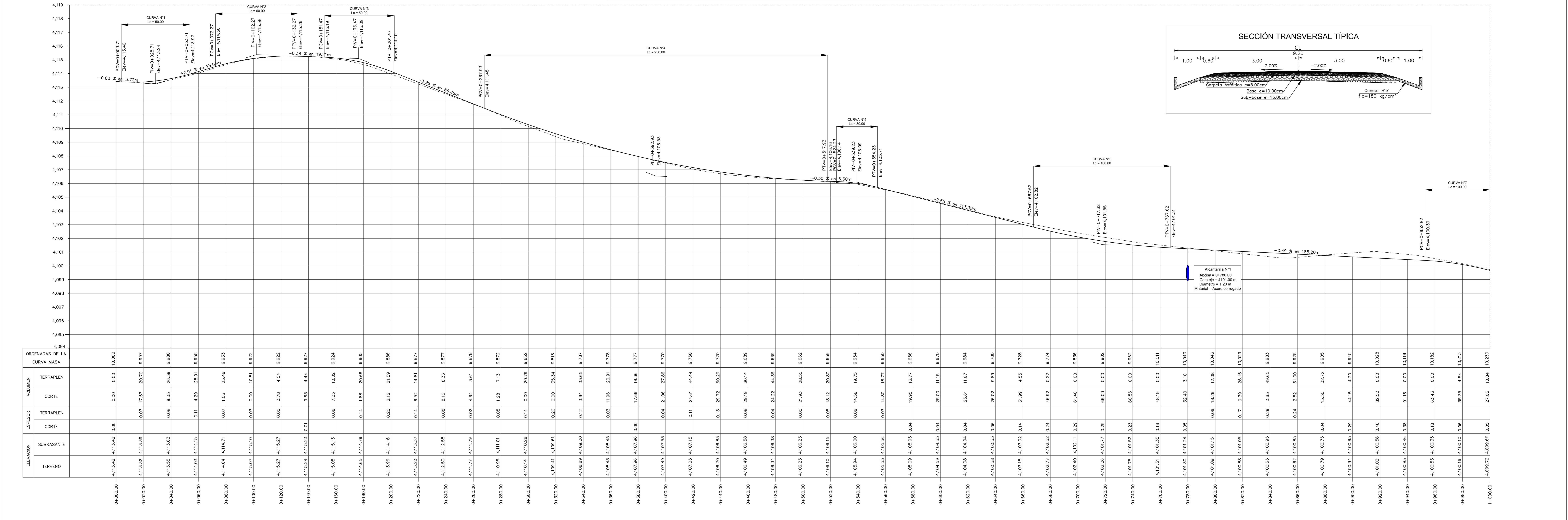


PROYECTO : DISEÑO DE LA VÍA ENTRE LOS SECTORES DE PAYATAMBO TOTORA Y ATAHUALPA
 CONTIENE : DISEÑO HORIZONTAL - DISEÑO VERTICAL TRAMO: DESDE: 0+000.00 - HASTA: 1+000.00

CLASE: IV ORDEN	LONGITUD: 4.605 KM	PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTÓN: AMBATO	FECHA: MAYO 2016
DISEÑADO POR: Edgo. Víctor Hernández		DIBUJADO POR: Edgo. Víctor Hernández		REVISADO POR: Ing. Mj. Vinicio Almeida
PARROQUIA: PILAHUÍN			ESCALAS: H: 1:1000 V: 1:100	
LÁMINA: 1/11				



DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL 0+000.00 - 1+000.00



DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL 1+000.00 - 2+000.00

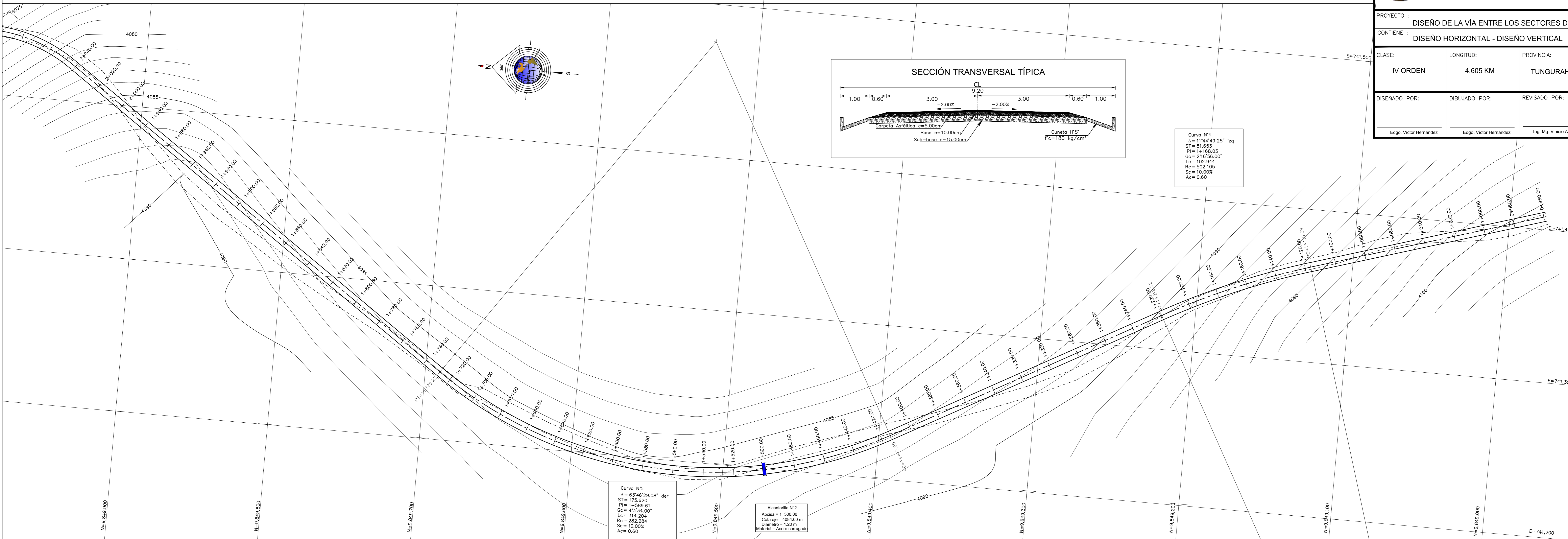


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

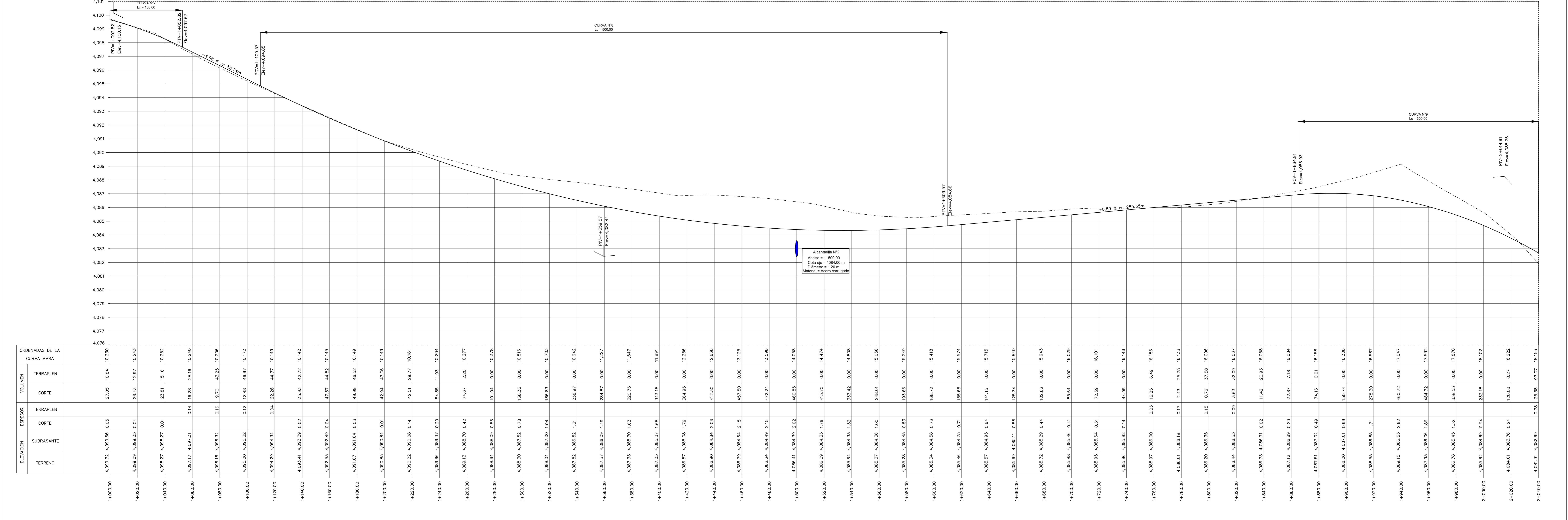


PROYECTO : DISEÑO DE LA VÍA ENTRE LOS SECTORES DE PAYATAMBO TOTORA Y ATAHUALPA
 CONTIENE : DISEÑO HORIZONTAL - DISEÑO VERTICAL TRAMO: DESDE: 1+000.00 - HASTA: 2+000.00

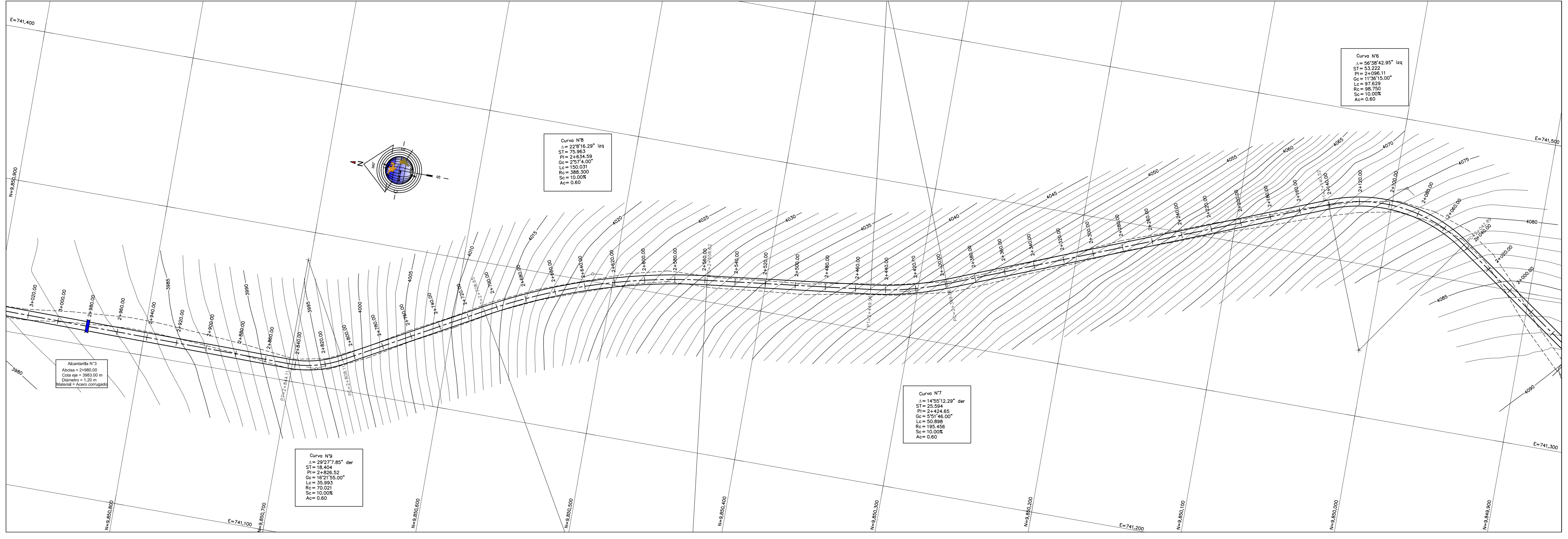
CLASE:	LONGITUD:	PROVINCIA:	CANTÓN:	FECHA :
IV ORDEN	4.605 KM	TUNGURAHUA	AMBATO	MAYO 2016
DISEÑADO POR:	DIBUJADO POR:	REVISADO POR:	PARROQUIA:	ESCALAS :
Edu. Victor Hernández	Edu. Victor Hernández	Ing. Mg. Vinicio Almeida	PILAHUIN	H: 1:1000 V: 1:100
				LÁMINA : 2/11



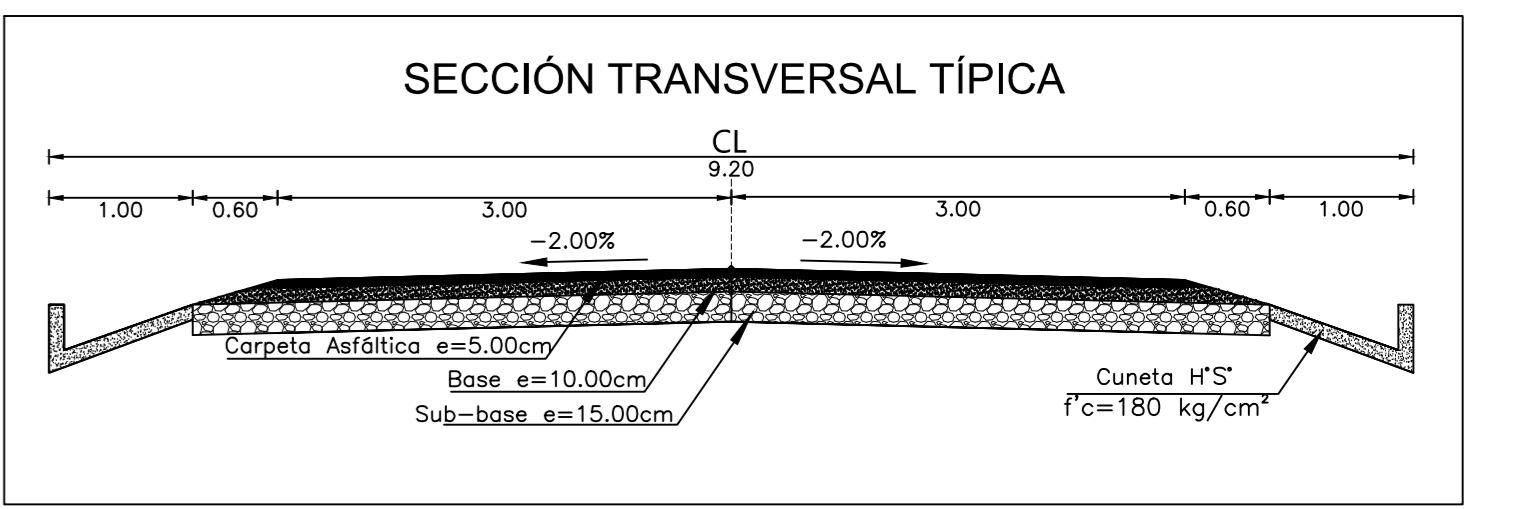
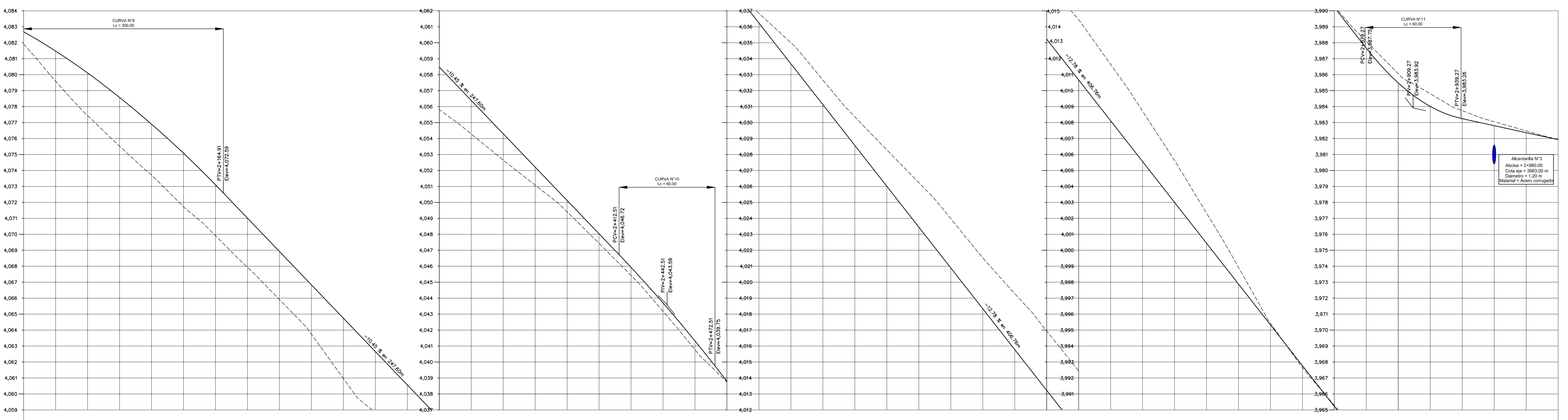
DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL 1+000.00 - 2+000.00



DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL 2+000.00 - 3+000.00



DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL 2+000.00 - 3+000.00



ELEVACION	ESPESES	VOLUMEN	TIPO DE MATERIAL	FACTOR DE ADOBEAMIENTO	FACTOR DE COMPACTACION	ORDENADAS DE LA CURVA MASA
2+440.00	6.081.91	6.082.69	0.73	26.38	9.57	18.15
2+450.00	6.073.59	6.084.48	1.88	0.00	262.01	17.84
2+460.00	6.077.43	6.086.11	2.69	0.00	659.70	17.45
2+470.00	6.073.52	6.078.57	3.01	0.00	882.95	16.92
2+480.00	6.073.72	6.078.96	3.18	0.00	979.70	15.92
2+490.00	6.071.71	6.075.08	3.34	0.00	1042.37	14.90
2+500.00	6.069.82	6.073.10	3.19	0.00	1092.20	13.88
2+510.00	6.067.54	6.070.51	3.08	0.00	1128.27	12.88
2+520.00	6.065.91	6.068.83	3.01	0.00	1151.74	11.84
2+530.00	6.065.75	6.068.84	3.09	0.00	1160.53	10.87
2+540.00	6.068.84	6.062.66	3.81	0.00	1163.33	9.73
2+550.00	6.072.33	6.066.57	3.34	0.00	1158.88	8.68
2+560.00	6.065.81	6.058.48	2.87	0.00	1143.87	8.33
2+570.00	6.054.28	6.056.39	2.75	0.00	1128.38	5.99
2+580.00	6.052.65	6.054.30	1.65	0.00	1100.43	4.39
2+590.00	6.050.98	6.052.31	1.13	0.00	1064.13	4.35
2+600.00	6.048.40	6.050.12	0.72	1.75	1023.75	3.83
2+610.00	6.047.44	6.048.03	0.59	1.75	998.86	3.75
2+620.00	6.046.42	6.046.03	0.51	0.00	1007.30	3.60
2+630.00	6.043.71	6.044.32	0.55	0.00	1021.33	3.33
2+640.00	6.038.75	6.038.79	0.54	16.11	982.32	3.22
2+650.00	6.038.84	6.038.24	0.60	78.88	22.82	3.20
2+660.00	6.035.00	6.035.68	1.32	290.38	0.00	3.10
2+670.00	6.032.67	6.033.12	1.54	300.03	0.00	3.00
2+680.00	6.032.24	6.032.45	2.75	586.78	0.00	5.20
2+690.00	6.033.08	6.033.00	3.08	688.03	0.00	5.88
2+700.00	6.027.53	6.028.34	5.18	744.60	0.00	6.63
2+710.00	6.023.29	6.023.78	5.50	788.68	0.00	7.33
2+720.00	6.020.95	6.023.33	3.72	897.05	0.00	8.30
2+730.00	6.020.45	6.020.67	3.78	878.45	0.00	8.105
2+740.00	6.017.05	6.020.11	3.54	838.13	0.00	10.005
2+750.00	6.020.31	6.020.56	3.18	747.62	0.00	10.752
2+760.00	6.020.63	6.020.00	2.63	628.31	0.00	11.382
2+770.00	6.020.33	6.020.44	1.89	480.54	0.00	11.864
2+780.00	6.020.83	6.020.88	1.05	360.17	0.00	12.199
2+790.00	6.020.45	6.020.31	0.10	124.16	6.86	12.206
2+800.00	6.020.66	6.020.27	0.12	28.86	30.87	12.282
2+810.00	6.020.29	6.020.01	0.07	20.13	26.00	12.274
2+820.00	6.020.08	6.020.66	0.42	57.27	4.32	12.327
2+830.00	6.020.06	6.020.48	0.58	109.89	0.00	12.433
2+840.00	6.020.40	6.020.01	0.79	142.51	0.00	12.576
2+850.00	6.020.14	6.020.24	0.60	124.74	0.00	12.710
2+860.00	6.020.00	6.020.80	0.25	81.22	0.00	12.782
2+870.00	6.020.48	6.020.27	0.11	44.02	0.00	12.826
2+880.00	6.020.33	6.020.53	0.50	21.35	0.84	12.896

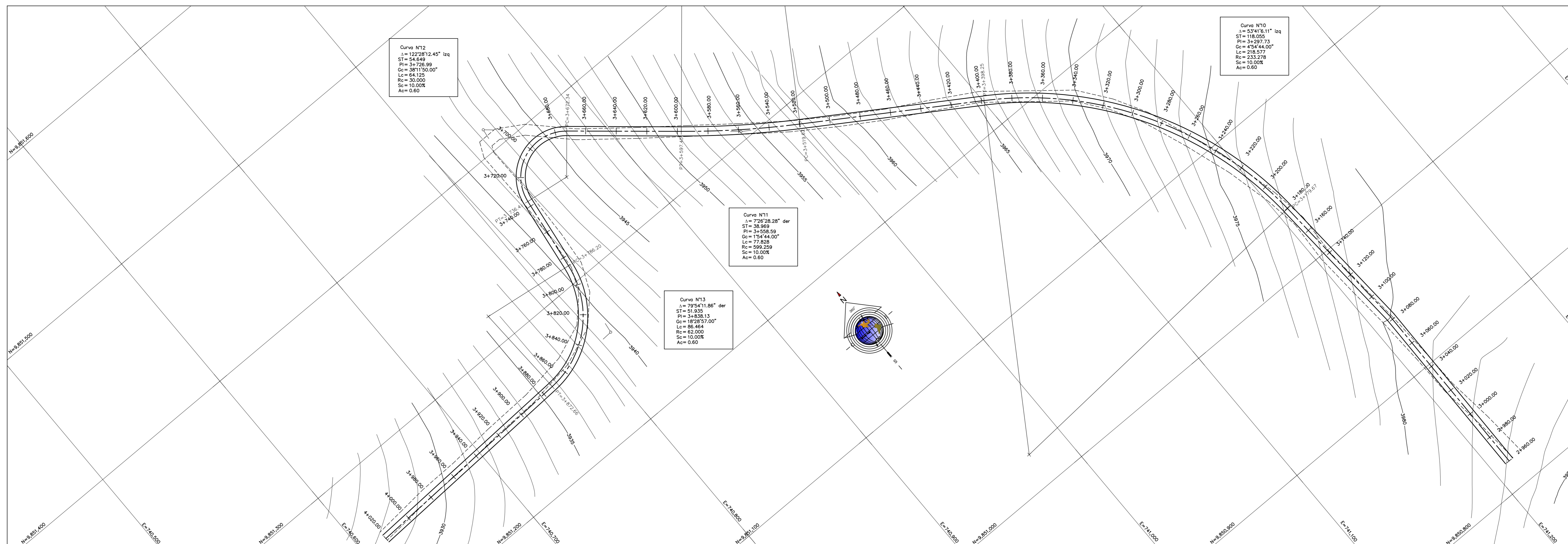
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO : DISEÑO DE LA VÍA ENTRE LOS SECTORES DE PAYATAMBO TOTORA Y ATAHUALPA
 CONTIENE : DISEÑO HORIZONTAL - DISEÑO VERTICAL. TRAMO: DESDE 2+000.00 - HASTA 3+000.00

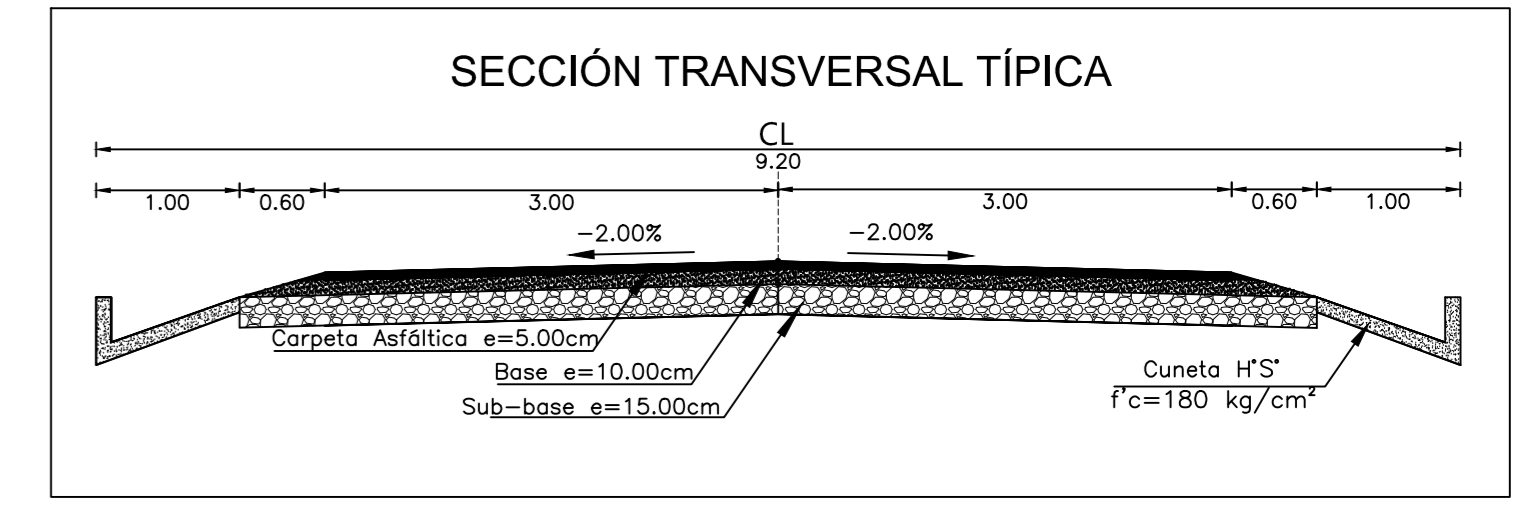
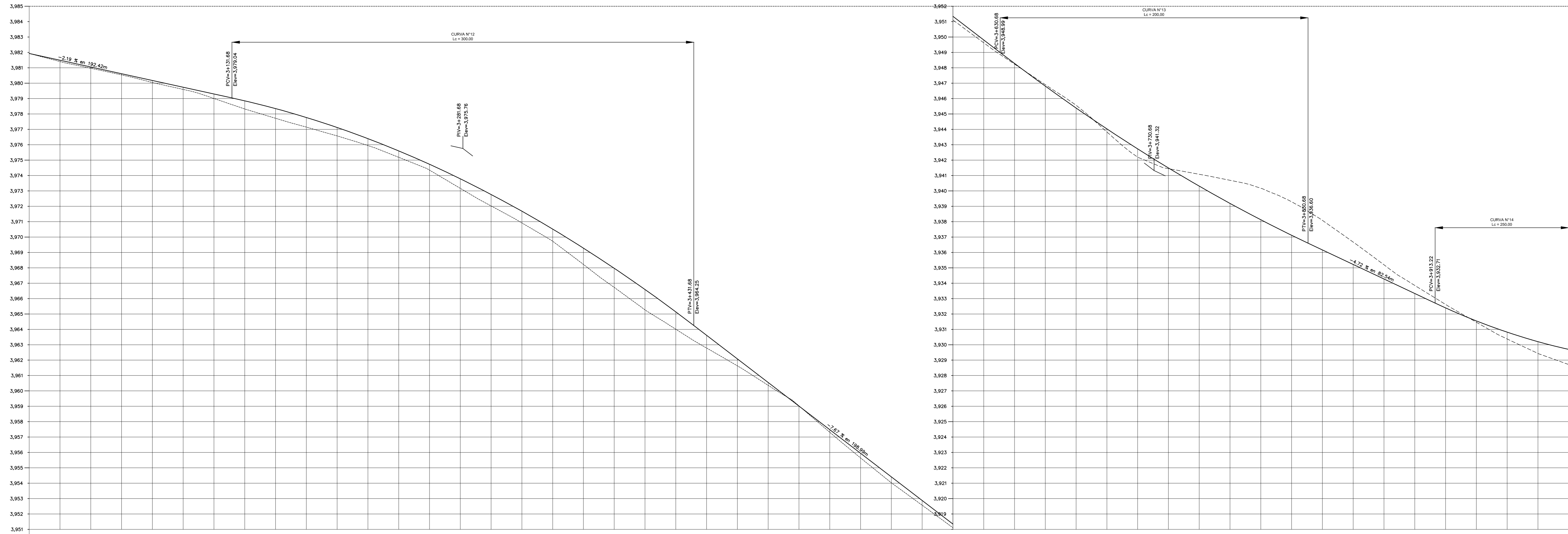
CLASE: IV ORDEN LONGITUD: 4.605.60 KM PROVINCIA: TUNGURAHUA CANTÓN: AMBATO FECHA: MAYO 2016

DISEÑADO POR: Edgo. Víctor Hernández DIBUJADO POR: Edgo. Víctor Hernández REVISADO POR: Ing. M. Vinicio Almeida PARROQUIA: PILAHUÍN ESCALAS: H: 1:1250, V: 1:250 LÁMINA: 3/11

DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL 3+000.00 - 4+000.00



DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL 3+000.00 - 4+000.00



ESTACION	ELEVACION	ESPECIE	VOLUMEN		TERRENO
			TERRAPLEN	CORTE	
3+000.00	3.985				
3+010.00	3.984				
3+020.00	3.983				
3+030.00	3.982				
3+040.00	3.981				
3+050.00	3.980				
3+060.00	3.979				
3+070.00	3.978				
3+080.00	3.977				
3+090.00	3.976				
3+100.00	3.975				
3+110.00	3.974				
3+120.00	3.973				
3+130.00	3.972				
3+140.00	3.971				
3+150.00	3.970				
3+160.00	3.969				
3+170.00	3.968				
3+180.00	3.967				
3+190.00	3.966				
3+200.00	3.965				
3+210.00	3.964				
3+220.00	3.963				
3+230.00	3.962				
3+240.00	3.961				
3+250.00	3.960				
3+260.00	3.959				
3+270.00	3.958				
3+280.00	3.957				
3+290.00	3.956				
3+300.00	3.955				
3+310.00	3.954				
3+320.00	3.953				
3+330.00	3.952				
3+340.00	3.951				
3+350.00	3.950				
3+360.00	3.949				
3+370.00	3.948				
3+380.00	3.947				
3+390.00	3.946				
3+400.00	3.945				
3+410.00	3.944				
3+420.00	3.943				
3+430.00	3.942				
3+440.00	3.941				
3+450.00	3.940				
3+460.00	3.939				
3+470.00	3.938				
3+480.00	3.937				
3+490.00	3.936				
3+500.00	3.935				
3+510.00	3.934				
3+520.00	3.933				
3+530.00	3.932				
3+540.00	3.931				
3+550.00	3.930				
3+560.00	3.929				
3+570.00	3.928				
3+580.00	3.927				
3+590.00	3.926				
3+600.00	3.925				
3+610.00	3.924				
3+620.00	3.923				
3+630.00	3.922				
3+640.00	3.921				
3+650.00	3.920				
3+660.00	3.919				
3+670.00	3.918				
3+680.00	3.917				
3+690.00	3.916				
3+700.00	3.915				
3+710.00	3.914				
3+720.00	3.913				
3+730.00	3.912				
3+740.00	3.911				
3+750.00	3.910				
3+760.00	3.909				
3+770.00	3.908				
3+780.00	3.907				
3+790.00	3.906				
3+800.00	3.905				
3+810.00	3.904				
3+820.00	3.903				
3+830.00	3.902				
3+840.00	3.901				
3+850.00	3.900				
3+860.00	3.899				
3+870.00	3.898				
3+880.00	3.897				
3+890.00	3.896				
3+900.00	3.895				
3+910.00	3.894				
3+920.00	3.893				
3+930.00	3.892				
3+940.00	3.891				
3+950.00	3.890				
3+960.00	3.889				
3+970.00	3.888				
3+980.00	3.887				
3+990.00	3.886				
4+000.00	3.885				

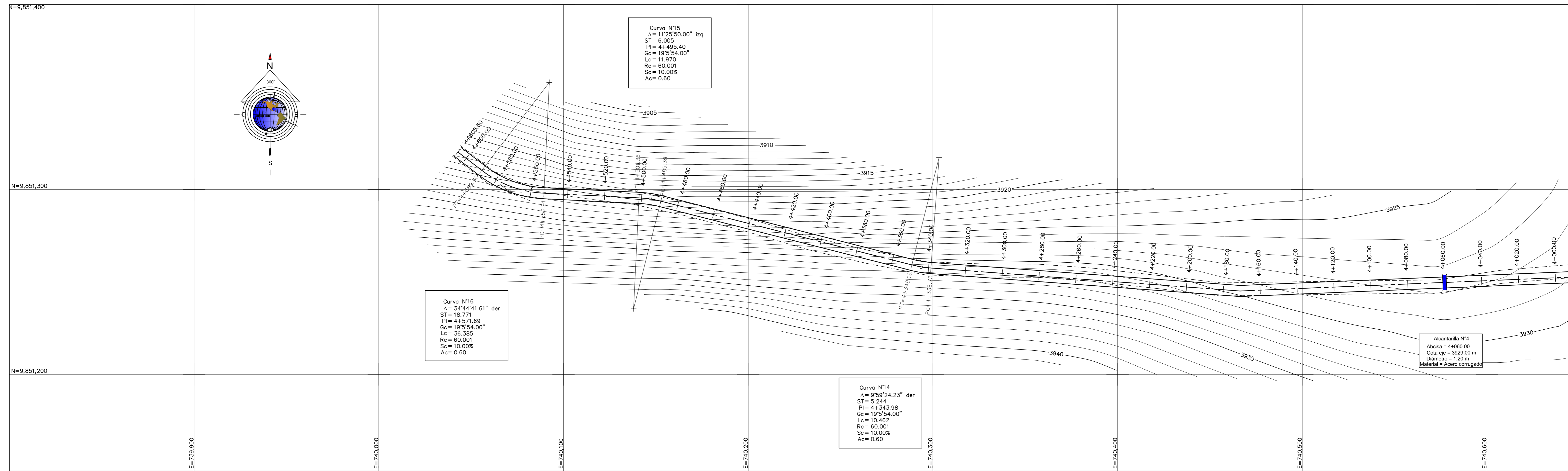
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA ENTRE LOS SECTORES DE PAYATAMBO TOTORA Y ATAHUALPA
 CONTENIENE: DISEÑO HORIZONTAL - DISEÑO VERTICAL TRAMO: DESDE 3+000.00 - HASTA 4+000.00

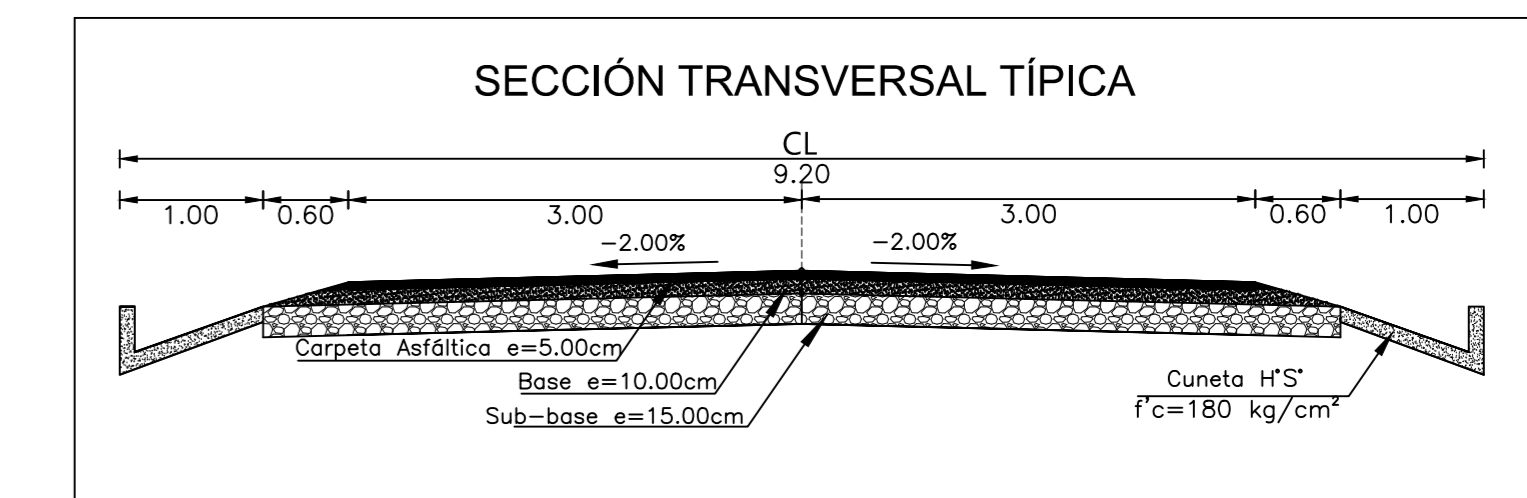
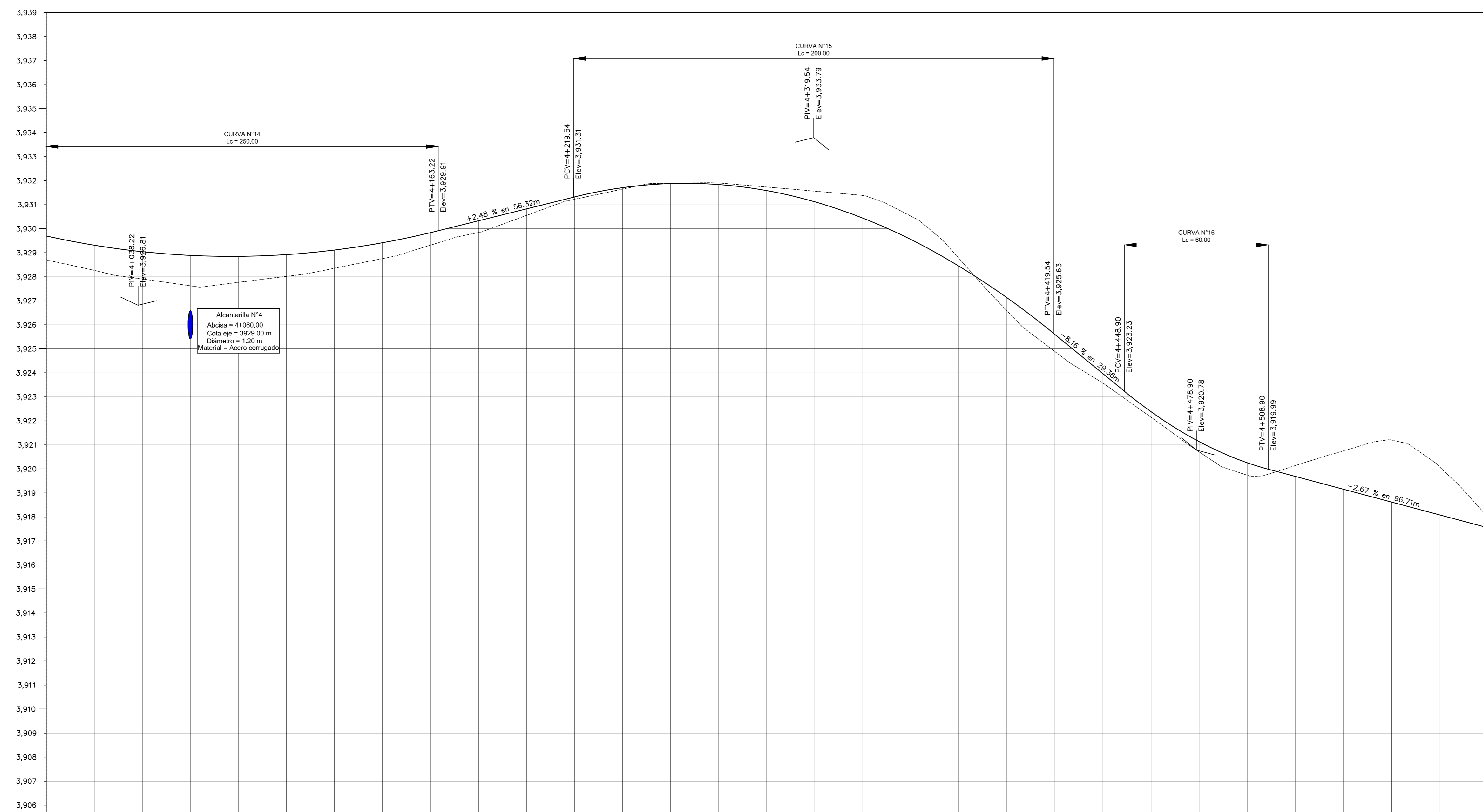
CLASE: IV ORDEN	LONGITUD: 4.605.60 KM	PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTÓN: AMBATO	FECHA: MAYO 2016
DISEÑADO POR: Edo. Víctor Hernández	DIBUJADO POR: Edo. Víctor Hernández	REVISADO POR: Ing. M. Vinicio Almeida	PARROQUIA: PILAHUÍN	ESCALAS: H: 1:1250 V: 1:250

LÁMINA: 4/11

DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL 4+000.00 - 4+605.60



DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL 4+000.00 - 4+605.60



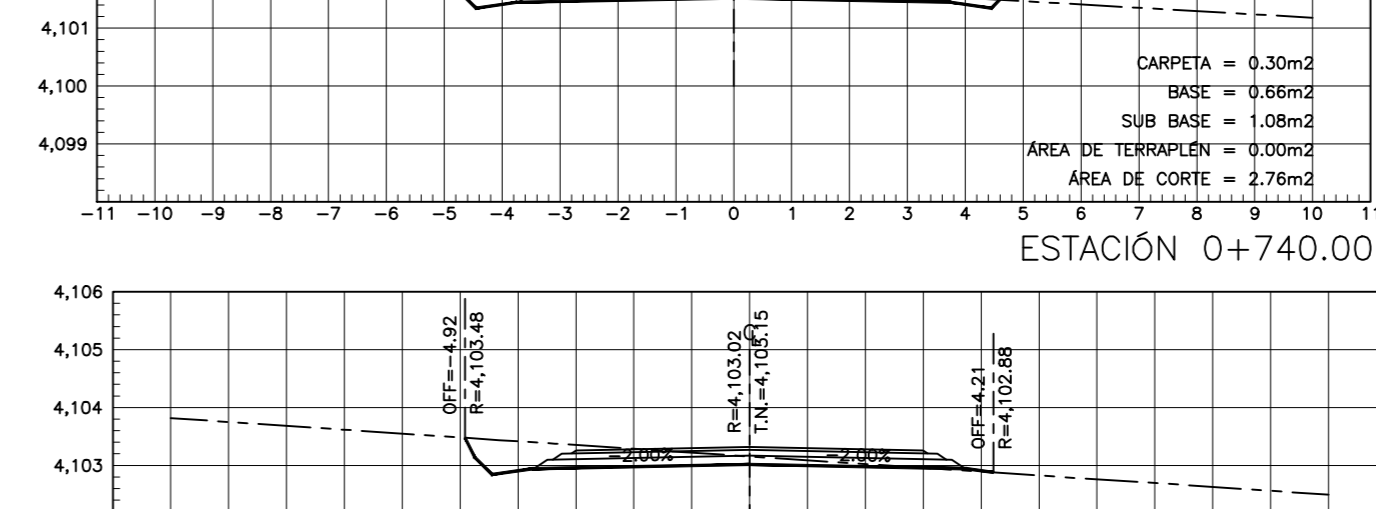
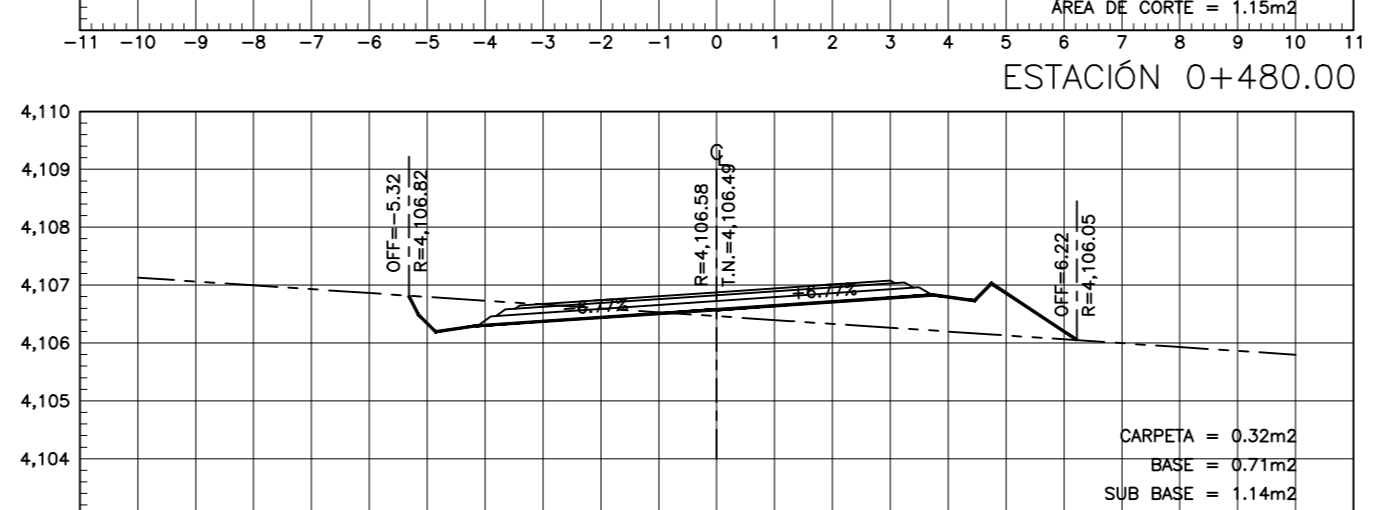
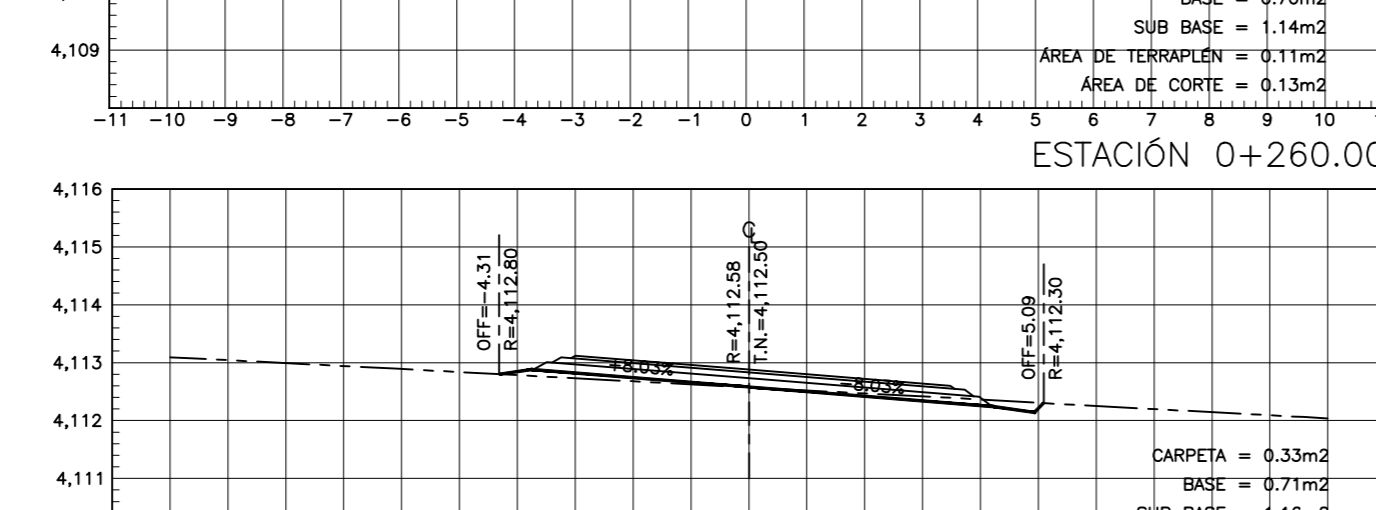
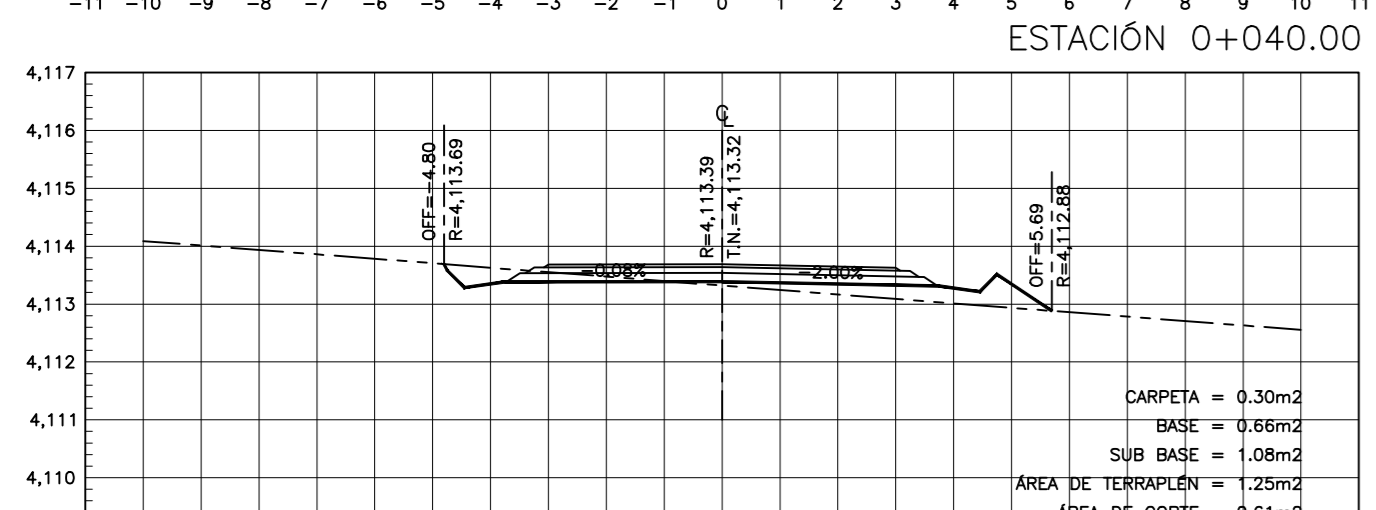
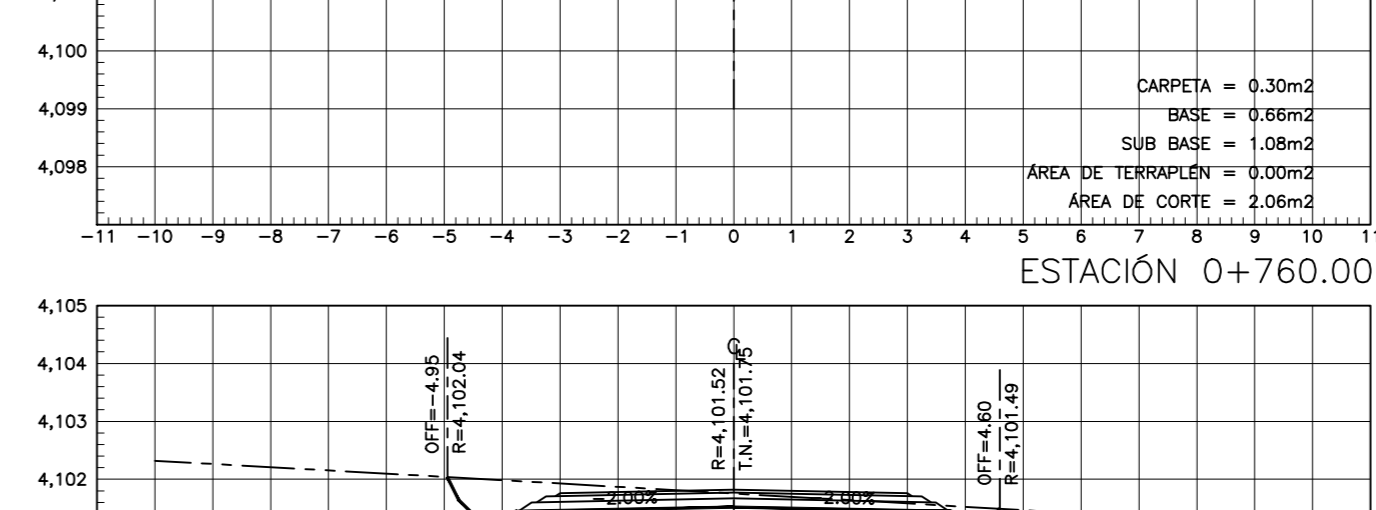
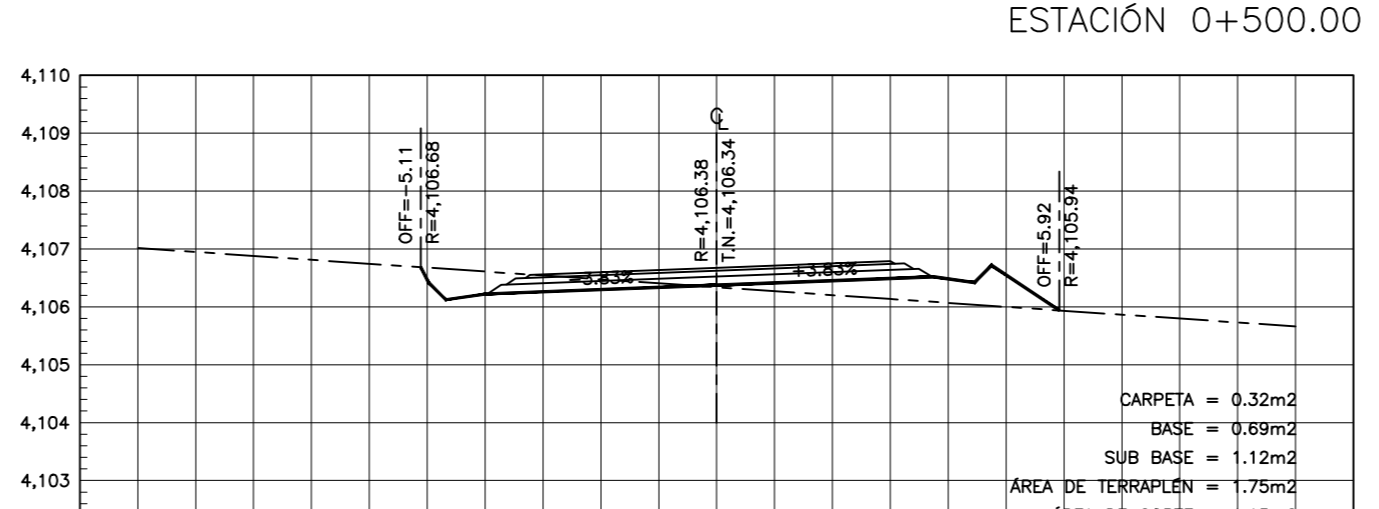
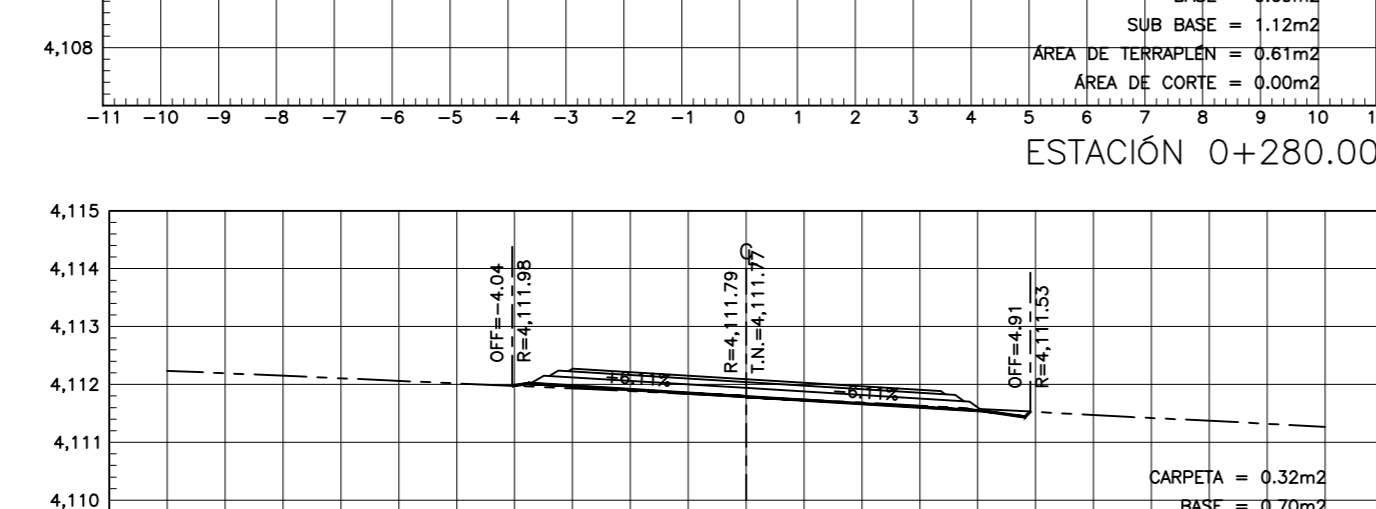
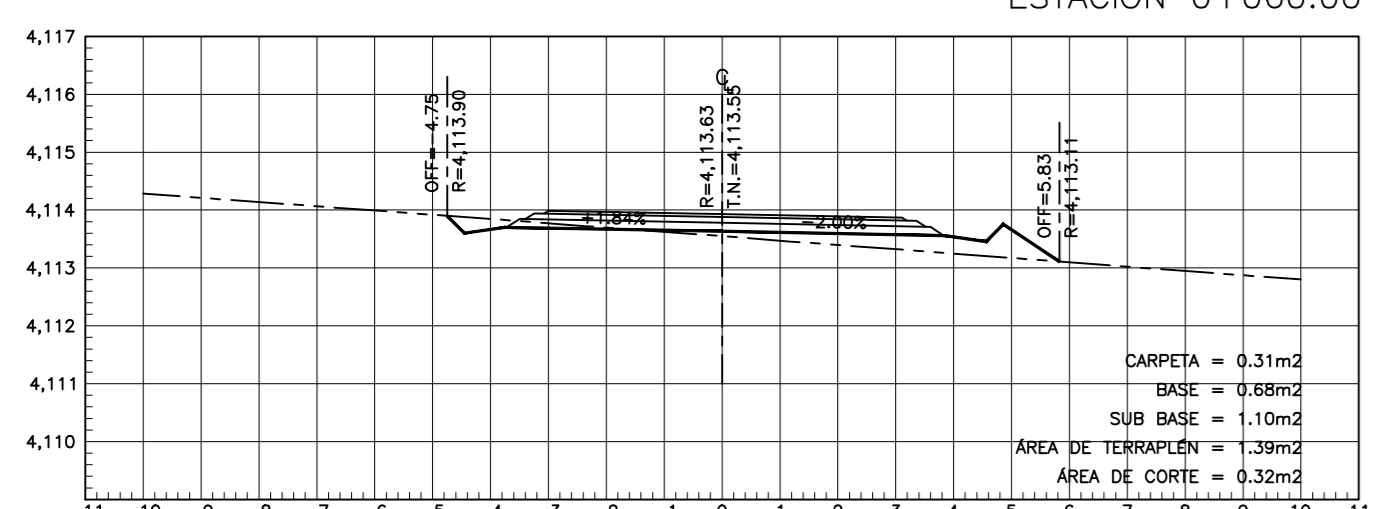
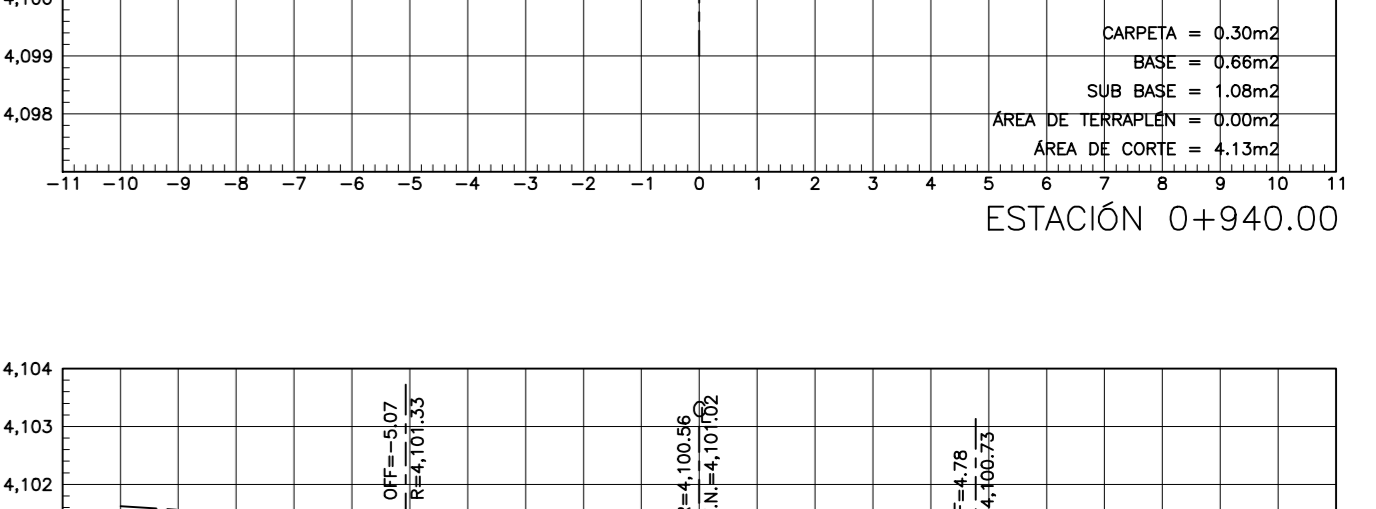
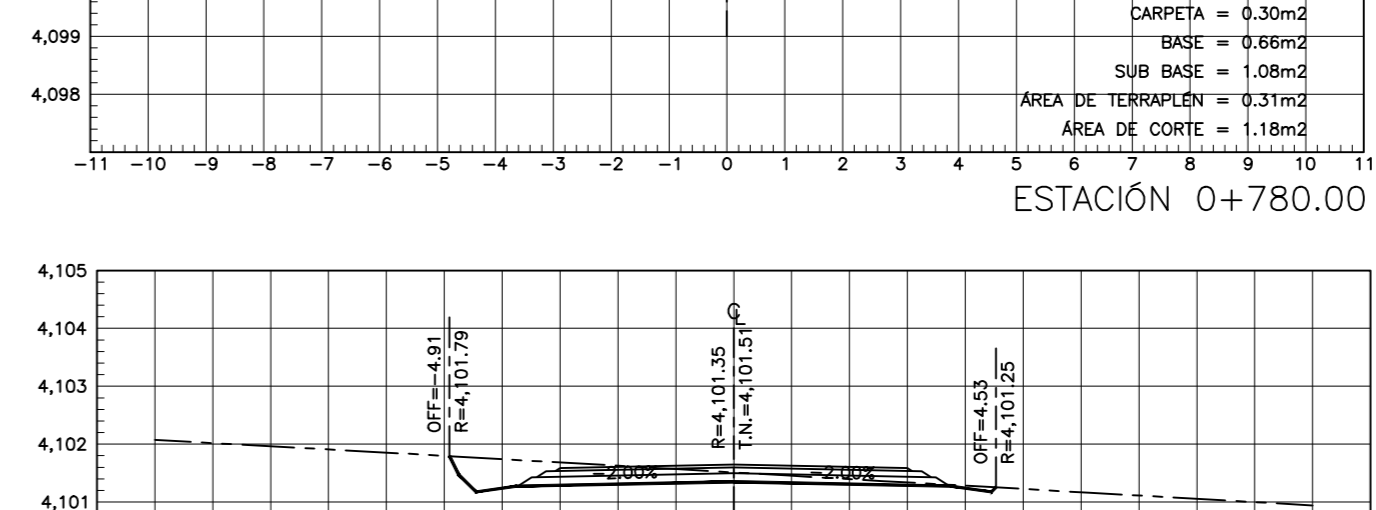
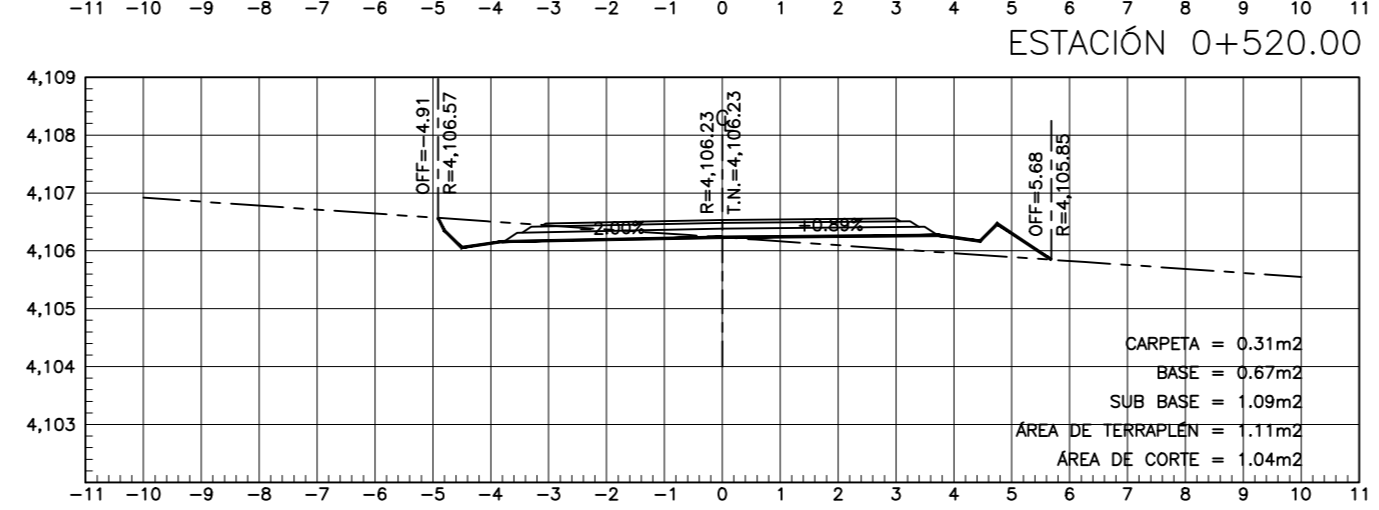
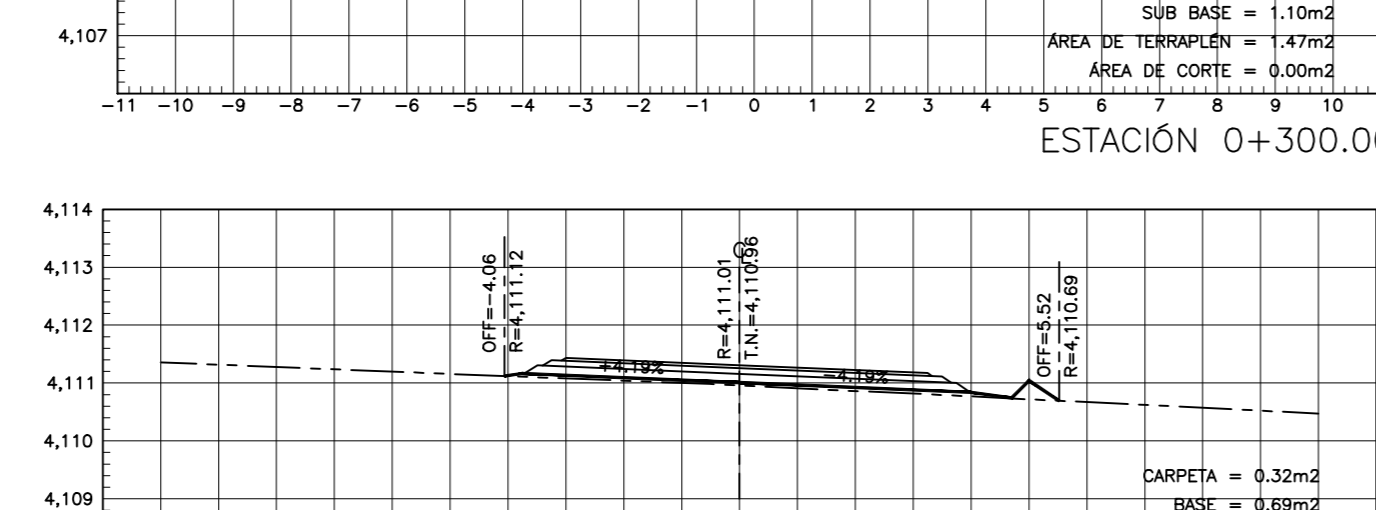
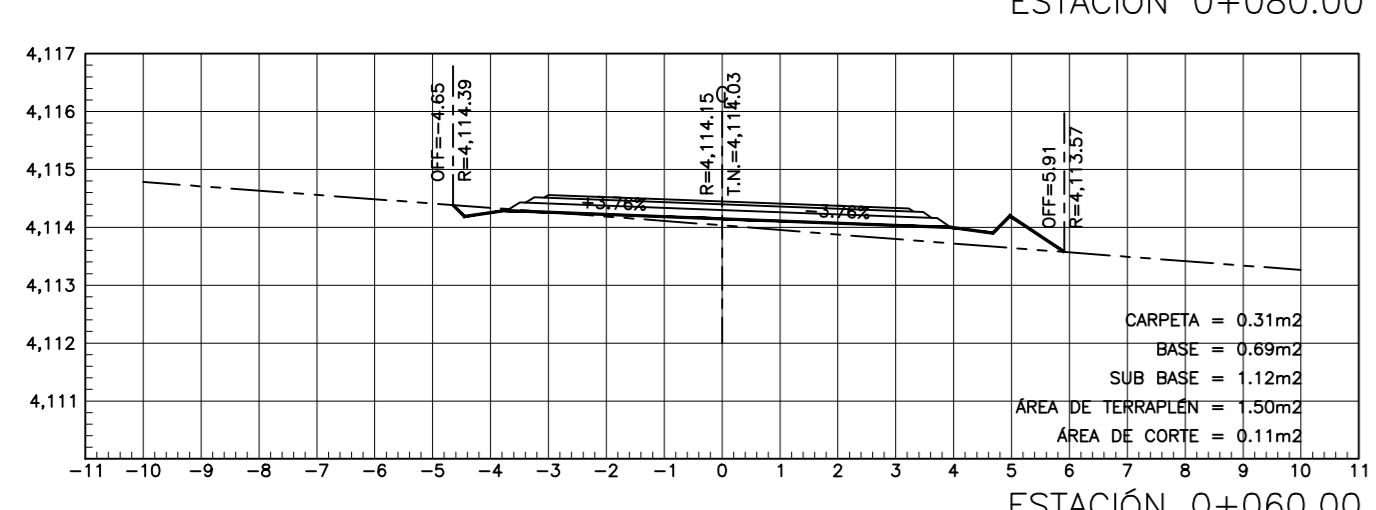
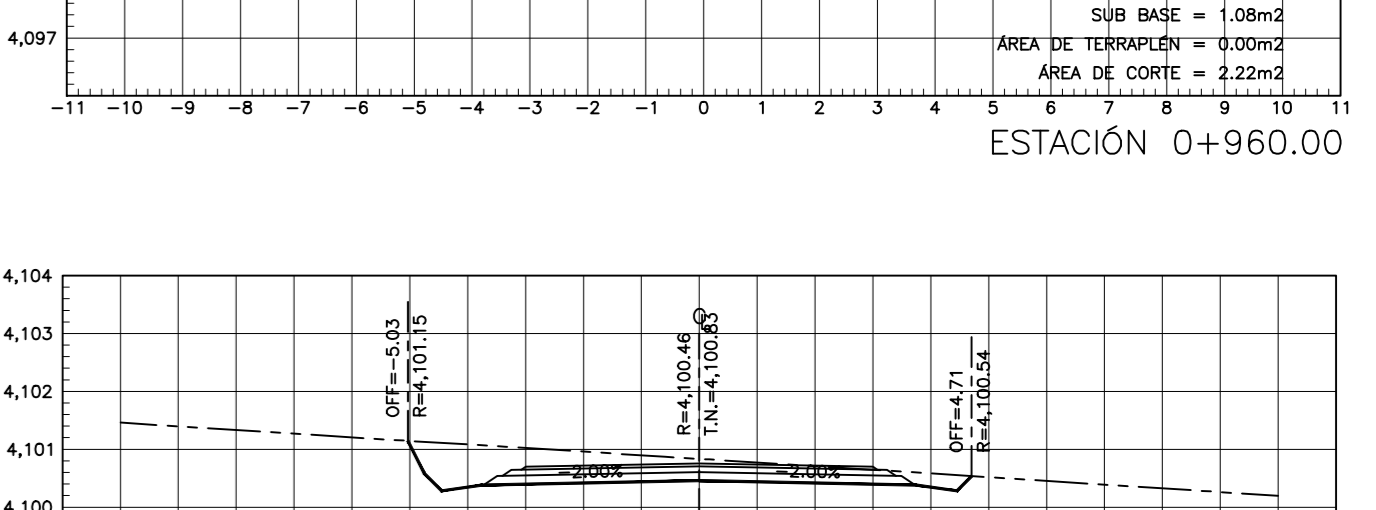
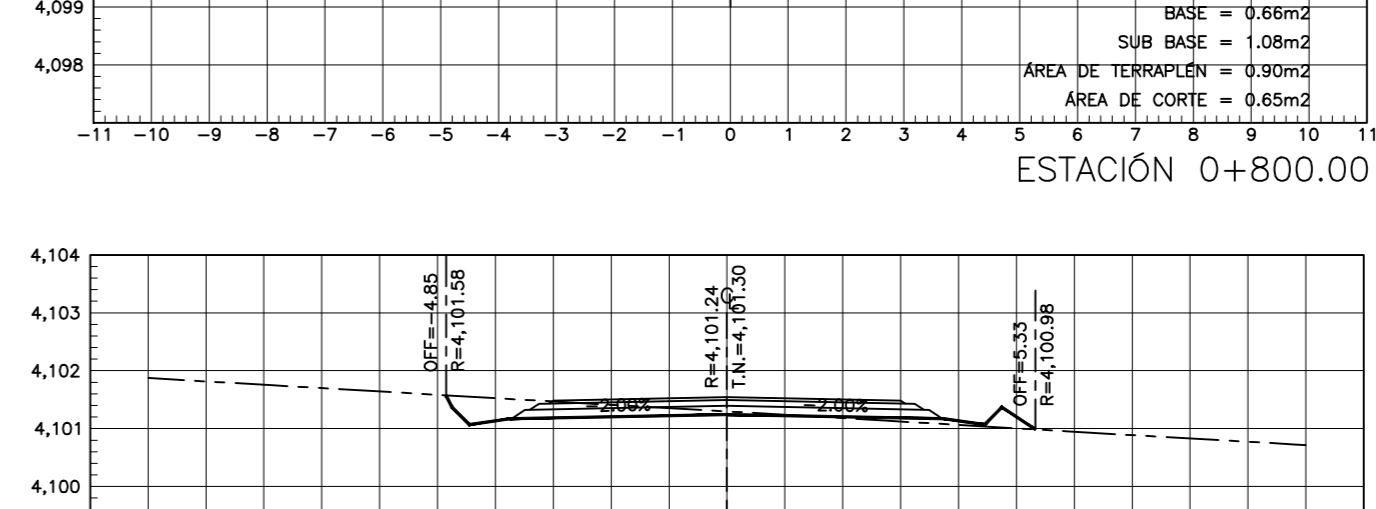
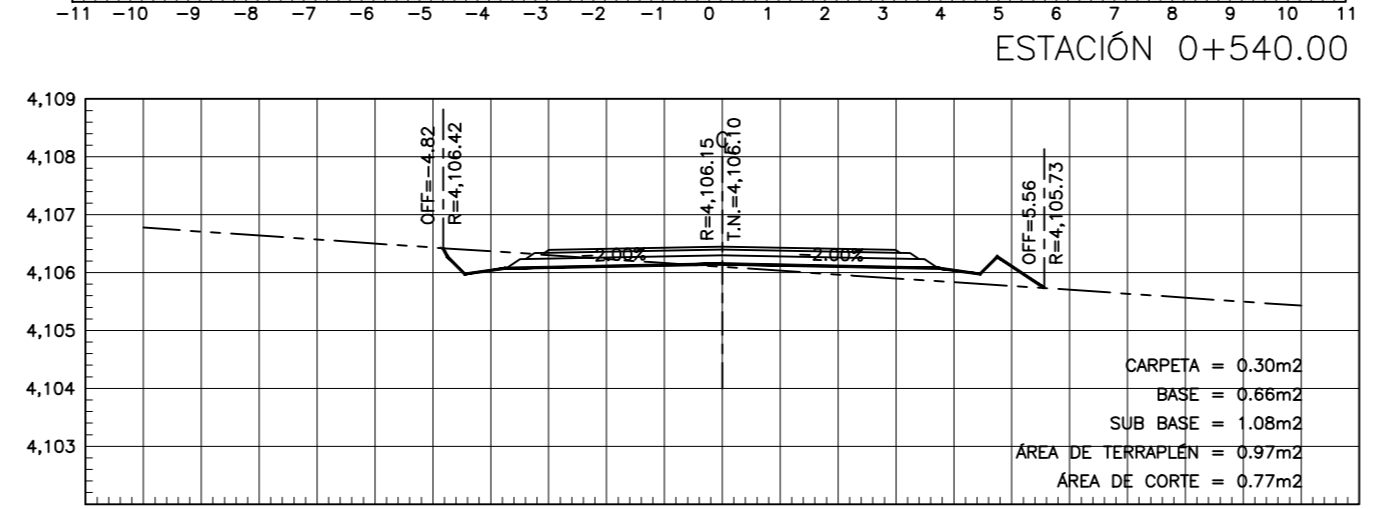
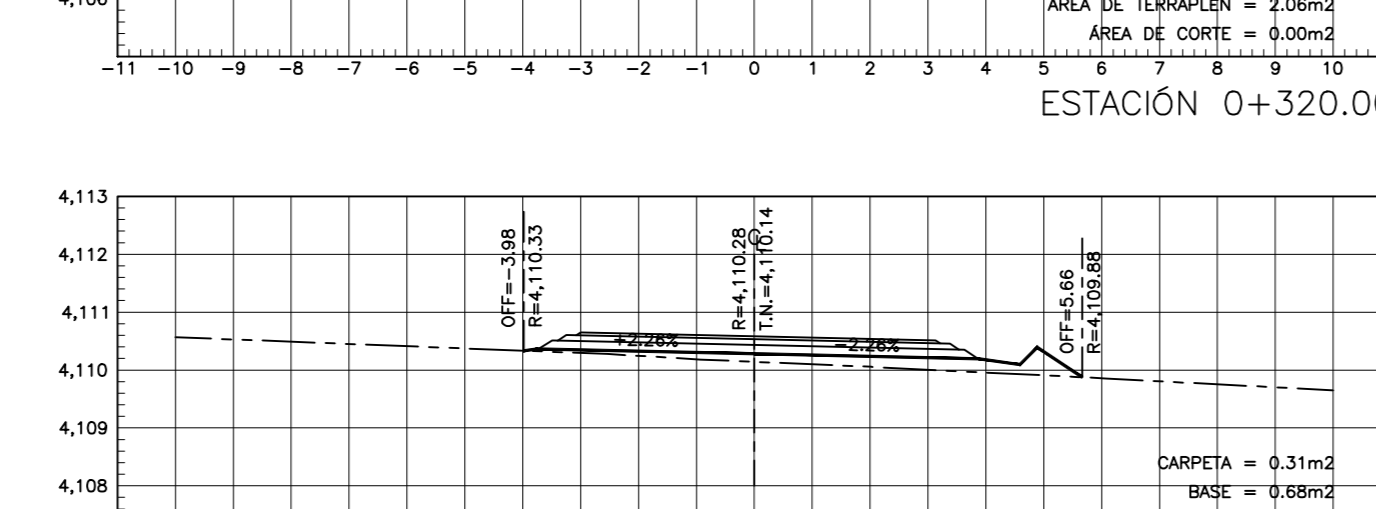
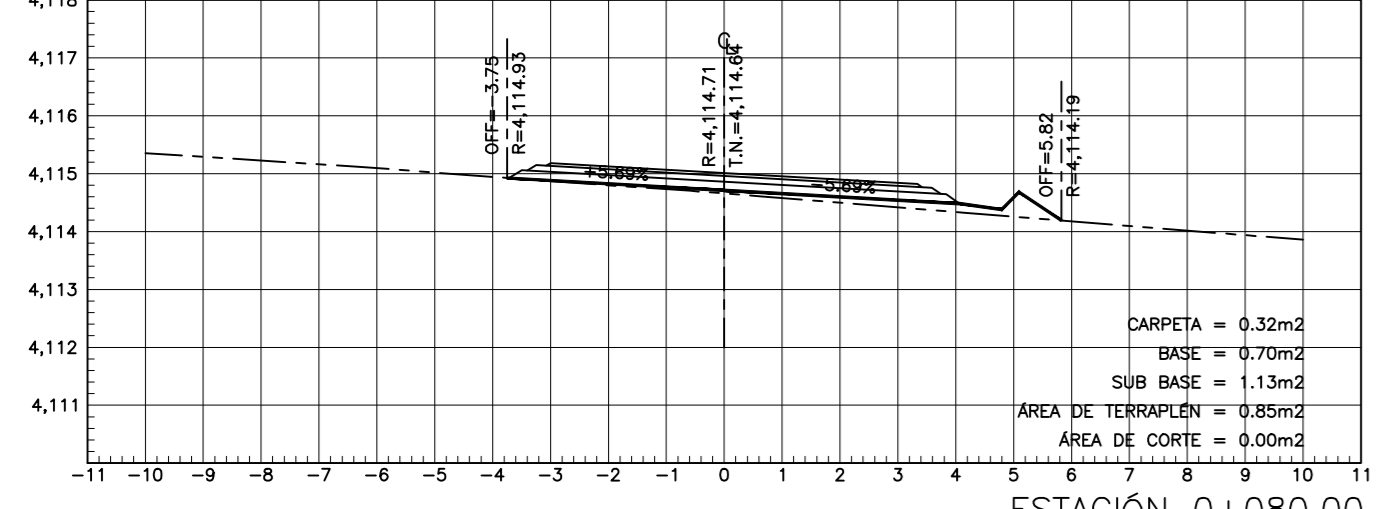
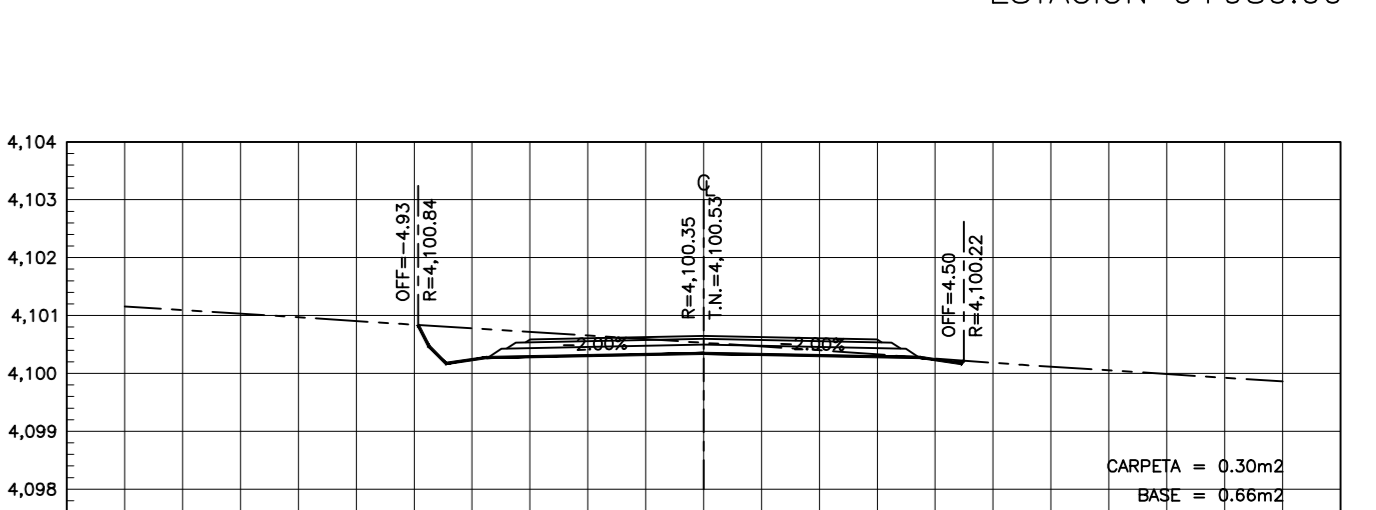
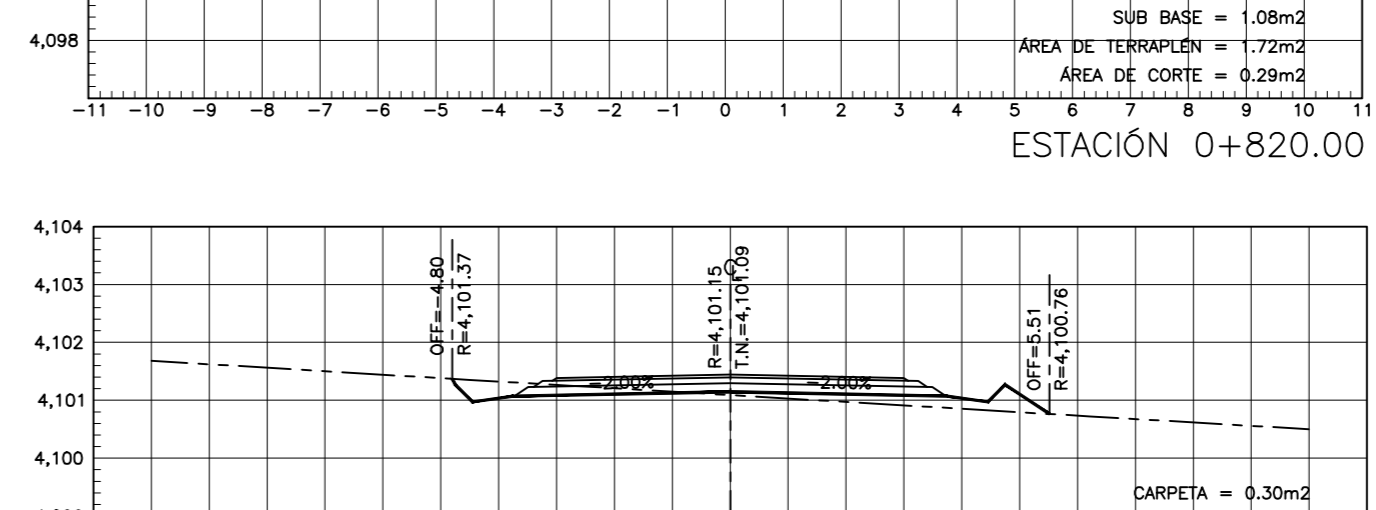
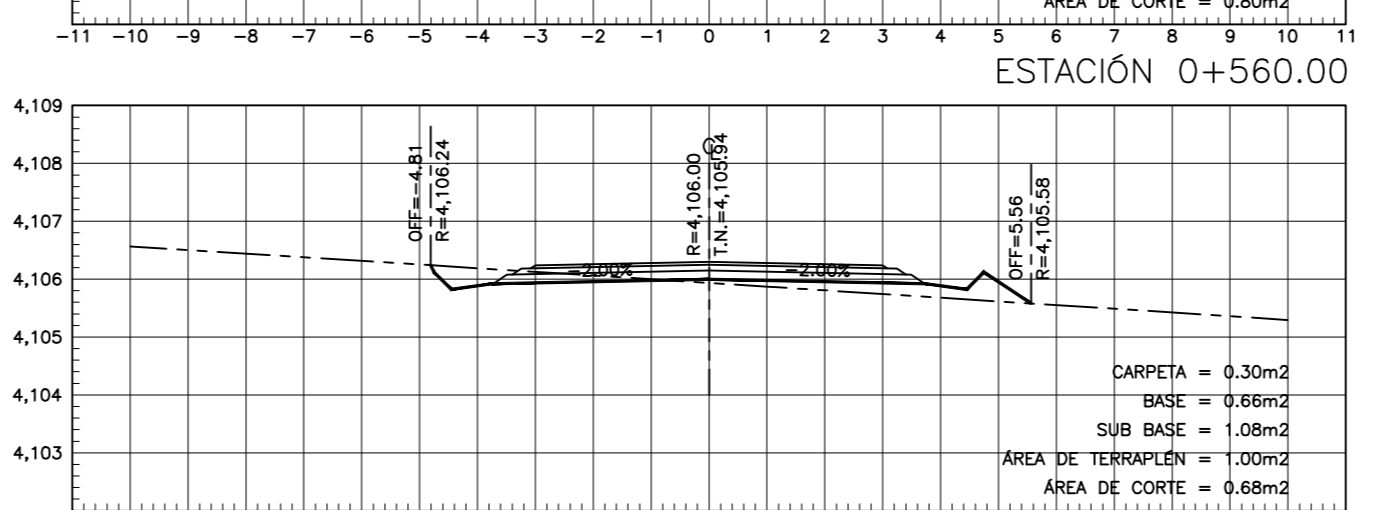
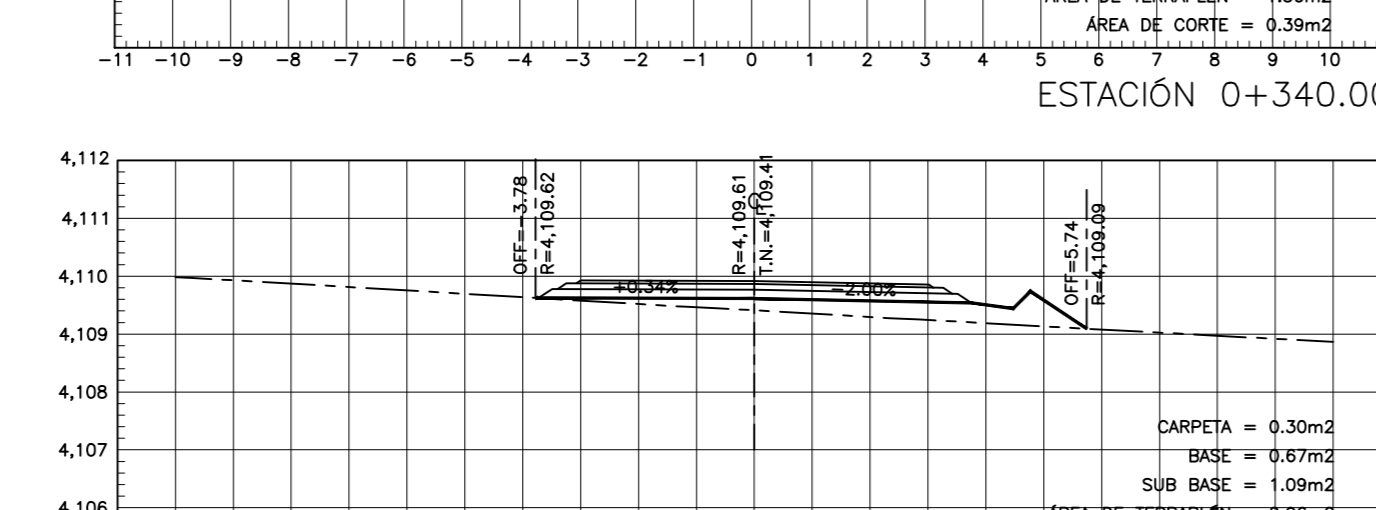
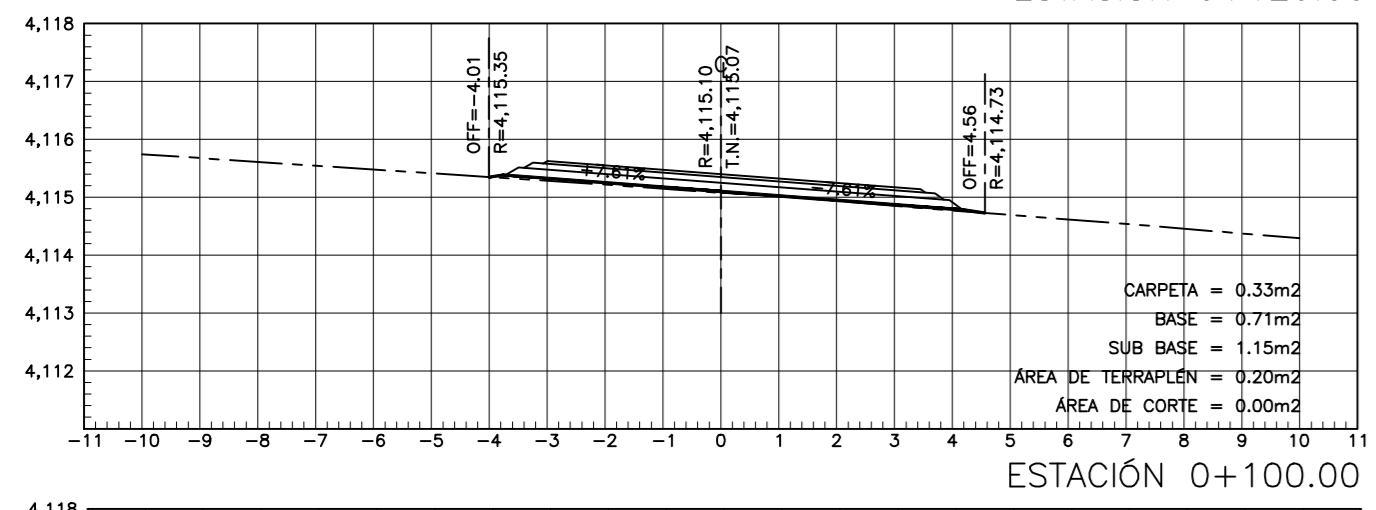
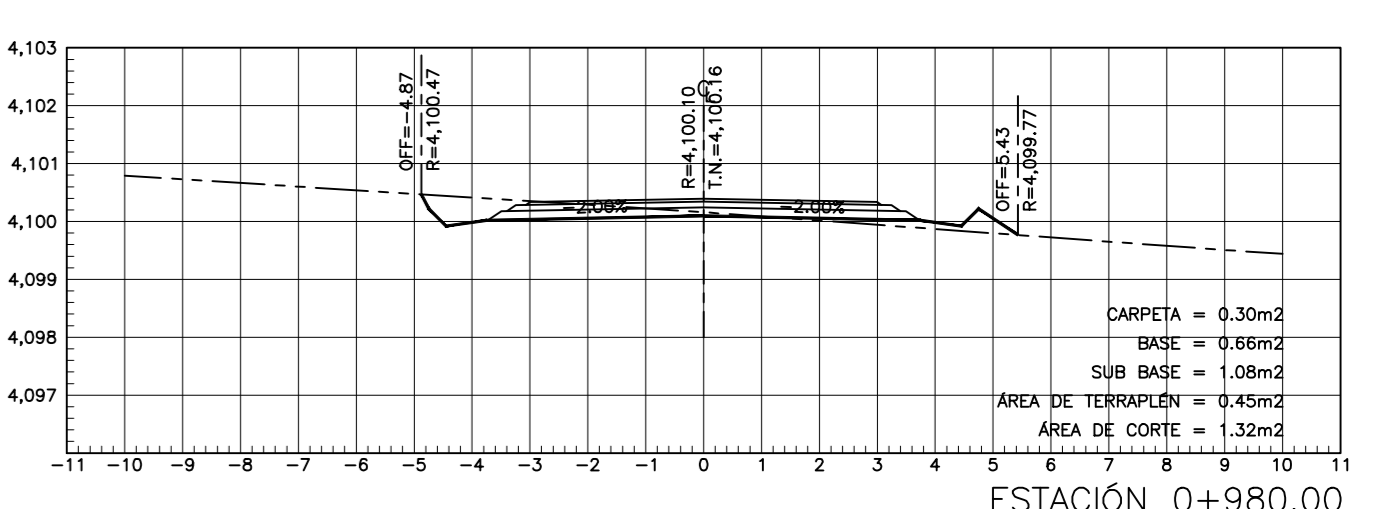
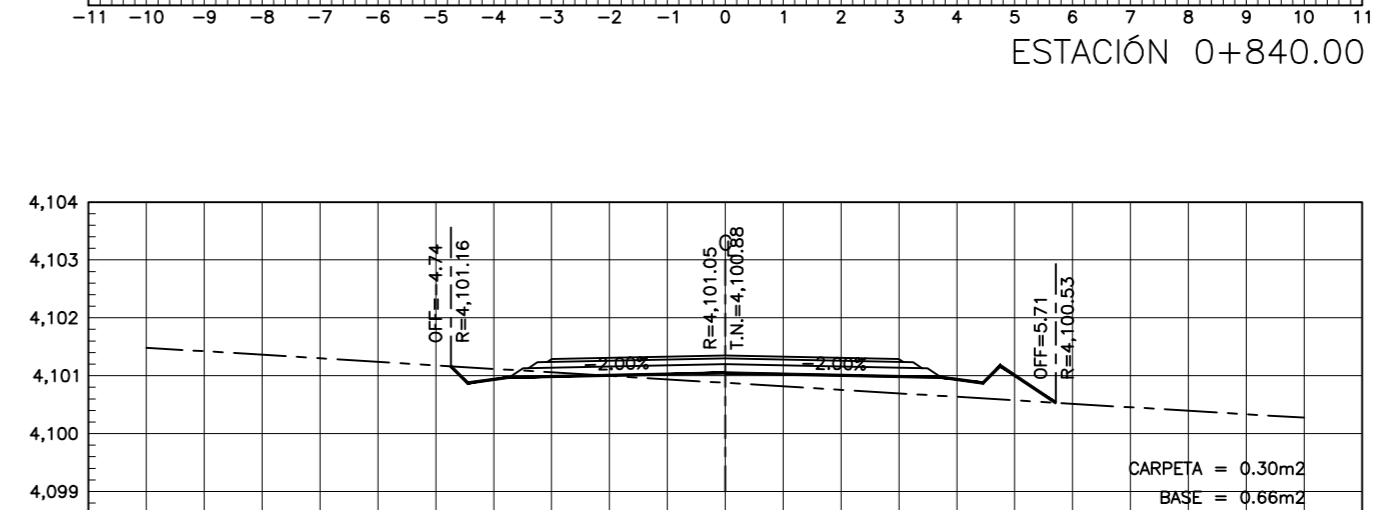
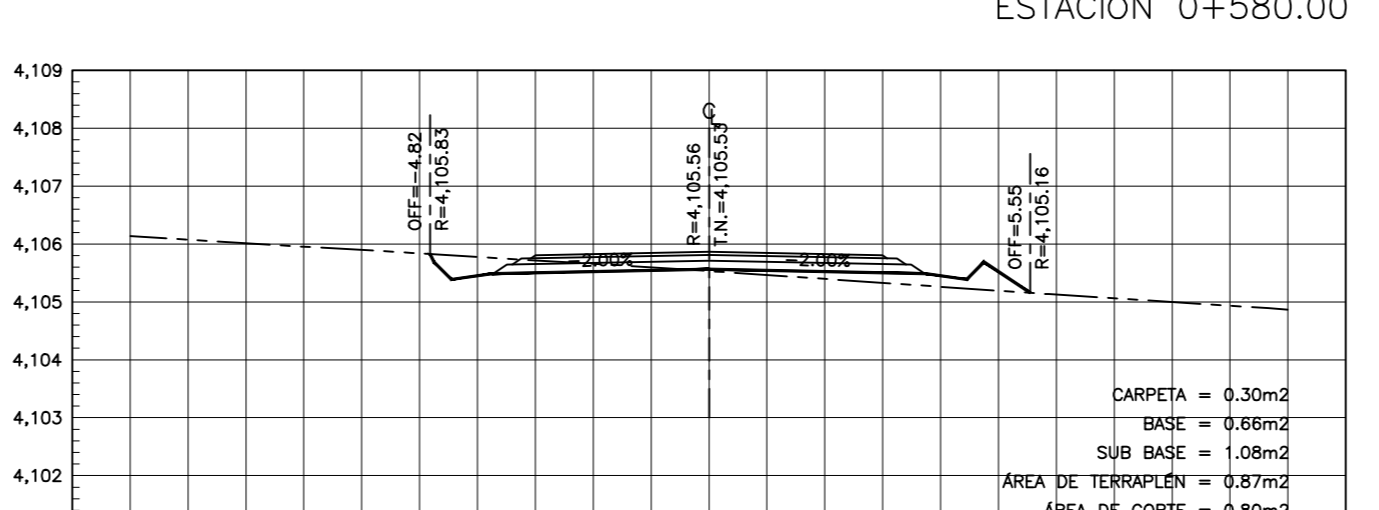
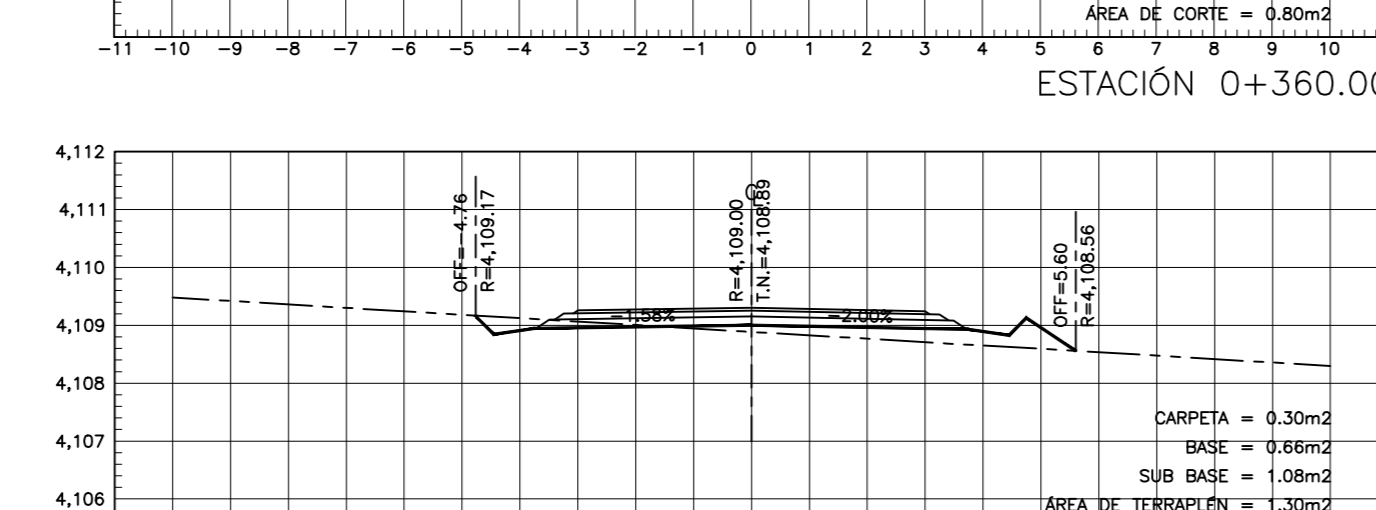
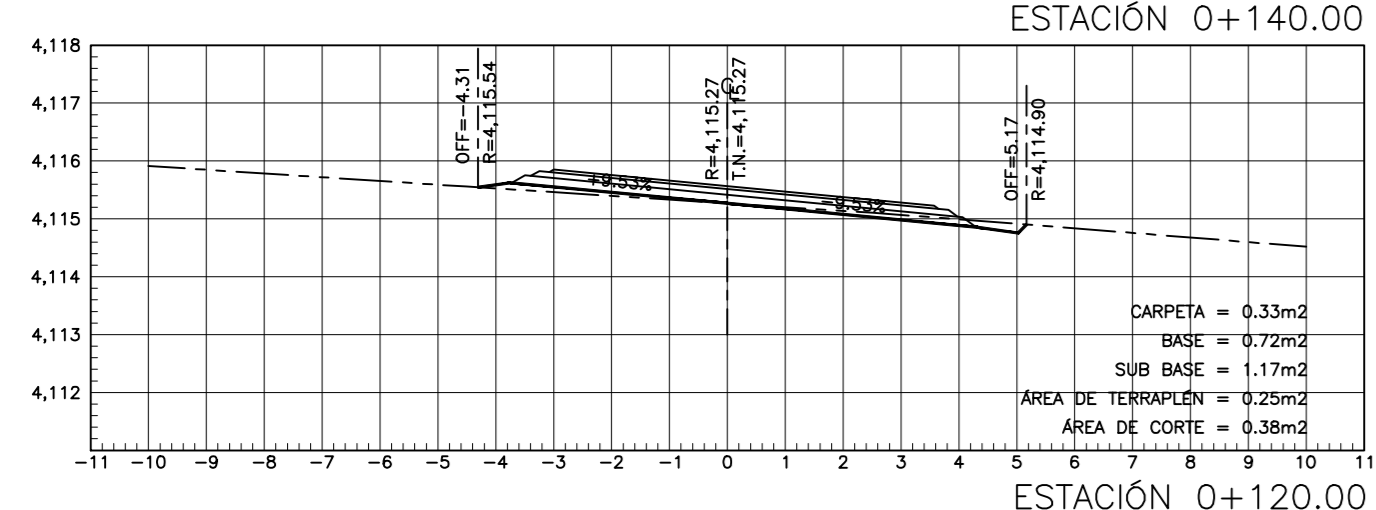
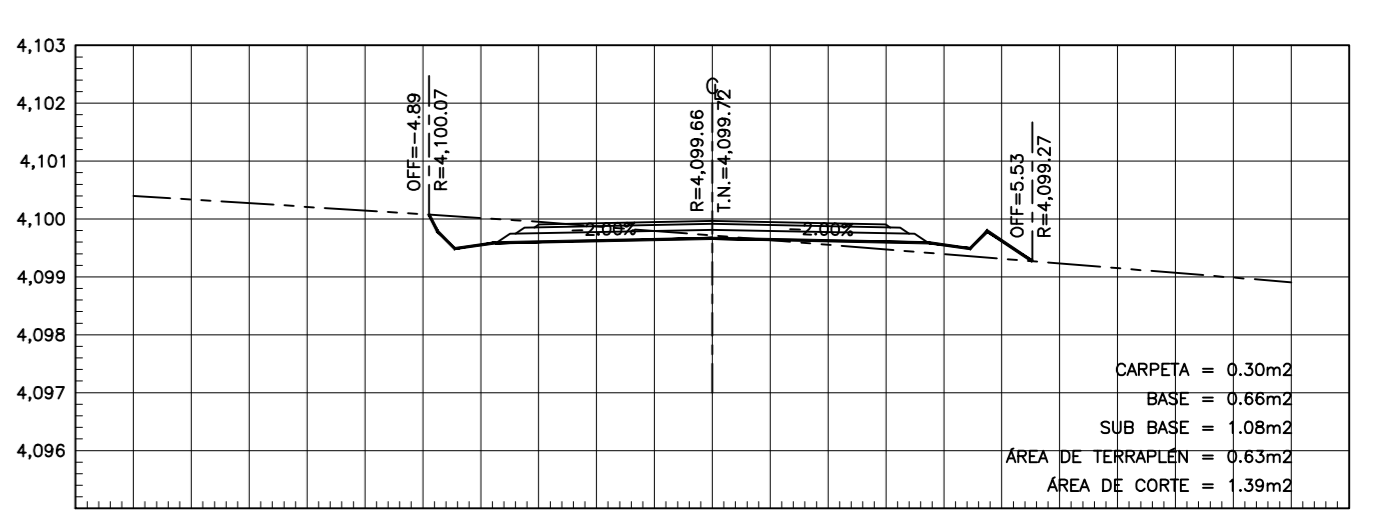
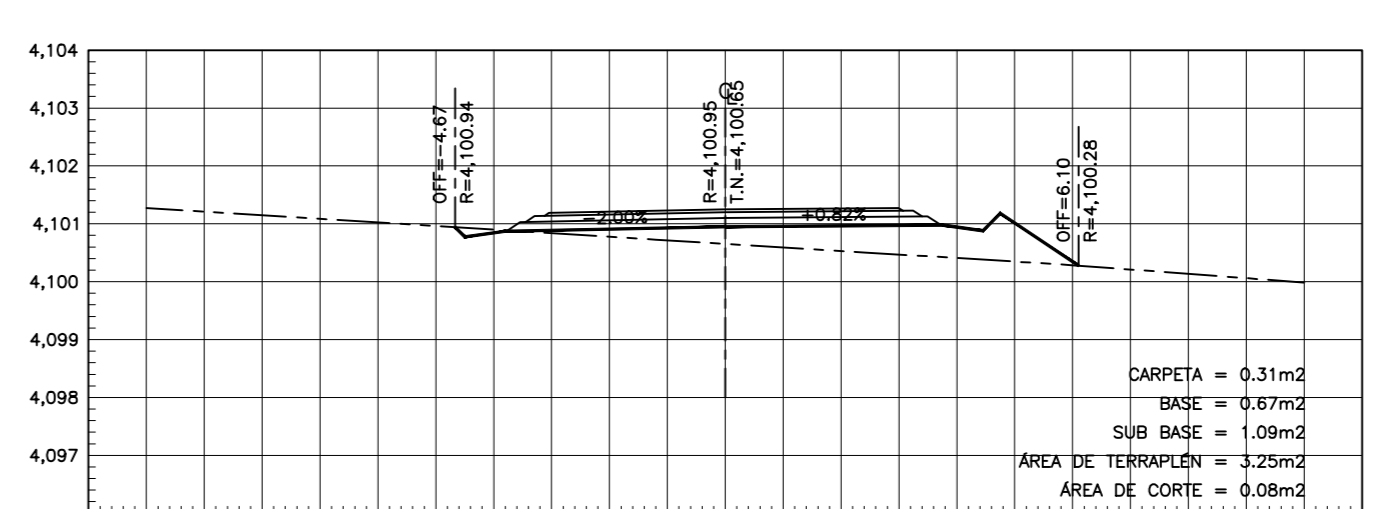
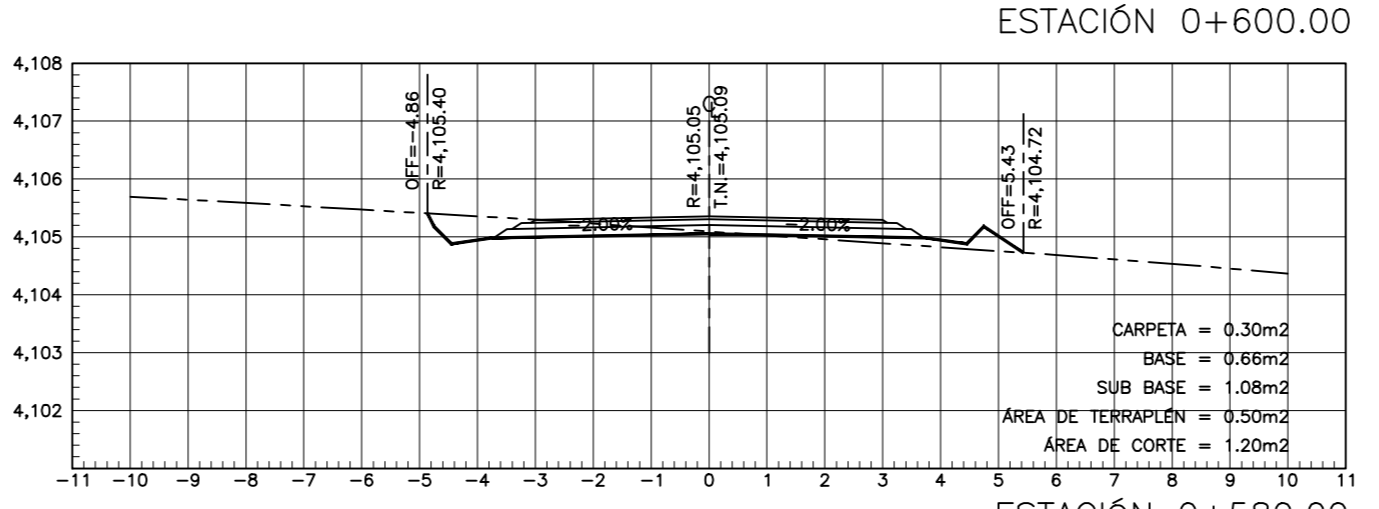
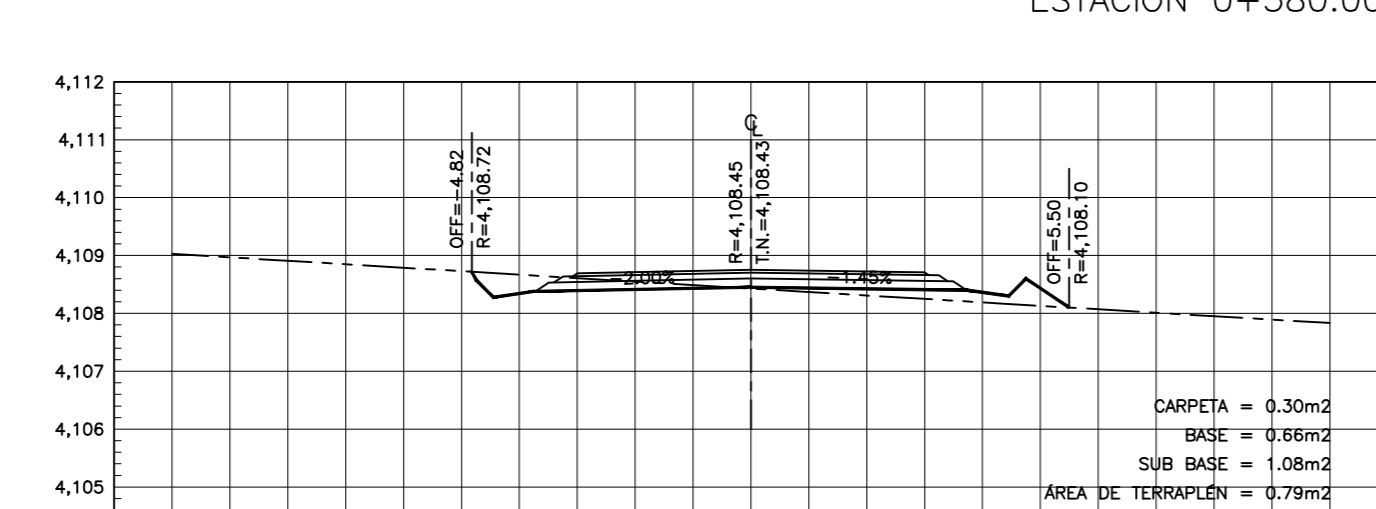
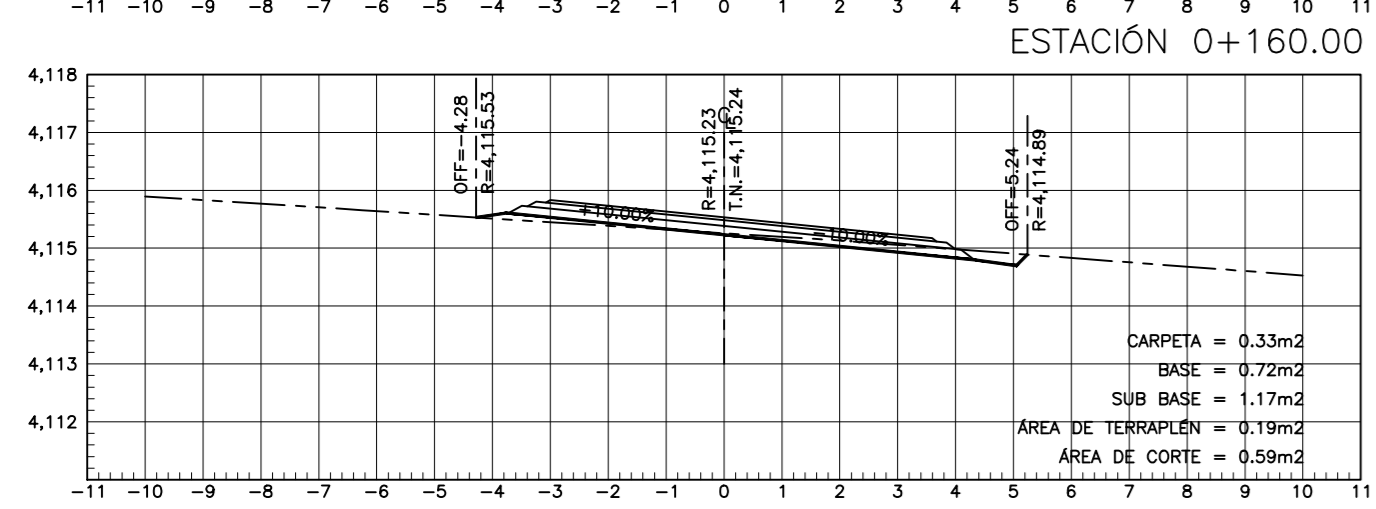
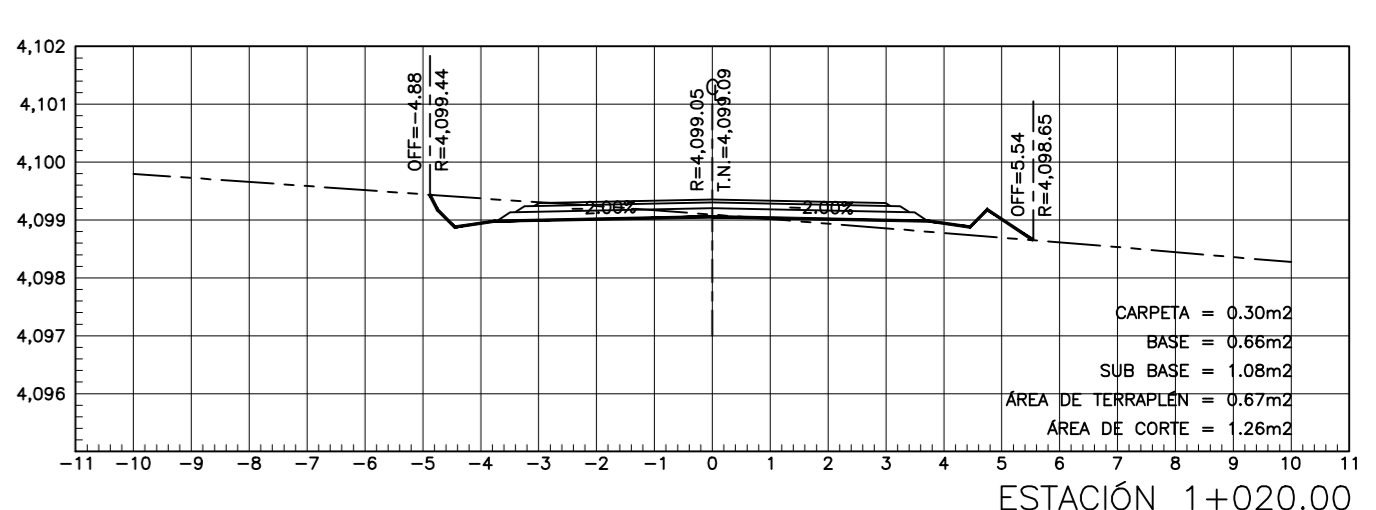
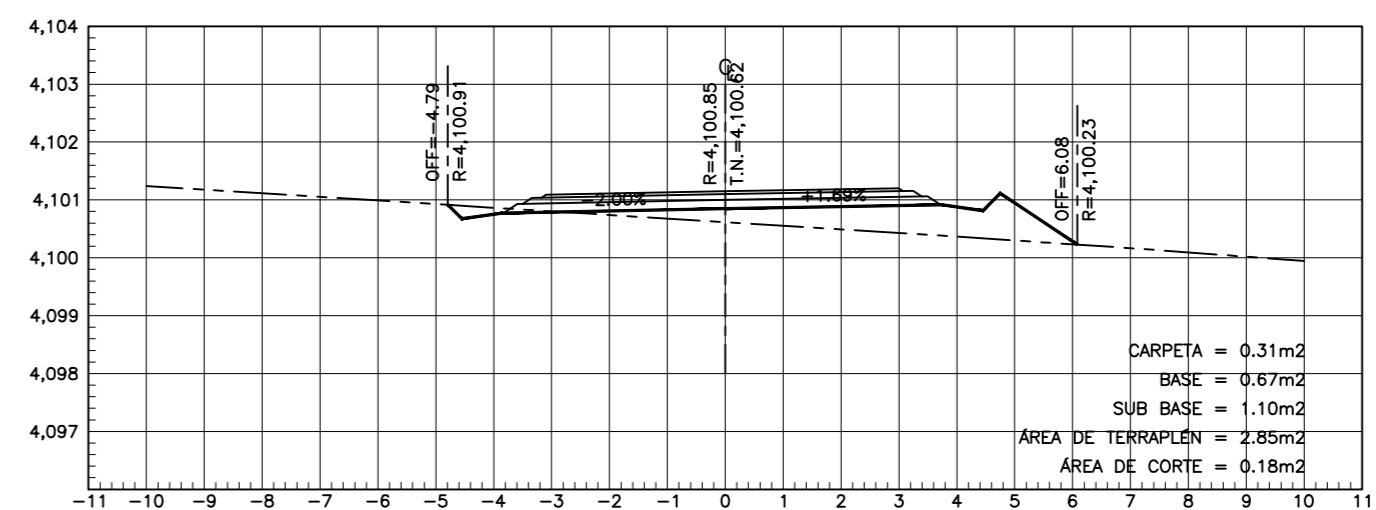
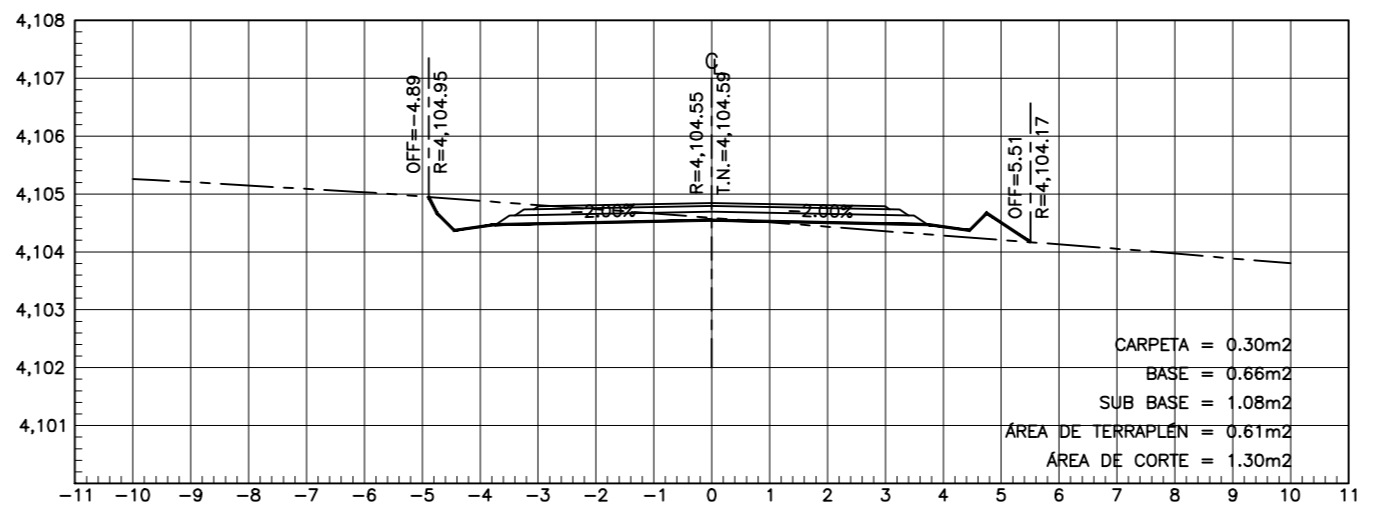
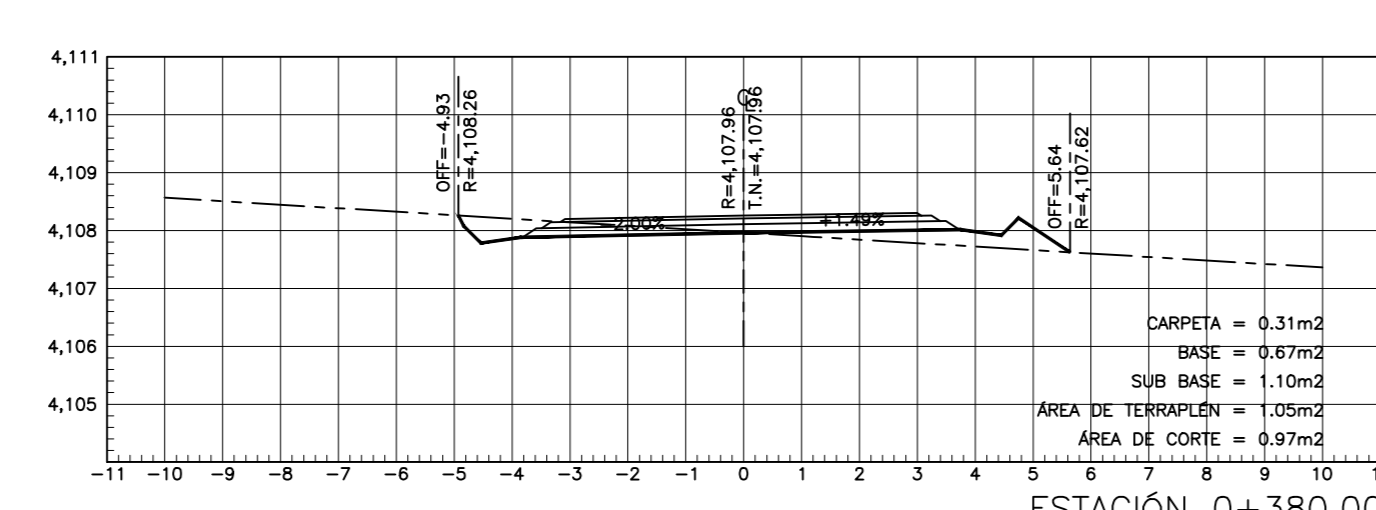
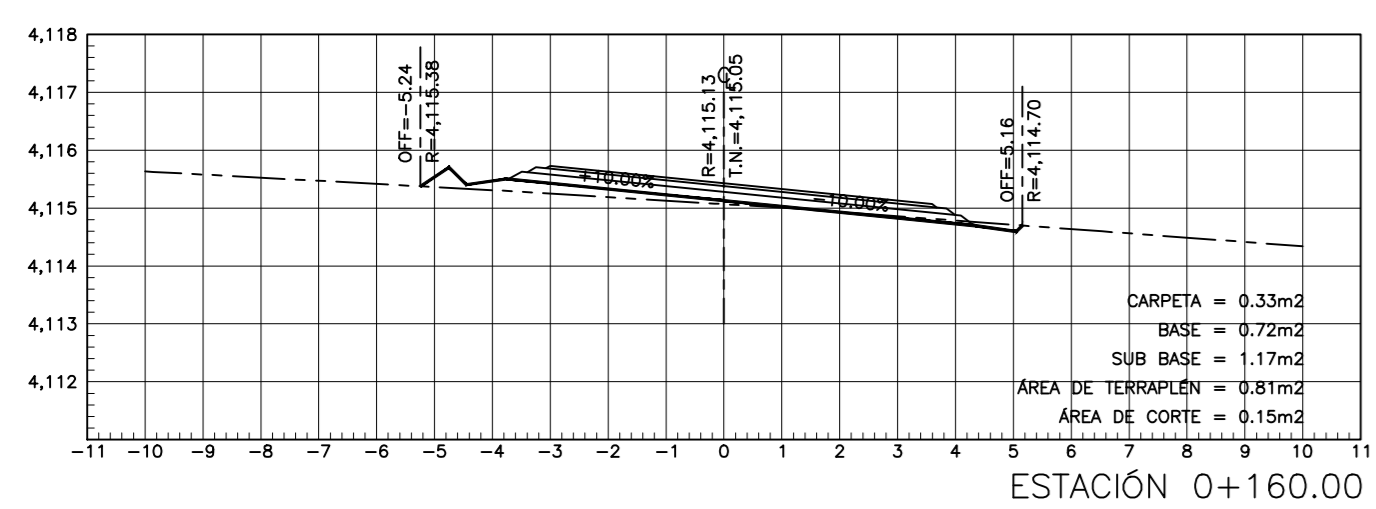
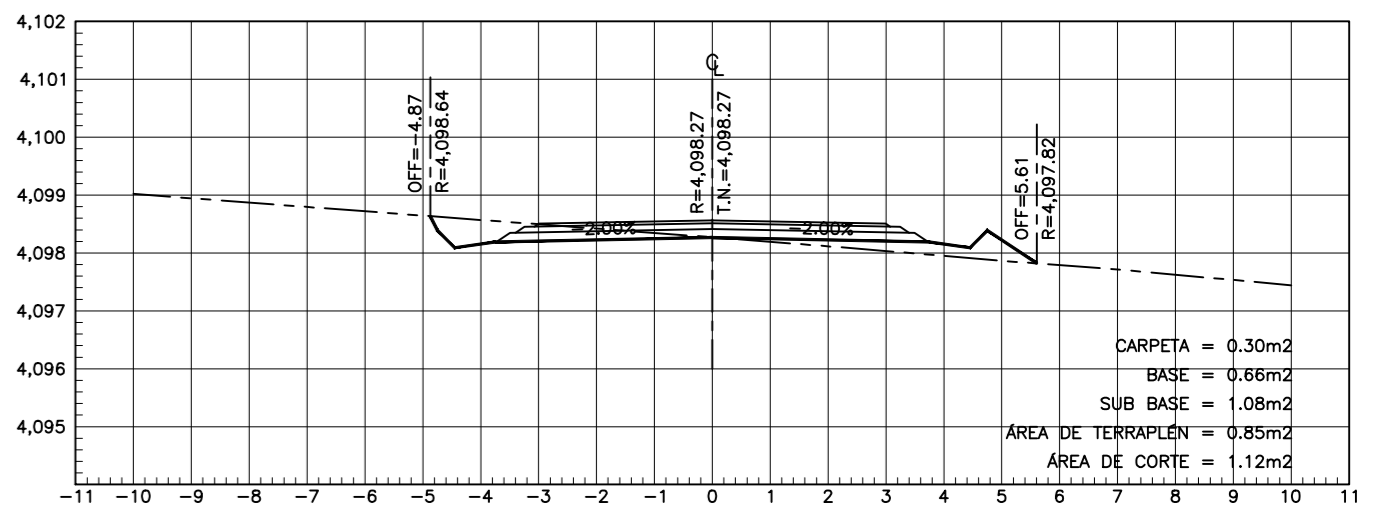
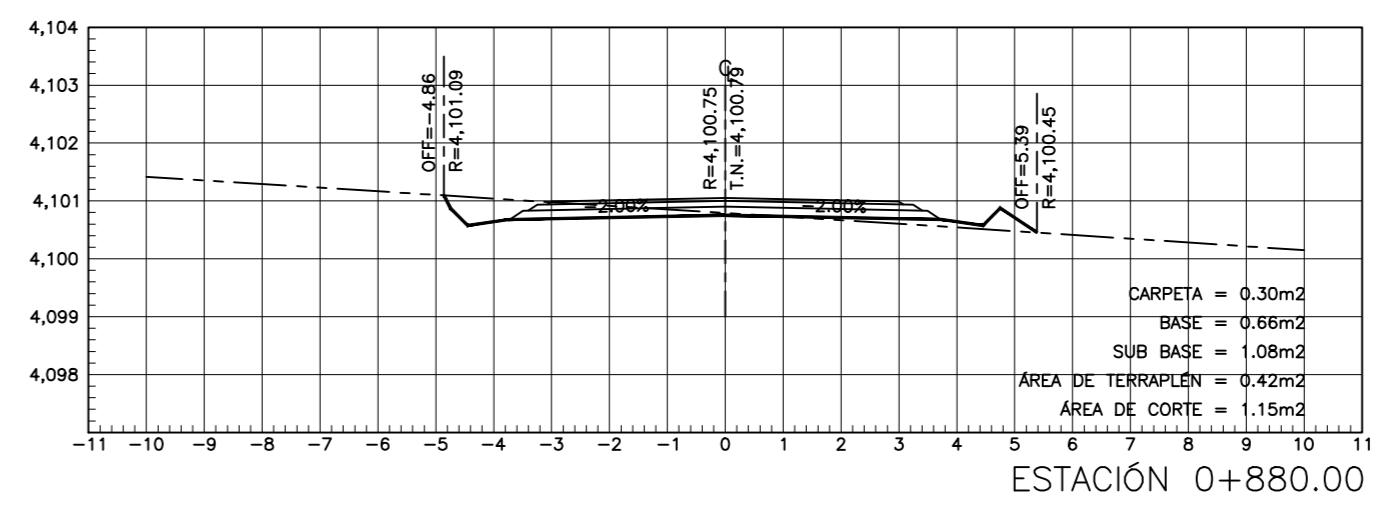
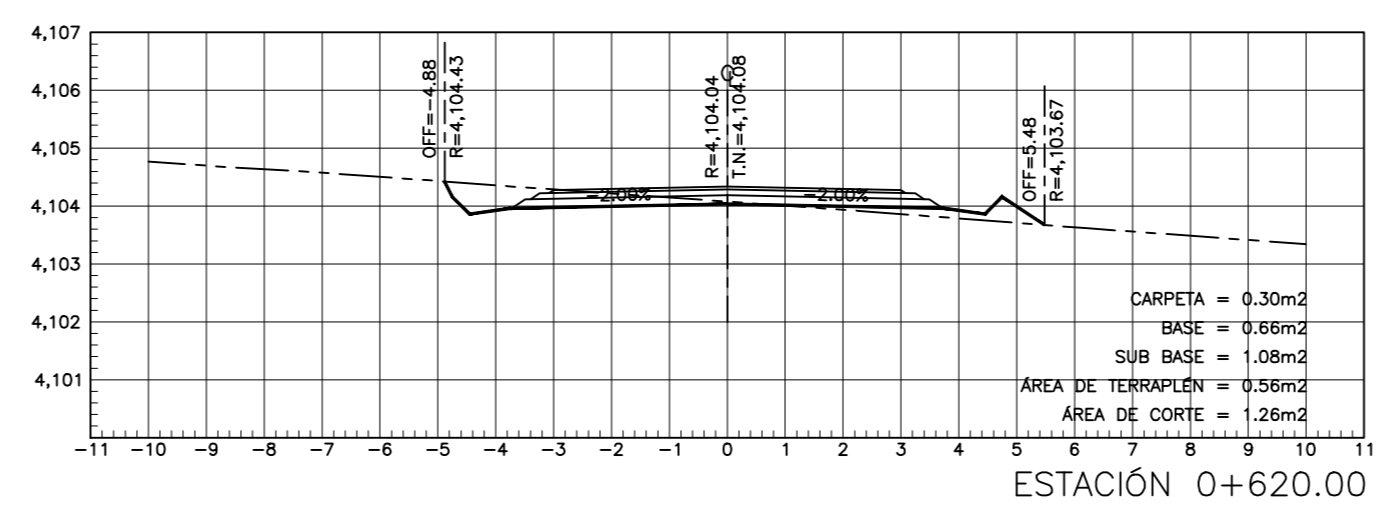
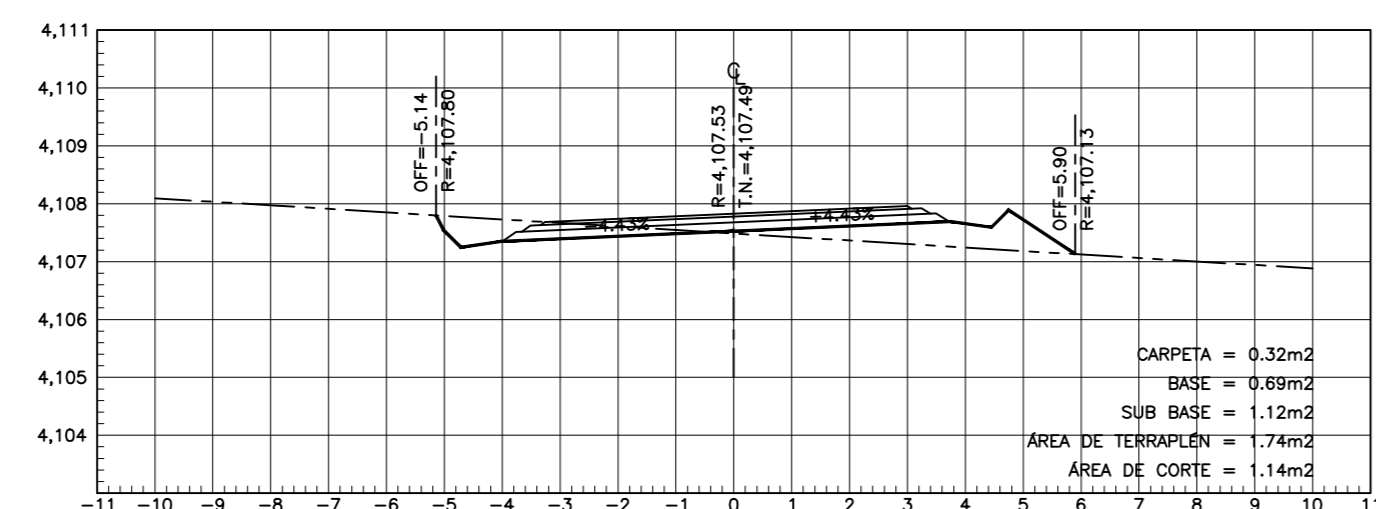
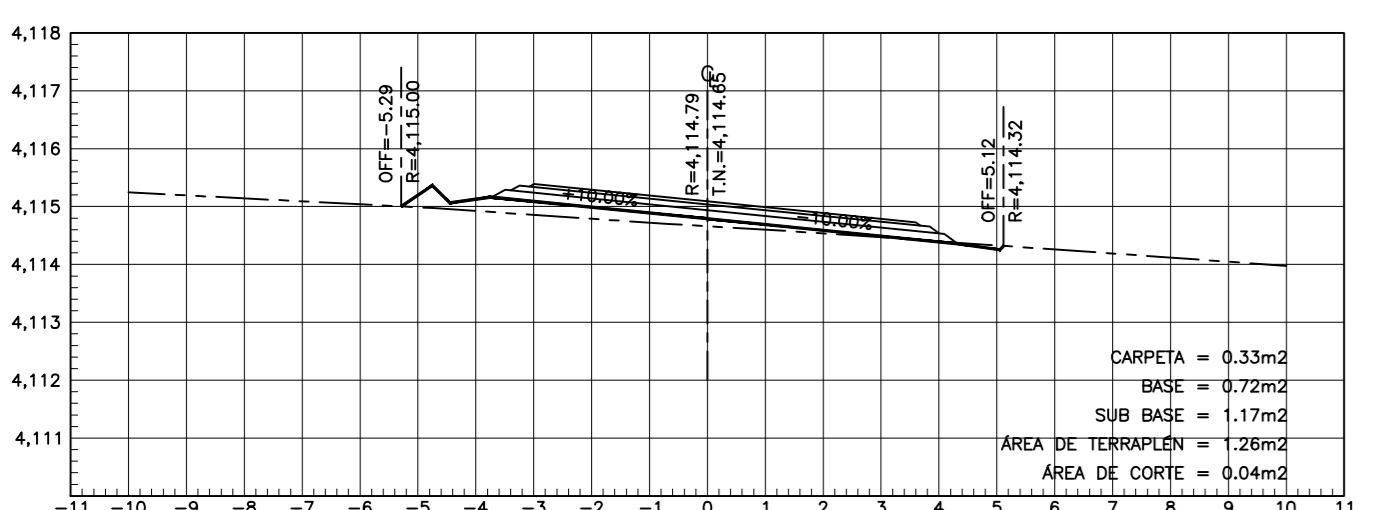
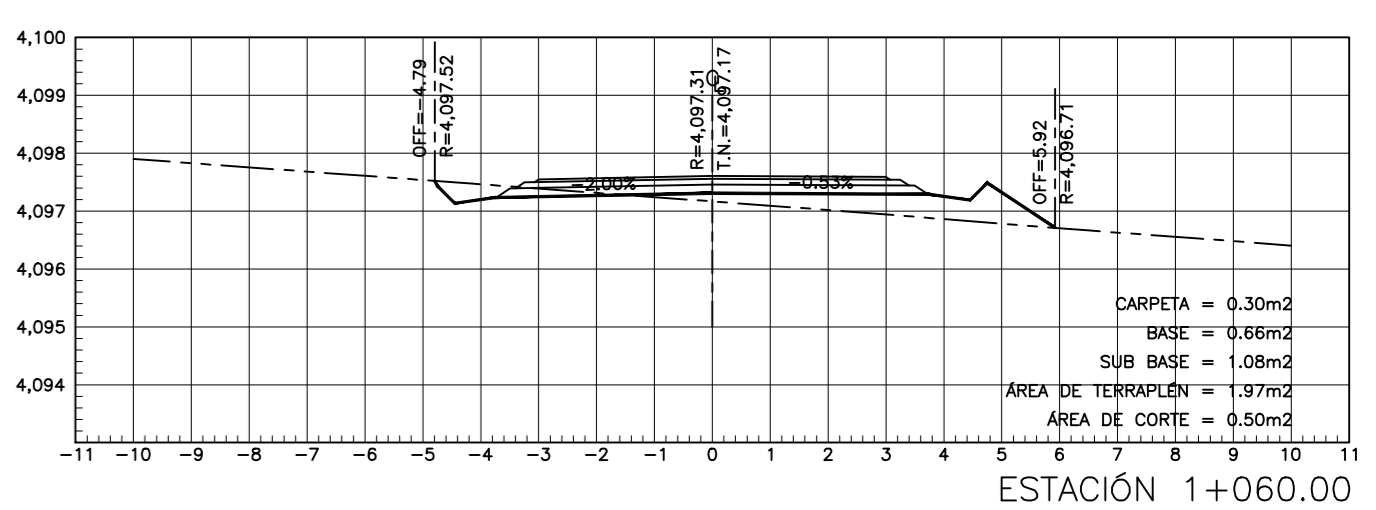
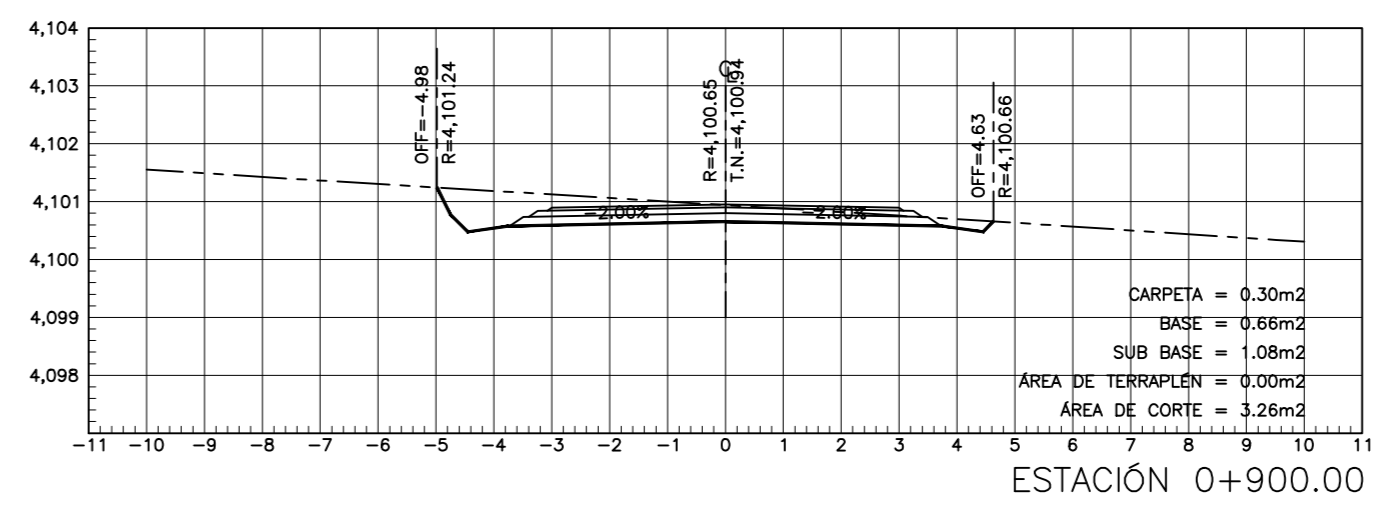
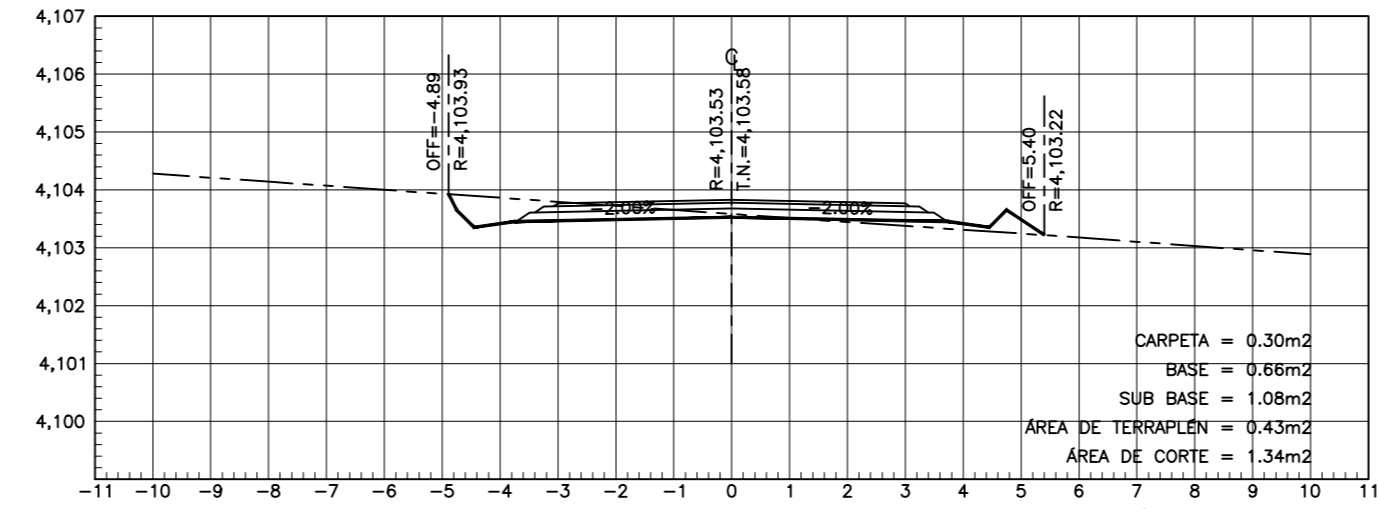
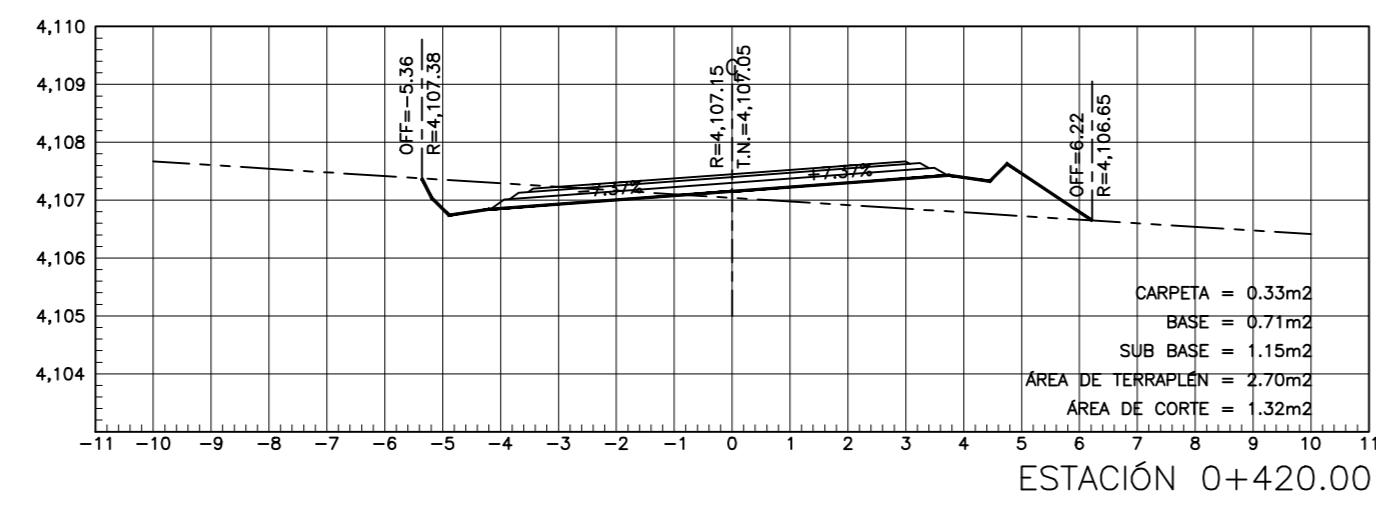
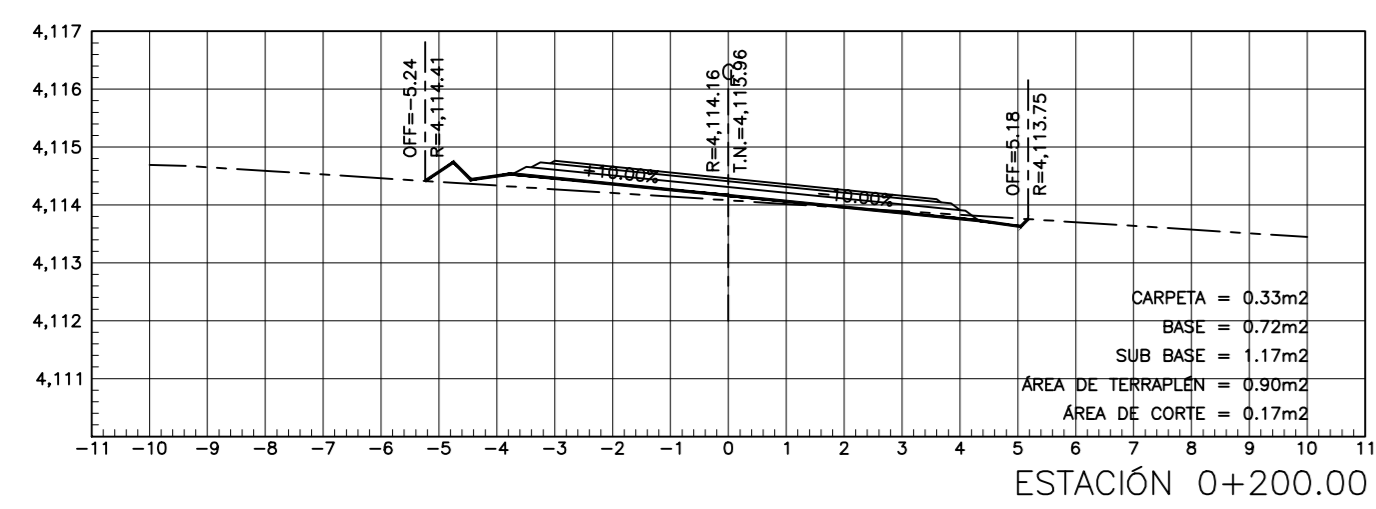
ORDENADAS DE LA CURVA MASA	VOLUMEN	ESPESOR	ELEVACION
TERRAPLEN	COORTE	TERRAPLEN	SUBRASANTE
COORTE	TERRENO		
4+000.00	0.00	0.99	3.928.71
4+020.00	0.00	1.05	3.928.77
4+040.00	0.00	1.14	3.927.91
4+060.00	0.00	1.26	3.927.62
4+080.00	0.00	1.08	3.927.77
4+100.00	0.00	0.99	3.928.02
4+120.00	0.00	0.76	3.928.55
4+140.00	0.00	0.66	3.928.78
4+160.00	0.00	0.52	3.929.32
4+180.00	0.49	0.49	3.928.84
4+200.00	0.27	0.27	3.920.56
4+220.00	0.10	0.10	3.921.32
4+240.00	0.06	0.06	3.921.65
4+260.00	0.01	0.01	3.921.89
4+280.00	0.07	0.07	3.921.90
4+300.00	0.15	0.15	3.921.74
4+320.00	0.45	0.45	3.921.58
4+340.00	0.94	0.94	3.921.38
4+360.00	0.97	0.97	3.920.52
4+380.00	0.33	0.33	3.928.77
4+400.00	0.54	0.54	3.928.09
4+420.00	0.71	0.71	3.924.89
4+440.00	0.39	0.39	3.923.97
4+460.00	0.24	0.24	3.922.15
4+480.00	0.43	0.43	3.920.71
4+500.00	0.32	0.32	3.919.74
4+520.00	0.45	0.45	3.920.14
4+540.00	0.59	0.59	3.920.73
4+560.00	0.28	0.28	3.921.52
4+580.00	0.02	0.02	3.920.11
4+600.00	0.47	0.47	3.918.02
4+605.60	0.00	0.00	3.917.41

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

PROYECTO : DISEÑO DE LA VÍA ENTRE LOS SECTORES DE PAYATAMBO TOTORA Y ATAHUALPA
 CONTIENE : DISEÑO HORIZONTAL - DISEÑO VERTICAL TRAMO: DESDE: 4+000.00 - HASTA: 4+605.60

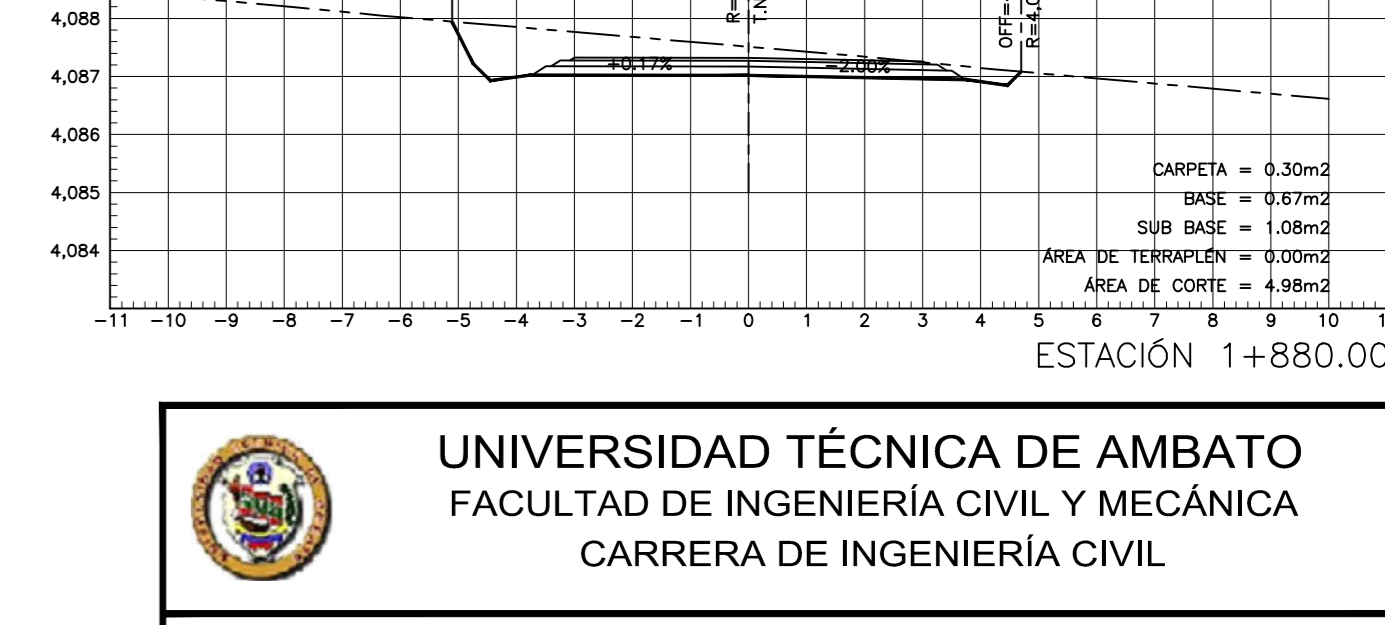
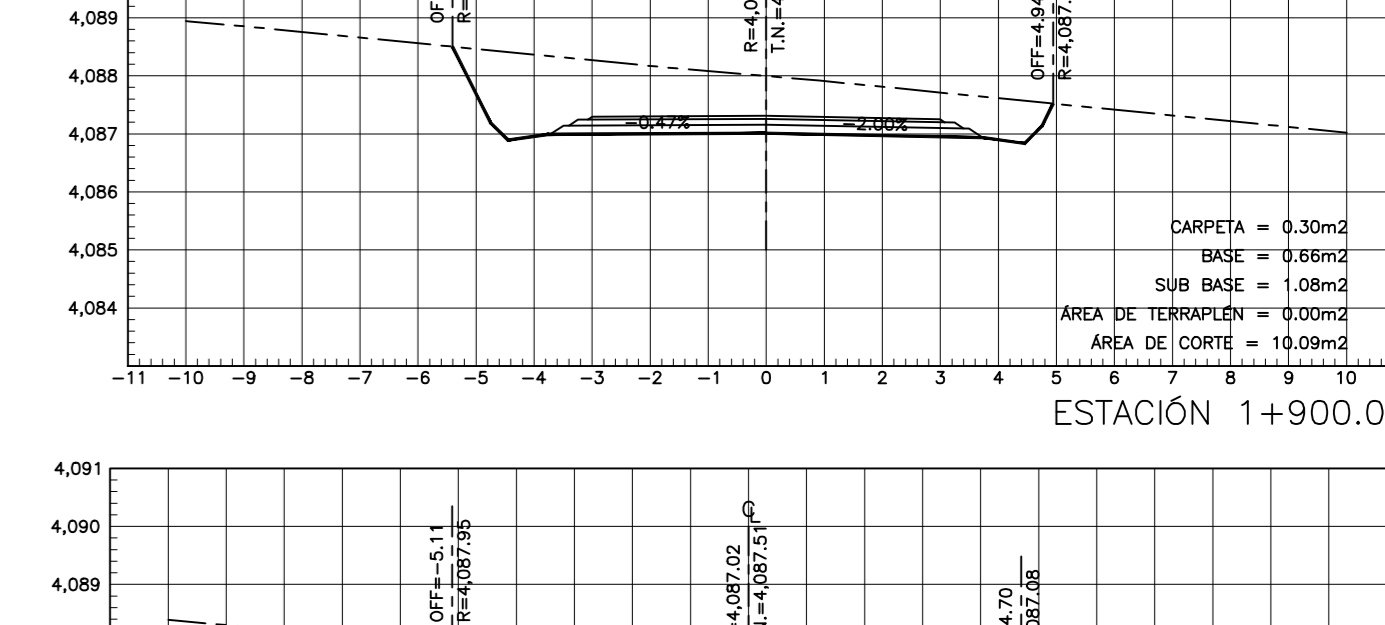
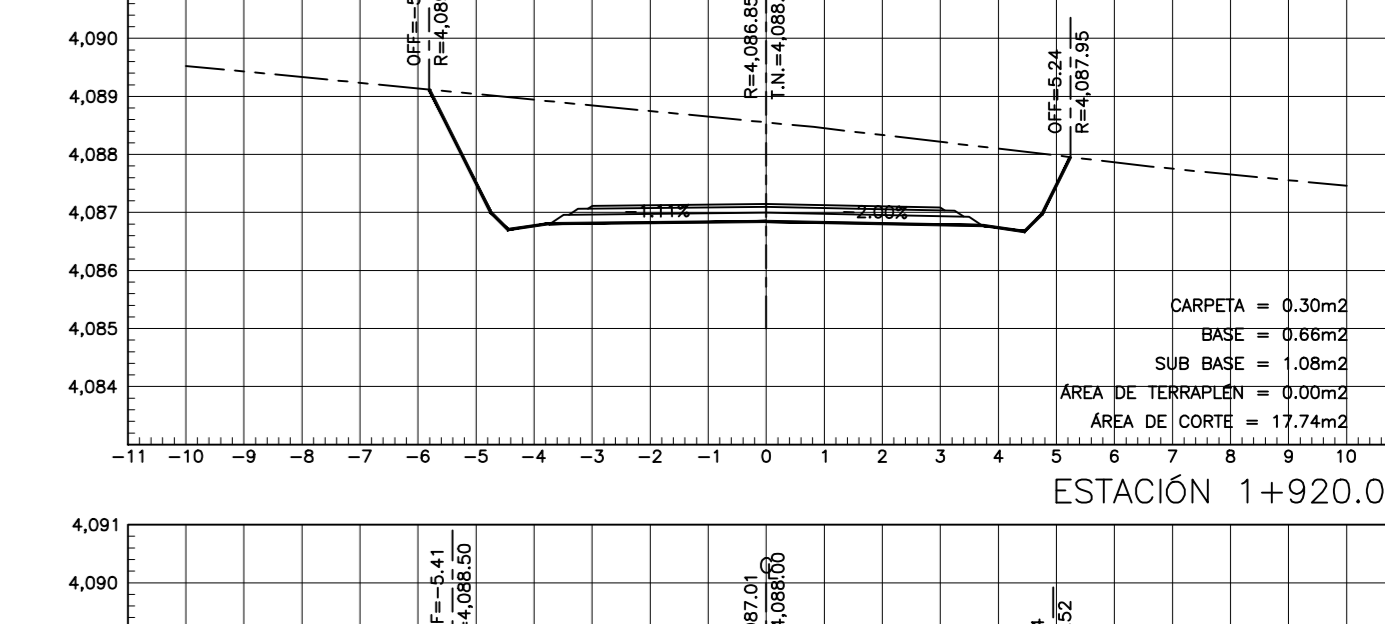
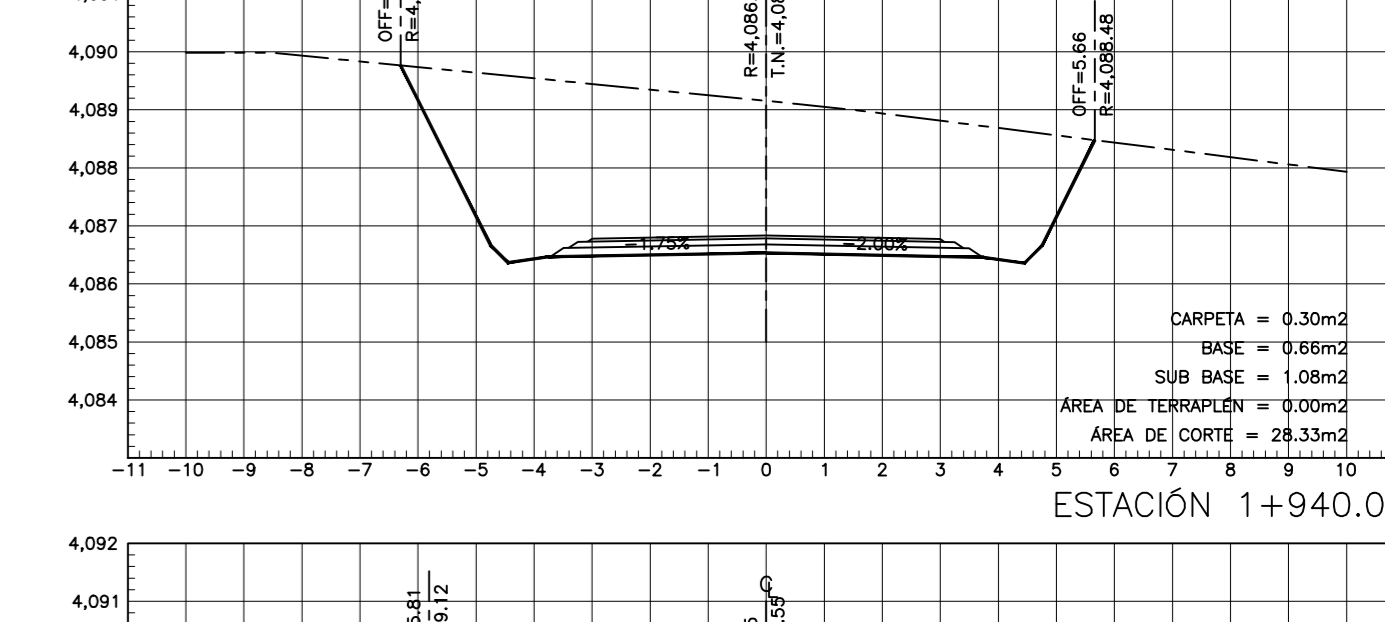
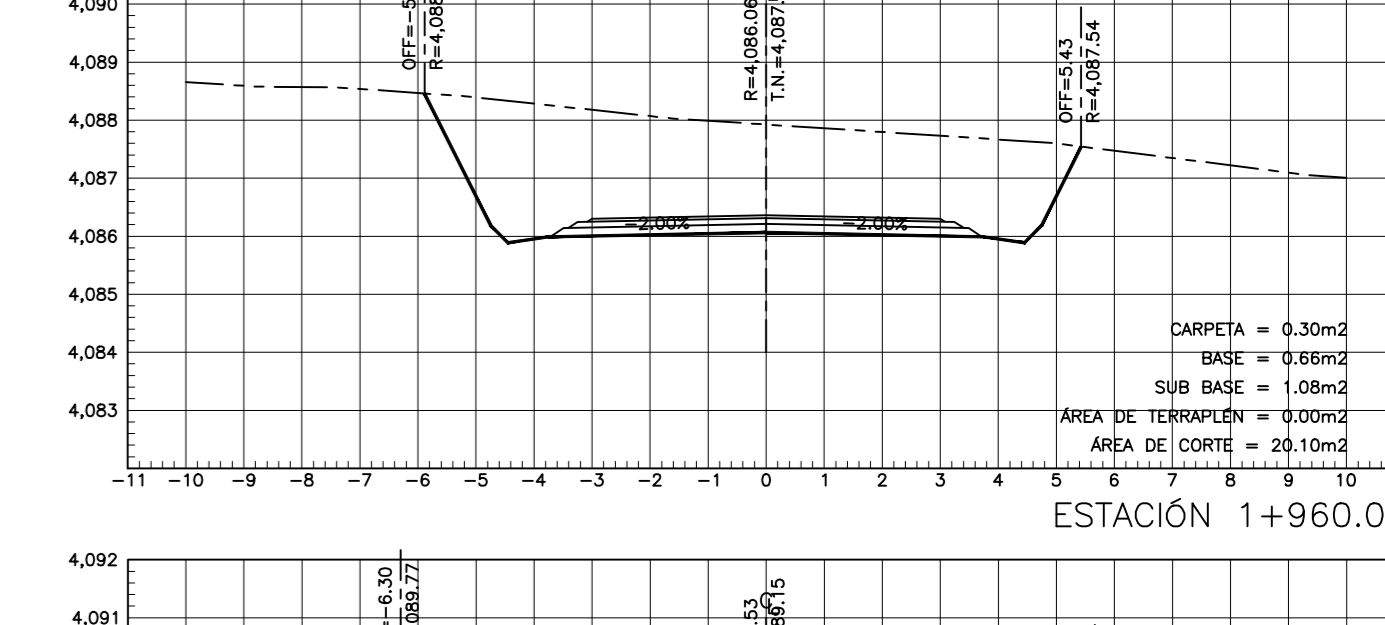
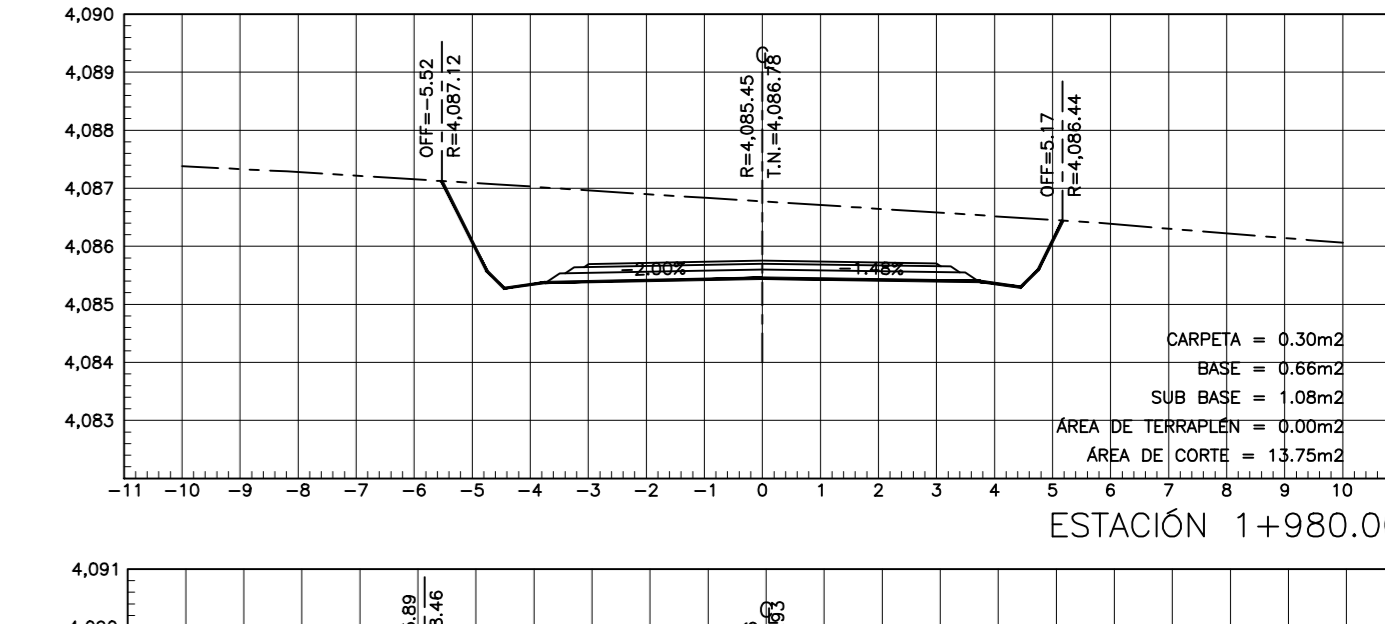
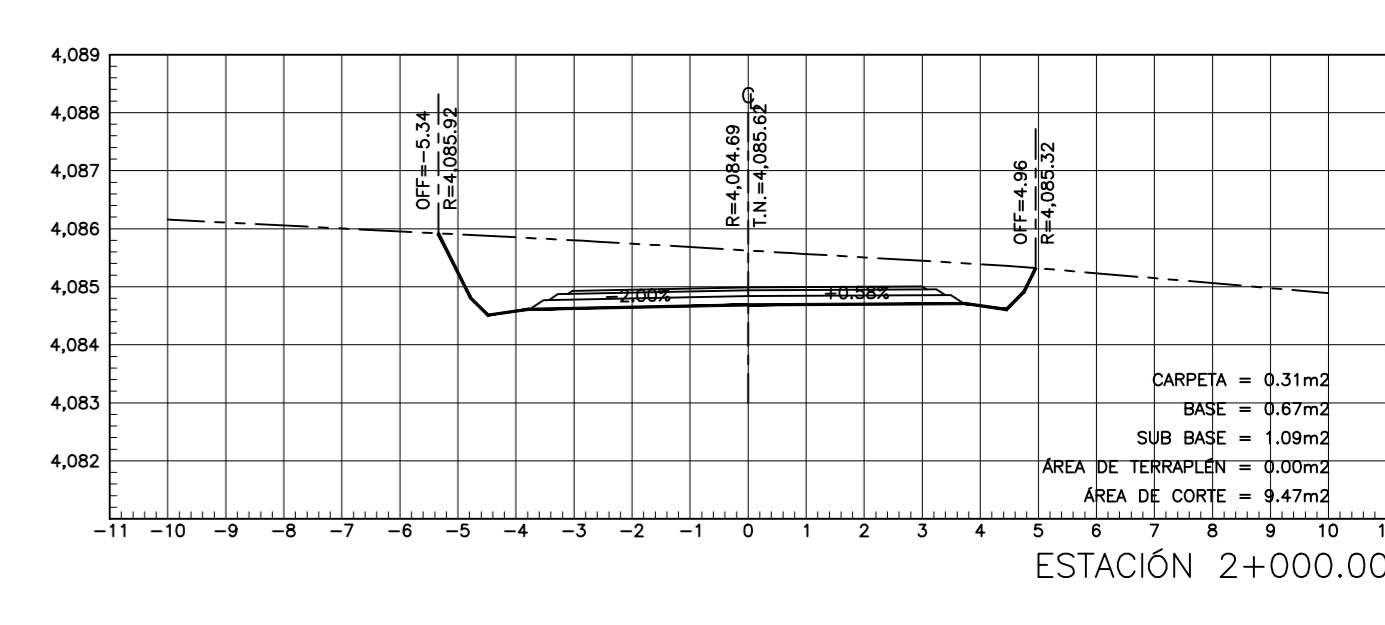
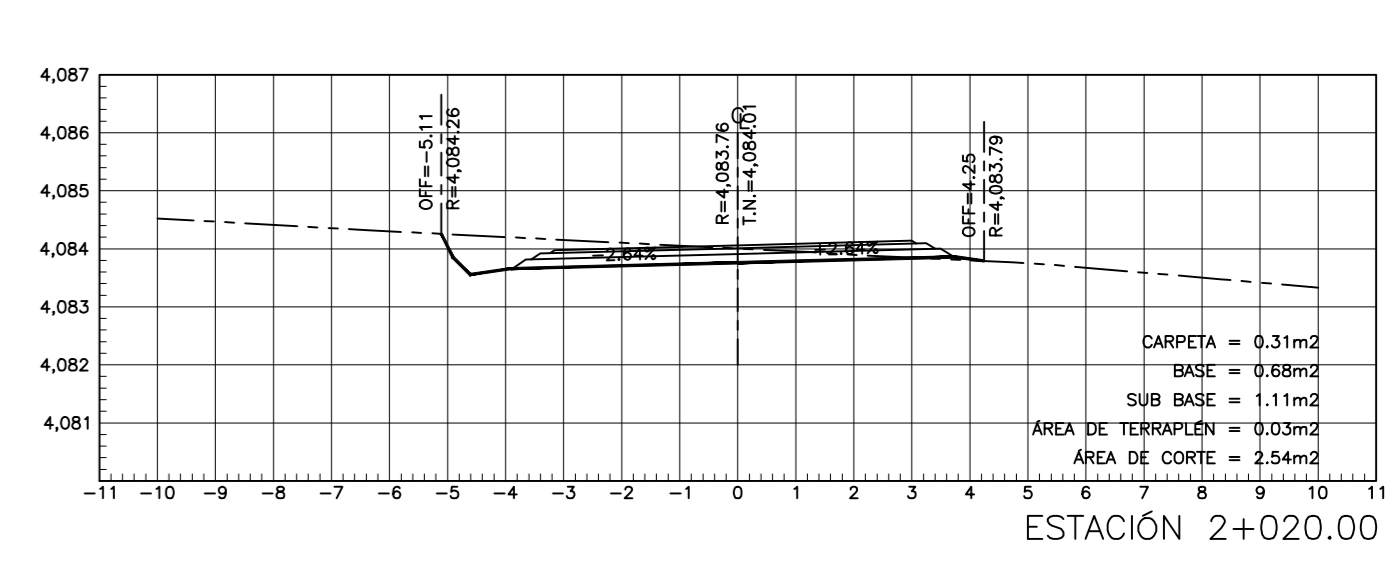
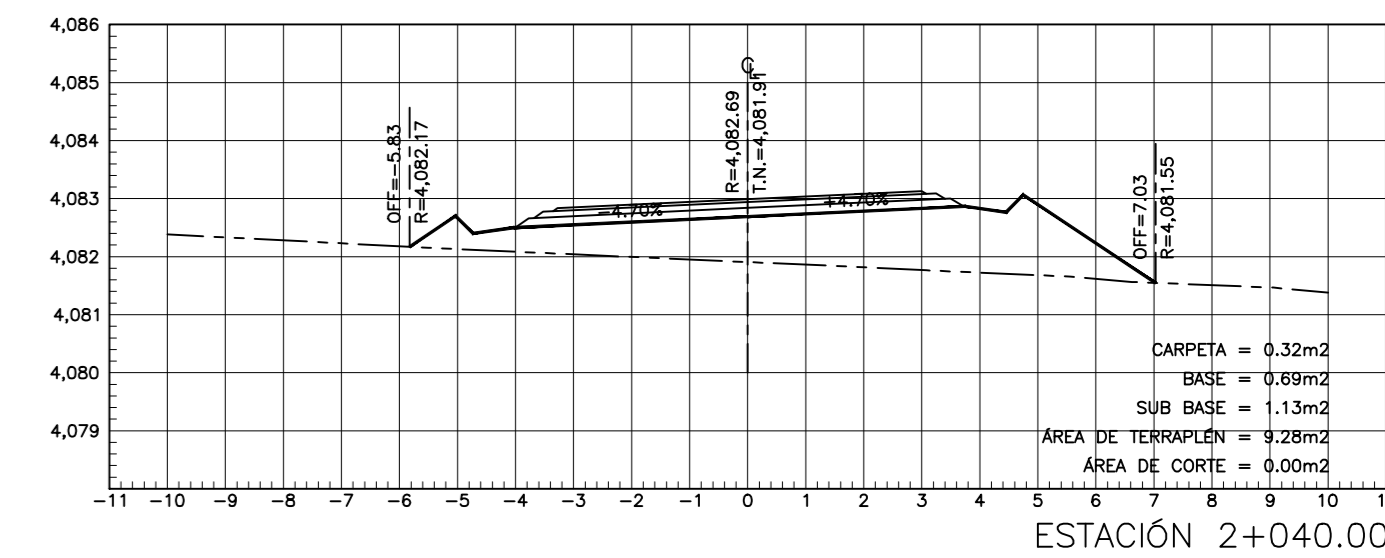
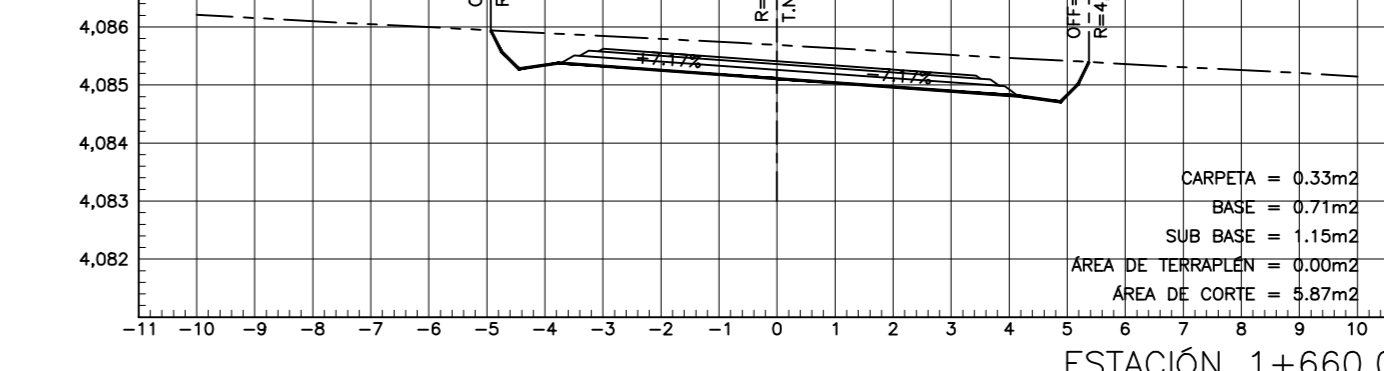
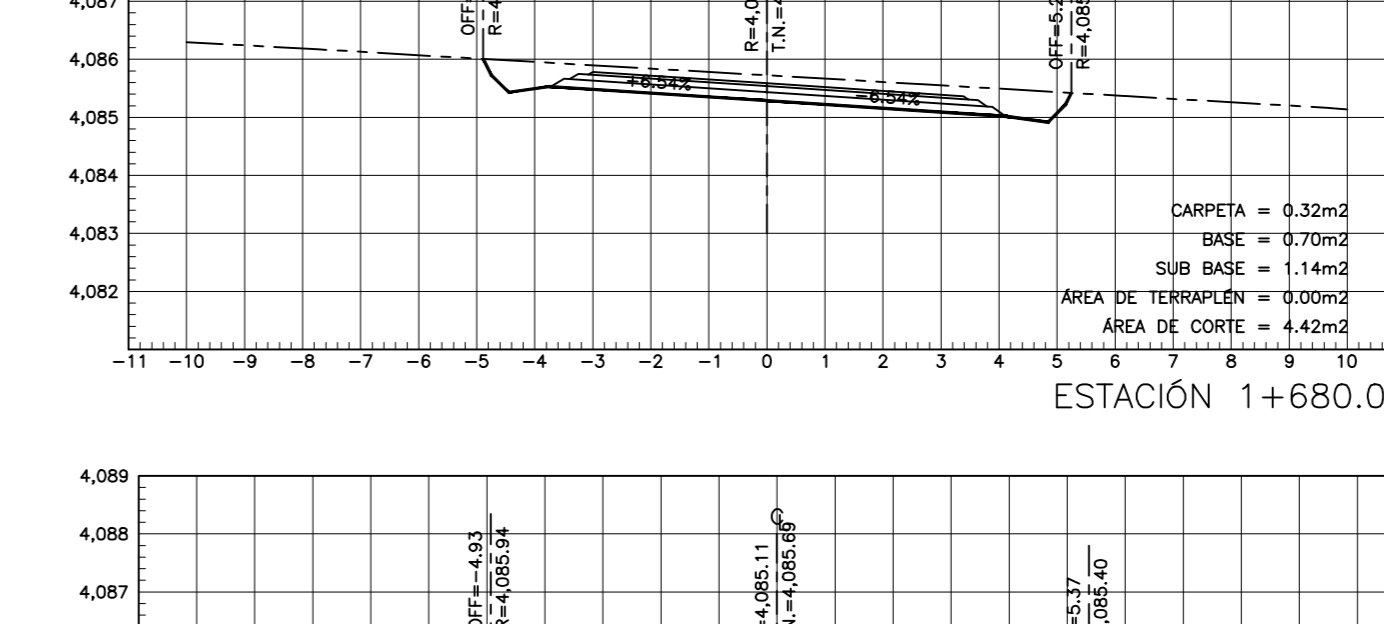
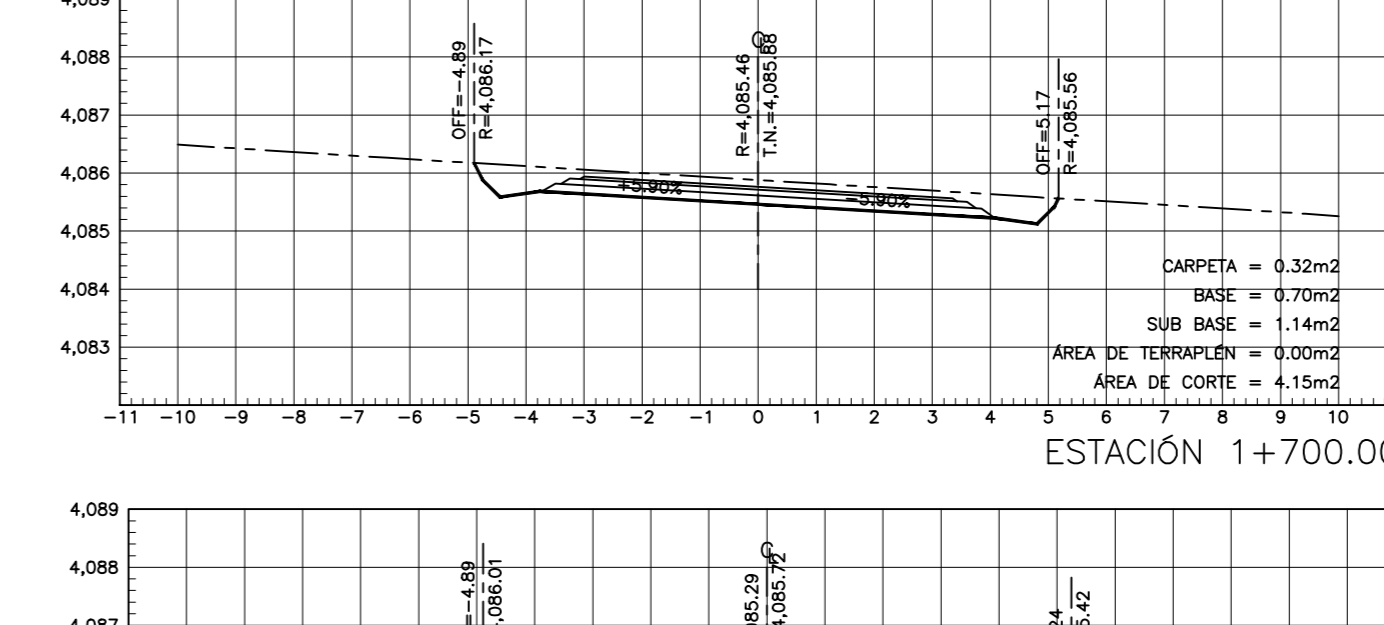
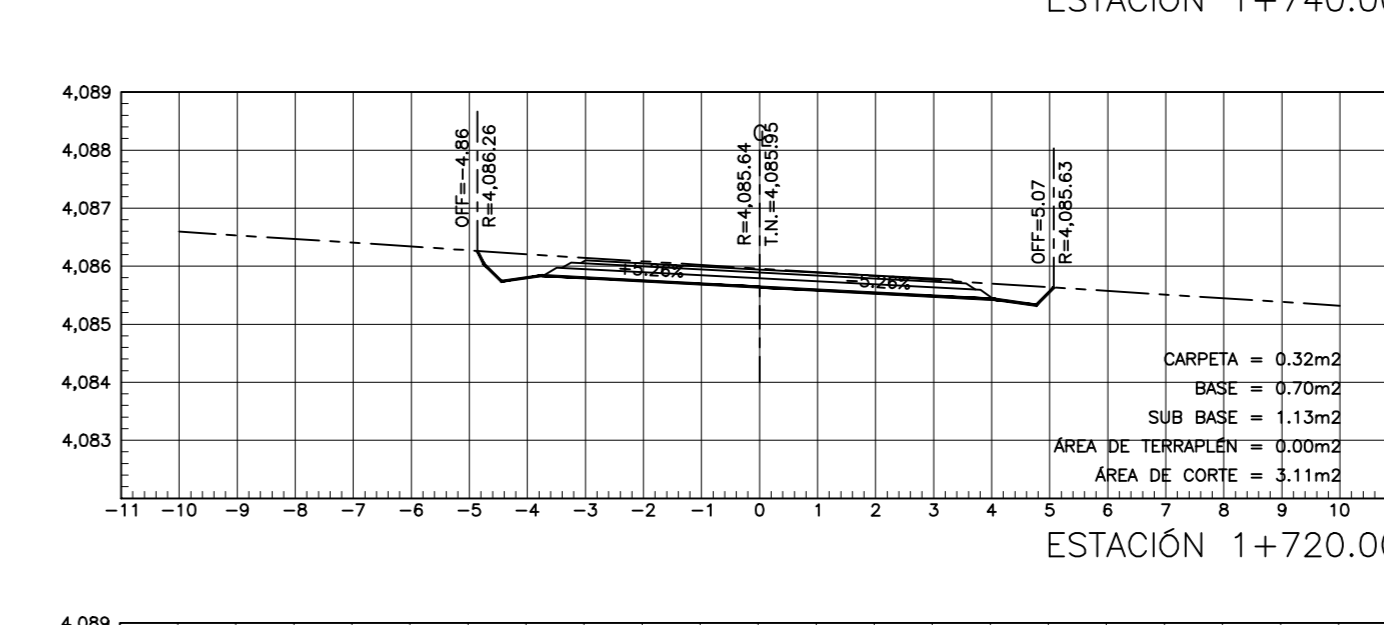
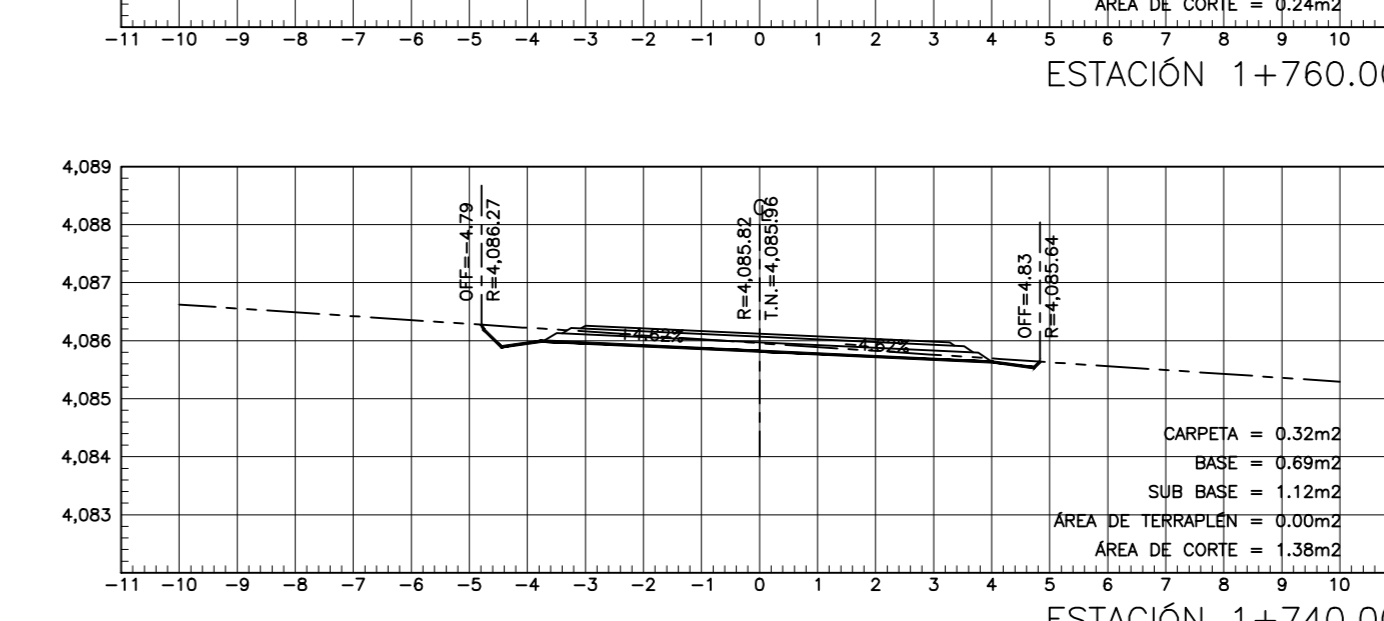
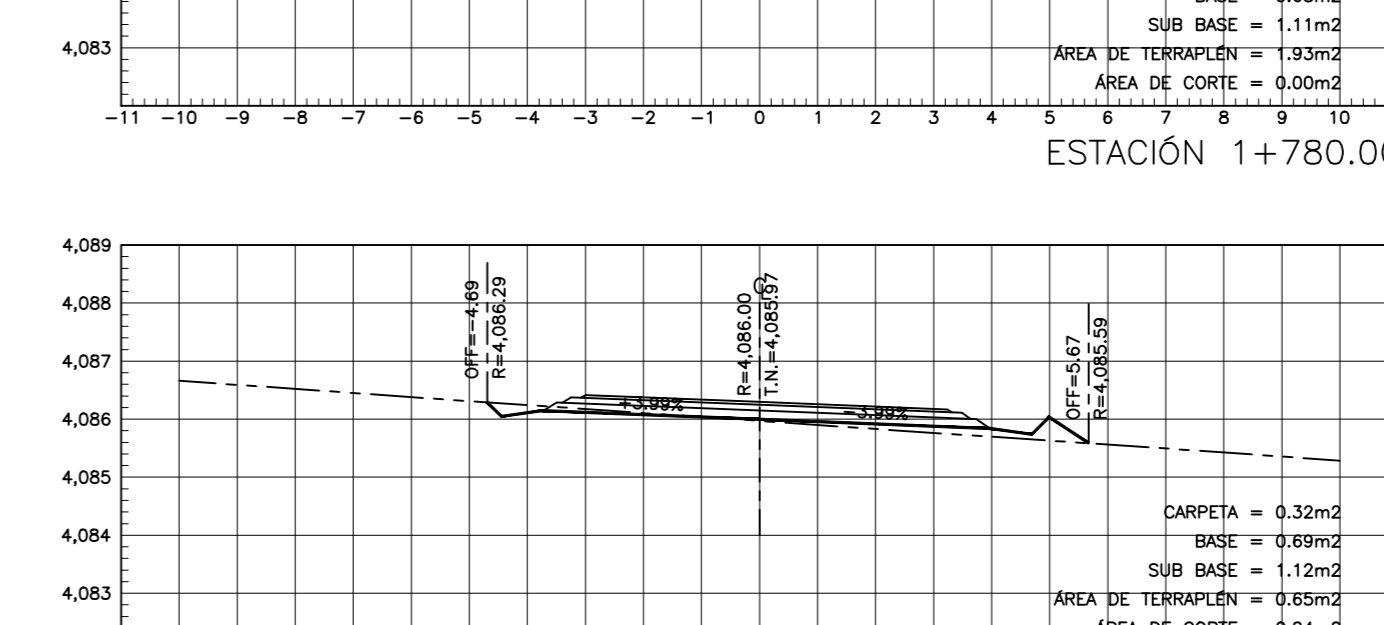
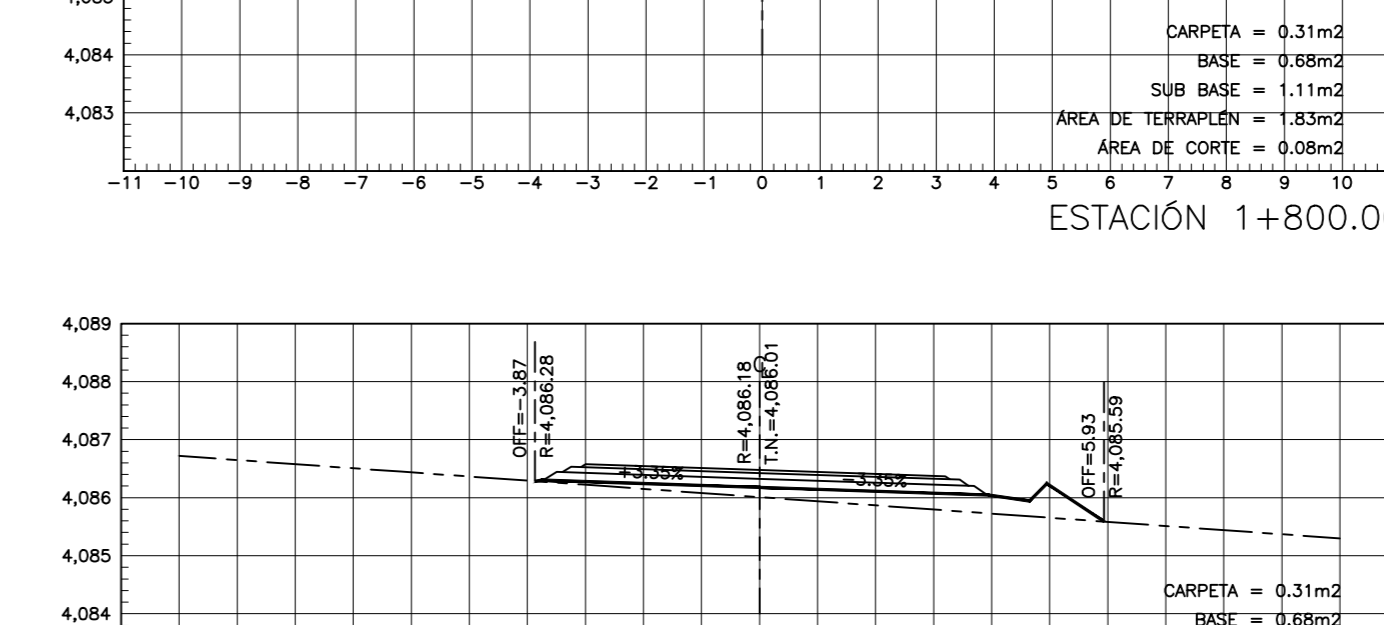
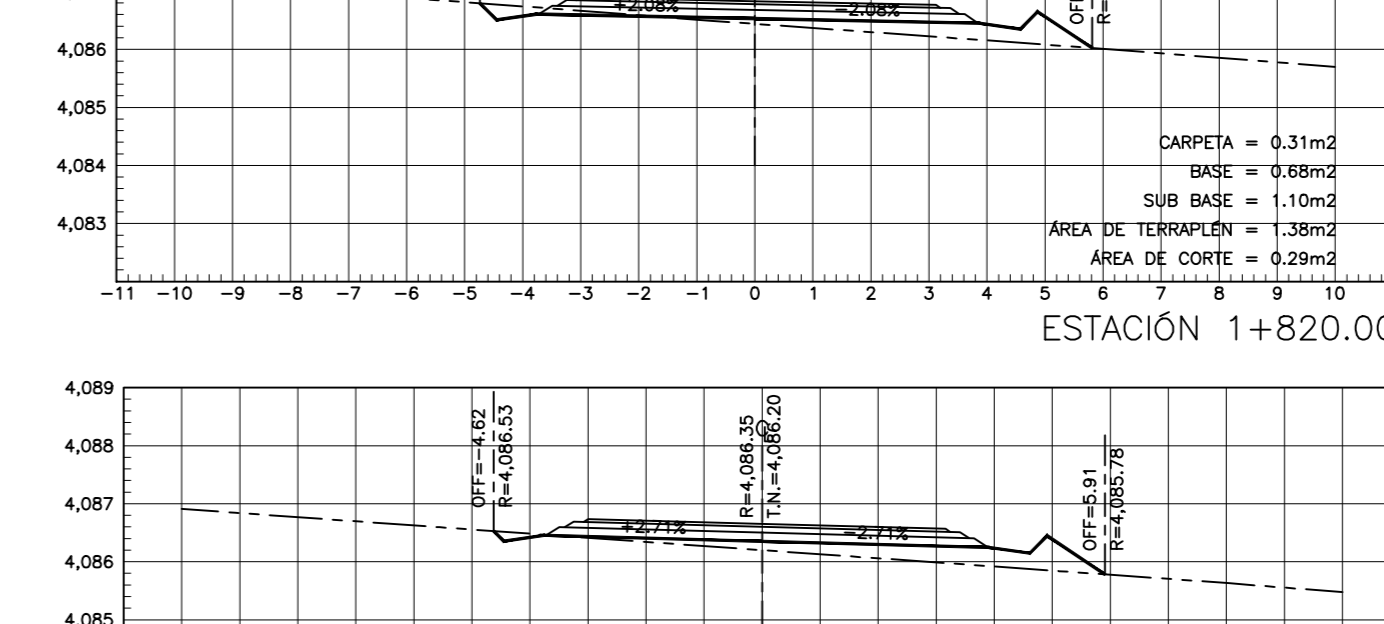
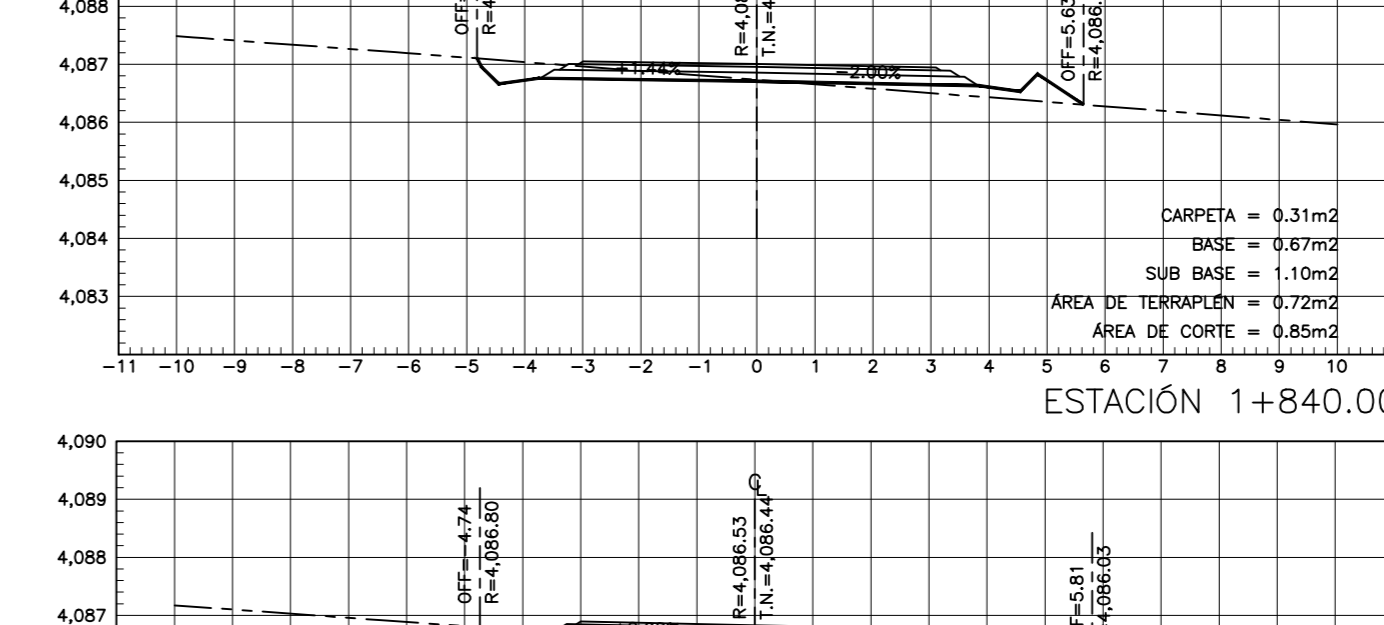
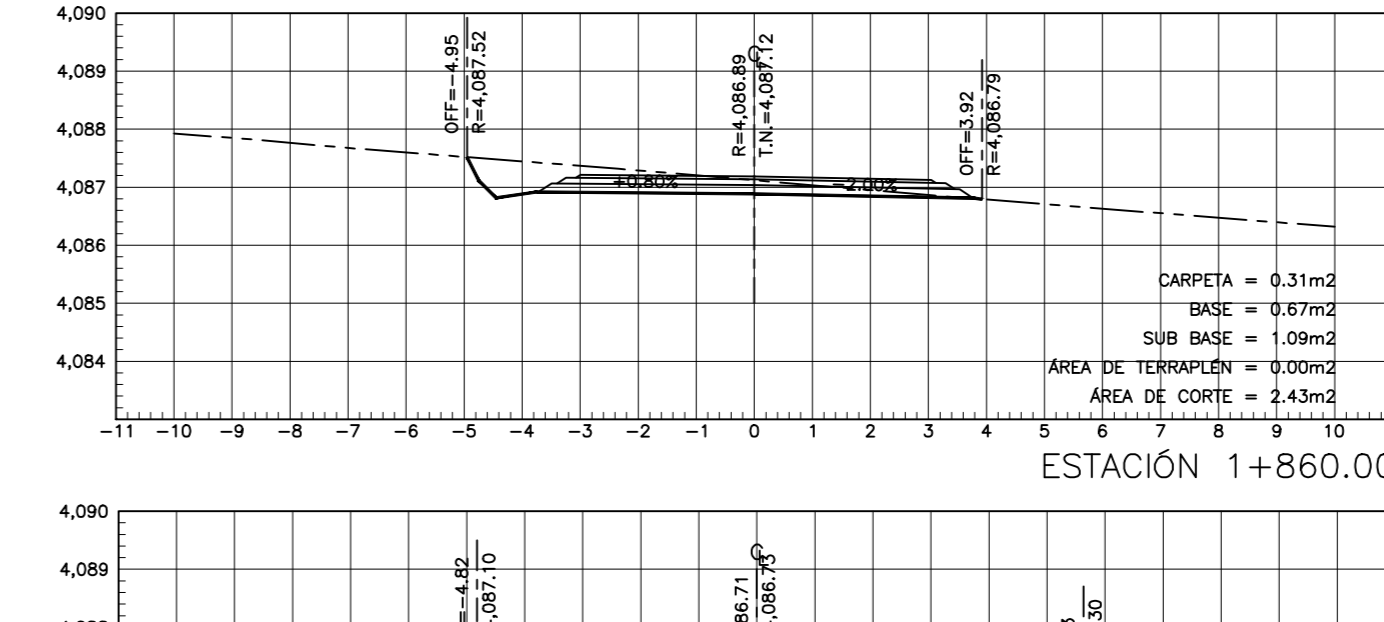
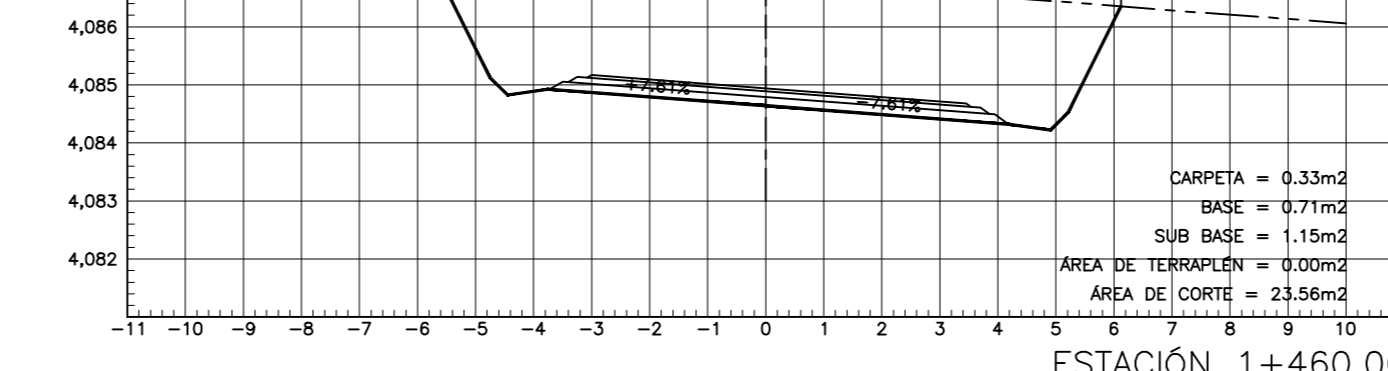
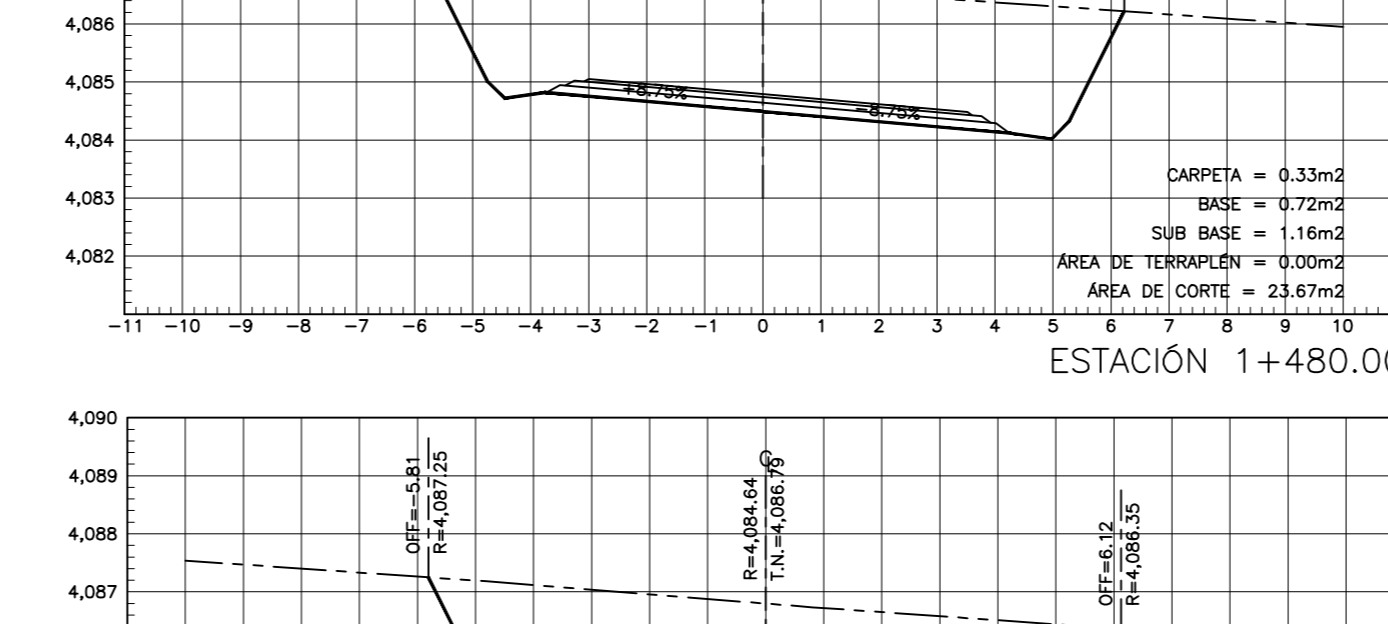
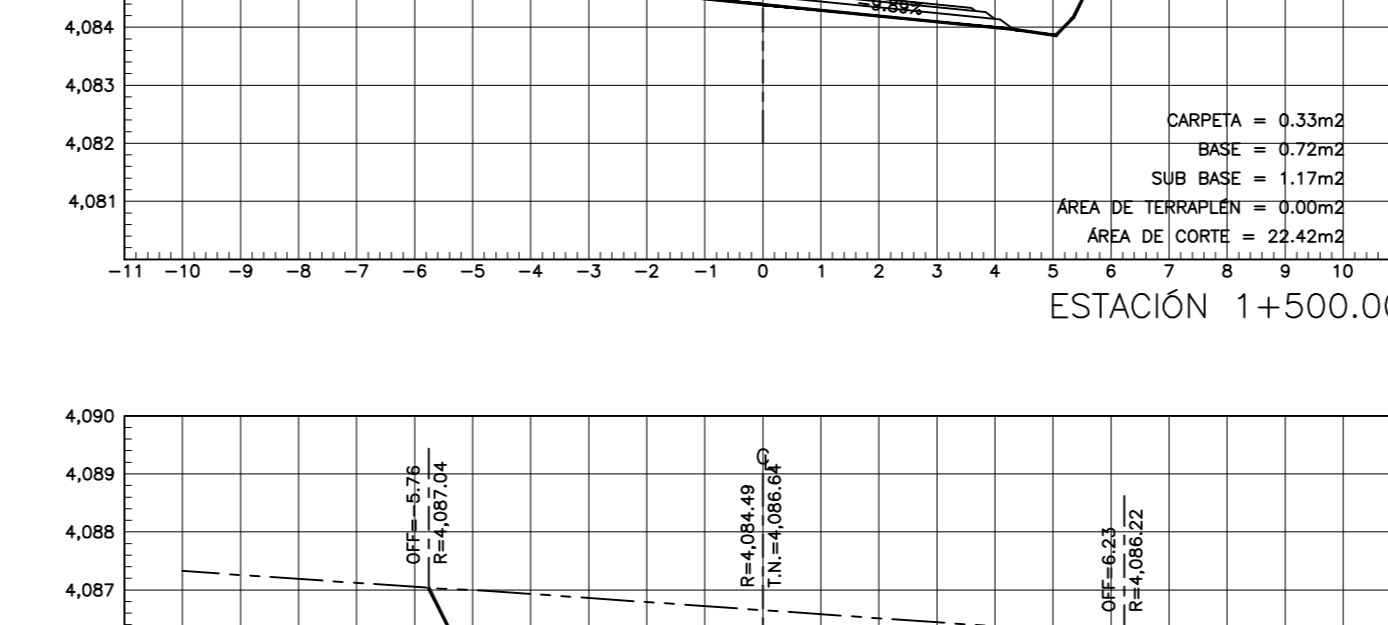
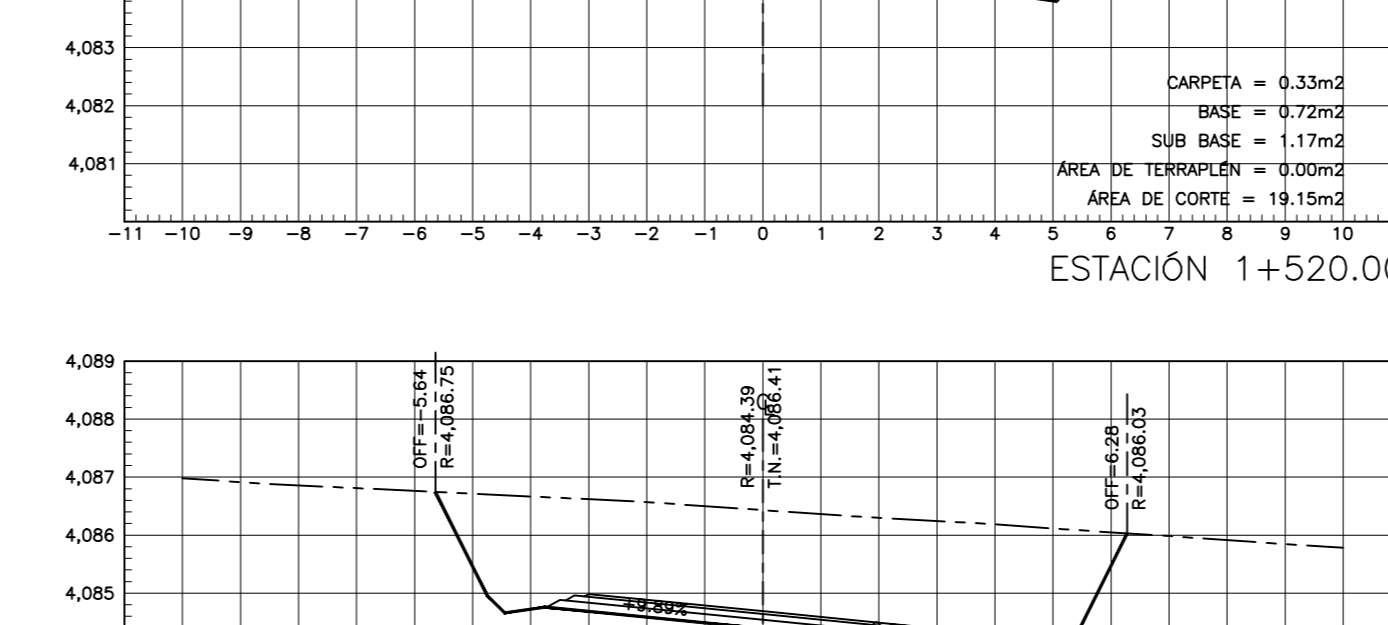
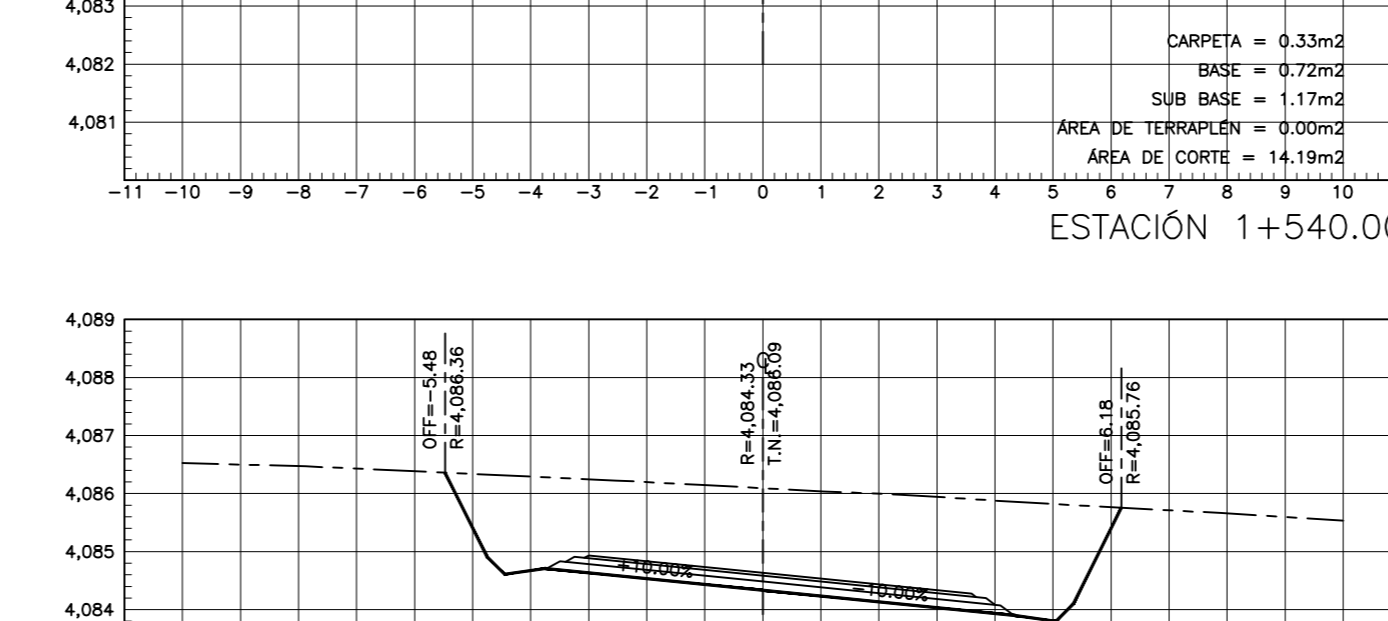
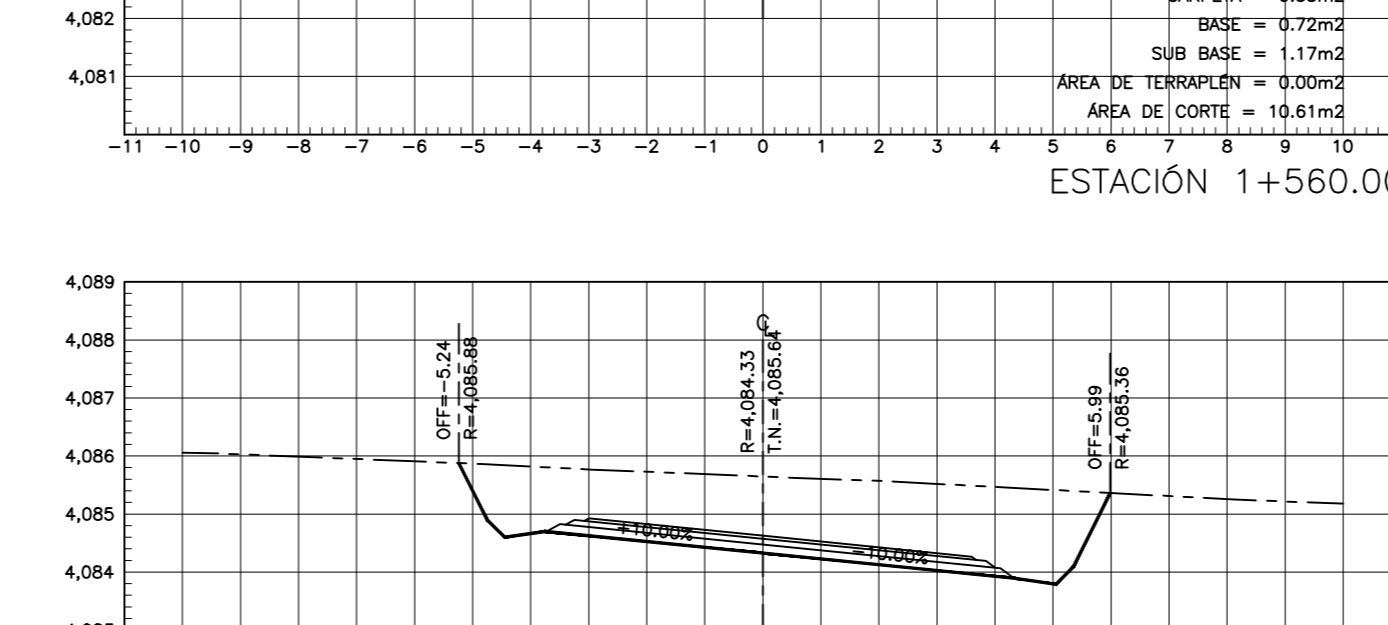
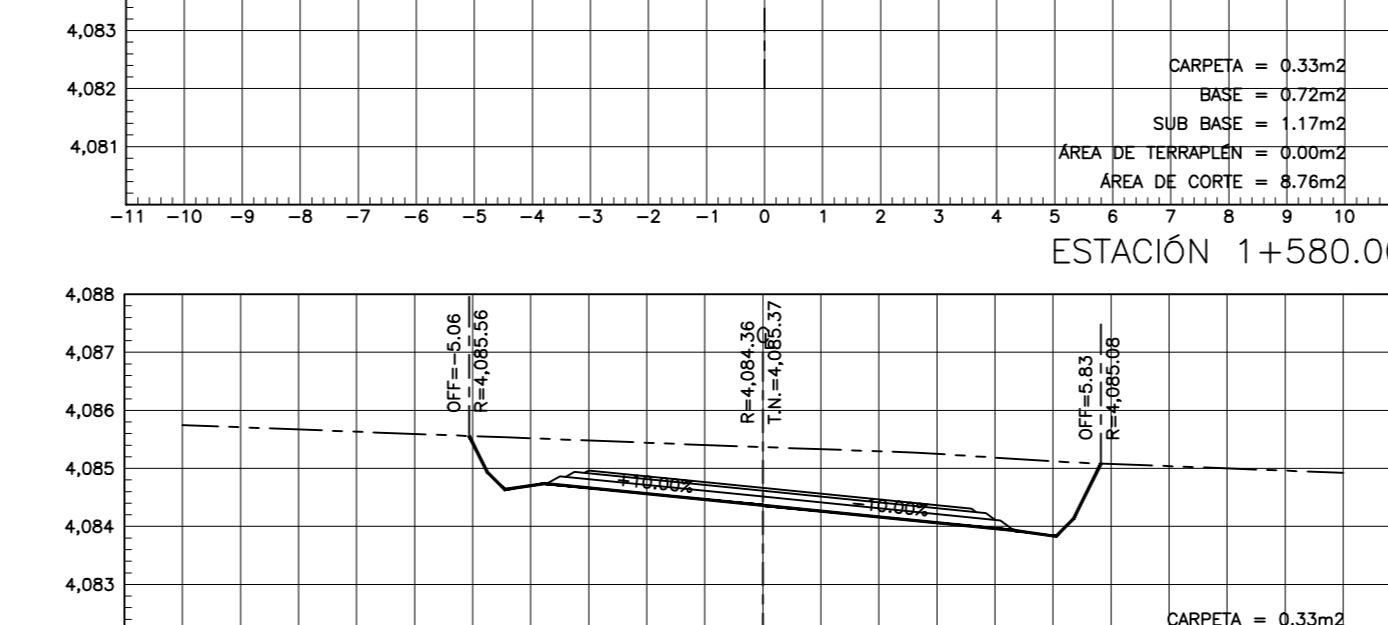
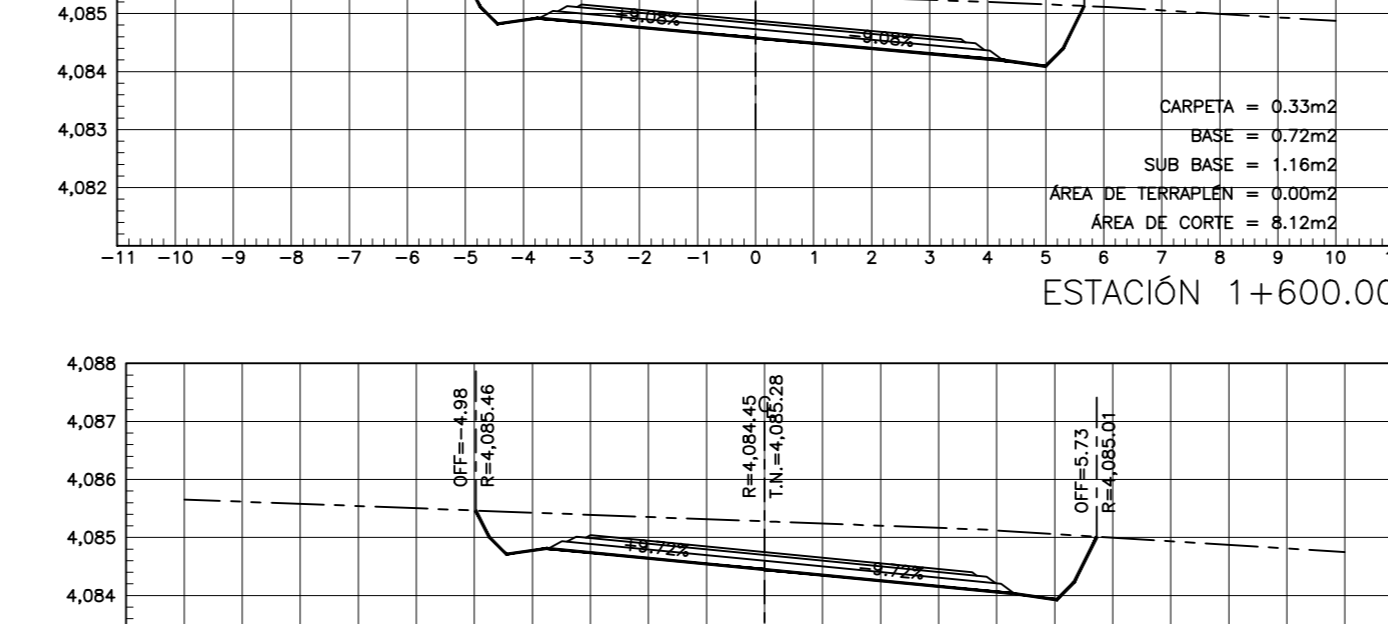
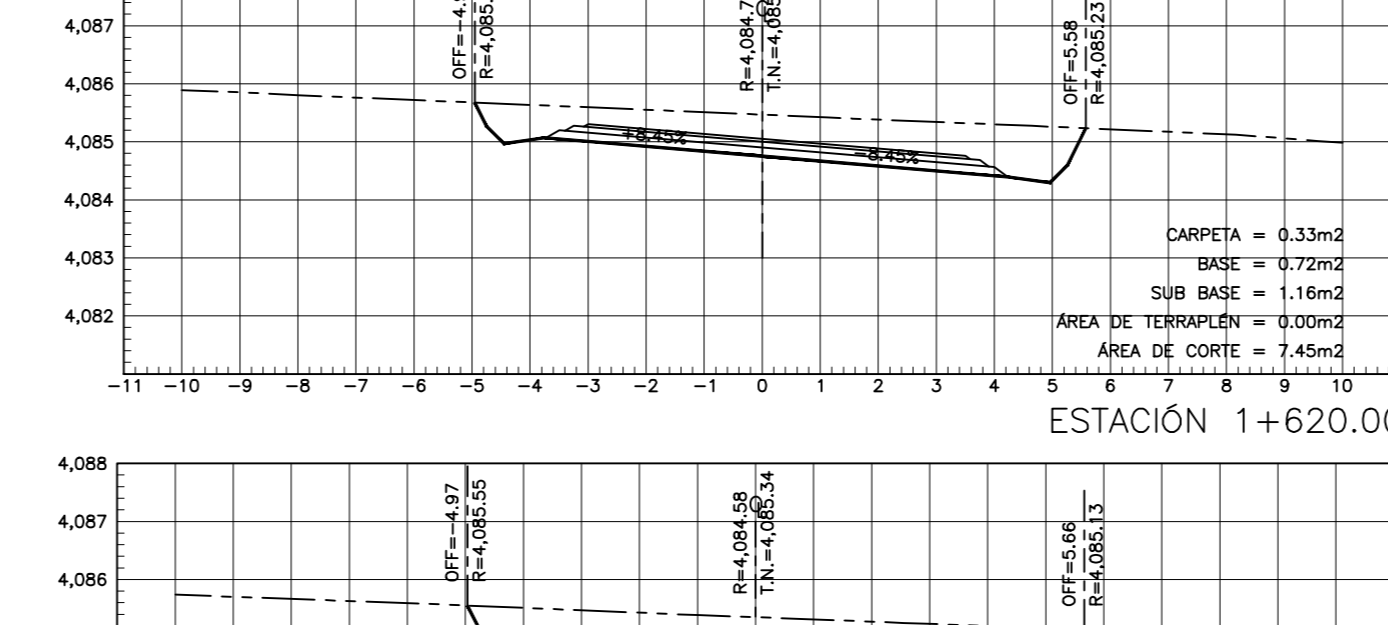
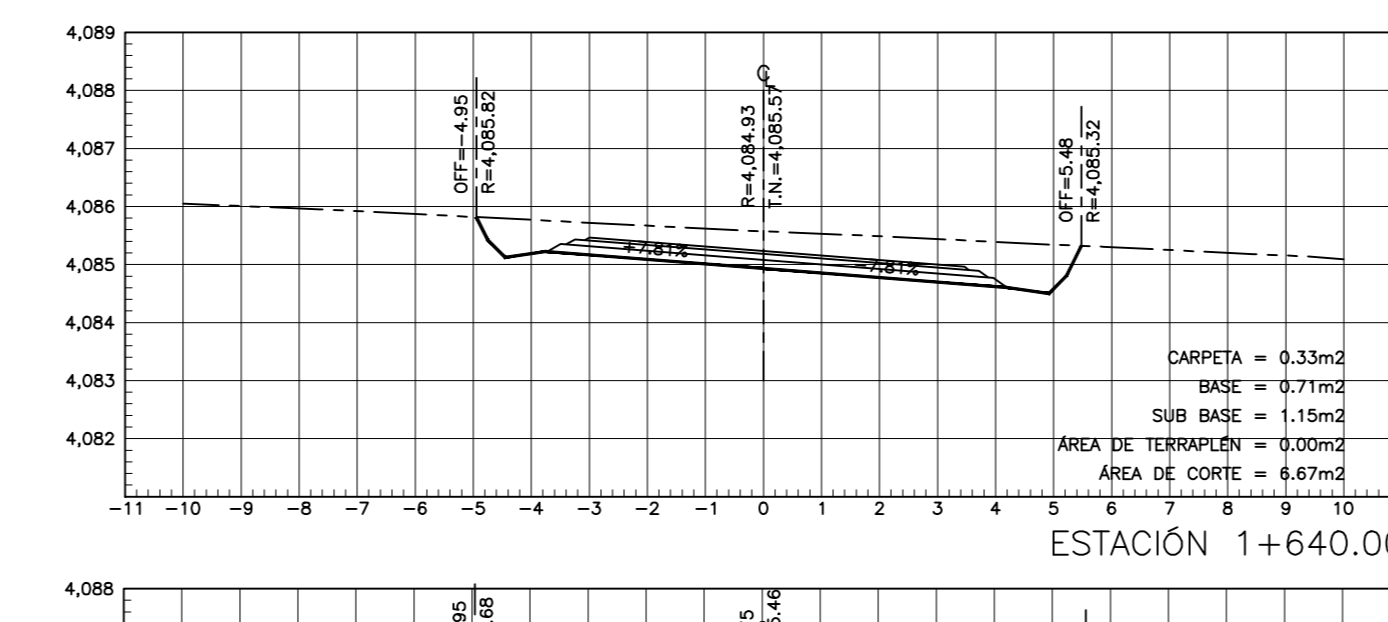
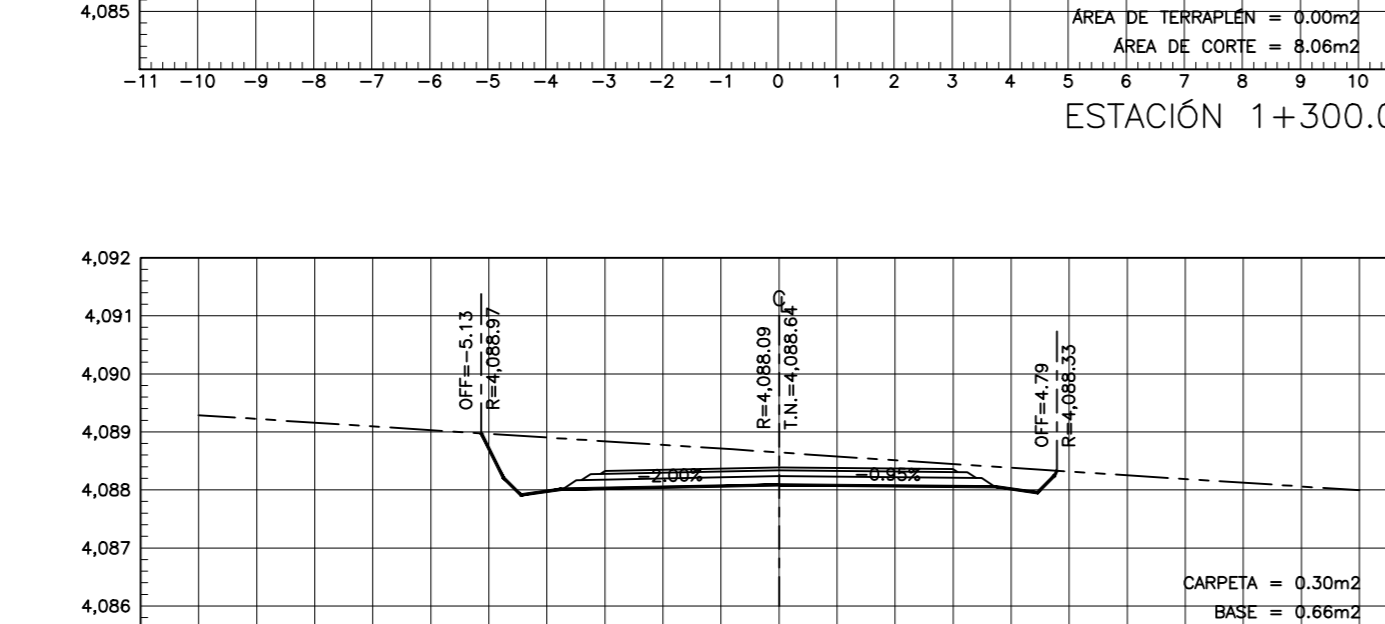
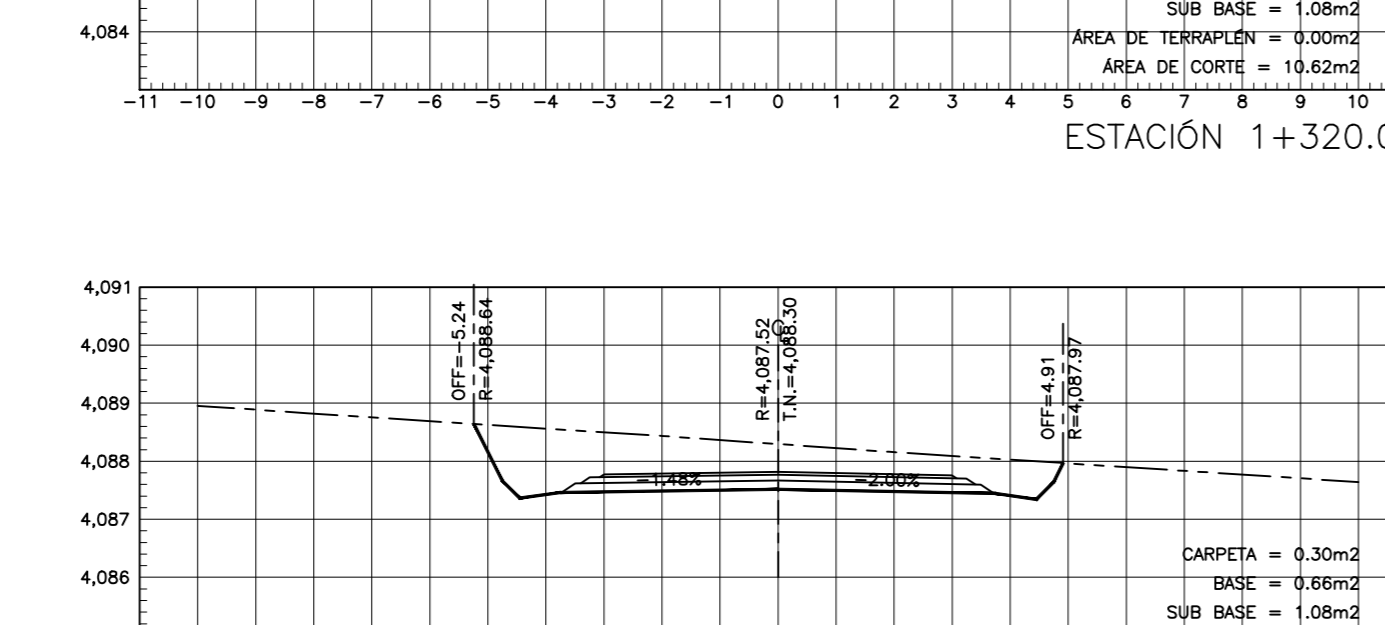
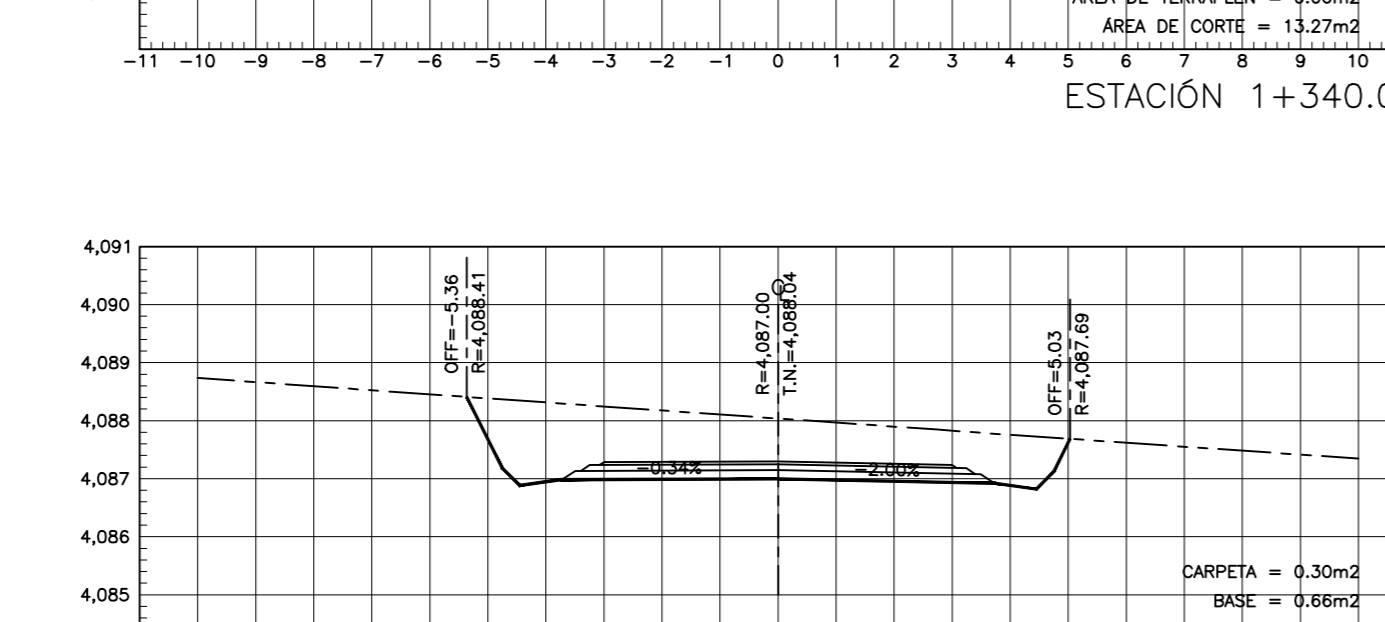
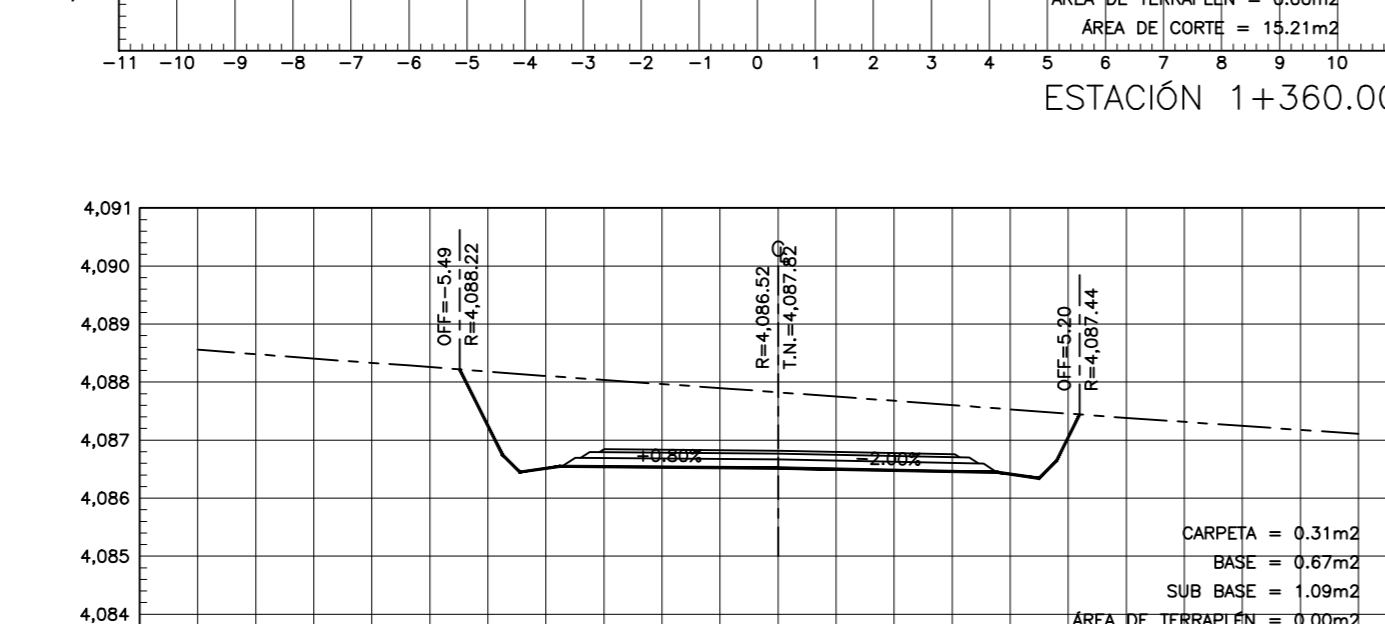
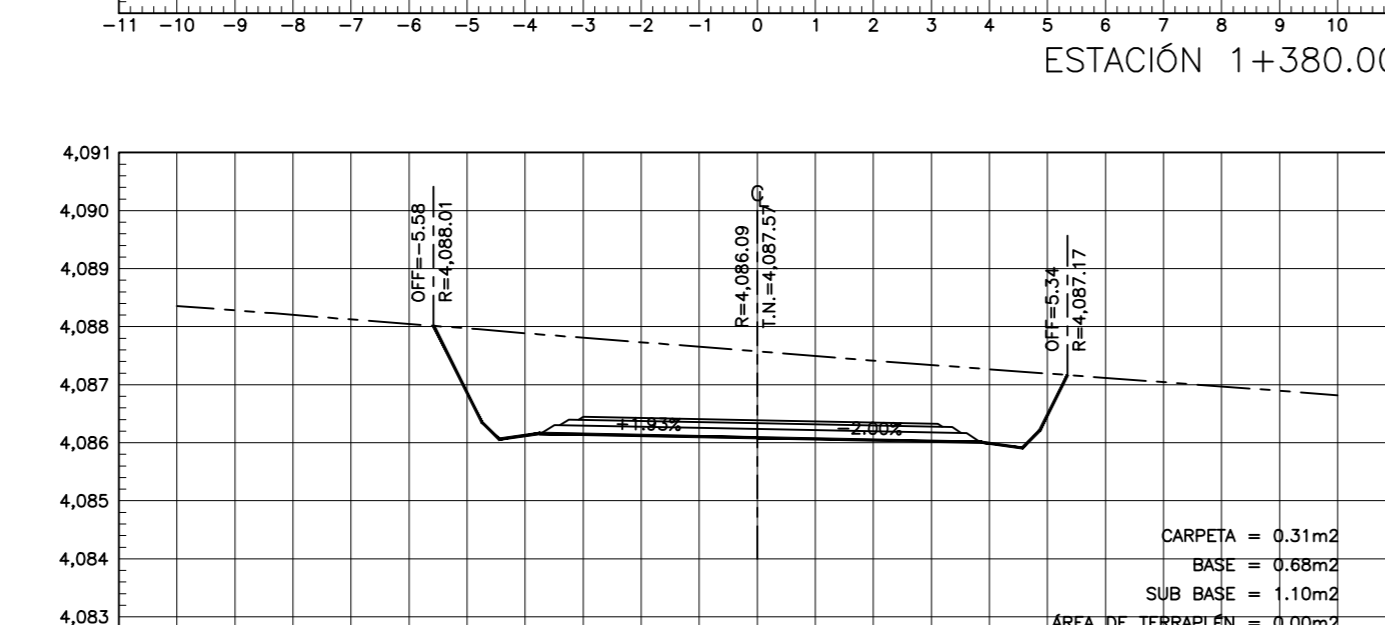
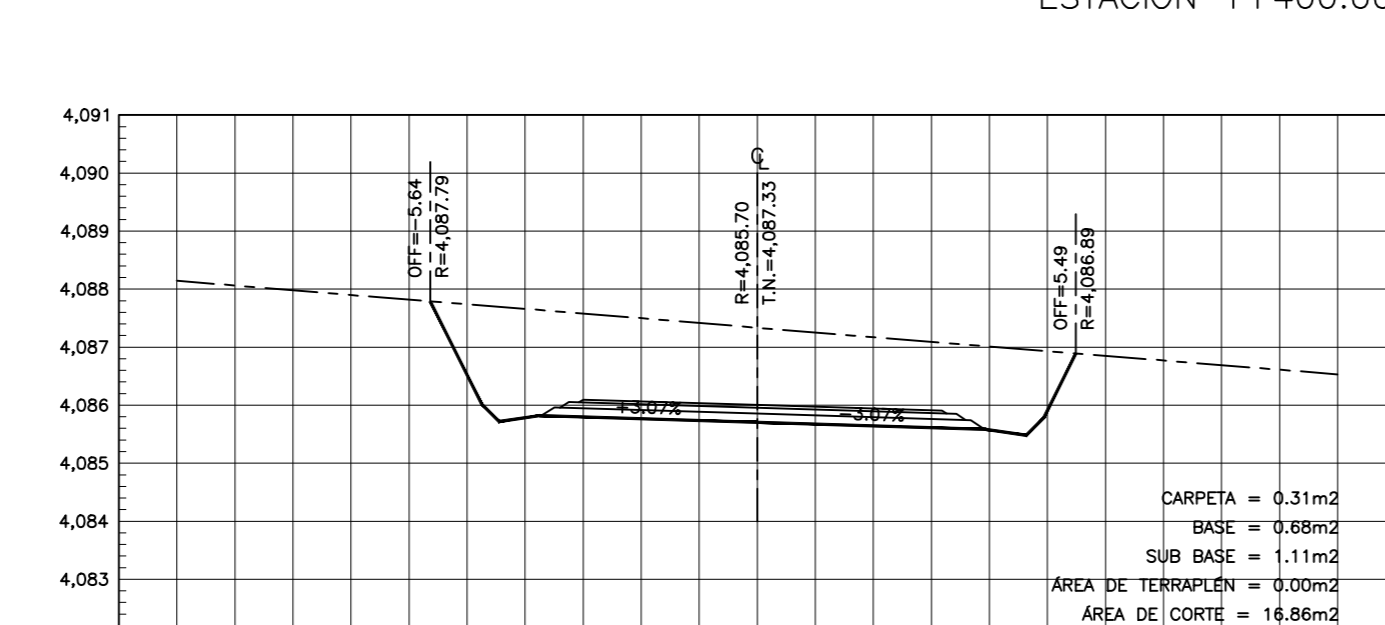
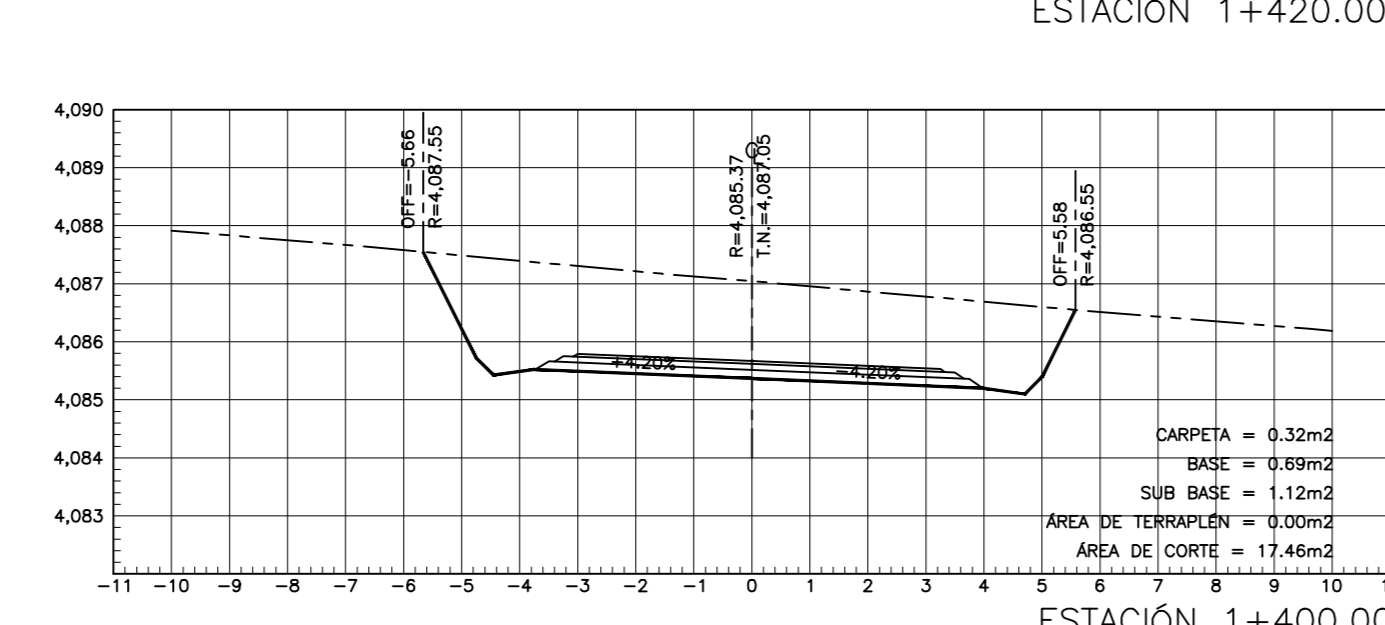
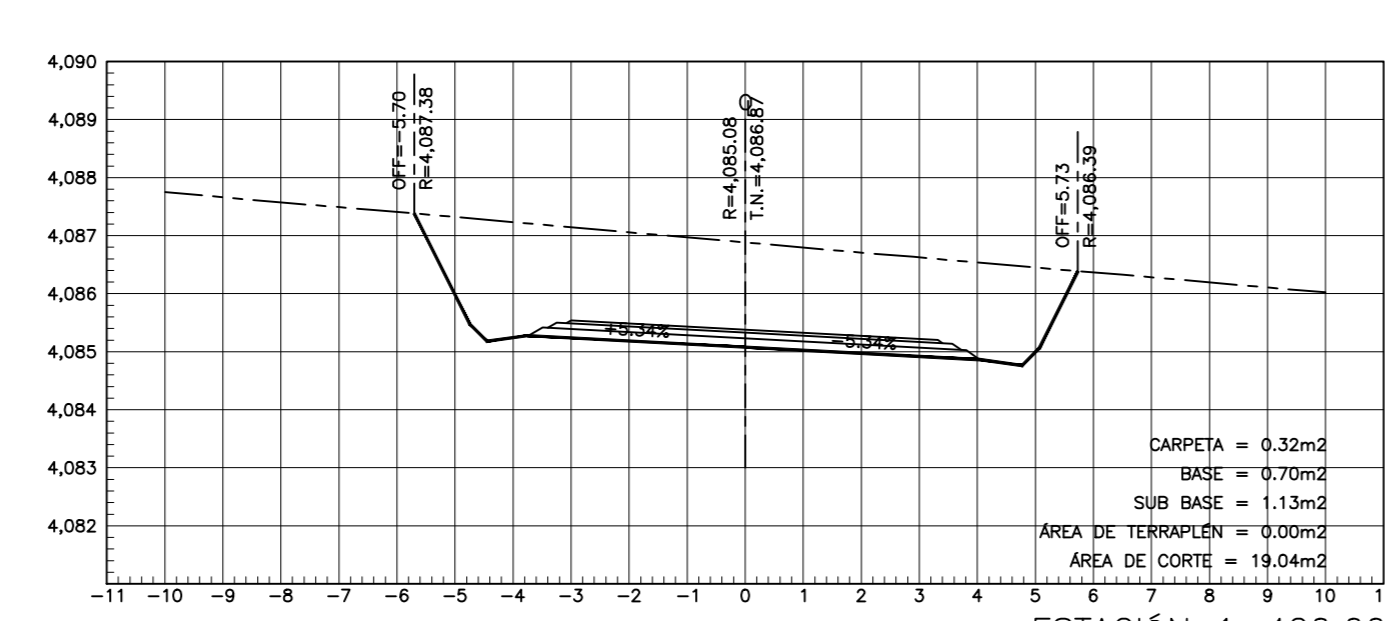
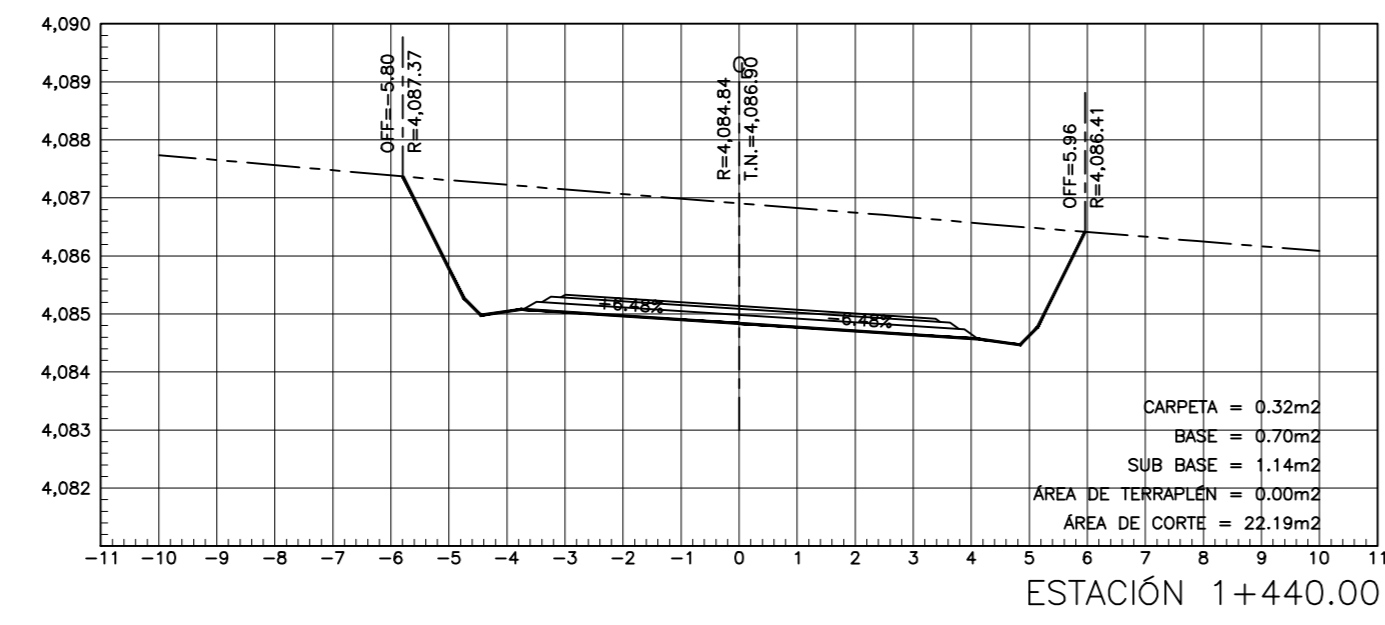
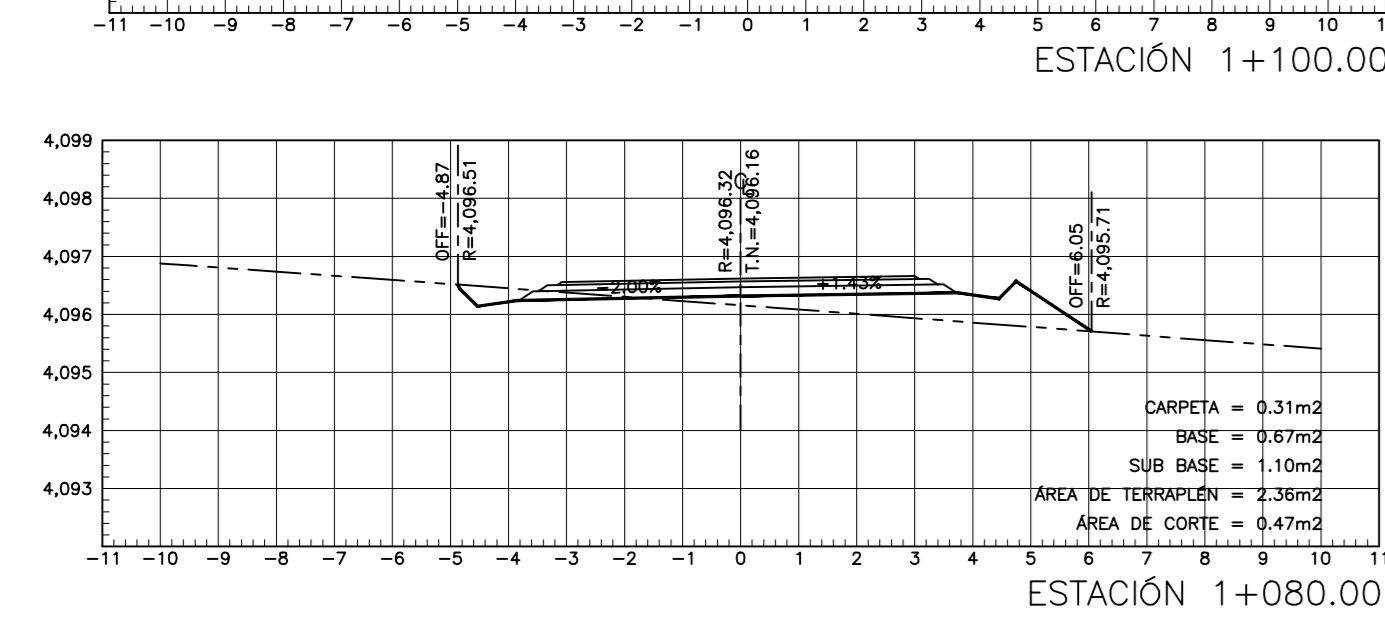
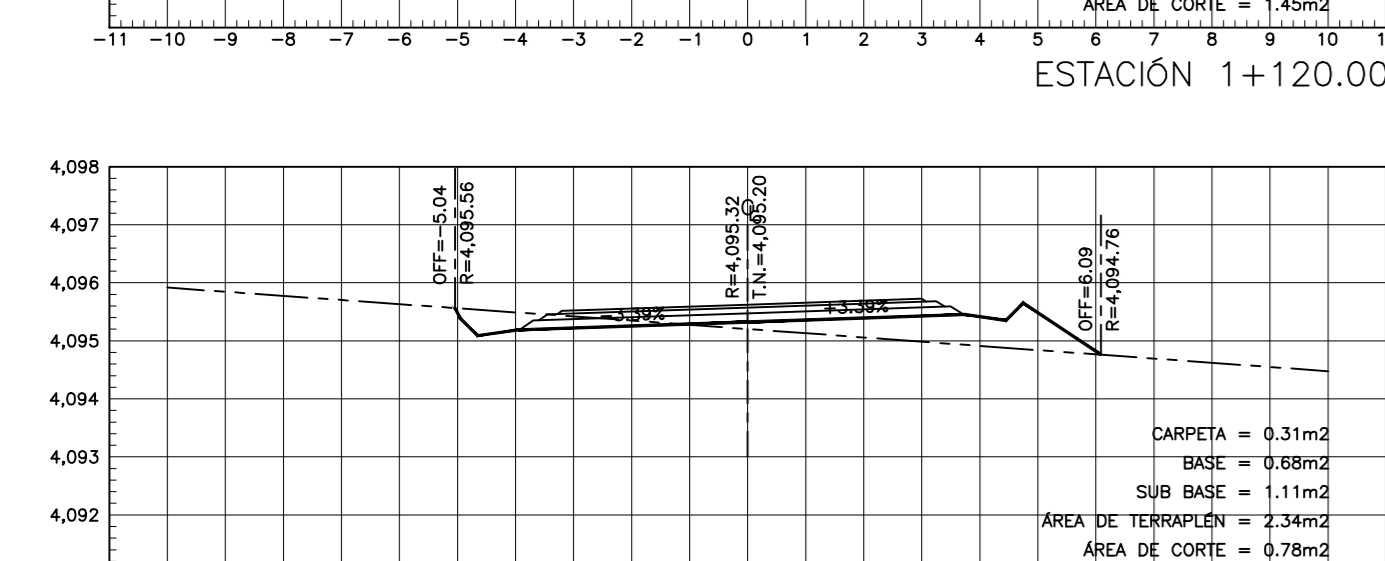
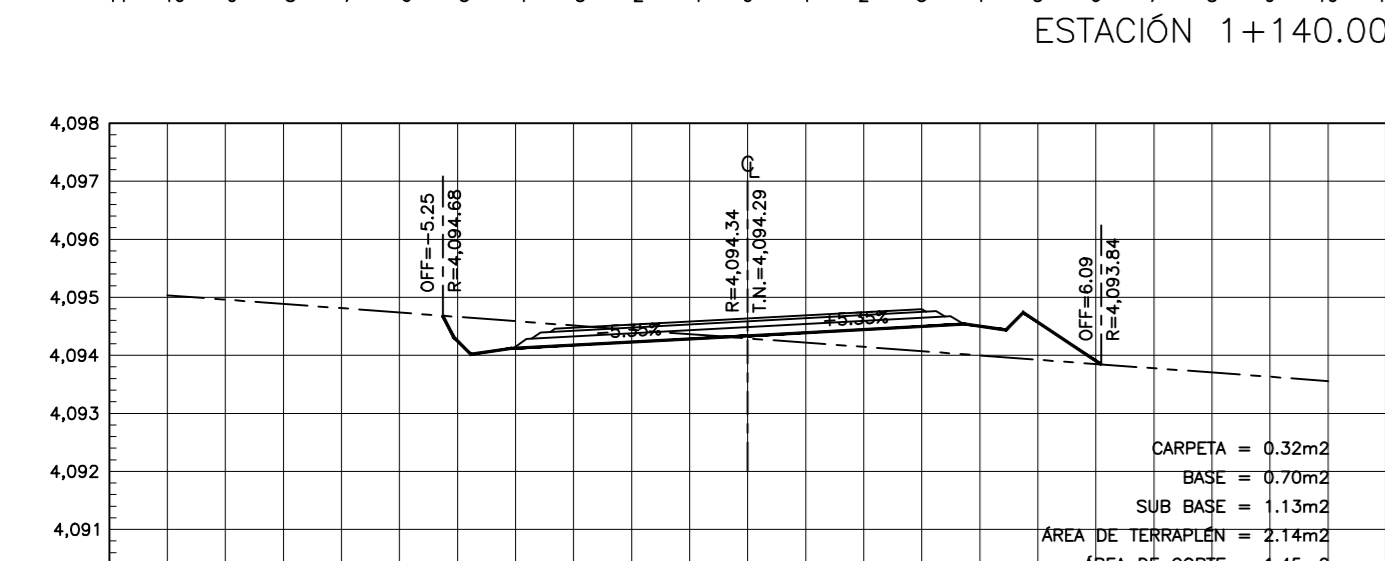
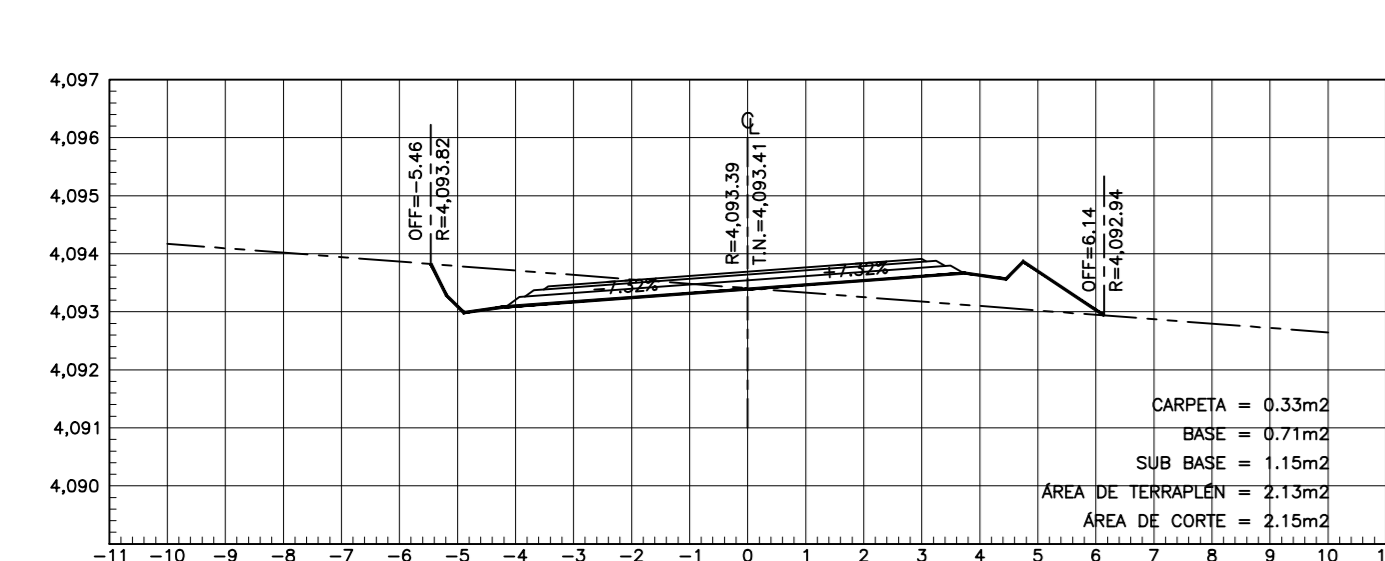
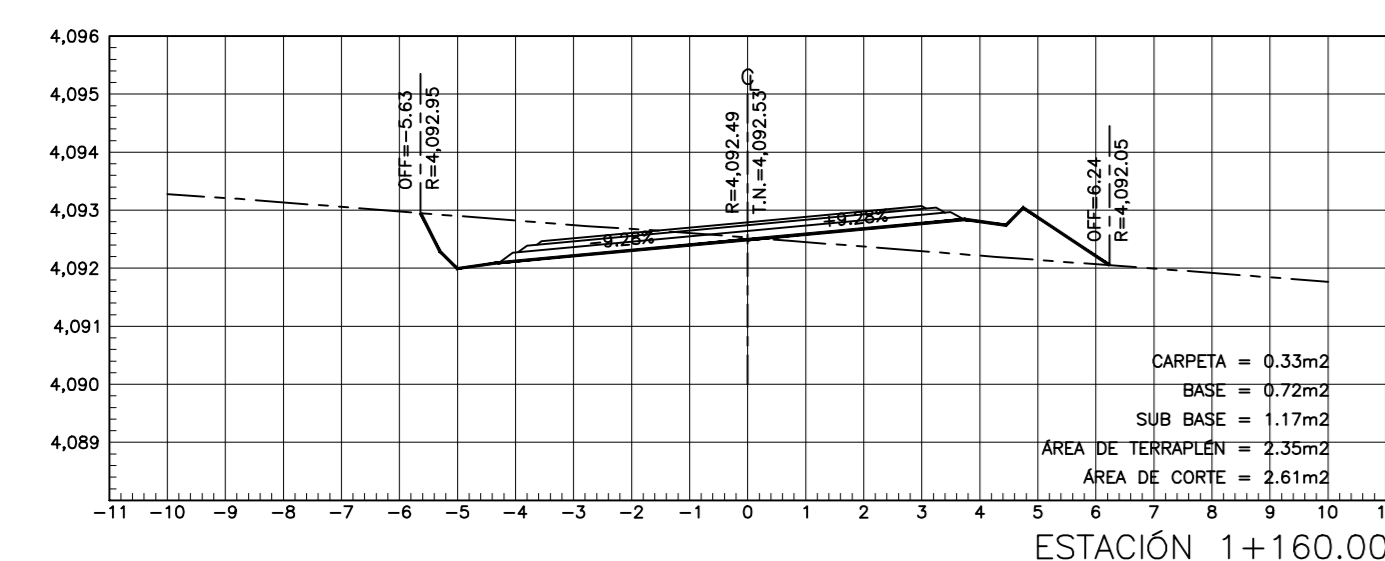
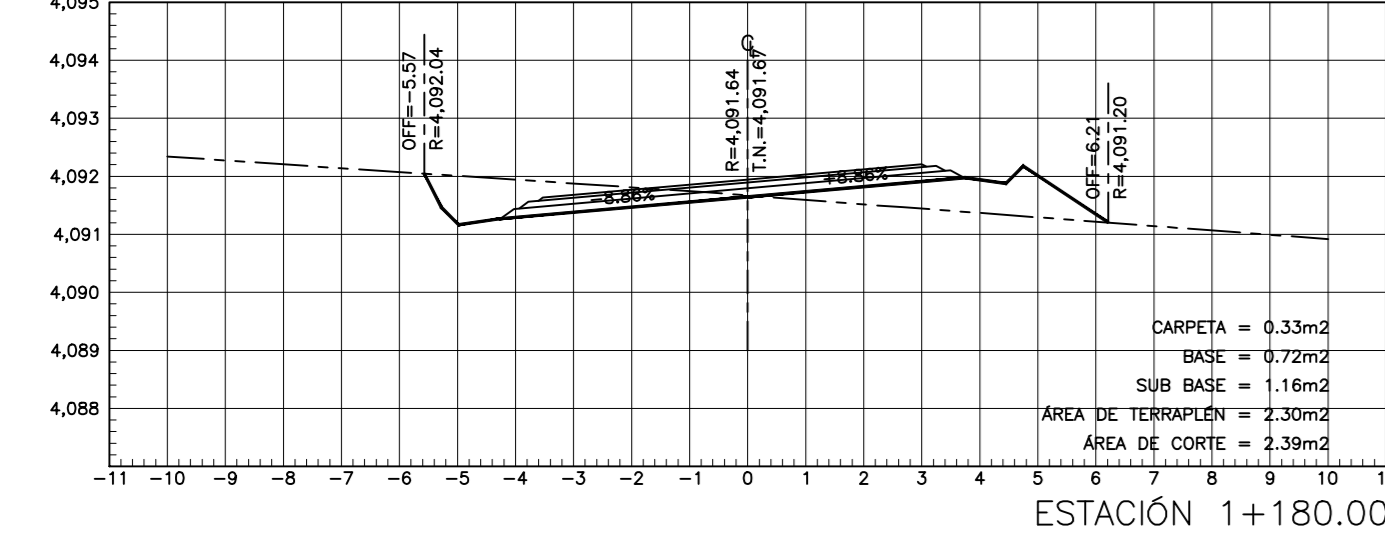
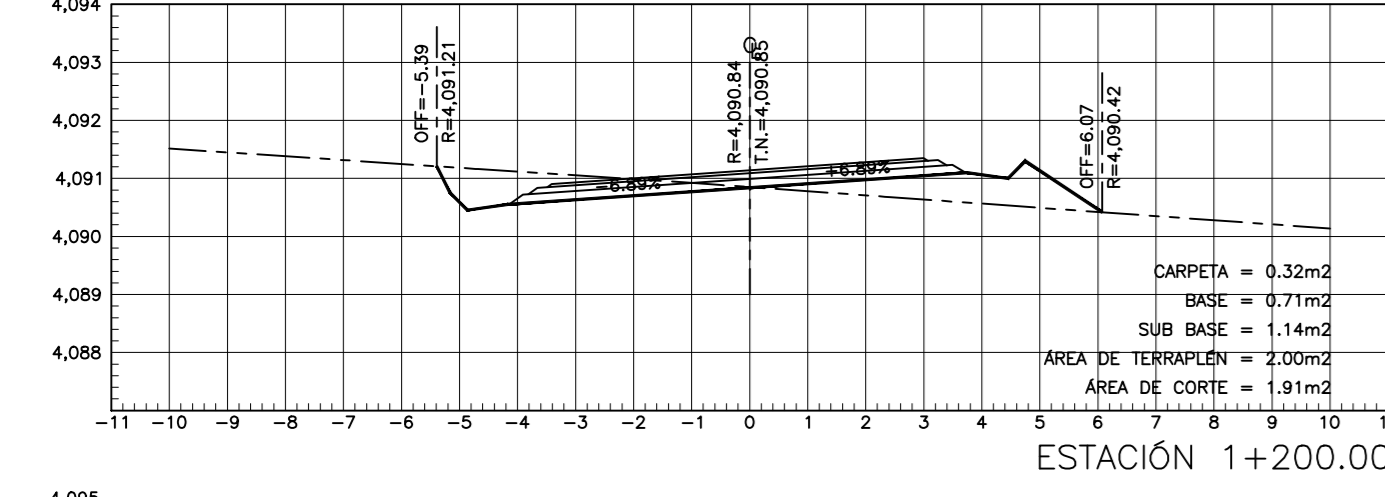
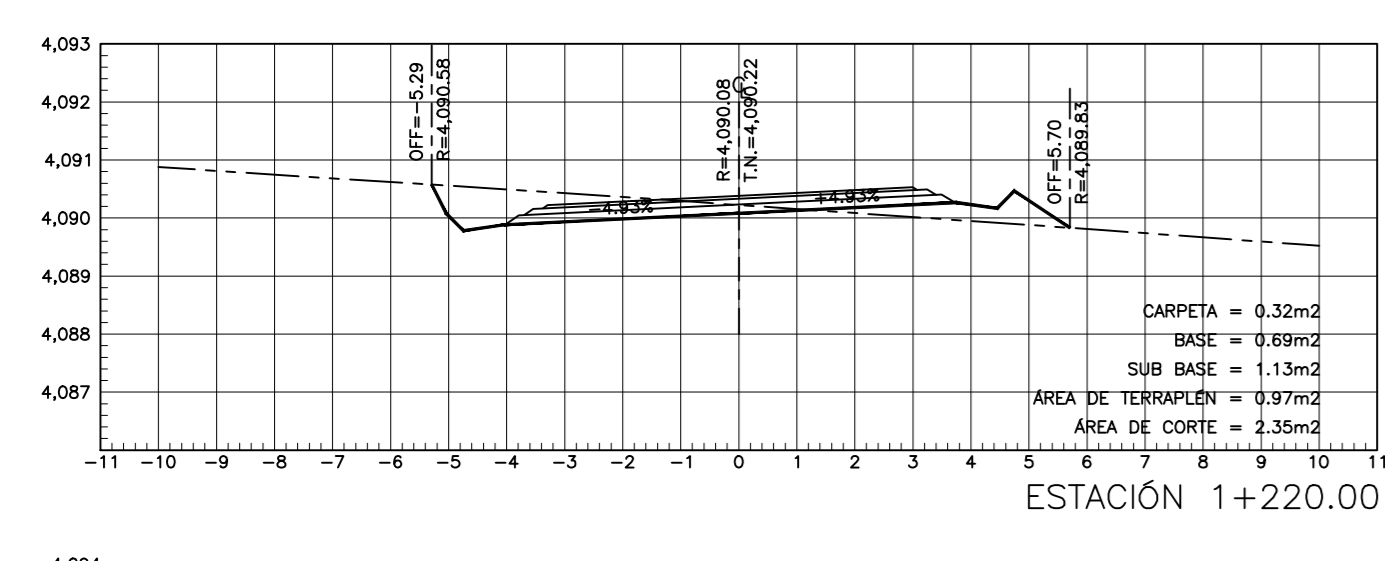
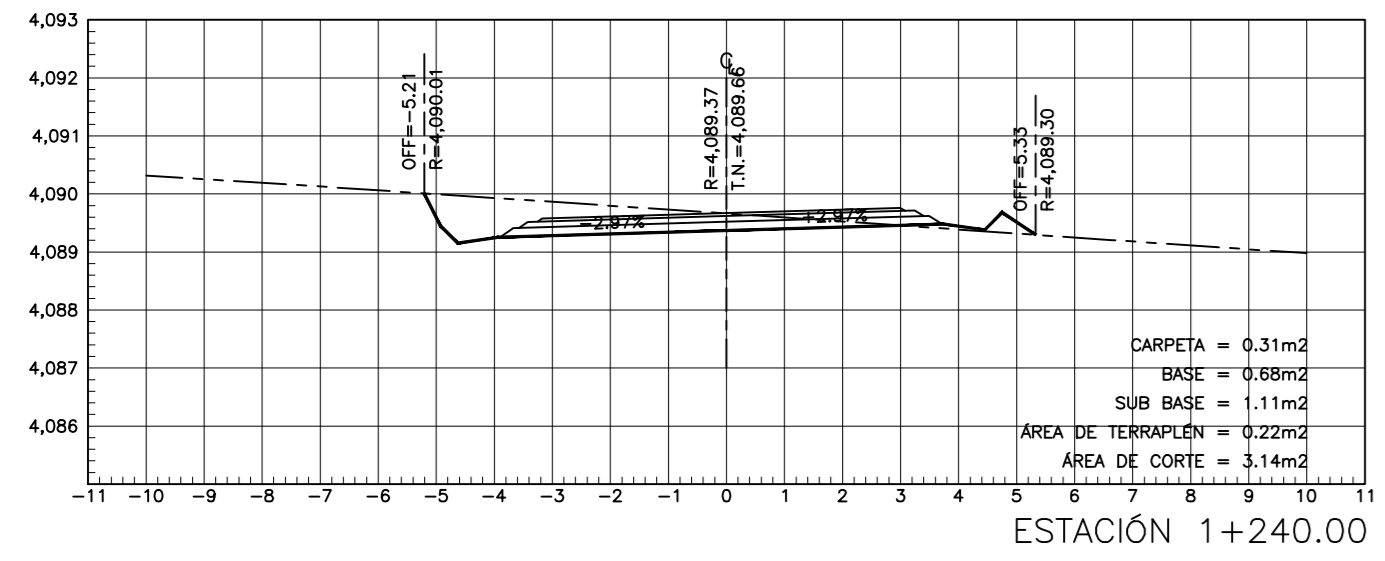
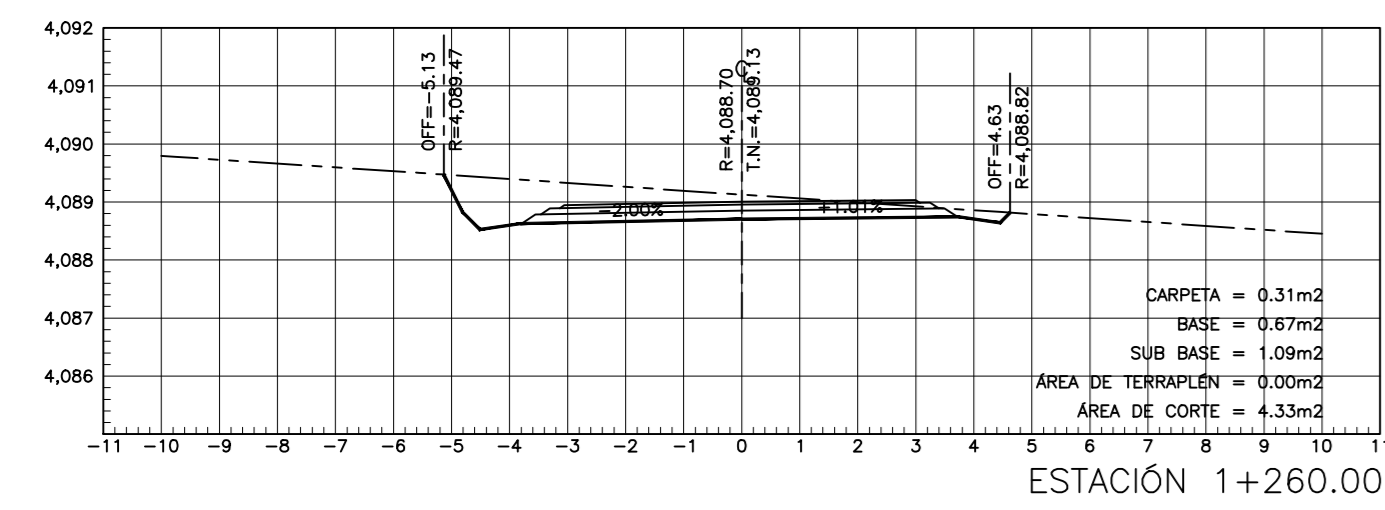
CLASE: IV ORDEN	LONGITUD: 4.605.60 KM	PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTÓN: AMBATO	FECHA: MAYO 2016
DISEÑADO POR: Edo. Víctor Hernández	DIBUJADO POR: Edo. Víctor Hernández	REVISADO POR: Ing. Mj. Vinicio Almeida	PARROQUIA: PILAHUÍN	ESCALAS: H: 1:1000 V: 1:100


LÁMINA: 5/11



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

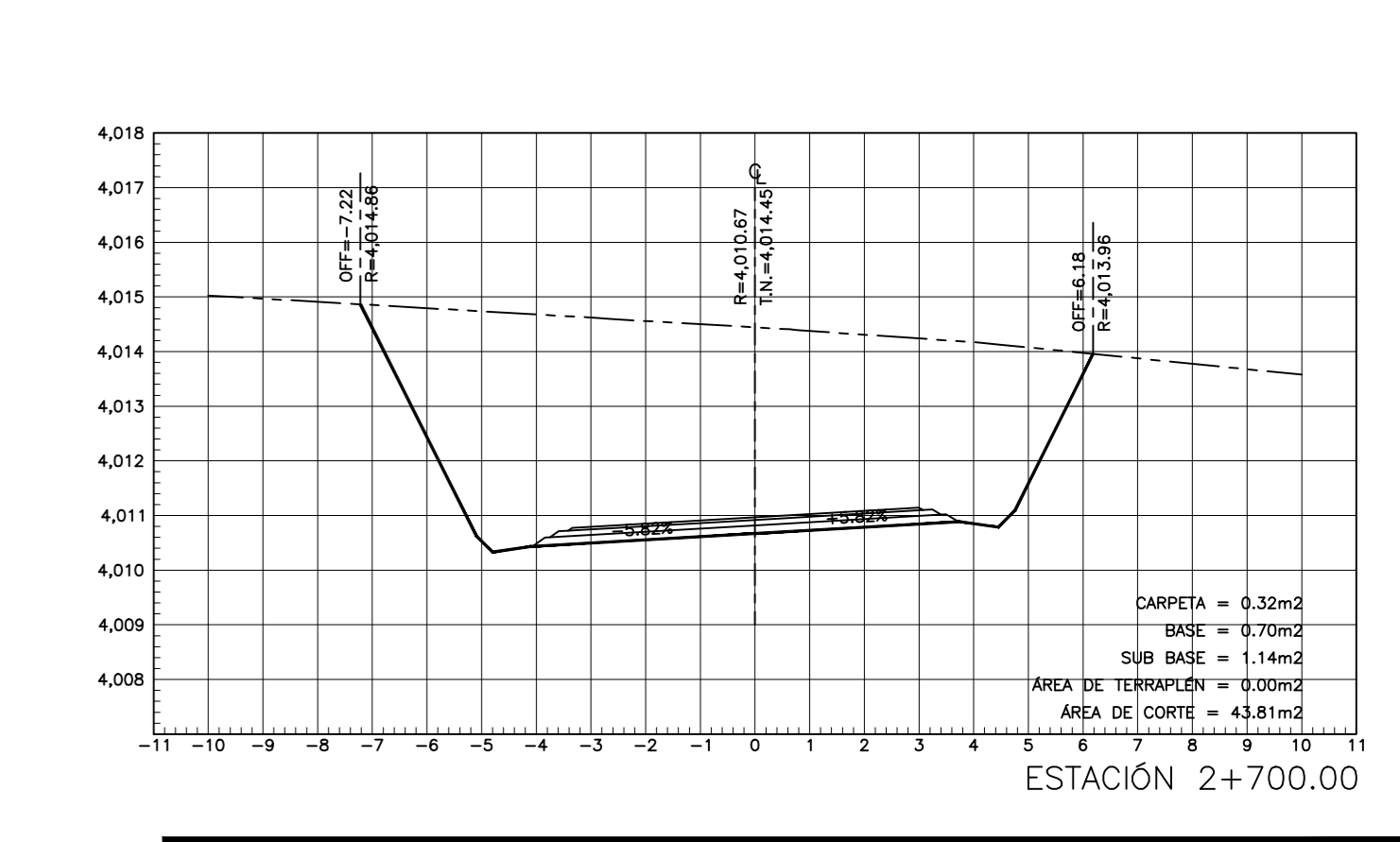
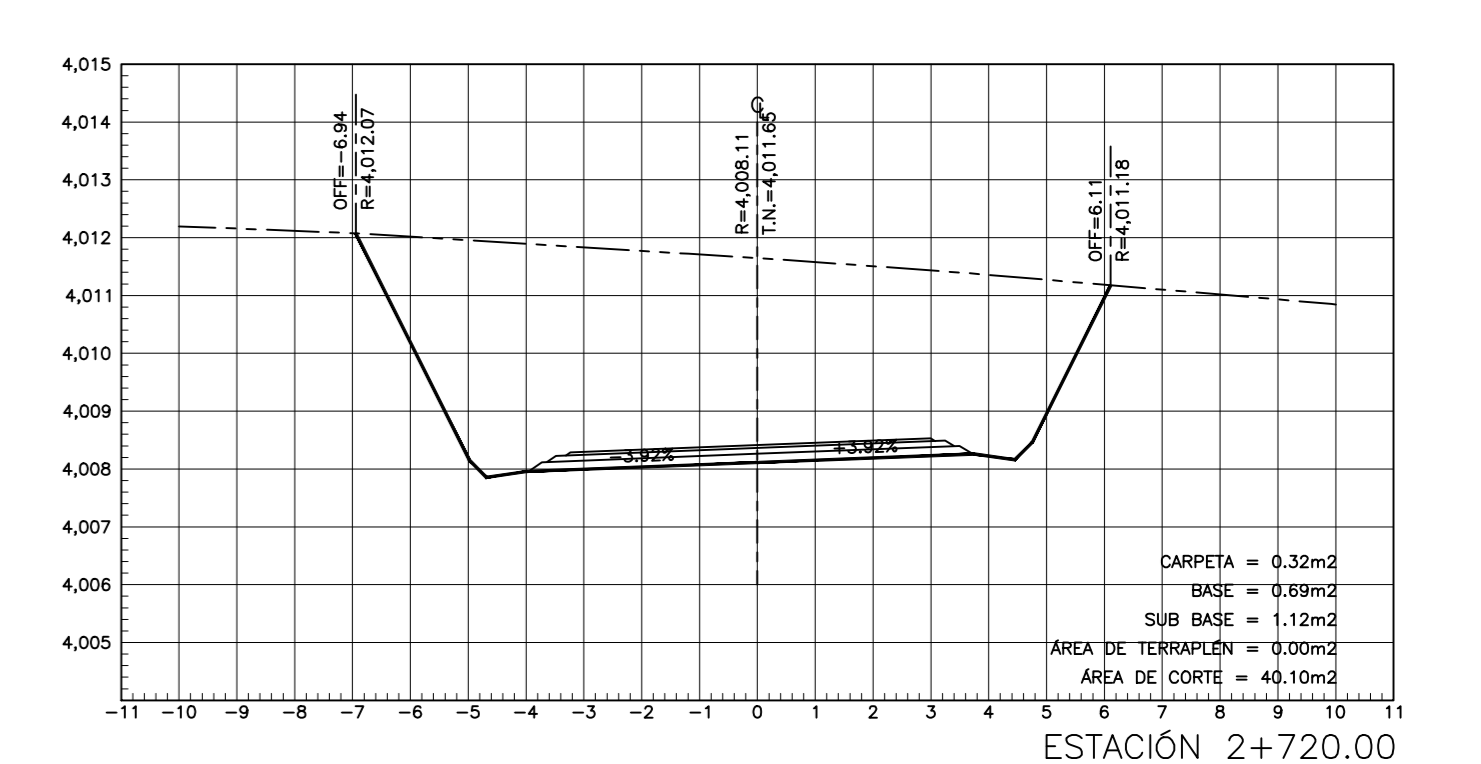
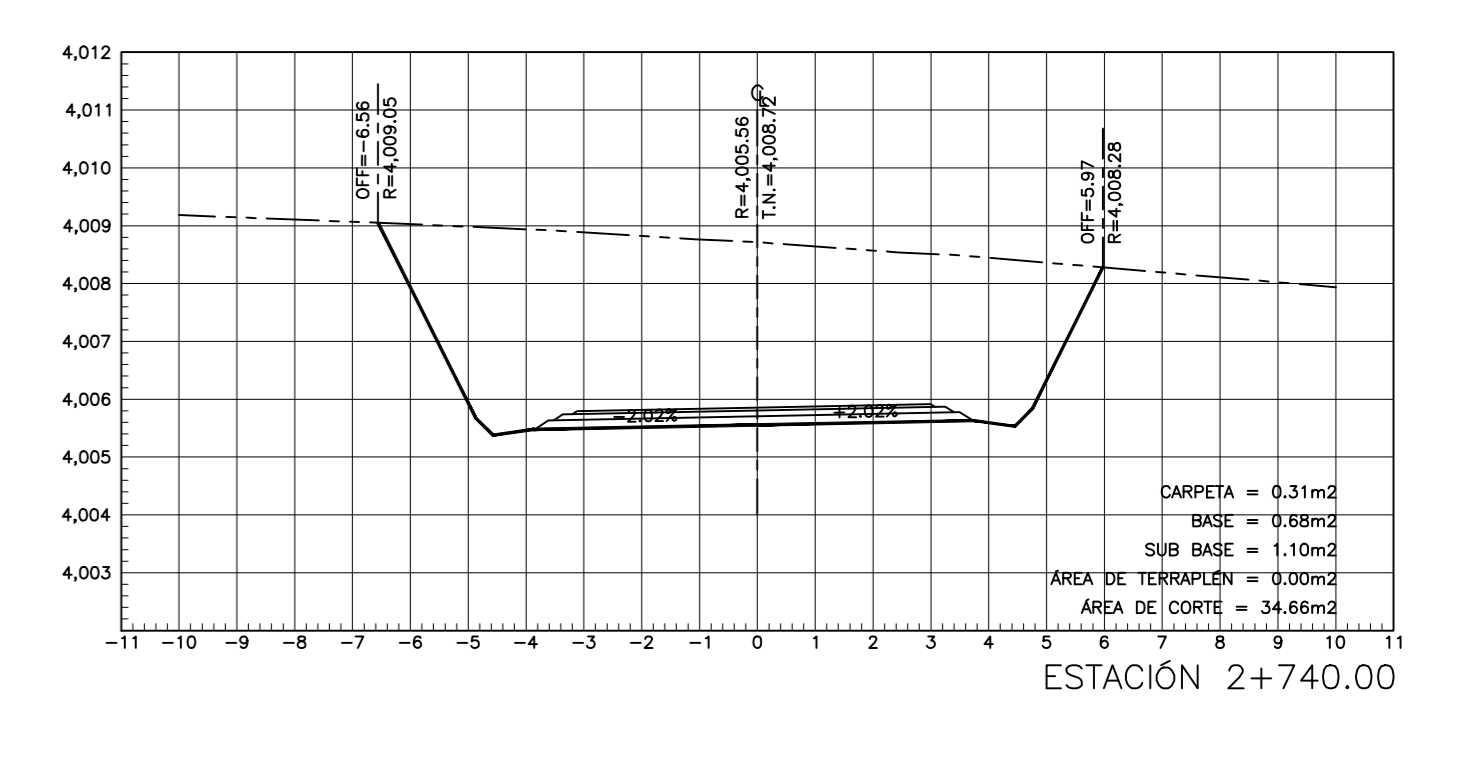
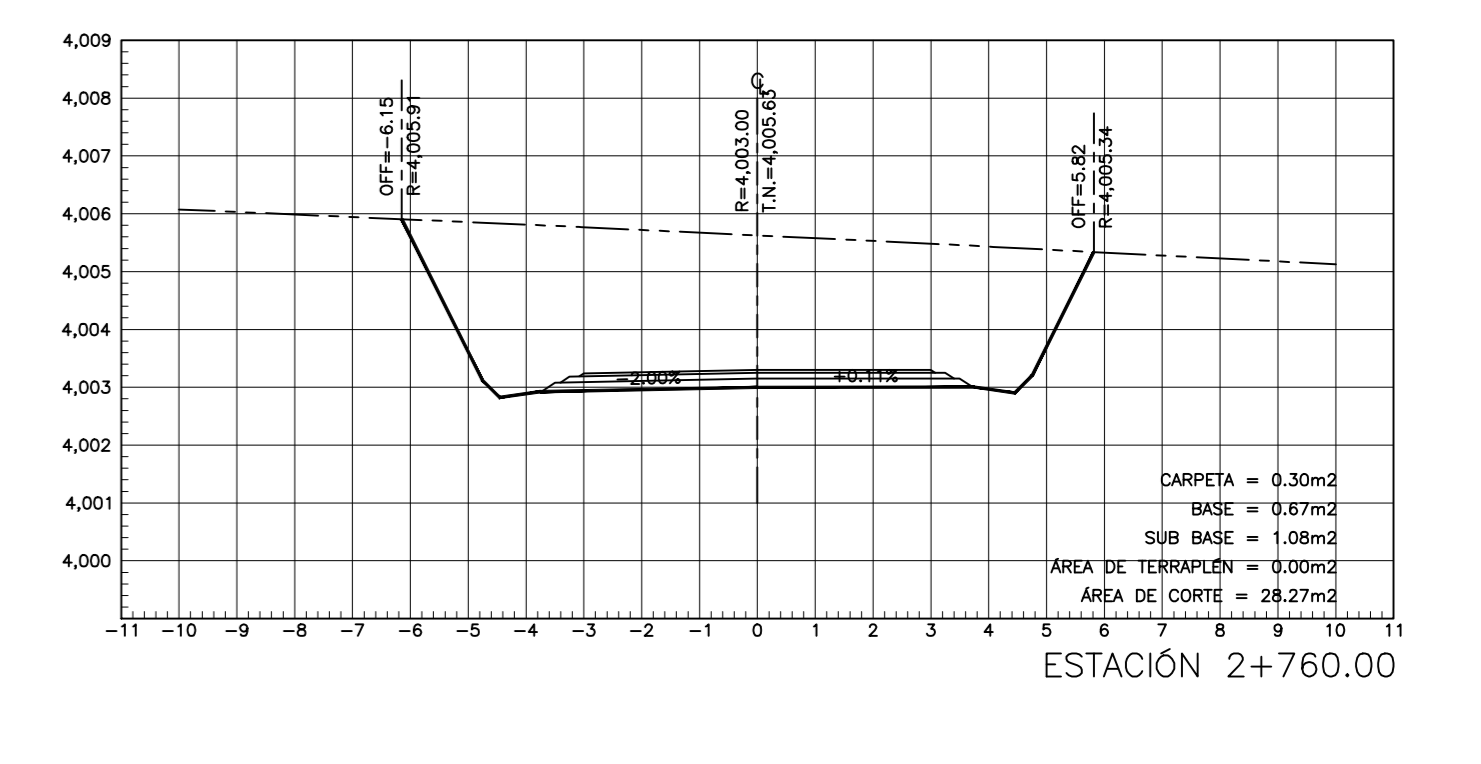
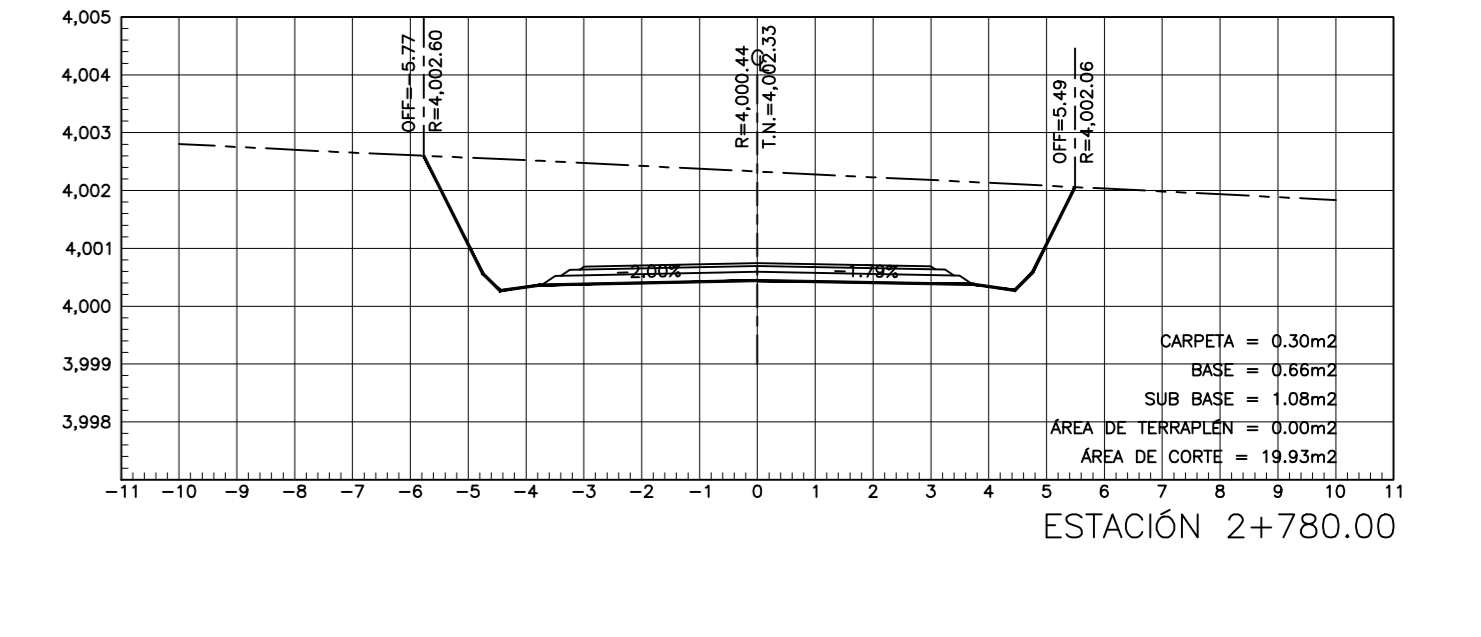
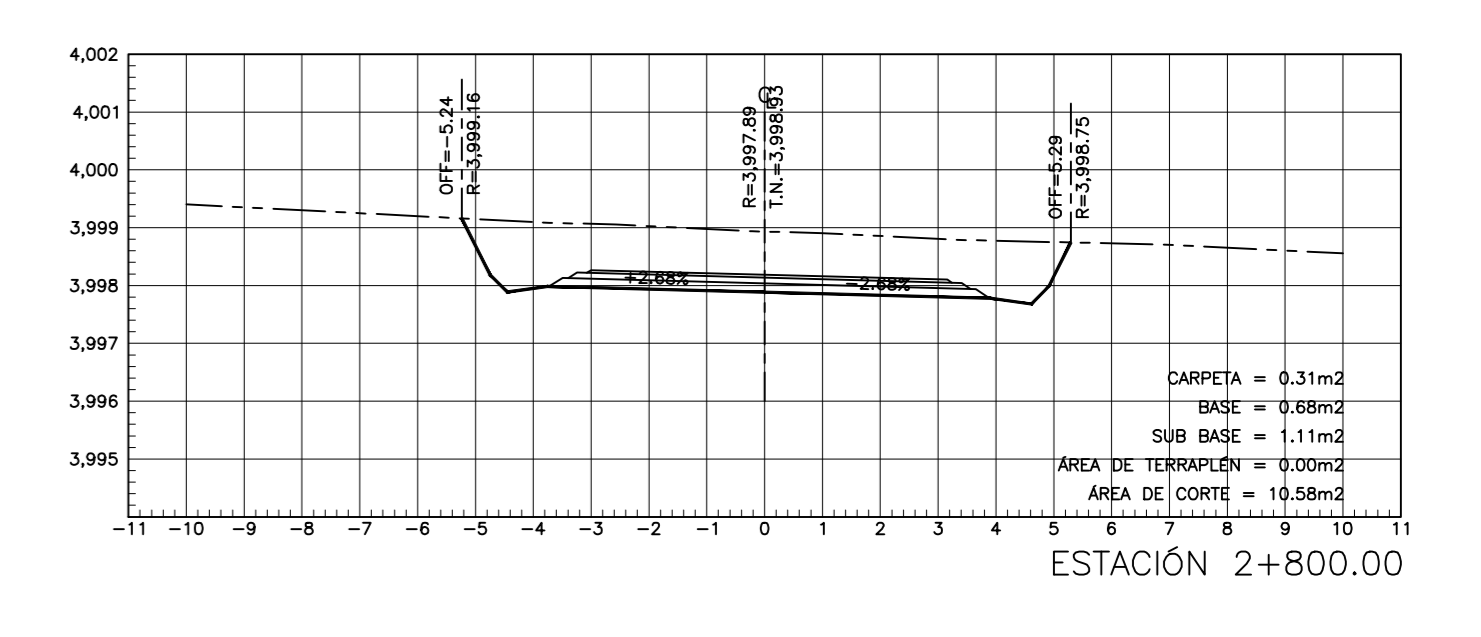
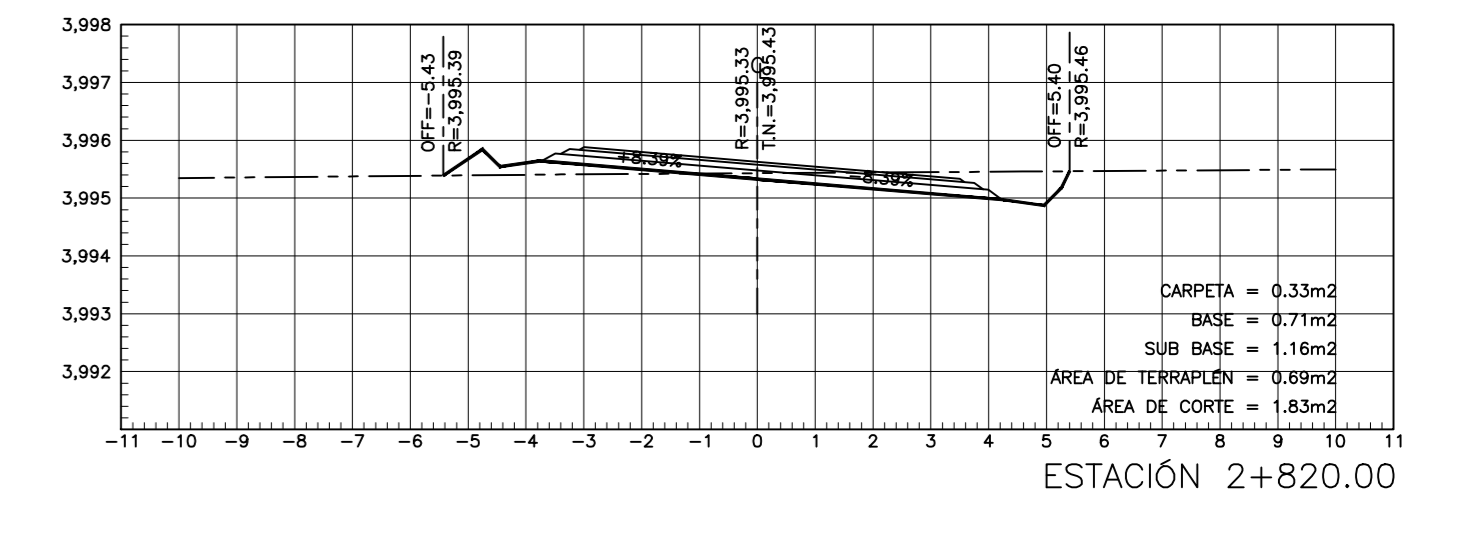
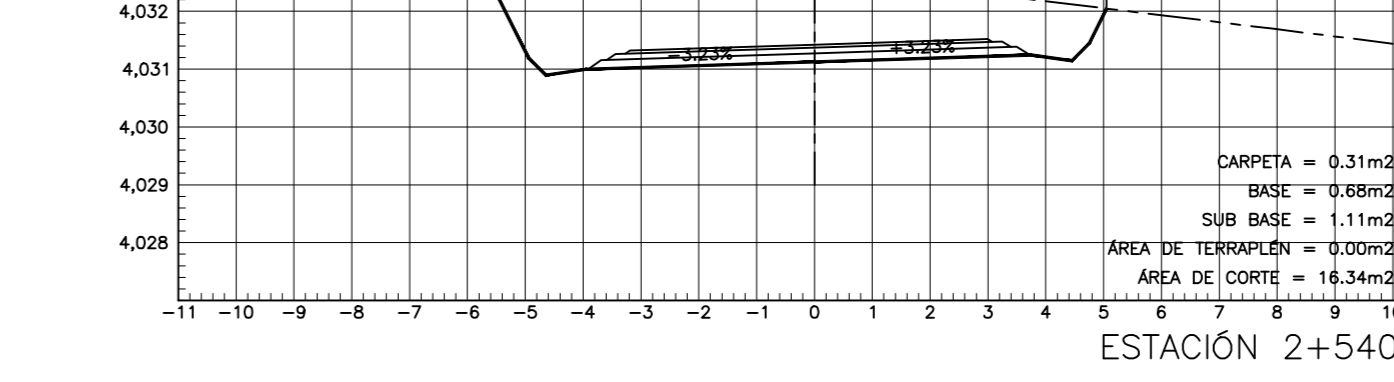
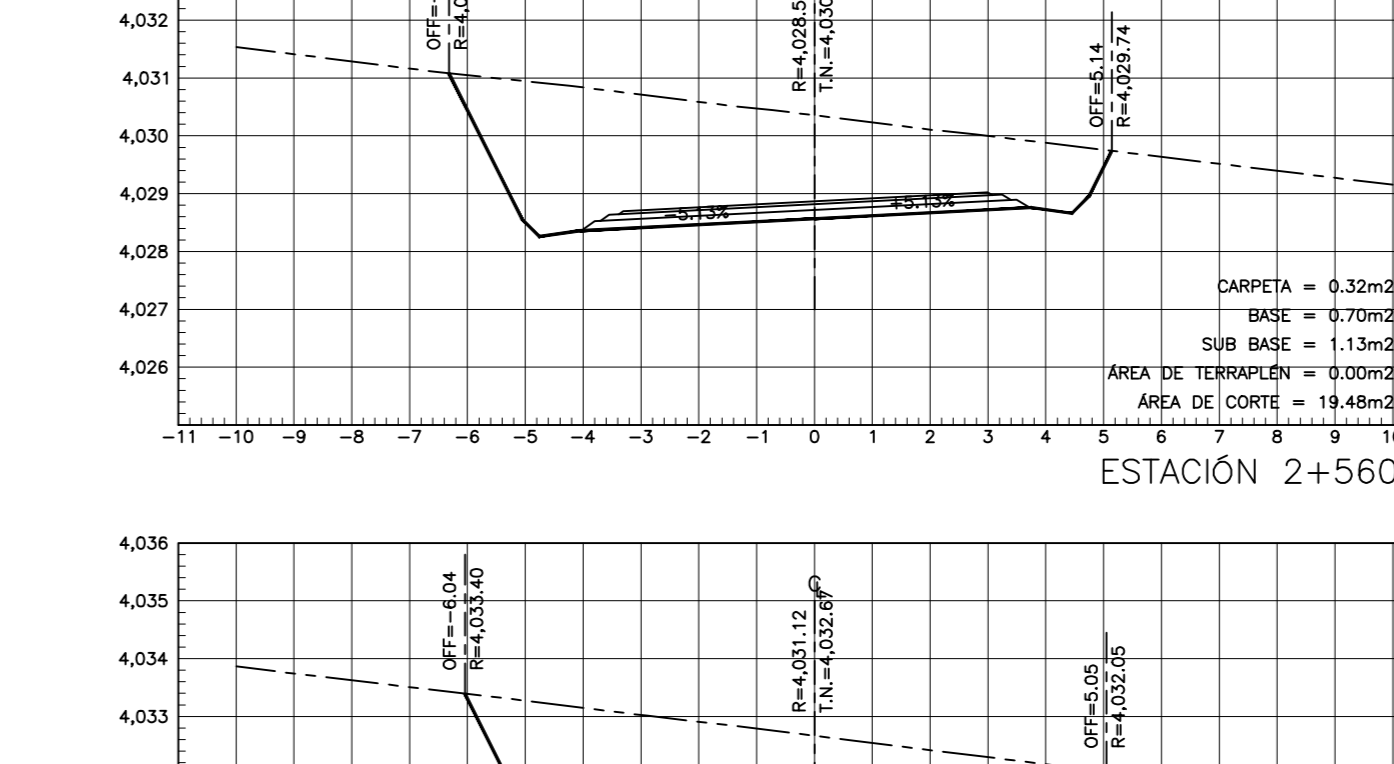
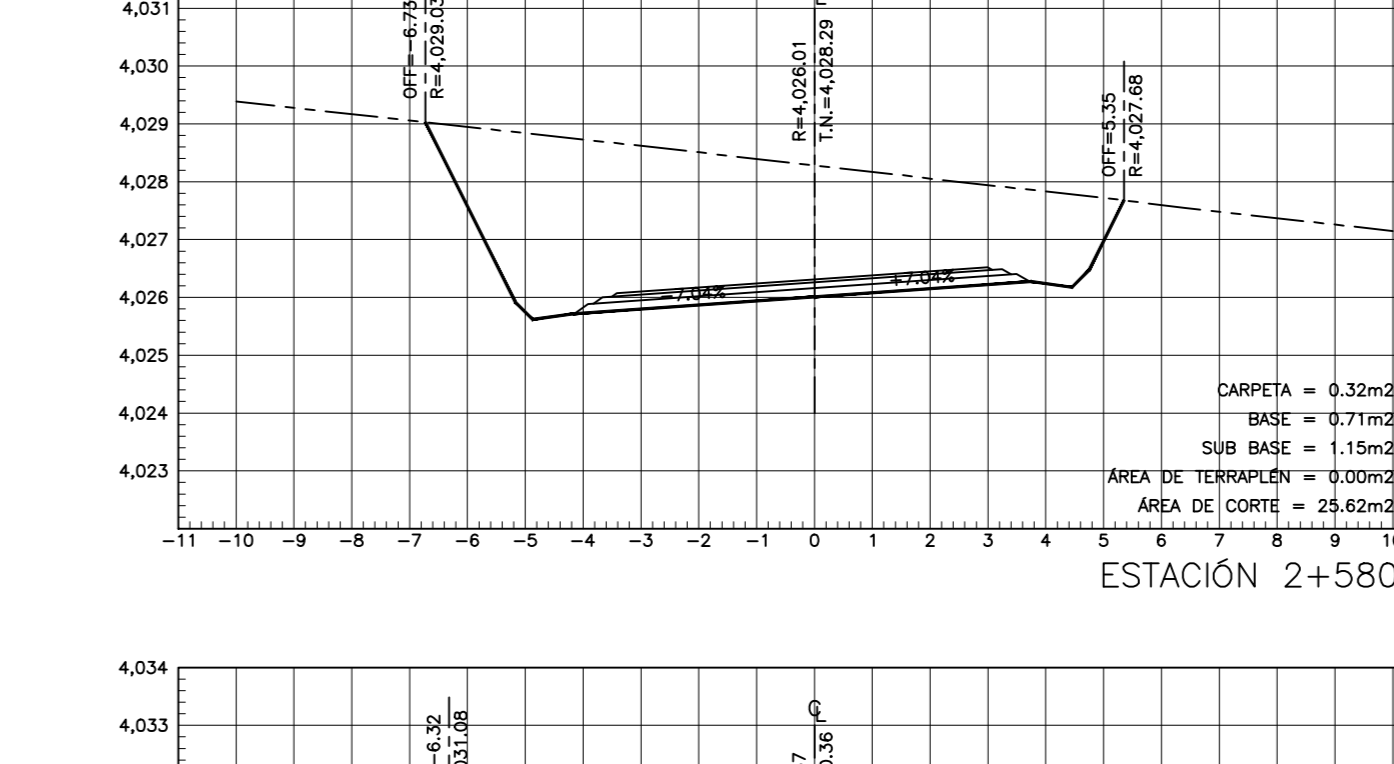
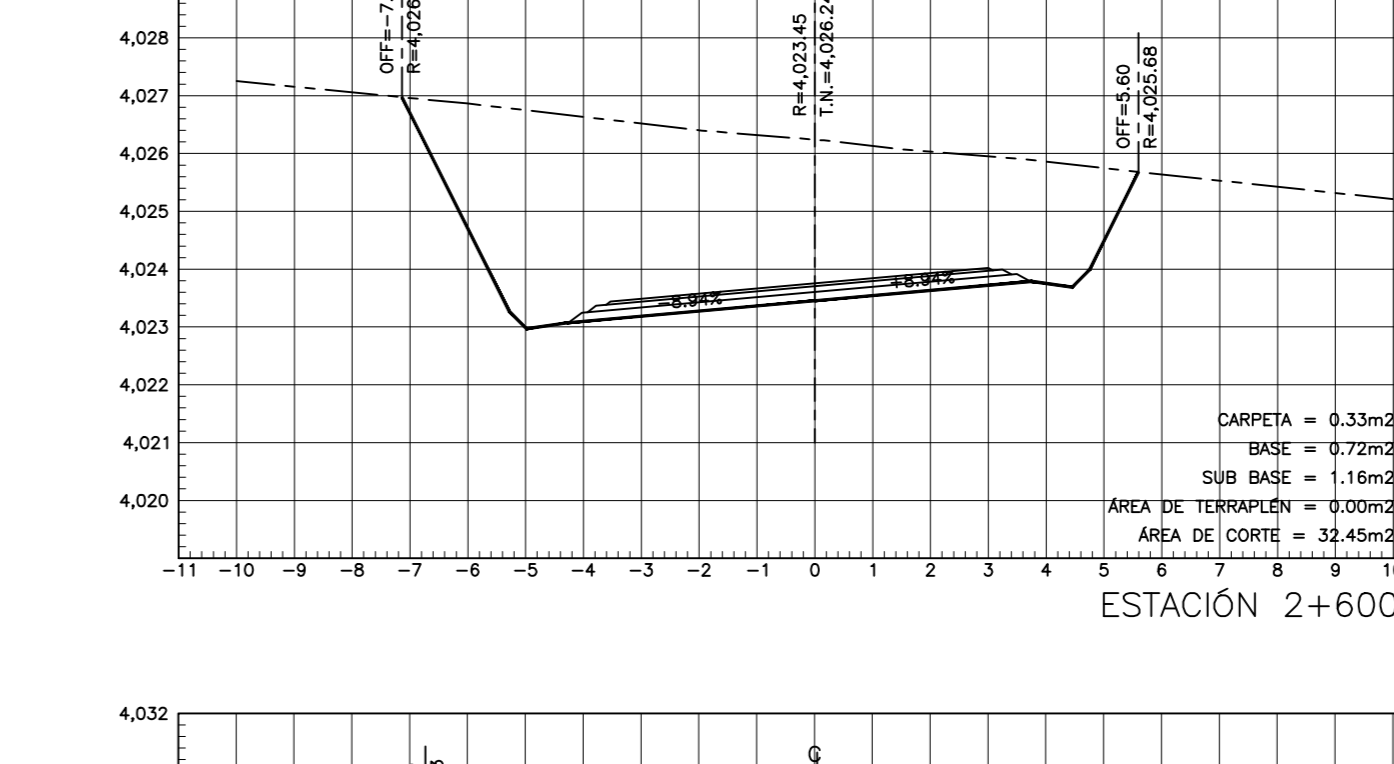
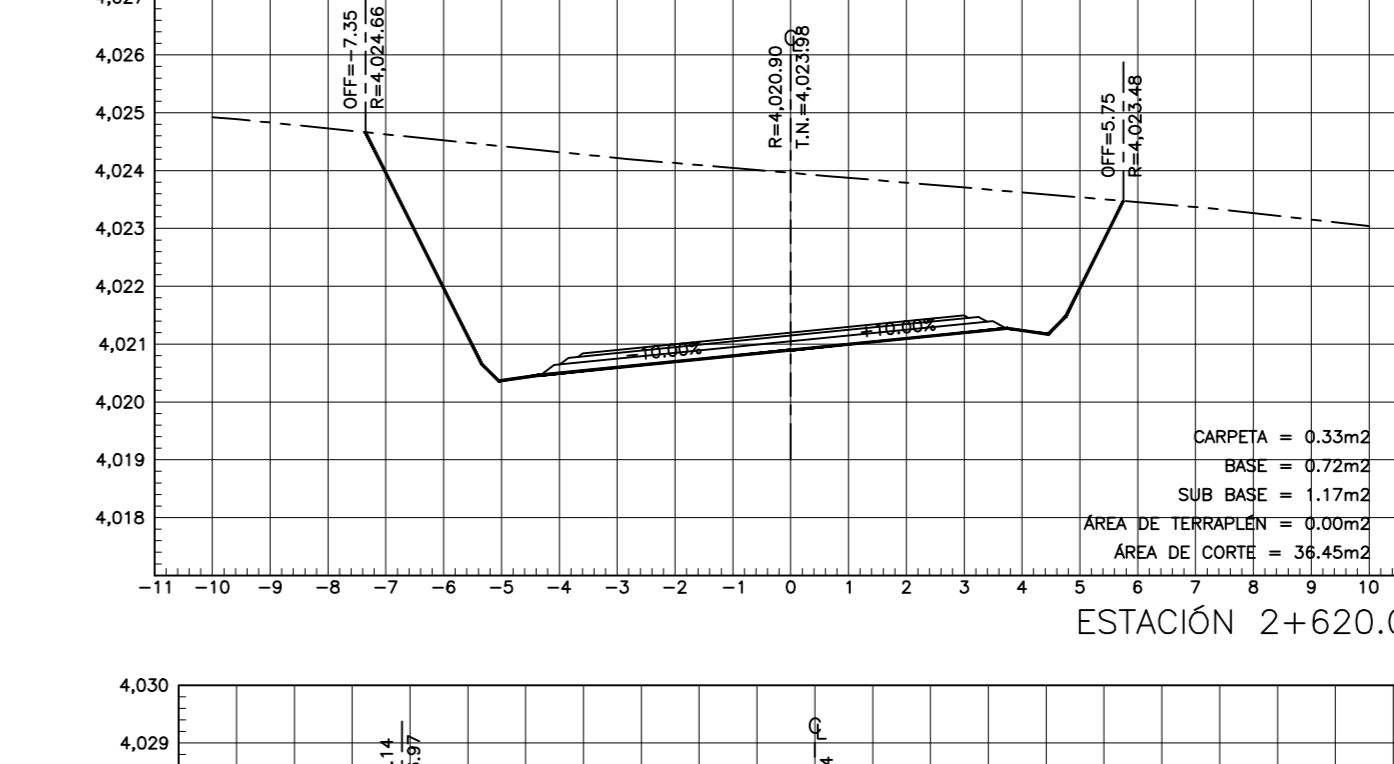
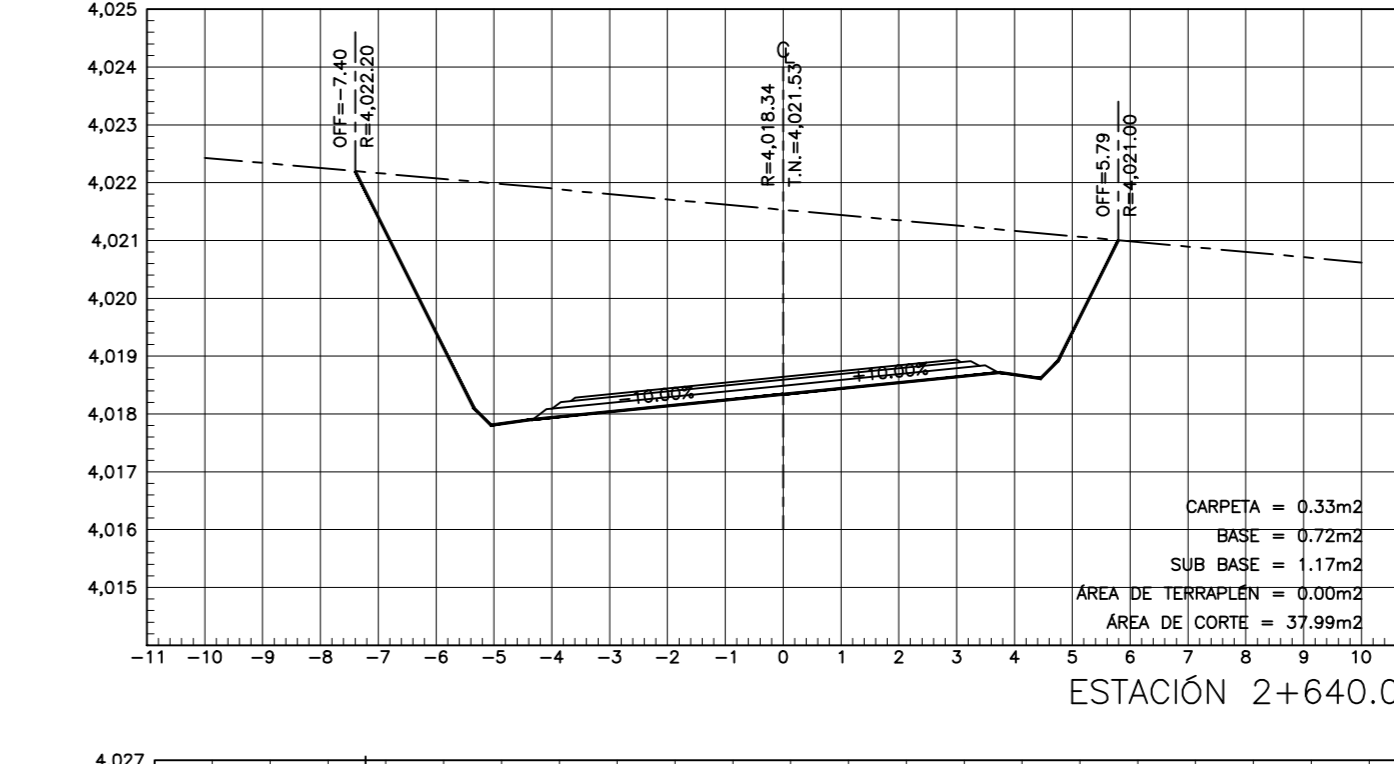
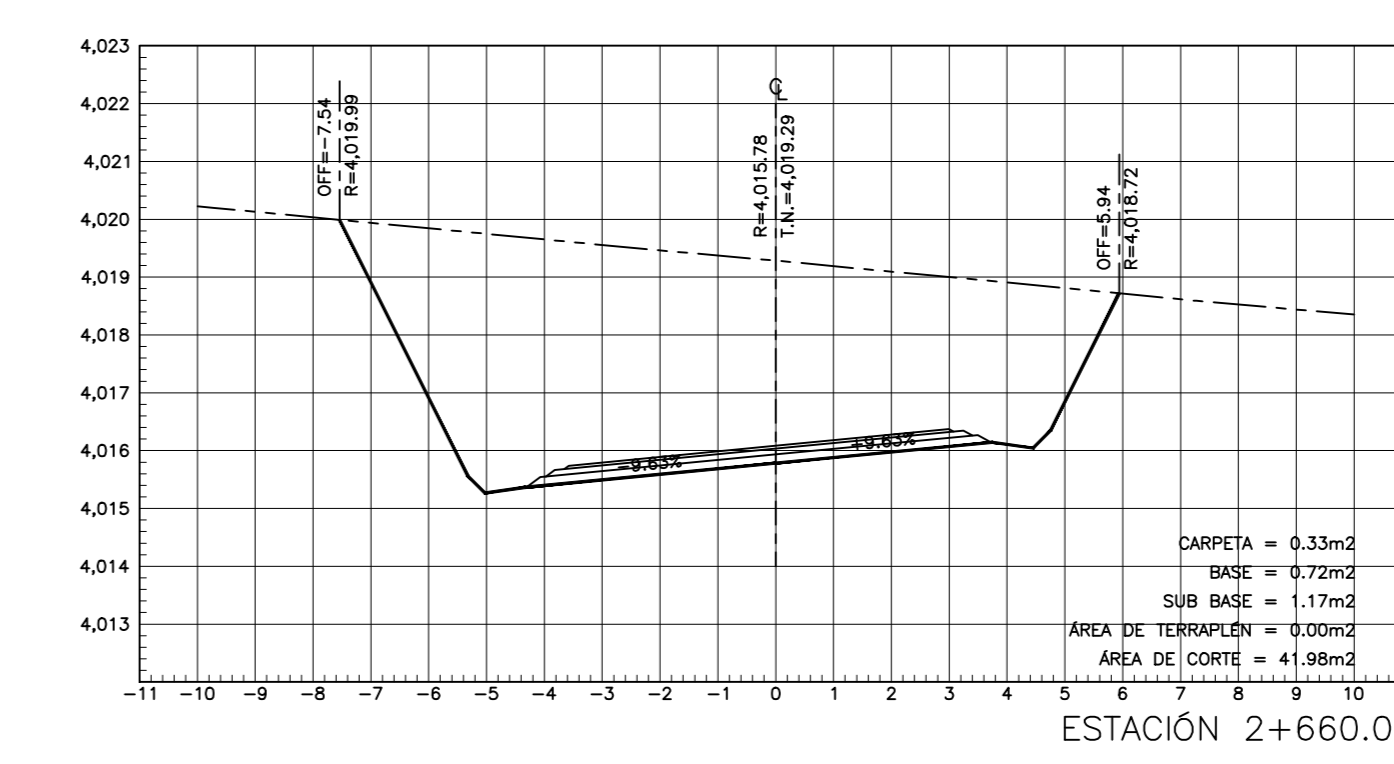
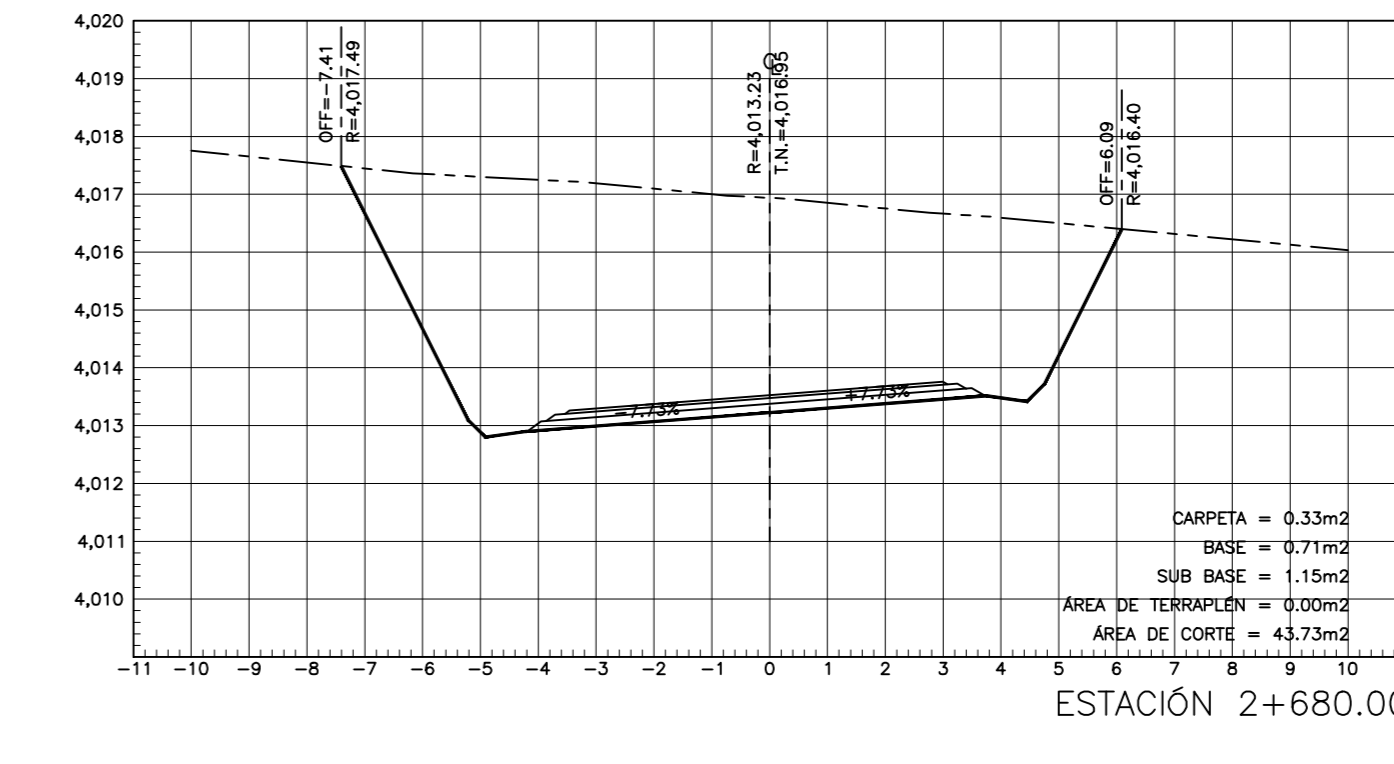
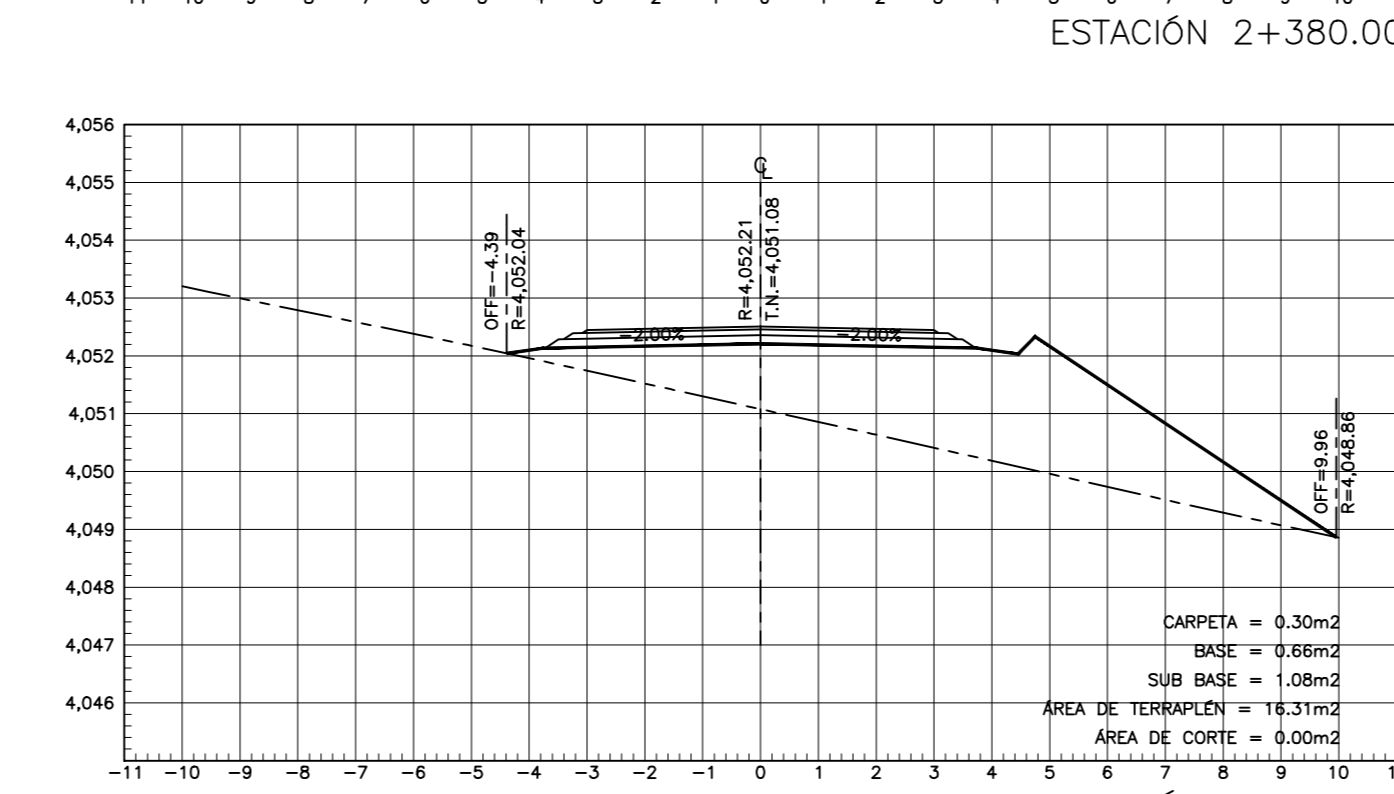
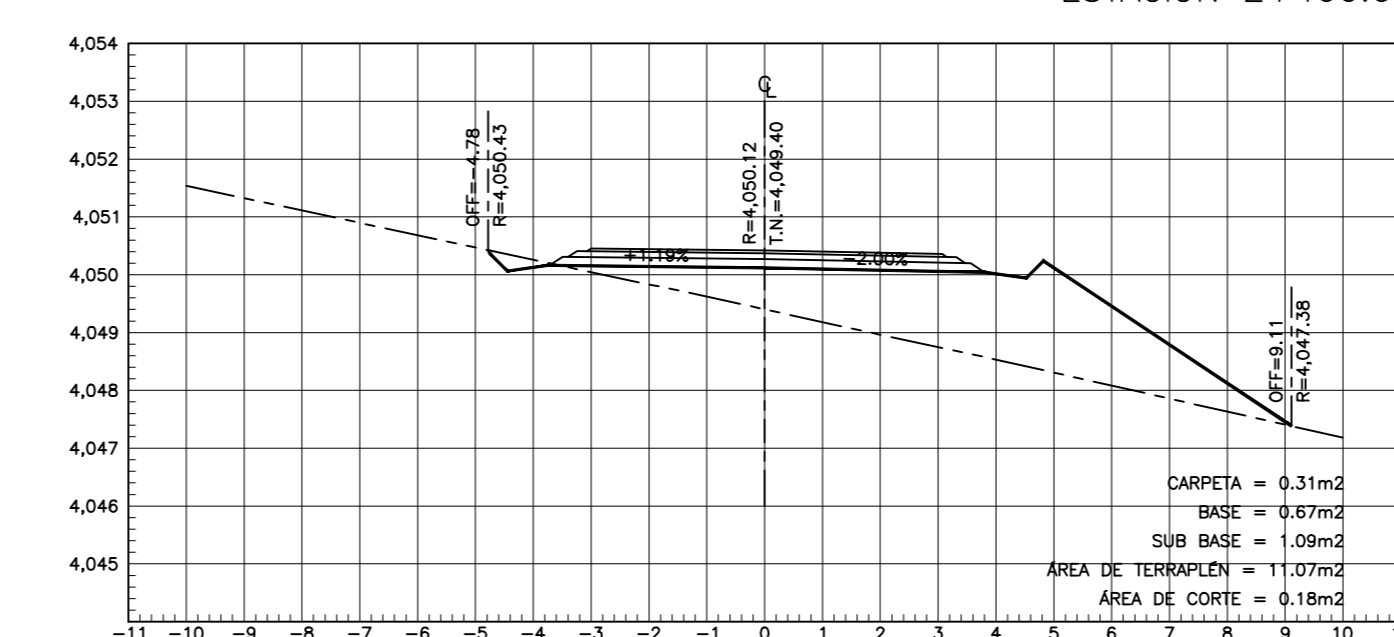
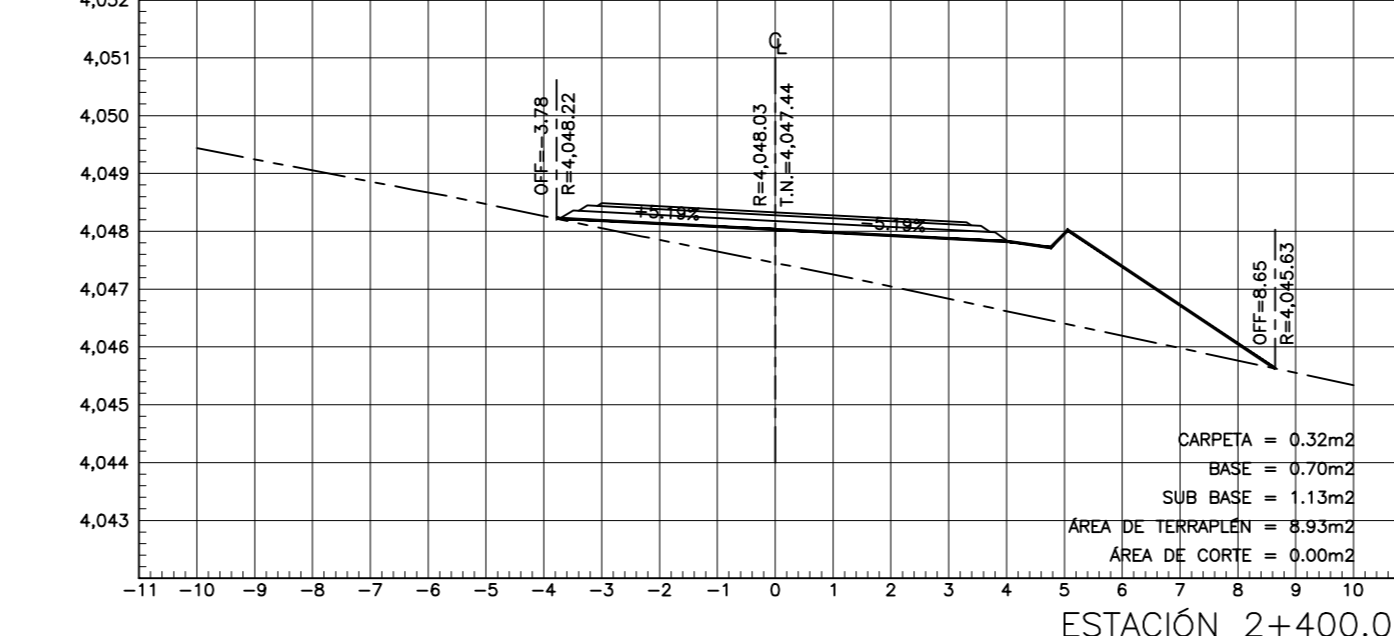
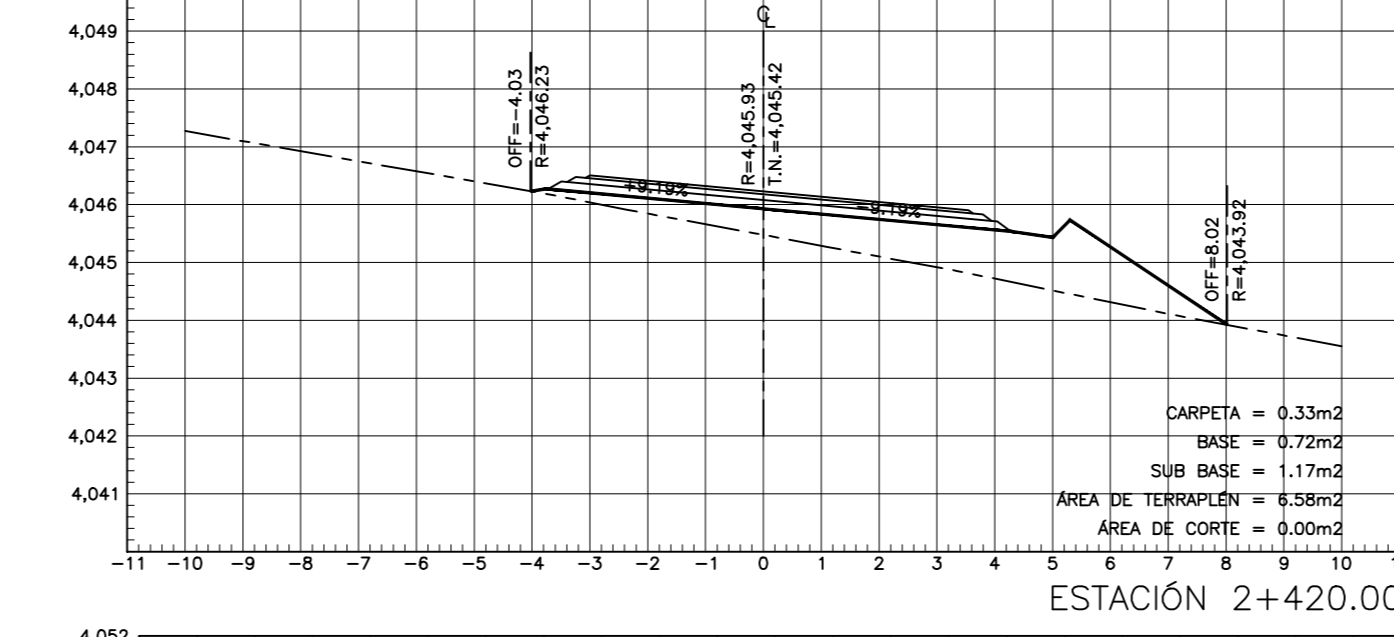
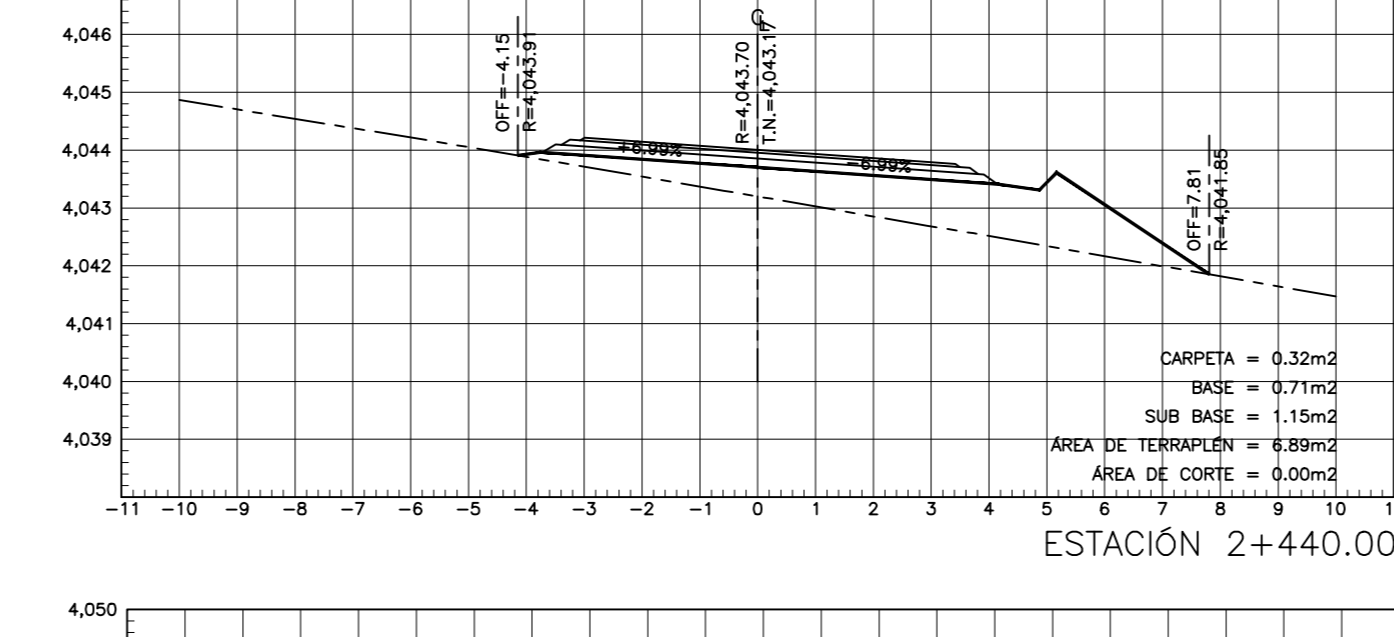
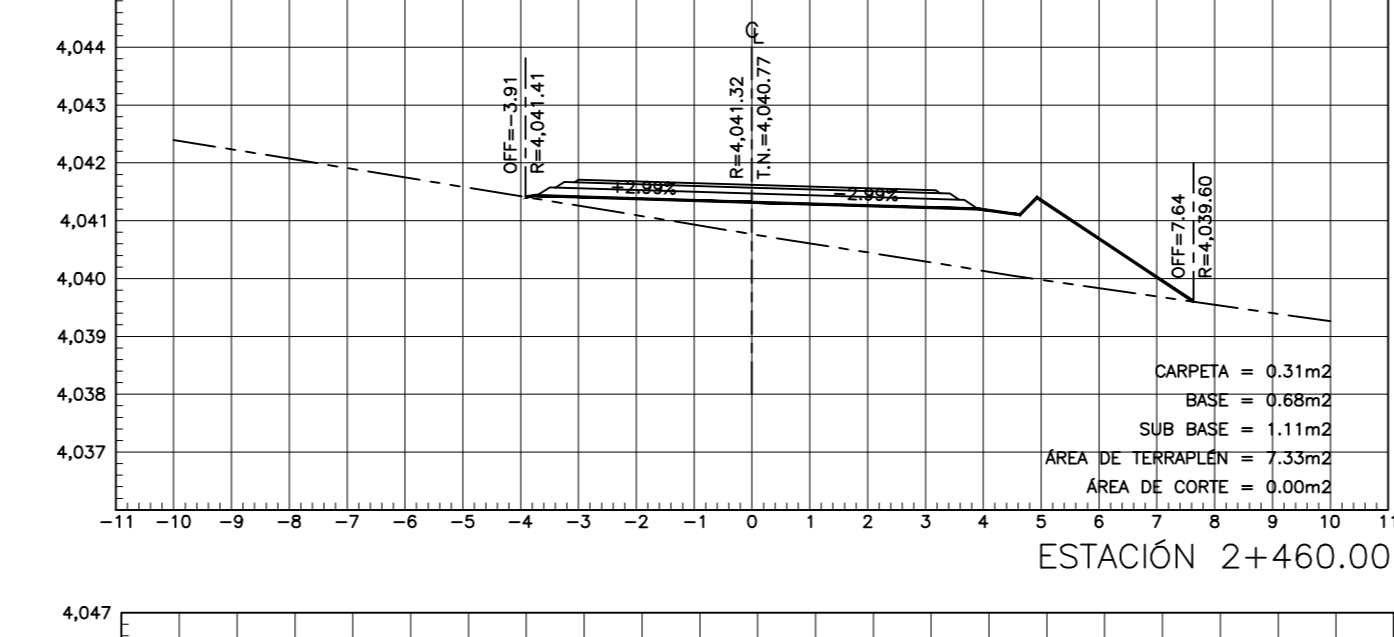
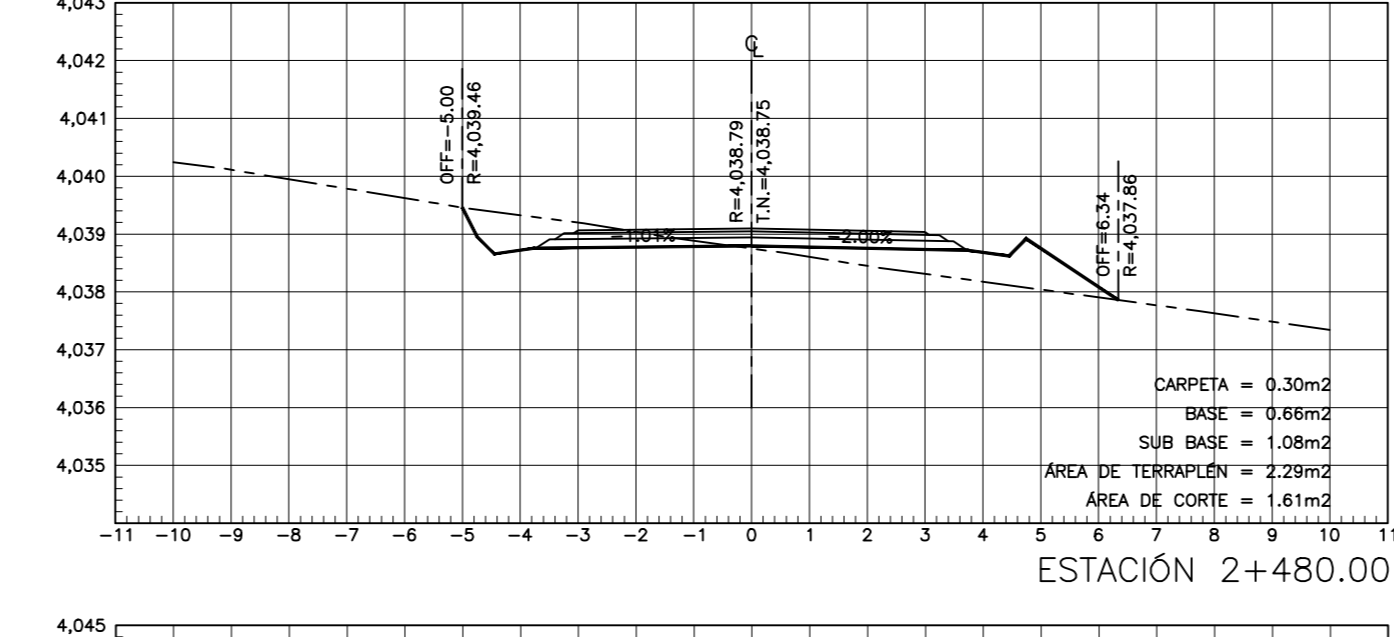
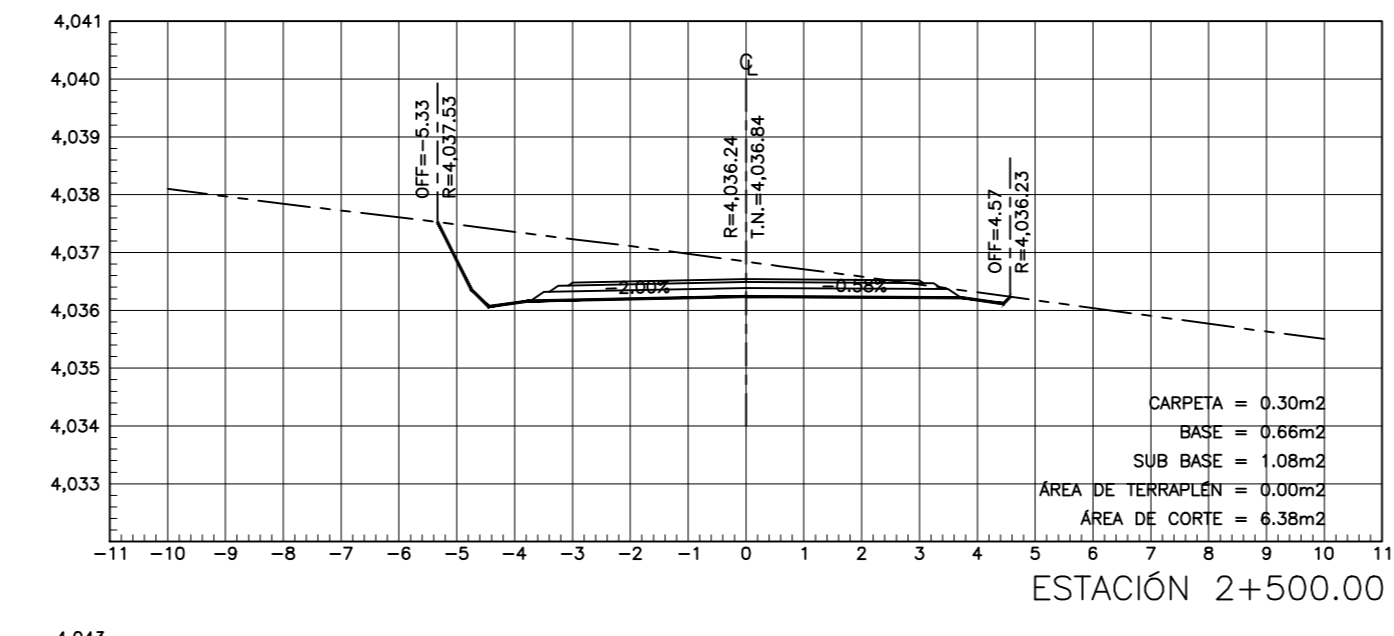
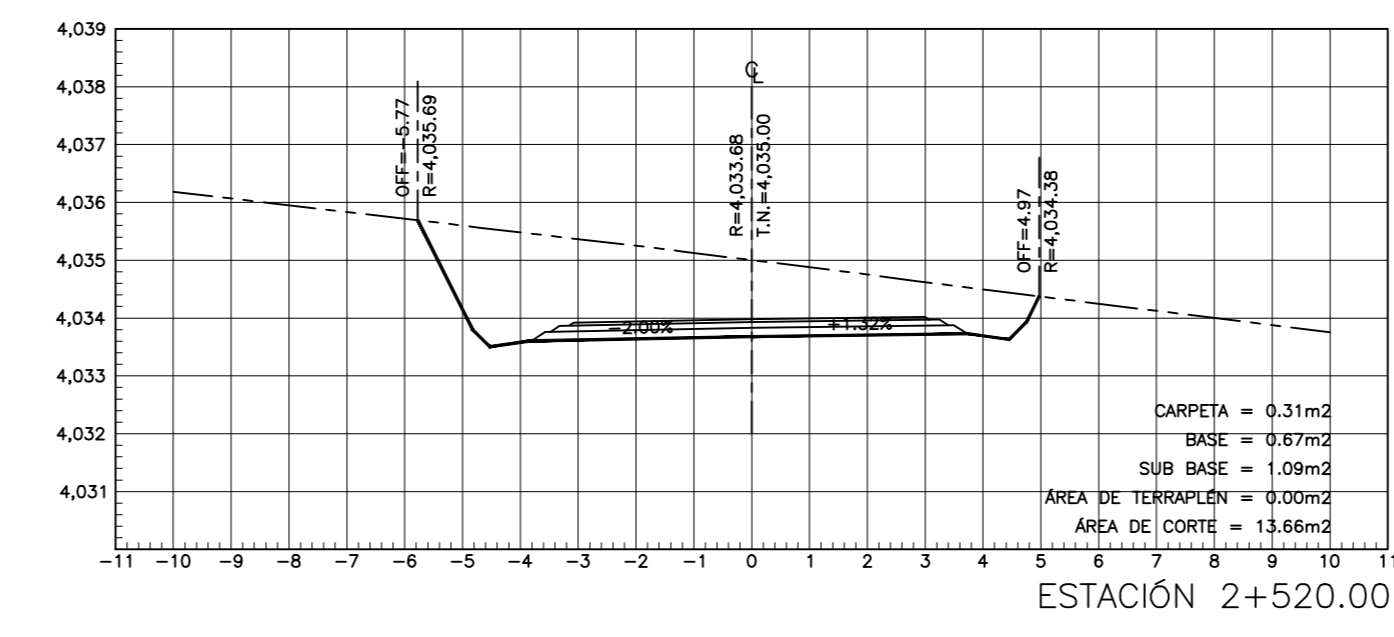
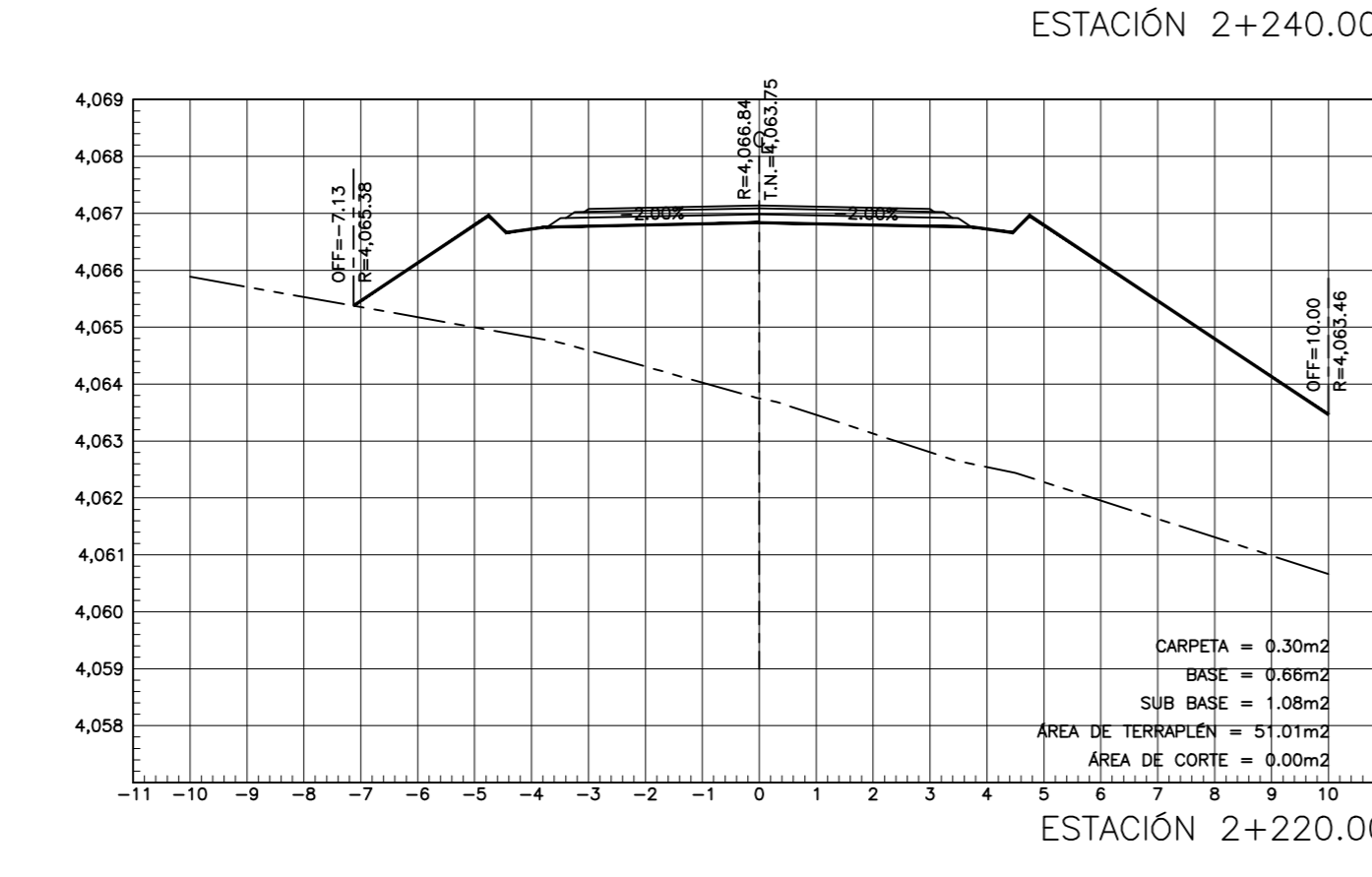
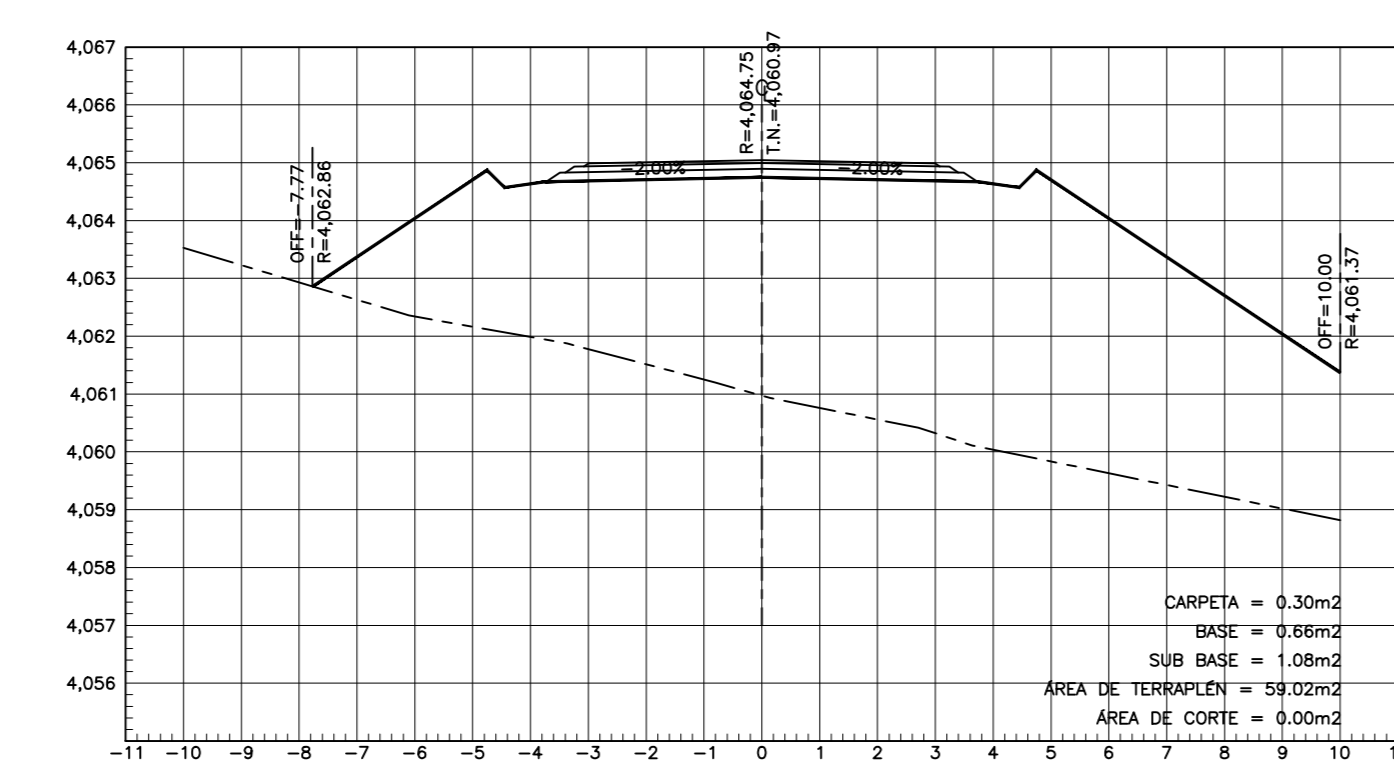
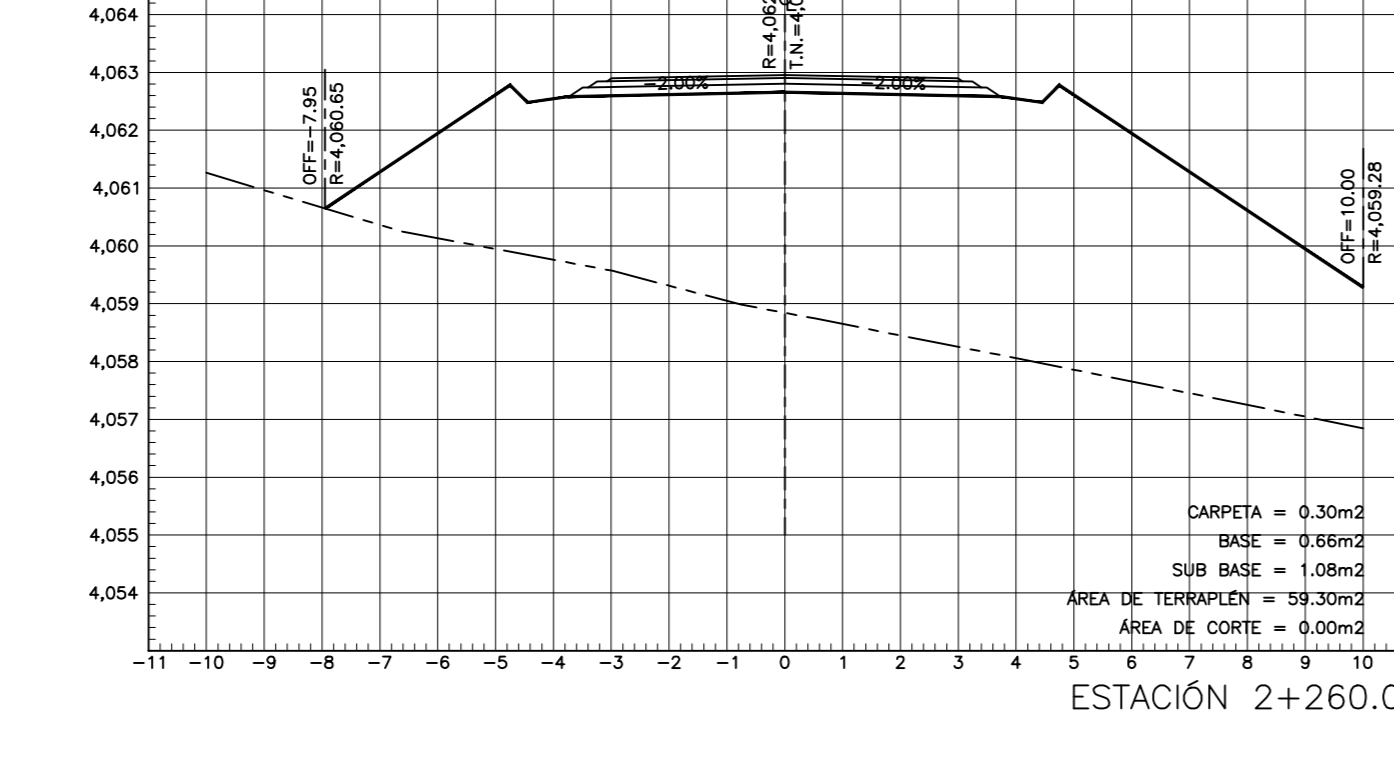
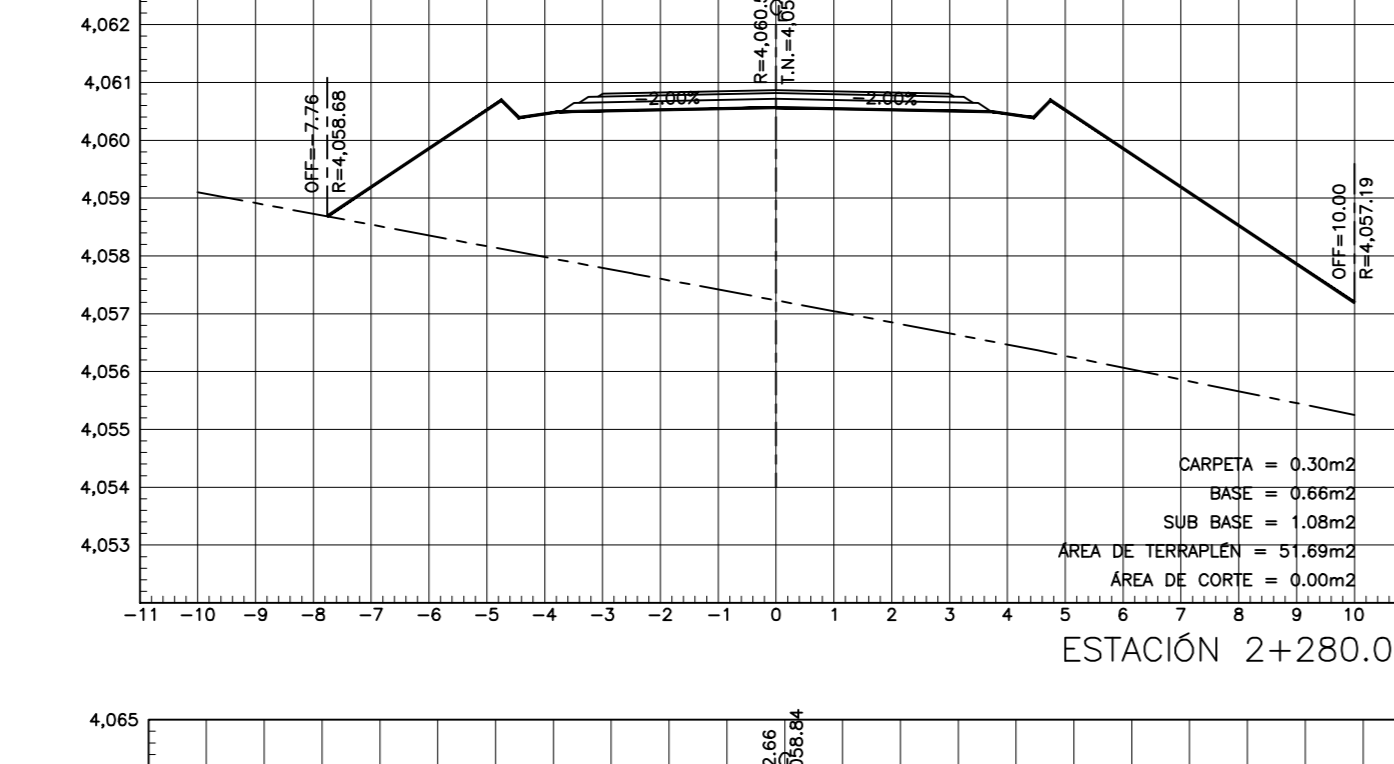
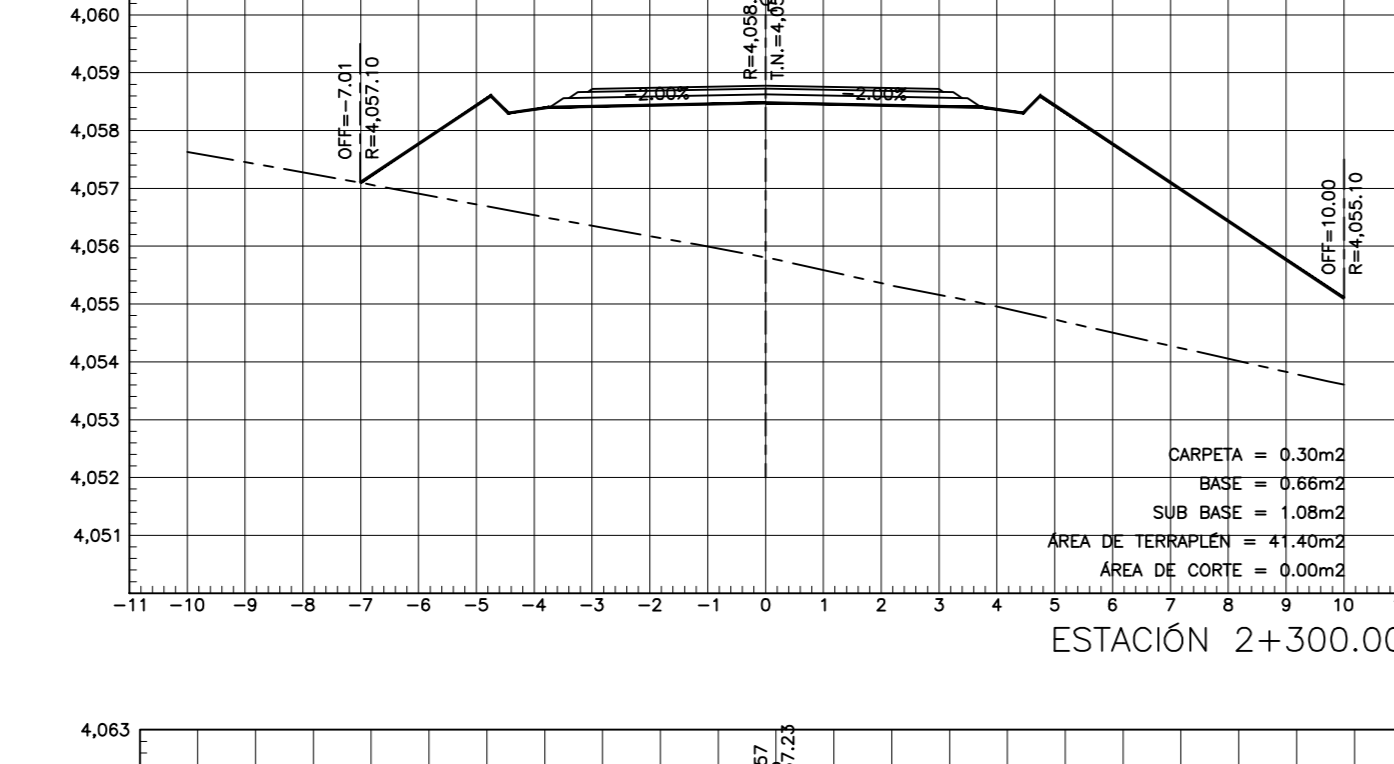
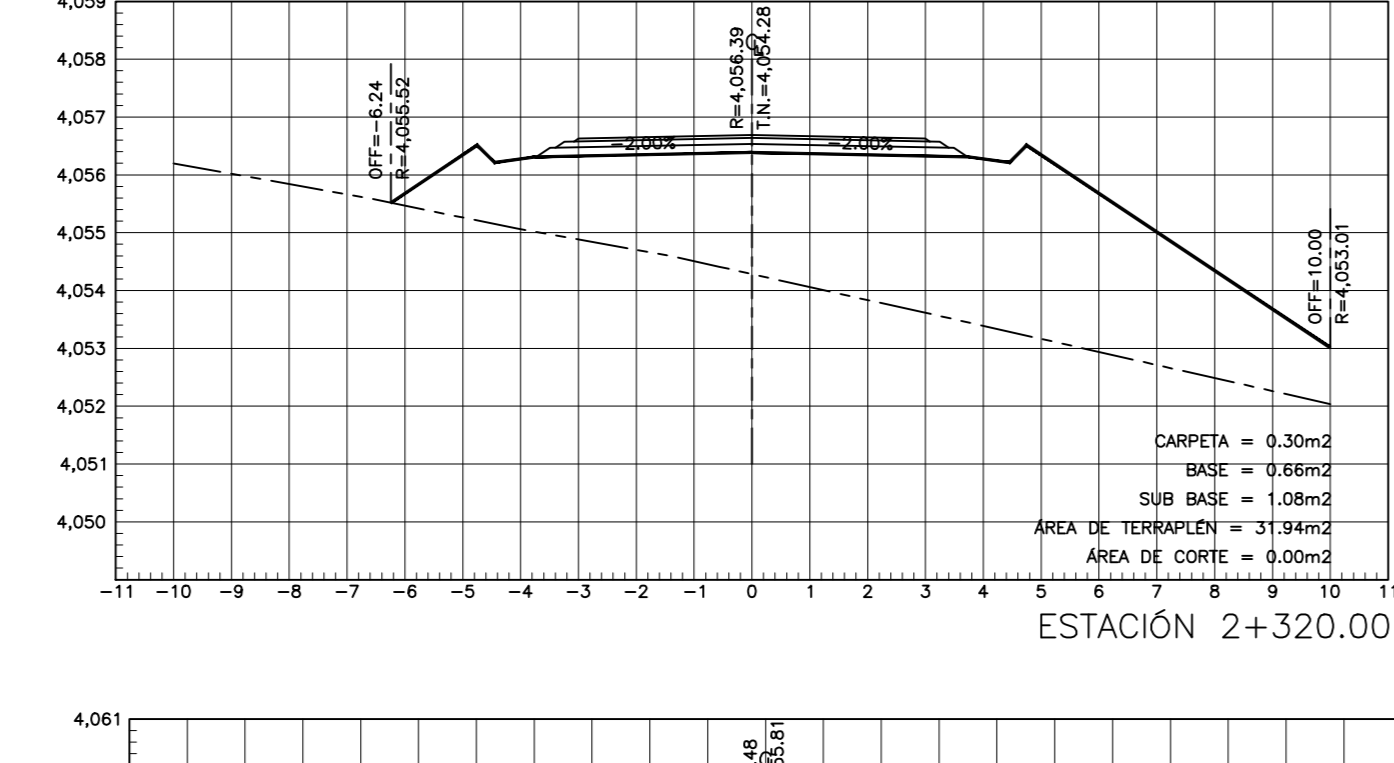
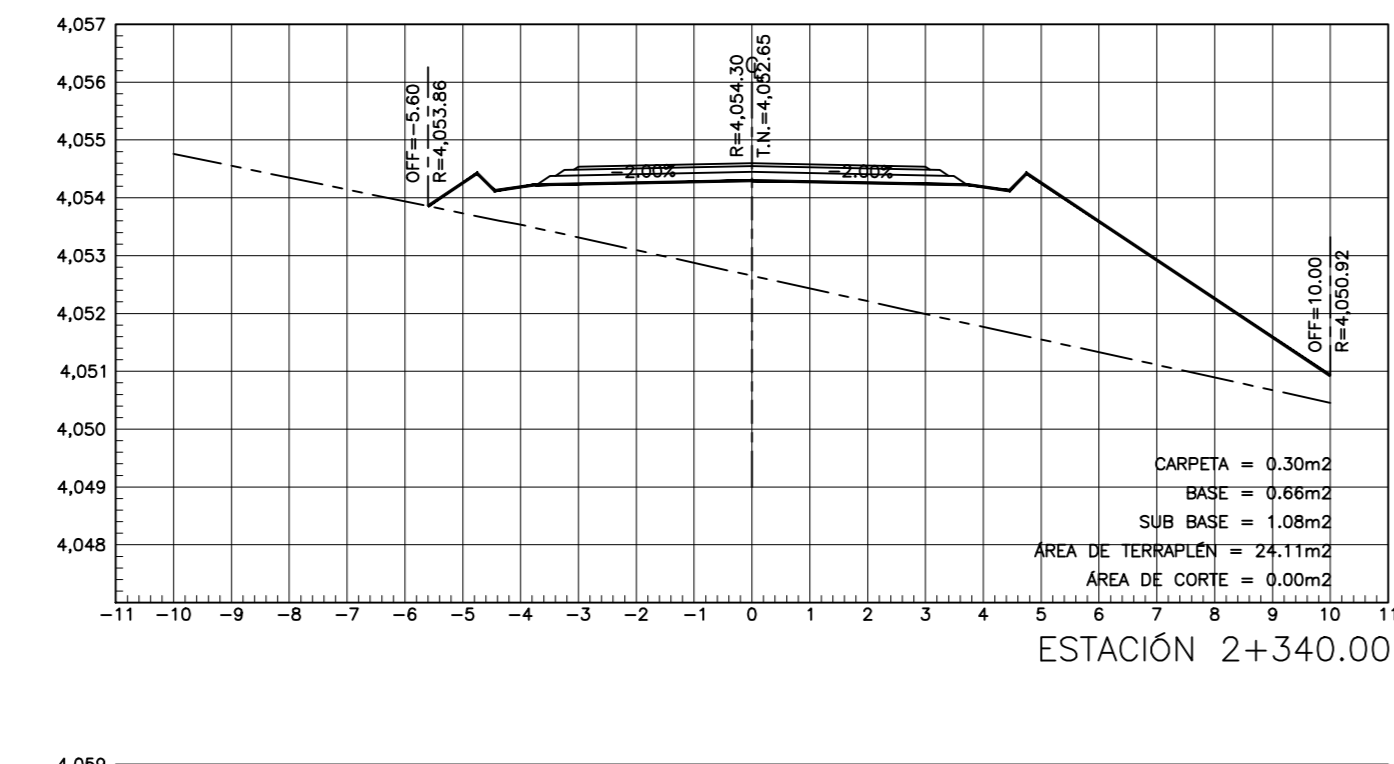
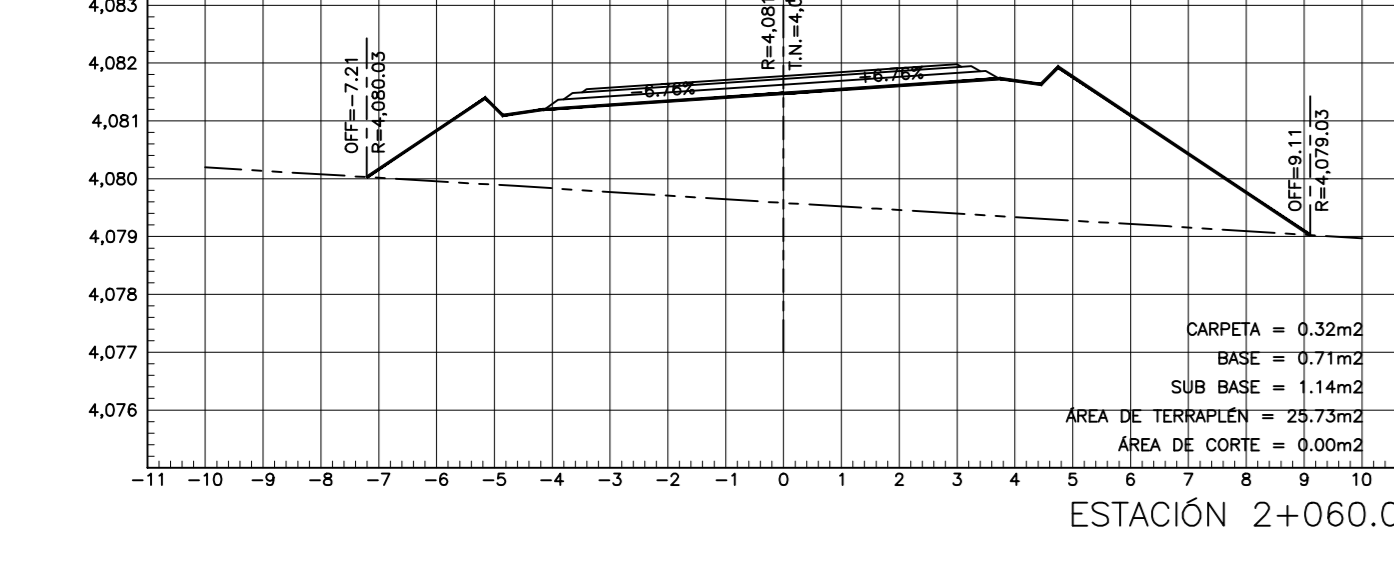
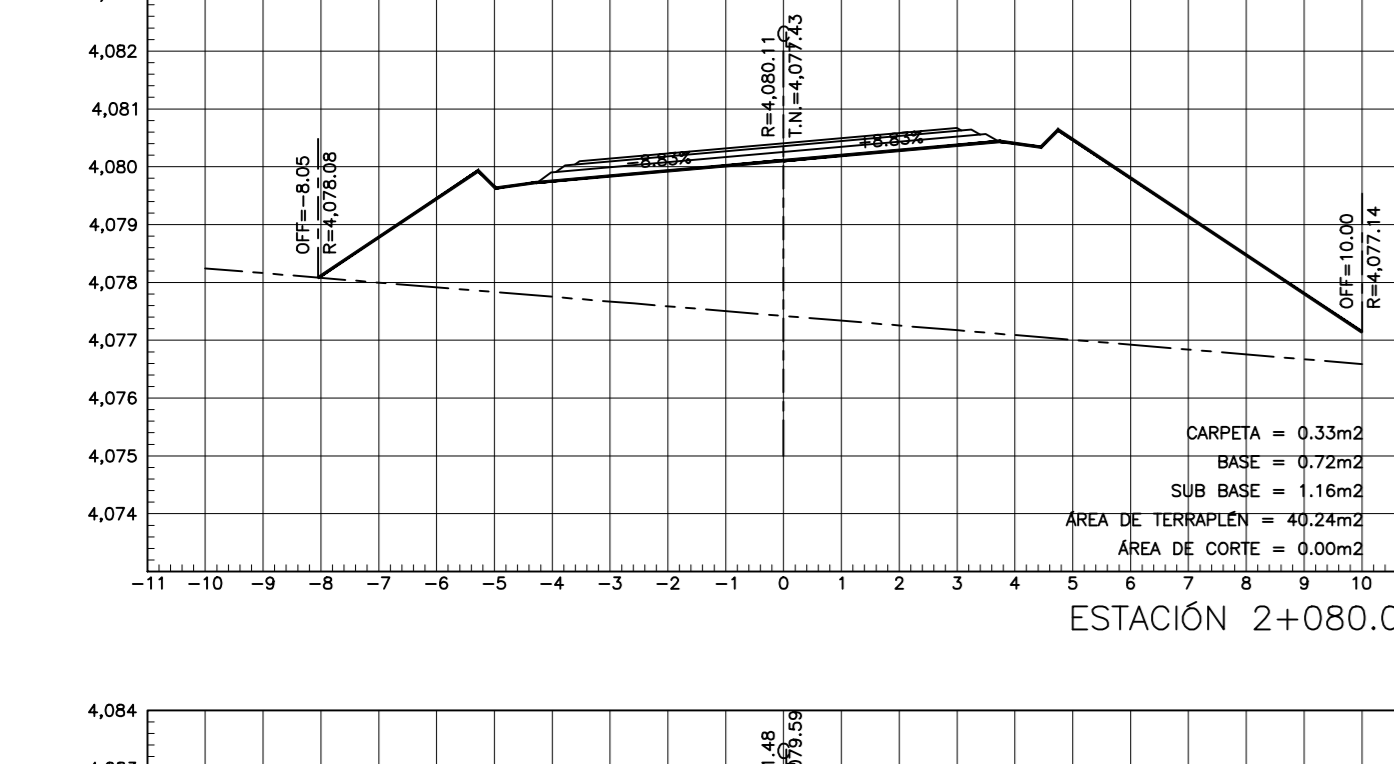
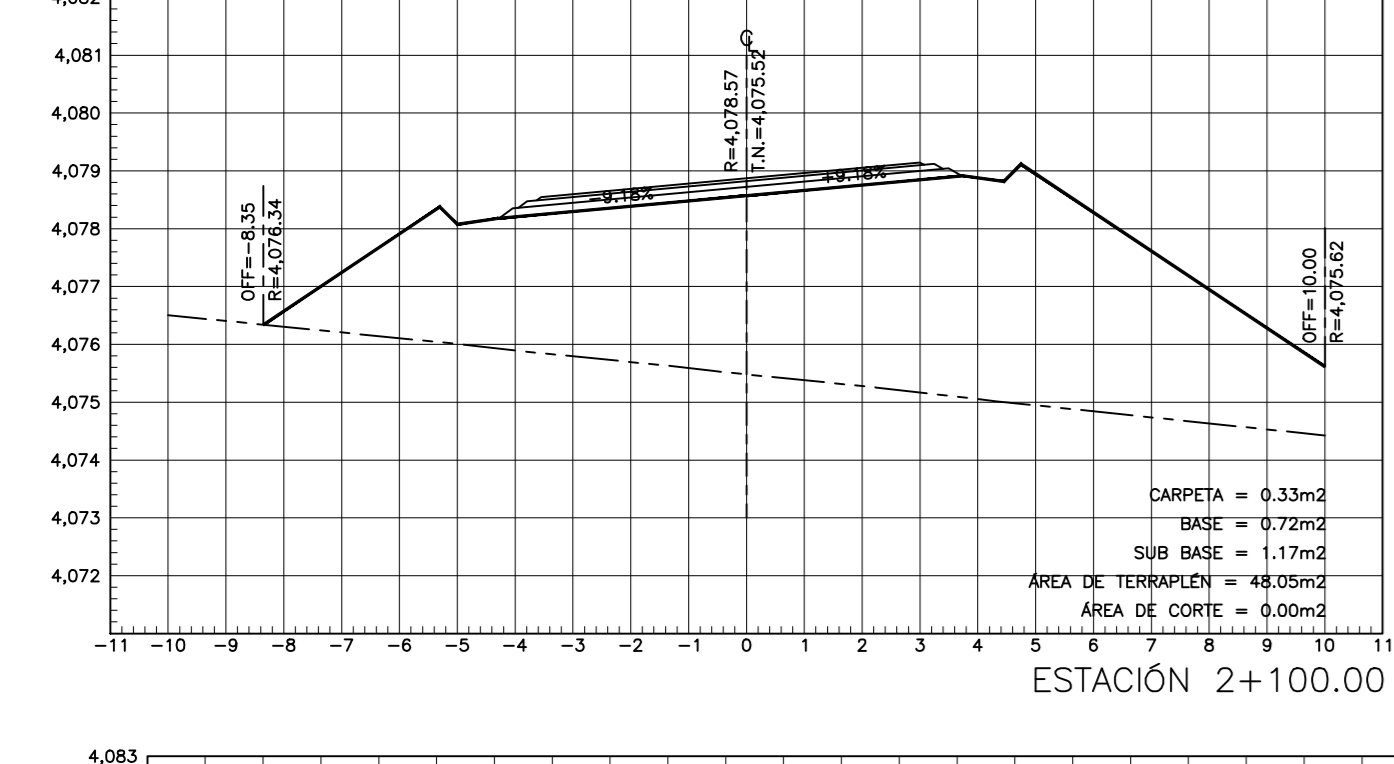
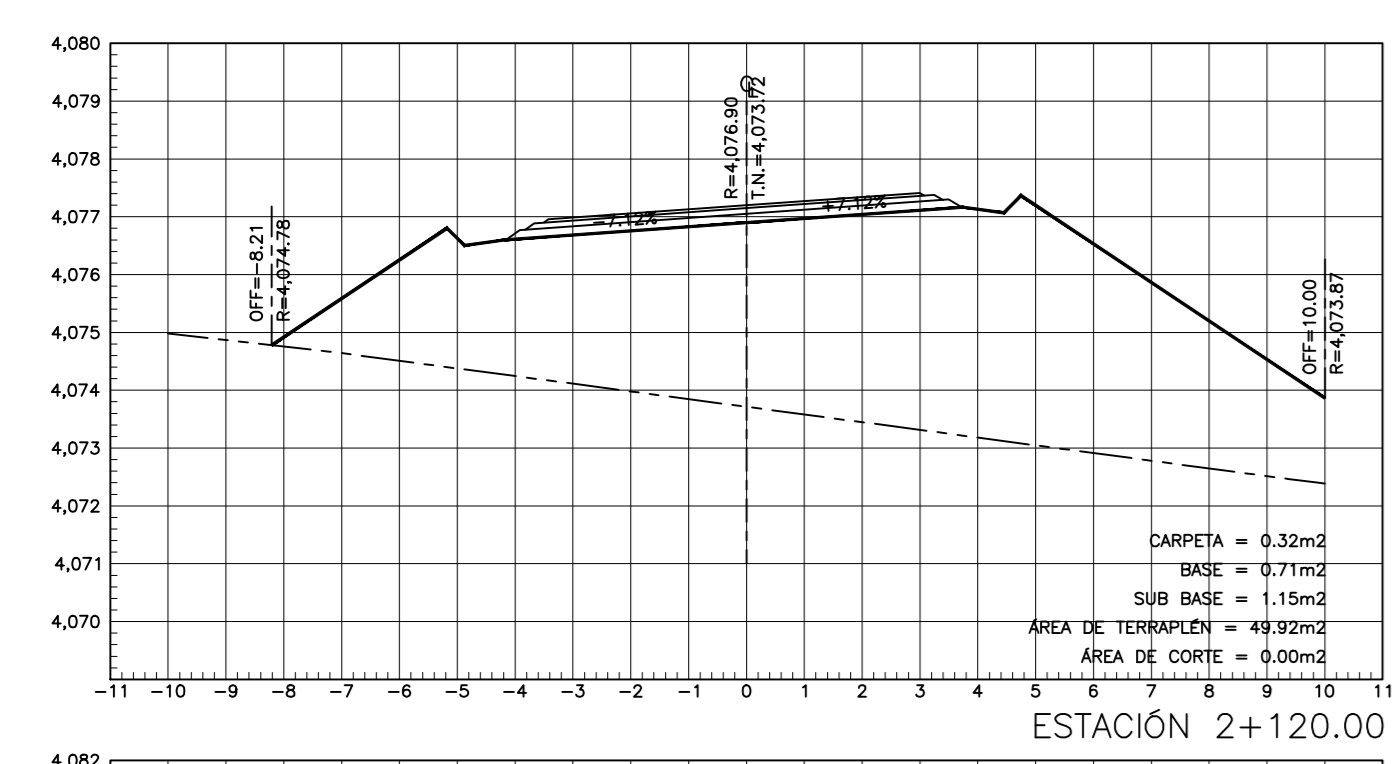
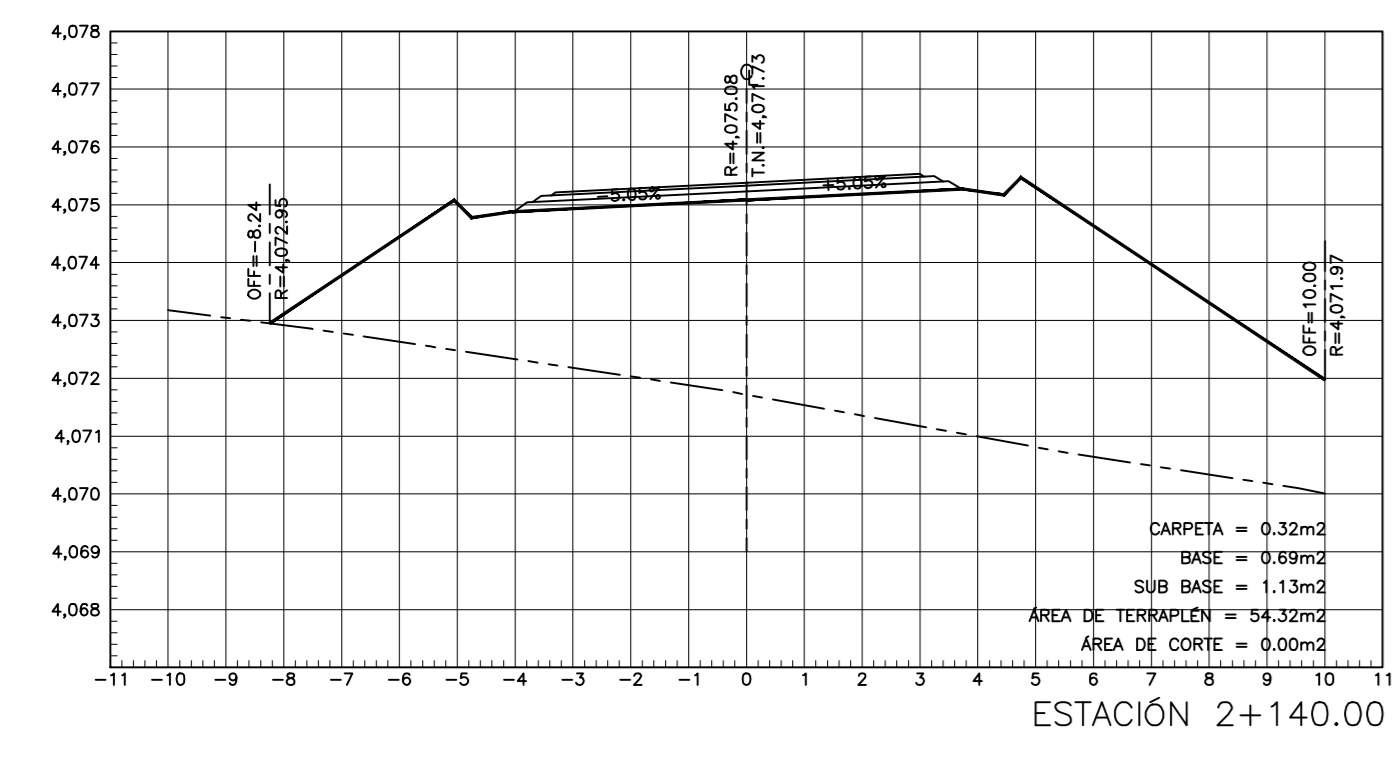
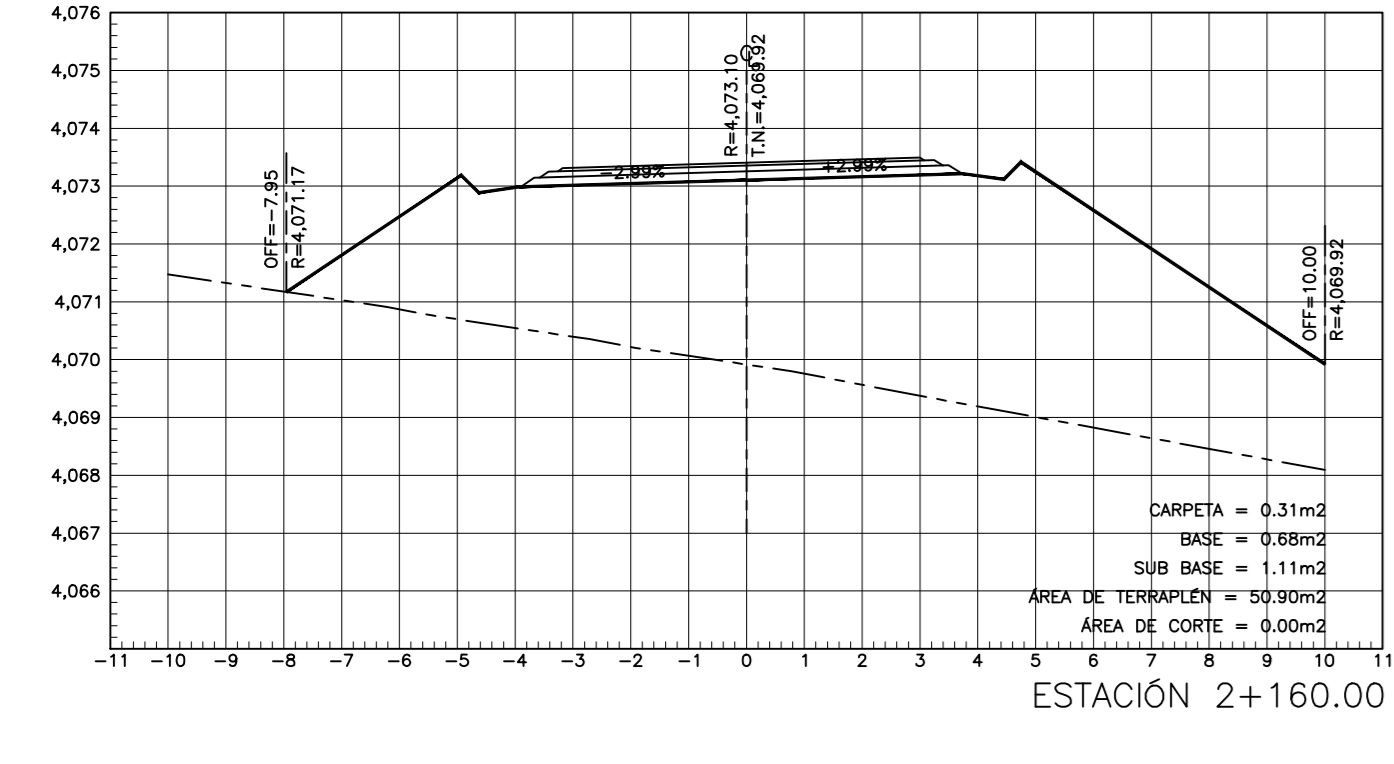
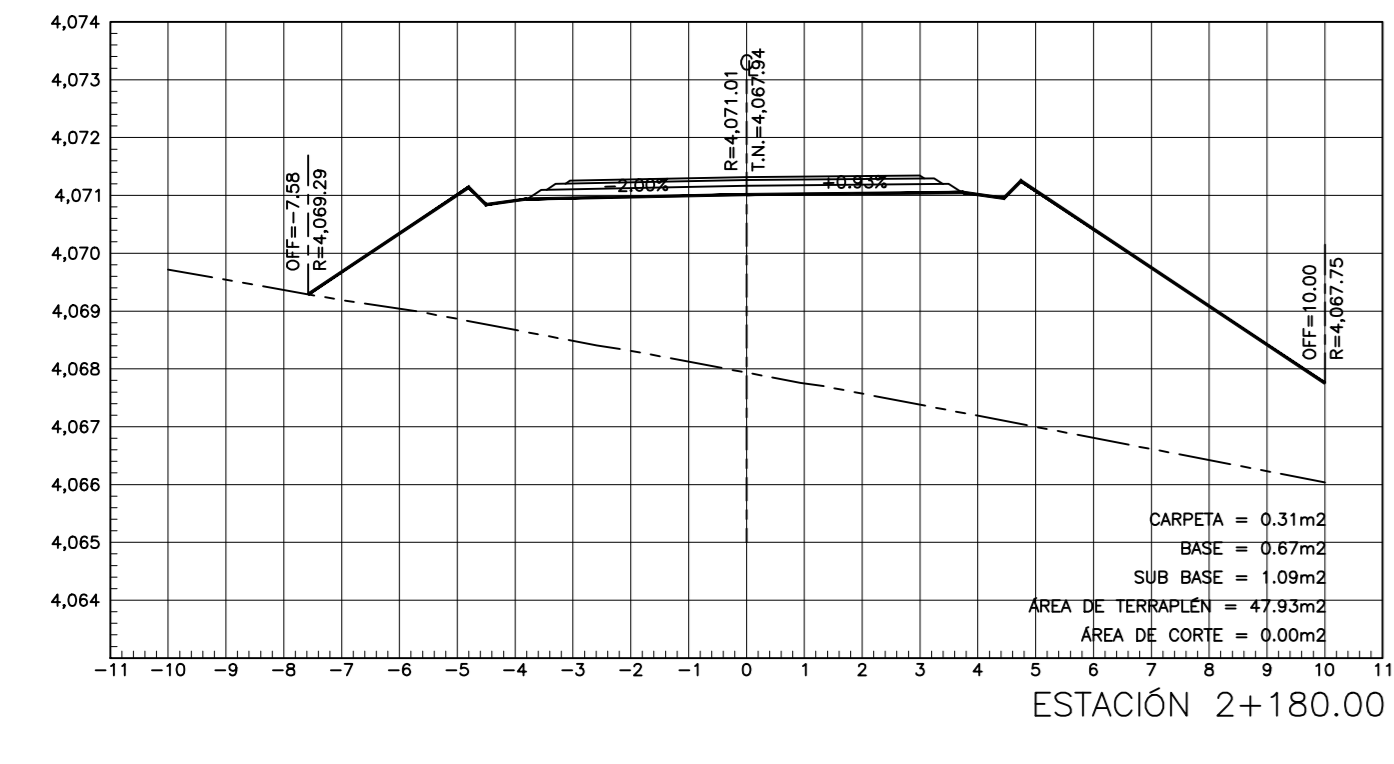
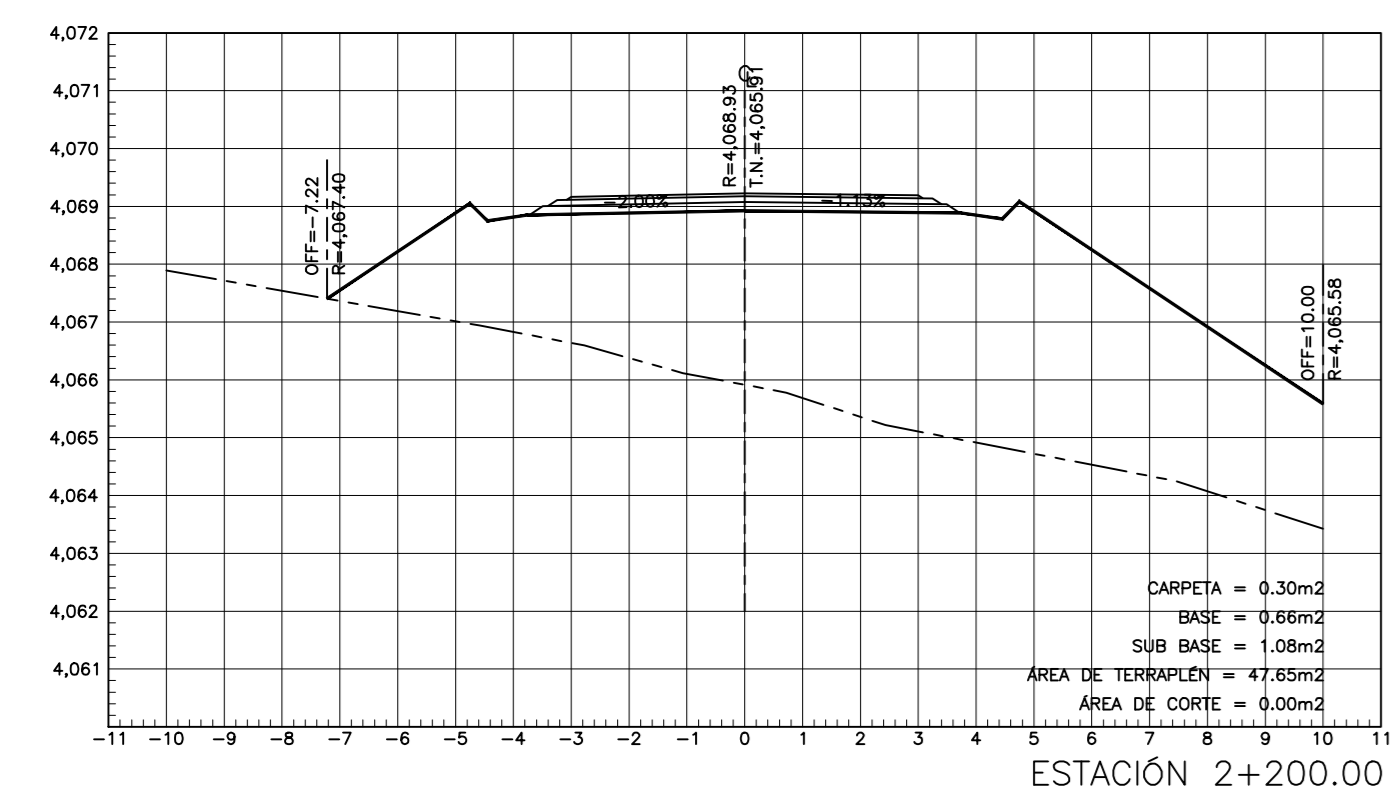
PROYECTO: DISEÑO DE LA VIA ENTRE LOS SECTORES DE PAYATAMBO TOTORA Y ATAHUALPA		FECHA: MAYO 2016	
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES		ABSC 0+000.00 - ABSC 1+060.00	
CLASE: IV ORDEN	LONGITUD: 4.065.60 KM	PROVINCIA: TUNJURAHUA	CANTON: AMBATO
DISEÑADO POR: Ego. Victor Hernandez	DEBILADO POR: Ego. Victor Hernandez	REVISADO POR: Ego. Mg. Víctor Alvarado	PARROQUIA: PILAHUÍN
ESCALAS: H: 1:125		LAMINA: 6/11	




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

PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA ENTRE LOS SECTORES DE PAYATAMBO TOTORA Y ATAHUALPA
 CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES ABCS 1+080.00 - ABCS 2+040.00

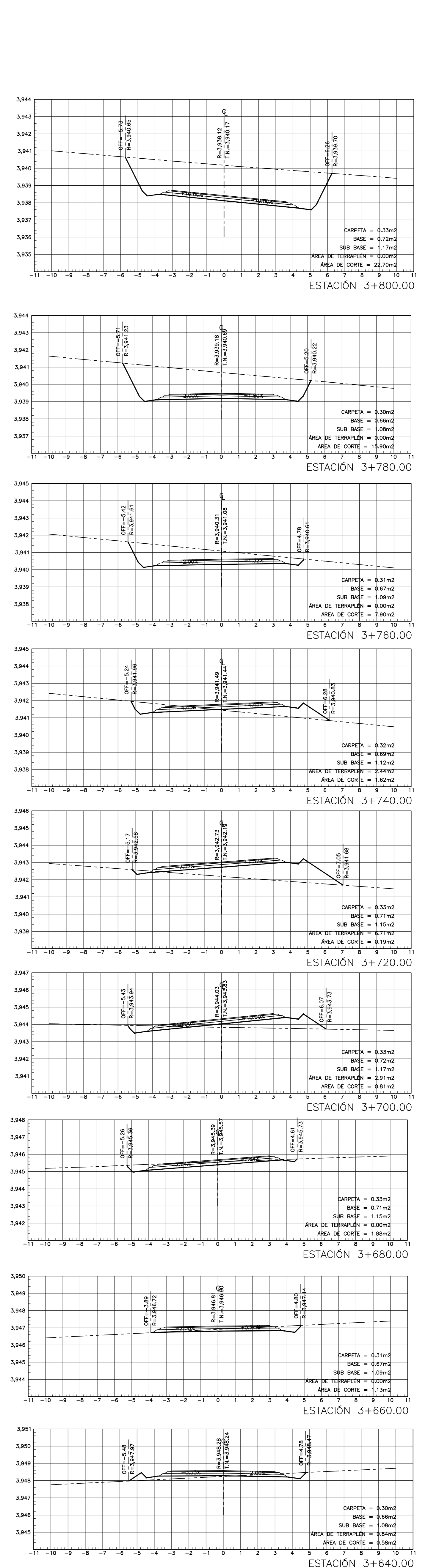
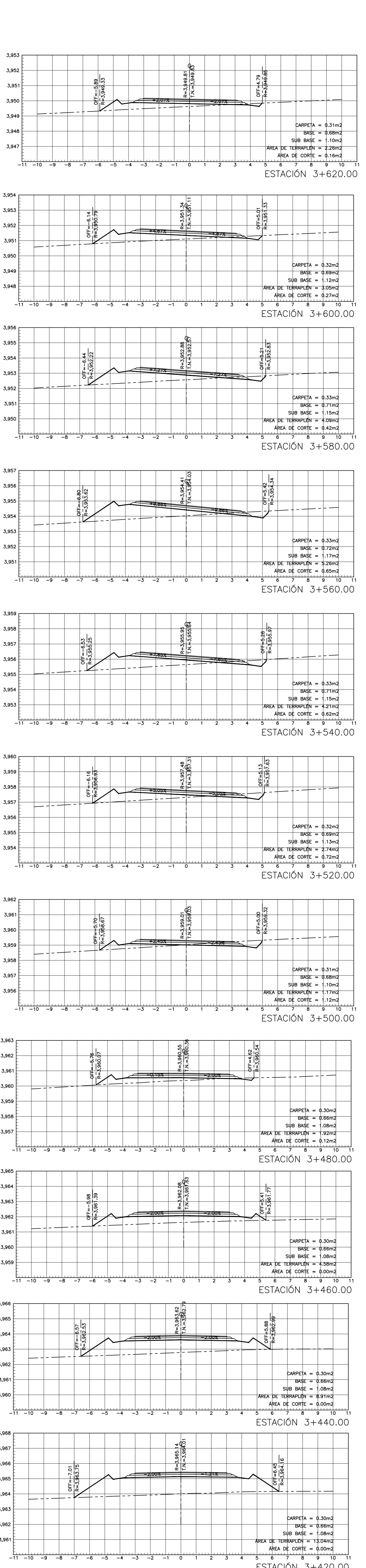
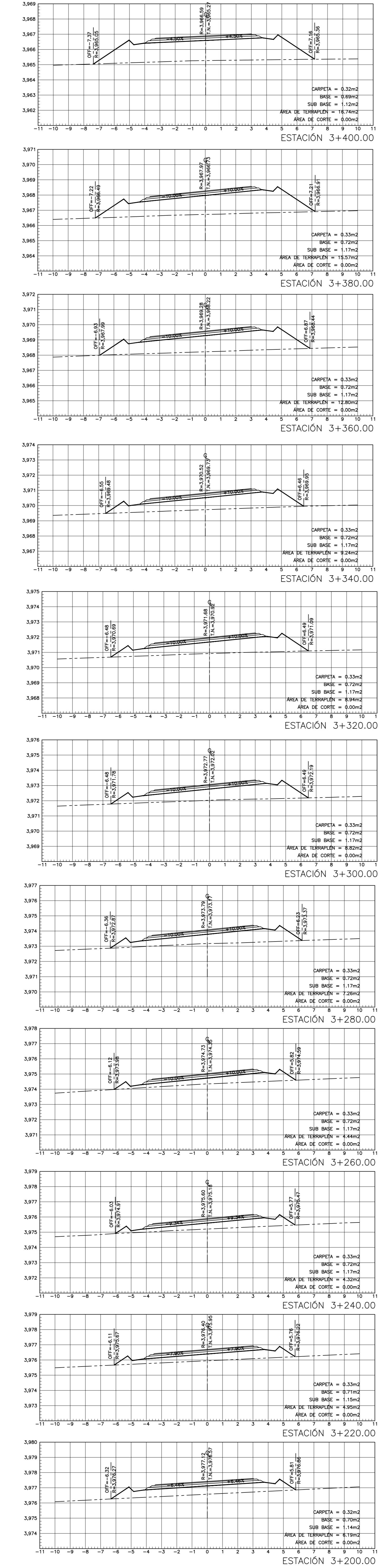
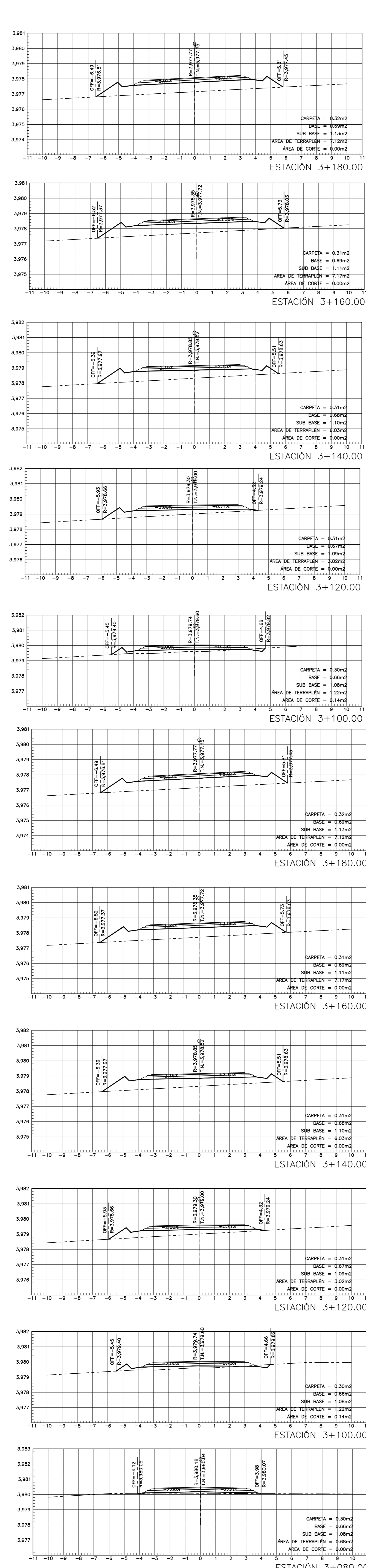
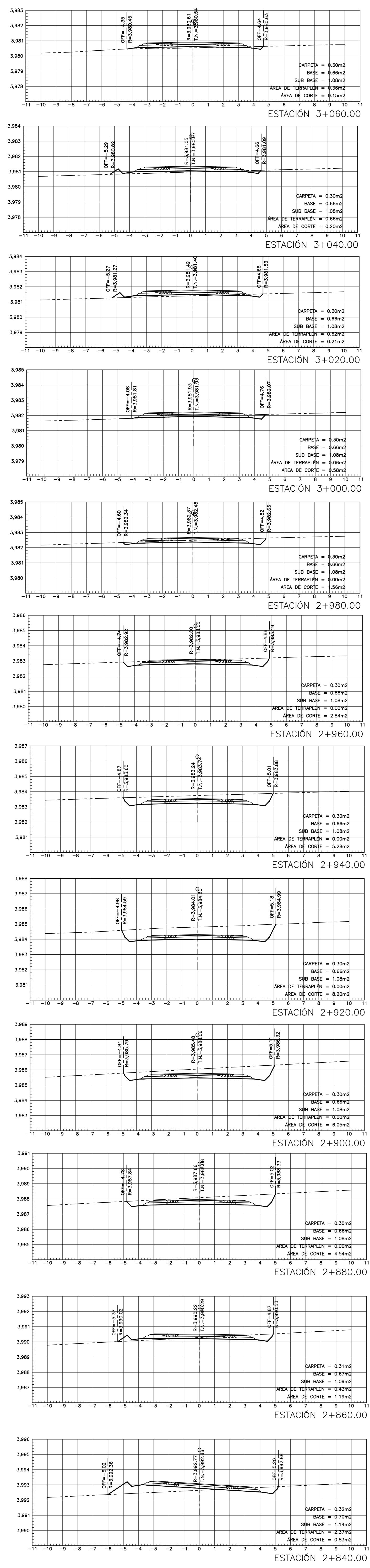
CLASE: IV ORDEN	LONGITUD: 4,605.60 KM	PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTÓN: AMBATO	FECHA: MAYO 2016
DISEÑADO POR: Edg. Víctor Hernández	DIBUJADO POR: Edg. Víctor Hernández	REVISADO POR: Edg. Víctor Hernández	PARROQUIA: PILAHUÍN	ESCALAS: H: 1:125 V: 1:125
				LÁMINA: 7/11



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

PROYECTO : DISEÑO DE LA VÍA ENTRE LOS SECTORES DE PAYATAMBO TOTORA Y ATAHUALPA
 CONTENIDO : SECCIONES TRANSVERSALES ABCS 2+060.00 - ABCS 2+820.00

CLASE : IV ORDEN	LONGITUD : 4.605.60 KM	PROVINCIA : TUNGURAHUA	CANTÓN : AMBATO	FECHA : MAYO 2016
DISEÑADO POR :	DIBUJADO POR :	REVISADO POR :	PARRQUA : PILAHUÍN	ESCALAS : H: 1:125 V: 1:125
Edu. Víctor Hernández			Ing. Mg. Víctor Amador	LÁMINA : 1/1



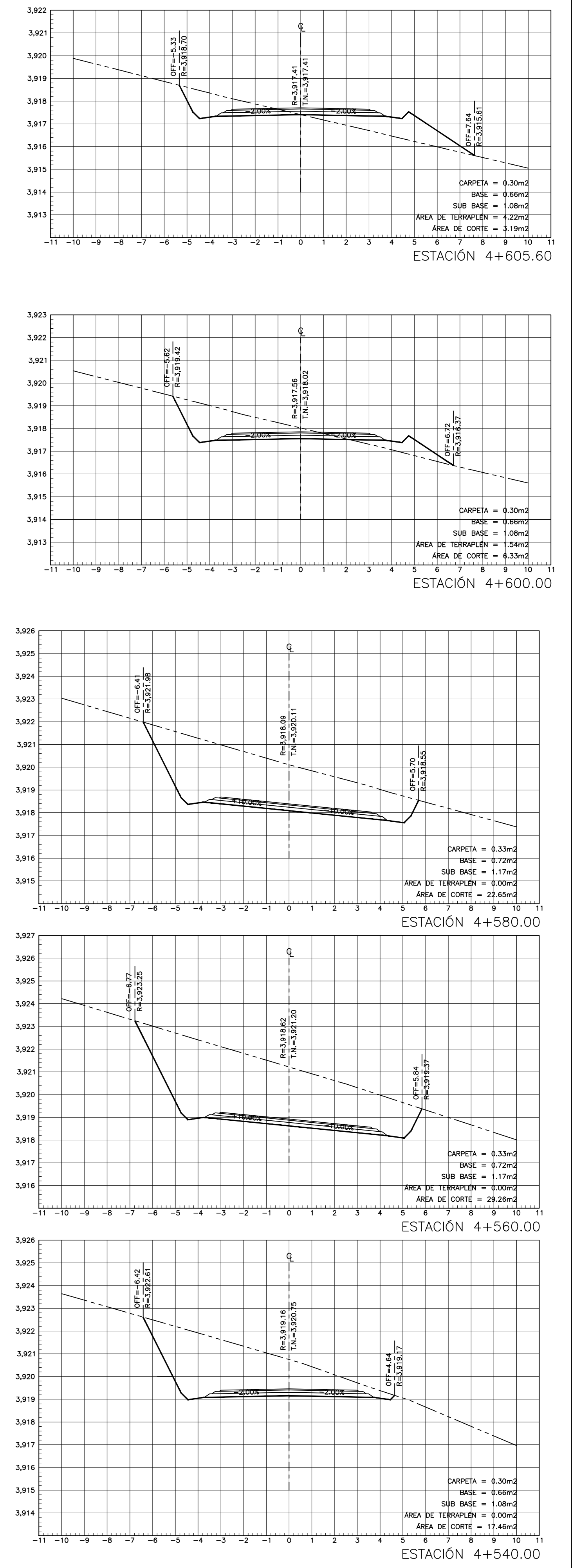
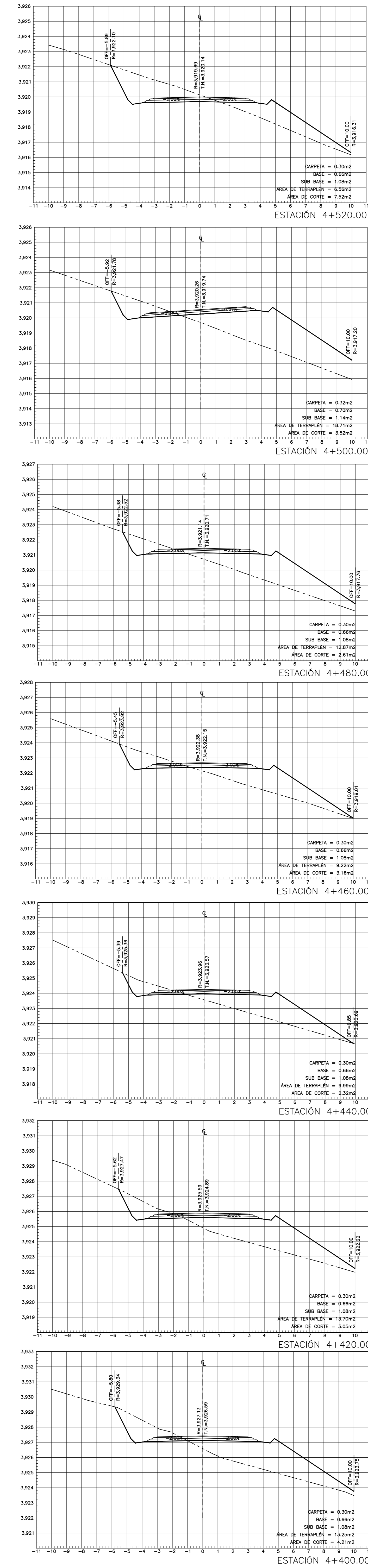
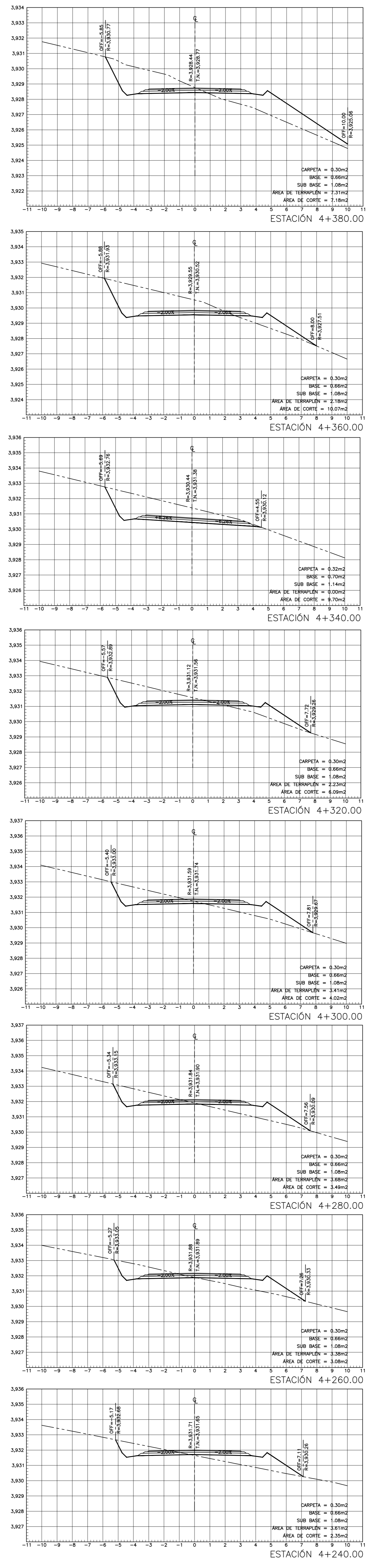
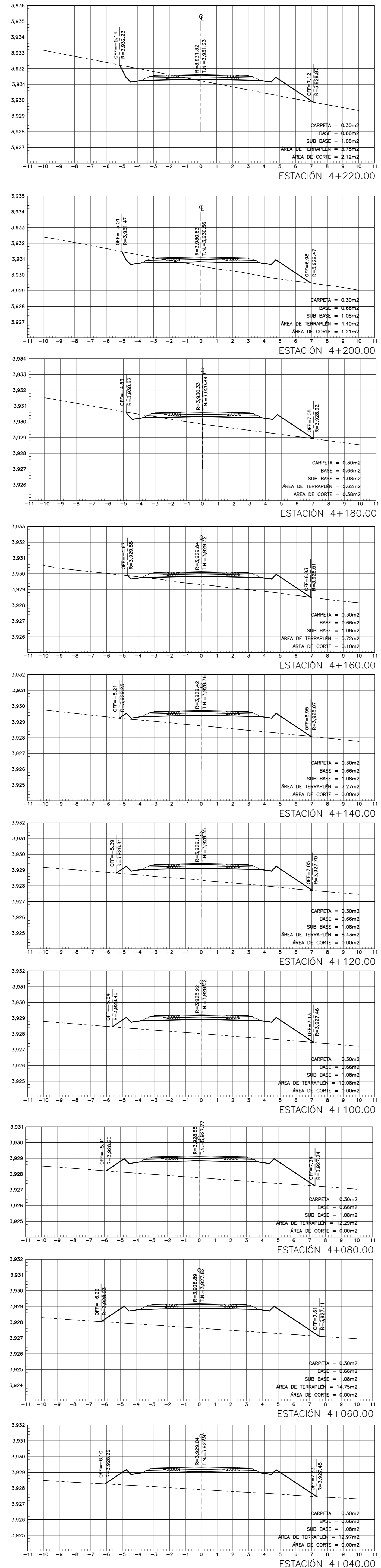
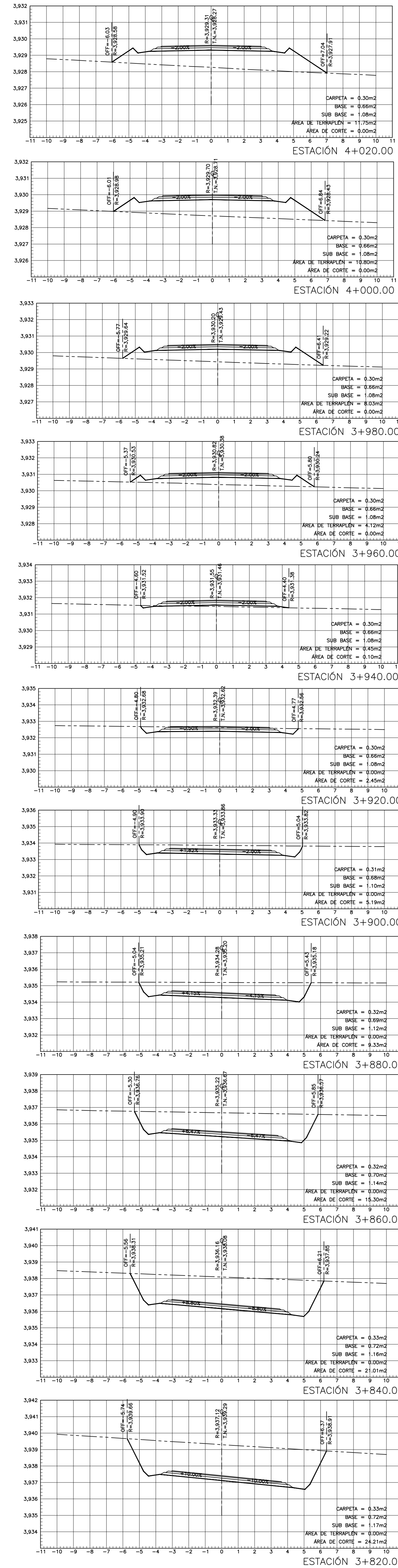
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DE LA VIA ENTRE LOS SECTORES DE PAYATAMBO TOTORA Y ATAHUALPA
 CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES ABSC 2+840.00 - ABS C 3+800.00

CLASE: IV ORDEN LONGITUD: 4,605.60 KM PROVINCIA: TUNGURAHUA CANTÓN: AMBATO FECHA: MAYO 2016

DISEÑADO POR: Edg. Víctor Hernández DIBUJADO POR: Edg. Víctor Hernández REVISADO POR: Rog. M. Vicedo Almeida

ESCALAS: H: 1:125 V: 1:125 PARROQUIA: PLAGUÍN LÁMINA: 9/11



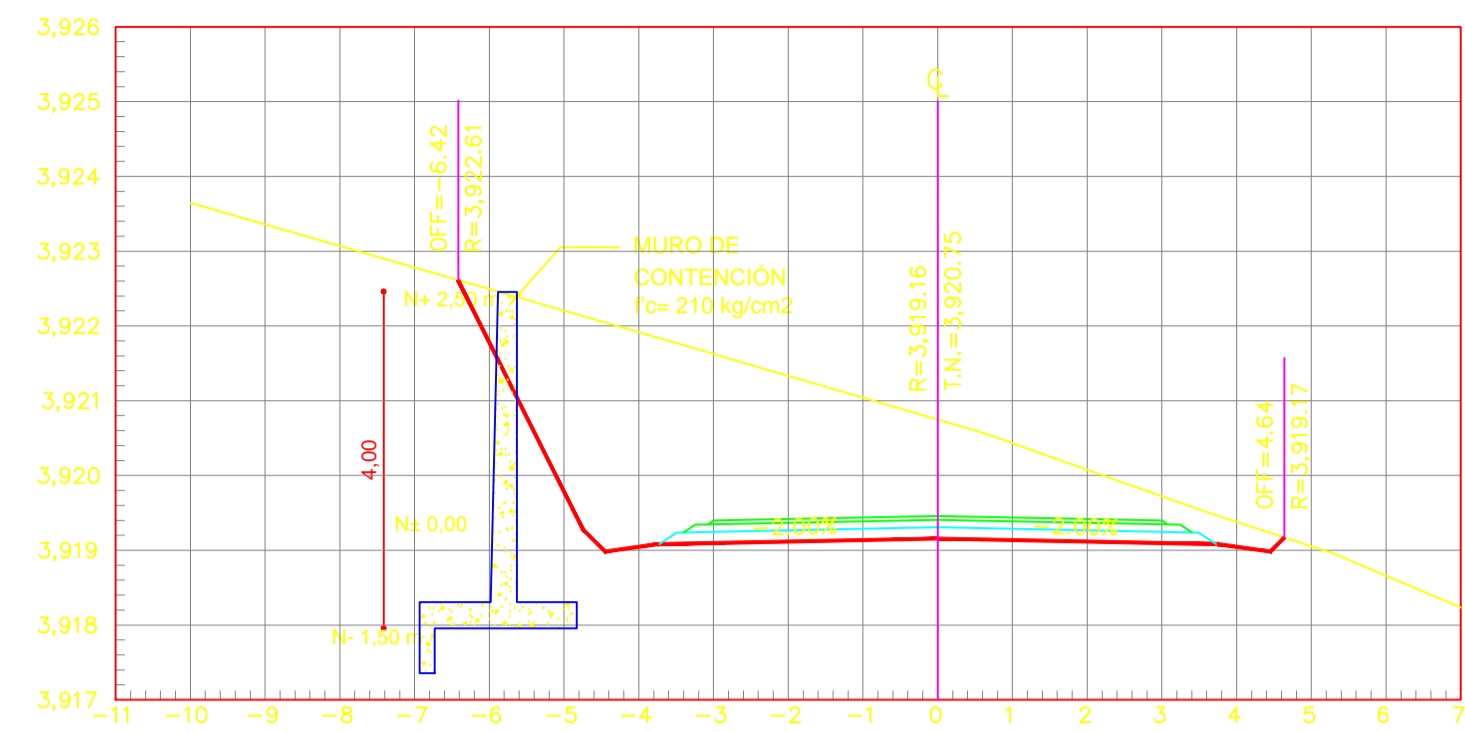
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA ENTRE LOS SECTORES DE PAYATAMBO TOTORÁ Y ATAHUALPA
 CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES ABS C 3+820.00 - ABS C 4+605.60

CLASE: IV ORDEN
 LONGITUD: 4.605.60 KM
 PROVINCIA: TUNGURAHUJA
 CANTÓN: AMBATO

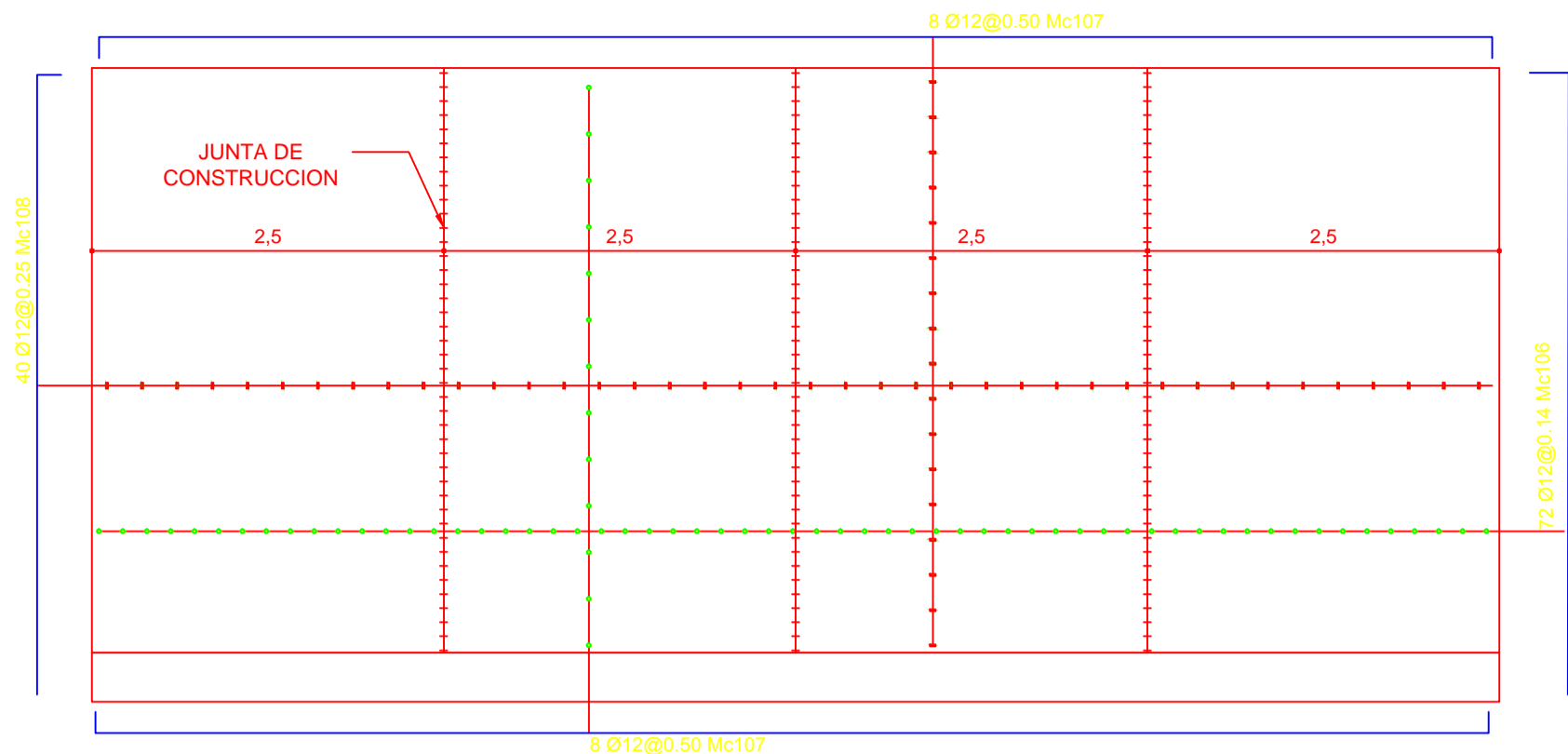
FECHA: MAYO 2016
 ESCALAS: H: 1:125
 V: 1:125

DISEÑADO POR: Ego. Víctor Hernández
 DIBUJADO POR: Ego. Víctor Hernández
 REVISADO POR: Ing. Mg. Víctor Almeida
 PARRROQUIA: PILAHUÍN
 LÁMINA: 10/11



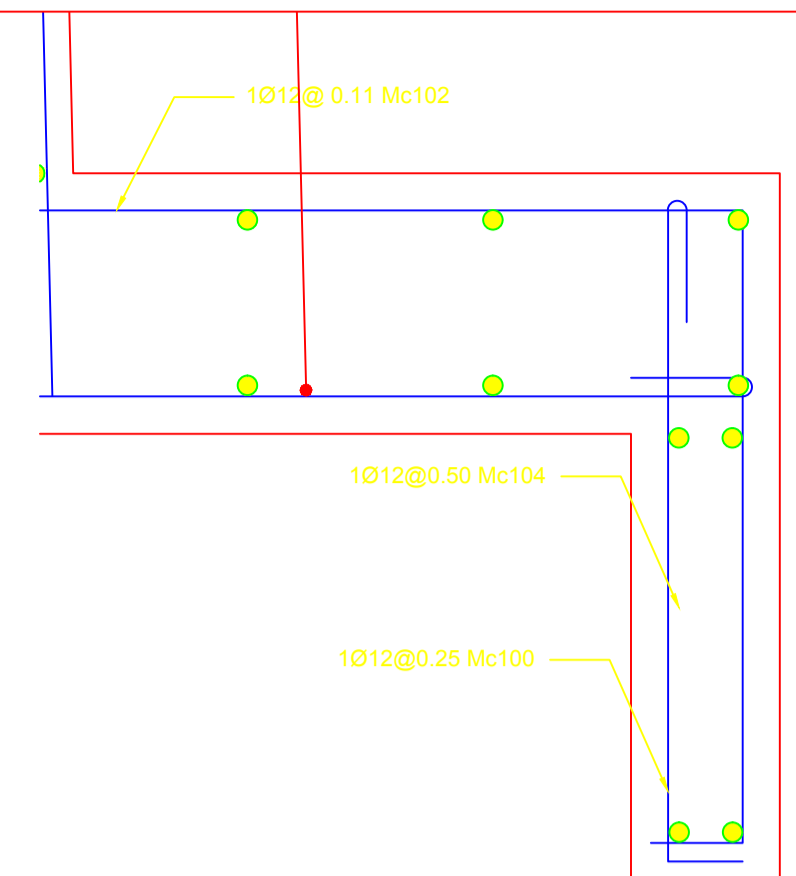
VISTA EN PERFIL

ESCALA 1:100



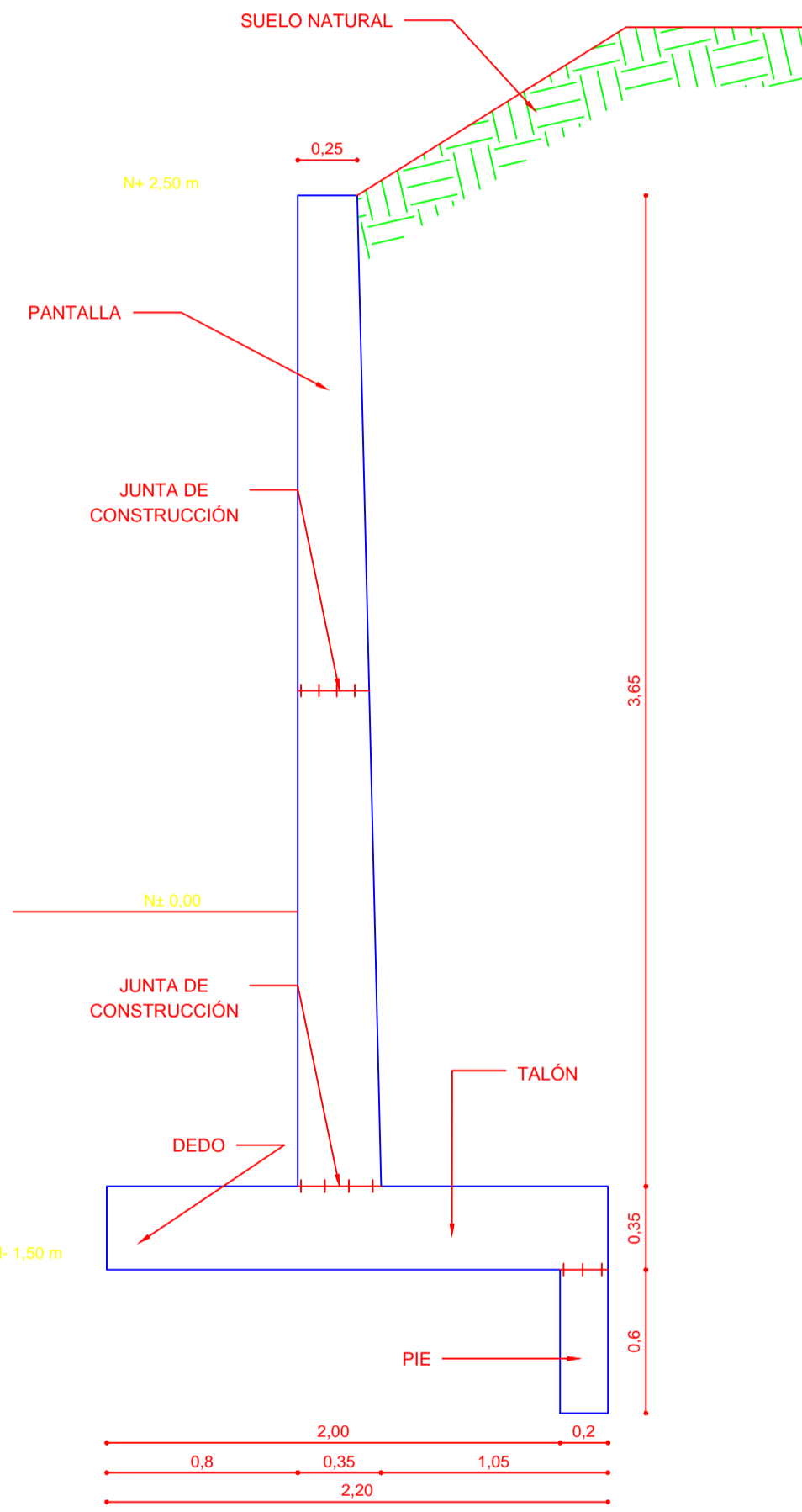
ARMADO DE PANTALLA

ESCALA 1:50



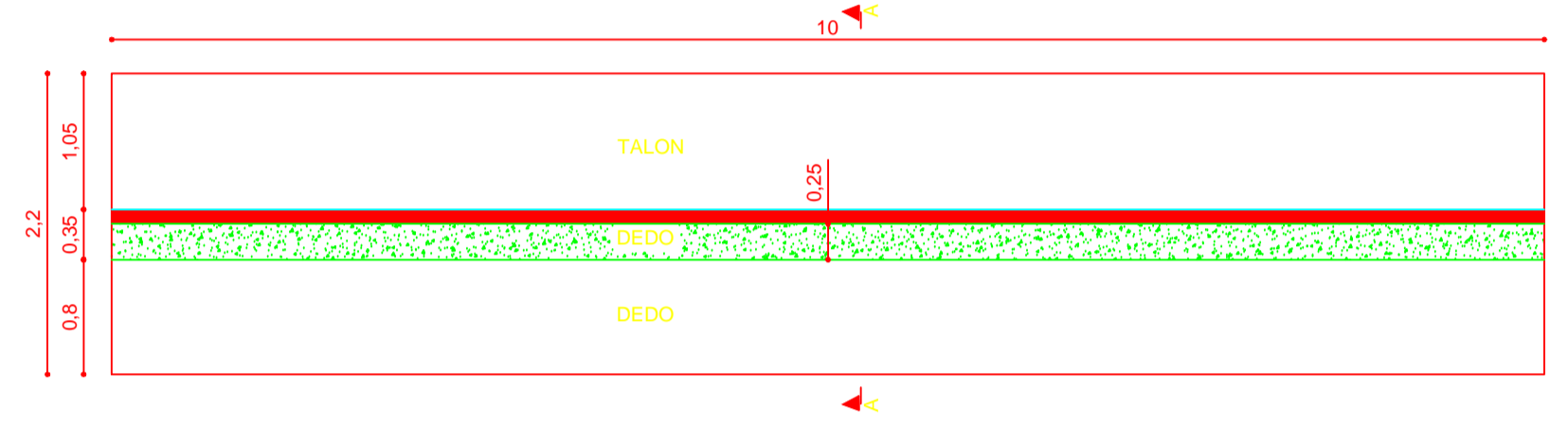
DETALLE DE UNIÓN

ESCALA 1:10



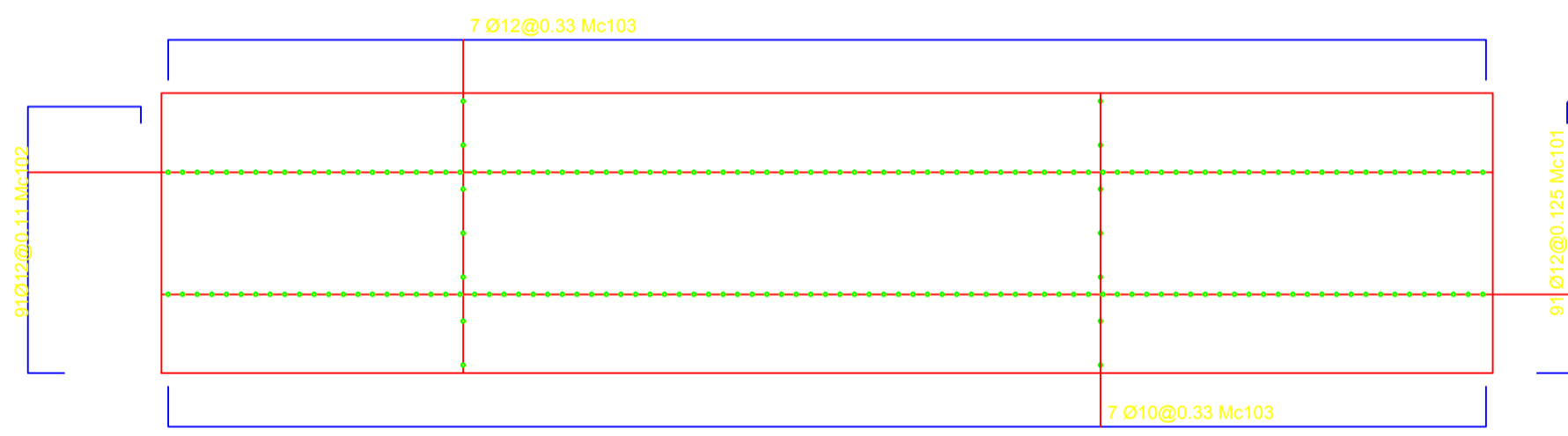
MURO TIPO

ESCALA 1:25



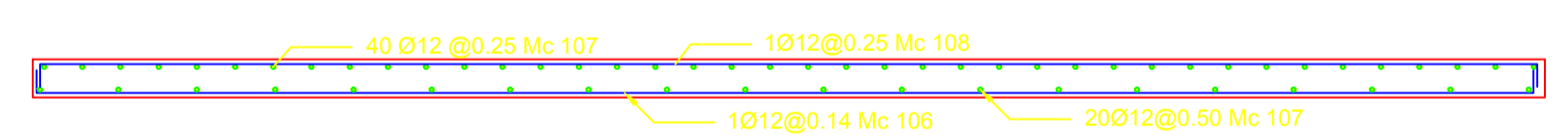
VISTA EN PLANTA

ESCALA 1:50



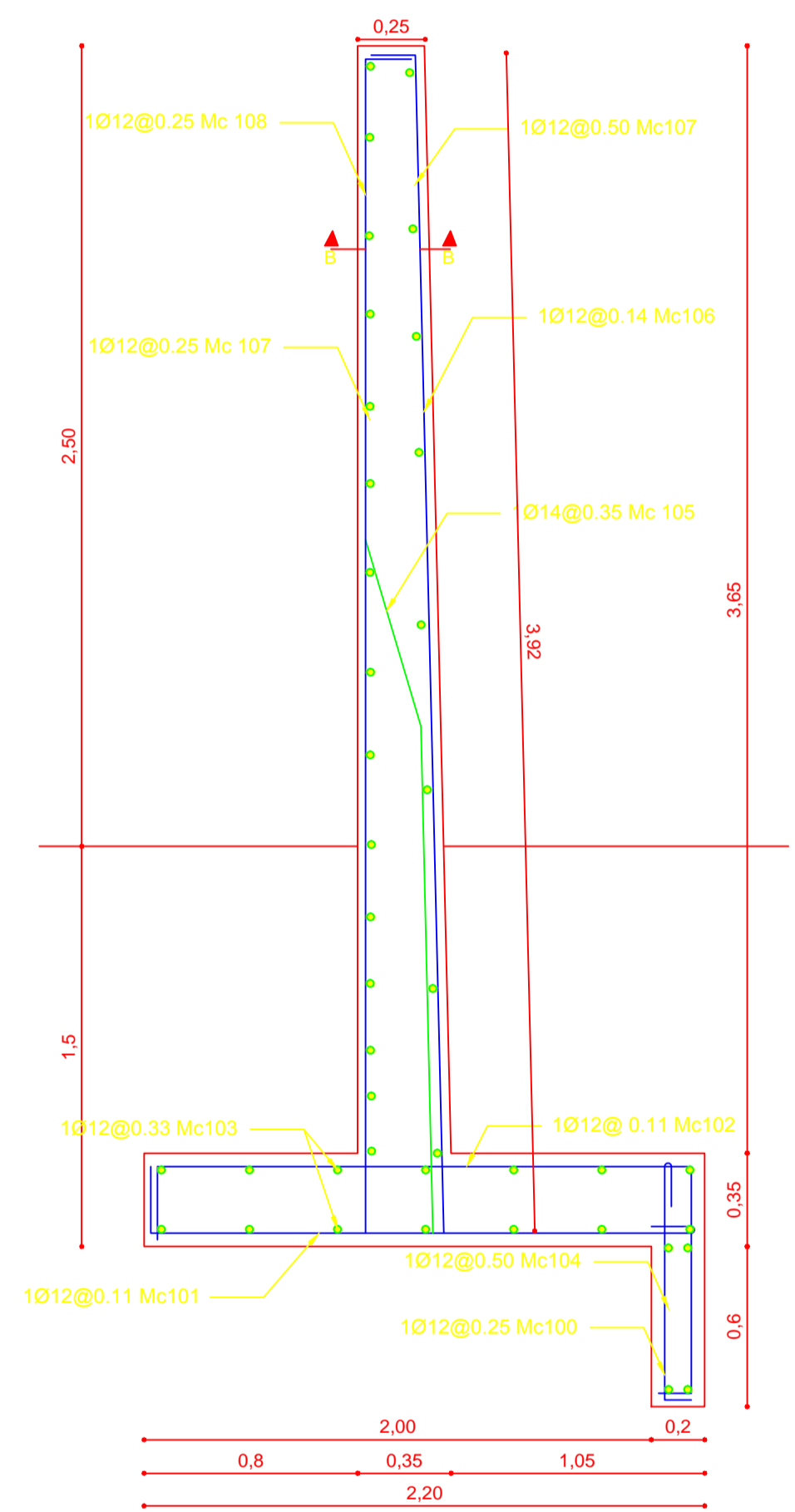
ARMADO DE CIMENTACIÓN

ESCALA 1:50



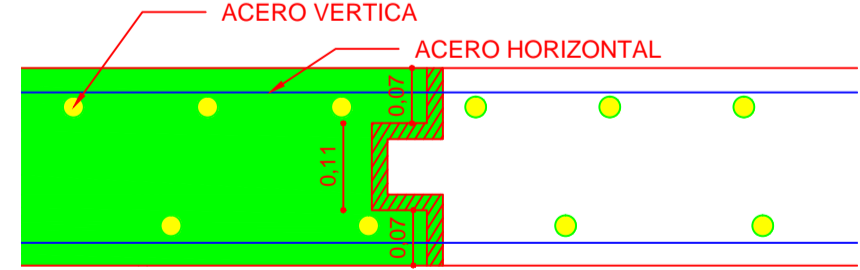
CORTE B-B

ESCALA 1:50



CORTE A-A

ESCALA 1:25

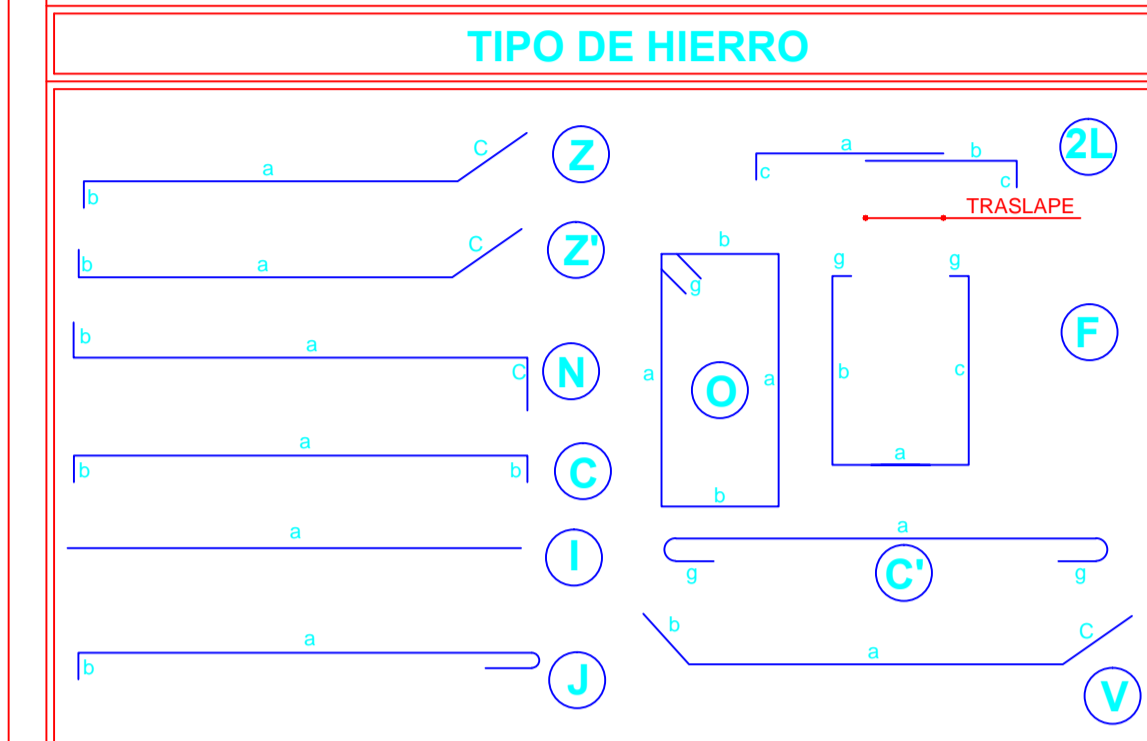


JUNTA DE CONSTRUCCIÓN TÍPICA

ESCALA 1:10

PLANILLA DE HIERROS												
Marca	φ	Tipo	N°	dimensiones					Longitud Corte	Longitud Desarrollo	Peso Kg	
				a	b	c	d	e				
CIMENTACIÓN MUROS												
100	12	J	40	0.90	0.15				0.1	1.15	46.00	40.84
101	12	J	91	2.00	0.30				0.1	2.40	216.40	195.90
102	12	G	91	2.00	0.30	0.90	0.15			3.35	304.65	270.65
103	12	C	14	9.9	0.3	0.30				10.50	147.00	130.51
104	12	C	4	9.90	0.15	0.15				10.20	40.80	36.22
MUROS												
105	14	Z	29	1.90	0.30	0.75			0.1	3.05	88.45	106.66
106	12	C	72	4.42	0.30	0.20				4.92	354.24	314.50
107	12	C	16	9.90	0.20	0.20				10.30	164.80	146.31
108	12	C	40	4.35	0.3	0.20				4.85	194.00	172.24
										1412.06		

NOTA: SERAN DOBLADOS Y CORTADOS EN OBRA. Mc: 100-108



RESUMEN DE MATERIALES									
ELEMENTO	VOL DE ESCAVACIÓN (m³)	VOL DE HORMIGÓN (m³)	PESOS DE HIERROS (Kg) fy=4200 Kg/cm²						PESO TOTAL (Kg)
			Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 18	Ø 20	
REPLANTILLO		1.1							
CIMENTACIÓN	44.7	7.8							
PANTALLA		10.9							
TOTAL	44.7	18.7							1412.06

NUMERO DE VARILLAS COMERCIAL DE 12 m

OBSERVACIONES:

<p>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</p>	<p>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</p>	<p>PROYECTO: DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA ENTRE LOS SECTORES DE PATATAMBO TOTORÁ - ATAHUALPA DE LA PARROQUIA PLANCHÓN CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA</p>	<p>TRAMO: PRINCIPAL</p>
	<p>CONTIENE: VISTA EN PLANTA, PERFIL, CORTES, DETALLES, ARMADO DE MURO DE CONTENCIÓN</p>	<p>ESCALAS: INDICADAS</p>	<p>FECHA: MAYO 2016</p>
<p>UBICACIÓN: EN LA ABSCISA 4+540.00</p>	<p>DISEÑADO POR: EDDO. VICTOR HERNANDEZ</p>	<p>REVISADO POR: ING. MG. VINICIO ALFREDA</p>	

“MEJORAMIENTO DE LA VÍA ENTRE LOS SECTORES DE ATAHUALPA Y PAYATAMBO TOTORA, EN EL KM 45 VÍA AMBATO – GUARANDA, EN LA PARROQUIA PILAHUÍN, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.

Hernández Víctor*; Almeida Vinicio[†]

**Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica*

Ambato, Ecuador, e-mail: victorino20@hotmail.com

Resumen: El presente proyecto técnico tiene como objetivo el mejoramiento de la vía entre los sectores de Payatambo Totorá y Atahualpa de la parroquia de Pilahuín del cantón Ambato perteneciente a la provincia de Tungurahua, para de esta manera mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector y ofrecer una vía digna para la comercialización de sus productos.

Además para la elaboración del presente proyecto se tomó en cuenta todos los estudios necesarios y la aplicación de todas las normas técnicas que competen la realización del mejoramiento vial.

Palabras claves: Carreteras, Diseño geométrico vial, pavimentos.

Abstract: This technical project aims at improving the road between sectors Payatambo Totorá and Atahualpa Parish Pilahuín Canton Ambato belongs to the province of Tungurahua, to thereby improve the quality of life of the inhabitants of the sector and offer a dignified way to market their products.

In addition to the preparation of this project took into account all the necessary studies and application of all technical standards that concern the completion of the road improvement

Keywords: Highways, geometric design road pavements

I. INTRODUCCIÓN

Los sectores de Payatambo Totora y Atahualpa no cuentan con una vía adecuada, de tal manera que sus actividades y comercialización de productos se ven afectados y no los pueden realizar de la mejor manera, con la ejecución del proyecto de mejoramiento de la vía que conecta estos dos sectores se espera mejorar la calidad de vida de los habitantes así como también disminuir el tiempo que se demoran en llegar a la red vial principal de manera cómoda o segura.

El proyecto se encuentra ubicado en la parroquia de Pilahuín, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua, en el Km 45 vía Ambato – Guaranda, inicia en las siguientes coordenadas: N 9848051.49; E 741464.89, Cota: 4117.75 (m.s.n.m) y termina en las siguientes coordenadas: N 9851320.96; E 740041.97, Cota: 3917.29 (m.s.n.m).

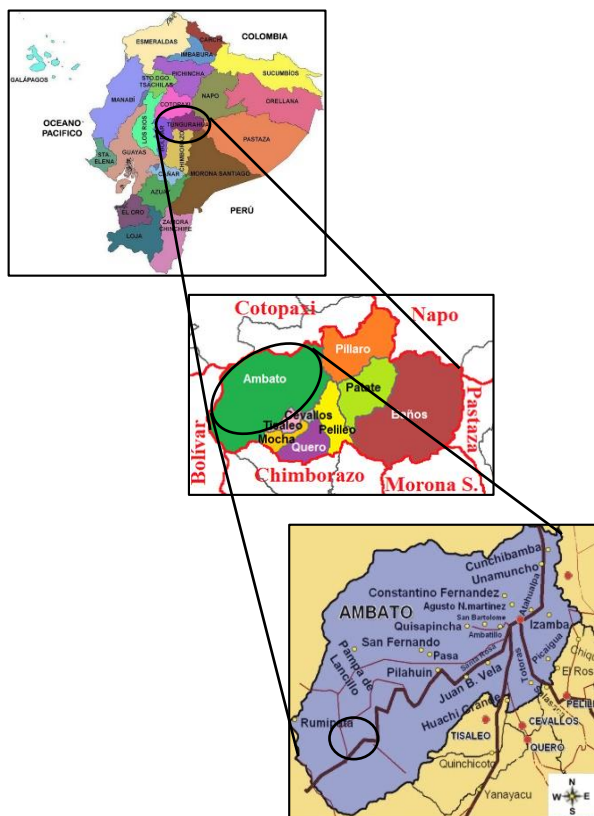


Figura 1. Ubicación del proyecto

Los límites del proyecto son:

Norte: Parroquia De San Fernando

Sur: Provincia de Chimborazo

Este: Parroquia de Juan Benigno Vela

Oeste: Provincia de Bolívar

II. METODOLOGÍA

Para la ejecución del presente proyecto, se tomará en cuenta los siguientes aspectos y normas:

- Diseño geométrico: se lo realizó en base a las normas de diseño geométrico MTOP 2003 (Ministerio de Transporte y Obras públicas)

- Estructura del pavimento: se consideró y diseño en base a las normas AASHTO-93 y ASTM.

- Especificaciones viales: Ley de caminos de la República del Ecuador y la norma Ecuatoriana Vial NEVI-12.

- Diseño de Muro de contención: se lo realizó en base a las normas ACI 318-08.

Trabajo de campo

El estudio de suelos es un factor importante del cual se obtiene las características para realizar un buen diseño de pavimento.

La toma de las muestras se realizó de 1 calicata o pozo por kilómetro de la cual se obtuvo muestras de aproximadamente 50 kg, una vez obtenidas las muestras se procedió a ensayar en los laboratorios de estudio de suelos.

Trabajo de laboratorio

- Análisis granulométrico.

- Límites de consistencia.

- Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

- Clasificación SUCS.

- Clasificación AASHTO.
- Humedad óptima
- Proctor Modificado
- C.B.R.

Una vez obtenido todos estos estudios se procedió a calcular el C.B.R de diseño para el proyecto.

Estudio de tráfico: para determinar el volumen de vehículos que circulan por la vía se realizó un conteo manual en los dos sentidos de circulación durante 5 días consecutivos desde las 6:00 am hasta las 18:00 pm en intervalos de 15 minutos lo cual ayudó a determinar la hora pico en la vía, el conteo se realizó en el punto inicial y en el punto final de la vía.

Diseño geométrico: de acuerdo a [1] define que es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Los condicionantes para situar una carretera sobre la superficie son muchos, entre ellos la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología o factores sociales y urbanísticos.

El primer paso para el trazado de una carretera es un estudio de viabilidad que determine el corredor donde podría situarse el trazado de la vía. Generalmente se estudian varios corredores y se estima cuál puede ser el coste ambiental, económico o social de la construcción de la carretera.

Una vez elegido una vía se determina el trazado exacto, minimizando el coste y estimando en el proyecto de construcción el costo total, especialmente el que supondrá el volumen de tierra desplazando y firme necesario.

Elementos del diseño geométrico.

- La velocidad de diseño
- Tráfico actual
- La distancia de visibilidad necesaria.
- Radios de curvaturas
- Sección transversal

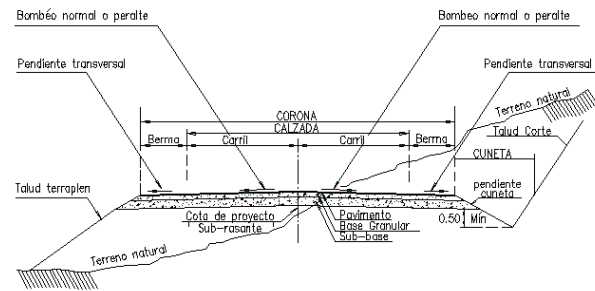


Figura 2. Sección Transversal

Diseño de pavimentos: de acuerdo a [2] el pavimento es una estructura de cimentación formada por una o más capas, sobre la que actúan cargas repetidas en su superficie y que debe ser capaz de transmitir durante su vida útil las tensiones provocadas por las cargas hacia la subrasante y hacia los materiales constituidos de sus capas, de tal forma que no se superen las tensiones y deformaciones específicas admisibles.

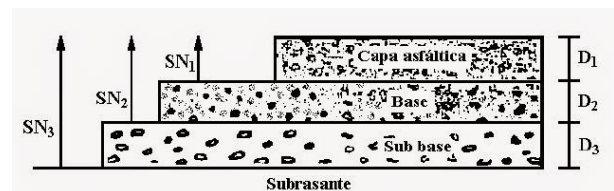


Figura 3. Estructura del pavimento flexible

Muros de contención: de acuerdo a [3] son elementos constructivos que cumplen la función de cerramiento, soportando por lo general los esfuerzos horizontales producidos por el empuje de tierras.

Un muro de contención no solo soporta los empujes horizontales transmitidos por el terreno, debe también recibir los esfuerzos verticales transmitidos a pilares, paredes de carga y forjados que apoyan sobre ellos.



Figura 4. Tipos de muros de contención

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La vía existente presenta problemas en su inicio ya que está en mal estado, y al final del proyecto presenta problema con deslizamientos de taludes motivo por el cual son dos puntos primordiales en el proyecto.

Para el presente proyecto se obtuvo una topografía de tipo montañoso ya que la sumatoria promedio es de 12% en la sección del perfil longitudinal.

Además se realizó un levantamiento topográfico de 50 metros de faja a cada lado de la vía.

El tráfico proyectado de la vía en estudio para luego de un periodo de diseño de 20 años será de 171 vehículos en el día y de acuerdo con las normas del MTOP 2003 la vía se clasifica como una de clase de orden IV.

El valor del C.B.R de diseño de acuerdo al 75% del percentil es de 8,3 % lo cual de acuerdo al código NEVI da como resultado un suelo adecuado ya que tiene más del 5%.

Para la realización del diseño geométrico se utilizó una velocidad de diseño de 40 Km/h, un ancho de carril de 6 metros

IV. CONCLUSIONES

Una vez culminado con el diseño de la vía entre los sectores de Payatambo Totora y Atahualpa de la parroquia Pilahuín, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua tenemos las siguientes conclusiones:

- Actualmente la vía se encuentra con una capa de rodadura deteriorada esto crea múltiples problemas para la circulación vehicular y peatonal afectando a la seguridad de las personas, el mejoramiento del mismo ayudará al desarrollo socio-económico de los sectores.
- Una vez determinado el periodo de análisis para la vía es de 20 años, esta se clasifica según el MOP 2003 como una vía de IV orden ($100 < TPDA < 300$).
- De acuerdo al estudio de suelos del terreno de fundación se obtuvo que el tipo de suelo es adecuado y no necesita mejoramiento, dando como resultado un suelo Arena-Arcillosa.
- Se utilizó una sub-base clase 3 y una base clase 2 de acuerdo al análisis granulométrico.
- La estructura del pavimento dio como resultado una sub-base = 15 cm, una base = 10 cm, y una carpeta asfáltica = 5 cm.
- Para la estabilización de taludes en el tramo final del proyecto se utilizó un muro de contención el cual ayudará a que haya seguridad y fluidez vehicular.

V. RECOMENDACIONES

- Socializar con los habitantes de los sectores de Payatambo Totora y Atahualpa, propietarios de los terrenos por los que pasará la vía diseñada para

que no ocasionen inconformidades en los mismos.

- El diseño geométrico y diseño del pavimento están basados en las normas vigentes por lo que se debe controlar al momento de la construcción.
- En la ejecución del proyecto, la circulación de los vehículos no puede ser obstaculizado en su totalidad, se debe ubicar la señalización correspondiente para así evitar accidentes y molestias.
- Controlar la uniformidad, temperatura y tendido de asfalto, ya que estos factores desempeñan una gran importancia para la duración de la capa de rodadura.
- Se deberá verificar los materiales que tengan las propiedades establecidas y sean adecuados para la construcción del proyecto.
- Se deberá instalar la adecuada señalización de manera clara y visible ya sea para los peatones o vehículos que transitan por la zona del proyecto.

[3] Construmática. “Muro de contención”. Internet:
[http://www.construmatica.com/construpedia/Muros_de_Contenci%C3%B3n_\(estructura\)](http://www.construmatica.com/construpedia/Muros_de_Contenci%C3%B3n_(estructura)), [May. 31, 2016].

VI. BIBLIOGRAFIA

[1] Wikipedia. “Diseño Geométrico de carreteras”. Internet:
https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_geom%C3%A9trico_de_carreteras, Ene. 21, 2015 [May. 31, 2016].

[2] Ministerio de Transporte y Obras Públicas. “Norma Ecuatoriana Vial – NEVI – 12 Volumen 2B”. Internet:
https://dl.dropboxusercontent.com/u/64456934/Infraestructura%20del%20Transporte/NEVI-12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2B.pdf, Dic. 01, 2013 [May. 31, 2016].