



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

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA – EL CORAZÓN EN EL
TRAMO 4 + 000 HASTA 7 + 900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA
DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”.**

AUTOR: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

TUTOR: ING. Milton Rodrigo Aldàs Sánchez. PhD.

AMBATO – ECUADOR

Febrero - 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de ingeniero civil con el tema **“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA – EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4+000 - 7+900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”** elaborado por el Sr. Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez portador de la cedula de ciudadanía C.I: 0705847168, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Proyecto Técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, Enero 2021



Firmado electrónicamente por:
**MILTON RODRIGO
ALDAS SANCHEZ**

**ING. Milton Rodrigo Aldàs Sánchez. PhD.
TUTOR**

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez con C.I. 0705847168, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en le presente Proyecto Técnico con el tema **“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA – EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4+000 - 7+900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del trabajo de investigación a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo

Ambato, Febrero 2021



Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez
C.I: 0705847168
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, Febrero 2021



Kleitón Sabino Guerrero Ordoñez
C.I: 0705847168
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez de la Carrera de Ingeniera Civil bajo el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA – EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4+000 - 7+900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

Ambato, Febrero 2021

Para constancia firman:

Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano Mg
Miembro del Tribunal

Ing. Favio Paùl Portilla Yandun Mg
Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

Al culminar una de las más anheladas metas de mi vida quiero dedicarle especialmente a la mujer más importante de mi vida, mi Madre ESMERALDA ORDÓÑEZ ya que fue el pilar fundamental para llegar a estos instantes, pues gracias a sus consejos y apoyo diario he logrado alcanzarlo.

A mi padre SABINO GUERRERO que a pesar de todas nuestras diferencias siempre me ha aconsejado y ha confiado en mí.

A mi hermana Katherine que siempre ha estado para escucharme mis buenas y malas experiencias, a mi hermano y todos mis sobrinos.

A mi querida Doménica que en este proceso siempre estuvo conmigo en las buenas y en las malas.

A mis compañeros que a pesar de todas discusiones ocasionadas por los trabajos siempre terminábamos con una sonrisa en la cara y una copa en la mano.

A mis profesores en particular a mi tutor Ing. Milton Aldás por su apoyo para culminar esta etapa.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a dios por cuidarme y protegerme siempre en todos estos años de vida ya que gracias sus bendiciones he podido llegar con vida y sobre todo con salud a estos instantes tan importantes como es la culminación mi carrera profesional.

A mi madre, por ser la mujer más grandiosa del mundo, por su gran amor y devoción a mí, por el apoyo incondicional que siempre me has brindado desde el día que tengo recuerdos tuyos, por tener siempre tu espíritu lleno de fe y entusiasmo para salir adelante sin importar las adversidades, porque con tus enseñanzas me criaste como un hombre de bien, por ser quien me dio la vida y me ha enseñado a vivirla muchas veces, madre me falta palabras para agradecerte todo lo que has hecho y aun sigues haciendo por mi dios te cuide y te bendiga siempre.

A mi padre, por la fuerza y el coraje que tienes para levantarte de cualquier situación, por las enseñanzas que me has dado, y por darme ánimos siempre diciéndome lo orgulloso que te sientes de mí, muchas gracias padre.

A mi hermana por brindarme por mucho tiempo de mi carrera el calor de un hogar, gracias por los buenos y malos ratos que hemos pasado juntos por enseñarme hacer fuerte y valiente para poder enfrentar la vida te quiero mucha manita KATTA. A mi hermano y a mis sobrinos por sus palabras de aliento y sus buenos deseos.

A mi Doménica que a pesar de todas las peleas que teníamos siempre estuvo conmigo sacándome una sonrisa y regalándome muchos días bonitos juntos, por sus consejos todas las veces que me dijo las cosas de la manera más dura posible para hacerme crecer como persona, mil gracias dios te bendiga siempre, eres una mujer hermosa y muy inteligente. A todos los que profesores que estuvieron en mi formación académica, en especial al Ing. Milton Aldas mi tutor de tesis por su paciencia y comprensión. A mis compañeros y pocos amigos que tengo muchas gracias por todas esas experiencias que vivimos juntos espero que todos cumplan sus metas.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xviii
RESUMEN EJECUTIVO	xix
ABSTRACT (SUMMARY)	xx
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1. Tema.....	1
1.1 Antecedentes investigativos	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Justificación.....	3
1.1.3 Fundamentación Teórica	4
1.1.3.1 Topografía.....	4
1.1.3.1.1 Topografía con Drone.....	4
1.1.3.2 Vías	8
1.1.3.2.1 Tráfico.....	8
1.1.3.2.1.1 Tráfico Promedio Diario Anual	8
1.1.3.2.1.2 Tráfico Futuro (TF).....	11

1.1.3.2.1.2.1 Tráfico Actual (TA)	11
1.1.3.2.1.2.2 Incremento de Tráfico (IT).....	12
1.1.3.2.2 Carreteras	14
1.1.3.2.2.1 Clases de Carreteras	14
1.1.3.3 Suelos.....	16
1.1.3.3.1 Contenido de Humedad.....	17
1.1.3.3.2 Granulometría de los Suelos	18
1.1.3.3.3 Límites de Consistencia	20
1.1.3.3.4 Compactación del suelo	23
1.1.3.3.5 Valor Relativo de Soporte de un Suelo (C.B.R)	24
1.1.3.4 Diseño Geométrico	25
1.1.3.4.1 Velocidad	26
1.1.3.4.1.1 Velocidad de Diseño (Vd).....	26
1.1.3.4.1.2 Velocidad de Circulación (Vc).....	27
1.1.3.4.1.3 Relación Velocidad de Diseño – Circulación	27
1.1.3.4.2 Alineamiento Horizontal.....	29
1.1.3.4.2.1 Tangentes	29
1.1.3.4.2.2 Curvas Circulares	29
1.1.3.4.2.2.1 Radio Mínimo de Curvatura.....	30
1.1.3.4.2.3 Curvas de Transición.....	36
1.1.3.4.2.3.1 Clotoide o Espiral de Euler	37
1.1.3.4.2.4 Peralte.....	38
1.1.3.4.2.4.1 Magnitud del peralte	40
1.1.3.4.2.4.2 Desarrollo del Peralte.....	41
1.1.3.4.2.4.3 Longitud de Transición	42
1.1.3.4.2.4.4 Longitud Tangencial	43
1.1.3.4.2.5 Tangente intermedia.....	43

1.1.3.4.2.6 Sobreancho	45
1.1.3.4.3 Distancias de Visibilidad	46
1.1.3.4.3.1 Distancia de Parada de un Vehículo.....	46
1.1.3.4.3.2 Distancia de Rebasamiento de un Vehículo.....	49
1.1.3.4.4 Alineamiento Vertical.....	51
1.1.3.4.4.1 Elementos.....	51
1.1.3.4.4.2 Gradientes	52
1.1.3.4.4.3 Curvas Verticales	53
1.1.3.4.4.3.1 Curvas Verticales Convexas	54
1.1.3.4.4.3.2 Curvas Verticales Cóncavas.....	57
1.1.3.4.5 Alineamiento Transversal.....	60
1.1.3.4.5.1 Calzada.....	61
1.1.3.4.5.2 Espaldones	61
1.1.3.4.5.3 Taludes	62
1.1.3.4.5.4 Cunetas.....	64
1.1.3.5 Pavimentos	64
1.1.3.5.1 Clasificación de los Pavimentos.....	65
1.1.3.5.1.1 Pavimentos Flexibles	65
1.1.3.5.1.2 Pavimentos Semirrígidos	66
1.1.3.5.1.3 Pavimentos Rígidos.....	66
1.1.3.5.1.4 Pavimentos Articulado.....	67
1.1.3.5.2 Capas de un Pavimento – Estructura.....	68
1.1.3.5.2.1 Subrasante	68
1.1.3.5.2.2 Base	68
1.1.3.5.2.3 Subbase	70
1.1.3.5.2.4 Capas de rodadura.....	71
1.1.3.5.3 Métodos de Calculo.....	72

1.1.3.5.3.1 Método AAHSTO 93	73
1.2 Objetivos	85
1.2.1 Objetivo General	85
1.2.2 Objetivos Específicos.....	85
CAPÍTULO II	86
METODOLOGÍA	86
2.1 Materiales y Equipos.....	86
2.1.1 Levantamiento Topográfico – Conteo Vehicular – Toma de Muestras.....	86
2.1.2 Ensayos de Laboratorio.....	89
2.2 Métodos Investigativos	92
2.2.1 Investigación de Campo	92
2.2.2 Investigación Documentada – Bibliográfica.....	92
2.3 Datos del Proyecto	92
2.3.1 Localización y Límites del Proyecto.....	92
2.3.2 Ubicación	93
2.3.3 Clima.....	94
2.3.4 Población.....	94
2.3.5 Flora y Fauna	94
2.4 Recolección de Datos.....	94
2.4.1 Conteo Vehicular	94
2.4.2 Levantamiento Topográfico	95
2.4.3 Muestras de Suelo	95
2.5 Procesamiento y Análisis de la Información.....	95
2.5.1 Procesamiento de Datos	95
2.5.2 Análisis de la Información	96
CAPÍTULO III.....	97
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	97

3.1 Análisis y Discusión de Resultados	97
3.1.1 Estudio Topográfico.....	97
3.1.2 Estudio Vehicular.....	98
3.1.3 Estudio de Suelos	105
3.1.3.1 Contenido de Humedad.....	105
3.1.3.2 Granulometría	106
3.1.3.3 Límites de Consistencia	109
3.1.3.4 Compactado de Suelo.....	111
3.1.3.5 California Bearing Ratio (CBR).....	113
3.1.4 Diseño Geométrico.....	118
3.1.4.1 Velocidad	118
3.1.4.2 Diseño Horizontal	119
3.1.4.3 Diseño Vertical.....	122
3.1.4.4 Diseño Transversal.....	123
3.1.5 Cálculo y Diseño del Pavimento	125
3.1.6 Presupuesto Referencial	140
3.1.6.1 Análisis de Precios Unitarios	140
3.1.6.1.1 Rendimiento	140
3.1.6.1.2 Costos Directos	140
3.1.6.1.3 Costos Indirectos.....	141
3.1.6.2 Especificaciones Técnicas.....	141
CAPÍTULO IV.....	145
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	145
4.1 Conclusiones	145
4.2 Recomendaciones.....	146
BIBLIOGRAFÍA	147
ANEXOS	152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Tasa de Crecimiento Vehicular.....	13
Tabla 2.- Relación Función, Clase MOP y Tráfico.....	14
Tabla 3.- Carreteras según su Topografía	16
Tabla 4.- Tamices.....	18
Tabla 5.- Sistema SUCS – Clasificación de los suelos	20
Tabla 6.- Diagrama de consistencias de suelos finos, de Atterberg.....	20
Tabla 7.- Valores límite líquido e Índice plástico (Según Costet)	22
Tabla 8.- Próctor Modificado - Especificaciones.....	24
Tabla 9 .- Suelos según CBR	25
Tabla 10.- Velocidad de Diseño.....	27
Tabla 11.- Relación entre Velocidades	28
Tabla 12.- Radios mínimos de curvatura	31
Tabla 13.- Radios y longitudes para una espiral	38
Tabla 14.- Coeficientes de Fricción del Suelo	39
Tabla 15.- Peraltes máximos.....	40
Tabla 16.- Gradiente longitudinal – Desarrollo del Peralte	42
Tabla 17.- Distancias Mínimas de Parada.....	48
Tabla 18.- Distancias Mínimas de Rebasamiento	51
Tabla 19.- Gradientes Longitudinales Máximas – Valores de Diseño.....	52
Tabla 20.- Gradientes y Longitudes	53
Tabla 21.- Curvas Verticales Convexas Mínimas.....	56
Tabla 22.- Valores de “K” – Convexas y Cóncavas	57
Tabla 23.- Curvas Verticales Cóncavas Mínimas	59

Tabla 24.- Calzada – Anchos	61
Tabla 25.- Espaldones – Anchos	62
Tabla 26.- Taludes.....	63
Tabla 27.- Bases – Granulometría.....	70
Tabla 28.- Sub-base.....	71
Tabla 29.- Superficies de Rodadura	72
Tabla 30.- Periodos de diseño – Tipos de Carretera	74
Tabla 31.- Factor de distribución por Carril.....	74
Tabla 32.- Confiabilidad - Niveles	75
Tabla 33.- Factores – Desviación Normal.....	75
Tabla 34.- Desviación Estándar	76
Tabla 35.- Serviciabilidad – Clasificación	77
Tabla 36.- Valores – Capa asfáltica – Base granular	79
Tabla 37.- Drenaje – Capacidad.....	83
Tabla 38.- Factores de Corrección – Bases y Subbase.....	83
Tabla 39.- Localización – Limites	92
Tabla 40.- Conteo Vehicular Semanal - Días.....	98
Tabla 41.- Conteo Vehicular Máximo Diario	99
Tabla 42.- Hora Pico	100
Tabla 43.- Crecimiento Normal del Tráfico.....	104
Tabla 44.- Contenido de Humedad Total	106
Tabla 45.- Granulometría – M8	107
Tabla 46.- Granulometría Total.....	108
Tabla 47.- Limites de Atterberg – M8.....	109
Tabla 48.- LL Casa Grande – M8	110
Tabla 49.- Limites Atterberg Total	110

Tabla 50.- Proctor Modificado – M8	111
Tabla 51.- Compactado del Suelo Total.....	112
Tabla 52.- Especificaciones CBR – M8.....	113
Tabla 53.- CBR – M8.....	114
Tabla 54.- %CBR Total.....	116
Tabla 55.- Limites de Selección – C.B.R de Diseño.....	116
Tabla 56.- C.B.R – Correlación	117
Tabla 57.- Factores de Daño	126
Tabla 58.- Ejes Equivales – Acumulados.....	128
Tabla 59.- Módulos – Carpeta Asfáltica	133
Tabla 60.- Coeficientes – Capa Base	135
Tabla 61.- Coeficientes – Capa Sub base.....	137
Tabla 62.- Estructura del Pavimento.....	138
Tabla 63.- Presupuesto Referencial.....	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Drone	5
Figura 2.- Fotogrametría	5
Figura 3.- Curvas de Nivel.....	6
Figura 4.- Coordenadas Geográficas.....	7
Figura 5.- Sistema de coordenadas UTM – Representación de las 60 zonas.....	7
Figura 6.- Volumen Horario del Proyecto	10
Figura 7.- Tipo de carretera.....	14
Figura 8.- Corredor Arterial	15
Figura 9.- Vías Colectoras	15
Figura 10.- Estructura del suelo	17
Figura 11. – Curva Granulométrica	19
Figura 12. – Cuchara Casa grande y ensayo	21
Figura 13. – Curva de ensayo de compactación.....	23
Figura 14.- Modelo tridimensional	26
Figura 15.- Curvas Circulares Simples	32
Figura 16.- Curvas de Transición.....	36
Figura 17.- Peralte.....	38
Figura 18. – Coeficientes de fricción lateral vs Velocidad de diseño.....	40
Figura 19.- Métodos – Desarrollo del Peralte	41
Figura 20.- Sobreancho	45
Figura 21.- Distancia de parada	46
Figura 22.- Distancia de Rebasamiento	49
Figura 23.- Alineamiento Vertical – Elementos	52
Figura 24.- Curva Vertical	54

Figura 25.- Curvas Convexas.....	55
Figura 26.- Curvas Verticales Cóncavas.....	57
Figura 27.- Sección Transversal – Elementos.....	60
Figura 28.- Taludes	63
Figura 29.- Cuneta.....	64
Figura 30.- Pavimento Flexible - Estructura.....	65
Figura 31.- Pavimentos – Semirrígidos – Estructura	66
Figura 32.- Pavimento Rígido – Estructura	67
Figura 33.- Pavimento Articulado – Estructura	67
Figura 34.- Numero Estructural – SN.....	78
Figura 35.- Coeficiente Estructural a1 – Ábaco.....	80
Figura 36.- Coeficiente Estructural a2 – Ábaco.....	81
Figura 37.- Coeficiente Estructural a3 – Ábaco.....	82
Figura 38.- Espesores – Relaciones	84
Figura 39.- Localización – Limites	93
Figura 40.- Referencia vial.....	93
Figura 41.- Estudio Topográfico	97
Figura 42.- Curva Granulométrica – M8	107
Figura 43.- Densidad Máxima – Contenido de Humedad. M8.....	112
Figura 44.- Esfuerzo Vs Penetración – M8.....	115
Figura 45.- % CBR vs Densidad Seca –M8.....	115
Figura 46.- CBR de Diseño.....	117
Figura 47.- Sección Típica.....	124
Figura 48.- Calculo del Numero Estructural “SN”	131

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.- MATERIALES Y EQUIPOS	152
ANEXO 2.- TOPOGRAFÍA	158
ANEXO 3.- VÍAS – TPDA	170
ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS	178
ANEXO 5.- ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	225
ANEXO 6.- PLANOS	237

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto se desarrolló en la Provincia de Cotopaxi en el cantón Pangua, específicamente entre las localidades de Pinllopata y El Corazón, en donde las localidades sumergidas en la necesidad de una vía de acceso a sus poblados con la única finalidad de mejorar en los aspectos económicos, sociales, turísticos y culturales.

Todos los estudios realizados, en este proyecto se lo llevaron a cabo con la norma del Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP – 2003; donde se realizó un levantamiento topográfico, mediante el uso de un equipo de georreferenciación y un dron Phantom 4, y los datos fueron procesados por el software Pix 4D.

Dentro del estudio de Vehicular, se realizó mediante el método de conteo manual, en donde se tomó como punto base la localidad de la merced, para la cual se procedió mediante la clasificación de los vehículos que circulan por esa vía dando como resultado una proyección de tráfico para un periodo de diseño de 20 años.

El diseño geométrico tanto horizontal, vertical y transversal de lo desarrollo con el software AutoCAD Civil 3D, así como determinar los volúmenes de corte y relleno.

El estudio de suelos se llevó acabo en los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato, tomando las muestras de la vía Pinllopata – El Corazón, mediante calicatas cada 500 metros, y bajo las normativas de la AASHTO – 93. Así como para el diseño del pavimento en donde mediante las características mecánicas del suelo pudimos determinar los espesores de la base, subbase y pavimento flexible.

ABSTRACT (SUMMARY)

The Project was developed in the Province of Cotopaxi on the Pangua Canton, specifically between the towns of Pinllopata and El Corazon, where the towns submerged in the need for an access road to their towns with the sole purpose of improving economic aspects, social, tourist and cultural.

All the studies carried out in this project were carried out with the norm of the Ministry of Transport and Public Works MTOP-2003; where a topographic survey was carried out, using a georeferencing equipment and a Phantom 4 drone, and the data was processed by the Pix 4D software.

Within the vehicular study, it was to carried out using the manual counting method, where the locality of the grant was taken as a base point, for which we proceeded by classifying the vehicles that circulate on that road, resulting in a projection of traffic for a design period of 20 years.

The horizontal, vertical and transversal geometric design of the development with AutoCAD Civil 3D software, as well as determining the cut and fill volumes.

The study of soils took place in the laboratories of the technical University of Ambato, taking samples from the Pinllopata – El Corazon road, using pits every 500 meters, and under the regulations of AASHTO – 93. As well as for the design of the pavement where, through the mechanical characteristics of the soil, we were able to determine the thickness of the base, sub-base and flexible pavement.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1. Tema

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA – EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4+000 - 7+900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

1.1 Antecedentes investigativos

1.1.1 Antecedentes

El diseño geométrico vial, está dado en la relación que existe entre los elementos de una vía con las condiciones de operación de los vehículos, además de que se encuentran sujetos a factores a vencer como; la estructura del terreno y el volumen de tránsito que debe soportar, tomando en cuenta que siempre un buen diseño debe presentar un costo anual mínimo.[1]

De acuerdo con estudios realizados y según J. Cárdenas en el 2002 dice “Un diseño geométrico debe cumplir ciertos criterios básicos como el de ser cómoda, segura, económica a partir de un diseño simple, uniforme y consistente”. [2] Es importante mencionar que una carretera involucra una serie de disciplinas, esenciales como la topografía, la fotogrametría, un sistema de GIS, para lo que es el diseño – construcción del proyecto. La fundamentación de estas disciplinas viene dada a la obtención de volúmenes de material de excavación (corte) y de relleno (terraplén), para una sustentación de una propuesta sustentable, las cuales podemos definir a partir de la intercalación de un perfil transversal en construcción sobre el perfil natural del terreno existente.[3]

Según P. Chocontá un diseño geométrico de vías para que sea totalmente funcional debe reunir una serie de elementos como son: la velocidad de circulación de los vehículos, así como el tiempo de reacción humana, un alineamiento horizontal relacionando pendientes, derechos de vía, radios de curvatura, espirales, un peralte, la fuerza centrífuga que relaciona la fricción que existe entre las llantas y el pavimento además de un alineamiento vertical con gradientes sin desmerecer las secciones transversales con su ancho de calzada, las bermas, cunetas. Todos estos elementos deben establecer especificaciones para el correcto funcionamiento en un periodo futuro razonable.[4]

Señalar que para el diseño de vías un estudio de suelos es primordial, ya que el suelo es un agregado de partículas tanto orgánicas e inorgánicas, las cuales no están sujetas a una clasificación determinada. Decir que su clasificación varía de acuerdo a sus propiedades vectorialmente. Citar que el suelo en dirección vertical varía mucho más rápido sus propiedades que en sentido horizontal. Es importante indicar que para una vía es básico realizar ensayos de resistencia del suelo, contenidos de humedad, límites de consistencia, un Proctor relacionado al tipo de suelo.[5]

Dentro del contenido para diseño del pavimento cabe señalar que el dimensionamiento de la estructura vendrá dado por cada una de las capas que lo compongan con sus respectivas características, dando así una aceptable vida útil de servicio. Desde el punto de vista de diseño de pavimentos tenemos dos tipos óptimos los cuales podríamos optar pavimentos flexibles y rígidos. [6]

Cabe recalcar que todo diseño vial debe cumplir normas, la cual para nuestro país está escrita en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MOP-2003). Los parámetros se deben cumplir en diseño, comodidad y seguridad de los beneficiarios. Es indispensable no interpretar las ecuaciones, de modelos que faciliten una interpretación errónea.

1.1.2 Justificación

El desarrollo de las naciones se mide por la calidad de sus vías de comunicación, dado que la sociedad concibe el desarrollo de los pueblos al margen de su eficiente sistema de comunicación vial entre sí, por tal motivo una vía garantiza el crecimiento social, económico y turístico, sea este a nivel nacional, provincial o local. Citando el desarrollo local nos garantiza una productividad de la zona y un crecimiento en la calidad de vida de sus pobladores añadir que la importancia de las carreteras radica en que el eje vial es la columna vertebral del transporte; su construcción y mantenimiento se vuelven un lineamiento estratégico para el desarrollo y el incremento económico de un país o sector que crece tanto en el comercio interior como exterior.[7]

Dadas las condiciones de la zona de estudio, una vía existente lo primero a realizar es el proceder con un mantenimiento o un rediseño, la misma que al realizar los estudios pertinentes se deberán tomar en cuenta que la mejor solución para el bien de la población es el de mejorar la movilización, comunicación e interacción entre las comunidades y pobladores beneficiados. El desarrollo de la vía dará lugar a una mejor calidad de vida de los pobladores dando consigo un aumento de productividad tanto en el aspecto turístico, económico y social.[8]

Mediante charlas con personal del Gobierno Autónomo Descentralizado de Pangua, así como la socialización con los beneficiarios de esta vía, nos hemos visto en la obligación de presentar este plan de obra vial, el cual estará sujeto a la satisfacción de las demandas de los usuarios siguiendo los criterios del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (Mtop-2003). La vía ubicada en un clima andino frío que oscila entre los 0 y 15 grados centígrados, presenta unas precipitaciones anuales entre los 500 a 1500 milímetros.[1] Dados estos datos esta vía presenta una importancia vital para el desarrollo del sector, ya que conecta a una arteria importante para la comunicación entre las dos regiones Costa y Sierra.

La importancia de la ejecución de este proyecto vial radica en que sea un sistema de comunicación, el cual acorte distancias y precios de movilización, además de poder crear una nueva alternativa vial para los habitantes del sector los cuales pueden

emprender mediante la agricultura, ganadería, piscicultura y poder aportar un importante ingreso como es el del turismo.

1.1.3 Fundamentación Teórica

1.1.3.1 Topografía

Es un conjunto de actividades que se realiza en sitio (campo), con la finalidad de capturar información necesaria para poder determinar ángulos entre rectas, localizar puntos en medio de distancias y coordenadas rectangulares en el terreno. Todo aquello directamente o mediante un proceso de cálculo, las cuales obtenemos una representación gráfica del terreno levantado, así como áreas, perímetros y volúmenes.[9]

1.1.3.1.1 Topografía con Drone

Los drones son vehículos aéreos, portátiles, autónomos, poseen una gran cantidad de sensores los cuales les proporciona suficiente potencia y autonomía para poder volar una amplia zona de estudio. El drone tiene diferentes funciones entre una de las más importantes es el levantamiento topográfico el cual se realiza con una gran precisión en un poco tiempo, el tiempo de vuelo de un drone oscila entre los 30 y 40 minutos depende la funcionalidad, tipo de drone, así como puede cubrir extensas áreas tomando en cuenta el plan de vuelo y los obstáculos que se le presente al momento de realizar el vuelo, es importante señalar que el clima es factor importante para un buen plan de vuelo.

Este es una técnica que consiste en la captura de la representación de un entorno por medio de capturas visuales estáticas, mediante representaciones geométricas que constan de mediciones, las cuales son capaces de interpretar la ubicación, posicionamiento y dimensiones de los elementos capturados en una fotografía. Es muy común encontrar este trabajo representado en cartografías, ortografías, planes de ordenamiento territorial entre otras, su margen de error es de 0.02%.[10]

Figura 1.- Drone



Fuente: dji.com/phantom4.2019

Fotogrametría

El procesamiento fotogramétrico computarizado es el que permite la obtención de una serie de puntos que sirven para generar una malla de alta resolución, en la cual podemos observar los datos tomados por el drone en el cual asocia a los puntos en las diferentes dimensiones (X, Y, Z).[11] Igualmente es una base para la introducción al análisis geográfico entre ellos, la generación de curvas de nivel o en si la representación de puntos georreferenciados insertados en el terreno; además de un modelo escalado que en lo posible nos sirve para extraer medidas con una precisión de hasta los 2 cm.[12]

Figura 2.- Fotogrametría

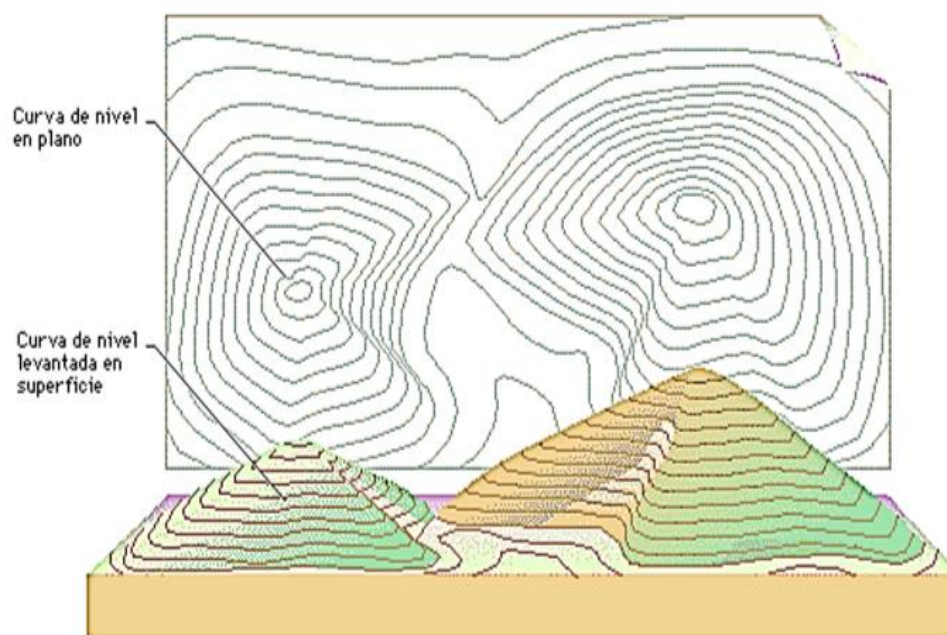


Fuente: www.zcopters.com

Curvas de Nivel

Es la traza marcada que deja la superficie del terreno sobre un plano horizontal que la interseca, por lo que la podríamos definir como una línea continua de puntos de igual cota o elevación. Además, las curvas de nivel es la técnica más empleada a nivel mundial para una representación gráfica de formas de relieve de la superficie terrestre.[13]

Figura 3.- Curvas de Nivel



Fuente: Curvas de nivel en plano y en elevación

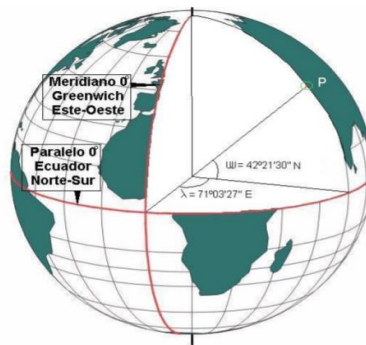
Sistema de Coordenadas

Sistema de Coordenadas Geométricas

Es un sistema de coordenadas que permite determinar la posición de diversos puntos sobre la superficie terrestre; en dónde se utilizan coordenadas angulares tanto latitud y longitud, viene expresada en grados sexagesimales.

La distancia angular existente entre un punto en la superficie terrestre y el ecuador, medida sobre el meridiano la denominamos “**Latitud**”. La “**Longitud**” es el Angulo medido a lo largo del ecuador hacia cualquier punto de la superficie terrestre.[14]

Figura 4.- Coordenadas Geográficas

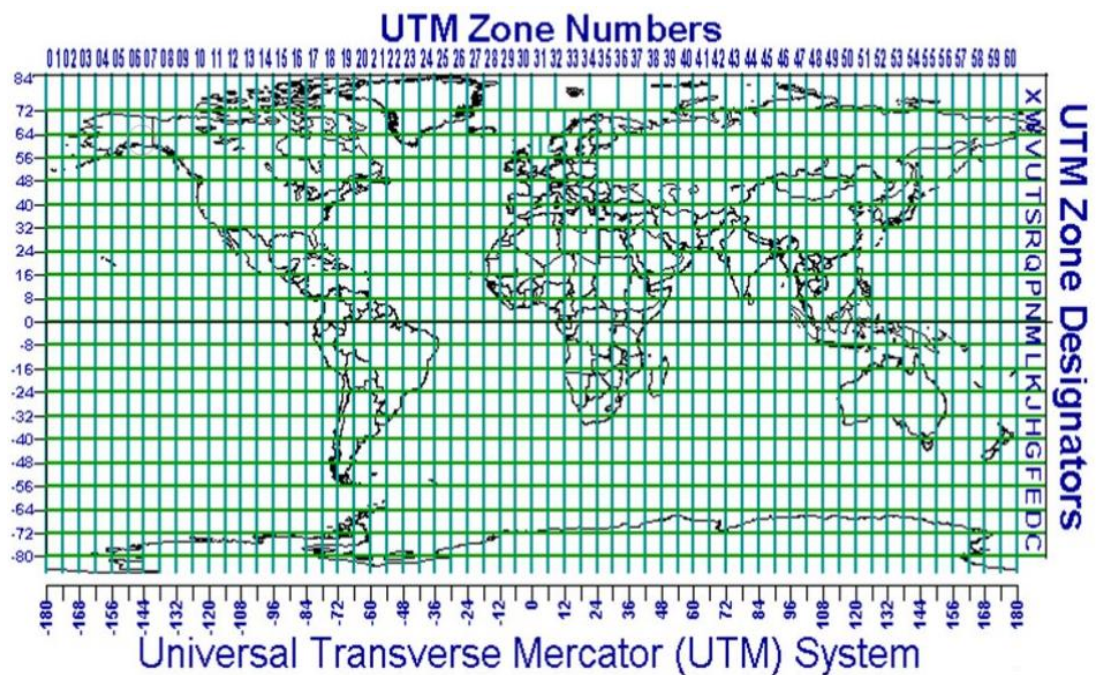


Fuente: Cartografía, Geodesia y Fotogrametría.

Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM)

Es un sistema de coordenadas que emplea un cilindro situado de forma tangente al elipsoide en el ecuador. Este sistema UTM está situado dentro de las proyecciones cilíndricas, y sus magnitudes están expresadas en metros a nivel del mar. [15]

Figura 5.- Sistema de coordenadas UTM – Representación de las 60 zonas



Fuente: Cartografía, Geodesia y Fotogrametría.

El globo terráqueo está dividido en 60 husos gracias al sistema UTM. Cada huso dividido por líneas meridianas y paralelas que dividen a los husos y bandas UTM. Cada huso identificado con un número y una letra.

1.1.3.2 Vías

1.1.3.2.1 Tráfico

Son datos reales de tránsito, es decir; el número existente de vehículos que circulan o podrán circular por una vía. El tráfico demuestra que tipo de vía deberá ser construida de acuerdo a las características geométricas del diseño. Además incluirá los volúmenes de vehículos por día del año y por hora del día, conjuntamente de la composición de los mismos como: tipo de vehículo y peso.[4]

1.1.3.2.1.1 Tráfico Promedio Diario Anual

El Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), es la unidad de medida utilizada para conocer el volumen de tráfico en una carretera durante un año.[16]

Para el cálculo del TPDA, el Ministerio de Obras Públicas recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1.- El tráfico será contado en el sentido de circulación vehicular.
- 2.- Si la circulación vehicular es en dos direcciones se tomará en cuenta el volumen de tráfico de ambas direcciones.
- 3.- En el caso de autopistas se tomará en cuenta de manera independiente para cada sentido, dado que en estas vías interviene el flujo direccional, que representa el porcentaje de vehículos en cada sentido de la vía.[16]

Tipos de conteo

Existen 2 tipos de conteos con los cuales podemos determinar el TPDA.

Manuales. - Son los más utilizados en el diseño geométrico de vías, ya que proporcionan una información real de la composición del tráfico.

Automáticos. - Se realiza mediante equipos de conteo automatizados, como peajes entre otros. Estos conteos siempre deben ir acompañados de un conteo manual para poder establecer un volumen de tráfico, así como la composición del mismo.[16]

Volumen Horario Máximo Anual (VHMA)

Es la concentración máxima de vehículos que existe en una hora, dentro de las 8760 horas del año. Es decir, es el máximo volumen horario que ocurre en un punto determinado, sección de carril o en una calzada durante el año definido.[17]

Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)

Es el mayor volumen de vehículos que circulan por un punto determinado de una vía, en un periodo de 60 minutos, este valor tiene como función verificar la capacidad de una vía.[17]

Factor de la Hora de Máxima Demanda (FHMD)

Determinado por la relación matemática que existe entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD) con el volumen o flujo máximo (V_{max}), representado dentro de un periodo de una hora. Este factor explica que pueden existir periodos cortos dentro de una hora con diferentes tasas de flujo vehicular. [17]

La cual la podemos expresar de la siguiente relación:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{max})} \quad \text{Ec. 1}$$

En donde:

FHMD = Factor horario de máxima demanda.

VHMD = Volumen horario de máxima demanda.

N = Numero de periodos durante la hora de máxima demanda.

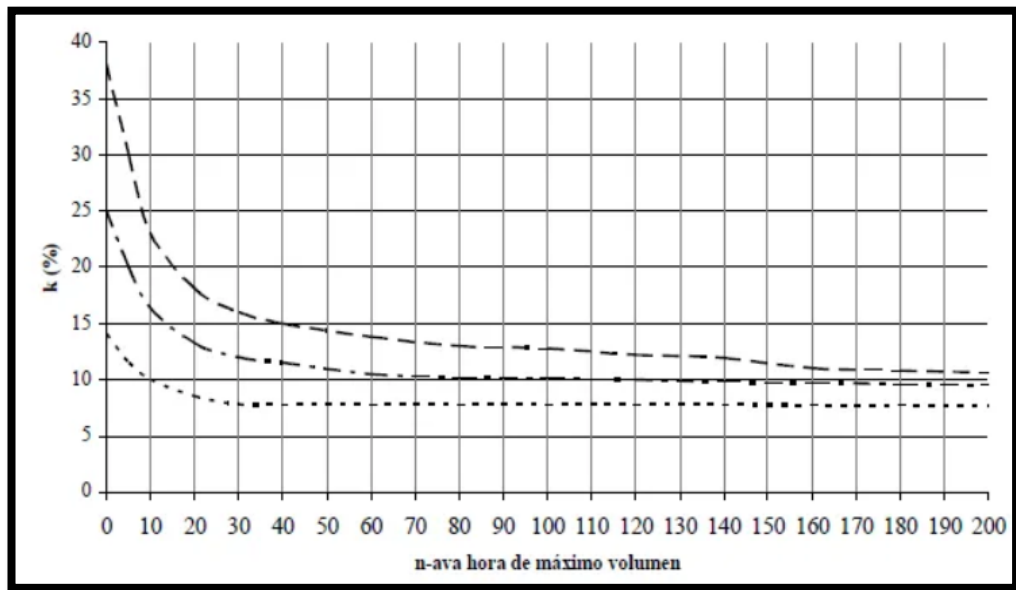
Q_{max} = Flujo vehicular máximo.

Denotar que los periodos de máxima demanda pueden estar entre los 5, 10 o 15 minutos.[17]

Volumen Horario del Proyecto (VHP)

Determinado a partir del volumen de tránsito horario con el cual se podrá determinar las características de la vía, en donde se proyectará un volumen horario previsto. Uno de los métodos a utilizar para el diseño en el volumen horario es el del trigésimo más alto del año, denotado como el de la 30va hora. [17]

Figura 6.- Volumen Horario del Proyecto



Fuente: Ingeniería en Tránsito, Cal Rafael, 2013

El método de la 30va hora, utiliza siempre el punto de quiebre que existe, esto con fines didácticos para el diseño. En donde k es un valor porcentual de la relación de la 30va hora con el sector de la vía. Para sectores urbanos k es igual al 10 % y un K de 15% para sectores rurales.

$$VHP = K * TPDA$$

Ec. 2

En donde:

VHP = Volumen Horario del Proyecto.

K = Factor porcentual.

TPDA = Tráfico Promedio Diario Anual.

1.1.3.2.1.2 Tráfico Futuro (TF)

Se basa en el tráfico actual, mediante el pronóstico del volumen y la composición del tráfico. Para los diseños se toma como referencia de 15 a 20 años, además de un crecimiento normal de tráfico, un crecimiento de tráfico por desarrollo y un tráfico generado. [16]

$$TF = TA + IT \quad \text{Ec. 3}$$

$$TF = (Te + Tat) + (CNT + Tg + Td) \quad \text{Ec. 4}$$

En donde:

TF = Tráfico futuro

TA = Tráfico actual.

IT = Incremento del Trafico

Te = Tráfico existente.

Tat = Tráfico atraído o desviado.

CNT = Crecimiento normal del tráfico.

Tg = Tráfico generado.

Td = Tráfico por desarrollo.

1.1.3.2.1.2.1 Tráfico Actual (TA)

Es la cantidad de vehículos que circulan o podrán circular por una vía.[16] Para determinar el tráfico actual se utilizara la siguiente ecuación:

$$TA = Te + Tat \quad \text{Ec. 5}$$

Tráfico existente (Te). – Como su nombre lo indica es el que existe antes de que se produzca un mejoramiento de la vía, este tráfico es determinado a través de estudios.[16]

Tráfico atraído o desviado (Tat). – Es el tráfico producido por las mejoras o aperturas de una vía, con el fin de minimizar el tiempo de viaje, la distancia y el costo de transporte.[16] Según el MOP-2003, la interpretación para su cálculo es la siguiente ecuación:

$$Tat = n\% * TPDA(secundario) \quad \text{Ec. 6}$$

En donde:

Tat = Tráfico atraído o desviado.

N% = Es un porcentaje probable de vehículos, provenientes de vías secundarias a la del proyecto.

TPDA(secundario) = Es el Tráfico Promedio Diario Anual actual de una vía secundaria adyacente al proyecto.

1.1.3.2.1.2.2 Incremento de Tráfico (IT)

Es el tráfico que se estimara para establecer un diseño vial, el cual su punto de partida es el tráfico actual. Para el incremento del tráfico vamos a utilizar la siguiente ecuación:

$$IT = CNT + Tg + Td \quad \text{Ec. 7}$$

Crecimiento Normal del Tráfico (CNT). – Basado en el crecimiento de la población y el área de influencia de estudio de la vía, así como dado que año tras año crece el número de vehículos, el número de viajes y tipos de vehículos.[16] El MOP-2003 propone la siguiente ecuación para su cálculo:

$$CNT = TA(1 + i)^n \quad \text{Ec. 8}$$

En donde:

TA = Tráfico actual.

i = Tasa de crecimiento vehicular, expresada en porcentaje %.

n = Periodo del proyecto.

Tabla 1.- Tasa de Crecimiento Vehicular

PERÍODO	TIPO DE VEHICULOS		
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2010 – 2015	4.47	2.22	2.18
2015 – 2020	3.97	1.97	1.94
2020 – 2025	3.57	1.78	1.74
2025 – 2030	3.25	1.62	1.58

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

Tráfico generado (Tg). – Es un tráfico producido una vez efectuado las mejoras viales, este consta por el número de viajes que se podrán realizar. Este tráfico es observado dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras.[16] Relacionado mediante la siguiente ecuación.

$$Tg = 0.20 TA \quad \text{Ec. 9}$$

En donde:

Tg = Tráfico generado.

TA = Tráfico actual.

Tráfico desarrollado (Td). – Es un tráfico que se puede generar durante el tiempo de estudio de la vía, es decir que depende mucho de las áreas que el proyecto tenga una influencia directa.[16] Se calcula mediante:

$$Td = 0.05 TA \quad \text{Ec. 10}$$

En donde:

Td = Tráfico desarrollado.

TA = Tráfico actual.

1.1.3.2.2 Carreteras

Definida como una infraestructura de transporte adaptada dentro de la faja de terreno, denotada como derecho de vía, su principal función es la de permitir la circulación de los vehículos de una manera continua en el tiempo y espacio, con una vital característica de brindar seguridad y comodidad.[2]

Figura 7.- Tipo de carretera



Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

1.1.3.2.2.1 Clases de Carreteras

Según el Ministerio de Obras Públicas (MOP-2003), en el Ecuador las carreteras se clasifican de acuerdo a su grado de importancia, así como el volumen de tráfico y el número de calzadas requeridas. [16] Según el tráfico proyectado y la función jerárquica las carreteras se clasifican en:

Tabla 2.- Relación Función, Clase MOP y Tráfico

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (según MOP)	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

Notas:
 (1) De acuerdo al nivel de servicio aceptable al final de su vida útil.
 (2) RI – RII - Autopistas

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

Las carreteras se deberán construir de acuerdo a las características geométricas correspondientes a su clase y en función del incremento de tráfico.[16]

Clasificación de las Carreteras de acuerdo su Función Jerárquica

Corredores Arteriales

Son las carreteras separadas por un parterre, generalmente denominadas autopistas y de calzada única (Clase I y II), la mayoría de estas carreteras constan de una sola superficie de rodadura, pueden ser de uno o dos carriles para su circulación en ambos sentidos, en su calzada constan con espaldones a cada lado de la vía. Además este grupo de corredores, tendrán un control, acceso y uso el cual en ciertos momentos puede ser exclusivo para cierto tipos de usuarios y vehículos.[16]

Figura 8.- Corredor Arterial



Fuente: Carreteras del Ecuador, Plan vial 2016

Vías Colectoras

Son vías de clase I, II, III y IV; de acuerdo a su importancia estas reciben el tráfico de los caminos vecinales, estas vías son las que conectan a las poblaciones que no están el sistema arterial nacional.[16]

Figura 9.- Vías Colectoras



Fuente: Carreteras del Ecuador, Plan vial 2016

Caminos Vecinales

Estas vías son las que no están incluidas en ninguna otra clasificación, son las vías de clase IV y V, por lo general son caminos rurales con vías lastradas, empedradas o en escasas ocasiones asfaltadas. [16]

Clasificación de las Carreteras según su Topografía

Según J. Cárdenas, las carreteras también se las puede clasificar mediante su topografía, ya que a lo largo del diseño de vías puede presentar distintas características de terreno. La clasificación tiene como base las pendientes de las laderas naturales en su entorno y de forma transversalmente a la vía. Los terrenos se clasifican de la siguiente manera: plano (P), ondulado (O), montañoso (M) y escarpado (E).[2]

Tabla 3.- Carreteras según su Topografía

Tipo de terreno	Pendiente transversal	Gradiente Longitudinal
Plano (P)	$< 5^\circ$	$< 3\%$
Ondulado (O)	$6^\circ - 12^\circ$	3% - 6%
Montañoso (M)	$13^\circ - 40^\circ$	6% - 8%
Escarpado (E)	$> 40^\circ$	$> 8\%$

Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, Grisales (2013)

1.1.3.3 Suelos

El suelo representa todo tipo de material terroso localizado en la superficie terrestre, pueden ser desde el relleno de desperdicio, hasta la arenisca parcialmente cementadas o lutitas suaves. El contexto de estudios de suelo en un diseño geométrico está direccionado a la investigación del suelo de la subrasante, dado que el estudio permita conocer las características físicas y mecánicas del suelo.[5]

Los suelos se dividen en un gran número de grupos según su origen, según su situación y de una manera vulgar; entre los cuales se encuentran los suelos orgánicos e inorgánicos, por lo que el grupo de suelos inorgánicos se les ha dividido dependiendo la necesidad de la Ingeniería Civil entre los cuales destacan las gravas, las arenas, los limos y las arcillas.

Mencionar que una adecuada interpretación de las características del suelo, nos permitirán obtener muestras para determinar el tipo del suelo del proyecto, además de poder determinar propiedades como: Contenido de humedad, Granulometría, Límites de Consistencia, Proctor y C.B.R. [18] Todas estas características se determinarán mediante ensayos de laboratorio, para lo cual se deberán tomar muestras, por medio de sondeos de pozos.

Figura 10.- Estructura del suelo



Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

1.1.3.3.1 Contenido de Humedad

Es la relación existente entre el peso de agua contenida de una muestra en estado natural comparada con la misma muestra luego de ser secada en un horno a temperatura que oscila entre los 105°C – 110°C.[19] El contenido de humedad viene representado por ω y esta expresado en porcentaje %, se obtiene mediante la siguiente ecuación.

$$\omega \% = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad \text{Ec. 11}$$

En donde:

ω = Contenido de Humedad expresado en %

W_w = Peso del agua Presente en la masa de suelo

W_s = Peso de los sólidos en el suelo

1.1.3.3.2 Granulometría de los Suelos

Para poder realizar el método de granulometría mediante los tamices, se requiere una cantidad de suelo de acuerdo a la cantidad de suelo fino que contenga la muestra.

* Suelo con grava se requiere entre 5000 a 10000 gr.

** Suelo arenoso una muestra entre 500 a 1000 gr.

*** Suelos arcillosos y limosos la muestra oscilara entre 200 a 500 gr.

Tabla 4.- Tamices

TYLER STANDARD		US. BUREAU STANDARDS	
Número de personas			
MALLA	ABERTURA	MALLA	ABERTURA
Número	mm	Número	mm
3"	76.20	4"	101.600
2"	50.800	2"	50.800
-	26.670	1"	25.400
-	18.850	¾"	19.100
-	13.320	½"	12.700
-	9.423	3/8"	9.520
N° 3	6.680	¼"	6.350
N° 4	4.699	N° 4	4.760
N° 6	3.327	N° 6	3.360
N° 8	2.362	N° 8	2.380
N° 10	1.655	N° 10	2.000
N° 20	0.833	N° 30	0.500
N° 35	0.417	N° 40	0.420
N° 60	0.246	N° 50	0.298
N° 100	0.147	N° 100	0.149
N° 200	0.074	N° 200	0.074

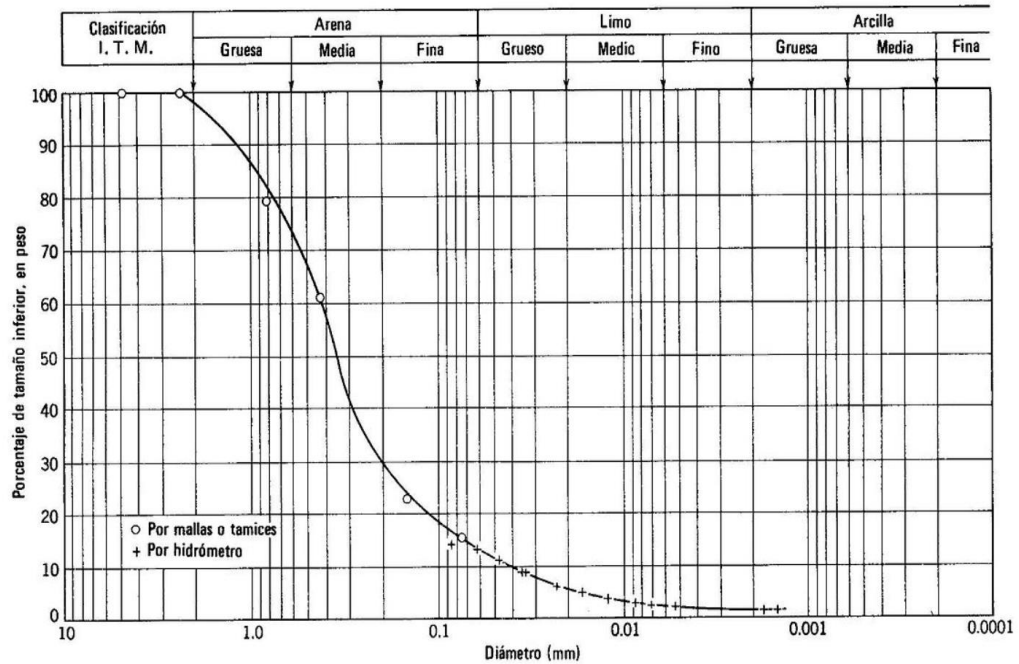
Fuente: Mecánica de suelos II, Mantilla

Se designa a la división de un suelo en diferentes fracciones, seleccionadas por el tamaño de sus partículas, dichas partículas de cada una de las fracciones se caracterizan por tener un valor de tamaño máximo y mínimo. La separación en fracciones se las hace mediante mallas con un cimbrado.

Los valores conseguidos son representados por medio de un análisis granulométrico, el cual consta de una gráfica, en la cual encontramos una curva de estructuración del tamaño de partículas del suelo en la cual podemos interpretar el porcentaje en peso que

pasa como ordenadas y del tamaño de partículas como abscisas. Su representación es en una escala semilogarítmica.[20]

Figura 11. – Curva Granulométrica

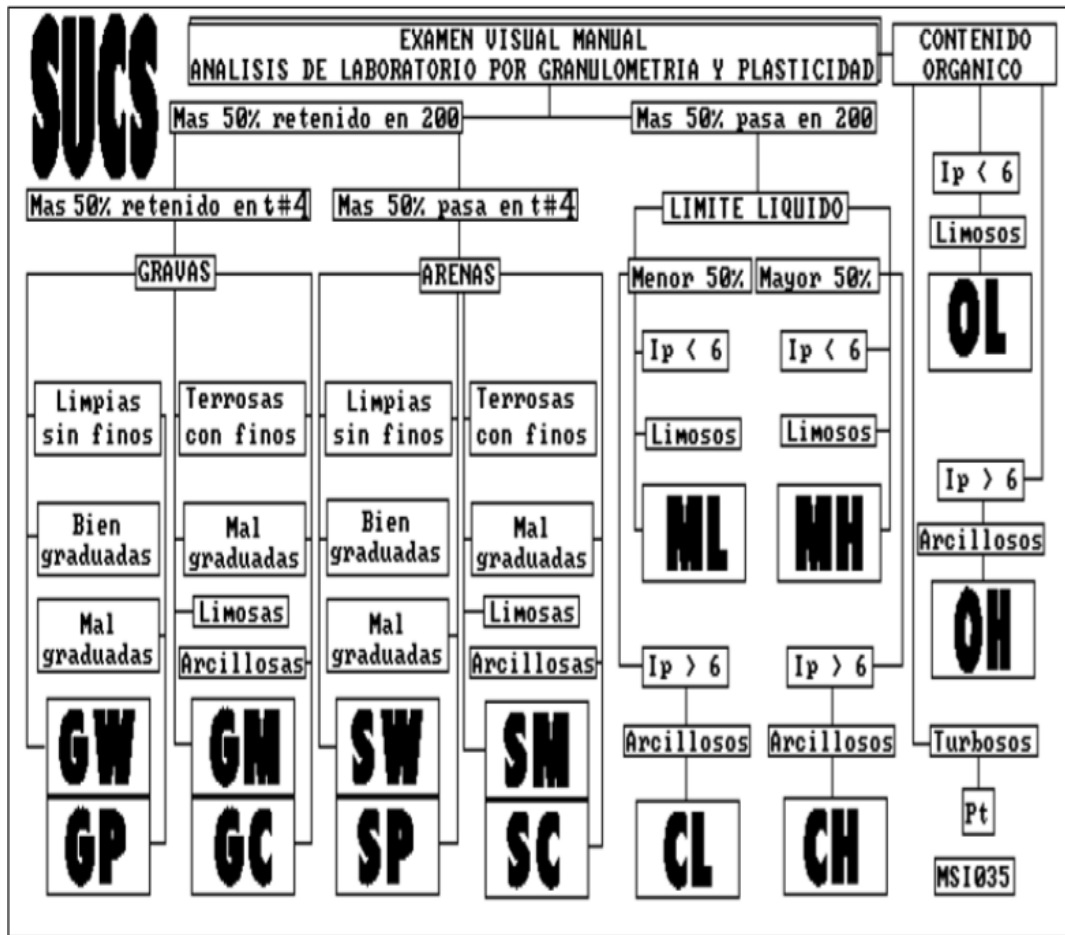


Fuente: Mecánica de Suelos, Lambe

Dado el ensayo granulométrico podemos decir que para suelos granulares estos presentan un comportamiento favorable, pero cabe aclarar que son muy capaces de acomodarse o densificarse en los procesos de compactación en donde su resistencia tendrá a aumentarse. Estos suelos son buenos para realizar un filtro ya que no poseen partículas finas. Por otro lado, para suelos cohesivos tienen un comportamiento desfavorable, ya que presentan altos contenidos de humedad. [21]

Podemos recalcar que debido a que los suelos no son homogéneos y presentan una infinita variedad en sus estratos, por lo que la SUCS requiere una clasificación de los suelos, esto se basa por sus características y estructura como son el color, el olor y la textura. Por lo que clasificaremos a los suelos por sus sistemas granulométricos.

Tabla 5.- Sistema SUCS – Clasificación de los suelos



Fuente: SUCS ASTM D2 487

1.1.3.3 Limites de Consistencia

Un suelo posee cohesión, según su naturaleza y del agua que esta contenga, por lo general pueden presentar propiedades en las que estén inmersas en estados sólido, semisólido plástico y semilíquido o viscoso. [22] Es decir la consistencia se puntualiza como la resistencia al flujo, la cual está afín con la fuerza de atracción entre las partículas.

Tabla 6.- Diagrama de consistencias de suelos finos, de Atterberg

Humedad, w, creciente →				
Estados :	solido	semisólido	plástico	semilíquido
Consistencia :	duro	semidura	plástica	fluida
Limites:		Lr	Lp	Ll

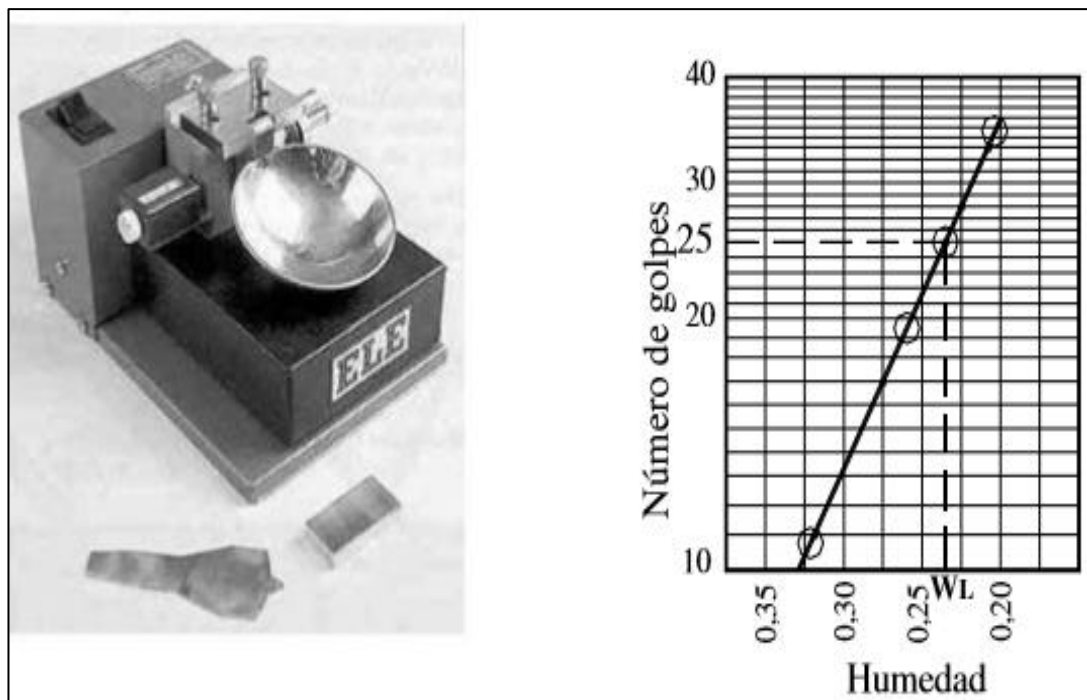
Fuente: El terreno, Gonzáles Matilde

Por lo general para poder determinar la plasticidad de un suelo se toma en cuenta el uso de los límites de Atterberg, los cuales son límite líquido, límite plástico, y el índice plástico, señalar que todos estos límites de consistencia se los puede realizar a una muestra de suelo que pase el tamiz N° 40.[20]

Límite líquido (LI). – Definido como el contenido de humedad con respecto al peso seco de la muestra, se encuentra expresado en tanto por ciento, este límite nos indica el cambio de estado del suelo de estado líquido a plástico. La cohesión de un suelo en el límite líquido será nula. En este estado, los suelos plásticos tienen una resistencia pequeña al esfuerzo al corte, y según Atterberg es de 25 g/cm². [23]

Para poder determinar el límite líquido se realiza mediante el ensayo normalizado de Casagrande (NTE INEN 691), el ensayo consta en colocar dos secciones de pasta de suelo separadas, en el cual ante un número de impactos llegan a tocarse, esto se experimenta con diferentes humedades, anotando el número de impactos por cada una de las muestras colocadas. Se considera el límite líquido a los 25 impactos.[22]

Figura 12. – Cuchara Casa grande y ensayo



Fuente: El terreno, Gonzáles Matilde

Límite plástico (Lp). – Es el contenido de humedad, que existe en una muestra con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, se encuentra expresado en tanto por ciento. En suelos cohesivos pueden pasar del estado semisólido al estado plástico.[23]

Para poder determinar el límite plástico de la muestra se realiza un amasado (de la misma muestra del límite líquido) y formando cilindros de 8gr de masa y 3 mm de diámetro, deben empezarse a romperse (rodando en la palma de la mano o una superficie lisa, donde esté libre de humedad) esto se realiza mediante la norma (NTE INEN 692).[22]

Límite de retracción (Lr). – Relacionado con el contenido de humedad que se encuentra por debajo de una pérdida de húmedas y no presenta una reducción en su volumen, pero si baja la humedad del suelo, en este caso tomamos mediante el color más claro.[22] Estos valores están más relacionados con suelos finos en los cuales los valores más utilizados son: el índice de plasticidad, consistencia y fluidez.

Índice plástico (Ip). – se define como la diferencia existente entre el límite líquido y el límite plástico.[23]

$$Ip = Ll - Lp \qquad \text{Ec. 12}$$

Para diferentes tipos de suelo, se ha podido determinar mediante rangos los cuales mencionaremos a continuación.

Tabla 7.- Valores límite líquido e Índice plástico (Según Costet)

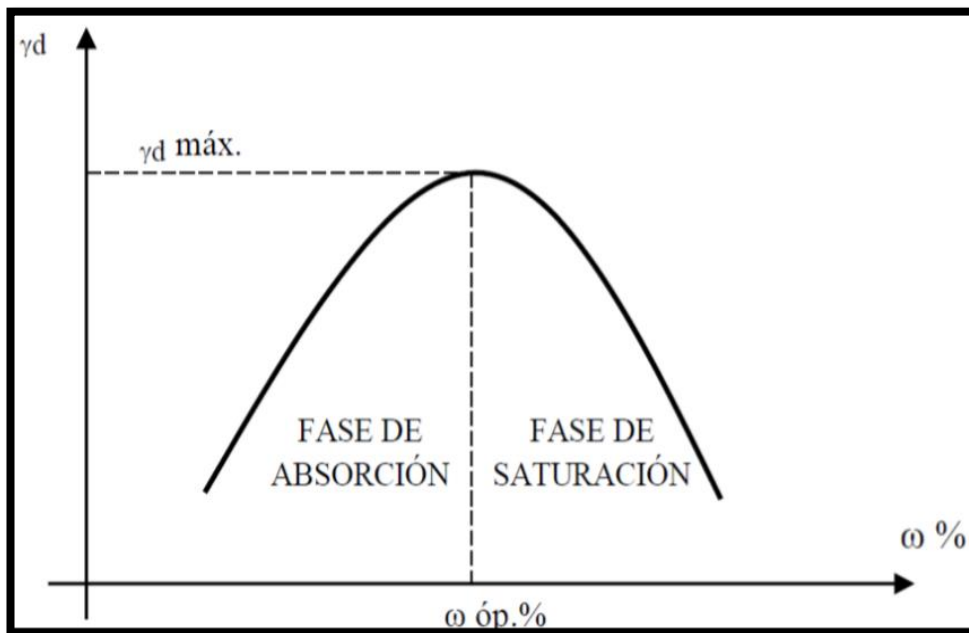
Tipo de Suelo	Límite líquido	Índice plástico
arena	$Ll \leq 35$	$Ip \leq 35$
limo	$20 \leq Ll \leq 60$	$5 \leq Ip \leq 25$
arcilla	$Lp \geq 35$	$Ip \geq 15$

Fuente: El terreno, Gonzáles Matilde

1.1.3.3.4 Compactación del suelo

Según la AASHTO acogió la propuesta de Proctor (ingeniero americano), el cual consiste en una compactación en donde la máxima densidad (γ_d) varia con la energía de la compactación y con la humedad optima del suelo.[22] Por consiguiente la AASHTO propone que los ensayos de compactación, se realicen mediante dos métodos el estándar y el modificado, los cuales a su vez tienen una serie de características agrupadas en : A, B, C, D. [21]

Figura 13. – Curva de ensayo de compactación



Fuente: Mecánica de Suelos, Lambe

Dada la relación existente entre el peso volumétrico y la densidad en estos ensayos, podemos decir que si el peso volumétrico es alto entonces la densidad seca también lo será, y dada la relación directa entre ellos afirmamos que si baja el peso volumétrico de la misma manera bajara la densidad seca.

Podemos decir que los suelos con una densidad baja serán los suelos que presenten problemas es decir serán suelos inestables, lo contrario los de alta densidad serán los suelos más resistentes.

El ensayo Proctor Estándar, es utilizado cuando se necesita un poco cantidad de energía de compactación y normado (AASHTO T-99), de otra manera el Proctor Modificado, es el más utilizado y podemos decir que se utiliza para compactar suelos en campo es decir en el sitio de estudio de igual manera normado (ASSHTO T-180), los dos métodos se desarrollan mediante la compactación del suelo en tres o cinco capas de suelo, esto dentro de un molde con sus respectivas especificaciones y con un número de golpes de acuerdo a las características especificadas, así como de un martillo con un peso propio y de una altura proporcionada.[21]

Tabla 8.- Próctor Modificado - Especificaciones

PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180				
Impacto: Altura de caída 18"				
Pistón: Martillo cilíndrico de 10 lb				
METODOS	A	B	C	D
Material que pasa	Tamiz #4	Tamiz #4	Tamiz # 3/4"	Tamiz # 3/4"
Diámetro molde	4"	6"	4"	6"
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	25	56	25	56
Volumen estándar	1/30 pies ³	1/13.33 pies ³	1/30 pies ³	1/13.33 pies ³
Energía de compactación	56250 lb pie /pie ³	126000 lb pie / pie ³	56250 lb pie / pie ³	126000 lb pie / pie ³

Fuente: Mecánica de Suelos, Mantilla

1.1.3.3.5 Valor Relativo de Soporte de un Suelo (C.B.R)

El ensayo de Relación Soporte de California (CBR por sus iniciales en inglés), es el ensayo con el cual se determina la capacidad portante del suelo, por lo general es utilizado para el diseño vial es decir para los pavimentos.[24]

El C.B.R es un índice de resistencia al esfuerzo cortante dadas las condiciones de compactación y humedad, esta expresada como el tanto por ciento de la carga necesaria con la cual se introduce un pistón circular sobre una muestra de suelo, respecto a la misma profundidad de la muestra de piedra triturada.[23]

Para determinar el C.B.R se utilizará la siguiente formula:

$$CBR = \frac{\text{Esfuerzo de la muestra ensayado}}{\text{Esfuerzo del suelo patrón}} \times 100 \quad \text{Ec. 13}$$

Dado que el CBR estudia el comportamiento de los suelos, se ha obtenido una clasificación que relaciona su utilización como sub-rasantes, sub-bases y bases, utilizadas para carreteras y autopistas, las cuales las detallamos a continuación.

Tabla 9 .- Suelos según CBR

C.B.R (%)	Clasificación	Usos
0 – 5	Muy mala	Subrasante
5 – 10	Mala	Subrasante
10 – 20	Regular a buena	Subrasante
20 – 30	Muy buena	Subrasante
30 – 50	Buena	Sub-base
50 – 80	Buena	Base
80 - 100	Muy buena	Base

Fuente: Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Crespo

1.1.3.4 Diseño Geométrico

Es la parte más importante del proyecto, la cual depende de factores esenciales en una vía tales como el tránsito, la topografía del sector, las velocidades de diseño, peraltes, radios de curvatura, gradientes, anchos de calzada, cunetas entre otros. Todos estos factores hacen que una vía sea cómoda, segura y confiable para la circulación de vehículos y peatones. Un diseño geométrico vial está compuesto de tres elementos bidimensionales los cuales son diseñados y ejecutados de forma individual sin perder su relación entre sí, dado que la unión de los mismos forma un solo elemento tridimensional.[25] Los cuales son:

Alineamiento Horizontal. – Es el que mediante ángulos y distancias forman un plano horizontal que consta de coordenadas en el sentido norte y este.

Alineamiento vertical. – Formado por pendientes y distancias horizontales, dando origen a un plano totalmente vertical con características de cotas y abscisas.

Alineamiento Transversal. – Es el que vendría a estar diseñado por distancias tanto horizontales como verticales, generando un plano transversal con distancia y cotas.[25]

Figura 14.- Modelo tridimensional



Fuente: Ingeniería e infraestructura de los transportes

1.1.3.4.1 Velocidad

Es un elemento básico, primordial y fundamental para el diseño geométrico de una vía, igualmente es el principal parámetro para el cálculo de los diversos elementos del proyecto. La velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada con la finalidad de que origine un perfecto balance entre el conductor, el vehículo, la carretera y los peatones todo aquello con el fin de garantizar la seguridad.[2]

1.1.3.4.1.1 Velocidad de Diseño (Vd)

Es la máxima velocidad que puede alcanzar un vehículo sobre un camino, con condiciones atmosféricas y de tránsito favorables. Dicha velocidad viene dada en relación de las condiciones físicas y topográficas del terreno, así como de la importancia del camino, del volumen de tráfico todo esto enfocado que el valor máximo sea compatible con la seguridad, eficiencia, movilidad y desplazamiento de los vehículos. Además, la velocidad de diseño es fundamental seleccionarla ya que es la pauta necesaria para el cálculo de los elementos geométricos tanto para el alineamiento horizontal como vertical.[16]

Tabla 10.- Velocidad de Diseño

CATEGORIA DE LA VIA	TPDA ESPERADO	VELOCIDAD DE DISEÑO KM/H											
		BASICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFICILES							
		RELIEVE LLANO				RELIEVE ONDULADO				RELIEVE MONTAÑOSO			
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros pendientes de la velocidad.		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros pendientes de la velocidad.		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros pendientes de la velocidad.	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
RI o RII	>8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	3000-8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	1000-3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	300-1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	100-300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	<100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Nota:

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

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

1.1.3.4.1.2 Velocidad de Circulación (Vc)

Es la velocidad real con la que el vehículo circulara a lo largo de una sección específica de la carretera, en donde es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo; o también la podemos definir como la sumatoria de las distancias recorridas por todos los vehículos, dividida para la sumatoria de los tiempos correspondientes.[16]

1.1.3.4.1.3 Relación Velocidad de Diseño – Circulación

La relación viene dada por una visualización donde si el volumen de tránsito aumenta, la velocidad de circulación disminuye esto debido a la interferencia que se produce entre los vehículos.[16]

Podemos resaltar que la relación entre las velocidades de diseño y de circulación, están desarrolladas para los siguientes dos apartados que se encuentran en función del TPDA.

1.- Para un Trafico Promedio Diario Anual menor a 1000 vehículos, las velocidades se relacionarán con la siguiente formula.

$$Vc = 0.80 * Vd + 6.5$$

2.- Para un Tráfico Promedio Diario Anual entre los 1000 a 3000 vehículos, se utilizará la siguiente formula que relaciona a las velocidades.

$$Vc = 1.32 * Vd^{0.89}$$

El Ministerio de Transporte y Obras (MOP- 2003) nos facilita una tabla de la relación de las velocidades de diseño y circulación la cual la detallaremos a continuación.

Tabla 11.- Relación entre Velocidades

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

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

1.1.3.4.2 Alineamiento Horizontal

Es la proyección del eje real o espacial de una carretera sobre un plano horizontal. El alineamiento horizontal consta por varios tramos rectos que llevan el nombre de tangentes, que a su vez se encuentran enlazados entre sí por curvas, las cuales se definen de acuerdo a su utilización.[2]

La topografía, las características hidrológicas del terreno, así como las condiciones de drenaje, las especificaciones técnicas de la subrasante y los materiales locales, son factores importantes para un alineamiento horizontal correcto.[16]

1.1.3.4.2.1 Tangentes

Se denomina así a la proyección de las rectas que unen las curvas sobre un plano horizontal. Las tangentes se componen de un punto llamado PI el cual está localizado en la intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas y por un ángulo alfa " α " formado de la prolongación de una tangente.[16]

1.1.3.4.2.2 Curvas Circulares

Denominas así, a los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas colocadas para la unión de dos tangentes contiguas y estas pueden ser simples o compuestas.[16] Estas curvas presentan dos características elementales que son:

Grado de Curvatura (G_c)

Es el ángulo que se encuentra formado por un arco de 20 metros, dado que su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva esto con un peralte máximo de acuerdo a la velocidad de diseño. Se representa con la letra G_c y el valor que tome es importante para el diseño del alineamiento.[16]

Se calculará de la siguiente manera:

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

En donde:

Gc = Grado de curvatura

R = Radio de curvatura

Radio de Curvatura (R)

Es el que se encuentra en función del grado de curvatura (Gc), es decir es el radio de una curva circular y se lo denota con la letra “R”. [16] La podremos determinar de la siguiente manera:

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

1.1.3.4.2.2.1 Radio Mínimo de Curvatura

Es el diseñado en función del peralte máximo adoptado “e” y un coeficiente de fricción lateral “f”, y resulta ser el valor más bajo que facilita la seguridad en el tránsito debido a una velocidad de diseño. [16] El radio mínimo se calcula con la siguiente fórmula :

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

En donde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal, expresada en m.

V = Velocidad de diseño, expresada en Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral.

e = Peralte de curvatura, expresado como m/m (metro por metro ancho de la calzada).

Según el Ministerio de Transportes y Obras (MOP-2003), existen algunos criterios para poder optar valores para el radio mínimo entre los cuales tenemos.

- 1.- Cuando la topografía del terreno es montañosa y escarpada.
- 2.- En aproximaciones a cruces de accidentes orográficos e hidrográficos.
- 3.- En las intersecciones entre caminos entre sí.
- 4.- En vías Urbanas.

Además, nos propone una tabla con los valores mínimos y recomendables para el radio de curvatura.

Tabla 12.- Radios mínimos de curvatura

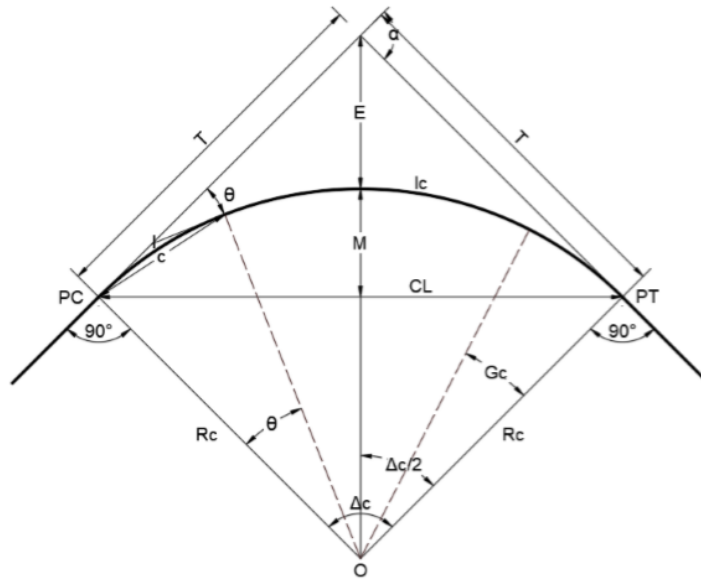
Velocidad de diseño Km/h	“f” Máximo	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		e				e			
		10 %	8%	6%	4%	10 %	8%	6%	4%
20	0.350	28.00	7.32	72.68	8.08	15	18	20	20
25	0.315	30.36	12.46	13.12	13.86	15	20	25	25
30	0.284	32.81	19.47	20.60	21.87	20	25	30	30
35	0.255	35.49	28.79	30.62	32.70	30	30	35	36
40	0.221	39.24	41.86	44.83	48.27	40	42	45	50
45	0.206	41.17	55.75	59.94	64.82	55	58	60	66
50	0.190	43.44	72.91	78.74	85.59	70	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

Nota: Se podrá utilizar un radio mínimo de 15m cuando se trate de:
 Aprovechar la infraestructura existente
 Relieve difícil (Escarpado)
 Caminos de bajo costo

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

Los elementos que forman una curva circular simple vienen dados por la **Figura 15** las cuales detallaremos a continuación.

Figura 15.- Curvas Circulares Simples



Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

En donde:

PI = Punto de intersección de la prolongación de las tangentes.

PC = Punto donde empieza la curva simple.

PT = Punto en donde termina la curva simple.

Δ_c = Ángulo central de la curva circular.

α = Ángulo de deflexión de las tangentes.

θ = Ángulo de deflexión a un punto de la curva circular.

G_c = Grado de curvatura circular.

R_c = Radio de curvatura circular.

E = External.

T= Tangente de la curva circular o subtangente.

C = Cuerda.

CL = Cuerda Larga.

M = Ordenada media.

L = Longitud de un arco.

L_c = Longitud de un arco circular.

Para lograr entender la importancia de estos elementos vamos a detallar algunos entre los cuales creemos de importancia para un diseño geométrico vial.

Ángulo Central (α). – Corresponde al ángulo descrito por la curva circular, podemos decir que en las curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes[16].

Longitud de la curva(Lc). – Es la longitud del arco comprendida entre los puntos del PC y PT.[16] Se la puede calcular con la siguiente formula.

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

En donde:

Lc = Longitud de la curva.

R = Radio de curvatura.

Tangente de la Curva o Subtangente (T). – Se denomina así a la distancia existente entre el PI con el inicio de la curva (PC) o el PI con el final de la curva (PT), medidas sobre la prolongación del tangente. [16] Se calcula mediante la fórmula.

$$T = R * \tan(\alpha/2)$$

En donde:

T = Tangente de curva.

R = Radio de curvatura.

α = Ángulo de deflexión o ángulo central.

External (E). – Viene dada como la distancia mínima existente entre el PI y la curva.[16] Se la calcula de la siguiente manera.

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

En donde:

E = External.

R = Radio de curvatura.

α = Ángulo central o ángulo de deflexión.

Ordenada media (M). – Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva.[16]

Se calcula mediante la fórmula:

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

En donde:

M = Ordenada media.

R = Radio de curvatura.

α = Ángulo central o ángulo de deflexión.

Deflexión en cualquier punto de la cuerda (θ). – Es el ángulo descrito a partir de la tangente en el PC con relación a la tangente en el punto considerado.[16] Se calcula a partir de la siguiente formula.

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

En donde:

θ = Deflexión en cualquier punto de la cuerda.

Gc = Grado de curvatura.

l = Longitud del arco.

Cuerda (C). – Determinada como la recta comprendida ente dos puntos de la curva.[16] Se calcula mediante la siguiente formula.

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

En donde:

C = Cuerda.

θ = Deflexión en cualquier punto de la cuerda.

R = Radio de curvatura.

Cuerda Larga (CL). – Es la distancia comprendida entre los dos puntos más distantes de la cuerda, es decir entre el PC y el PT.[16] Se determina con la siguiente formula.

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

En donde:

CL = Cuerda Larga.

α = Ángulo central o ángulo de deflexión.

R = Radio de curvatura.

Ángulo de la Cuerda (\emptyset). – Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente de la vía con la curva.[16] Se calcula mediante la siguiente formula.

$$\emptyset = \frac{\theta}{2}$$

En donde:

\emptyset = Ángulo de la cuerda.

θ = Deflexión en cualquier punto de la cuerda.

Para el cálculo del ángulo de la cuerda también se lo puede calcular en función del grado de curvatura.

$$\emptyset = \frac{Gc * l}{40}$$

En donde:

\emptyset = Ángulo de la cuerda.

Gc = Grado de curvatura.

l = Longitud de arco.

Para calcular el ángulo de la cuerda para una cuerda larga se la calcula mediante la fórmula.

$$\emptyset = \frac{Gc * Lc}{40}$$

En donde:

\emptyset = Ángulo de la cuerda.

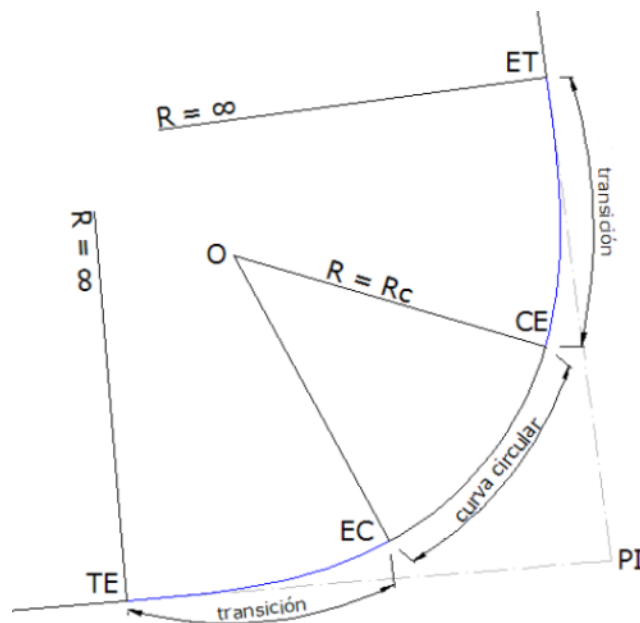
Gc = Grado de curvatura.

Lc = Longitud de la curva circular.

1.1.3.4.2.3 Curvas de Transición

Son las destinadas a la unión de la tangente con la curva circular, esto se realiza de forma gradual, con la finalidad de poder desarrollar el peralte y el sobreechanco. La principal característica de estas curvas se desarrolla en el cambio de valor del radio de curvatura, el cual va desde el infinito en la tangente hasta llegar al radio de curvatura circular, tanto que la variación del radio de curvatura y la aceleración centrífuga son constantes a lo largo de la misma.[16]

Figura 16.- Curvas de Transición



Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

En donde:

TE = Cambio de tangente a transición.

EC = Cambio de transición a curva circular.

CE = Cambio de la curva circular a la siguiente transición.

ET = Cambio de transición a la tangente siguiente.

R = Radio de la curva de transición.

Rc = Radio de la curva circular.

1.1.3.4.2.3.1 Clotoide o Espiral de Euler

Es la más apropiada para realizar estas curvas de transición, todas las curvas tienen la misma forma, pero son diferentes por su longitud.[16] La clotoide de Euler trata de una curva plana que se desarrolla a partir de un punto dando vueltas, distanciándose cada vez más de él y disminuyendo su radio.[26]

Longitud de una espiral (Le)

Es la distancia medida sobre la curva que va desde el cambio de tangente a transición hasta el cambio de transición a curva circular (TE – EC) o a su vez desde el cambio de la curvatura circular hasta el cambio de transición de la siguiente tangente (CE al ET).[16] La longitud mínima para una curva de transición está expresada por la siguiente ecuación.

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

En donde:

Le = Longitud mínima de la espiral, expresada en m.

V = Velocidad de diseño, expresada en Km/h.

R = Radio de la curva circular, expresada en m.

C = Coeficiente de comodidad y seguridad. Entre 1 a 3, (1 mayor confort y seguridad)

Longitud Mínima de Transición Absoluta

Debe ser apta para que un vehículo circule a la velocidad de diseño cuando menos tarde 2 segundos. [16] Se calculara mediante la siguiente formula.

$$Le = 0.56 * V^2$$

En donde:

Le = Longitud mínima de la espiral, expresada en m.

V = Velocidad de diseño, expresada en Km/h.

Según el MOP-2003[16]; nos proporciona una tabla para radios mínimos y longitudes mínimas con un coeficiente de seguridad de 2, la cual la expresaremos a continuación.

Tabla 13.- Radios y longitudes para una espiral

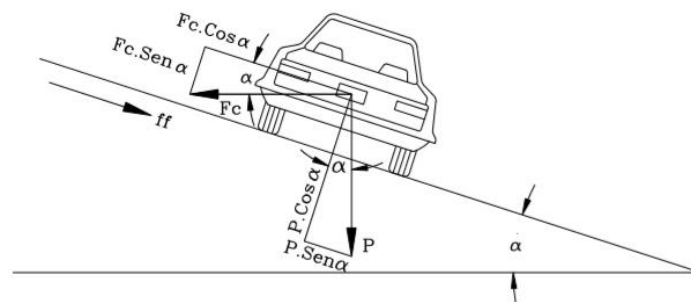
Vd (Km/h)	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120
Rmin, m.	18	20	25	30	42	56	75	110	160	210	275	350	430	520
Le min, m.	30	30	40	52	55	59	60	70	80	90	95	100	110	120

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

1.1.3.4.2.4 Peralte

Denominado así a la inclinación transversal que sufre una calzada, esto ya que el peralte ayuda a impedir el deslizamiento transversal de un vehículo, dado que la única fuerza que se opone a dicho deslizamiento es la fuerza fricción que se desarrolla entre las llantas y el pavimento.[2]

Figura 17.- Peralte



Fuente: Diseño Geométrico de Vías, Agudelo 2002

Para poder calcular el peralte se debe hacer un sin número de remplazos y artíficos dándonos la fórmula para determinar.

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

En donde:

e = Peralte de la curva, expresada en m/m (siendo metro por metro de ancho de calzada)

V = Velocidad de diseño, expresada en Km/h.

R = Radio de curvatura, expresada en m.

f = Máximo coeficiente de fricción lateral del suelo.

Según el MOP-2003[16]; nos presenta valores del coeficiente de fricción del suelo dependiendo del estado del pavimento.

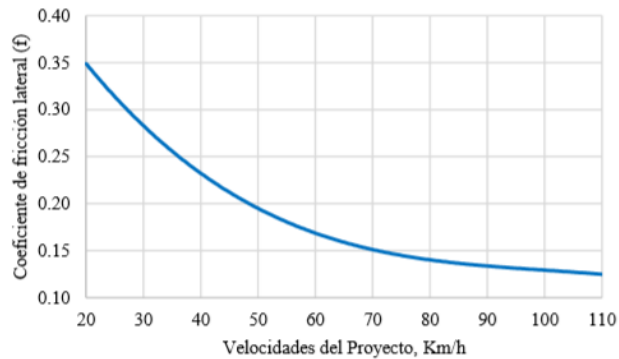
Tabla 14.- Coeficientes de Fricción del Suelo

Requerimientos	Valores Límites Permisibles de “f”, según el Pavimento este.		
	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: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

Además, podemos recalcar que la fricción lateral del suelo relacionado con los vehículos depende la de velocidad de diseño, por lo que podemos concluir que mediante la gráfica.

Figura 18. – Coeficientes de fricción lateral vs Velocidad de diseño



Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

1.1.3.4.2.4.1 Magnitud del peralte

El peralte proporciona comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre un camino en curvas horizontales, dejando así ver que el valor del peralte no debe sobrepasar ciertos valores máximos, dado que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando circule a una velocidad baja.[16]

De acuerdo a experimentos realizados se ha podido determinar, el criterio de contrarrestar con el peralte aproximadamente el 55% de la fuerza centrífuga, en donde el 45% restante lo absorbe la fricción lateral.[16]

Tabla 15.- Peraltes máximos.

Peralte máximo recomendado	Velocidad Km / h	Tipo de pavimento	Tipo de vía
8 %	< 50	Capa granular de rodadura	Caminos vecinales tipo IV, V
10 %	> 50	Asfalto, Concreto y pavimento	Carreteras y caminos

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

Estos valores son utilizados tomando en cuenta:

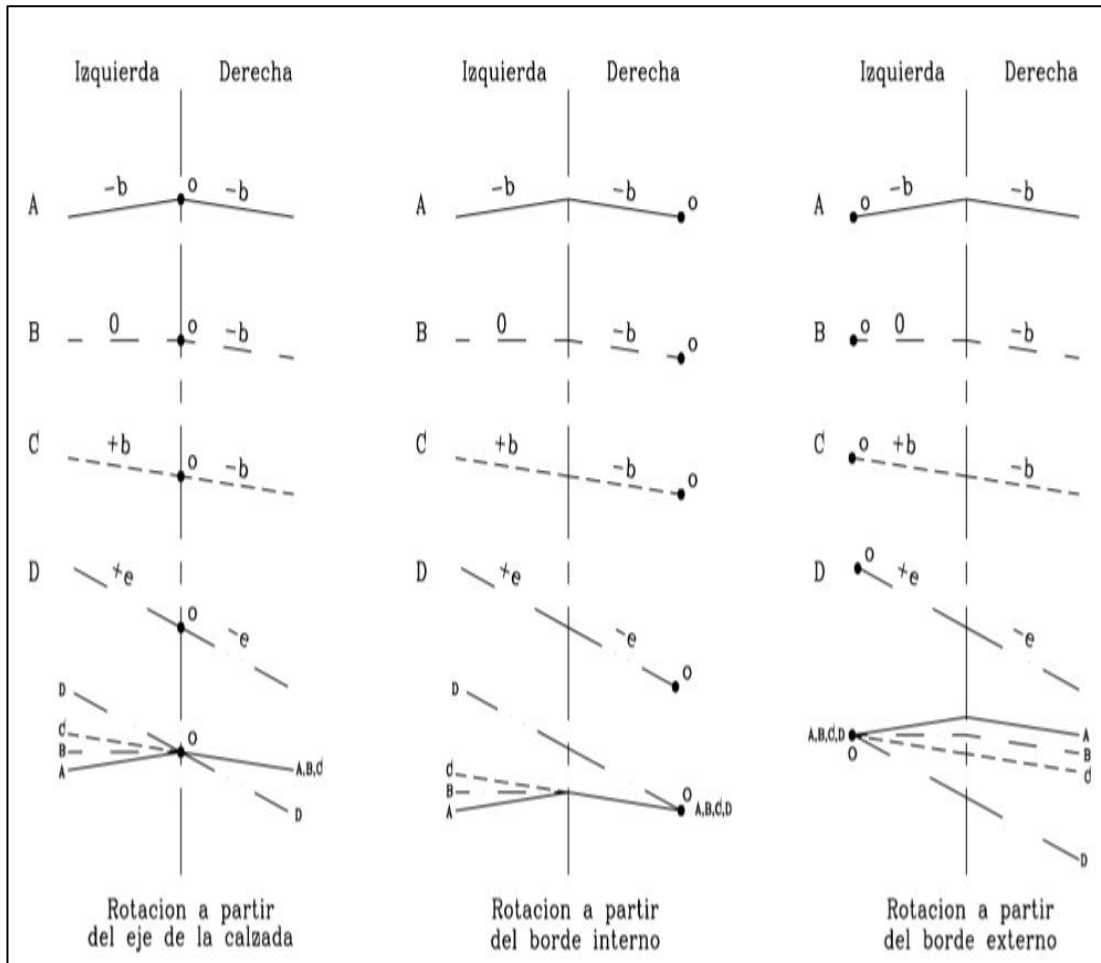
- 1.- Un rápido deterioro de la superficie de calzada.
- 2.- Una asimetría en la superficie de rodadura, por los vehículos pesados.
- 3.- El resbalamiento de los vehículos pesados (perdida de carril).

1.1.3.4.2.4.2 Desarrollo del Peralte

En una curva es necesario modificar la inclinación transversal desde el bombeo hasta el peralte requerido para la curva y después de la curva del peralte hasta el bombeo nuevamente. Esta modificación se la realiza a lo largo de una longitud apropiada, este proceso se lo conoce como transición del peralte.[26] Se la puede desarrollar de tres formas.

- 1.- Girando el pavimento de la calzada alrededor de su línea central o eje (Terreno montañoso).
- 2.- Girando el pavimento alrededor de su borde interior (Terrenos llanos).
- 3.- Girando el pavimento alrededor de su borde exterior.

Figura 19.- Métodos – Desarrollo del Peralte



Fuente: Diseño Geométrico de Vías, Agudelo 2002

Para el desarrollo del peralte el MOP-2003[16], recomienda valores para las gradientes longitudinales.

Tabla 16.- Gradiente longitudinal – Desarrollo del Peralte

Vd Km/h	Valor de “i” %	Máxima Pendientes Equivalente.
20	0,800	1:125
25	0,775	1:129
30	0,750	1:133
35	0,725	1:138
40	0,700	1:143
50	0,650	1:154
60	0,600	1:167
70	0,550	1:182
80	0,500	1:200
90	0,470	1:213
100	0,430	1:233
110	0,400	1:250
120	0,370	1:270

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

1.1.3.4.2.4.3 Longitud de Transición

Es la que sirve para llevar acabo la transición de las pendientes transversales entre una sección normal con una peraltada, alrededor del eje de la vía o uno de sus bordes. La longitud de transición debe ser mayor a la distancia que necesita un vehículo que transita a una velocidad de diseño. [16]

$$L_{min} = 0,56 * V \text{ (Km / h)}$$

En donde:

Lmin = Longitud de transición mínima.

V = Velocidad de diseño.

Este valor es considerado como mínimo absoluto, ya que se puede utilizar para caminos con relieve montañoso difícil, es decir en zonas de estribaciones y en el cruce de la cordillera de los Andes [16].

1.1.3.4.2.4.4 Longitud Tangencial

Es la longitud necesaria para comenzar a inclinar transversalmente la calzada en la tangente, comenzando por un punto interior al “TE” de una curva espiralizada la cual se va a peraltar, o en el caso de una curva circular la cual toma como referencia un punto anterior al inicio de la transición de manera que la faja exterior de la calzada pase de su posicionamiento inclinado de bombeo a una posición horizontal en el punto de inicio de transición[16]. Se la calcula mediante la siguiente formula.

$$X = \frac{e' * L}{e}$$

En donde:

X = Longitud Tangencial.

e' = Pendiente lateral de Bombeo, expresada en porcentaje %.

e = Peralte de la curva circular, expresada en porcentaje %.

L = Longitud de transición del peralte, expresada en m.

1.1.3.4.2.5 Tangente intermedia

Se denomina así a la distancia que existe entre el punto final de la curva anterior y el inicio de la siguiente curva. La longitud de la tangente está condicionada para la seguridad del usuario.[16]

Cabe recordar que las tangentes intermedias dependen directamente de la Longitud tangencial (N) y de la longitud de transición (Lt) que se hablara posteriormente; además que existen cuatro casos para su cálculo[16].

1.-En curvas circulares consecutivas.

$$T_{IM} = \frac{2L1}{3} + \frac{2L2}{3} + X1 + X2$$

En donde:

T_{IM} = Tangente intermedia mínima, expresada en metros.

$L_{1,2}$ = Longitud de transición, expresada en metros.

$X_{1,2}$ = Longitud tangencial, expresada en metros.

La transición de bombeo o longitud mínima del arco circular = $1/3(L_1+L_2)$.

2.- En condiciones críticas, que no cumplan con el primer caso, se adaptara a las condiciones topográficas.

$$T_{IM} = \frac{L_1}{2} + \frac{L_2}{2} + X_1 + X_2$$

En donde:

T_{IM} = Tangente intermedia mínima, expresada en metros.

$L_{1,2}$ = Longitud de transición, expresada en metros.

$X_{1,2}$ = Longitud tangencial, expresada en metros.

Longitud mínima del arco circular = $1/2(L_1+L_2)$.

3.- En condiciones extremadamente críticas, por lo general en caminos de IV y V clase que opten bajas velocidades de diseño.

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

En donde:

T_{IM} = Tangente intermedia mínima, expresada en metros.

$X_{1,2}$ = Longitud tangencial, expresada en metros.

4.- Para curvas de transición o espirales, el trazado continuo y curvo tiende a cero.

$$T_{IM} = 0$$

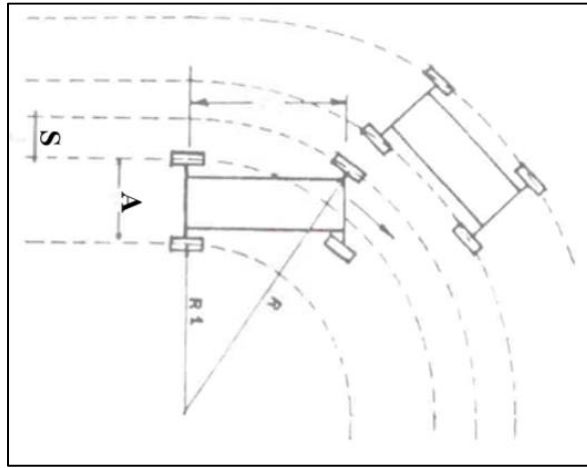
En donde:

T_{IM} = Tangente intermedia mínima, expresada en metros.

1.1.3.4.2.6 Sobreancho

Denominado así al aumento que se le da a la sección transversal de la calzada en las curvas, con la finalidad de proveer de espacio lateral para los vehículos en movimiento, dado que al mantener una trayectoria y girar aumenta su anchura y por tal el espacio que ocupan.[4]

Figura 20.- Sobreancho



Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

Para desarrollar un cálculo del sobreancho, se debe tomar en cuenta las características de los vehículos, así como de la velocidad que desarrollan. Sin dejar de lado que la magnitud del sobreancho debe estar representado por un tipo de vehículo que transitara esa ruta.[16] Presentando así el MOP-2003 la fórmula para su cálculo.

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

En donde:

S = Valor del sobreancho, expresado en metros.

n = Número de carriles de la calzada.

R = Radio de curvatura, expresado en metros.

L = Longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo de diseño, expresado en metros.

V = Velocidad de diseño, expresado en Km/h.

Valores de diseño del sobreebancho

El MOP-2003; establece por razones de costo valores mínimos de diseño para sobreebancho, los cuales para velocidades superiores a los 50 Km/h será de 40 cm, y de 30 cm para velocidades menores o iguales a los 50 Km/h.[16]

1.1.3.4.3 Distancias de Visibilidad

Se le llama a la longitud de la vía que observa el conductor de un vehículo, esta capacidad visual es importante para la seguridad, eficiencia y operación de los vehículos en la carretera.[16]

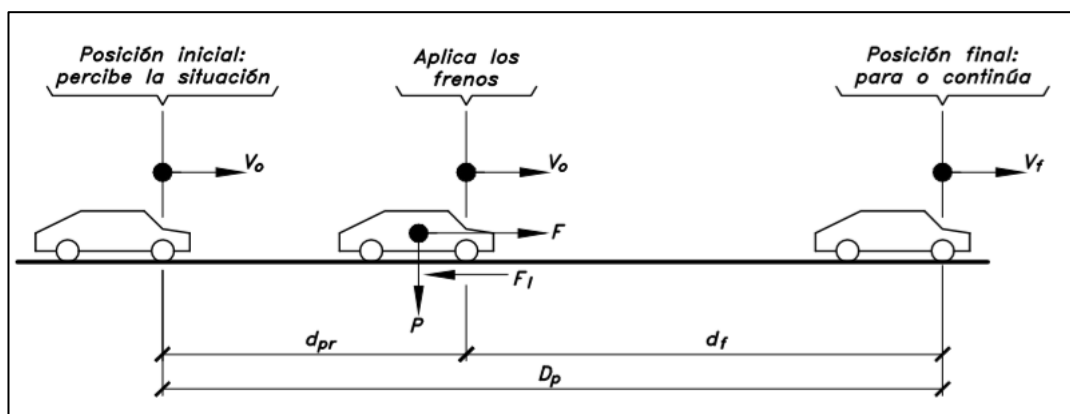
La distancia de visibilidad la podemos diferenciar en dos aspectos.

- 1.- Distancia de parada de un vehículo.
- 2.- Distancia de rebasamiento de un vehículo.

1.1.3.4.3.1 Distancia de Parada de un Vehículo

Definida como la distancia necesaria para que un conductor pueda detener la marcha de su vehículo en un punto cualquiera de la carretera, ante la presencia de un obstáculo o una maniobra en donde pueda exponer su seguridad.[26]

Figura 21.- Distancia de parada



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, Cárdenas James

La distancia de parada es igual a la suma de las dos distancias, el tiempo de recepción y reacción del conductor, y el recorrido del vehículo durante el frenado.[16]

$$Dp = dpr + df \quad \text{Ec. 14}$$

En donde:

Dp = Distancia de parada

dpr = Distancia del tiempo de recepción y reacción.

df = Distancia de frenado.

Para el cálculo de la distancia del tiempo de recepción y reacción se podrá utilizar la siguiente formula, sin dejar de tomar en cuenta que el MOP-2003; nos sugiere una reacción equivalente de 2.5 segundos.[16]

$$dpr = 0,7 * V \quad \text{Ec. 15}$$

En donde:

dpr = Distancia del tiempo de recepción y reacción.

df = Velocidad de diseño.

En cambio, para la distancia de frenado viene en relación de la gradiente longitudinal (e), y la relación que existe entre el vehículo con la superficie de rodadura (f).[16] Se la calcula mediante la siguiente formula.

$$df = \frac{V^2}{254 * (f \pm e)} \quad \text{Ec. 16}$$

En donde:

df = Distancia de frenado.

V = Velocidad de diseño, expresada en Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral del suelo.

e = Gradiente longitudinal de la vía (eje).

El coeficiente de fricción lateral del suelo, viene dado como referencia en pavimentos mojados, ya que es el peor de los escenarios que existe y en donde la fricción lateral del suelo es importante para el diseño y se la calcula de la siguiente manera:

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}} \quad \text{Ec. 17}$$

En donde:

f = Coeficiente de fricción lateral del suelo.

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

El MOP-2003[16]; nos proporciona distancias mínimas de visibilidad para la parada de un vehículo en el peor de los escenarios.

Tabla 17.- Distancias Mínimas de Parada

Criterio de Diseño : Pavimentos Mojados							
Clase de Carretera	TPDA	Valores Recomendados			Valores absolutos		
		L	O	M	L	O	M
RI o RII	> 8000	220	180	135	180	135	110
I	3000 a 8000	180	160	110	160	110	70
II	1000 a 3000	160	135	90	135	110	55
III	300 a 1000	135	110	70	110	70	40
IV	100 a 300	110	70	55	70	35	25
V	< 100	70	55	40	55	35	25

Dónde: L = Terreno llano ; O = Terreno Ondulado ; M = Terreno Montañoso.

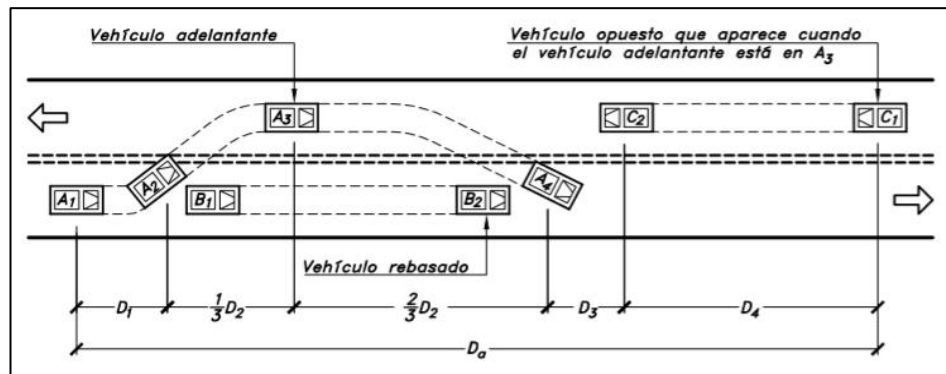
Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

Nota de la **Tabla 17**: Los valores recomendables se tomarán en cuenta cuando el TPDA este cercano al límite superior de la respectiva categoría. De igual manera los valores absolutos cuando el TPDA este cercano al límite inferior o cuando el relieve sea muy difícil es decir el terreno sea escarpado.[16]

1.1.3.4.3.2 Distancia de Rebasamiento de un Vehículo

Es la distancia necesaria para que el conductor de un vehículo adelante a otro que circula a menor velocidad en el mismo carril, sin el peligro de inferir con un tercer vehículo que circule en sentido contrario y que se haga visible en el momento de la maniobra. Esta acción se hace en condiciones de seguridad adecuadas.[2]

Figura 22.- Distancia de Rebasamiento



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, Cárdenas James

Según Cárdenas J.[2] ; Para el cálculo de la distancia mínima de rebasamiento se determinará mediante la suma de las distancias parciales.

$$D_r = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

$$D_1 = 0,14 * t_1 (2V - 2m + at_1)$$

$$D_2 = 0,28 * Vt_2$$

$$D_3 = 30 \text{ m a } 90 \text{ m}$$

$$D_4 = 0,18 * Vt_2$$

En donde:

D_r = Distancia de rebasamiento, expresada en metros.

D1 = Distancia recorrida en el tiempo de recepción – maniobra del conductor para realizar la maniobra, expresada en metros.

D2 = Distancia recorrida por el vehículo adelantante (medido desde el momento que invade carril hasta el ingreso a su carril), expresado en metros.

D3 = Distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo en sentido contrario.

D4 = Distancia recorrida del vehículo que viene en sentido opuesto.

t₁ = Tiempo de la maniobra inicial, expresada en segundos.

t₂ = Tiempo que el vehículo rebasante invade carril, expresado en segundos.

V = Velocidad promedio del vehículo rebasante, expresada en Km/h.

m = Diferencia de velocidades entre el vehículo rebasante y el rebasado, expresado en Km/h.

a = Aceleración promedio del vehículo rebasante, expresada en Km/h.

Para lo cual según estas definiciones para poder determinar la velocidad de rebasamiento en función de la velocidad podemos determinar mediante la siguiente formula[16].

$$Dr = 9.54 * V - 218 \rightarrow (30 < V < 100) \quad \text{Ec. 18}$$

En donde:

Dr = Distancia de rebasamiento, expresada en metros.

V = Velocidad promedio de vehículo rebasante, expresada en Km/h.

Aclaras que para el ecuador el MOP-2003[16], establece y recomienda valores de distancias mínimas para el rebasamiento de un vehículo.

Tabla 18.- Distancias Mínimas de Rebasamiento

Clase de Carretera	TPDA	Valores Recomendados			Valores absolutos		
		L	O	M	L	O	M
RI o RII	> 8000	830	830	640	830	640	565
I	3000 a 8000	830	690	565	690	565	415
II	1000 a 3000	690	640	490	640	565	345
III	300 a 1000	640	565	415	565	415	270
IV	100 a 300	480	290	210	290	150	110
V	< 100	290	210	150	210	150	110

Dónde: L = Terreno llano ; O = Terreno Ondulado ; M = Terreno Montañoso.

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

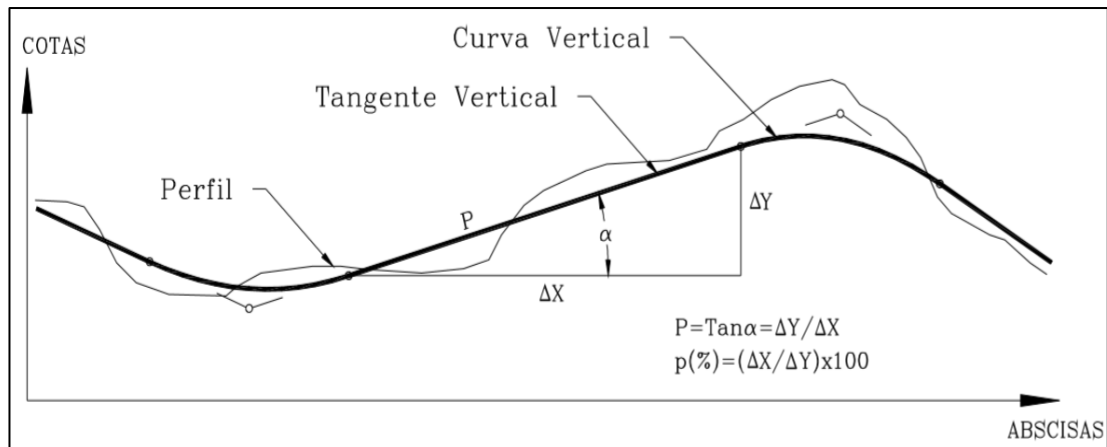
1.1.3.4.4 Alineamiento Vertical

Viene dada por la proyección del eje real o espacial de una vía, sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido al paralelismo, esta proyección será la longitud real del eje de la vía o también conocida como rasante o subrasante.[2] El alineamiento vertical es independiente de otros alineamientos, pero se encuentra en relación con velocidad de diseño, la distancia de visibilidad y las curvas horizontales.[16]

1.1.3.4.4.1 Elementos

Los elementos de un alineamiento vertical son dos principales la rasante y el perfil. En donde la rasante está compuesta por tangentes, que son tramos rectos los cuales están entrelazados por una curva. Las longitudes de los elementos del alineamiento vertical se las considera sobre la proyección horizontal, por lo que se puede concluir que no existe distancias inclinada.[26]

Figura 23.- Alineamiento Vertical – Elementos



Fuente: Diseño Geométrico de Vías, Agudelo John

1.1.3.4.4.2 Gradientes

Las gradientes dependen directamente de la topografía del terreno, y en lo posible deben ser valores muy bajos que permita la operación de los vehículos a velocidades razonables de circulación.[16] El MOP-2003 recomienda valores de diseño de gradientes longitudinales máximas (en porcentaje %) para un diseño adecuado.

Tabla 19.- Gradientes Longitudinales Máximas – Valores de Diseño

Clase de Carretera	TPDA	Valores Recomendados			Valores absolutos		
		L	O	M	L	O	M
RI o RII	> 8000	2	3	4	3	4	6
I	3000 a 8000	3	4	6	3	5	7
II	1000 a 3000	3	4	7	4	6	8
III	300 a 1000	4	6	7	6	7	9
IV	100 a 300	5	6	8	6	8	12
V	< 100	5	6	8	6	8	14

Dónde: L = Terreno llano ; O = Terreno Ondulado ; M = Terreno Montañoso.

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

Las gradientes y las longitudes máximas relacionadas se pueden adaptar a los siguientes valores propuestos por el MOP-2003.

Tabla 20.- Gradientes y Longitudes

Gradientes, %	Longitudes, m
8 – 10	1000
10 – 12	500
12 - 14	250

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

También podemos aclarar que en longitudes cortas se puede aumentar el 1%, en terrenos ondulados y montañosos, con la finalidad de reducir los costos de construcción[16].

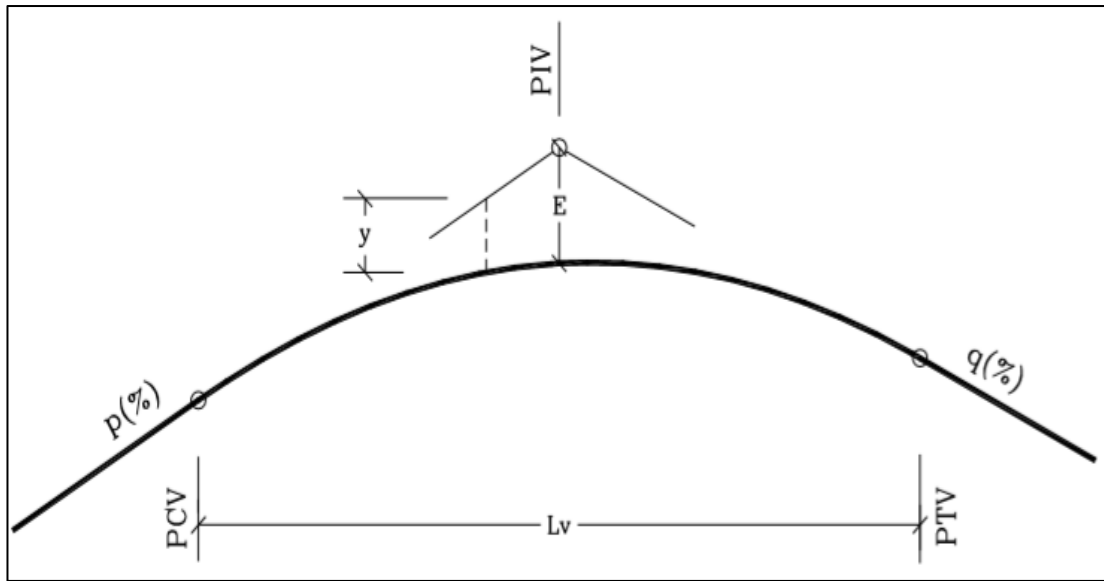
Gradientes Mínimas

La mínima a utilizar es del 0,5 por ciento. En ocasiones especiales se puede tener una gradiente del 0 por ciento, como en rellenos de 1 metro de altura o más, y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal óptima para drenar las aguas lluvia en sentido lateral.[16]

1.1.3.4.4.3 Curvas Verticales

Una curva vertical es la que permite el alcance de dos tangentes verticales consecutivas, de tal modo que a lo largo de su longitud se realiza el cambio gradual de la pendiente tanto en la tangente de entrada como en la de salida. Estas curvas facilitan tener un drenaje adecuado, así como una operación vehicular segura y confortable. La parábola de eje vertical es la que mejor se acomoda a estas condiciones de curvatura.
[2]

Figura 24.- Curva Vertical



Fuente: Diseño Geométrico de Vías, Agudelo John

En donde:

PCV = Inicio de la curva vertical.

PIV = Punto de intersección vertical.

PTV = Principio de la tangente vertical, Punto final de la curva vertical.

E = External. Distancia vertical entre el PIV y la curva.

L_v = Longitud de la curva.

$p(\%)$ = Pendiente inicial o de llegada, expresada en porcentaje.

$q(\%)$ = Pendiente final o de salida, expresada en porcentaje.

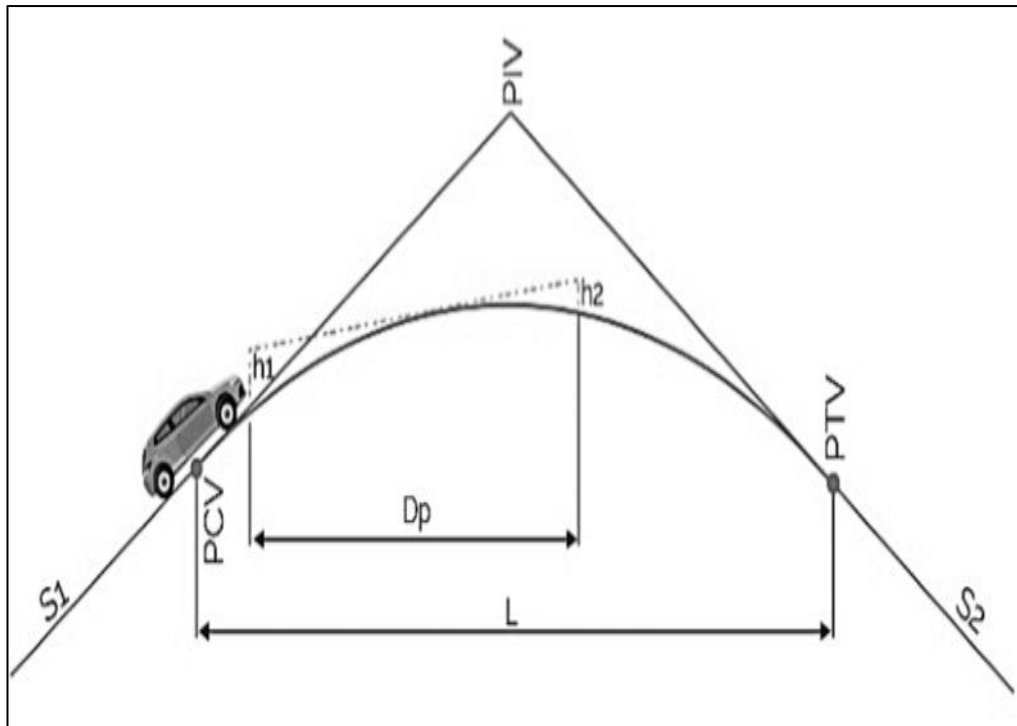
y = Corrección vertical.

A = Diferencial de pendientes; $q - p$.

1.1.3.4.3.1 Curvas Verticales Convexas

Son las que se determinan a partir de la distancia de parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divide en la carretera a una altura de 0.15 metros.[16]

Figura 25.- Curvas Convexas



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Invías, 2008

Para calcular la longitud de la curva se utiliza la siguiente fórmula.

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

En donde:

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

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

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

De acuerdo al MOP-2003, podemos calcular la longitud de una curva vertical convexa de una manera más simple, en la cual consta de un valor K, el cual difiere de acuerdo a las velocidades de diseño y el tipo de carretera.[16]

$$L = K * A$$

Ec. 19

En donde:

L = Longitud de la curvatura vertical convexa, expresada en metros.

K = Coeficiente.

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

Para curvas convexas en función de la velocidad de diseño y la distancia de visibilidad de parada de un vehículo tenemos:

Tabla 21.- Curvas Verticales Convexas Mínimas

Velocidad de diseño Khp	Distancia de visibilidad de parada "S" (metros)	Coeficiente $K = S^2 / 426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
45	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	65	7.10	7
60	70	11.50	12
70	90	19.01	19
80	110	28.40	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80
120	220	113.62	115

Fuente: "Norma de Diseño Geométrico de Carreteras", MOP 2003

Valores mínimos de diseño del coeficiente "K" para determinar la longitud de las curvas verticales convexas y cóncavas mínimas, tabla ilustrada a la clase de carretera.

Tabla 22.- Valores de “K” – Convexas y Cónicas

Clase de Carretera	TPDA	Valores Recomendados			Valores absolutos		
		L	O	M	L	O	M
RI o RII	> 8000	115	80	43	80	43	28
I	3000 a 8000	80	60	28	60	28	12
II	1000 a 3000	60	43	19	43	28	7
III	300 a 1000	43	28	12	28	12	4
IV	100 a 300	28	12	7	12	3	2
V	< 100	12	7	4	7	3	2

Dónde: L = Terreno llano ; O = Terreno Ondulado ; M = Terreno Montañoso.

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

Nota:

La longitud de una curva convexa calculada por cualquier método o fórmula, no podrá ser menor el valor de la mínima establecida por la siguiente fórmula.

$$L_{min} = 0.6 * V \quad \text{Ec. 20}$$

En donde:

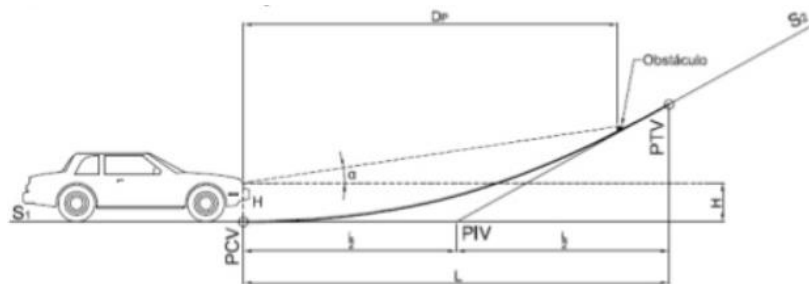
L_{min} = Longitud mínima, expresada en metros.

V = Velocidad de diseño, expresada en Km/h.

1.1.3.4.4.3.2 Curvas Verticales Cónicas

Por la forma de las curvas en el día se tiene una visibilidad total, no así en la noche dado que presenta algunas dificultades de visibilidad, tal es que para una visión nocturna los faros deberán estar a una altura estima de 0.60 m sobre el pavimento y el rayo de luz proyectado con un ángulo de divergencia hacia arriba con respecto al eje longitudinal del vehículo[2]

Figura 26.- Curvas Verticales Cónicas



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Invías, 2008

Para el cálculo de la longitud de la curva, se toma en cuenta la dependencia entre la diferencia algebraica de gradientes y la distancia de visibilidad de parada de un vehículo[16]. Su fórmula es la siguiente:

$$L = \frac{A * S^2}{132 + 3,5 * S}$$

En donde:

L = longitud de la curva cóncava, expresada en metros.

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

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

De igual manera que las curvas convexas, las curvas cóncavas se calcular de manera más sencilla y simple con la siguiente formula.

$$L = K * A$$

Ec. 21

En donde:

L = Longitud de la curvatura vertical cóncava, expresada en metros.

K = Coeficiente.

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

De la misma manera que para las curvas convexas, para curvas cóncavas en función de la velocidad de diseño y la distancia de visibilidad de parada de un vehículo tenemos:

Tabla 23.- Curvas Verticales Cóncavas Mínimas

Velocidad de diseño Khp	Distancia de visibilidad de parada “S” (metros)	Coeficiente $K = S^2 / 122 + 3.5 * S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

Los valores del coeficiente “K” para el cálculo de la longitud de curvas cóncavas mínimas, se detalló en la **Tabla 22**, en la página **57**. De igual manera la longitud mínima vendrá dada por la siguiente formula y por cualquier manera de cálculo no podrá ser menor a esta.

$$L_{min} = 0.6 * V$$

Ec. 22

En donde:

Lmin = Longitud mínima, expresada en metros.

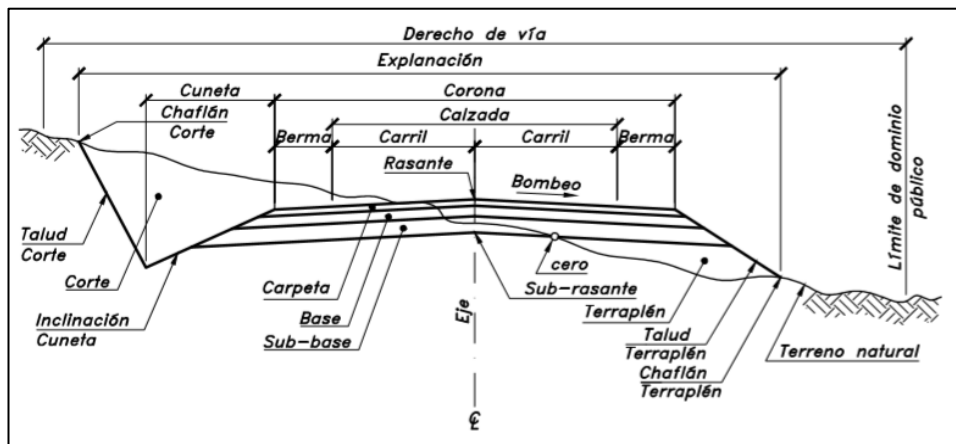
V = Velocidad de diseño, expresada en Km/h.

1.1.3.4.5 Alineamiento Transversal

Es un diseño que consiste en una relación entre las definiciones de cada uno de los elementos con su ubicación, dimensiones, características que forman la carretera con relación a el terreno natural, dado en cada punto de la carretera o sobre una sección normal del alineamiento horizontal. Con el diseño transversal se puede fijar la rasante, el ancho de faja a utilizarse para la carretera, así como proyectar movimiento de tierras.[2]

Las secciones transversales dependen del volumen de tráfico, el terreno y fundamentalmente de la velocidad de diseño apta para la carretera. Dado así que debe tomarse en cuenta el beneficio de los usuarios y costos de mantenimiento, ya que el dimensionamiento de los elementos de la sección transversal es primordial para la seguridad y comodidad del usuario.[16]

Figura 27.- Sección Transversal – Elementos



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, Cárdenas James

Para el MOP-2003; una sección transversal típica está conformada por 4 ítems, que los podemos denotar como:

- 1.- Calzada
- 2.- Espaldones
- 3.- Taludes interiores
- 4.- Cunetas

1.1.3.4.5.1 Calzada

Es la sección destinada para la circulación de los vehículos, está constituida por uno, dos o más carriles dependiendo del uso que se le dé, puede ser un uno o dos sentidos. De notar que cada carril tendrá un ancho de superficie para la circulación vehicular.[2]

El bombeo en la calzada se presenta entre el 1% al 3%, pero generalmente es el más utilizado el 2% cuando se trata de cemento asfáltico.[4]

Tabla 24.- Calzada – Anchos

Clase de Carretera	TPDA	Ancho de calzada (m)	
		Valores Recomendados	Valores absolutos
RI o RII	> 8000	7,30	7,30
I	3000 a 8000	7,30	7,30
II	1000 a 3000	7,30	6,50
III	300 a 1000	6,70	6,00
IV	100 a 300	6,00	6,00
V	< 100	4,00	4,00

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

1.1.3.4.5.2 Espaldones

Localizadas a continuación de la calzada, sirven para detener a un vehículo en estado de emergencia. [4]

Según el MOP-2003[16]; Los espaldones cumplen las siguientes funciones:

- Proveer espacio temporal de estacionamiento, fuera de la superficie de rodadura fija, con la finalidad de evitar accidentes.
- Mayor amplitud de observación, seguridad y comodidad para el conductor.
- Mayor visibilidad en curvas horizontales.
- Mayor capacidad de la carretera, para una velocidad uniforme.
- Sirve de soporte para el pavimento.
- Espacio para la colocación de señales de tránsito y guarda caminos.
- Escurre el agua del pavimento evitando deterioro, infiltración y rotura.

- Mejor presentación de la carretera (estética).
- Espaciamiento para trabajos de mantenimiento.

En base a las funciones que cumple los espaldones el MOP nos recomienda valores de ancho de espaldones.

Tabla 25.- Espaldones – Anchos

Clase de Carretera	TPDA	Valores Recomendados			Valores absolutos		
		L	O	M	L	O	M
		(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
RI o RII	> 8000	3,0*	3,0*	2,5*	3,0	3,0*	2,0*
I	3000 a 8000	2,5*	2,5*	2,0*	2,5**	2,0**	1,5**
II	1000 a 3000	2,5*	2,5*	1,5*	2,5	2,0	1,5
III	300 a 1000	2,0**	1,5**	1,0*	1,5	1,0	0,5
IV	100 a 300	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V	< 100	No se considera espaldón					

Dónde: L = Terreno llano ; O = Terreno Ondulado ; M = Terreno Montañoso.

* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior.

Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico.

** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente.

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

Para los espaldones la pendiente puede variar entre el 3% al 6%, dependiendo de la clase de rodadura que se opte. Los espaldones no son justificados económicamente para carreteras de un volumen bajo de tráfico, así como en caminos vecinales, pero si son de suma importancia colocarlos en intervalos adecuados para facilitar la circulación de los vehículos, se lo debería realizar en ambos sentidos. [16]

1.1.3.4.5.3 Taludes

Denominadas así a las superficies laterales inclinadas que limitan con la explanación. Cuando la sección inicia en corte el talud empieza después de la cuneta. Y si la sección es en el terraplén esta comienza una vez termine la calzada o el espaldón.[2]

Los taludes tanto de corte como de relleno deben brindar seguridad y una buena apariencia en la carretera, dado que esto influye en su mantenimiento. El diseño de un

talud depende de las características geométricas de la vía, así como de las condiciones del suelo puesto que por la homogeneidad de los suelos se desarrollará a distintas pendientes, recomendando así desarrollar siempre con la menor pendiente posible. [16] Valores de diseño recomendables para taludes en terrenos planos.

Tabla 26.- Taludes

Clase de Carretera	TPDA	Talud	
		Corte	Relleno
RI o RII	> 8000	3:1 * **	4:1
I	3000 a 8000	3:1	4:1
II	1000 a 3000	2:1	3:1
III	300 a 1000	2:1	2:1
IV	100 a 300	1,8-1:1	1,5-2:1
V	< 100	1,8-1:1	1,5-2:1

Dónde : C= Corte ; R = Relleno ; * = Horizontal ; ** = Vertical
Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

Para terrenos ondulados y montañosos se recomienda tomar en cuenta el corte en el movimiento de tierras, dado la importancia del tipo de suelo ya que se deberá utilizar casos especiales; así como los taludes en curvas horizontales puedan brindar una óptima visibilidad para el conductor.

Figura 28.- Taludes



Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

1.1.3.4.5.4 Cunetas

Denominadas así a las zanjas construidas a partir del borde de la estructura del pavimento o al borde de la subrasante, con la única finalidad de recoger y evacuar las aguas superficiales.[4]

Recalcar que en vías con una topografía montañosa es muy recomendable colocar las cunetas a 30 cm de profundidad con respecto a la rasante, con esto necesariamente la cuneta se deberá revestir, con la visión de proteger el pavimento del camino. Esto para que la lateral de corte sea menor y minimizar el costo de construcción.[16]

Figura 29.- Cuneta



Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

1.1.3.5 Pavimentos

El pavimento es una estructura asentada sobre una fundación apropiada, la cual su función principal es de proporcionar una superficie de rodadura segura y confortable para la circulación de los vehículos, esto independientemente de las velocidades deseadas o bajo cualquier condición climática. Los tipos de pavimentos dependen del tipo de vehículo de circulación y principalmente del volumen de tráfico que vaya a soportar.[27]

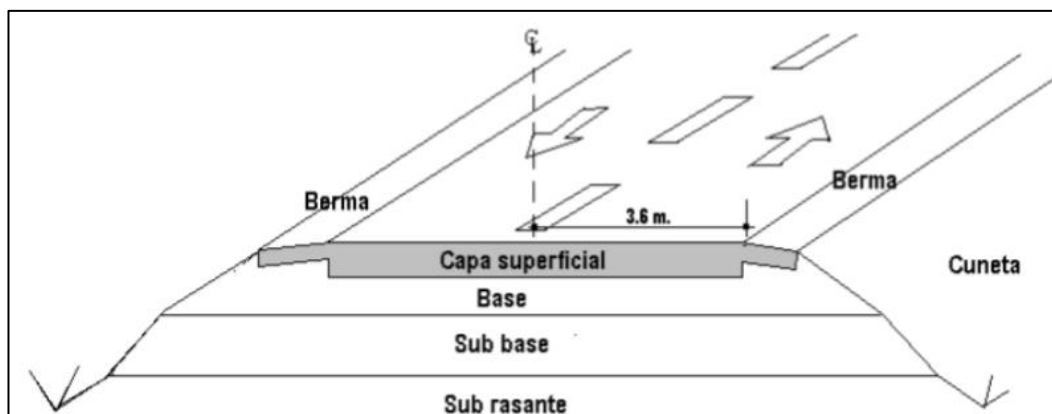
1.1.3.5.1 Clasificación de los Pavimentos

Los pavimentos se pueden clasificar en: flexibles, semirrígidos, rígidos y articulados.[28]

1.1.3.5.1.1 Pavimentos Flexibles

Son los que se encuentran formados por una capa de material bituminoso apoyados habitualmente sobre dos capas no rígidas, las cuales son la base y la subbase; No obstante, se puede prescindir de cualquiera de estas capas dependiendo de la importancia de la obra[28].

Figura 30.- Pavimento Flexible - Estructura



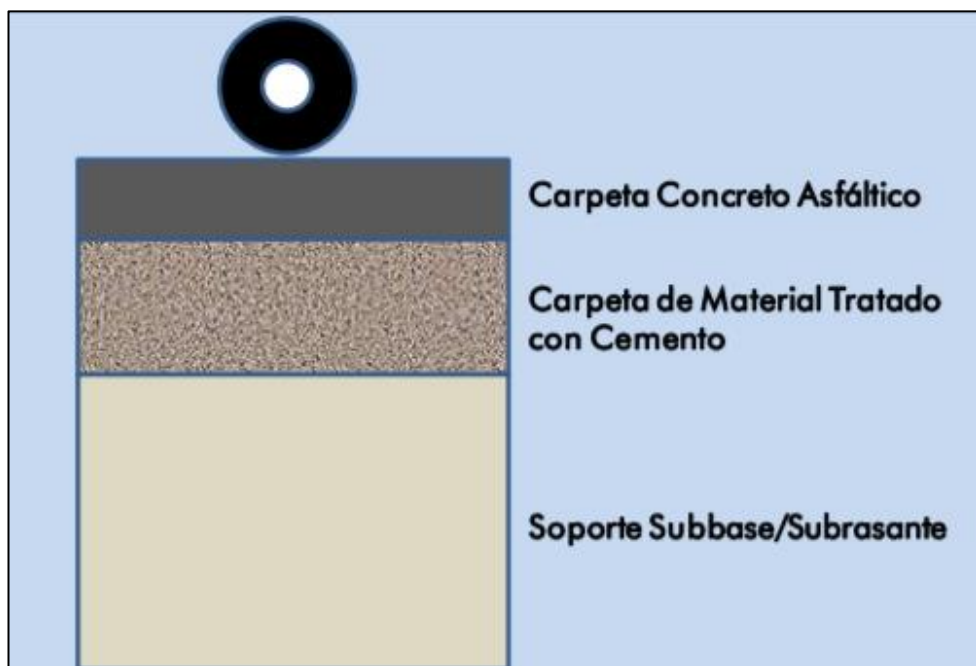
Fuente: Diseño del Pavimento, Saucedá García

La distribución de tensiones y deformaciones generadas sobre la estructura de este pavimento por parte de la carga del tráfico, se da de una manera que las capas de revestimiento y la base absorban las tensiones verticales de compresión de la subrasante por medio de un mecanismo llamado tensiones cizallantes. Se puede producir fatiga en el revestimiento asfáltico debido a (Deformación y tensión en la fibra inferior) produciendo figuración por fatiga, además de hundimientos cuando el tráfico sea canalizado producido por deformaciones verticales de compresión y una ondulación longitudinal en la superficie cuando la heterogeneidad del pavimento sea significativa.[27]

1.1.3.5.1.2 Pavimentos Semirrígidos

Guardan una estructura igual a la de un pavimento flexible, con la diferencia que una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser asfalto, cemento, cal, emulsión y químicos. La función básica de estos elementos es de corregir y mejorar las propiedades mecánicas de los materiales locales del sitio que tengan una pobre capacidad constructiva[28].

Figura 31.- Pavimentos – Semirrígidos – Estructura

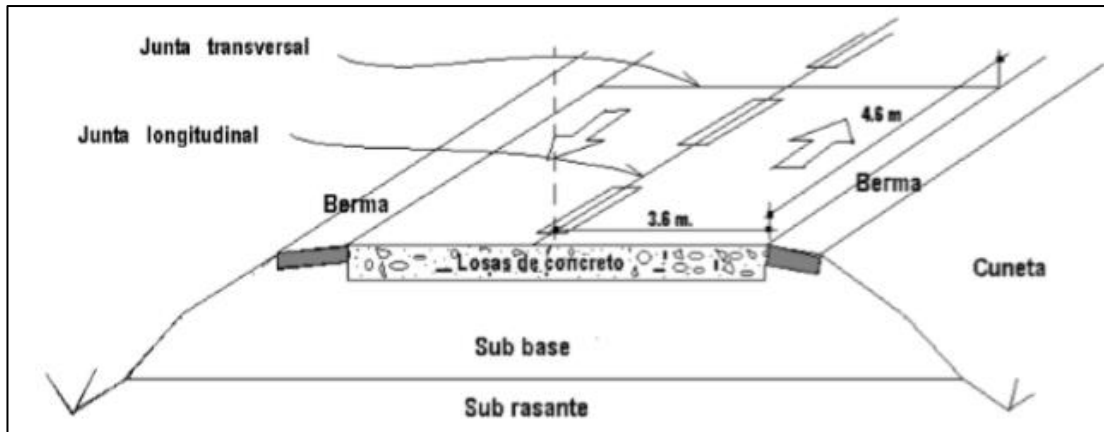


Fuente: Pavimentos Semirrígidos, Epsa Labco

1.1.3.5.1.3 Pavimentos Rígidos

Formados por una losa de concreto hidráulico, apoyados sobre la subrasante o directamente sobre una capa de suelo denominada subbase del pavimento rígido. La distribución de esfuerzos en este caso se produce en un espacio muy amplio debido a la alta rigidez del pavimento. En zonas que presentan subrasante pobres este pavimento es muy utilizado, ya que la presencia del concreto hace que sea capaz de resistir esfuerzos de tensión a ciertos grados. Aclarar que la capacidad estructural de un pavimento rígido, está en función de la resistividad de las losas, dejando poca importancia a las capas subyacentes.[28]

Figura 32.- Pavimento Rígido – Estructura

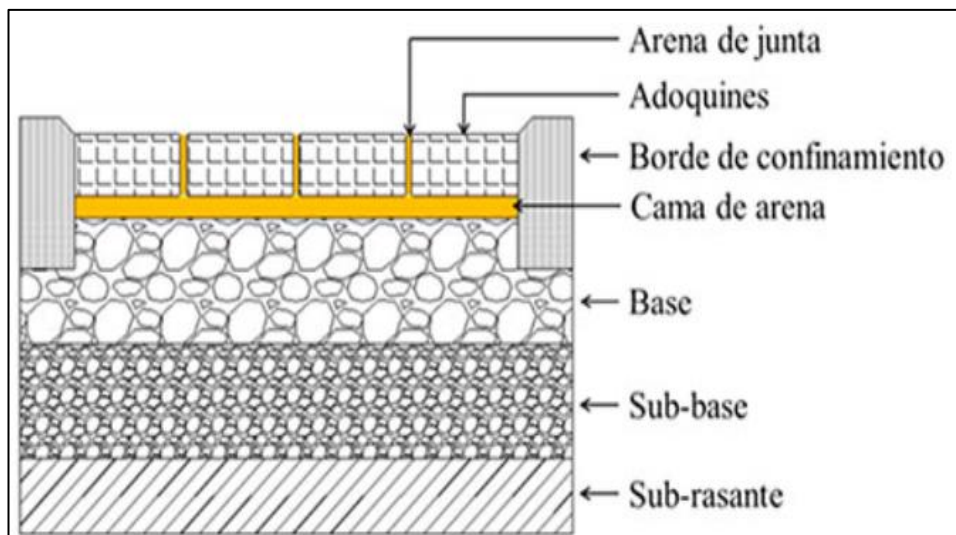


Fuente: Diseño del Pavimento, Saucedá García

1.1.3.5.1.4 Pavimentos Articulado

Están compuestos por una capa de rodadura que pueden ser adoquines (Bloques de concreto prefabricado), las cuales se colocan sobre una capa fina de arena, la cual a su vez está apoyada sobre una capa granular o también puede ser apoyada directamente sobre la subrasante, esto depende de la calidad, magnitud y de la afluencia de vehículos a circular[28].

Figura 33.- Pavimento Articulado – Estructura



Fuente: Pavimentos Articulado, Epsa Labco

1.1.3.5.2 Capas de un Pavimento – Estructura

La estructura de un pavimento está construida sobre la subrasante del camino, la cual sirve para resistir y distribuir los esfuerzos generados por los vehículos. la estructura está conformada generalmente por: Base, subbase y una capa de rodadura[29].

1.1.3.5.2.1 Subrasante

Considerado la cimentación del pavimento, su función principal es la de soportar las cargas que transmite el pavimento y de darle la sustentación. Entre mejor sea la calidad de la subrasante el espesor del pavimento será más reducido, abaratando costos de construcción[30].

Para el mejoramiento de la subrasante se la deberá realizar con un suelo granular, material rocoso o combinaciones de los dos, libre de material orgánico y escombros. Deberá tener una granulometría que pase un tamiz de cuatro pulgadas (100 mm), con abertura cuadrada y no más de 20 por ciento que pase el tamiz N° 200 (0,075 mm), de acuerdo al ensayo de la AASHO-T.11[31].

El material que pase el tamiz N° 40 (0.425 mm) deberá constar de las siguientes características; un índice de plasticidad menor a nueve (9) y un índice liquido máximo del 35% esto siempre y cuando el CBR sea menor que 20%, todo esto impartido en el ensayo AASHO-T-91 [31].

1.1.3.5.2.2 Base

Es la capa que recibe mayor esfuerzo producido por los vehículos, sobre ella es colocada la carpeta dado que la capacidad de carga del material friccionante es baja en la superficie de confinamiento[30].

Estos agregados dependen mucho del tipo de material a emplearse y deben cumplir una serie de características como; el limite liquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor a 25 y el índice de plasticidad menor de 6, el desgaste por abrasión de los agregados deberá ser menor al 40% y el valor de soporte del CBR será igual o

mayor al 80%. Los agregados deberán ser elementos limpios, sólidos y resistentes, esto significa libres de polvo, suciedad, arcilla y demás.[31]

Los agregados han sido divididos de acuerdo a su clase entre las cuales tenemos.

Clase 1

Están constituidos por agregados gruesos y finos, deben estar triturados en un 100% y graduados uniformemente [31].

Clase 2

Constituidos por fragmentos de roca y grava triturados, en donde la fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso, teniendo una forma gradual uniforme [31].

Clase 3

Son bases conformadas por fragmentos de roca y grava triturados, en donde la fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso, teniendo una forma gradual uniforme. En donde si falta relleno mineral se podrá completar con material procedente de su trituración [31].

Clase 4

Conformadas por los agregados obtenidos de la trituración o del cribado de las piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, deberán graduarse uniformemente de grueso a fino [31].

Tabla 27.- Bases – Granulometría

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	Clase 1		Clase 1	Clase 2	Clase 3
	Tipo A	Tipo B			
2" (50.4 mm)	100	---	---	---	100
1 1/2" (38.1 mm)	70 – 100	100	---	---	---
1" (25.4 mm)	55 – 85	70 – 100	100	---	60 – 90
3/4" (19.0 mm)	50 – 80	60 – 90	70 – 100	100	---
3/8" (9.5 mm)	35 – 60	45 – 75	50 – 80	---	---
N° 4 (4.75 mm)	25 – 50	30 – 60	35 – 65	45 – 80	20 – 50
N° 10 (2.00 mm)	20 – 40	20 – 50	25 – 50	30 – 60	
N° 40 (0.425 mm)	10 – 25	10 – 25	15 – 30	20 – 35	---
N° 200 (0.075 mm)	2 – 12	2 – 12	3 – 15	3 – 15	0 – 15

Fuente: “Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes”, MOP 2002

1.1.3.5.2.3 Subbase

Es una capa que cumple más con la cuestión económica para abaratar costos, ya que se coloca en una especie de disminución de la base, la principal función de esta es la de impedir el paso del agua (proceso de capilaridad), y evita que el pavimento sea absorbido por la subrasante[30].

Los agregados que se empleen en esta capa deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, y la porción que pase el tamiz N° 40 tendrá un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25, una capacidad de soporte CBR igual o mayor de 30% [31].

Existen clases de subbase que han sido clasificadas en 3 las cuales poseen características y porcentajes propias.

Clase 1

Obtenidos a partir de la trituración de rocas o gravas, en donde al menos el 30 % del agregado preparado debe obtenerse del proceso de trituración, deben encontrarse graduados uniformemente [31].

Clase 2

Son subbase obtenidas a partir de la trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, deben encontrarse gradualmente uniformes [31].

Clase 3

Constituidas por agregados naturales los cuales deben ser procesados los cuales deben cumplir una graduación uniforme [31].

Para estas 3 clases de agregados se ha establecido requisitos los cuales los detallaremos a continuación.

Tabla 28.- Sub-base

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (76.2 mm)	---	---	100
2" (50.4 mm)	---	100	---
1 1/2 (38.1 mm)	100	70 – 100	---
N° 4 (4.75 mm)	30 – 70	30 – 70	30 – 70
N° 40 (0.475 mm)	10 – 35	15 – 40	---
N° 200 (0.075 mm)	0 – 15	0 – 20	0 – 20

Fuente: “Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes”, MOP 2002

1.1.3.5.2.4 Capas de rodadura

El diseño geométrico y el tipo de superficie guardan relación para determinar la indeformalidad y la factibilidad de una superficie mediante un escurrimiento y evacuación que pueda ofrecer, para una circulación adecuada de los vehículos. El tipo de superficie depende de la clase de carretera escogida, así que una gran parte de la velocidad de diseño dependerá de las características de la capa de rodadura, lo cual capas indeformables favorecerán altas velocidades de operación brindadas por los conductores.[16]

Las superficies de rodadura se clasifican en las siguientes según el MOP-2003.

Tabla 29.- Superficies de Rodadura

Clase de Carretera	TPDA	Tipos de Superficie	Gradiente Transversal (Porcentaje)
RI o RII	> 8000	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5-2
I	3000 a 8000	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5-2
II	1000 a 3000	Grado estructural intermedio	2
III	300 a 1000	Bajo grado estructural: Doble Tratamiento Superficial Bituminoso D.T.S.B.	2
IV	100 a 300	Grava o D.T.S.B.	2,5-4 *
V	< 100	Grava, Empedrado, Tierra	4

Dónde : * = Para caminos vecinales tipo 5 y 5E.

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

La estructura de un pavimento depende de la topografía, el volumen de tráfico y los materiales que se podrían utilizar pueden ser desde piedras, mezclas bituminosas, asfalto y hormigón.

1.1.3.5.3 Métodos de Calculo

Para el diseño de un pavimento flexible se requiere que los esfuerzos que llegan a la subrasante no deben ser superiores a los admisibles, de lo contrario podrían ocasionar grandes deformaciones en la capa de rodadura[28]. Para un diseño de pavimento flexible se las puede calcular mediante las siguientes maneras:

- 1.- Método Racional
- 2.- Método de la AASHTO 93
- 3.- Leyes de la fatiga

1.1.3.5.3.1 Método AASHTO 93

Se deberá tomar en cuenta para el diseño de un pavimento flexible las siguientes consideraciones.

- CBR.
- Frecuencia o intensidad de tráfico vehicular.
- las condiciones sísmicas, regionales y ambientales.

Según el método AASHTO 93, el propósito es el de calcular un numero estructural “SN”, el cual nos indica las diferentes cargas que podría soportar el pavimento, ante la demanda vehicular[32].

La fórmula principal para el diseño de un pavimento flexible viene dada por:

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

Ec. 23

En donde:

W18 = Es el número de ejes simples equivalentes a 18000 lb es decir 80 KN.

Zr = Área bajo la curva (distribución y estandarizada), para la confiabilidad R.

So = Desviación estándar de todas las variables.

ΔPSI = Perdida de la serviciabilidad.

Mr = Modulo de resiliencia de la subrasante.

SN = Numero estructural de un pavimento flexible.

Periodo de Diseño

El periodo de diseño de un pavimento está fundamentado en una proyección de tráfico y del tiempo de vida útil que tendrá, de acuerdo a las condiciones de entorno que nos ayude a no alterar desproporcionadamente la estructura de él [33].

Tabla 30.- Periodos de diseño – Tipos de Carretera

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

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

Transito Equivalente (W18)

Para el método de la AASHTO 93 se determinan las cargas equivalentes acumuladas con el periodo de diseño, para lo cual toma un valor de 18000 lb (8.2 Ton) [33].

Tabla 31.- Factor de distribución por Carril

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

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

Nivel de Confiabilidad “R”

Se denomina así al grado de certidumbre (seguridad) de que una determinada alternativa de diseño alcance a mantenerse, es decir; la probabilidad de que el número de repeticiones de carga (Nt) sobre un pavimento pueda soportar hasta alcanzar un nivel de servicapacidad de servicio, y esta no sea excedida por el número de cargas reales que son aplicadas (Wt) [33].

Tabla 32- Confiabilidad - Niveles

Clasificación de la vía	Urbana	Rural
Autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Troncales	80 – 90	75 – 95
Locales	80 – 95	75 – 95
Ramales y Vías Agrícolas	50 – 80	50 – 80

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

Una vez sea determinado el valor de la confiabilidad “R”, podremos determinar el valor de Zr (coeficiente de desviación estándar normal) ya que tienen relación entre sí.

Tabla 33.- Factores – Desviación Normal

Confiabilidad (R)	Valor de Zr
50	- 0.000
60	- 0.253
70	- 0.524
75	- 0.674
80	- 0.841
85	- 1.037
90	- 1.282
91	- 1.340
92	- 1.405
93	- 1.476
94	- 1.555
95	- 1.645
96	- 1.751
97	- 1.881
98	- 2.054
99	- 2.327
99,9	- 3.090
99,99	- 3.750

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

Desviación Estándar del Sistema (So)

Se basa en las condiciones locales, es decir que se debe tomar en cuenta las posibles variaciones que pueda tener el pavimento ante la densidad de tránsito, así como otros factores propios de la zona.[33]

Tabla 34.- Desviación Estándar

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 para el diseño de la estructura del pavimento”, AASHTO 93

Módulo de Resistencia “Mr”

Es una medida que toma la rigidez del suelo de la subrasante, en el cual será determinada mediante la ecuación, que relaciona con el CBR, mencionada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide)[29].

Según el AASHTO 93 para calcular el módulo de resistencia se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

1.- Para materiales de subrasante con CBR igual o menor a 7.2 %

$$Mr (PSI) = 1500 \times CBR \quad \text{Ec. 24}$$

2.- Para materiales de subrasante con CBR mayor de 7.2% pero menos o igual a 20%.

$$Mr (PSI) = 3000 \times CBR^{0.65} \quad \text{Ec. 25}$$

3.- Para materiales de subrasante con valores de CBR mayores a 20%. (AASHTO)

$$Mr (PSI) = 4326 \times \ln CBR + 241 \quad \text{Ec. 26}$$

Índice de Serviciabilidad “ Δ PSI”

Es considerado como una condición de seguridad y comodidad para el movimiento y tránsito en una vía[32]. Se la puede determinar de la siguiente forma.

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

Ec. 27

Hay que tomar consideraciones para la serviciabilidad como:

- 1.- El índice de servicio inicial es 4.2 para un pavimento flexible.
- 2.- El índice de servicio final toman valores entre 2.5 y 3.0 cuando son caminos principales, en el caso de ser secundarios se opta por 2.0

Tabla 35.- Serviciabilidad – Clasificación

Índice	Calificación
5 a 4	Muy buena
4 a 3	Buena
3 a 2	Regular
2 a 1	Mala
1 a 0	Muy mala

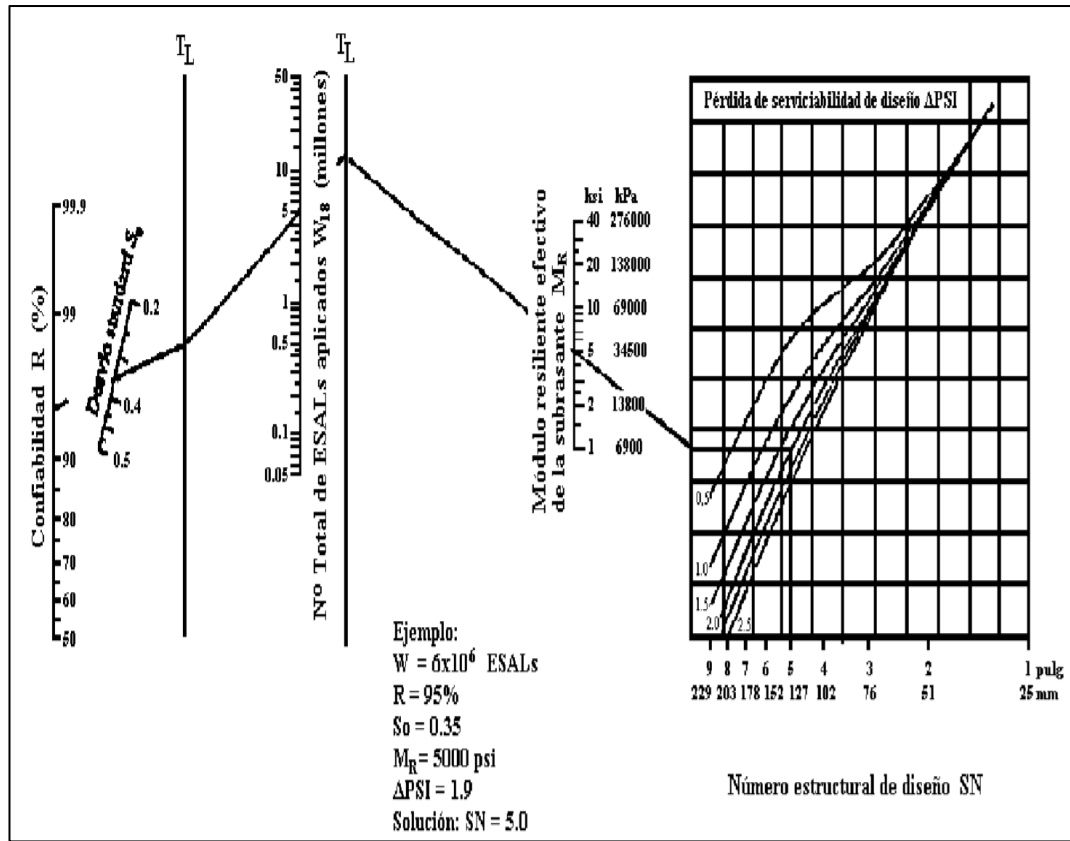
Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento”, AASHTO 93

Numero Estructural (Abaco AASHTO 93)

Para poder determinar el número estructural se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones, además de ocupar la ecuación **Ec. 23**.

- * Numero de ejes equivalentes (Periodo de diseño)
- * Factor de confiabilidad “R”
- * Desviación estándar del sistema “So”
- * Modulo de resistencia “Mr”
- * Variación de la serviciabilidad

Figura 34.- Numero Estructural – SN



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

Esta es una forma manual en la que se podría calcular el número estructural mediante gráficas y ábacos, además existen programas que nos proporcionan ya el cálculo del número estructural.

Espesores por Capa

Para determinar los espesores de capa, es notable contar con todos los valores de las variables de entrada para el diseño, así como la expresión del número estructural ligado directamente a los espesores de capa.

$$SN = a_1D_1 + a_2m_2D_2 + a_3m_3D_3$$

En donde:

a_1, a_2, a_3 = Coeficientes estructurales o de capa, adimensionales

m_2, m_3 = Son los coeficientes de drenaje para la base y la subbase respectivamente

D_1, D_2, D_3 = espesores de las capas, carpeta asfáltica, base, subbase respectivamente

No es practico ni económico colocar capas de un espesor a las mínimas recomendadas. Es factible tener capas de espesores mayores a las mínimas para contrarrestar suelos expansivos así como el congelamiento[34]. A continuación, señalaremos los valores mínimos sugeridos para capas de concreto asfáltico y base granular en función del tránsito.

Tabla 36.- Valores – Capa asfáltica – Base granular

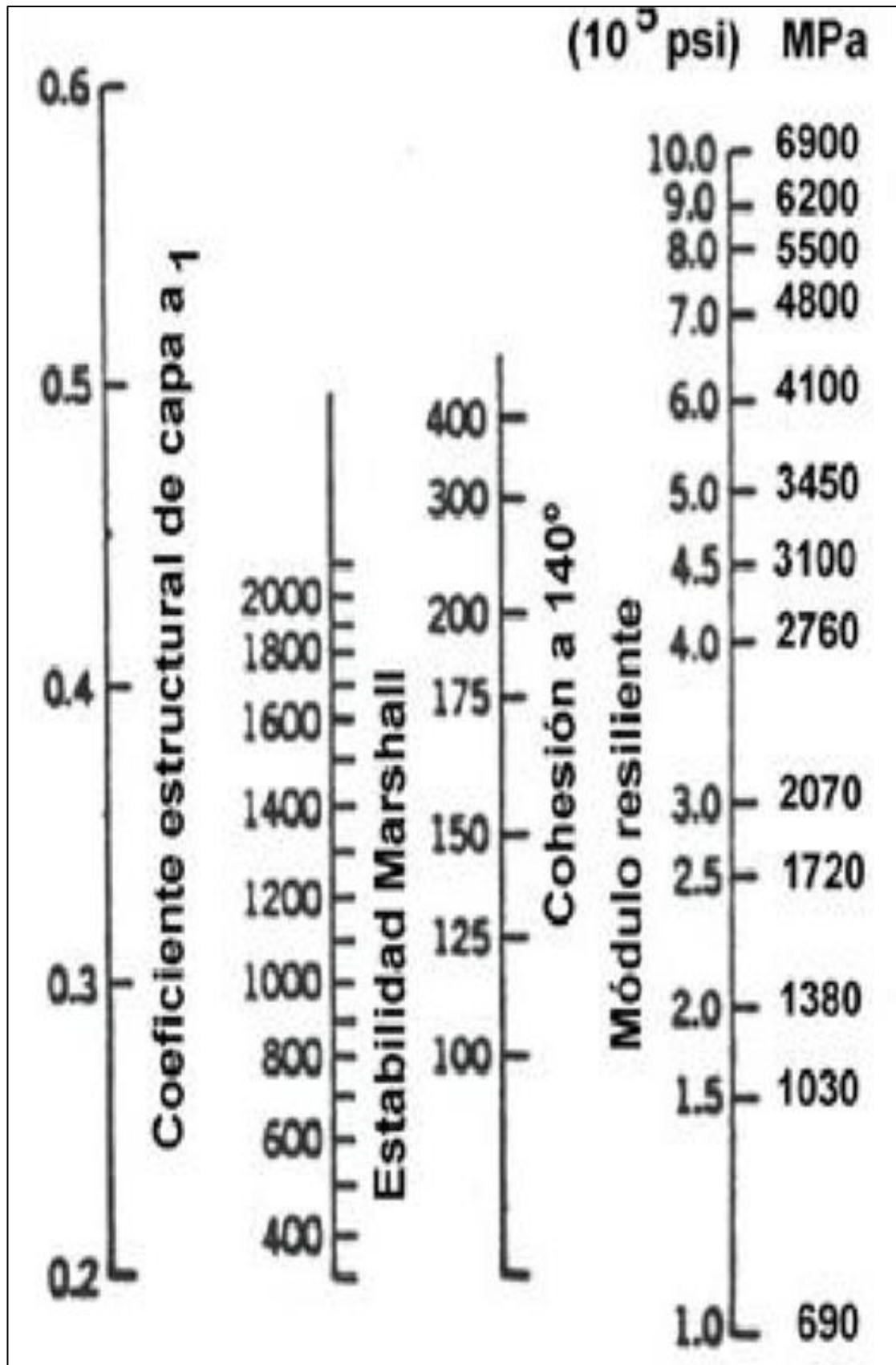
Transito W18	Carpeta Asfáltica	Base Granular
Menos de 50 000	2.5 cm	10 cm
50 000 – 150 000	5.0 cm	10 cm
150 000 – 500 000	6.5 cm	10 cm
500 000 – 2 000 000	7.5 cm	15 cm
2 000 000 – 7 000 000	9.0 cm	15 cm
Más de 7 000 000	10.0 cm	15 cm

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

Coeficientes a_1, a_2, a_3

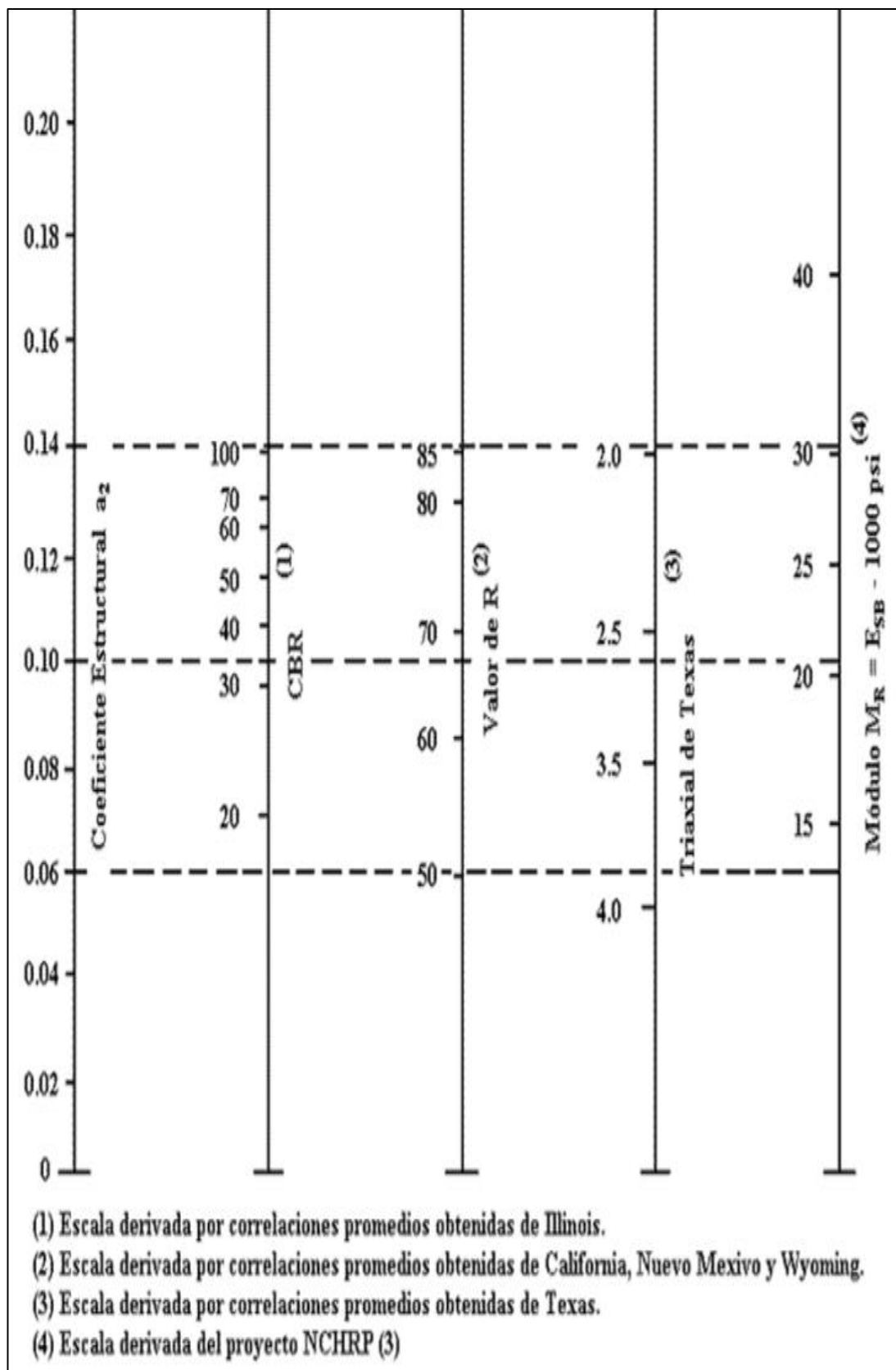
Las capas de cada una de las partes de la estructura del pavimento, cumple una función específica y están relacionadas directamente con un coeficiente estructural, estos coeficientes muestran la capacidad real que posee un material para resistir la carga producida por la circulación vehicular [32]. Se los calcula mediante ábacos y están relacionados con pruebas de laboratorios.

Figura 35.- Coeficiente Estructural a1 – Ábaco



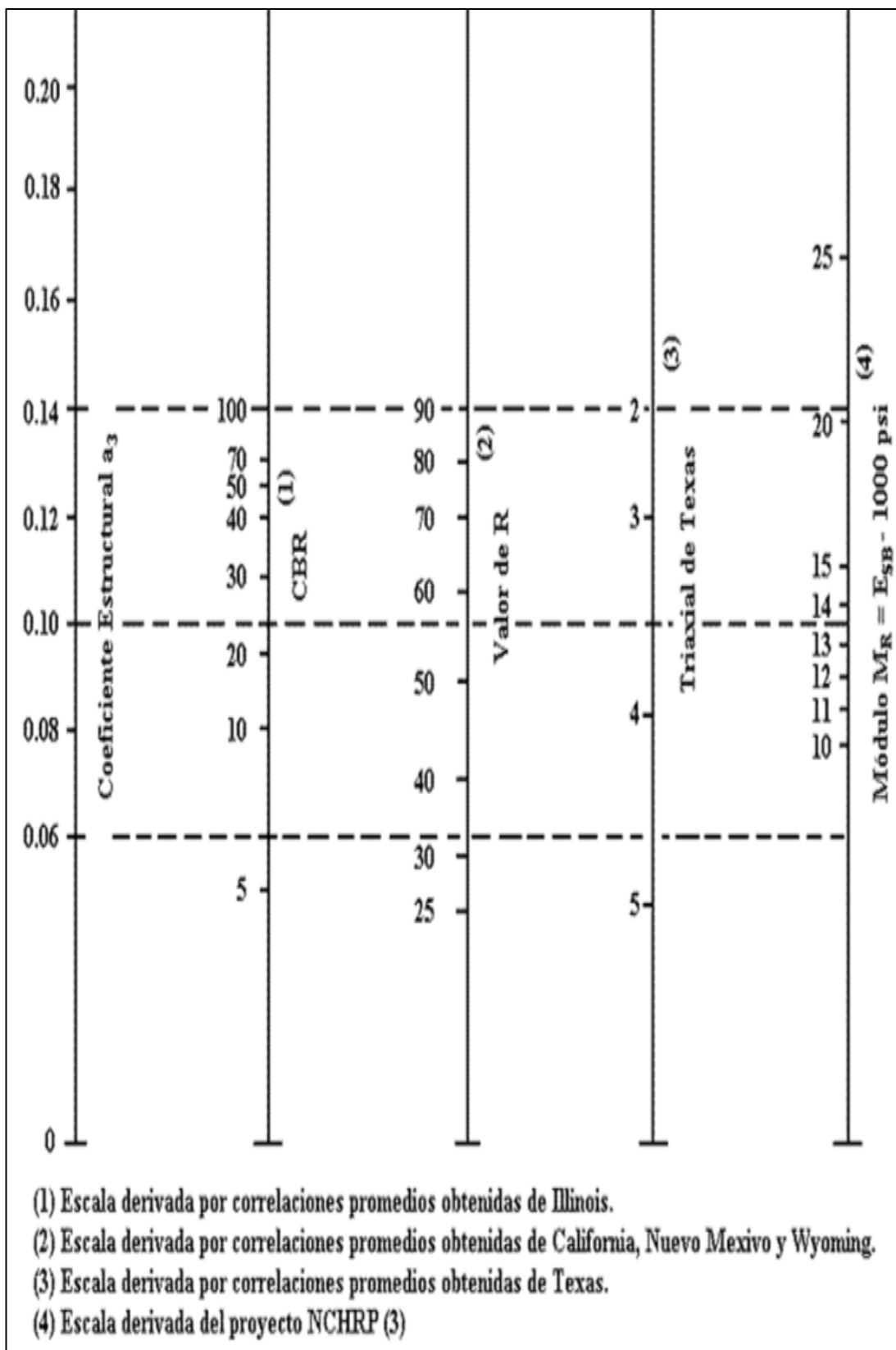
Fuente: “Guía para el diseño de la estructura del pavimento”, AASHTO 93

Figura 36.- Coeficiente Estructural a2 – Ábaco



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

Figura 37.- Coeficiente Estructural a3 – Ábaco



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

Coeficientes de Drenaje

En el método AASHTO los coeficientes de capa se van ajustando con los factores mayores o menores que la unidad, esto para tener en cuenta el drenaje y el tiempo en que las capas granulares están sometidas a niveles de humedad próximos a la saturación [34].

Tabla 37.- Drenaje – Capacidad

Calidad de Drenaje	Tiempo de eliminación de agua
Excelente	2 Horas
Buena	1 Día
Regular	1 Semana
Pobre	1 Mes
Deficiente	Agua no drena

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

Según la AASHTO de acuerdo a las capacidades de drenaje se establece ciertos factores de corrección para m2 (Bases) y m3 (Subbase); esto viene dado en función de un tiempo de un año, en los cuales el pavimento se encuentra expuesto a niveles de saturación[27].

Tabla 38.- Factores de Corrección – Bases y Subbase

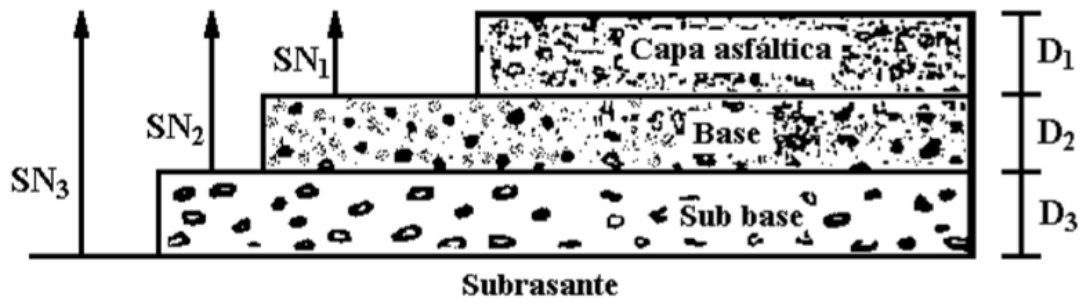
Capacidad de Drenaje	Tiempo expuesto el pavimento a niveles de saturación en %.			
	Menos del 1%	1 a 5 %	5 s 25 %	Más de 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Malo	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy Malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

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

Espesores Mínimos en Función del SN

Con el control de los espesores D_1 , D_2 y D_3 a través del “SN”, se busca darle una protección a las capas granulares no tratadas, de las tensiones verticales excesivas provocadas por la densidad del tráfico que pueden producir una deformación permanente [27].

Figura 38.- Espesores – Relaciones



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

Los materiales destinados para cada capa están en función del método de estudio, por lo que viene como dato el módulo resiliente de cada capa. Para determinar los espesores se utilizará las siguientes ecuaciones.

$$D^{\circ 1} \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN^{\circ 1} = a_1 D^{\circ 1} \geq SN_1$$

$$D^{\circ 2} \geq \frac{SN_2 - SN^{\circ 1}}{a_2 m_2}$$

$$SN^{\circ 1} + SN^{\circ 2} \geq SN_2$$

$$D^{\circ 3} \geq \frac{SN_3 - (SN^{\circ 1} + SN^{\circ 2})}{a_3 m_3}$$

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Realizar el pre-diseño de la Vía Pinllopata – El Corazón en el tramo Km 4+000 hasta 7+900 pertenecientes al cantón Pangua de la Provincia de Cotopaxi.

1.2.2 Objetivos Específicos

Realizar el levantamiento topográfico del estado actual de la vía.

Determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).

Realizar el diseño horizontal, vertical y transversal de la vía.

Realizar el estudio de la resistencia del suelo mediante ensayos de granulometría, límites de consistencia, Proctor, CBR.

Diseñar la estructura del pavimento utilizando el método AASHTO.

Determinar el presupuesto referencial de la vía.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales y Equipos

Con la finalidad de realizar un trabajo de calidad, y debido a la complejidad y ubicación de mismo, se tomó la decisión de realizar un levantamiento topográfico mediante Drone, así como el ensayo de suelos para el cual se realizó en el sitio tomando muestras que fueron procesadas en el laboratorio en la ciudad de Ambato, a continuación, detallaremos materiales y equipos utilizados (Ver ANEXO 1.- **MATERIALES Y EQUIPOS** en la Página **152**).

2.1.1 Levantamiento Topográfico – Conteo Vehicular – Toma de Muestras

Libro de Apuntes o de Campo

Una libreta en la cual se anota todos los datos importantes de nuestro proyecto, descripciones, puntos de referencia, estados del suelo, o en si cualquier hecho relevante que sea necesario apuntarlo. Es importante que por cada día trabajado se levante información (Ver **152ANEXO 1**).

Estacas de Madera

Utilizadas como puntos fijos para georreferenciar el lugar de estudio mediante un posicionamiento fijo (R10). Enterradas casi en su totalidad sobre suelo natural y pintadas de color rojo en la parte superior, con un clavo de hierro en la parte central (Ver **ANEXO 1**).

Aerosol para Madera

Utilizada con la principal función de localizar y ubicar los puntos de referencia sobre las estacas, o también sobre una superficie de cemento o cuando lo requiera, se utilizó de color rojo para mayor visualización (Ver **ANEXO 1**).

Clavos

Conjuntamente con la estaca forman el punto de georreferencia, se utiliza ya que de forma más exacta y precisa se coloca el bastón del R10 sobre él (Clavo) (Ver ANEXO 1).

Combo

Utilizado para colocar de posición adecuada los clavos y estacas, es necesario ya que el terreno fue áspero y con una resistencia considera (Ver ANEXO 1).

Diana

Llamadas así, a los puntos de control de dimensiones de 1.50 x 1.50 m, elaborados sobre telas con colores llamativos y refractivos, negro con amarillo en forma de cruz, las cuales sirven para referenciar al dron al momento del vuelo (Ver ANEXO 1).

Picos

Utilizados para realizar los huecos de las calicatas y proceder a recoger la toma de muestras para el ensayo en los laboratorios (Ver ANEXO 1).

Pala

Herramienta menor, de fácil manipulación la cual cumple diferentes funciones entre las cuales limpiar un área pequeña de estudio, así como recoger escombros y las muestras de suelo (Ver ANEXO 1).

Flexómetro

Un instrumento de medida, el cual permite tomar distancias entre objetos, necesario para medir la altura de nuestro punto de referencia con el R10 (Ver ANEXO 1).

Costales

Recipiente en el cual se recoge las muestras de suelos, para su posterior traslado al laboratorio (Ver ANEXO 1).

Drone

El instrumento de estudio para realizar el levantamiento topográfico fue el Drone Phantom 4 Pro V2.0; el cual consta con una serie de especificaciones como un peso aproximado de 1375 gr, posee una cámara de 20 megapíxeles los cuales tiene una resolución para video y fotografías. El Gimbal tiene una capacidad giratoria de 90° con una vibración angular de + 0.02° (Ver **ANEXO 1**).

Trimble R10 GNSS

Es un equipo de posicionamiento el cual con su potente sistema GNSS, garantiza la captura de los datos de una forma fácil, precisa y segura, esto independientemente del tipo de trabajo y de la zona de estudio, recalcar que siempre y cuando este posicionado de forma correcta[35] (Ver **ANEXO 1**).

El Trimble R10, posee un sistema de compensación de inclinación interna el cual permite corregir automáticamente la posición del bastón, hasta en 15° grados de inclinación, dado esto facilita el trabajo en la recepción de puntos y datos[35].

Trípode Topográfico

Es un soporte en su mayoría de aluminio el cual posee seguros, con la finalidad de nivelar y sostener de una forma correcta un equipo de alineamiento o referencia (Trimble R10) (Ver **ANEXO 1**).

Computadora

Para el procesamiento de datos, así como para la elaboración de planos y el marco teórico, es necesario una computadora con características especiales dividido a la cantidad de información a procesar. Para las cuales tenemos: Laptop HP 15" Core i7, procesador Intel Core i7 – 7500U (2.70 GHz de frecuencia, hasta 3.50 GHz, 4MB de cache), disco duro solido de 128 GB, Memoria RAM 16 GB (Ver **ANEXO 1**).

2.1.2 Ensayos de Laboratorio

Recipientes

En su mayoría son de aluminio o de acero inoxidable, tienen diferentes tamaños y pesos, por lo general nos ayudan para determinar el contenido de humedad de las muestras posterior a un ensayo (Ver **ANEXO 1**).

Balanza Electrónica

Con la única función de pesar las muestras, la balanza utilizada trabaja con un porcentaje de error de 0.01gr (Ver **ANEXO 1**).

Horno

El horno utilizado cumple la función de secar las muestras para así determinar factores como el contenido de humedad, cabe señalar que el horno mantiene una temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ (Ver **ANEXO 1**).

Tamices

Para poder realizar un ensayo granulométrico del suelo a ensayar, se utiliza una serie de tamices los cuales son numerados y colocados de acuerdo a su abertura, por lo cual tenemos los tamices #4, #8, #10, #16, #30, #40, #60, #100 y #200, entre los más utilizados (Ver **ANEXO 1**).

Tamizadora

Es un equipo utilizado para el zampeado de una muestra de suelo, el cual por su accionar mecánico genera un vibrado para remover las partículas del suelo (Ver **ANEXO 1**).

Probeta

Destinado para la recolección de agua y tener una medida exacta (Ver **ANEXO 1**).

Mortero de Porcelana

Recipiente en el cual se mezcla el suelo con el agua, como forma de preparar el suelo para el ensayo. El recipiente al ser de porcelana evita que pierda humedad la mezcla, ya que al momento de realizar este procedimiento se debe evitar derramar el agua (Ver ANEXO 1).

Espátula

Herramienta utilizada para la mezcla de una muestra de suelo y agua, por lo general es necesario para mantener una limpieza en las manos, las dimensiones que presentan las espátulas de laboratorio oscilan entre 20 mm de ancho y su hoja es flexible de 75 x 100 mm de longitud (Ver ANEXO 1).

Copa Casa Grande

Es un dispositivo manual, el cual está diseñado para poder determinar el límite líquido de los suelos, posee una base de caucho que forma un molde, la cual a base de su dureza permite mantener una uniformidad, tamaño y densidad de todos los dispositivos[36] (Ver ANEXO 1).

Placa de Vidrio

Su funcionalidad es la de poder amasar la mezcla de suelo con agua, y darle una relativa uniformidad en un alargamiento, sirve para determinar el límite plástico de nuestra muestra (Ver ANEXO 1).

Enrazador Metálico

Es una regla metálica la cual tiene una dimensión de 25 cm de longitud, es utilizada para poder enraizar la superficie del molde y retirar el exceso de suelo(Ver ANEXO 1).

Molde de Compactación (Base y Collarín)

Son equipos los cuales constan de una serie de partes, donde al unirlos forman un solo cuerpo, son metálicas y tienen las siguientes características. Son cilíndricos y tienen

una altura de 12 cm, su diámetro externo es de 16,98 cm y el diámetro interno de 15,27 cm. El collarín tiene una altura de 5,1 cm. Posee una base plana el cual consta de dos ejes para alinear el molde (Ver **ANEXO 1**).

Martillo de Compactación

Es utilizado para compactar la muestra de suelo, esta echo de acero niquelado y cumple con las especificaciones de acuerdo al método a utilizar, con un peso de 10 lb su altura de caída es de aproximadamente 18 pulgadas (Ver **ANEXO 1**).

Disco Espaciador

Es utilizado como un falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación en el ensayo, tiene un diámetro de 15,08 cm por 2,0 cm de altura (Ver **ANEXO 1**).

Prensa

Similar a las utilizadas en los ensayos de compactación, con la funcionalidad de forzar la penetración de un pistón en la muestra. El pistón se aloja en el cabezal.[37] La prensa tiene una capacidad mayor o igual a los 44,5 KN, con una velocidad de aplicación de 1,27 mm por cada minuto.[38] (Ver **ANEXO 1**)

Placa de Metal

Se utiliza por cada molde ensayado, en donde cuyas perforaciones no excedan el 1,6 mm de diámetro. Será provisto de un vástago el cual se encontrará en el centro del sistema con un tornillo que permita regular su altura [37]. (Ver **ANEXO 1**)

Trípode

Las cuales constan de unas patas que se apoyan al borde del molde, el cual en la parte central lleva sujeto un dial (Deformímetro), en donde el vástago coincidirá con el de la placa, para poder controlar la posición de este y medir la expansión, con un margen de error de 0,025 mm[37]. (Ver **ANEXO 1**)

2.2 Métodos Investigativos

Para el desarrollo del presente proyecto se tomó como referencia los tipos de investigación del Doctor Galo Naranjo los cuales los detallaremos a continuación.

2.2.1 Investigación de Campo

Desarrollada en el lugar del proyecto, dado que, mediante los antecedentes y las necesidades de los beneficiarios, podremos definir estrategias y metodología de trabajo, tal es la importancia de las muestras de suelo, levantamiento topográfico, características y entorno ambiental en sitio, tomando sugerencias de pobladores.

2.2.2 Investigación Documentada – Bibliográfica

Es un método que se utiliza para fortalecer el conocimiento adquirido en la investigación de campo, en donde es un apoyo fundamental tener acceso a páginas en internet como artículos científicos, libros entre otros. Esta investigación viene dada por todos los lugares que nos compartan información de lo que es la Ingeniería Civil, en especial la construcción de carreteras, además de sitios en donde podamos procesar muestras sean estos laboratorios en sí. Para nuestra investigación las bibliotecas de la Universidad Técnica de Ambato nos pueden proporcionar esta información.

2.3 Datos del Proyecto

2.3.1 Localización y Límites del Proyecto

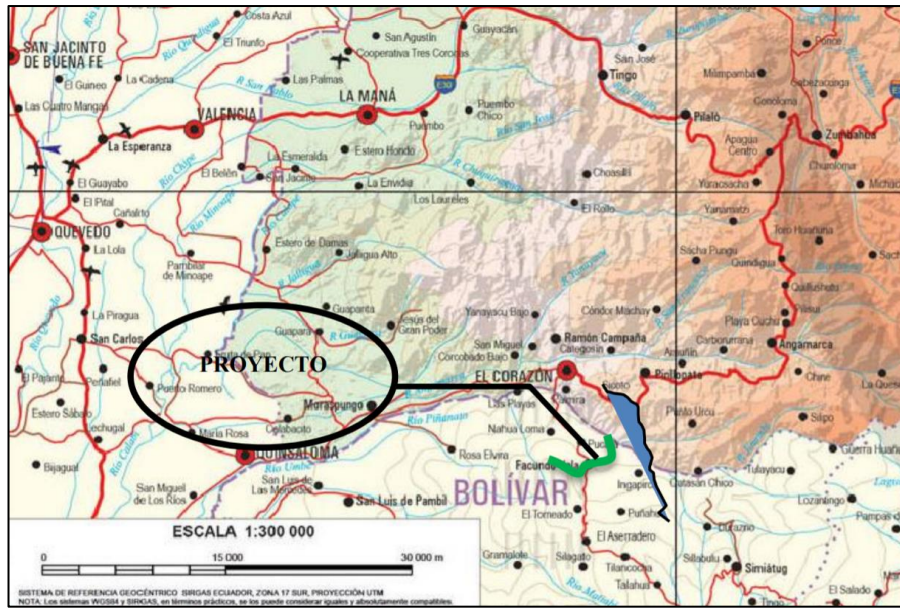
Localizada en América del Sur en Ecuador, aproximadamente a unos 25 Km al Sur de la Ciudad de Quito, en la cual delimitaremos la zona de estudio.

Tabla 39.- Localización – Límites

Localización		Límites	
Provincia	Cotopaxi	Norte	La Maná
Cantón	Pangua	Sur	La Maná
Parroquia	El Corazón	Este	Pujilí
Vía	Pinllopata – El Corazón	Oeste	Quinsaloma

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

Figura 39.- Localización – Limites

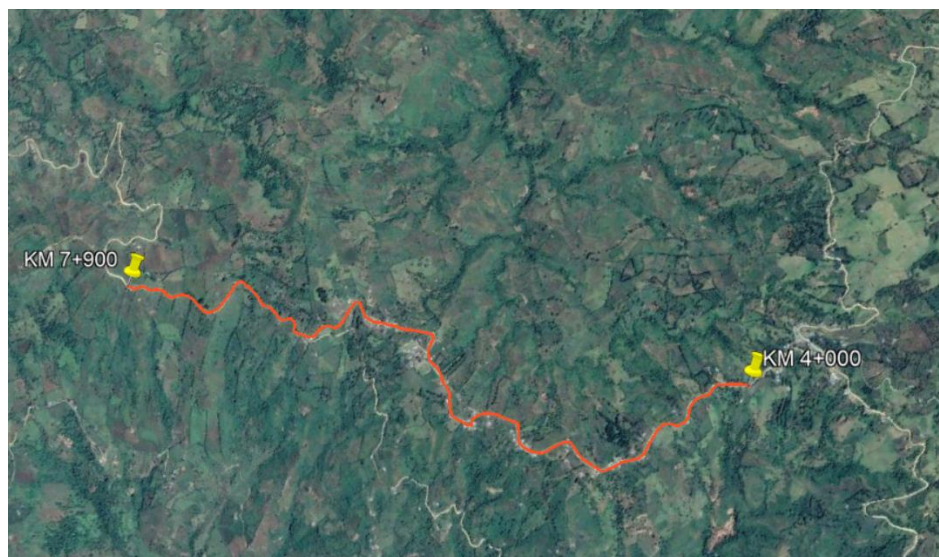


Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

2.3.2 Ubicación

La vía proyectada se encuentra en el Cantón Pangua localizado en la Provincia de Cotopaxi, con su cabecera cantonal el corazón, aproximadamente tiene una extensión de 714.9 Km², y la vía presenta una longitud de 3.9 Km ubicados en las coordenadas UTM WGS84 ZONA 17S [39].

Figura 40.- Referencia vial



Fuente: Google Earth 2020

2.3.3 Clima

El clima de la zona oscila entre los 15 y 20 °C, dado que se encuentra en una zona de transición entre las regiones Costa y Sierra. Aclarar que presenta estaciones definidas en el año como invierno y verano, presentándose desde noviembre hasta mediados de abril el invierno y de la misma forma el restante del año el verano.

2.3.4 Población

La población aproximadamente es de 22289 habitantes, de los cuales tiene una distribución en el casco urbano del 7% y en el sector rural del 93%. La composición poblacional viene registrada por el último censo del INEC 2010, en el cual se denota una supremacía poblacional de hombres del 52% y el restante 48% de mujeres[40].

2.3.5 Flora y Fauna

El sector presenta una extensa flora y fauna, dado que con su clima templado es lugar propicio para que vivan distintas especies de plantas como el matico, el llantén, el toronjil, la borraja entre otras, así como una abundancia de ganado vacuno, porcino, aves de crianza, y en mucho de los casos tenemos criaderos de truchas y tilapias.

En muchos lugares del trayecto es normal ver animales salvajes, como conejos de campo, zarigüeyas, aves carroñeras.

2.4 Recolección de Datos

Para la elaboración del presente proyecto, se ha tomado en consideración las normativas del MTOP 2003, las cuales mediante sus especificaciones hemos visto la necesidad de recolección de datos se lo realice de la siguiente manera:

2.4.1 Conteo Vehicular

El conteo vehicular se llevará a cabo en la vía que une a las comunidades de Pinllopata con el corazón, se determinara el flujo vehicular en un horario corrido de 12 horas

diarias, que por facilidad será a partir de las 6:00 am hasta las 18:00 pm, se tomara como base el poblado de la merced (Ver **ANEXO 3.- VÍAS – TPDA** en la Página **170**).

2.4.2 Levantamiento Topográfico

Para realizar el levantamiento topográfico se tomará en cuenta la ubicación y factibilidad del terreno, por lo que optamos por hacer un levantamiento por medio de drone, el cual, con fotogrametría del terreno, desarrollaremos las curvas de nivel.

Se procede a georreferenciar el terreno mediante estacas (RTK 10 fijo - móvil), en donde se colorarán dianas, para tener una mejor visualización al momento del vuelo del drone. Esto será a lo largo de toda la vía con la facilidad que mediante la fotogrametría se podrán obtener una franja de hasta 200 metros.

El vuelo se realizará en tramos de aproximadamente 30 minutos, en los cuales el drone tomara una serie de fotografías las cuales serán procesadas en un software (Ver **ANEXO 2.- TOPOGRÁFIA** en la Página **158**).

2.4.3 Muestras de Suelo

Se tomarán muestras de suelo cada 500 m a un costado del eje de la vía, por medio de una calicata con dimensiones de 1.20 x 1.20 x 1.20 metros. Las muestras serán colocadas inalteradamente en recipientes hasta poderlas tratar en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil (Ver **ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS** en la Página **178**).

2.5 Procesamiento y Análisis de la Información

2.5.1 Procesamiento de Datos

Los datos obtenidos por parte del Drone serán procesados mediante el software PIX4D, en el aspecto del levantamiento topográfico, para la elaboración de la franja

topográfica con todos los detalles curvas de nivel, cotas, abscisas (Ver - **TOPOGRÁFIA**).

Se realizará una tabulación de los datos obtenidos, del conteo vehicular el cual mediante el procedimiento de los mismo obtendremos un TPDA de sitio para el diseño vial (Ver - **VÍAS – TPDA**).

Se deberá seleccionar el tipo de vía adecuada mediante los parámetros que nos impone el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (Mop - 2003).

El diseño y trazado vial se desarrollará en el sentido horizontal, vertical y transversal, este diseño tentativo deberá tener y cumplir con la normativa del MOP-2003; como cumplir con todas las restricciones que presente la zona. El pavimento estará en función del tipo de clima y suelo del sector (Ver - **PLANOS**).

Se realizará una cuantificación de los volúmenes de masa a ser removidos o en su vez completados (Relleno), para poder concluir con la elaboración de un presupuesto referencial del estudio y construcción del proyecto propuesto (Ver - **ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**).

2.5.2 Análisis de la Información

La información recolectada deberá sustentarse en la Normativa del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del 2003 (MOP-2003), en donde el diseño geométrico sustenta cada uno de los elementos como un diseño dependiente de un TPDA, así como restricciones en elementos. En el diseño del pavimento nos regiremos a la normativa del AASHTO-93, esto será plasmado en planos de diseño.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

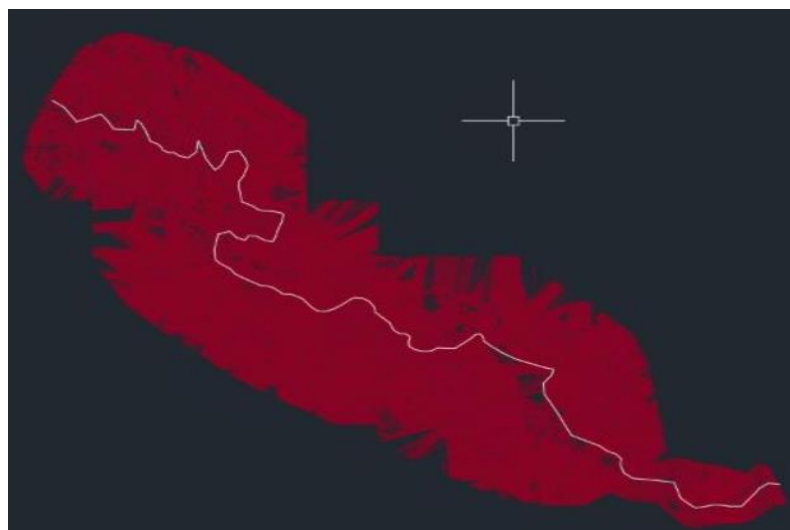
3.1 Análisis y Discusión de Resultados

3.1.1 Estudio Topográfico

Realizado mediante los equipos de georreferenciación de posicionamiento en tiempo real (Trimble RTK -10), y el Drone (Dji – Phantom 4), durante el trayecto de la vía Pinllopata – El Corazón, entre los Km 4+000 hasta 7+900; la información obtenida y procesada describirá elementos físicos de la vía sea el relieve de su cordillera, un ancho de carril existente que oscila entre 6 – 8 metros en su totalidad, así como borde de taludes, una franja entre 100 a 150 metros de ancho con referencia al eje vial. Esta información detalla construcciones civiles existentes al borde de la vía, además fotografías aéreas que presentara el trabajo de campo realizado en cada uno de los vuelos realizados por el dron.

La constancia del trabajo realizado se encontrará en los **ANEXO 1** del levantamiento topográfico en donde se podrá observar equipos, materiales, fotogrametría, forma de uso y metodología para realizar el trabajo.

Figura 41.- Estudio Topográfico



Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

3.1.2 Estudio Vehicular

Este estudio viene dado mediante la clasificación de los vehículos los cuales en nuestro proyecto los dividiremos en Automóviles (A), Buses (B), y Camiones (C), para los cuales se deberá tener un punto fijo o base para tomar los datos el cual estará localizado en La Merced, el lapso de toma de datos será de 12 horas continuas, será a partir de las 6:00 hasta las 18:00 horas, cada hora estará dividida en 4 periodos de 15 minutos, el conteo se desarrollará en los dos sentidos de circulación de los vehículos, aclarando que la capa de rodadura de la vía es de 8 metros, lastrada y sin ninguna división de carriles.

En razón a los datos obtenidos en el conteo vehicular en el sector de La Merced, perteneciente al abscisado Km 4+000 hasta 7+900 de la vía Pinllopata - El Corazón, se determinó el siguiente flujo de vehículos los cuales concuerdan con la actividad y productividad del sector.

Tabla 40.- Conteo Vehicular Semanal - Días

CONTEO VEHICULAR SEMANAL						
FECHA: 10 – 16 NOVIEMBRE 20020				LUGAR : La Merced		
TRAMO : Km 4+000 – 7+900				CARRILES: 2		
DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
164	141	139	137	138	135	109
Vehículos	Vehículos	Vehículos	Vehículos	Vehículos	Vehículos	Vehículos

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

De los datos obtenidos el día domingo existe mayor afluencia de vehículos que circulan en esta carretera, dado que la movilización de personas es notoria en su mayoría en el sentido Pinllopata – El Corazón, ya que existe feria agrícola y ganadera en el sector, además de un poco de turismo y abastecimiento de alimentos.

De acuerdo a la **Tabla 40.-** Conteo Vehicular Semanal - Días detallaremos el día de mayor circulación (Domingo), para así poder determinar la hora pico. El Trafico Promedio Diario Anual TPDA de todos los días estar visible en **ANEXO 3.- VÍAS – TPDA** en la Página **170**.

Tabla 41.- Conteo Vehicular Máximo Diario

Tramo: km 4+000 - 7+900 Lugar : La Merced Fecha: 10 de Noviembre Carriles: 2				Tipo de Vehiculos A: Automoviles B: Buses C: Camiones	
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	A	B	C		
06:00 - 06:15	4		1	5	
06:15 - 06:30	2			2	
06:30 - 06:45		1		1	
06:45 - 07:00	2			2	10
07:00 - 07:15				0	5
07:15 - 07:30	2			2	5
07:30 - 07:45		1		1	5
07:45 - 08:00	1			1	4
08:00 - 08:15	2	1		3	7
08:15 - 08:30				0	5
08:30 - 08:45	2			2	6
08:45 - 09:00		1		1	6
09:00 - 09:15	2		1	3	6
09:15 - 09:30		1		1	7
09:30 - 09:45		1		1	6
09:45 - 10:00	5			5	10
10:00 - 10:15	3	1	2	6	13
10:15 - 10:30	3			3	15
10:30 - 10:45	6	3	1	10	24
10:45 - 11:00	6		2	8	27
11:00 - 11:15	4		2	6	27
11:15 - 11:30	6	1	3	10	34
11:30 - 11:45		1		1	25
11:45 - 12:00	6		1	7	24
12:00 - 12:15	7			7	25
12:15 - 12:30	5	6	3	14	29
12:30 - 12:45	3			3	31
12:45 - 13:00	1	1		2	26
13:00 - 13:15	3			3	22
13:15 - 13:30	5	1		6	14
13:30 - 13:45	1			1	12
13:45 - 14:00	6	2	1	9	19
14:00 - 14:15	6	1	2	9	25
14:15 - 14:30		1	1	2	21
14:30 - 14:45			1	1	21
14:45 - 15:00	1		1	2	14
15:00 - 15:15	2		1	3	8
15:15 - 15:30		1		1	7
15:30 - 15:45		1		1	7
15:45 - 16:00	1		1	2	7
16:00 - 16:15		1		1	5
16:15 - 16:30	2	1		3	7
16:30 - 16:45	1		1	2	8
16:45 - 17:00	2			2	8
17:00 - 17:15	1		1	2	9
17:15 - 17:30	1			1	7
17:30 - 17:45			1	1	6
17:45 - 18:00	3	2		5	9

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

La hora pico se determinó entre las 10:30 a 11:30 am en las cuales se observó un gran flujo de vehículos circulando en la vía de estudio.

Tabla 42.- Hora Pico

Tramo: km 4+000 - 7+900 Lugar : La Merced Fecha: 10 de Noviembre Carriles: 2				Tipo de Vehiculos A: Automoviles B: Buses C: Camiones	
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	A	B	C		
10:30 - 10:45	6	3	1	10	24
10:45 - 11:00	6		2	8	27
11:00 - 11:15	4		2	6	27
11:15 - 11:30	6	1	3	10	34
Porcentaje	64.70%	11.77%	23.53%	100%	

VHMD

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

Según el MOP (2003) [16], y la AASTHO 2011 [34], el volumen máximo de vehículos dentro la hora pico viene dada de la siguiente manera:

$$VHMD = A + B + C$$

Ec. 28

$$VHMD = 22 + 4 + 8$$

$$VHMD = 34 \text{ vehiculos}$$

Factor Horario de Máxima Demanda (Hora Pico)

Para determinar el factor de hora pico utilizaremos la fórmula E.1:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{max})}$$

$$FHMD = \frac{34}{4 * 10}$$

$$FHMD = 0.85$$

En donde:

FHMD = Factor Horario de Máxima Demanda.

VHMD = Volumen Horario de Máxima Demanda, igual a 34 vehículos.

N = Periodos en una hora, 4.

Qmax = Flujo Máximo Vehicular en un periodo, 10 vehículos.

El valor de 0.85, se atribuye a una uniformidad en el tráfico en una hora específica.

Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Actual

Se deberá tomar en cuenta el método de la trigésima hora de diseño, en donde mediante la **Figura 6.- Volumen Horario del Proyecto**, el coeficiente “K” de tráfico de la hora pico para zonas urbanas esta entre 8% - 12% y para vías rurales oscila entre 12% - 18%.

Para determinar el TPDA (Actual), se utilizará la formula E.2, con un coeficiente “K” igual a 0.15.

$$VHMD = K * TPDA$$

$$TPDA (Actual) = \frac{VHMD}{K}$$

$$TPDA (Actual) = \frac{34}{0.15}$$

$$TPDA (Actual) = 227 \text{vehiculos/dia}$$

Cálculo del Tráfico Futuro

Para poder determinar en tráfico futuro deberemos calcular lo que es un tráfico actual y un incremento de tráfico el cual lo podremos realizar con las siguientes formulas E.3 y E.4 respectivamente.

$$TF = TA + IT$$

$$TF = (Te + Tat) + (CNT + Tg + Td)$$

Cálculo del Tráfico Actual

Se calcula mediante la fórmula E.5, en donde es la sumatoria del tráfico existente y el tráfico atraído, en donde el tráfico existente es de 227 vehículos/ día.

$$TA = (Te + Tat)$$

Para el tráfico atraído lo calcularemos mediante la fórmula E.6; la cual nos sugiere un TPDA de una vía secundaria adyacente al proyecto la cual la tomaremos de la tesis de Freire Cristian [41].

$$T_{at} = n\% * TPDA \text{ (secundario)}$$

$$T_{at} = 10\% * 60 \text{ vehiculos/dia}$$

$$T_{at} = 60 \text{ vehiculos/dia}$$

Por lo tanto, tenemos que el tráfico actual (TA) es:

$$TA = (T_e + T_{at})$$

$$TA = (227 + 6) \text{ vehiculos/dia}$$

$$TA = 233 \text{ vehiculos/dia}$$

Cálculo del Incremento de Tráfico

Se calculará mediante 3 parámetros los cuales vienen dados como el Crecimiento Normal de Tráfico (CNT), el Tráfico generado (Tg) y el Tráfico desarrollado (Td), la sumatoria de todos ellos nos dará el incremento del tráfico, cada parámetro tiene su fórmula propia de cálculo.

$$IT = CNT + Tg + Td$$

Para el **Crecimiento Normal de Tráfico**, se calculará mediante la fórmula E.8; en donde mediante la **Tabla 1.-** Tasa de Crecimiento Vehicular y el tráfico actual se calculará de la siguiente manera.

$$CNT = TA(1 + i)^n$$

En donde:

CNT = Crecimiento Normal del Tráfico (Automóviles, Buses y Camiones)

TA = Tráfico actual.

i = Tasa de Crecimiento Vehicular.

n = Periodo del Proyecto.

Automóviles

$$CNT = 151 * (1 + 3.57\%)^1$$

$$CNT = 156 \text{ veh\u00edculos/dia}$$

Buses

$$CNT = 27 * (1 + 1.78\%)^1$$

$$CNT = 27 \text{ veh\u00edculos/dia}$$

Camiones

$$CNT = 55 * (1 + 1.74\%)^1$$

$$CNT = 56 \text{ veh\u00edculos/dia}$$

De esta manera, se procede a calcular para cada uno de los a\u00f1os, para nosotros un periodo de dise\u00f1o de 20 a\u00f1os.

Tabla 43.-Crecimiento Normal del Tráfico

FECHA: DOMINGO, 10 DE NOVIEMBRE DE 2019				TIPOS DE VEHICULO			
LUGAR: LA MERCED				A: Automoviles			
TRAMO: Km 4+000 - Km 7+900				B: Buses			
NUMERO DE CARRILES: 2				C: Camiones			
AÑO	% TASA DE CRECIMIENTO			TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL			CNT
	A	B	C	A	B	C	
2019	3.97%	1.97%	1.94%	151	27	55	233
2020	3.57%	1.78%	1.74%	156	27	56	240
2021	3.57%	1.78%	1.74%	162	28	57	247
2022	3.57%	1.78%	1.74%	168	28	58	254
2023	3.57%	1.78%	1.74%	174	29	59	262
2024	3.57%	1.78%	1.74%	180	29	60	269
2025	3.25%	1.62%	1.58%	186	30	61	277
2026	3.25%	1.62%	1.58%	192	30	62	284
2027	3.25%	1.62%	1.58%	198	31	63	292
2028	3.25%	1.62%	1.58%	205	31	64	300
2029	3.25%	1.62%	1.58%	211	32	65	308
2030	3.25%	1.62%	1.58%	218	32	66	316
2031	3.25%	1.62%	1.58%	225	33	67	325
2032	3.25%	1.62%	1.58%	232	34	68	334
2033	3.25%	1.62%	1.58%	240	34	69	343
2034	3.25%	1.62%	1.58%	248	35	70	353
2035	3.25%	1.62%	1.58%	256	35	71	362
2036	3.25%	1.62%	1.58%	264	36	72	372
2037	3.25%	1.62%	1.58%	273	36	74	383
2038	3.25%	1.62%	1.58%	282	37	75	393
2039	3.25%	1.62%	1.58%	291	38	76	404
2040	3.25%	1.62%	1.58%	300	38	77	415

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

En el **Tráfico Generado (Tg)**, se procede a calcular con la formula E.9.

$$Tg = 0.20 * TA$$

$$Tg = 0.20 * 233$$

$$Tg = 47 \text{ vehiculos/dia}$$

Para el **Tráfico Desarrollado (Td)**, se procede a calcular con la formula E.10.

$$Td = 0.05 * TA$$

$$Td = 0.05 * 233$$
$$Td = 12 \text{ vehiculos/dia}$$

Por lo tanto, el Incremento de Tráfico es:

$$IT = CNT + Tg + Td$$
$$IT = 415 + 47 + 12$$
$$IT = 474 \text{ vehiculos/dia}$$

Tráfico Futuro

$$TF = TA + IT$$
$$TF = 233 + 474$$
$$TF = 707 \text{ vehiculos/dia}$$

El tráfico futuro proyectado dentro de los próximos 20 años, para nuestra vía de estudio es de 707 vehículos/día, lo que de acuerdo a la clasificación presentada por el Ministerio de Obras Públicas (MOP - 2003) la cual la clasifica como vía de III orden (Ver **Tabla 2.-** Relación Función, Clase MOP y Tráfico) y con la cual vamos a diseñar todos los elementos correspondientes a una vía.

3.1.3 Estudio de Suelos

Para el estudio de suelos es necesario tomar varias muestras, dada nuestra longitud del proyecto se procederá a tomar una al inicio y otra al final, además en los tramos intermedios cada 500 metros, por lo que tenemos 9 muestras las cuales son procesadas y ensayadas en el laboratorio, mediante los requerimientos (ensayos), los cuales se mostraran en el **ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS** en la Página **178**.

3.1.3.1 Contenido de Humedad

Para determinar el contenido de humedad se tomó en cuenta las 9 muestras. De las cuales, por cada una de ellas, se porcino la muestra en 8 recipientes para tener mayor precisión en los resultados.

Tabla 44.- Contenido de Humedad Total

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Identificación de las Muestras					
Abscisa		Coordenadas		Profundidad	Contenido de Humedad
		X	Y		
1	Km 4+000	718900,357	9871089,629	1.20 m	38.5
2	Km 4+500	718445,849	9871004,499	1.20 m	46.5
3	Km 5+000	718053,132	9870786,626	1.20 m	39.1
4	Km 5+500	717638,727	9870931,661	1.20 m	66.4
5	Km 6+000	717339,650	9871180,713	1.20 m	38.1
6	Km 6+500	717182,232	9871566,349	1.20 m	52.7
7	Km 7+000	716770,705	9871617,424	1.20 m	51.0
8	Km 7+500	716441,931	9871873,305	1.20 m	46.5
9	Km 7+900	716108,734	9871962,646	1.20 m	53.0

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

Se puede observar que en ciertos tramos existe un contenido de humedad mucho más alto, lo cual nos hace analizar que tiene diferentes tipos de estratos nuestro proyecto. Todos los contenidos de Humedad se encuentran en el **ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS**.

3.1.3.2 Granulometría

Se analizó mediante el porcentaje de partículas que logran pasar por el grupo de tamices, con el cual mediante una gráfica describiremos la granulometría de nuestra muestra.

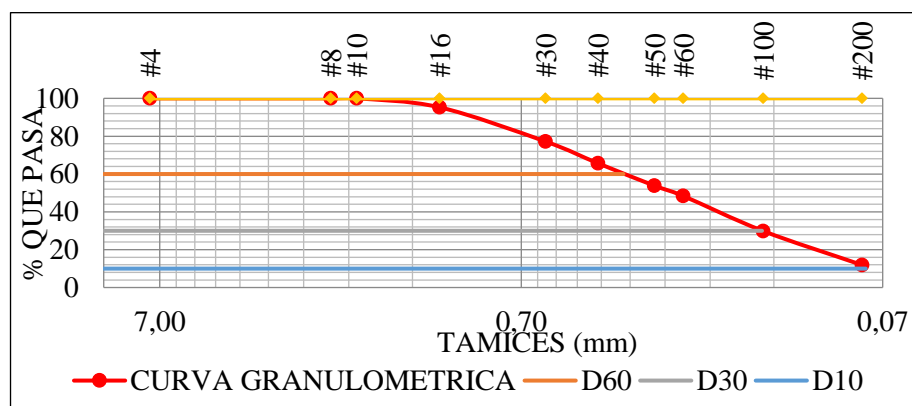
Tabla 45.-Granulometría – M8

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#16	1.18	46.80	46.80	4.68	95.32	4.68
#30	0.60	181.10	227.90	22.79	77.21	18.11
#40	0.43	114.70	342.60	34.26	65.74	11.47
#50	0.30	118.70	461.30	46.13	53.87	11.87
#60	0.25	54.00	515.30	51.53	48.47	5.40
#100	0.15	185.70	701.00	70.10	29.90	18.57
#200	0.08	179.40	880.40	88.04	11.96	17.94
PASA #200		119.30	999.70	99.97	0.03	11.93
Peso total (gr):		999.70	Peso inicial (gr):		1000.00	99.97

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

Para el cual mediante estos datos procedemos a realizar la curva granulométrica en las cuales se podrá observar los porcentajes, tamaños de partículas que son retenidos y pasan por cada tamiz.

Figura 42.- Curva Granulométrica – M8



Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

En donde:

Los coeficientes de uniformidad y curvatura son:

$$D_{10} = 0.078 \text{ mm}; D_{30} = 0.151 \text{ mm}; D_{60} = 0.365 \text{ mm}; C_u = 4.68; C_c = 0.80$$

Además, las Fracciones de partículas en porcentaje es:

Grava = 0.00 %; Arena = 88.04 %; Finos = 11.93 %.

Dados los resultados y analizando la Curva Granulométrica, tiene una pendiente moderada y de izquierda a derecha, por lo que podemos decir que es una muestra bien mezclada con proporciones de grava, arena, limos adecuadas. Para analizar el total del tramo del proyecto. (Ver **ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS** en la Página **178**)

Tabla 46.- Granulometría Total

Granulometría						
Identificación de las Muestras						
Abscisa		Coordenadas		Fracciones de Partículas (%)		
		X	Y	Grava	Arena	Limos
1	Km 4+000	718900,357	9871089,629	0.00	88.97	10.86
2	Km 4+500	718445,849	9871004,499	0.00	89.40	10.54
3	Km 5+000	718053,132	9870786,626	0.00	87.47	12.38
4	Km 5+500	717638,727	9870931,661	0.00	88.11	11.85
5	Km 6+000	717339,650	9871180,713	0.00	86.95	12.94
6	Km 6+500	717182,232	9871566,349	0.00	87.55	12.05
7	Km 7+000	716770,705	9871617,424	0.00	85.36	14.56
8	Km 7+500	716441,931	9871873,305	0.00	88.04	11.93
9	Km 7+900	716108,734	9871962,646	0.00	91.40	8.56

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

3.1.3.3 Límites de Consistencia

Se lo realiza a las 9 muestras de suelo tomado, mediante el equipo copa casa grande, para poder determinar los Límites Líquido, Límite Plástico y el Índice de Plasticidad, así como la clasificación de suelo que tendremos.

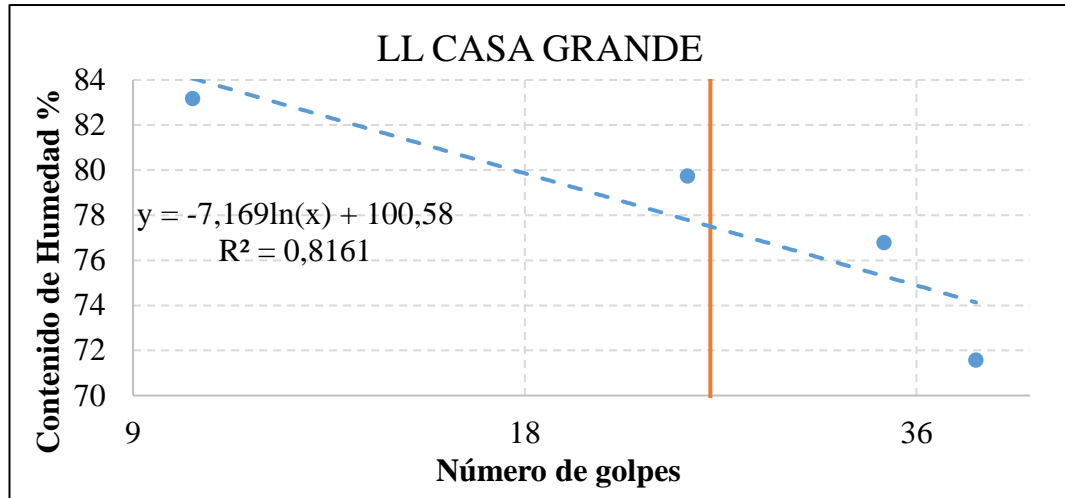
Tabla 47.- Límites de Atterberg – M8

Límite Líquido								
Recipiente N°	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
18	10	20.70	16.30	11.00	4.40	5.30	83.02	83.18
62		19.80	15.80	11.00	4.00	4.80	83.33	
43geo	24	18.10	14.90	10.90	3.20	4.00	80.00	79.74
66		17.90	14.80	10.90	3.10	3.90	79.49	
27	34	16.20	13.80	10.60	2.40	3.20	75.00	76.79
61		16.40	14.20	11.40	2.20	2.80	78.57	
74	40	18.60	15.60	11.50	3.00	4.10	73.17	71.59
6		24.50	21.70	17.70	2.80	4.00	70.00	
Límite Plástico								
49		6.50	6.30	6.00	0.20	0.30	66.67	66.67
32MS		5.70	5.50	5.20	0.20	0.30	66.67	
P3		11.20	11.00	10.70	0.20	0.30	66.67	
1		11.00	10.80	10.50	0.20	0.30	66.67	
P2		11.00	10.80	10.50	0.20	0.30	66.67	

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

Por lo que mediante los resultados obtenidos tanto para Límite Líquido y Límite plástico, procedemos a realizar la gráfica del LL CASA GRANDE, en el cual mediante una ecuación determinamos:

Tabla 48.-LL Casa Grande – M8



Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

En donde el análisis de resultados no da:

Ll = 77.50 %; Lp = 66.67%; Ip = 10.84 %.

La clasificación del suelo de acuerdo:

SUCS = SC (Arena arcillosa – Mal Graduada)

AASHTO = A-2-7 (Arenas limosas y arcillosas)

Mediante estos resultados en cada uno de los tramos, hemos formado una clasificación por cada tramo en un cuadro de resumen. Cada uno de los ensayos en los tramos se detallará en **ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS**.

Tabla 49.- Limites Atterberg Total

Identificación de las Muestras								
Abscisa	Coordenadas		Limites Atterberg (%)			Clasificación del Suelo		
	X	Y	Ll	Lp	Ip	SUCS	AASHTO	
1	4+000	718900,357	9871089,629	62.16	51.43	10.73	SC	A-2-7 (0)
2	4+500	718445,849	9871004,499	61.49	54.56	6.93	SM, SC	A-2-5 (0)
3	5+000	718053,132	9870786,626	73.44	61.00	12.44	SC	A-2-7 (0)
4	5+500	717638,727	9870931,661	69.12	62.95	6.17	SM, SC	A-2-5 (0)
5	6+000	717339,650	9871180,713	65.86	45.71	20.14	SC	A-2-7 (0)
6	6+500	717182,232	9871566,349	75.14	58.00	17.14	SC	A-2-7 (0)
7	7+000	716770,705	9871617,424	60.92	54.67	6.26	SM, SC	A-2-5 (0)
8	7+500	716441,931	9871873,305	77.50	66.67	10.84	SC	A-2-7 (0)
9	7+900	716108,734	9871962,646	60.15	54.33	5.82	SM, SC	A-2-5 (0)

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

3.1.3.4 Compactado de Suelo

La compactación del suelo viene dada; por medio del Ensayo Proctor Modificado, con el cual servirá para determinar algunas propiedades del suelo, y será el punto de partida del CBR (California Bearing Ratio). Para ilustración se mostrará lo calculado en la muestra 2, las especificaciones del ensayo serán detalladas, y su proceso. Todas las muestras estarán visibles en el **ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS**.

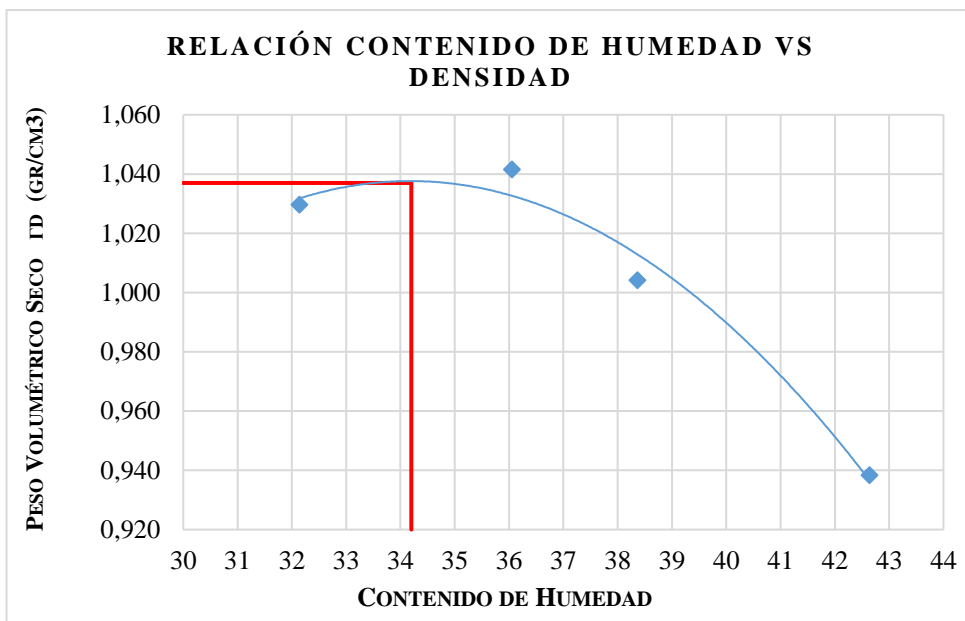
Tabla 50.- Proctor Modificado – M8

ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15198	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen Molde	2353	cm ³		
Energía de Compactación		Normas:	AASHTO T-180					
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000	
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1		2		3		4	
Humedad inicial añadida en %	31		34		37		40	
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18400		18533		18468		18348	
Peso suelo humedo Wm (gr)	3202		3335		3270		3150	
Peso unitario humedo γ_m (gr/cm ³)	1.361		1.417		1.390		1.339	
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	25	2	72	43	45	19	37	86
Peso del recipiente Wr	24.8	24	31.3	23.6	26.7	23.1	24.2	23.3
Rec+suelo humedo Wr+Wm	78.6	104.5	80.3	84.9	96.5	76.6	107.4	95.3
Rec+suelo seco Ws + Wm	65.8	84.5	67.2	68.8	77.1	61.8	82.5	73.8
Peso solidos Ws	41	60.5	35.9	45.2	50.4	38.7	58.3	50.5
Peso del agua Ww	12.8	20	13.1	16.1	19.4	14.8	24.9	21.5
Cont. Humedad ω %	31.22	33.06	36.49	35.62	38.49	38.24	42.71	42.57
Cont. Humedad promedio ω %		32.14		36.05		38.37		42.64
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)		1.030		1.042		1.004		0.938

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

Dados los valores encontrados, procedemos a graficar de la relación del contenido de humedad con la densidad para poder determinar, una densidad máxima seca y un óptimo contenido de humedad.

Figura 43.- Densidad Máxima – Contenido de Humedad. M8



Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

De lo descrito en la gráfica podemos determinar que:

$$\gamma_{dmax} = 1.037 \text{ gr/cm}^3; \omega\% = 34.2 \%$$

En todo el diseño geométrico de la vía, se desarrolló el estudio de suelos por lo que resumimos en una tabla de los 9 puntos tomados para nuestro proyecto, los cuales serán detallados en el **ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS**.

Tabla 51.- Compactado del Suelo Total

Densidad Máxima VS Humedad Óptima					
Identificación de las Muestras					
	Abscisa	Coordenadas		Densidad Máxima (gr/cm3)	Contenido Óptimo de Humedad (%)
		X	Y		
1	Km 4+000	718900,357	9871089,629	1.029	53.00
2	Km 4+500	718445,849	9871004,499	1.060	46.50
3	Km 5+000	718053,132	9870786,626	1.022	51.00
4	Km 5+500	717638,727	9870931,661	1.026	52.70
5	Km 6+000	717339,650	9871180,713	1.205	38.10
6	Km 6+500	717182,232	9871566,349	0.902	66.40
7	Km 7+000	716770,705	9871617,424	1.189	39.10
8	Km 7+500	716441,931	9871873,305	1.037	34.20
9	Km 7+900	716108,734	9871962,646	1.183	38.50

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

3.1.3.5 California Bearing Ratio (CBR)

Para determinar el CBR (California Bearing Ratio), lo realizamos en todas las muestras, en donde podremos analizar la capacidad portante del suelo mediante una muestra ensayada y determinado anteriormente una densidad seca máxima y una humedad óptima. Se podrá observar los ensayos en el **ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS**.

Tabla 52.- Especificaciones CBR – M8

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:		10 lb		
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:		18 "		
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)		34.20		
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE N°	1	2	3			
N° de Capas	5	5		5		
N° de Golpes	56	27		11		
DATOS DEL MOLDEO						
Muestra húmeda + molde (gr)	9711	9475		9148		
Masa Molde (gr)	6574	6435		6243		
Masa Muestra Humeda (gr)	3137	3040		2905		
Volumen Muestra (cm3)	2264.61	2268.33		2253.34		
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.385	1.340		1.289		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	25	2	72	43	45	19
P. Hum. + Recipiente	121.5	119.6	135.1	123.7	122.5	127.8
P. Seco + Recipiente	96.8	94.6	108.7	98.7	98.3	101.8
Peso Recipiente	24.8	24	31.3	23.6	26.7	23.1
Peso Agua	24.7	25	26.4	25	24.2	26
Peso de Sólidos	72	70.6	77.4	75.1	71.6	78.7
Contenido Humedad %	34.31	35.41	34.11	33.29	33.80	33.04
Con. Hum. Prom. %	34.86		33.70		33.42	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.027		1.002		0.966	
DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	10475		10265		9974	
Masa Molde (gr)	6574		6435		6243	
Masa Muestra Humeda (gr)	3901		3830		3731	
Masa Agua Absorbida	764		790		826	
% Agua Absorbida	24.35%		25.99%		28.43%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	42	27	20	16	11	47

P. Hum. + Recipiente	134.7	136.9	136.4	138.6	167.6	155.2
P. Seco + Recipiente	105.2	106.3	101.6	105.3	117.6	120.3
Peso Recipiente	31.7	25.2	24.7	24.2	30.8	46.4
Peso Agua	29.5	30.6	34.8	33.3	50	34.9
Peso de Sólidos	73.5	81.1	76.9	81.1	86.8	73.9
Contenido Humedad %	40.14	37.73	45.25	41.06	57.60	47.23
Con. Hum. Prom. %	38.93		43.16		52.41	

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

Una vez encontrados los valores procedemos a realizar el CBR.

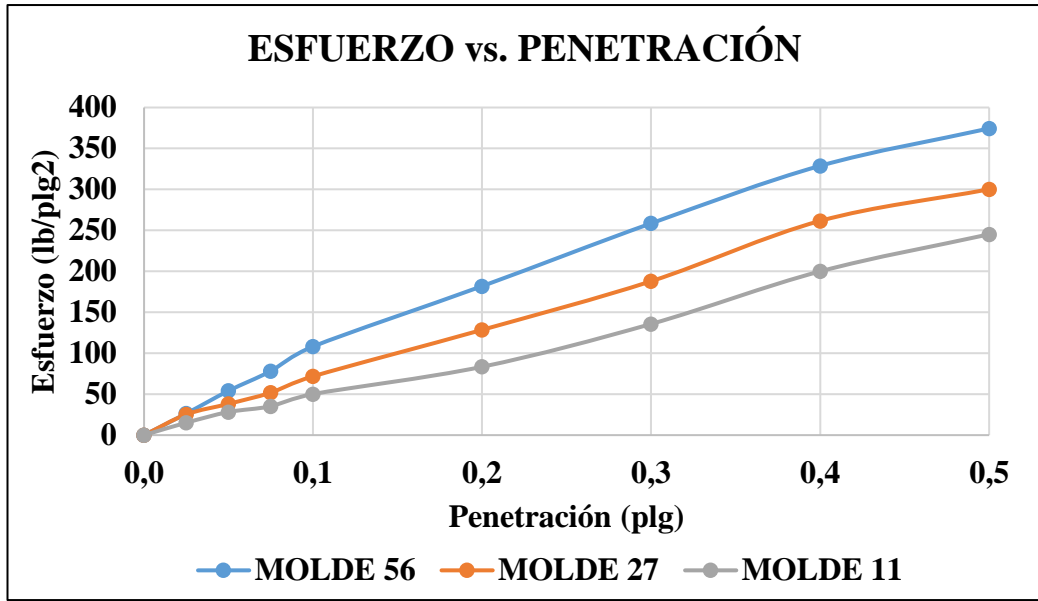
Tabla 53.- CBR – M8

ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
0.025	79.2	26.4	75.8	25.3	45.6	15.2
0.050	162.3	54.1	114.5	38.2	84.7	28.2
0.075	234.5	78.2	155.6	51.9	105.6	35.2
0.100	324.6	108.2	215.4	71.8	150.4	50.1
0.200	545.6	181.9	385.6	128.5	250.3	83.4
0.300	775.6	258.5	563.7	187.9	407.2	135.7
0.400	986.3	328.8	784.6	261.5	599.8	199.9
0.500	1123.3	374.4	900.5	300.2	735.6	245.2
PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)						
MOLDE N°	Presión (lb/plg2)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	108.20	10.82%	1.027	181.87	12.12%	1.027
2	71.80	7.18%	1.002	128.53	8.57%	1.002
3	50.13	5.01%	0.966	83.43	5.56%	0.966

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

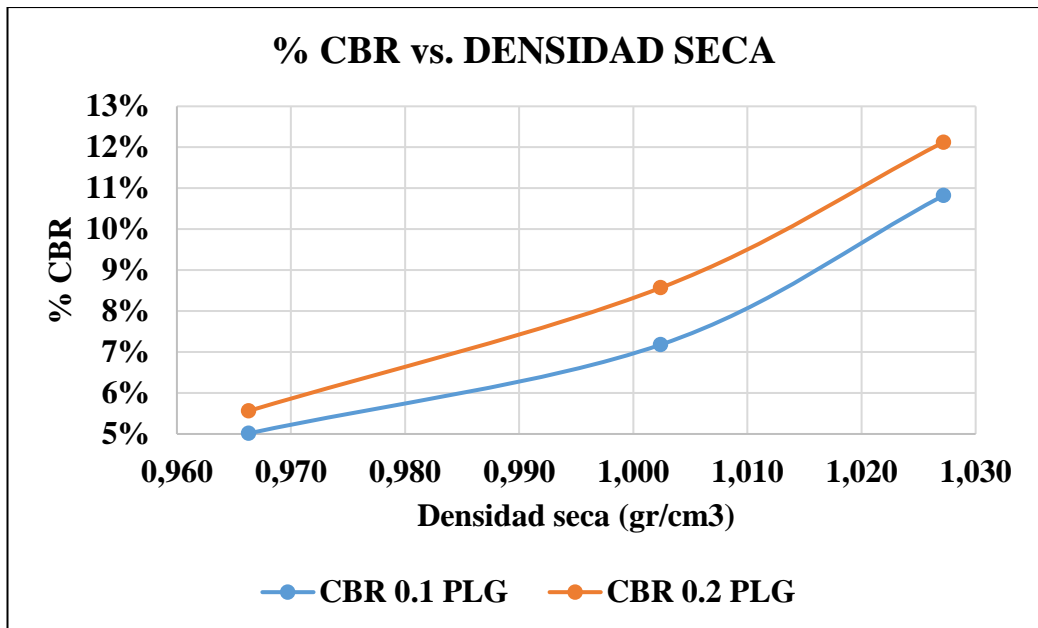
Dados los valores de CBR, procedemos a realizar los ensayos de CBR de laboratorio, mediante las gráficas tanto del Esfuerzo vs Penetración, así como del %CBR vs Densidad Seca.

Figura 44.- Esfuerzo Vs Penetración – M8



Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

Figura 45.- % CBR vs Densidad Seca –M8



Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

En donde:

Dado el 95% de la Densidad Seca Máxima es de 0.985, por lo que el %CBR en la gráfica para 0.1 plg es de 6 y para 0.2 plg el %CBR es de 7.

Se realizó para las 9 muestras (Ver ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS en la Página 178), las cuales las sintetizaremos en la siguiente tabla.

Tabla 54.- %CBR Total

Identificación de las Muestras					
Abscisa		Coordenadas		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg
		X	Y		
1	Km 4+000	718900,357	9871089,629	11.10	10.20
2	Km 4+500	718445,849	9871004,499	14.20	12.80
3	Km 5+000	718053,132	9870786,626	14.00	12.50
4	Km 5+500	717638,727	9870931,661	12.50	12.10
5	Km 6+000	717339,650	9871180,713	10.08	8.32
6	Km 6+500	717182,232	9871566,349	11.60	12.10
7	Km 7+000	716770,705	9871617,424	13.41	11.73
8	Km 7+500	716441,931	9871873,305	6.00	7.00
9	Km 7+900	716108,734	9871962,646	12.80	12.20

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

CBR de Diseño

Se podrá determinar a partir de los resultados del C.B.R de cada sitio de estudio (para nuestro estudio cada 500 metros), se deberá realizar un porcentaje de los C.B.R para determinar una curva, y mediante el percentil tomar y hallar el valor de diseño.

Tabla 55.- Limites de Selección – C.B.R de Diseño

Numero de ejes equivalentes en el carril de Diseño	Percentil a Seleccionar	Tipo de Tráfico
< 10⁴	60	Liviano
10⁴ - 10⁶	75	Mediano
> 10⁶	87.5	Mediano o Pesado

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

En el cual seleccionamos un percentil del 75%, para lo cual colocamos los C.B.R en orden y determinamos los porcentajes.

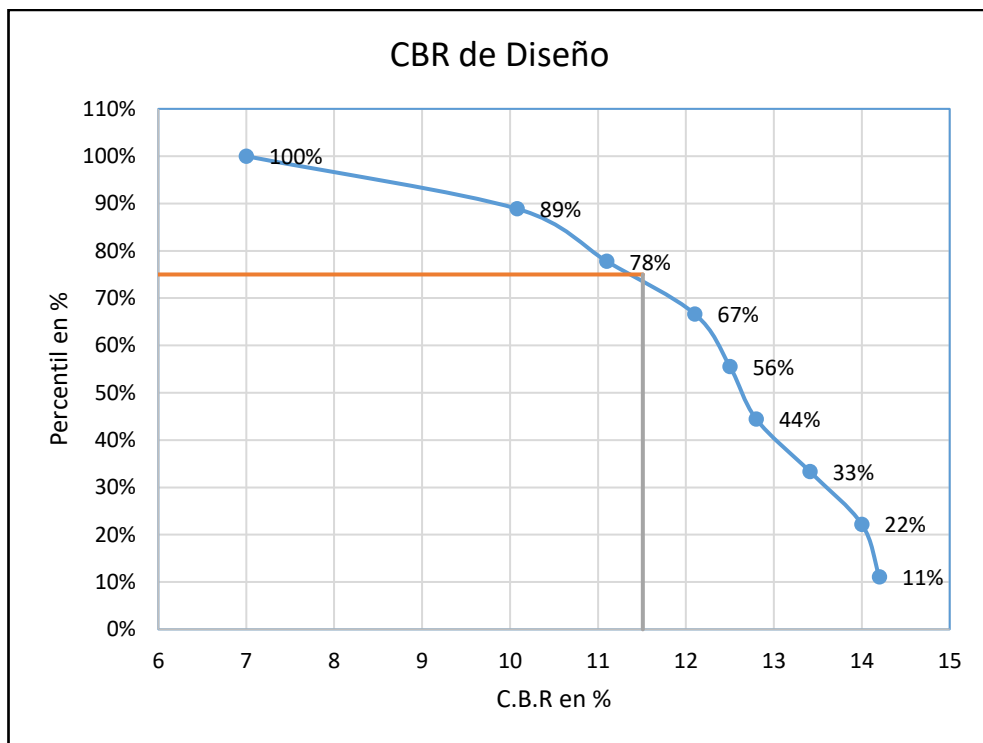
Tabla 56.- C.B.R – Correlación

C.B.R	Orden	Porcentaje
7.00	9	100
10.08	8	88.89
11.10	7	77.78
12.10	6	66.67
12.50	5	55.56
12.80	4	44.44
13.41	3	33.33
14.00	2	22.22
14.20	1	11.11

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

Mediante estos datos podemos determinar el C.B.R de diseño dado con el percentil de 75%. Mediante la curva del C.B.R de estudio vs el porcentaje de C.B.R contenidos.

Figura 46.- CBR de Diseño



Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

Obtenemos un **C.B.R** de diseño de acuerdo a los parámetros planteado de **11.51%**. De acuerdo al Ministerio de Transporte y Obras Publicas en el 2003 y al Libro suelos y Cimentaciones de Crespo, clasificamos al suelo mediante el C.B.R para la subrasante de Regular a Buena. (Ver **Tabla 9** en la Página 25)

3.1.4 Diseño Geométrico

3.1.4.1 Velocidad

Velocidad de Diseño

Es la velocidad predominante en el diseño de todos los elementos correspondientes a una vía, por lo que es fundamental seleccionar una velocidad óptima que garantice seguridad, comodidad y eficiencia al usuario (Ver **Tabla 10.-** Velocidad de Diseño en la Página 27).

CATEGORIA DE LA VIA	TPDA ESPERADO	VELOCIDAD DE DISEÑO KM/H											
		BASICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFICILES							
		RELIEVE LLANO				RELIEVE ONDULADO				RELIEVE MONTAÑOSO			
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros pendientes de la velocidad.		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros pendientes de la velocidad.		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros pendientes de la velocidad.	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A
RI o RII	>8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	3000-8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	1000-3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	300-1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	100-300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	<100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Nota:

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

Debido que la zona de estudio es un sector montañoso entonces tomaremos como referencia el valor de Vd = 60 Km/h, dado que el TPDA se encuentra en la mitad de los límites superior e inferior, sin dejar de lado que se podría variar la velocidad debido a la condición del terreno.

Velocidad de Circulación

Conlleva relación con la velocidad de diseño por lo que optaremos para un tráfico de volumen de tránsito intermedio con una $V_c = 51 \text{ Km/h}$. (Ver **Tabla 11.**- Relación entre Velocidades en la Página 28)

3.1.4.2 Diseño Horizontal

Ver (**ANEXO 6.- PLANOS** en la Página **237**)

Radio de Curvatura

Para la cual el radio de curvatura se la calculara mediante la fórmula, en la cual tenemos un coeficiente de fricción lateral y un peralte de curvatura estos expresados por el MOP 2003;(Ver **Tabla 12.**- Radios mínimos de curvatura en la Página 31); El radio de curvatura para una Velocidad de Diseño ($V_d = 60 \text{ Km/h}$) es de 107 metros esto con un peralte máximo del 10%. Aclarar que el peralte también puede ser recomendado como (Ver **Tabla 15.**- Peraltes máximos. En la Página 40) el cual depende de la velocidad y el tipo de rodadura.

Resumen Radios Mínimos - Peraltes			
Velocidad V	Fricción f	Peralte (e %)	R min (m)
20	0.350	10 %	28.00
25	0.315	10 %	30.36
30	0.284	10 %	32.81
35	0.255	10 %	35.49
40	0.221	10 %	39.24
45	0.206	10 %	41.17
50	0.190	10 %	43.44
60	0.165	10 %	106.97

Sobreancho

El sobreancho podrá ser calculado mediante la fórmula que nos proporciona el MOP-2003 la cual la detallamos en la; el cual nos manifiesta que para valores mínimos de diseño para sobreancho en donde exista velocidades superiores a los 50 Km/h será de 40 cm, y sobreancho de 30 cm para velocidades iguales o inferiores a los 50 Km/h.[16]

Distancia de Visibilidad

Distancia de Parada

Se determinara a partir de las formulas (Ver Ec. 14; Ec. 15; Ec. 16 y Ec. 17); donde definiremos la distancia mínima requerida de parada de un vehículo.

$$Dp = dpr + df$$

$$dpr = 0,7 * Vd$$

$$dpr = 0,7 * 60 \text{ Km/h}$$

$$dpr = 42 \text{ m}$$

$$df = \frac{Vd^2}{254 * (f \pm e)}$$

$$f = \frac{1.15}{Vc^{0.3}}$$

$$f = \frac{1.15}{(51)^{0.3}}$$

$$f = 0.356$$

$$df = \frac{Vd^2}{254 * (f \pm e)}$$

$$df = \frac{(60\text{Km/h})^2}{254 * (0.356 \pm 0.07)}$$

$$df = 33.27 \text{ m o } 49.56 \text{ m}$$

$$Dp = dpr + df$$

$$Dp = 42 m + 33.27 m \quad o \quad Dp = 42 m + 49.56 m$$

$$Dp = 75.27 m \quad o \quad Dp = 91.56 m$$

Las distancias calculadas oscilan entre 75 – 92 metros, en donde el MOP-2003; nos proporciona una tabla en la cual nos sugiere que la distancia de parada de un vehículo sea de 70 metros esto cuando tengan un terreno escarpado es decir de difícil relieve montañoso. (Ver **Tabla 17.-** Distancias Mínimas de Parada en la Página 48)

Distancia de Rebasamiento

De acuerdo a nuestra velocidad de diseño, calculamos a partir de las velocidades de los vehículos tanto del rebasado como del rebasante con la fórmula Ec. 18 en la Página 50, para lo cual el MOP-2003; nos guía mediante una tabla.

$$Dr = 9.54 * V - 218 \rightarrow (30 < V < 100)$$

En donde:

Dr = Distancia de rebasamiento, expresada en metros.

V = Velocidad promedio de vehículo rebasante, expresada en Km/h.

Velocidad de Diseño (Km/h)	Velocidades de Vehículos, Km/h		Distancia mínima de rebasamiento, metros	
	Rebasado	Rebasante	Calculada	Recomendada
40	35	51	268	270
50	43	59	345	345
60	50	66	412	415

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MOP 2003

Por lo tanto, para nuestra velocidad de diseño de 60 Km/h, la distancia recomendada estará en los 415 metros, mediante las condiciones de velocidad de los vehículos involucrados.

3.1.4.3 Diseño Vertical

Ver (ANEXO 6.- PLANOS en la Página 237)

Gradiente

De acuerdo el MOP-2003; la gradiente longitudinal mínima para una vía, esta detallada en la **Tabla 19.-** Gradientes Longitudinales Máximas – Valores de Diseño en la Página 52 , la cual nos menciona que para una vía Tipo Clase III, es máximo del **7%**, y que la mínima será del 0.5%.

Curvas Verticales

Para determinar la longitud de las curvas verticales necesitaremos de un coeficiente denominado “K”, el cual tanto para curvas cóncavas o convexas tomara un mismo valor. (Ver **Tabla 22.-** Valores de “K” – Convexas y Cóncavas en la Página 57); por lo que optamos por el valor de $K= 12$.

Curvas Verticales Convexas

Según el MOP-2003; para determinar la longitud mínima de las curvas convexas se utilizará la formula Ec. 20 en la Página 57, en la cual se utilizara una $Vd= 60$ Km/h.

$$L_{min} = 0.6 * Vd$$

$$L_{min} = 0.6 * 60Km/h$$

$$L_{min} = 36 m$$

La longitud calculada por cualquier método, no podrá ser menor a la L_{min} de la Ec. 20, dado el caso el MOP-2003.

En las Normas del Ministerio de Obras Publicas del 2003 nos proporciona una tabla (Ver **Tabla 21.-** Curvas Verticales Convexas Mínimas en la Página 56), en donde $K=12$, esto para velocidades de diseño de 60Km/h, y con una distancia de parada de 70 metros.

Curvas Verticales Cóncavas

Se puede calcular con las formulas y Ec. 21, aunque por facilidad también se podrá calcular de la misma manera que las curvas convexas, con la formula Ec. 20.

$$L = \frac{A * S^2}{132 + 3,5 * S} \quad Ec. 52$$

$$L = K * A \quad Ec. 53$$

$$L_{min} = 0.6 * Vd$$

$$L_{min} = 0.6 * 60Km/h$$

$$L_{min} = 36 m$$

De acuerdo al MOP-2003; para curvas cóncavas los valor de “K” se relacionan en la siguiente tabla (Ver **Tabla 23**.- Curvas Verticales Cóncavas Mínimas en la Página 59), donde K= 13, para una velocidad de diseño Vd = 60 Km/h y con una distancia de visibilidad de parada de S=70 metros.

3.1.4.4 Diseño Transversal

Ver (ANEXO 6.- PLANOS en la Página 237)

Calzada

La calzada y los elementos de una vía se encuentran en función de una velocidad de diseño, pero en su gran mayoría en base al tipo de carretera y a un flujo de vehículos (TPDA), para nuestro caso es de un tipo Clase III de carretera, lo cual el ancho recomendable sugerido por el MOP-2003 es de 6.70 metros. (Ver **Tabla 24**.- Calzada – Anchos en la Página 61)

Espaldones

Los espaldones son de gran importancia para la seguridad de los usuarios y tienen que ser pavimentados del mismo material de la carretera, para la Carretera de Tipo III se

ha optado por un espaldón de 1.0 metros. (Ver en la Página 62 la **Tabla 25.-** Espaldones – Anchos).

Taludes

De suma importancia en un diseño vial, dado que es la sección en donde comienza o termina todo el ancho vial. La norma del Ministerio de Obras Públicas (Mop-2003) recomienda en unas de sus tablas utilizar para un diseño vial cortes y rellenos en relación para la carretera de clase Tipo III de 2:1. (Ver en la Página 63 la **Tabla 26.-** Taludes).

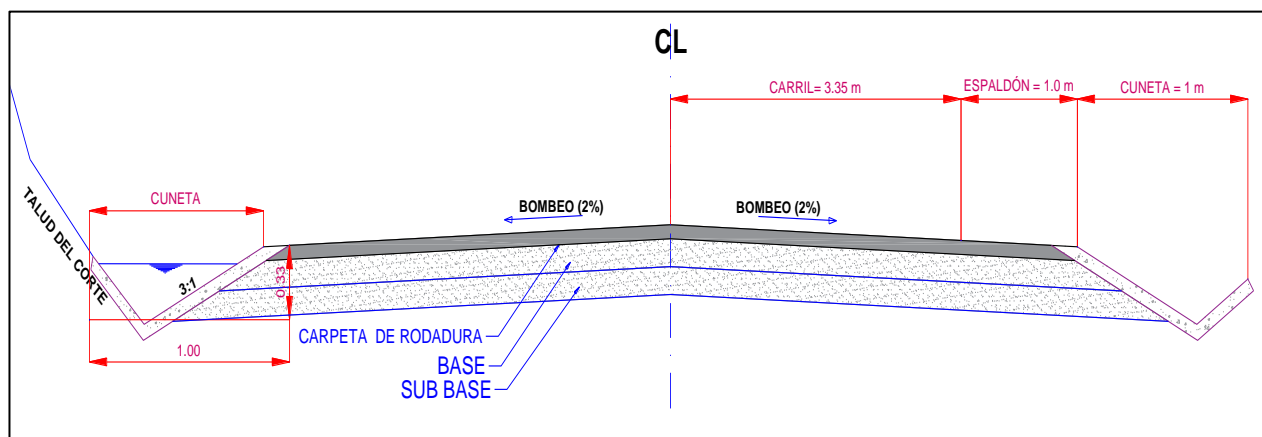
Cunetas

Para el cálculo de cunetas recalcar que se debe realizar un estudio hidrológico, por lo que tomamos en cuenta el criterio de las Normas del MOP-2003 [16], que menciona “En vías que contengan una topografía montañosa, es recomendable colocar una cuneta a 30 cm de profundidad con respecto a la rasante y no de la subrasante, y necesariamente se revestirá la cuneta para proteger el pavimento del camino”. Por lo que se diseñara la cuneta presentada en la norma con un ancho de 1 metro.

Sección Típica

Se detallará una sección típica de los elementos que conforman en una sección transversal (Ver **ANEXO 6.- PLANOS**).

Figura 47.- Sección Típica



Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

3.1.5 Cálculo y Diseño del Pavimento

Para el diseño del pavimento aplicaremos el método AASHTO-93, para pavimentos flexibles en los cuales necesitamos de una serie de parámetros, los cuales son necesarios para determinar espesores de cada capa del pavimento. Su fórmula principal de cálculo es Ec. 23:

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

En donde:

W18 = Es el número de ejes simples equivalentes a 18000 lb es decir 80 KN.

Zr = Área bajo la curva (distribución y estandarizada), para la confiabilidad R.

So = Desviación estándar de todas las variables.

ΔPSI = Pérdida de la serviciabilidad.

Mr = Módulo de resiliencia de la subrasante.

SN = Número estructural de un pavimento flexible.

Periodo de Diseño

Para la estructura del pavimento hemos tomado un periodo de diseño de 15 a 20 años, dado que el volumen de tráfico es bajo y tomando en cuenta la parte económica (Ver en la Página 74 en la **Tabla 30.**- Periodos de diseño – Tipos de Carretera).

Transito Equivalente (W18)

Para diseñar un pavimento flexible es necesario, cuantificar el número acumulado de ejes simples equivalentes de 8.2 ton, que circulara por el carril de diseño esto para cuantificar el factor de daño.

Tabla 57.- Factores de Daño

Factores de Daño en un Pavimento según el tipo de Vehículo									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO
	Ton	(P/6.6) ⁴	Ton	(P/6.6) ⁴	Ton	(P/6.6) ⁴	Ton	(P/6.6) ⁴	
BUS	4	0.135	8	0.91					1.04
2EP	2.5	0.021							1.29
	7	1.265							
2E	6	0.683	11	3.24					3.92
3	6	0.683			18	2.07			2.76
4	6	0.683					25	1.40	2.08
5	6	0.683			36	4.15			4.83
> 5E	6	0.683			18	2.07	25	1.40	4.15

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

Para nuestra vía debido que en nuestro TPDA observamos circulación de buses y camiones de 2 ejes nuestros factores de Daño serán **1.04 y 1.29**.

El factor por carril para nuestro caso al ser una vía de III orden, con un carril por dirección tomaremos un porcentaje de **W18 igual al 100**. (Ver **Tabla 31.-** Factor de distribución por Carril en la Página 74)

Para el cálculo de ejes equivalentes al final del periodo de diseño, se lo podrá determinar mediante la siguiente ecuación:

$$W18 = 365 \times TPDA \text{ final} \times FD \times fd \quad \text{Ec. 29}$$

Donde:

W18: Numero de ejes equivalentes (Periodo de Diseño)

TPDA final: Igual a nuestro Crecimiento Normal de Tráfico

FD: Factor de daño

fd: Factor de daño direccional

Entonces:

$$W18 \text{ parcial} = (365 \times TPDA \text{ final}(\text{Bus}) \times FD) + (365 \times TPDA \text{ final}(\text{Camion}) \times FD)$$

$$W18 \text{ parcial} = (365 \times 38 \times 1.04) + (365 \times 77 \times 1.29)$$

$$W18 \text{ parcial} = 50680$$

$$W18 \text{ acumulado } 2040 = W18 \text{ parcial } 2040 + W18 \text{ acumulado } 2039)$$

$$W18 \text{ acumulado } 2040 = 50680 + 899214$$

$$W18 \text{ acumulado } 2040 = 949894$$

$$W18 \text{ por direccion } 2040 = W18 \text{ acumulado } 2040 \times 0.5)$$

$$W18 \text{ por direccion } 2040 = 949894 \times 0.5)$$

$$W18 \text{ por direccion } 2040 = 474947$$

En la siguiente tabla detallaremos los cálculos realizados para determinar los ejes equivalentes.

Tabla 58.- Ejes Equivales – Acumulados

AÑO	% TASA DE CRECIMIENTO			TPDA FUTURO			CNT	W18 PARCIAL	W18 ACUMULADO	W18 POR DIRECCION	W18 DE DISEÑO
	A	B	C	A	B	C					
2019	3.97%	1.97%	1.94%	151	27	55	233	36146	36146	18073	18073
2020	3.57%	1.78%	1.74%	156	27	56	239	36617	72763	36381	36381
2021	3.57%	1.78%	1.74%	162	28	57	247	37467	110230	55115	55115
2022	3.57%	1.78%	1.74%	168	28	58	254	37938	148168	74084	74084
2023	3.57%	1.78%	1.74%	174	29	59	262	38789	186957	93478	93478
2024	3.57%	1.78%	1.74%	180	29	60	269	39259	226216	113108	113108
2025	3.25%	1.62%	1.58%	186	30	61	277	40110	266326	133163	133163
2026	3.25%	1.62%	1.58%	192	30	62	284	40581	306907	153453	153453
2027	3.25%	1.62%	1.58%	198	31	63	292	41431	348338	174169	174169
2028	3.25%	1.62%	1.58%	205	31	64	300	41902	390240	195120	195120
2029	3.25%	1.62%	1.58%	211	32	65	308	42752	432992	216496	216496
2030	3.25%	1.62%	1.58%	218	32	66	316	43223	476216	238108	238108
2031	3.25%	1.62%	1.58%	225	33	67	325	44074	520289	260145	260145
2032	3.25%	1.62%	1.58%	232	34	68	334	44924	565213	282607	282607
2033	3.25%	1.62%	1.58%	240	34	69	343	45395	610609	305304	305304
2034	3.25%	1.62%	1.58%	248	35	70	353	46246	656854	328427	328427
2035	3.25%	1.62%	1.58%	256	35	71	362	46716	703570	351785	351785
2036	3.25%	1.62%	1.58%	264	36	72	372	47567	751137	375569	375569
2037	3.25%	1.62%	1.58%	273	36	74	383	48509	799646	399823	399823
2038	3.25%	1.62%	1.58%	282	37	75	394	49359	849005	424502	424502
2039	3.25%	1.62%	1.58%	291	38	76	405	50209	899214	449607	449607
2040	3.25%	1.62%	1.58%	300	38	77	415	50680	949894	474947	474947

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

Por lo calculado, nuestro valor de diseño de ejes equivalentes para el año 2040 es de 474947; donde la Guía para el diseño de la estructura del Pavimento, AASHTO 93 nos proporciona una tabla para determinar los espesores mínimos de una base. (Ver **Tabla 36.- Valores – Capa asfáltica – Base granular** en la Página 79) por lo que nuestro espesor de carpeta asfáltica es de 6.5 cm y con una base granular de 10 cm, dichos valores son referencia para determinar los espesores reales con los que contara la estructura del pavimento sin salirse del rango de la norma.

Nivel de Confiabilidad “R”

El nivel de confiabilidad (R) se encuentra asociado con el coeficiente Zr (Desviación estándar normal), el cual se encuentra relacionado con la Desviación estándar global (So), dado que es un factor de confiabilidad. Todo esto hace que se defina la probabilidad del comportamiento estructural del pavimento. Para el cual la confiabilidad la tomamos como una vía local en el **sector Rural (75 - 95)**.(Ver **Tabla 32- Confiabilidad - Niveles** en la Página 75).

Desviación Estándar Normal “Zr”

Se encuentra en función del nivel de confiabilidad “R”, tomamos el valor de **Zr = -1.037**; dado que **R =85** .(Ver en la Página 75 en la **Tabla 33.- Factores – Desviación Normal**).

Desviación Estándar del Sistema “So”

En base a la densidad de tráfico y todas sus variaciones es recomendable utilizar un valor de **So = 0.45**. (Ver **Tabla 34.- Desviación Estándar** en la Página76).

Módulo de Resistencia “Mr”

Para calcular el módulo de resiliencia ocuparemos la formula Ec. 27, la cual por tener un C.B.R de diseño del 11.51 %,es la indicada.

$$Mr (PSI) = 3000 \times CBR^{0.65}$$

$$Mr (PSI) = 3000 \times (11.51)^{0.65}$$

$$Mr (PSI) = 14683 \text{ psi}$$

$$Mr (PSI) = 14.68 \text{ ksi}$$

Índice de Serviciabilidad “ Δ PSI”

Es considerado el índice que brinde comodidad y seguridad, para el tránsito de la vía. La podemos determinar mediante la fórmula Ec. 27.

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

En donde la serviciabilidad tiene unas condiciones como:

- 1.- El índice de servicio inicial (Δ PSI inicial es 4.2) para un pavimento flexible.
- 2.- El índice de servicio final (Δ PSI final) toman valores entre 2.5 y 3.0 cuando son caminos principales, en el caso de ser secundarios se opta por 2.0

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

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

De igual manera se puede observar esta clasificación en el libro de la AASHTO-93. En la cual para un Índice de Serviciabilidad **entre 2 y 3**; se encuentre como **Regular** (Ver **Tabla 35**.- Serviciabilidad – Clasificación en la Página 77).

Número Estructural “SN”

El número estructural se calcula a partir, de los coeficientes calculados anteriormente, mediante el software “Ecuación AASHTO 93”.

Figura 48.- Calculo del Numero Estructural “SN”

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' is set to '85 % Zr=-1.037' and 'So = 0.45'. 'Serviciabilidad inicial y final' shows 'PSI inicial = 4.2' and 'PSI final = 2.0'. 'Módulo resiliente de la subrasante' is 'Mr = 14683 psi'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, resulting in 'W18 = 474947' and 'Número Estructural SN = 2.24'. The 'Número Estructural' result is highlighted with a red box. Buttons for 'Calcular' and 'Salir' are at the bottom.

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

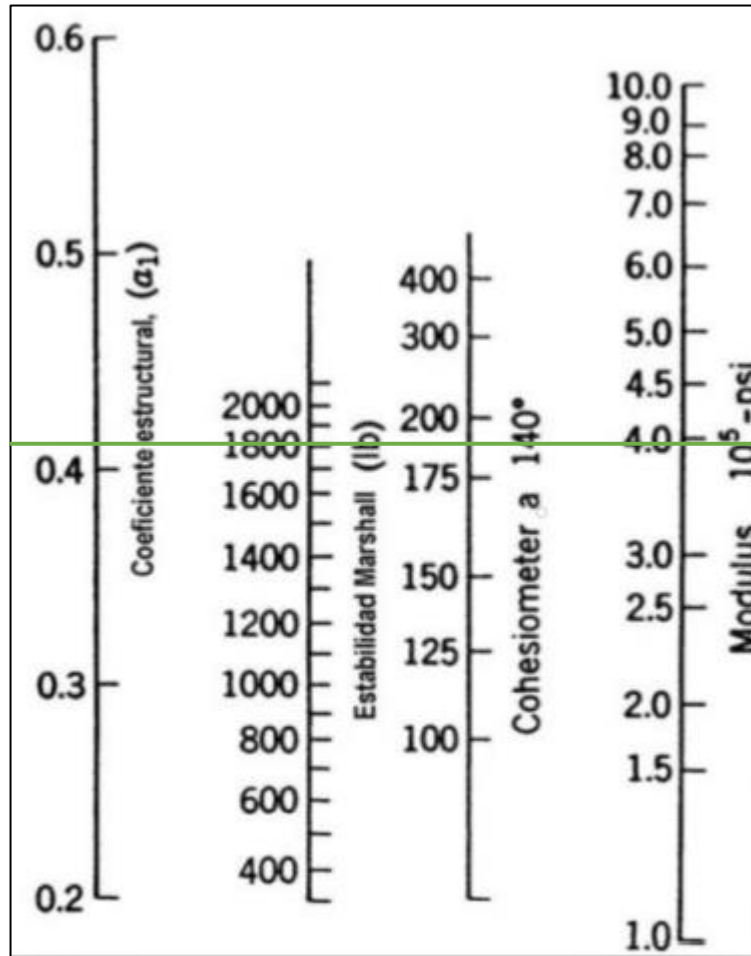
Se determinó que nuestro número estructural es de 2.24.

Espesores por Capa del Pavimento

Con un valor de diseño de ejes equivalentes para el año 2040 es de 474947; donde la Guía para el diseño de la estructura del Pavimento, AASHTO 93 nos proporciona una tabla para determinar los espesores mínimos de una base. (Ver **Tabla 36.-** Valores – Capa asfáltica – Base granular en la Página 79) por lo que nuestro espesor de **carpeta asfáltica es de 6.5 cm y con una base granular de 10 cm.**

Coeficiente Estructural para la Carpeta Asfáltica “a1”

De acuerdo a la AASHTO 93, para el diseño de pavimentos flexibles, se establece la necesidad de conocer la estabilidad Marshall mínima es de 1800 lb para un tráfico, el cual vamos a detallar en la **Figura 35**.- Coeficiente Estructural a1 – Ábaco en la Página 80 .



Según el monograma tenemos un coeficiente estructural para la carpeta asfáltica de $a_1=0.4$, con un módulo de resistencia de 3.9×10^5 Psi = 390 Ksi, en donde para ser más exactos la AASHTO 93, nos proporciona una tabla con valores en los cuales podemos hacer uso de la interpolación para tener dichos valores.

Tabla 59.- Módulos – Carpeta Asfáltica

Módulos Elásticos		Valores “a1”
Psi	Mpa	
125000	875	0.220
150000	1050	0.250
175000	1225	0.280
200000	1400	0.295
225000	1575	0.320
250000	1750	0.330
275000	1925	0.350
300000	2100	0.360
325000	2275	0.375
350000	2450	0.385
375000	2625	0.405
400000	2800	0.420
425000	2975	0.435
450000	3150	0.440

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

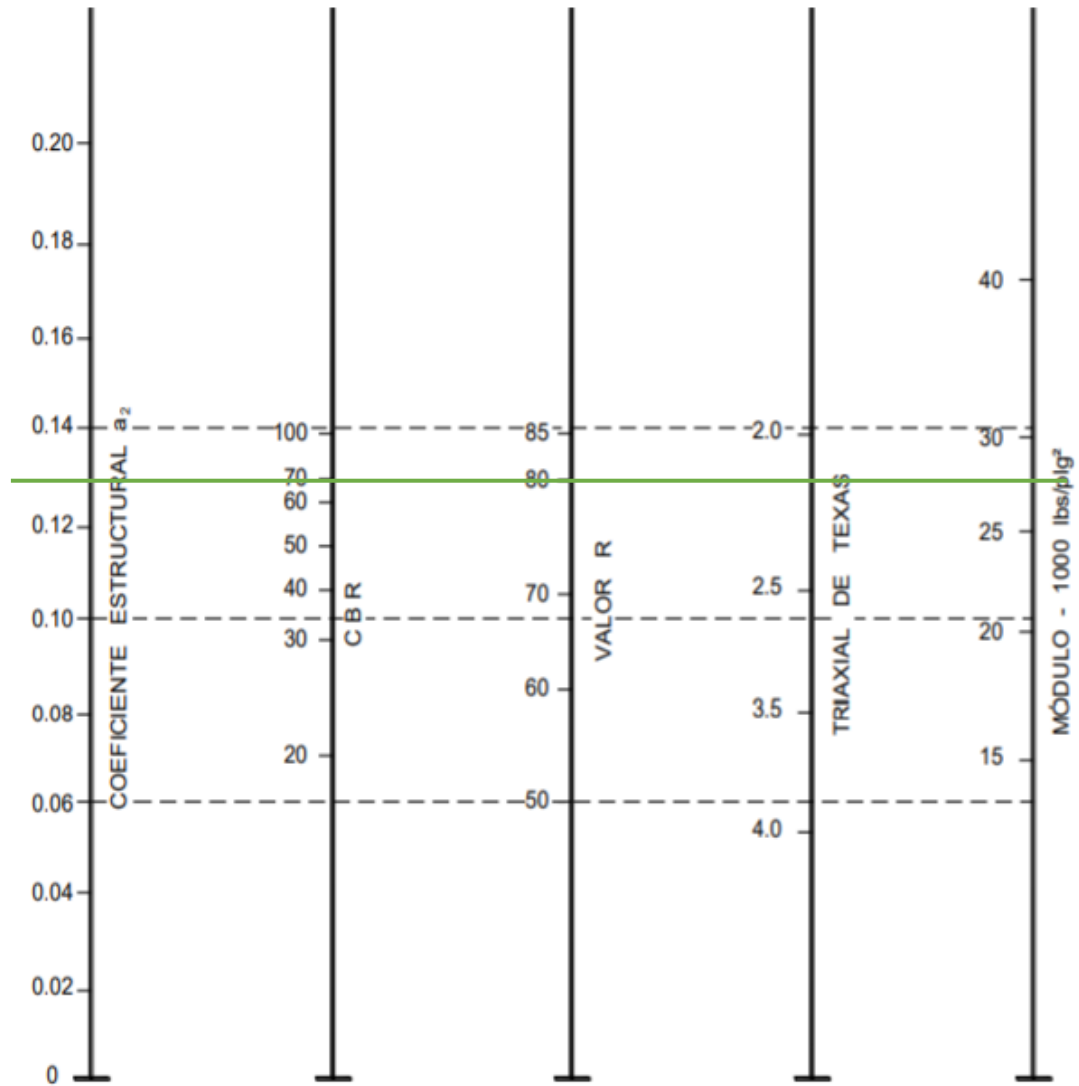
Para interpolar nuestro valor localizamos entre que rango se encuentra y procedemos:

	Módulo Elástico	Valor de “a1”
1	400000	0.420
2	390000	X = ?
3	- 375000	0.405
1-3	25000	0.015
2-3	15000	X
$X = (15000 * 0.015) / 25000 = 0.009$		
$X = 0.405 + 0.009 = 0.414$		

En donde para un módulo de resiliencia de 3.9×10^5 Psi, el valor del coeficiente estructural para la carpeta asfáltica es de **a1 = 0.414**.

Coeficiente Estructural de la Base Granular “a2”

Según el Ministerio de Transportes y Obras Públicas, establece en el 2003, que las bases deben tener un CBR mayor o igual al 80%, por lo que en nuestro monograma de la Pagina 81 la cual es **Figura 36.- Coeficiente Estructural a2 – Ábaco**, asumimos un CBR=80% y determinamos lo siguiente.



Según el monograma tenemos un Módulo de la capa base de 28500 Psi, con un coeficiente estructural a₂ igual a 0.13, para los que la AASHTO 93; nos proporciona una tabla para determinar el valor exacto de coeficiente.

Tabla 60.- Coeficientes – Capa Base

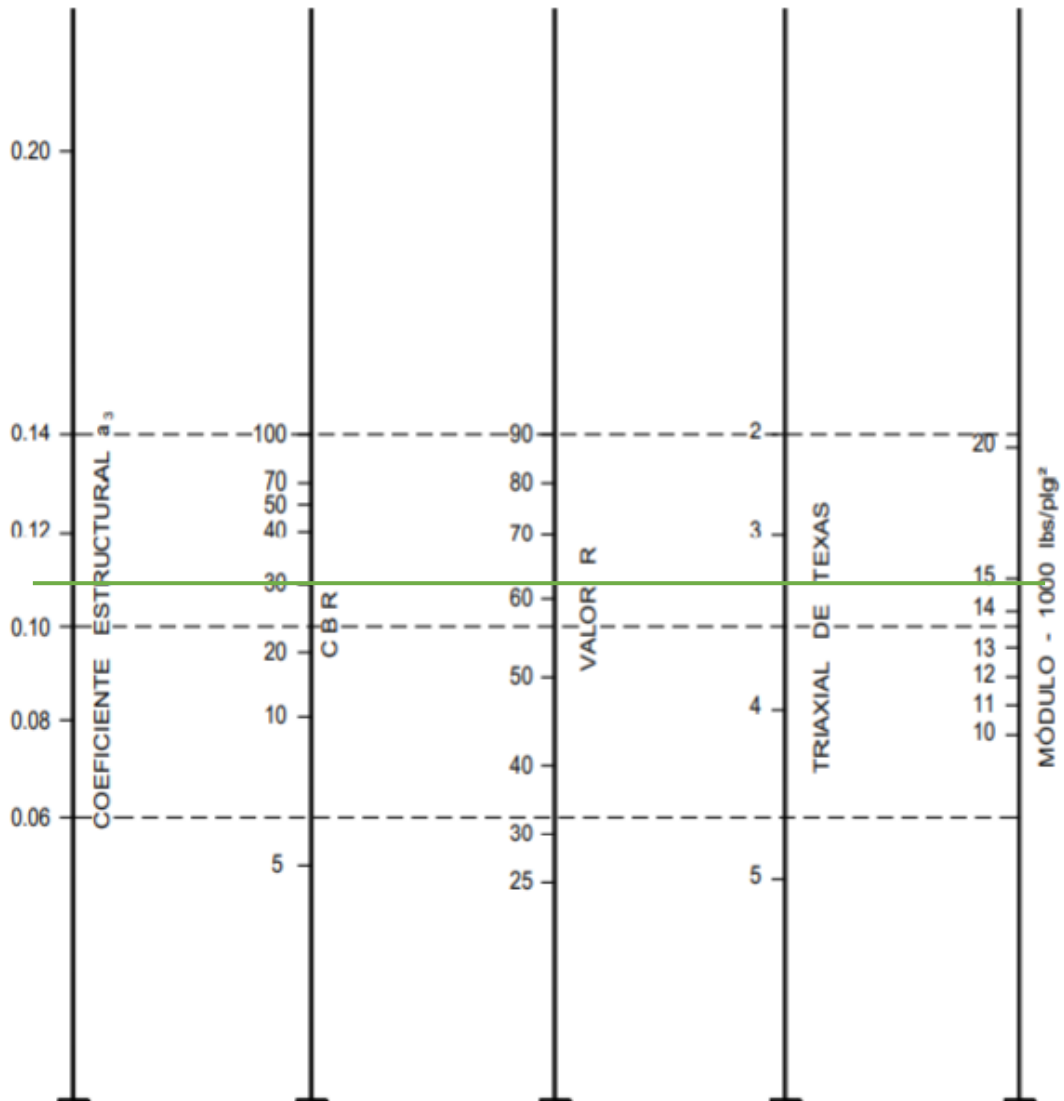
CBR %	Valor “a2”
20	0.070
25	0.085
30	0.095
35	0.100
40	0.105
45	0.112
50	0.115
55	0.120
60	0.125
70	0.130
80	0.133
90	0.137
100	0.140

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

Por lo que determinamos al coeficiente estructural para la capa base de **a2=0.133**

Coeficiente Estructural para la Sub base “a3”

De acuerdo con el Ministerio de Transportes y Obras Públicas del 2003 (MOP-2003), menciona que para sub-bases granulares se debe tener un CBR mayor o igual al 30%, por lo que en nuestro monograma, (Ver **Figura 37**.- Coeficiente Estructural a3 – Ábaco en la Página 82), asumimos un CBR=30% y determinamos lo siguiente.



De manera visual en el monograma determinamos un Módulo de la sub-base de 14900 Psi, con un coeficiente estructural a3 igual a 0.11, para los que la AASHTO 93; nos proporciona una tabla para determinar el valor exacto de coeficiente.

Tabla 61.- Coeficientes – Capa Sub base

CBR %	Valor “a2”
10	0.08
15	0.09
20	0.093
25	0.102
30	0.108
35	0.115
40	0.120
50	0.125
60	0.128
70	0.130
80	0.135
90	0.138
100	0.140

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

De tal manera con ayuda de esta tabla logramos determinar al coeficiente estructural para la capa de la Sub-base; **a3=0.108**

Coeficientes de Drenaje

Para calcular los coeficientes de drenaje m² para bases y m³ para Subbase, en un pavimento es necesario realizar un estudio hidrográfico, y conocer bien la zona de estudio. Por lo que según la **Tabla 37.- Drenaje – Capacidad** en la Página 83, la determinamos que la Calidad de Drenaje es **Regular**, con un Tiempo de Eliminación de agua de **1 semana**.

Además, podemos utilizar los factores de corrección de drenaje (m², m³), los cuales en función al tiempo expuesto del pavimento a la saturación y como en la **Calidad de Drenaje es Regular**, escogimos entre el **5% al 25%** de tiempo, el cual nos da **factor de corrección entre el 1.00 - 0.80**. (Ver **Tabla 38.- Factores de Corrección – Bases y Subbase**). Para el cual el factor escogimos **0.90**

Calculo de los Espesor de La Estructura del Pavimento Flexible

Tabla 62.- Estructura del Pavimento

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: VÍA PINLLOPATA -EL CORAZÓN		TRAMO :
SECCION	: km	4+000 a km	7+900
			FECHA : 28/08/2020
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			390,00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28,50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14,90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			474.947
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			85%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-1,037
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			14,68
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0,414
Base granular (a ₂)			0,133
Subbase (a ₃)			0,108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m ₂)			0,900
Subbase (m ₃)			0,900
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		2,24	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})		1,74	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		0,49	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		0,01	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	10,7 cm	10,0 cm	1,63
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	10,4 cm	20,0 cm	0,94
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	0,3 cm	25,0 cm	0,96
ESPESOR TOTAL (cm)		55,0 cm	3,53
DISEÑADO POR : GUERRERO ORDOÑEZ KLEITON SABINO			<i>fm</i>

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

Subbase

Se utilizará una sub-base clase 3 debido a que el material de excavación de la plataforma, deba cumplir los siguientes parámetros.

- 1.- Límite líquido ≤ 25
- 2.- Índice Plástico ≤ 6
- 3.- Valor de Soporte ≥ 30
- 4.- Valor de desgaste por abrasión $\leq 50\%$
- 5.- Granulometría

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa
3"	100
N° 4	30 – 70
N° 200	0 – 20

Base

Se utilizará una base clase 4 el cual está compuesto por un material triturado o cribado por piedras fragmentadas naturalmente o gravas, deba cumplir los siguientes parámetros.

- 1.- Límite líquido ≤ 25
- 2.- Índice Plástico ≤ 6
- 3.- Valor de Soporte ≥ 80
- 4.- Valor de desgaste por abrasión $\leq 40\%$
- 5.- Desgaste por acción de los sulfatos $\leq 12\%$
- 5.- Granulometría

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa
2"	100
1"	60 – 90
N° 4	20 – 50
N° 200	0 – 15

3.1.6 Presupuesto Referencial

Dado el estudio sistemático de todas las posibilidades de viabilidad de este proyecto, el presupuesto referencial estará dictaminado a las normas del MOP – 001 F 2002; el cual mediante las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes podremos cuantificar y detallar cada uno de los rubros a ser determinados, esto siempre tomando en cuenta que nuestro periodo de diseño es de 20 años.

3.1.6.1 Análisis de Precios Unitarios

Se representa como la determinación del precio unitario de una actividad o partida al momento de ejecutar una actividad en la obra, además cuando el constructor estudia el costo para preparar una propuesta o al momento de licitar un proyecto determinado. En este ítem se determina desde las unidades de medida, y los precios unitarios, tomando en cuenta los últimos precios normados de materiales, equipos y mano de obra generados por la contraloría general del estado.[42] (Ver ANEXO 5.- ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS en la Página 225)

3.1.6.1.1 Rendimiento

Es una actividad ligada al desempeño de la mano de obra de un trabajador en un tiempo determinado por lo general 8 horas en el Ecuador, para determinar este factor es indispensable tomar en cuenta los factores como: Equipos, clima, habilidad, actividad, supervisión, experiencia, conocimientos.[42]

3.1.6.1.2 Costos Directos

Los costos indirectos son aquellos que incluyen los cuatro componentes de un rubro como: Mano de obra, equipos de construcción, materiales y el más importante dadas las condiciones y ubicación del proyecto el Transporte, debido que se considera la distancia recorrida.[43]

3.1.6.1.3 Costos Indirectos

Son costos que se incluyen directamente en los gastos del contratista, en el caso de la licitación, en la preparación de la oferta, contratación , instalaciones , costos internos y externos de la obra, es importante incluir los imprevistos y utilidades.[43]

3.1.6.2 Especificaciones Técnicas

Rubro 1.- Replanteo y Nivelación del Terreno

Consistirá en ubicar puntos de referencia y bancos de nivel de precisión, útiles para determinar el ancho de la vía, se realizará sobre una vía existente o para apertura sobre el terreno a estudiar, se deberá tomar en cuenta todos los elementos de una vía para determinar el probable movimiento de tierras.

Rubro 2.- Desbosque, Desbroce y Limpieza

Es el rubro, el cual consiste en despejar el terreno necesario para poder llevar a cabo la obra contratada, todo esto de acuerdo a las especificaciones y documentos contractuales solicitados. El trabajo se realizará en las zonas indicadas en los planos así como por el Fiscalizador, y consistirá en eliminar todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier tipo de vegetación. Es importante indicar que el trabajo constará también de la conservación, el cual se debe evitar el mayor daño posible a la deforestación vegetal, plantaciones y objetos destinados a conservarse.[31]

Rubro 3.- Excavación sin Clasificar, Incluye Desalojo de Hasta 5 Km

Este rubro consistirá en la excavación, transporte, desecho, colocación, manipuleo, humedecimiento y compactación del material necesario para remover en zonas de corte y colocar en zonas de relleno para poder lograr la construcción de la obra básica. Todo material aprovechable de las excavaciones será utilizado en la construcción de terraplenes, diques y otros rellenos, conforme se encuentre estipulado en los documentos contractuales o a su vez lo indique el Fiscalizador.[31]

Rubro 4.- Escombrera del Sector

Consistirá en el transporte autorizado de los materiales provenientes de la construcción de la plataforma del camino, préstamo importado, mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado entre otros. El material excavado en la plataforma del camino será transportado sin el derecho de pago alguno hasta una distancia de 500 metros.[31]

Rubro 5.- Relleno Natural Compactado

El material aprovechable de las excavaciones será utilizado para la construcción de obras civiles como terraplenes, diques, muros y otros rellenos, como este estipulado en los documentos contractuales o mediante disposiciones del fiscalizador. Cualquier material excedente y material inadecuado que hubiese, deberá ser utilizado o a su vez desechados de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.[31]

Rubro 6.- Sub-Base Clase 3

Constituirá en la construcción de capas de sub-base compuestas por agregados de trituración o de cribado, y deberá cumplir una serie de requerimientos. La sub-base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y secciones transversales señaladas en los planos.[31]

Rubro 7.- Base Clase 4

Detallada como la construcción de capas de base las cuales están compuestas por agregados triturados total o parcialmente o a su vez cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o de suelos finos seleccionados o ambos a la vez. La capa base se colocara sobre la sub-base terminada y aprobada, o también en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, según los lineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos y documentos contractuales.[31]

Rubro 8.- Desalojo del Material Final

Estará determinado por el transporte autorizado de los materiales provenientes de la construcción de la plataforma del camino, préstamo importado, mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado entre otros. El material excavado en la plataforma del camino será transportado sin el derecho de pago alguno hasta una distancia de 500 metros. Por lo que el depósito se encontrará en un radio próximo a los 5 km cercanos al inicio o final de la obra.[31]

Rubro 9.- Capa de Rodadura e = 10 cm

Consiste en el suministro y distribución de materia bituminosa, con la aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificador sobre la superficie de una base o subbase. Todo esto deberá hallarse con los anchos, alineaciones y pendientes correspondientes. Además comprenderá el subministro de una capa delgada de arena secante, si el fiscalizador lo considera necesario, dado que sirve absorber excesos en la aplicación de asfalto, con la finalidad de proteger el riego bituminoso a fin de permitir la circulación de vehículos o maquinaria, antes de colocar la capa de rodadura.[31]

Rubro 10.- Excavación para Cunetas Laterales

El trabajo consiste en la excavación de cualquier tipo de terreno y cualquier condición de trabajo necesario para la construcción de cimentaciones de puentes y otras estructuras, además de la excavación de zanjas para la instalación de alcantarillas, tuberías y otras obras de arte. El material excavado en donde el fiscalizador considere no adecuado para el uso de relleno alrededor de las estructuras, se lo empleara en terraplenes o de no ser óptimo se lo desechara de acuerdo a las instrucciones del fiscalizador.[31]

Rubro 11.- Hormigonado de Cunetas ($f_c = 180 \text{ Kg/cm}^2$)

El trabajo consistirá en la protección de taludes, riberas y cunetas mediante una escollera de piedra suelta, gaviones, geotubos y revestimiento de hormigón, mampostería de piedra o mortero a presión en los sitios indicados en los planos o en

los documentos contractuales, de acuerdo a las dimensiones y detalles que conste en los planos o en las instrucciones.[31]

Tabla 63.- Presupuesto Referencial

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U	P.T
1	REPLANTEO Y NIVELACION DEL TERRENO	Km	40.97	2929.02	120001.95
2	DESBOSQUE, DESBROCE Y LIMPIEZA	Ha	4.097	621.56	2546.55
3	EXCAVACION SIN CLASIFICAR, INCLUYE DESALOJO DE HASTA 0.5 KM	m ³	53605.700	1.70	91344.11
4	ESCOBRERA DEL SECTOR	m ³	17439.690	1.24	21555.46
5	RELLENO NATURAL COMPACTADO	m ³	36166.010	2.68	96780.24
6	SUB-BASE CLASE 3	m3	8910.975	8.90	79343.32
7	BASE CLASE 4	m3	7128.780	13.12	93501.08
8	DESALOJO DEL MATERIAL FINAL	m ³	17439.690	4.02	70107.55
9	CAPA DE RODADURA e= 10 cm	m ³	3564.390	21.14	75339.80
10	EXCAVACION PARA CUNETAS LATERALES	m ³	2458.200	3.24	7964.57
11	HORMIGONADO DE CUNETAS (fc=180 kg/cm2)	m ³	2458.200	128.44	315736.12
			TOTAL : USD		974220.75

Fuente: Kleiton Sabino Guerrero Ordoñez

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- 1.- Se determinó mediante el estudio topográfico una franja de diseño con un ancho de 200 metros, en los cuales se pudo observar el relieve montañoso y cada uno de los elementos existentes de la vía actual.
- 2.- El tráfico futuro fue determinado con un valor de 707 vehículos/día, para ambos sentidos, por consiguiente, clasificamos a la carretera como una vía de III orden, dentro de un periodo de diseño de 20 años.
- 3.- El diseño Horizontal posee velocidades que oscilan entre los 30 y 60 Km, un peralte máximo del 10%, un radio mínimo de curvatura comprendido de 32,81 a 106,67 metros, así como un sobreebanco de 40 cm. El diseño vertical se encuentra desarrollado con pendientes que no sobrepasaran el 7% como lo establece la norma para una vía de III orden. El diseño transversal está representado por un ancho de calzada en 3.35 por cada carril, un espaldón de 1 metro, y por una cuneta típica de 1 metro la cual se encuentra en una relación de 3:1 para el encauzamiento del agua, todo esto debido a la complejidad del terreno, y con la funcionalidad de hacerle cómoda y segura a la vía.
- 4.- Se determinó mediante el estudio de suelos una variación de estratos y capacidad portante del suelo, las cuales pueden ser desde una Arena Limosa – Arena Arcillosa y con un CBR que varía entre 6.00 hasta 14.20.
- 5.- Se calculó la estructura del pavimento dando como resultado una subbase clase 3 de 25 cm, una base clase 4 de 20 cm, y por una capa de rodadura asfalto de 10 cm.
- 6.- El presupuesto estimado para este proyecto se encuentra en 974220.75 (Novecientos Setenta y cuatro mil doscientos Veinte con setenta y cinco Dólares americanos), sujetos a cualquier cambio debido a la variación de los índices y costos de la mano de obra y precios unitarios.

4.2 Recomendaciones

- 1.- Es recomendable prevenir un accidente del drone ya que debido a la gran cantidad de vegetación se deberá realizar los vuelos en la mayor altitud posible, y en lapsos cortos de vuelo.
- 2.- Es necesario contar con dos puestos de trabajo fijos para el conteo vehicular al inicio y final del tramo, dado que existen caminos vecinales y no se toma en su totalidad la densidad vehicular.
- 3.- Debido a la complejidad de la topografía del sector es necesario tomar en cuenta las excepciones como son la disminución de velocidad, sobreancho, gradientes, radios de curvatura todo esto para tener una vía segura y cómoda, además debido al excesivo volumen de corte y relleno es necesario tener un buen lugar de acopio que sirva de escombrera y no dañar el paisaje del sector.
- 4.- Es necesario proveerse de una maquinaria pesada para tomar las muestras de suelo, ya que debido a la zona montañosa se dificulta la extracción de muestras.
- 5.- Adecuar una escombrera debido que la subrasante podrá servir como base para la estructura del pavimento, además se deberá ensanchar la vía debido que en zonas es de reducida amplitud.
- 6.- Indispensable realizar un estudio del costo – beneficio del proyecto, ya que la magnitud del mismo sería un impacto hacia la sociedad en beneficio y desarrollo del sector.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. Duque, “Diseño geométrico de la vía de acceso al parque nacional cotopaxi,” *Univ. Catol. del Ecuador*, vol. 66, pp. 37–39, 2012.
- [2] J. Cárdenas Grisales, *Diseño Geométrico de Carreteras, 2da Edición*. 2013.
- [3] J. N. Zaragoza, L. Alonso, and R. López, “Algoritmo de cálculo de áreas de secciones transversales para terracerías de un proyecto geométrico de carreteras Algorithm for calculating cut and fill cross-sectional areas on a geometric highway project,” *Ingeniería*, vol. 10, no. 2, pp. 25–35, 2006.
- [4] P. Chacontá, *Diseño Geométrico de Vías*, Primera ed. Santa fe, Colombia, 1998.
- [5] E. Juárez, “Fundamentos de la mecánica de suelos,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [6] P. Romero, F. Rojas, and J. Urbina, “Que Conduce a Los Depósitos Conjuntos De geotecnia,” *Massucco, Giancarlo*, 1997.
- [7] Corporación Andina de Fomento, *Mantenimiento Vial. Informe Sectorial*, vol. 1. 2012.
- [8] A. R. C. Chicaiza, “Análisis de la capa de rodadura de la vía Llugo-Tahuaicha-San Jorge del cantón Patate y su relación en la calidad de vida de los habitantes del sector,” *Univ. Técnica Anbato*, p. 177, 2011.
- [9] O. Bolaño, “Tipos de levantamientos Topograficos,” *J. Sep. Sci. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 11–21, 2013, [Online]. Available: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0>.
- [10] P. G. Luna, “Fotogrametría aérea con Drones,” *Robot. Arir Syst.*, p. 15, 2018, [Online]. Available: <http://www.roboticairsystems.com/Downloads/informe-fotogrametria.pdf>.

- [11] G. A. Ochoa and G. J. Delgado, “La fotogrametría digital mediante dron como alternativa en el registro topográfico y 3D de sitios arqueológicos,” p. 400513, 1982.
- [12] M. R. Ferreira and V. G. Aira, “Aplicaciones Topográficas de los Drones,” *Obtenido* <http://www.ar/greenstone/collect/otragr/index/assoc/HASH0159/314a3cb>, *Bibl. org.*, vol. 8, no. 1, p. 11, 2017.
- [13] Casanova Matera Leonardo, *Depósito Legal lf23720027702059 ISBN 980-11-0672-7*. 2002.
- [14] W. Hurtares, K. Chilán, I. Solórzano, and E. Santos, “Trazado y Replanteo del Proyecto Horizontal de una carretera utilizando Estación Total,” *Res. Gate*, no. 1, 2011, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/277985741_Trazado_y_replanteo_del_proyecto_horizontal_de_una_carretera_utilizando_estacion_total_caso_practico_camino_vecinal_la_chorera_km_0000_-_2187.
- [15] I. a Fernández-Coppel, “La Proyección UTM.,” *Geoasbuilt.Es*, pp. 1–52, 2001, [Online]. Available: <http://www.cartesia.org/data/apuntes/cartografia/cartografia-geograficas-utm-datum.pdf%5Cnhttp://geoasbuilt.es/tutoriales/topografia/utm.pdf>.
- [16] MTOP, “Normas de Diseño Geometrico de Carreteras,” *Mtop*, vol. 2, pp. 1–475, 2003, [Online]. Available: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedise3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf.
- [17] J. Cal, Rafael; Cárdenas, *Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y aplicaciones*, 8va edicio. 324AD.
- [18] J. Álvarez, “Diseño geométrico de la vía la Palmera hasta la estancia y estabilización de taludes en la parroquia Río Negro del cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua,” *Repo.Uta.Edu.Ec*, vol. 1, no. 1, p. 264, 2016, doi: 10.15517/ap.v29i119.18693.

- [19] Relaciones Volumétricas, “Relaciones granulométricas y de volumen en un suelo,” *Bibl. Digit. UNAL*, p. 9, 2013, [Online]. Available: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/>.
- [20] R. Del Castillo, “La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, Carreteras , Ferrocarriles y Aeropistas,” vol. 1, p. 456, 2005.
- [21] P. Tibán, “LAS CONDICIONES DE LA VÍA TINGOPAMBA - SAN FRANCISCO - GALLO CRISTA - POTREROPAMBA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIO-ECONÓMICO DE LA PARROQUIA CHIQUICHA DEL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA,” p. 298, 2015.
- [22] M. Gonzáles, *El terreno*, UPC. Barcelona, 2001.
- [23] C. Crespo Villalaz, “Mecanica de sesuelos y cimentaciones.” 2004.
- [24] M. Salinas, “Mecanica de Suelos I,” pp. 269–326, 2014.
- [25] J. Masoud, “Diseño geométrico de una carretera,” *J. Phys. Chem. B*, vol. 8, no. 1, pp. 28–48, 2017, doi: 10.1016/S0009-2614(00)00764-8.
- [26] J. Agudelo, “Diseño Geométrico de Vías,” *Textos Univ.*, pp. 459–451, 2012, [Online]. Available: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf>.
- [27] Universidad mayor de san Simón, “Pavimentos,” p. 644, 2004.
- [28] J. M. Saucedo-García, “Diseño De Pavimento,” *Gac. Med. Mex.*, vol. 135, no. 3, p. 290, 1999.
- [29] MTC-PERU, “Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Deotecnia y Pavimentos,” p. 368, 2014.









- [30] Argos, “Esfuerzos Térmicos En Pavimentos De Concreto,” *Blog 360° en concreto*, pp. 1–5, 2013, [Online]. Available: <http://blog.360gradosenconcreto.com/esfuerzos-termicos-en-pavimentos-de-concreto/>.
- [31] Mop-001-F 2002, “Publicas Y Comunicaciones Mop - 001-F 2002,” p. 772, 2002, [Online]. Available: http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/01-07-2013_ConcursoPublico_StoDomingo-Esmeraldas-Especificaciones-Tecnicas.pdf.
- [32] Á. Campos, “DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CONSTANTINO FERNÁNDEZ-SAN BARTOLOMÉ DE PINLLO; QUEBRADA SHAHUANSHI,” no. June, 2016.
- [33] G. Corredor and D. A. Drajat, “Maestría en Vías Terrestres ó Módulo III Diseño de Pavimentos I,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 1972, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [34] Escuela de Caminos de Montaña, “Diseño de Pavimentos – AASHTO 93,” p. 246, 2006.
- [35] H. D. E. Datos, “R10 GNSS.”
- [36] D. Motorizado and D. L. Líquido, “Análisis de Suelo - Límite Líquido,” p. 451.
- [37] Universidad Nacional de Ingeniería, “California Bearing Ratio (CBR),” pp. 1–11, 2006.
- [38] C. Tirado, “ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE ESCORIA DE SIDERURGIA PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO AUTOR:,” *Univ. Técnica Ambato*, vol. 23, no. 3, p. 6, 2019, doi: 10.5281/zenodo.1477753.

- [39] PDOT Palanda, “Actualización del PPlan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Palanda,” *Br. J. Psychiatry*, vol. 112, no. 483, p. 324, 2014, doi: 10.1192/bjp.112.483.211-a.
- [40] M. D. E. La and P. De, “Población del cantón pangua censo 2001,” pp. 15–18, 2001.
- [41] C. Freire, “Universidad Técnica De Ambato,” *Repo.Uta.Edu.Ec*, p. 130, 2019, [Online]. Available: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3>.
- [42] C. D. E. M. Item, R. Def, and C. D. E. Maquinas, “Análisis de precios unitarios,” pp. 0–38, 1900.
- [43] ASTEC, “1. ANALISIS PRECIOS UNITARIOS(240p).pdf.” p. 240, 2011.

ANEXOS

ANEXO 1.- MATERIALES Y EQUIPOS

PARA EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO, CONTEO VEHICULAR Y TOMA DE MUESTRAS.

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR									
TITULO DE LA CARTERA									
UNIDAD									
UBICACION									
HORA	METOS	CATEGORIA							
		AUTO	PICK UP	PANEL	MOVA COM	SE	SE	SE	
14									
14									
14									
14									
14									
14									



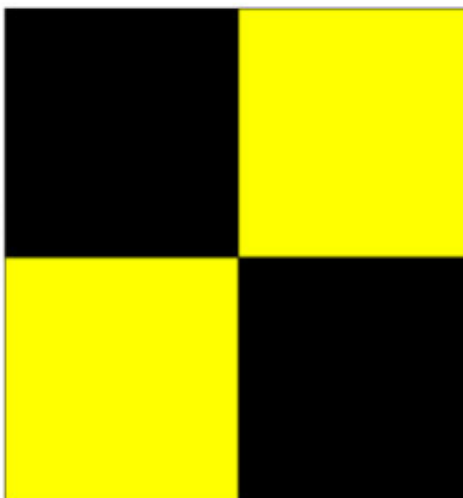
Cuaderno de Apuntes

Estacas



Aerosol para Madera

Clavos



Combo

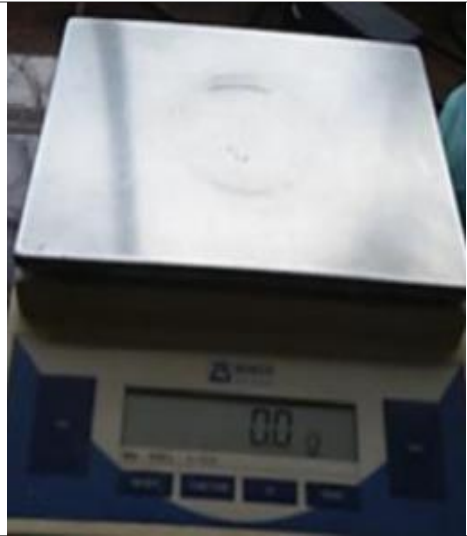
Diana Topográfica

	
<p>Picos</p>	<p>Pala</p>
	
<p>Flexómetro</p>	<p>Costales</p>
	
<p>Drone</p>	<p>Trimble R10</p>
	
<p>Trípode Topográfico</p>	<p>Computadora</p>

PARA LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.



Recipientes



Balanza Eléctrica



Horno



Tamices



Tamizadora



Probeta



Mortero de Porcelana



Espátula



Copa Casa Grande



Placa de Vidrio



Enrazador Metálico



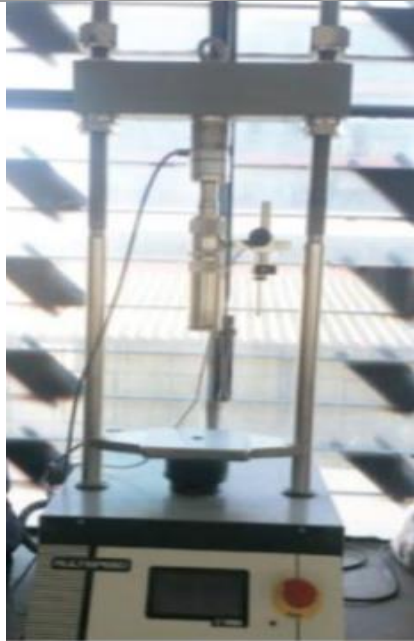
Molde de Compactación



Martillo de Compactación



Disco Esparcidor



Prensa

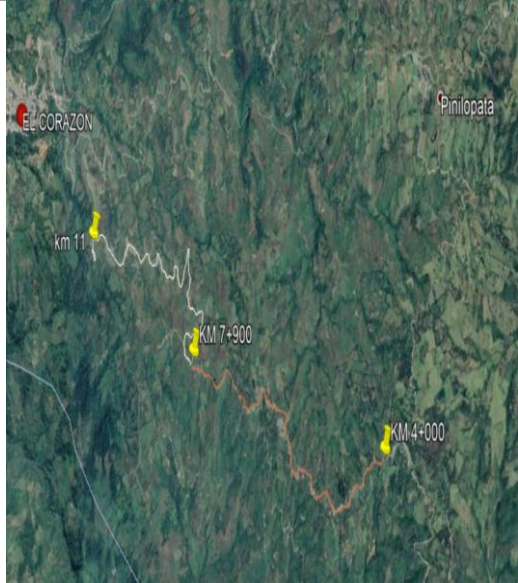


Placa de Metal



Trípode

ANEXO 2.- TOPOGRÁFIA



Tramo de la vía en estudio



Puntos de Referencia



Trípode + RTK Fijo



RTK Fijo



RTK Móvil



Toma de Referencia

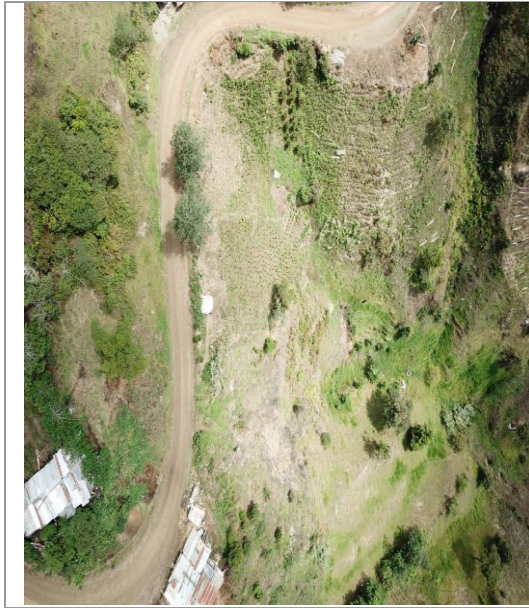


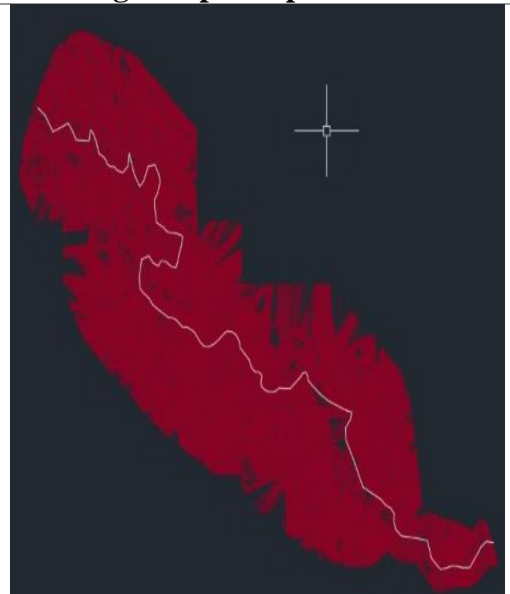
Imagen captada por el Drone



Imagen captada por el Drone



Curvas de Nivel



Curvas de Nivel



Drone Phantom 4



Control del Drone

PUNTOS DE REFERENCIA Y VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO.

Alineación: Diseño Horizontal

P.K Inicial: 3+863.000

P.K Final: 7+960.000

P.K.	Volumen de desmonte (metros cúbicos)	Volumen de terraplén (metros cúbicos)	Vol. desmonte acumul. (metros cúbicos)	Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos)	Vol. neto acumul. (pies cúbicos)
3+863.000	0	0	0	0	0
3+880.000	338.23	0.36	338.23	0.36	337.87
3+900.000	402.64	0	740.87	0.36	740.51
3+920.000	269.29	12.4	1010.16	12.76	997.4
3+940.000	258.63	21.64	1268.79	34.4	1234.39
3+960.000	393.58	8.39	1662.37	42.79	1619.59
3+980.000	493.68	0.63	2156.05	43.42	2112.63
4+000.000	514.41	0	2670.46	43.42	2627.04
4+020.000	478.71	0	3149.17	43.42	3105.75
4+040.000	565.48	0	3714.66	43.42	3671.23
4+060.000	335.84	13.8	4050.5	57.23	3993.27
4+080.000	42.51	26.41	4093	83.64	4009.37
4+100.000	32.44	32.55	4125.44	116.18	4009.26
4+120.000	87.67	23.63	4213.12	139.81	4073.31
4+140.000	241.15	2.11	4454.27	141.92	4312.35
4+160.000	337.22	0.28	4791.49	142.2	4649.29
4+180.000	190.15	25.1	4981.63	167.3	4814.33
4+200.000	121.51	25.87	5103.15	193.17	4909.98
4+220.000	233.14	0.97	5336.28	194.14	5142.15

4+240.000	136.9	48.37	5473.18	242.51	5230.67
4+260.000	14.68	103.13	5487.86	345.64	5142.22
4+280.000	133.36	99.28	5621.22	444.93	5176.29
4+300.000	180.9	45.14	5802.12	490.06	5312.06
4+320.000	182.54	5.75	5984.66	495.81	5488.85
4+340.000	218.74	29.47	6203.4	525.28	5678.12
4+360.000	208.86	34.51	6412.26	559.8	5852.46
4+380.000	180.42	14.84	6592.68	574.64	6018.04
4+400.000	215.23	4.87	6807.91	579.51	6228.4
4+420.000	215.59	0.92	7023.5	580.43	6443.07
4+440.000	125.18	9.48	7148.68	589.91	6558.77
4+460.000	149.49	8.59	7298.17	598.5	6699.67
4+480.000	158.97	0.12	7457.15	598.62	6858.52
4+500.000	167.5	0.21	7624.65	598.84	7025.81
4+520.000	156.37	36.2	7781.02	635.03	7145.99
4+540.000	52.86	207.64	7833.88	842.67	6991.2
4+560.000	0.46	348.45	7834.34	1191.13	6643.21
4+580.000	0.04	331.75	7834.38	1522.88	6311.51
4+600.000	3.96	258.8	7838.34	1781.67	6056.67
4+620.000	28.14	226.2	7866.48	2007.88	5858.6
4+640.000	188.8	130.89	8055.28	2138.76	5916.52
4+660.000	362.6	0.48	8417.88	2139.24	6278.64
4+680.000	393.03	3.77	8810.91	2143.01	6667.9
4+700.000	343.46	6.07	9154.37	2149.08	7005.29
4+720.000	225.71	82.64	9380.09	2231.73	7148.36
4+740.000	246.62	74.86	9626.7	2306.59	7320.11

4+760.000	390.26	0.07	10016.96	2306.66	7710.3
4+780.000	395.46	0	10412.43	2306.66	8105.77
4+800.000	349.96	0.19	10762.39	2306.85	8455.54
4+820.000	181.76	55.43	10944.14	2362.28	8581.87
4+840.000	11.28	198.19	10955.42	2560.47	8394.95
4+860.000	0.14	229.47	10955.56	2789.94	8165.62
4+880.000	62.41	86.75	11017.97	2876.69	8141.28
4+900.000	223.11	0.25	11241.08	2876.94	8364.13
4+920.000	448.96	0	11690.04	2876.95	8813.09
4+940.000	672.43	0	12362.46	2876.95	9485.52
4+960.000	777.02	0	13139.49	2876.95	10262.54
4+980.000	658.64	0.18	13798.13	2877.12	10921.01
5+000.000	525.14	2.31	14323.27	2879.43	11443.84
5+020.000	485.17	2.19	14808.44	2881.62	11926.82
5+040.000	383.89	0.09	15192.34	2881.72	12310.62
5+060.000	255.93	12.5	15448.27	2894.22	12554.05
5+080.000	163.19	14.06	15611.46	2908.28	12703.18
5+100.000	171.15	2.15	15782.6	2910.43	12872.17
5+120.000	417.09	0.62	16199.69	2911.05	13288.64
5+140.000	676.37	0	16876.06	2911.05	13965.01
5+160.000	840.55	0	17716.61	2911.05	14805.56
5+180.000	987.61	0	18704.22	2911.05	15793.17
5+200.000	1105.75	0	19809.97	2911.05	16898.92
5+220.000	1109.9	0	20919.87	2911.05	18008.82
5+240.000	949.44	0	21869.31	2911.05	18958.26
5+260.000	731.92	0	22601.23	2911.05	19690.18

5+280.000	500.34	0.14	23101.57	2911.2	20190.37
5+300.000	276.55	1.65	23378.12	2912.85	20465.27
5+320.000	249.75	1.5	23627.87	2914.35	20713.52
5+340.000	477.37	0	24105.23	2914.35	21190.89
5+360.000	754.6	0	24859.83	2914.35	21945.48
5+380.000	1028.42	0	25888.25	2914.35	22973.9
5+400.000	1113.7	0	27001.95	2914.35	24087.6
5+420.000	556.21	17.26	27558.16	2931.6	24626.56
5+440.000	1.06	541.69	27559.22	3473.3	24085.92
5+460.000	0	1134.9	27559.22	4608.2	22951.02
5+480.000	0	1116.25	27559.22	5724.46	21834.77
5+500.000	0	694.18	27559.22	6418.64	21140.58
5+520.000	331.37	188.4	27890.59	6607.04	21283.55
5+540.000	713.83	0	28604.42	6607.04	21997.38
5+560.000	745.55	0	29349.97	6607.04	22742.93
5+580.000	630.01	0.47	29979.98	6607.51	23372.48
5+600.000	606.03	0.47	30586.01	6607.98	23978.03
5+620.000	772.37	0	31358.37	6607.98	24750.39
5+640.000	667.68	2.66	32026.05	6610.65	25415.41
5+660.000	341.56	43.97	32367.62	6654.62	25713
5+680.000	260.84	53.76	32628.46	6708.38	25920.08
5+700.000	437.16	13.96	33065.62	6722.33	26343.28
5+720.000	609.7	0.09	33675.32	6722.42	26952.9
5+740.000	538.48	0.19	34213.79	6722.61	27491.18
5+760.000	362.21	1.03	34576	6723.65	27852.36
5+780.000	313.47	0.94	34889.47	6724.58	28164.89

5+800.000	330.1	0.04	35219.58	6724.62	28494.96
5+820.000	300.31	0.03	35519.89	6724.65	28795.24
5+840.000	319.52	0.02	35839.42	6724.67	29114.74
5+860.000	188	44.88	36027.41	6769.56	29257.85
5+880.000	30.77	317.13	36058.19	7086.69	28971.5
5+900.000	0	664.16	36058.19	7750.85	28307.34
5+920.000	0	661.37	36058.19	8412.22	27645.97
5+940.000	7.24	285.65	36065.43	8697.87	27367.55
5+960.000	36	65.69	36101.43	8763.56	27337.86
5+980.000	32.38	103.44	36133.81	8867	27266.8
6+000.000	2.91	147.46	36136.72	9014.46	27122.26
6+020.000	0.12	168.27	36136.84	9182.73	26954.12
6+040.000	0	201.74	36136.84	9384.47	26752.37
6+060.000	0	315.81	36136.84	9700.28	26436.56
6+080.000	0.71	269.76	36137.55	9970.04	26167.51
6+100.000	6.22	65.61	36143.77	10035.65	26108.12
6+120.000	43.81	3.34	36187.59	10039	26148.59
6+140.000	56.13	6.35	36243.72	10045.35	26198.37
6+160.000	26.4	41.19	36270.12	10086.54	26183.58
6+180.000	8.67	160.5	36278.8	10247.04	26031.76
6+200.000	0	485.34	36278.8	10732.38	25546.42
6+220.000	0	743.02	36278.8	11475.39	24803.4
6+240.000	0	565.63	36278.8	12041.03	24237.77
6+260.000	10.05	216.3	36288.85	12257.32	24031.53
6+280.000	182.61	29.01	36471.46	12286.33	24185.12
6+300.000	403.13	0.26	36874.59	12286.59	24588

6+320.000	389.59	1.56	37264.18	12288.15	24976.03
6+340.000	398.2	1.5	37662.38	12289.66	25372.73
6+360.000	715.26	0	38377.64	12289.66	26087.99
6+380.000	955.94	0	39333.58	12289.66	27043.93
6+400.000	822.32	0.03	40155.9	12289.68	27866.22
6+420.000	1006.51	0.03	41162.41	12289.71	28872.71
6+440.000	980.24	0	42142.65	12289.71	29852.94
6+460.000	477.37	3.37	42620.02	12293.08	30326.94
6+480.000	112.92	68.1	42732.94	12361.18	30371.76
6+500.000	59.73	73.48	42792.67	12434.66	30358.01
6+520.000	78.89	10.09	42871.56	12444.75	30426.82
6+540.000	80.55	1.68	42952.11	12446.43	30505.68
6+560.000	168.88	0.34	43120.99	12446.77	30674.22
6+580.000	317.13	0	43438.12	12446.77	30991.35
6+600.000	599.32	0	44037.44	12446.77	31590.67
6+620.000	910.34	0	44947.78	12446.77	32501.01
6+640.000	1122.12	0	46069.9	12446.77	33623.13
6+660.000	1128.04	0	47197.94	12446.77	34751.16
6+680.000	1128.74	0	48326.68	12446.77	35879.91
6+700.000	1189.81	0	49516.49	12446.77	37069.72
6+720.000	713.66	6.32	50230.15	12453.09	37777.06
6+740.000	251.03	16.22	50481.18	12469.31	38011.87
6+760.000	336.6	11.7	50817.78	12481.01	38336.77
6+780.000	361.4	5.67	51179.18	12486.68	38692.51
6+800.000	241.29	61.74	51420.47	12548.42	38872.06
6+820.000	206.05	113.23	51626.53	12661.65	38964.88

6+840.000	207.06	184.66	51833.59	12846.31	38987.28
6+860.000	196.35	222.94	52029.94	13069.25	38960.69
6+880.000	188.75	123.65	52218.68	13192.9	39025.78
6+900.000	87.36	116.71	52306.04	13309.61	38996.44
6+920.000	0.81	228.19	52306.85	13537.8	38769.05
6+940.000	0	360.73	52306.85	13898.53	38408.32
6+960.000	0	427.13	52306.85	14325.66	37981.19
6+980.000	0	361.71	52306.85	14687.37	37619.48
7+000.000	0	271.21	52306.85	14958.58	37348.27
7+020.000	0	358.05	52306.85	15316.63	36990.22
7+040.000	0	619.96	52306.85	15936.59	36370.26
7+060.000	0	620.11	52306.85	16556.7	35750.15
7+080.000	0	445.48	52306.85	17002.18	35304.67
7+100.000	0	654.05	52306.85	17656.22	34650.63
7+120.000	0	619.05	52306.85	18275.27	34031.58
7+140.000	0	412.01	52306.85	18687.28	33619.57
7+160.000	0	673.26	52306.85	19360.55	32946.31
7+180.000	0	828	52306.85	20188.54	32118.31
7+200.000	0	670.39	52306.85	20858.93	31447.92
7+220.000	0	681.16	52306.85	21540.09	30766.76
7+240.000	0	594.29	52306.85	22134.38	30172.47
7+260.000	0	464.13	52306.85	22598.51	29708.35
7+280.000	0.3	444.93	52307.15	23043.43	29263.72
7+300.000	0.29	411.37	52307.44	23454.8	28852.64
7+320.000	0	426.58	52307.44	23881.39	28426.05
7+340.000	0	800.18	52307.44	24681.57	27625.87

7+360.000	0	1162.44	52307.44	25844	26463.44
7+380.000	0	868.33	52307.44	26712.34	25595.1
7+400.000	33.64	293.91	52341.08	27006.25	25334.83
7+420.000	34.6	200.87	52375.68	27207.12	25168.56
7+440.000	0	361.58	52375.68	27568.69	24806.98
7+460.000	0	297.76	52375.68	27866.45	24509.23
7+480.000	2.27	277.99	52377.95	28144.44	24233.51
7+500.000	35.53	202.91	52413.48	28347.35	24066.13
7+520.000	90.74	117.51	52504.22	28464.85	24039.37
7+540.000	87.77	227.64	52591.99	28692.49	23899.5
7+560.000	32.22	511.5	52624.22	29203.99	23420.22
7+580.000	1.83	872.88	52626.05	30076.87	22549.18
7+600.000	0	1047.94	52626.05	31124.81	21501.24
7+620.000	1.49	708.86	52627.54	31833.67	20793.88
7+640.000	77.32	258.71	52704.87	32092.38	20612.49
7+660.000	187.91	126.59	52892.78	32218.97	20673.81
7+680.000	220.36	97.42	53113.13	32316.39	20796.75
7+700.000	121.6	193.85	53234.73	32510.24	20724.5
7+720.000	19.08	390.49	53253.82	32900.73	20353.09
7+740.000	0	415.74	53253.82	33316.47	19937.35
7+760.000	0	324.35	53253.82	33640.82	19613
7+780.000	0.13	382.56	53253.95	34023.38	19230.57
7+800.000	6.37	388.42	53260.32	34411.8	18848.52
7+820.000	47.15	192.76	53307.47	34604.55	18702.92
7+840.000	50.07	197.31	53357.54	34801.86	18555.68
7+860.000	11.11	384.22	53368.65	35186.09	18182.56

7+880.000	0	407.04	53368.65	35593.12	17775.52
7+900.000	0	330.16	53368.65	35923.29	17445.36
7+920.000	41.56	174.92	53410.2	36098.21	17311.99
7+940.000	100.28	36.32	53510.49	36134.53	17375.95
7+960.000	95.21	31.48	53605.7	36166.01	17439.69

ANEXO 3.- VÍAS – TPDA

DOMINGO 10 DE NOVIEMBRE DEL 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZON EN EL TRAMO 4+000 - 7+900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DEL COTOPAXI					
Tramo: Km 4+000 - 7+900 Lugar: La Merced Fecha: 11 de Noviembre Carriles: 2			TIPO DE VEHICULOS A: Automoviles B: Buses C: Camiones		
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	A	B	C		
06:00 - 06:15	4		1	5	
06:15 - 06:30	2			2	
06:30 - 06:45		1		1	
06:45 - 07:00	2			2	10
07:00 - 07:15				0	5
07:15 - 07:30	2			2	5
07:30 - 07:45		1		1	5
07:45 - 08:00	1			1	4
08:00 - 08:15	2	1		3	7
08:15 - 08:30				0	5
08:30 - 08:45	2			2	6
08:45 - 09:00		1		1	6
09:00 - 09:15	2		1	3	6
09:15 - 09:30		1		1	7
09:30 - 09:45		1		1	6
09:45 - 10:00	5			5	10
10:00 - 10:15	3	1	2	6	13
10:15 - 10:30	3			3	15
10:30 - 10:45	6	3	1	10	24
10:45 - 11:00	6		2	8	27
11:00 - 11:15	4		2	6	27
11:15 - 11:30	6	1	3	10	34
11:30 - 11:45		1		1	25
11:45 - 12:00	6		1	7	24
12:00 - 12:15	7			7	25
12:15 - 12:30	5	6	3	14	29
12:30 - 12:45	3			3	31
12:45 - 13:00	1	1		2	26
13:00 - 13:15	3			3	22
13:15 - 13:30	5	1		6	14
13:30 - 13:45	1			1	12
13:45 - 14:00	6	2	1	9	19
14:00 - 14:15	6	1	2	9	25
14:15 - 14:30		1	1	2	21
14:30 - 14:45			1	1	21
14:45 - 15:00	1		1	2	14
15:00 - 15:15	2		1	3	8
15:15 - 15:30		1		1	7
15:30 - 15:45		1		1	7
15:45 - 16:00	1		1	2	7
16:00 - 16:15		1		1	5
16:15 - 16:30	2	1		3	7
16:30 - 16:45	1		1	2	8
16:45 - 17:00	2			2	8
17:00 - 17:15	1		1	2	9
17:15 - 17:30	1			1	7
17:30 - 17:45			1	1	6
17:45 - 18:00	3	2		5	9

LUNES 11 DE NOVIEMBRE DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZON EN EL TRAMO 4+000 - 7+900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DEL COTOPAXI					
Tramo: Km 4+000 - 7+900 Lugar: La Merced Fecha: 11 de Noviembre Carriles: 2				TIPO DE VEHICULOS A: Automoviles B: Buses C: Camiones	
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	A	B	C		
06:00 - 06:15	5	1	1	7	
06:15 - 06:30	3	2		5	
06:30 - 06:45	1	1		2	
06:45 - 07:00	2	2		4	18
07:00 - 07:15	1			1	12
07:15 - 07:30	1			1	8
07:30 - 07:45				0	6
07:45 - 08:00	2		1	3	5
08:00 - 08:15	1			1	5
08:15 - 08:30				0	4
08:30 - 08:45	2	1		3	7
08:45 - 09:00		1	1	2	6
09:00 - 09:15	2	1		3	8
09:15 - 09:30		1		1	9
09:30 - 09:45	1		1	2	8
09:45 - 10:00	3	1		4	10
10:00 - 10:15	2	1		3	10
10:15 - 10:30	1		1	2	11
10:30 - 10:45	4		1	5	14
10:45 - 11:00	1			1	11
11:00 - 11:15	2		1	3	11
11:15 - 11:30	1		1	2	11
11:30 - 11:45	5			5	11
11:45 - 12:00	3		1	4	14
12:00 - 12:15	4	2	2	8	19
12:15 - 12:30	1	1		2	19
12:30 - 12:45	2	1	1	4	18
12:45 - 13:00	3	1	1	5	19
13:00 - 13:15	4	2		6	17
13:15 - 13:30	2	1	1	4	19
13:30 - 13:45	3	1		4	19
13:45 - 14:00	6	1	1	8	22
14:00 - 14:15	4	1	2	7	23
14:15 - 14:30	2			2	21
14:30 - 14:45	1			1	18
14:45 - 15:00			1	1	11
15:00 - 15:15	1	1	1	3	7
15:15 - 15:30				0	5
15:30 - 15:45	2			2	6
15:45 - 16:00	1		1	2	7
16:00 - 16:15	1		1	2	6
16:15 - 16:30				0	6
16:30 - 16:45	2	1	1	4	8
16:45 - 17:00				0	6
17:00 - 17:15	1		1	2	6
17:15 - 17:30	4	1		5	11
17:30 - 17:45	3		1	4	11
17:45 - 18:00		1		1	12

MARTES 12 DE NOVIEMBRE DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZON EN EL TRAMO 4+000 - 7+900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DEL COTOPAXI					
Tramo: Km 4+000 - 7+900 Lugar: La Merced Fecha: 11 de Noviembre Carriles: 2			TIPO DE VEHICULOS A: Automoviles B: Buses C: Camiones		
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	A	B	C		
06:00 - 06:15	4	1		5	
06:15 - 06:30	2	2		4	
06:30 - 06:45	2	1	1	4	
06:45 - 07:00	4	2		6	19
07:00 - 07:15	3		1	4	18
07:15 - 07:30				0	14
07:30 - 07:45	2			2	12
07:45 - 08:00	3			3	9
08:00 - 08:15			1	1	6
08:15 - 08:30	3			3	9
08:30 - 08:45	1	1		2	9
08:45 - 09:00		1		1	7
09:00 - 09:15	1	1	1	3	9
09:15 - 09:30	1	1		2	8
09:30 - 09:45	2		1	3	9
09:45 - 10:00	2	1		3	11
10:00 - 10:15	1	2		3	11
10:15 - 10:30	3		1	4	13
10:30 - 10:45	2		1	3	13
10:45 - 11:00				0	10
11:00 - 11:15	2			2	9
11:15 - 11:30	3		1	4	9
11:30 - 11:45	2			2	8
11:45 - 12:00	3			3	11
12:00 - 12:15	4	2	1	7	16
12:15 - 12:30	3	1	1	5	17
12:30 - 12:45	1	1		2	17
12:45 - 13:00	2	1	1	4	18
13:00 - 13:15	4	2		6	17
13:15 - 13:30	2	1	1	4	16
13:30 - 13:45	4	1	1	6	20
13:45 - 14:00	5	1		6	22
14:00 - 14:15	2	1	1	4	20
14:15 - 14:30	3			3	19
14:30 - 14:45				0	13
14:45 - 15:00			1	1	8
15:00 - 15:15	2	1	1	4	8
15:15 - 15:30			1	1	6
15:30 - 15:45	2			2	8
15:45 - 16:00	1		1	2	9
16:00 - 16:15			1	1	6
16:15 - 16:30				0	5
16:30 - 16:45	1	1		2	5
16:45 - 17:00	1			1	4
17:00 - 17:15	5			5	8
17:15 - 17:30		1		1	9
17:30 - 17:45	1			1	8
17:45 - 18:00	2	1	1	4	11

MIERCOLES 13 DE NOVIEMBRE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZON EN EL TRAMO 4+000 - 7+900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DEL COTOPAXI					
Tramo: Km 4+000 - 7+900			TIPO DE VEHICULOS		
Lugar: La Merced			A: Automoviles		
Fecha: 11 de Noviembre			B: Buses		
Carriles: 2			C: Camiones		
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	A	B	C		
06:00 - 06:15	3	1		4	
06:15 - 06:30	6	2	1	9	
06:30 - 06:45	4	1		5	
06:45 - 07:00	2	2	1	5	23
07:00 - 07:15	2			2	21
07:15 - 07:30	1			1	13
07:30 - 07:45	3		1	4	12
07:45 - 08:00				0	7
08:00 - 08:15	1			1	6
08:15 - 08:30				0	5
08:30 - 08:45	4	1		5	6
08:45 - 09:00	2	1		3	9
09:00 - 09:15	3	1		4	12
09:15 - 09:30		1	1	2	14
09:30 - 09:45	1		1	2	11
09:45 - 10:00		1		1	9
10:00 - 10:15	3	1	1	5	10
10:15 - 10:30	1			1	9
10:30 - 10:45	3			3	10
10:45 - 11:00	1			1	10
11:00 - 11:15	1			1	6
11:15 - 11:30	2			2	7
11:30 - 11:45			1	1	5
11:45 - 12:00	2			2	6
12:00 - 12:15	4	2		6	11
12:15 - 12:30		1	1	2	11
12:30 - 12:45	3	1	1	5	15
12:45 - 13:00	1	1		2	15
13:00 - 13:15	2	2	1	5	14
13:15 - 13:30	4	1	1	6	18
13:30 - 13:45	1	1		2	15
13:45 - 14:00	3	1		4	17
14:00 - 14:15	3	1		4	16
14:15 - 14:30	4		1	5	15
14:30 - 14:45	1			1	14
14:45 - 15:00	1			1	11
15:00 - 15:15	2	1		3	10
15:15 - 15:30	3		1	4	9
15:30 - 15:45	1		1	2	10
15:45 - 16:00				0	9
16:00 - 16:15	1			1	7
16:15 - 16:30				0	3
16:30 - 16:45	1	1	1	3	4
16:45 - 17:00	3			3	7
17:00 - 17:15	7		1	8	14
17:15 - 17:30	1	1		2	16
17:30 - 17:45				0	13
17:45 - 18:00	3	1		4	14

JUEVES 14 DE NOVIEMBRE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZON EN EL TRAMO 4+000 - 7+900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DEL COTOPAXI					
Tramo: Km 4+000 - 7+900 Lugar: La Merced Fecha: 11 de Noviembre Carriles: 2				TIPO DE VEHICULOS A: Automoviles B: Buses C: Camiones	
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	A	B	C		
06:00 - 06:15	3			3	
06:15 - 06:30	1	2		3	
06:30 - 06:45	2	1	2	5	
06:45 - 07:00	4	2		6	17
07:00 - 07:15	5	1		6	20
07:15 - 07:30	3			3	20
07:30 - 07:45	2	1		3	18
07:45 - 08:00	6		1	7	19
08:00 - 08:15	1			1	14
08:15 - 08:30	1	1	1	3	14
08:30 - 08:45	3	1		4	15
08:45 - 09:00	3			3	11
09:00 - 09:15		1		1	11
09:15 - 09:30	1			1	9
09:30 - 09:45	2	1	1	4	9
09:45 - 10:00	3	1		4	10
10:00 - 10:15	1			1	10
10:15 - 10:30	2	1		3	12
10:30 - 10:45	1			1	9
10:45 - 11:00				0	5
11:00 - 11:15	2	1	1	4	8
11:15 - 11:30				0	5
11:30 - 11:45	3			3	7
11:45 - 12:00				0	7
12:00 - 12:15	1	1	1	3	6
12:15 - 12:30	2	1		3	9
12:30 - 12:45	3	1	1	5	11
12:45 - 13:00	4	2	1	7	18
13:00 - 13:15	2	2		4	19
13:15 - 13:30	3	1		4	20
13:30 - 13:45	3			3	18
13:45 - 14:00	4			4	15
14:00 - 14:15	2	1	1	4	15
14:15 - 14:30	1	1		2	13
14:30 - 14:45	2			2	12
14:45 - 15:00	2			2	10
15:00 - 15:15	1	1		2	8
15:15 - 15:30	3		1	4	10
15:30 - 15:45				0	8
15:45 - 16:00	2			2	8
16:00 - 16:15			1	1	7
16:15 - 16:30				0	3
16:30 - 16:45	3	1		4	7
16:45 - 17:00	2			2	7
17:00 - 17:15	2			2	8
17:15 - 17:30	2	1		3	11
17:30 - 17:45	1	1	1	3	10
17:45 - 18:00	2		1	3	11

VIERNES 15 DE NOVIEMBRE DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZON EN EL TRAMO 4+000 - 7+900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DEL COTOPAXI					
Tramo: Km 4+000 - 7+900 Lugar: La Merced Fecha: 11 de Noviembre Carriles: 2				TIPO DE VEHICULOS A: Automoviles B: Buses C: Camiones	
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	A	B	C		
06:00 - 06:15	4	1		5	
06:15 - 06:30	3	1		4	
06:30 - 06:45	2	2	2	6	
06:45 - 07:00	6	2		8	23
07:00 - 07:15	2			2	20
07:15 - 07:30	3	1		4	20
07:30 - 07:45	1	1		2	16
07:45 - 08:00	4		1	5	13
08:00 - 08:15	1	1		2	13
08:15 - 08:30	2		1	3	12
08:30 - 08:45	1	1		2	12
08:45 - 09:00	1			1	8
09:00 - 09:15	1			1	7
09:15 - 09:30	2			2	6
09:30 - 09:45			1	1	5
09:45 - 10:00	1	1		2	6
10:00 - 10:15		1		1	6
10:15 - 10:30	3			3	7
10:30 - 10:45	2	1		3	9
10:45 - 11:00	1			1	8
11:00 - 11:15			1	1	8
11:15 - 11:30	1			1	6
11:30 - 11:45		1		1	4
11:45 - 12:00	2			2	5
12:00 - 12:15			1	1	5
12:15 - 12:30	1			1	5
12:30 - 12:45	3	1	1	5	9
12:45 - 13:00	2	2	1	5	12
13:00 - 13:15	3	1		4	15
13:15 - 13:30	2	1		3	17
13:30 - 13:45	4			4	16
13:45 - 14:00	2	2		4	15
14:00 - 14:15	1	1	1	3	14
14:15 - 14:30	5	1		6	17
14:30 - 14:45	2			2	15
14:45 - 15:00	1			1	12
15:00 - 15:15	2	1		3	12
15:15 - 15:30	4		1	5	11
15:30 - 15:45	1	2		3	12
15:45 - 16:00		1		1	12
16:00 - 16:15	2		1	3	12
16:15 - 16:30	1			1	8
16:30 - 16:45	4	1		5	10
16:45 - 17:00	1			1	10
17:00 - 17:15	3	1		4	11
17:15 - 17:30	1			1	11
17:30 - 17:45	2	1	1	4	10
17:45 - 18:00	1		1	2	11

SABADO 16 DE NOVIEMBRE DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZON EN EL TRAMO 4+000 - 7+900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DEL COTOPAXI					
Tramo: Km 4+000 - 7+900 Lugar: La Merced Fecha: 11 de Noviembre Carriles: 2			TIPO DE VEHICULOS A: Automoviles B: Buses C: Camiones		
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	A	B	C		
06:00 - 06:15	6		1	7	
06:15 - 06:30			1	1	
06:30 - 06:45	3	1		4	
06:45 - 07:00			1	1	13
07:00 - 07:15	2			2	8
07:15 - 07:30				0	7
07:30 - 07:45	2			2	5
07:45 - 08:00	2		1	3	7
08:00 - 08:15	1			1	6
08:15 - 08:30	2			2	8
08:30 - 08:45				0	6
08:45 - 09:00	2		1	3	6
09:00 - 09:15				0	5
09:15 - 09:30	2			2	5
09:30 - 09:45	1	1		2	7
09:45 - 10:00	3	1	1	5	9
10:00 - 10:15	1		1	2	11
10:15 - 10:30	2			2	11
10:30 - 10:45	3			3	12
10:45 - 11:00	2	1		3	10
11:00 - 11:15	1			1	9
11:15 - 11:30	2			2	9
11:30 - 11:45	3		1	4	10
11:45 - 12:00	4			4	11
12:00 - 12:15	2	1		3	13
12:15 - 12:30	3			3	14
12:30 - 12:45	5			5	15
12:45 - 13:00	2			2	13
13:00 - 13:15	3			3	13
13:15 - 13:30	1			1	11
13:30 - 13:45				0	6
13:45 - 14:00	5			5	9
14:00 - 14:15	4		1	5	11
14:15 - 14:30		1		1	11
14:30 - 14:45	3			3	14
14:45 - 15:00			1	1	10
15:00 - 15:15	2	1		3	8
15:15 - 15:30				0	7
15:30 - 15:45	2			2	6
15:45 - 16:00	2	1		3	8
16:00 - 16:15	1		1	2	7
16:15 - 16:30				0	7
16:30 - 16:45				0	5
16:45 - 17:00	3		1	4	6
17:00 - 17:15				0	4
17:15 - 17:30	2	1		3	7
17:30 - 17:45				0	7
17:45 - 18:00	1	1	2	4	7

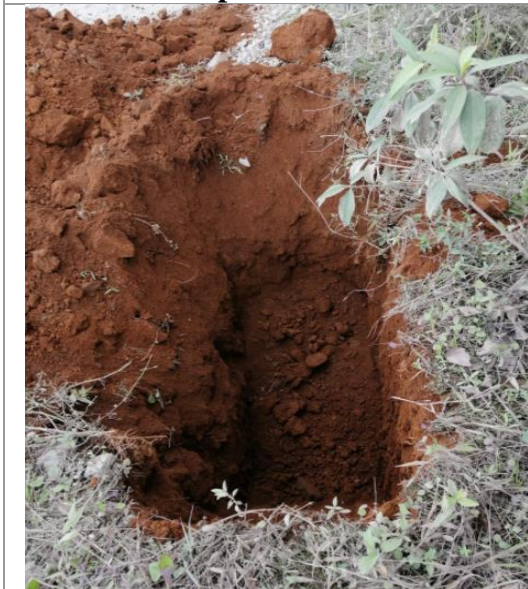
ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS



Gallineta para la excavación



Sondeo de Tuberías



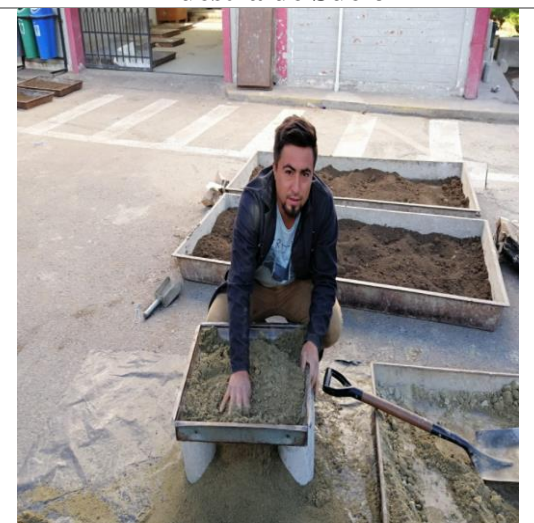
Calicata 1.20 x 1.20 x 1.20



Muestra de Suelo



Recipientes traslado de Muestras



Laboratorio de Suelos

ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA

MUESTRA 1



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

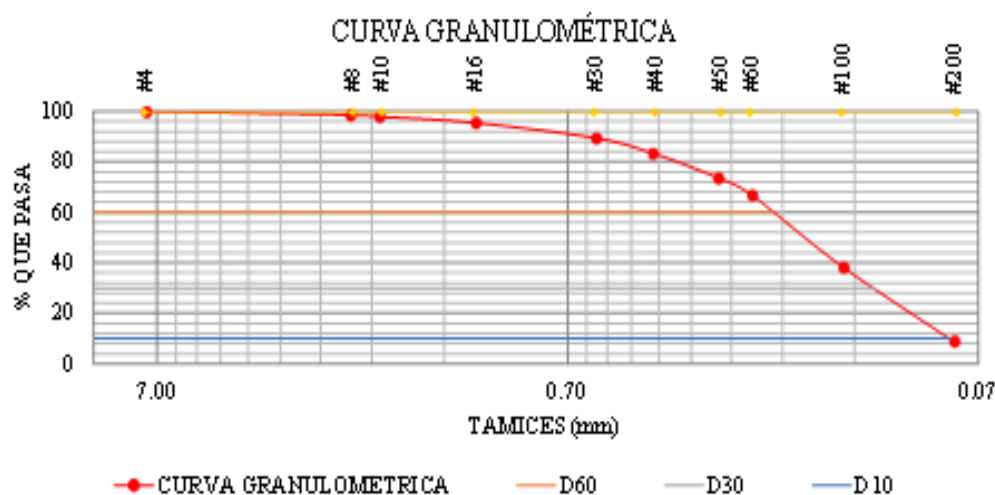


Parroquia: Pinlopatá
Via: Pinlopatá - El Corazón
Profundidad: 1.20 metros
Fecha: 17 -Feb-2020
Muestra: 1

Proyecto: Tesis de Grado
Normas: AASHTO T 88 2013
Ensayado por: Kleiton Guerrero
Revisado Por: Ing Mg. Milton Aldas.
Coordenadas: X: 718900 Y: 9871089

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#8	2.36	14.60	14.60	1.46	98.54	1.46
#10	2.00	6.90	21.50	2.15	97.85	0.69
#16	1.18	24.10	45.60	4.56	95.44	2.41
#30	0.60	60.20	105.80	10.58	89.42	6.02
#40	0.43	62.90	168.70	16.87	83.13	6.29
#50	0.30	96.40	265.10	26.51	73.49	9.64
#60	0.25	65.30	330.40	33.04	66.96	6.53
#100	0.15	285.40	615.80	61.58	38.42	28.54
#200	0.08	298.20	914.00	91.40	8.60	29.82
PASA #200		85.60	999.60	99.96	0.04	8.56
Peso total (gr):		999.60	Peso inicial (gr):	1000.00	99.96	



RESULTADOS

Coeficiente de uniformidad y curvatura			Fracciones de partículas		
D10:	0.082	mm	Grava	0.00	%
D30:	0.125	mm	Arena	91.40	%
D60:	0.221	mm	Finos	8.56	%
Cu:	2.695				
Cc:	0.862				

MUESTRA 2



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

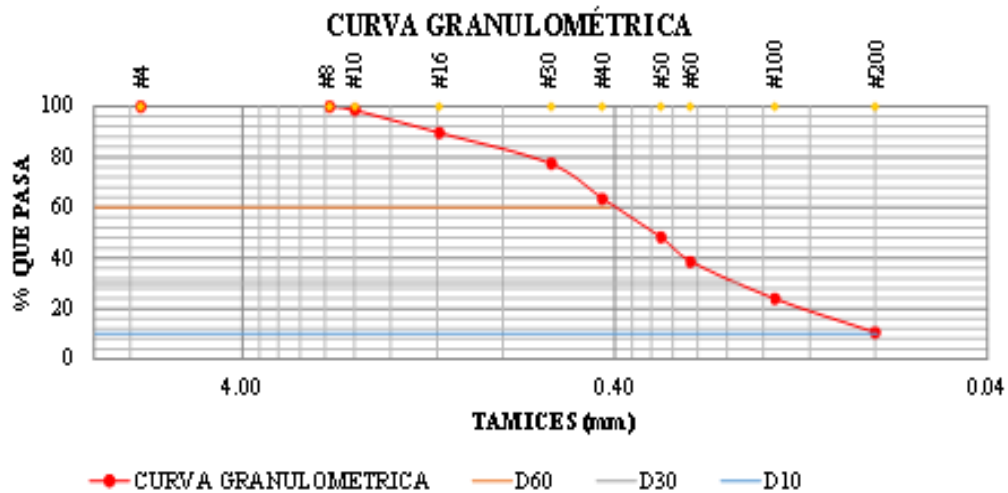


Parroquia: Pinllopata
 Via: Pinllopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 17 -Feb-2020
 Muestra: 2

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 88 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 716108 Y: 9871962

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#10	2.00	15.60	15.60	1.56	98.44	1.56
#16	1.18	89.20	104.80	10.48	89.52	8.92
#30	0.60	119.40	224.20	22.42	77.58	11.94
#40	0.43	141.60	365.80	36.58	63.42	14.16
#50	0.30	153.40	519.20	51.92	48.08	15.34
#60	0.25	93.60	612.80	61.28	38.72	9.36
#100	0.15	145.80	758.60	75.86	24.14	14.58
#200	0.08	135.40	894.00	89.40	10.60	13.54
PASA #200		105.40	999.40	10.54	89.46	10.54
Peso total (gr):		999.40	Peso Inicial (gr):		1000.00	99.94



RESULTADOS

Coeficiente de uniformidad y curvatura			Fracciones de partículas		
D10:	0.079	mm	Grava	0.00	%
D30:	0.185	mm	Arena	89.40	%
D60:	0.412	mm	Finos	10.54	%
Cu:	5.215				
Cc:	1.052				

MUESTRA 3



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

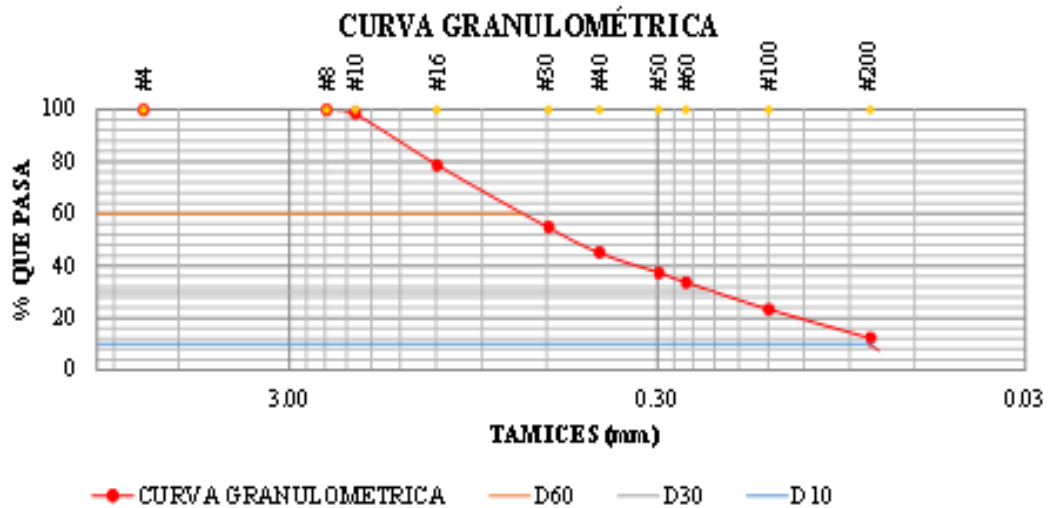


Parroquia: Pinllopata
 Vía: Pinllopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 17-Feb-2020
 Muestra: 3

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 88 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 716441 Y: 9871873

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#10	2.00	15.40	15.40	1.54	98.46	1.54
#16	1.18	200.10	215.50	21.55	78.45	20.01
#30	0.60	233.60	449.10	44.91	55.09	23.36
#40	0.43	101.60	550.70	55.07	44.93	10.16
#50	0.30	73.40	624.10	62.41	37.59	7.34
#60	0.25	39.20	663.30	66.33	33.67	3.92
#100	0.15	102.50	765.80	76.58	23.42	10.25
#200	0.08	108.90	874.70	87.47	12.53	10.89
PASA #200		123.80	998.50	12.38	87.62	12.38
Peso total (gr):		998.50	Peso Inicial (gr):		1000.00	99.85



RESULTADOS

Coeficiente de uniformidad y curvatura			Fracciones de partículas		
D10 :	0.078	mm	Grava	0.00	%
D30 :	0.215	mm	Arena	87.47	%
D60 :	0.695	mm	Finos	12.38	%
Cu :	8.910				
Cc :	0.853				

MUESTRA 4



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

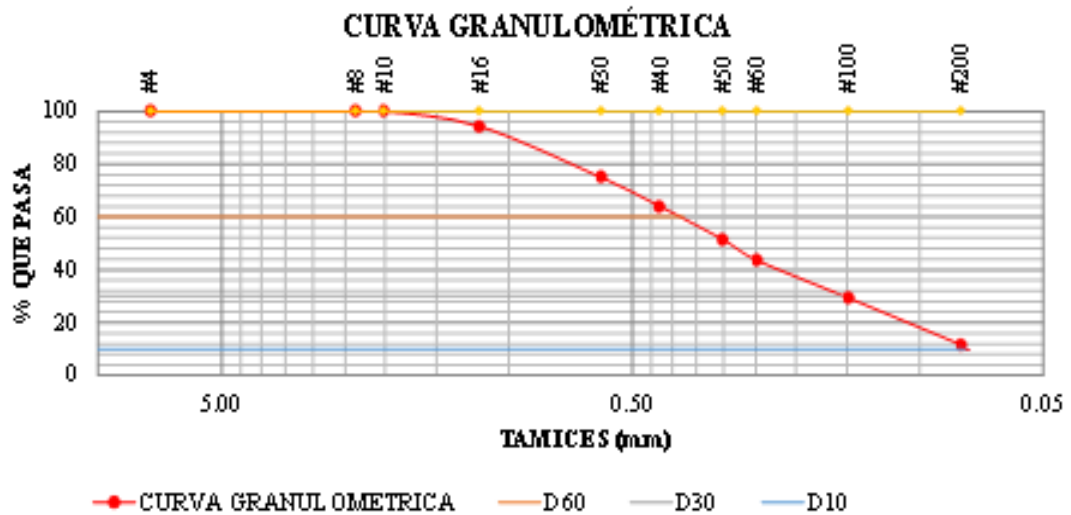


Parroquia: Pinillopata
 Via: Pinillopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 17 -Feb-2020
 Muestra: 4

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 88 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 716770 Y: 9871617

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#16	1.18	56.80	56.80	5.68	94.32	5.68
#30	0.60	191.60	248.40	24.84	75.16	19.16
#40	0.43	110.40	358.80	35.88	64.12	11.04
#50	0.30	128.60	487.40	48.74	51.26	12.86
#60	0.25	75.60	563.00	56.30	43.70	7.56
#100	0.15	141.60	704.60	70.46	29.54	14.16
#200	0.08	176.50	881.10	88.11	11.89	17.65
PASA #200		118.50	999.60	11.85	88.15	11.85
Peso total (gr):		999.60	Peso Inicial (gr):		1000.00	99.96



RESULTADOS			
Coeficiente de uniformidad y curvatura		Fracciones de partículas	
D10:	0.077 mm	Grava	0.00 %
D30:	0.155 mm	Arena	88.11 %
D60:	0.375 mm	Finos	11.85 %
Cu:	4.870		
Cc:	0.832		

MUESTRA 5



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

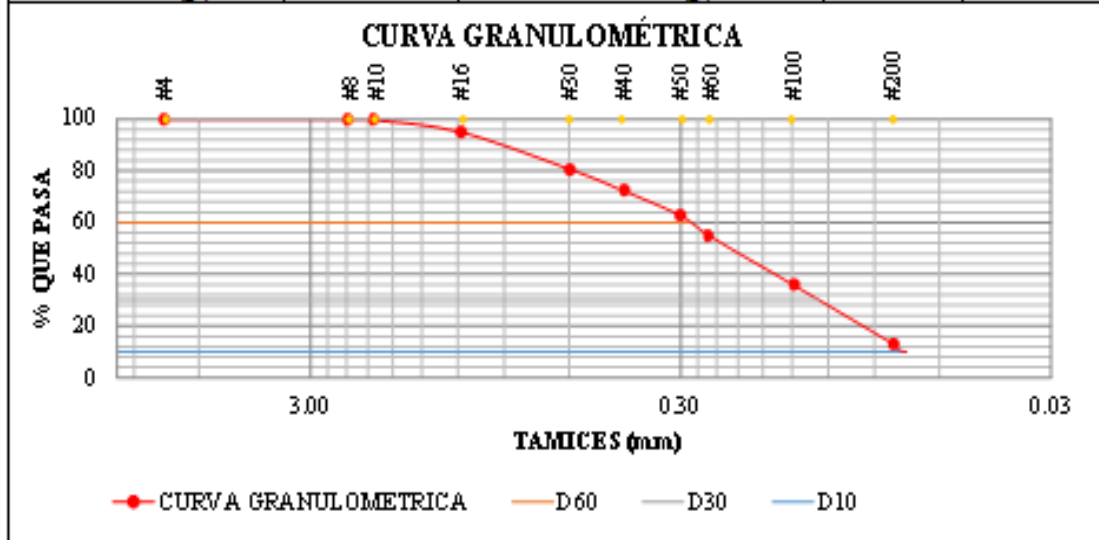


Parroquia: Pinlopatá
 Via: Pinlopatá - El Corazón
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 17-Feb-2020
 Muestra: 5

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 88 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 717182 Y: 9871566

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#10	2.00	4.40	4.40	0.44	99.56	0.44
#16	1.18	45.70	50.10	5.01	94.99	4.57
#30	0.60	143.10	193.20	19.32	80.68	14.31
#40	0.43	83.20	276.40	27.64	72.36	8.32
#50	0.30	97.20	373.60	37.36	62.64	9.72
#60	0.25	79.80	453.40	45.34	54.66	7.98
#100	0.15	185.60	639.00	63.90	36.10	18.56
#200	0.08	230.50	869.50	86.95	13.05	23.05
PASA #200		129.40	998.90	12.94	87.06	12.94
Peso total (gr):		998.90	Peso Inicial (gr):	1000.00	99.89	



RESULTADOS			
Coeficiente de uniformidad y curvatura		Fracciones de partículas	
D10 :	0.075 mm	Grava	0.00 %
D30 :	0.127 mm	Arena	86.95 %
D60 :	0.285 mm	Finos	12.94 %
Cu :	3.800		
Cc :	0.755		

MUESTRA 6



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

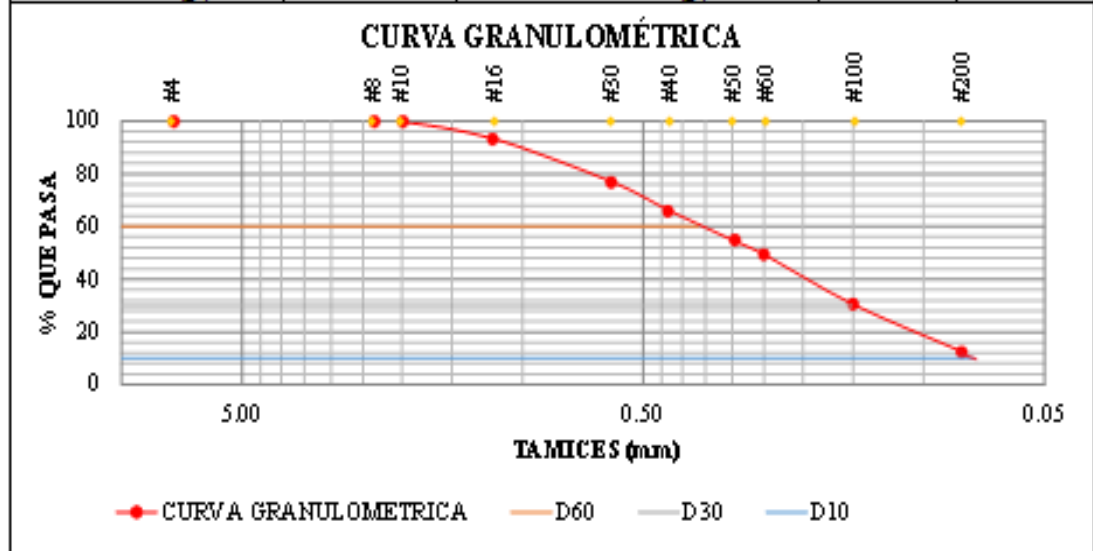


Parroquia: Pinlopatá
 Via: Pinlopatá - El Corazón
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 17 -Feb-2020
 Muestra: 6

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 88 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 717339 Y: 9871180

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#10	2.00	2.50	2.50	0.25	99.75	0.25
#16	1.18	65.20	67.70	6.77	93.23	6.52
#30	0.60	163.10	230.80	23.08	76.92	16.31
#40	0.43	109.90	340.70	34.07	65.93	10.99
#50	0.30	110.70	451.40	45.14	54.86	11.07
#60	0.25	55.20	506.60	50.66	49.34	5.52
#100	0.15	188.80	695.40	69.54	30.46	18.88
#200	0.08	180.10	875.50	87.55	12.45	18.01
PASA #200		120.50	996.00	12.05	87.95	12.05
Peso total (gr):		996.00	Peso Inicial (gr):		1000.00	99.60



RESULTADOS

Coeficiente de uniformidad y curvatura			Fracciones de partículas		
D10 :	0.075	mm	Grava	0.00	%
D30 :	0.151	mm	Arena	87.55	%
D60 :	0.365	mm	Finos	12.05	%
Cu :	4.867				
Cc :	0.833				

MUESTRA 7



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



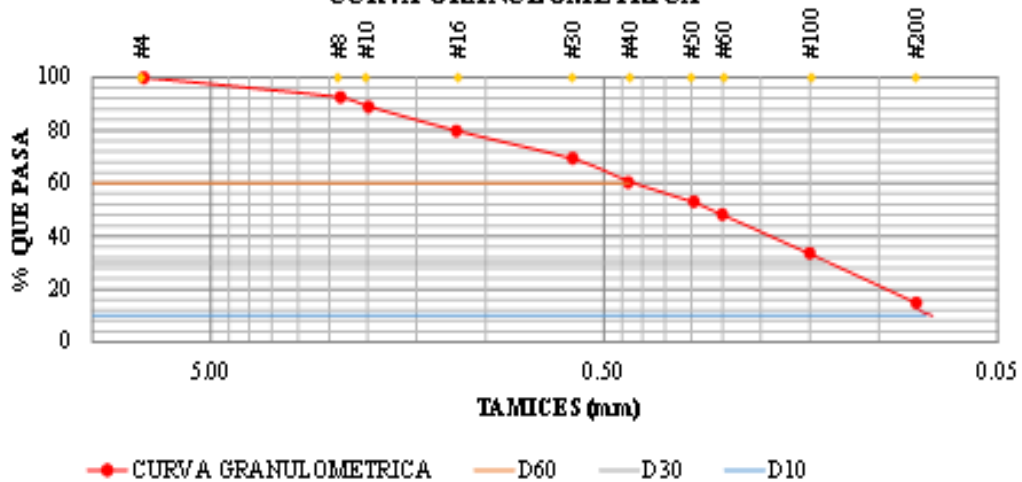
Parroquia: Pinillopata
 Vía: Pinillopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 17 -Feb-2020
 Muestra: 7

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 88 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 717339 Y: 9871180

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#8	2.36	75.40	75.40	7.54	92.46	7.54
#10	2.00	33.30	108.70	10.87	89.13	3.33
#16	1.18	94.10	202.80	20.28	79.72	9.41
#30	0.60	105.60	308.40	30.84	69.16	10.56
#40	0.43	85.60	394.00	39.40	60.60	8.56
#50	0.30	75.60	469.60	46.96	53.04	7.56
#60	0.25	49.80	519.40	51.94	48.06	4.98
#100	0.15	147.30	666.70	66.67	33.33	14.73
#200	0.08	186.90	853.60	85.36	14.64	18.69
PASA #200		145.60	999.20	14.56	85.44	14.56
Peso total (gr):		999.20	Peso Inicial (gr):		1000.00	99.92

CURVA GRANULOMÉTRICA



RESULTADOS

Coeficiente de uniformidad y curvatura			Fracciones de partículas		
D10 :	0.076	mm	Grava	0.00	%
D30 :	0.136	mm	Arena	85.36	%
D60 :	0.431	mm	Finos	14.56	%
Cu :					
Cc :	0.565				

MUESTRA 8



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

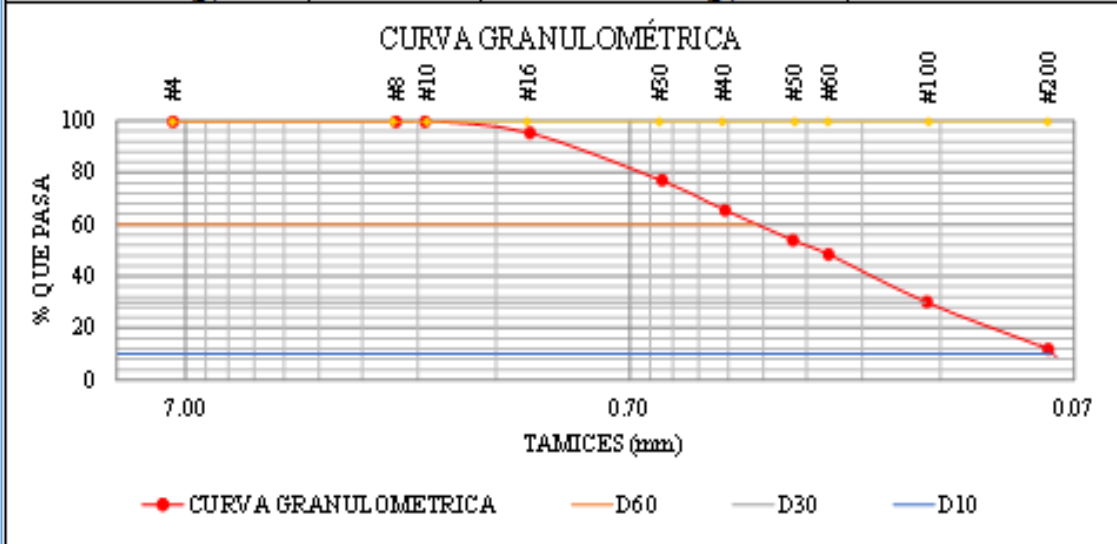


Parroquia: Pinlopatá
 Via: Pinlopatá - El Corazón
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 17 -Feb-2020
 Muestra: 8

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 88 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing.Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 718053 Y: 9870786

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#16	1.18	46.80	46.80	4.68	95.32	4.68
#30	0.60	181.10	227.90	22.79	77.21	18.11
#40	0.43	114.70	342.60	34.26	65.74	11.47
#50	0.30	118.70	461.30	46.13	53.87	11.87
#60	0.25	54.00	515.30	51.53	48.47	5.40
#100	0.15	185.70	701.00	70.10	29.90	18.57
#200	0.08	179.40	880.40	88.04	11.96	17.94
PASA #200		119.30	999.70	99.97	0.03	11.93
Peso total (gr):		999.70	Peso inicial (gr):		1000.00	99.97



RESULTADOS

Coeficiente de uniformidad y curvatura			Fracciones de partículas		
D10:	0.078	mm	Grava	0.00	%
D30:	0.151	mm	Arena	88.04	%
D60:	0.365	mm	Finos	11.93	%
Cu:	4.679				
Cc:	0.801				

MUESTRA 9



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

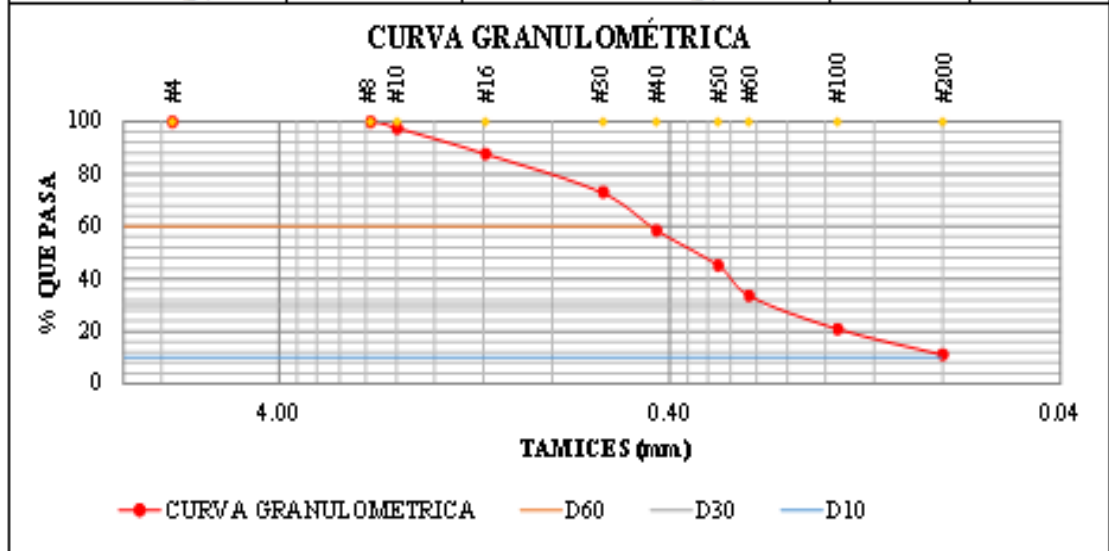


Parroquia: Pinllopata
 Via: Pinllopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 17 -Feb-2020
 Muestra: 9

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 88 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 716108 Y: 9871962

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#10	2.00	25.40	25.40	2.54	97.46	2.54
#16	1.18	99.40	124.80	12.48	87.52	9.94
#30	0.60	145.20	270.00	27.00	73.00	14.52
#40	0.43	147.60	417.60	41.76	58.24	14.76
#50	0.30	132.60	550.20	55.02	44.98	13.26
#60	0.25	114.60	664.80	66.48	33.52	11.46
#100	0.15	124.50	789.30	78.93	21.07	12.45
#200	0.08	100.40	889.70	88.97	11.03	10.04
PASA #200		108.60	998.30	10.86	89.14	10.86
Peso total (gr):		998.30	Peso Inicial (gr):		1000.00	99.83



RESULTADOS				
Coeficiente de uniformidad y curvatura		Fracciones de partículas		
D10:	0.081 mm	Grava	0.00	%
D30:	0.231 mm	Arena	88.97	%
D60:	0.452 mm	Finos	10.86	%
Cu:	5.580			
Cc:	1.457			

LIMITES DE CONSISTENCIA

MUESTRA 1



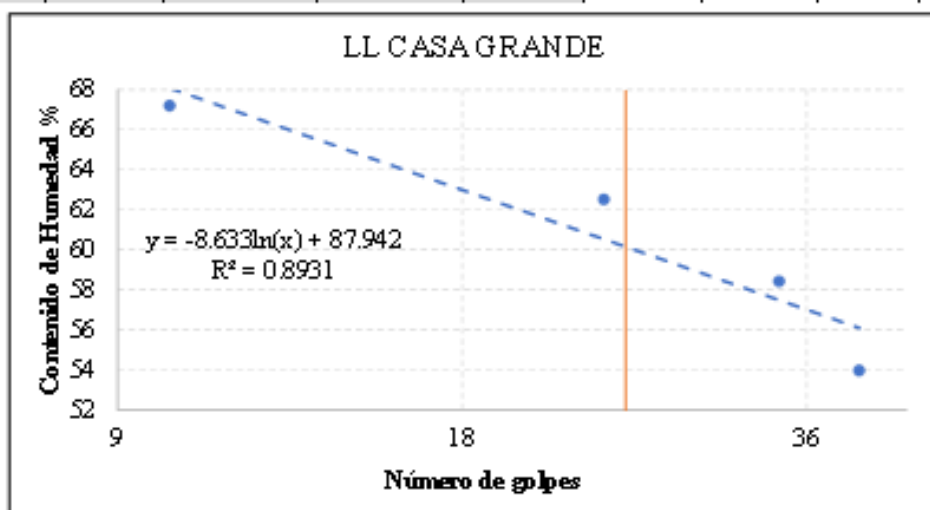
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Parroquia: Pinllopata
Vía: Pinllopata - El Corazon
Profundidad: 1.20 metros
Fecha: 18-Feb-2020
Muestra: 1

Proyecto: Tesis de Grado
Normas: AASHTO T 89 2013
Ensayado por: Kleiton Guerrero
Revisado Por: Ing.Mg.Milton Aldas
Coordenadas: X: 71 8900 Y: 9871089

LÍMITES DE ATTERBERG								
Límite Líquido								
Recipiente N°	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
68	10	21.30	17.10	10.90	4.20	6.20	67.74	67.20
31		18.60	16.40	13.10	2.20	3.30	66.67	
11	24	18.80	16.00	11.50	2.80	4.50	62.22	62.54
25		16.60	14.40	10.90	2.20	3.50	62.86	
37	34	16.30	14.50	11.40	1.80	3.10	58.06	58.44
33		16.50	14.50	11.10	2.00	3.40	58.82	
27	40	19.20	16.10	10.40	3.10	5.70	54.39	53.98
64		19.40	16.40	10.80	3.00	5.60	53.57	
Límite Plástico								
200		11.20	11.00	10.60	0.20	0.40	50.00	54.33
6E		11.10	10.90	10.60	0.20	0.30	66.67	
76		11.30	11.10	10.60	0.20	0.50	40.00	
3E		11.40	11.10	10.70	0.30	0.40	75.00	
P3		11.20	11.00	10.50	0.20	0.50	40.00	



Resultados				
Límites de Atterberg			Clasificación del suelo	
Límite Líquido	60.15	%	SUCS	SM, SC
Límite Plástico	54.33	%		
Índice de Plasticidad	5.82	%	AASHTO	A-2-5 (0)

MUESTRA 2



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

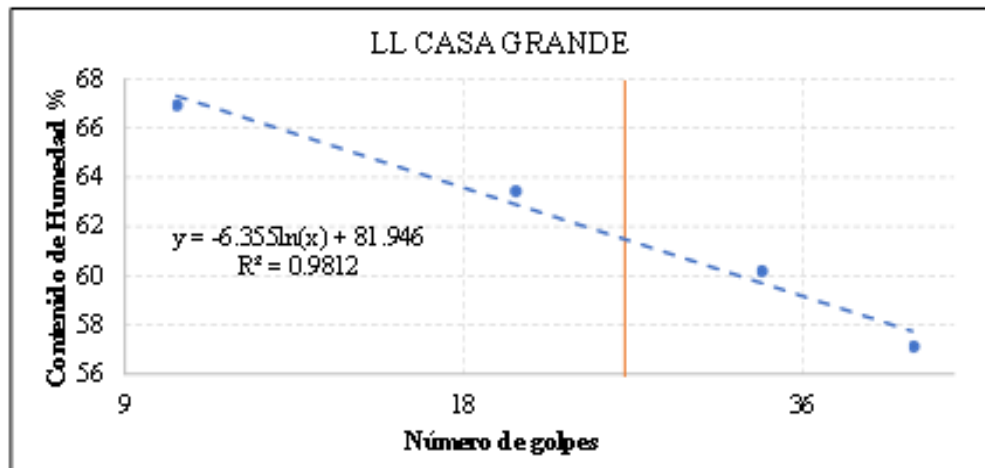


Parroquia: Pinllopata
 Via: Pinllopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 18-Feb-2020
 Muestra: 2

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 89 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg Milton Aldas
 Coordenadas: X: 718445 Y: 9871004

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido								
Recipiente Nº	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
73	10	21.40	17.30	11.20	4.10	6.10	67.21	66.94
77		19.90	16.50	11.40	3.40	5.10	66.67	
65	20	21.00	17.10	10.90	3.90	6.20	62.90	63.42
63		21.00	17.10	11.00	3.90	6.10	63.93	
28	33	19.50	16.40	11.20	3.10	5.20	59.62	60.20
35		19.40	16.30	11.20	3.10	5.10	60.78	
34	45	20.00	16.80	11.20	3.20	5.60	57.14	57.14
62		17.60	15.20	11.00	2.40	4.20	57.14	
Límite Plástico								
3B		12.70	11.90	10.40	0.80	1.50	53.33	54.56
01		11.90	11.50	10.70	0.40	0.80	50.00	
74		12.00	11.50	10.60	0.50	0.90	55.56	
104		12.00	11.50	10.60	0.50	0.90	55.56	
P2		12.40	11.70	10.50	0.70	1.20	58.33	



Resultados				
Límites de Atterberg			Clasificación del suelo	
Límite Líquido	61.49	%	SUCS	SM, SC
Límite Plástico	54.56	%		
Índice de Plasticidad	6.93	%	AASHTO	A-2-5 (0)

MUESTRA 3



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



Parroquia: Pinlopatá
 Via: Pinlopatá - El Corazón
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 18-Feb-2020
 Muestra: 3

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 89 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing.Mg.Milton Aldas
 Coordenadas: X: 718053 Y: 9870786

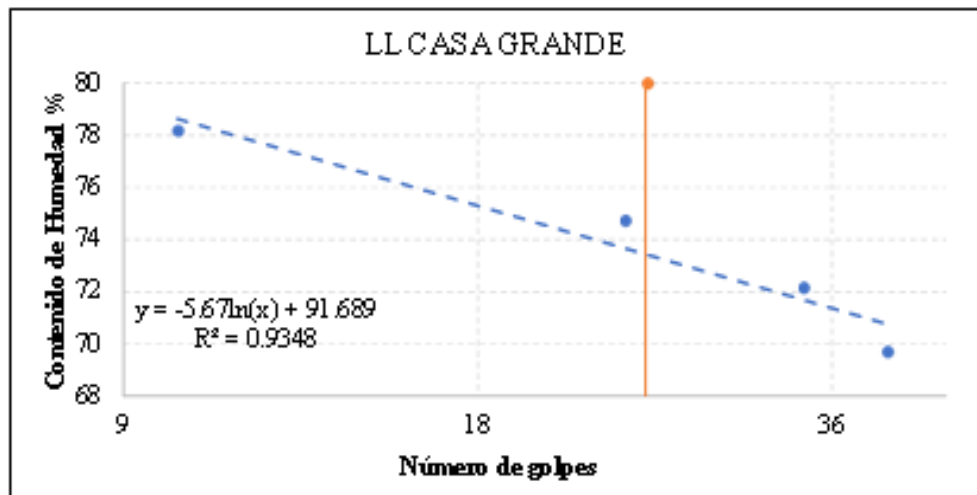
LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido

Recipiente N°	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
75geo	10	20.20	16.10	10.90	4.10	5.20	78.85	78.20
4		19.80	16.00	11.10	3.80	4.90	77.55	
13LA	24	20.00	16.10	10.90	3.90	5.20	75.00	74.71
14		18.60	15.40	11.10	3.20	4.30	74.42	
66	34	19.60	15.90	10.80	3.70	5.10	72.55	72.14
42		19.70	16.40	11.80	3.30	4.60	71.74	
15	40	17.40	14.90	11.30	2.50	3.60	69.44	69.72
70		17.60	14.80	10.80	2.80	4.00	70.00	

Límite Plástico

49		6.70	6.40	6.00	0.30	0.40	75.00	61.00
18A		7.10	6.80	6.30	0.30	0.50	60.00	
53		6.60	6.40	6.00	0.20	0.40	50.00	
33		6.90	6.60	6.10	0.30	0.50	60.00	
41		6.90	6.60	6.10	0.30	0.50	60.00	



Limites de Atterberg		Clasificación del suelo	
Límite Líquido	73.44 %	SUCS	SC
Límite Plástico	61.00 %		
Índice de Plasticidad	12.44 %	AASHTO	A-2-7 (0)

MUESTRA 4



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



Parroquia: Pinllopata
 Via: Pinllopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 18-Feb-2020
 Muestra: 4

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 89 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg Milton Aidas
 Coordenadas: X: 717638 Y: 9870931

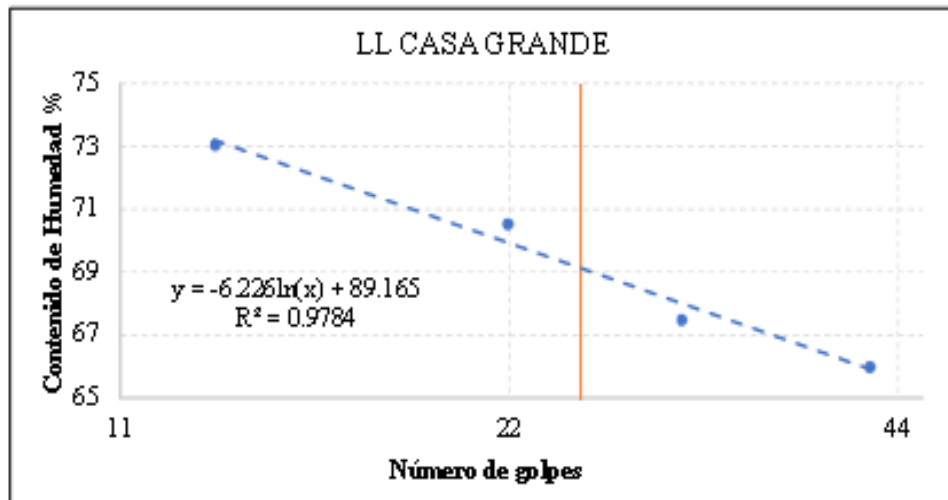
LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido

Recipiente Nº	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
43	13	22.90	17.80	10.90	5.10	6.90	73.91	73.02
76		22.00	17.60	11.50	4.40	6.10	72.13	
32	22	18.20	15.30	11.20	2.90	4.10	70.73	70.50
39v		18.10	15.50	11.80	2.60	3.70	70.27	
41	30	22.20	17.70	11.00	4.50	6.70	67.16	67.48
61		21.30	17.30	11.40	4.00	5.90	67.80	
74	42	19.30	16.20	11.50	3.10	4.70	65.96	66.00
18		20.30	16.80	11.50	3.50	5.30	66.04	

Límite Plástico

200		11.10	10.90	10.60	0.20	0.30	66.67	62.95
6E		10.90	10.80	10.60	0.10	0.20	50.00	
76		11.10	10.90	10.60	0.20	0.30	66.67	
3E		11.90	11.40	10.70	0.50	0.70	71.43	
PS		11.30	11.00	10.50	0.30	0.50	60.00	



Resultados

Límites de Atterberg			Clasificación del suelo	
Límite Líquido	69.12	%	SUCS	SM, SC
Límite Plástico	62.95	%		
Índice de Plasticidad	6.17	%	AASHTO	A-2-5 (0)

MUESTRA 5



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



Parroquia: Pinllopata
 Vía: Pinllopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 18-Feb-2020
 Muestra: 5

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 89 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg. Milton Aldas
 Coordenadas: X: 717339 Y: 98 71180

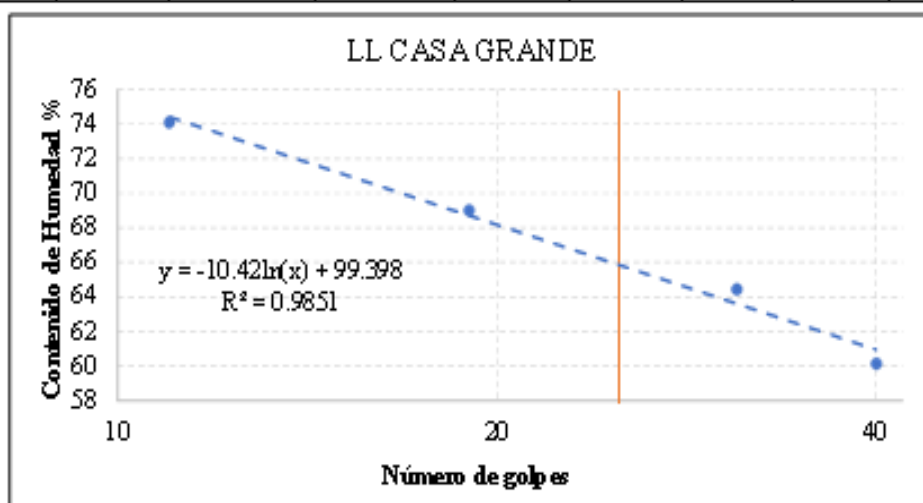
LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido

Recipiente Nº	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
68	11	21.20	16.80	10.90	4.40	5.90	74.58	74.08
31		22.30	18.40	13.10	3.90	5.30	73.58	
11	19	20.10	16.60	11.50	3.50	5.10	68.63	68.99
25		21.40	17.10	10.90	4.30	6.20	69.35	
37	31	23.10	18.50	11.40	4.60	7.10	64.79	64.48
33		22.10	17.80	11.10	4.30	6.70	64.18	
27	40	17.90	15.10	10.40	2.80	4.70	59.57	60.14
64		19.80	16.40	10.80	3.40	5.60	60.71	

Límite Plástico

Recipiente Nº	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
10	20	8.20	7.90	7.30	0.30	0.60	50.00	45.71
11		8.40	8.10	7.40	0.30	0.70	42.86	
3		8.10	7.80	7.20	0.30	0.60	50.00	
47		8.50	8.20	7.50	0.30	0.70	42.86	
20		7.20	6.90	6.20	0.30	0.70	42.86	



Resultados

Límites de Atterberg			Clasificación del suelo	
Límite Líquido	65.86	%	SUCS	SC
Límite Plástico	45.71	%		
Índice de Plasticidad	20.14	%	AASHTO	A-2-7 (0)

MUESTRA 6



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



Parroquia: Pinlopatá
 Via: Pinlopatá - El Corazón
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 18-Feb-2020
 Muestra: 6

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 89 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg. Milton Aldas
 Coordenadas: X: 717182 Y: 9871566

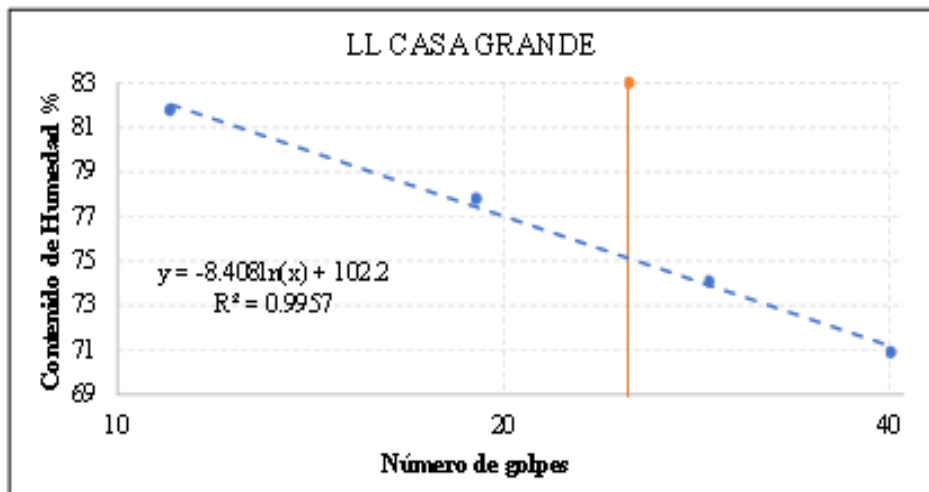
LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido

Recipiente Nº	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
70	11	16.30	13.70	10.50	2.60	3.20	81.25	81.80
65		16.80	14.00	10.60	2.80	3.40	82.35	
8	19	22.60	20.50	17.80	2.10	2.70	77.78	77.78
5		22.50	20.40	17.70	2.10	2.70	77.78	
33A	29	18.20	15.20	11.10	3.00	4.10	73.17	74.09
42		18.00	15.30	11.70	2.70	3.60	75.00	
39	40	16.30	14.30	11.50	2.00	2.80	71.43	70.90
28		15.60	13.70	11.00	1.90	2.70	70.37	

Límite Plástico

53		6.70	6.50	6.20	0.20	0.30	66.67	58.00
11		8.10	7.90	7.40	0.20	0.50	40.00	
1		4.60	4.50	4.30	0.10	0.20	50.00	
18		6.60	6.40	6.10	0.20	0.30	66.67	
20		6.50	6.30	6.00	0.20	0.30	66.67	



Resultados

Límites de Atterberg			Clasificación del suelo	
Límite Líquido	75.14	%	SUCS	SC
Límite Plástico	58.00	%		
Índice de Plasticidad	17.14	%	AA SHTO	A-2-7 (0)

MUESTRA 7



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



Parroquia: Pinllopata
 Via: Pinllopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 18-Feb-2020
 Muestra: 7

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 89 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing.Mg.Milton Aldas
 Coordenadas: X: 716770 Y: 9871617

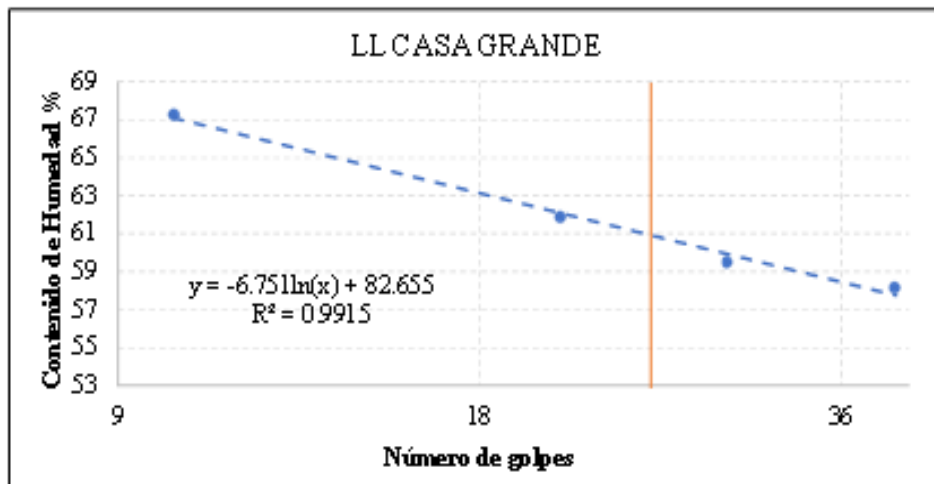
LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido

Recipiente Nº	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
75geo	10	24.00	18.70	10.90	5.30	7.80	67.95	67.31
76		21.40	17.40	11.40	4.00	6.00	66.67	
14	21	19.90	16.50	11.00	3.40	5.50	61.82	61.86
32		21.40	17.50	11.20	3.90	6.30	61.90	
37	29	18.30	15.70	11.30	2.60	4.40	59.09	59.55
31		20.80	17.80	12.80	3.00	5.00	60.00	
11	40	19.00	16.20	11.40	2.80	4.80	58.33	58.17
35		19.20	16.30	11.30	2.90	5.00	58.00	

Límite Plástico

18		11.10	11.00	10.80	0.10	0.20	50.00	54.67
74		11.30	11.10	10.70	0.20	0.40	50.00	
200		11.20	11.00	10.70	0.20	0.30	66.67	
76		11.30	11.10	10.60	0.20	0.50	40.00	
56		6.70	6.50	6.20	0.20	0.30	66.67	



Resultados

Limites de Atterberg			Clasificación del suelo	
Límite Líquido	60.92	%	SUCS	SM, SC
Límite Plástico	54.67	%		
Índice de Plasticidad	6.26	%	AASHTO	A-2-5 (0)

MUESTRA 8



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



Parroquia: Pinllopata
 Via: Pinllopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 18-Feb-2020
 Muestra: 8

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 89 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing.Mg.Milton Aldas
 Coordenadas: X: 716441 Y: 9871873

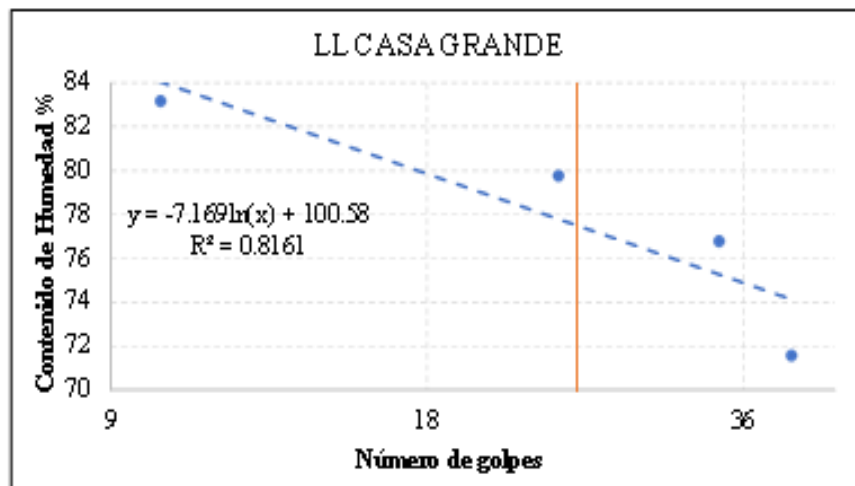
LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido

Recipiente N°	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
18	10	20.70	16.30	11.00	4.40	5.30	83.02	83.18
62		19.80	15.80	11.00	4.00	4.80	83.33	
43geo	24	18.10	14.90	10.90	3.20	4.00	80.00	79.74
66		17.90	14.80	10.90	3.10	3.90	79.49	
27	34	16.20	13.80	10.60	2.40	3.20	75.00	76.79
61		16.40	14.20	11.40	2.20	2.80	78.57	
74	40	18.60	15.60	11.50	3.00	4.10	73.17	71.59
6		24.50	21.70	17.70	2.80	4.00	70.00	

Límite Plástico

49		6.50	6.30	6.00	0.20	0.30	66.67	66.67
32MS		5.70	5.50	5.20	0.20	0.30	66.67	
P3		11.20	11.00	10.70	0.20	0.30	66.67	
1		11.00	10.80	10.50	0.20	0.30	66.67	
P2		11.00	10.80	10.50	0.20	0.30	66.67	



Resultados

Límites de Atterberg			Clasificación del suelo	
Límite Líquido	77.50	%	SUCS	SC
Límite Plástico	66.67	%		
Índice de Plasticidad	10.84	%	AASHTO	A-2-7 (0)

MUESTRA 9



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

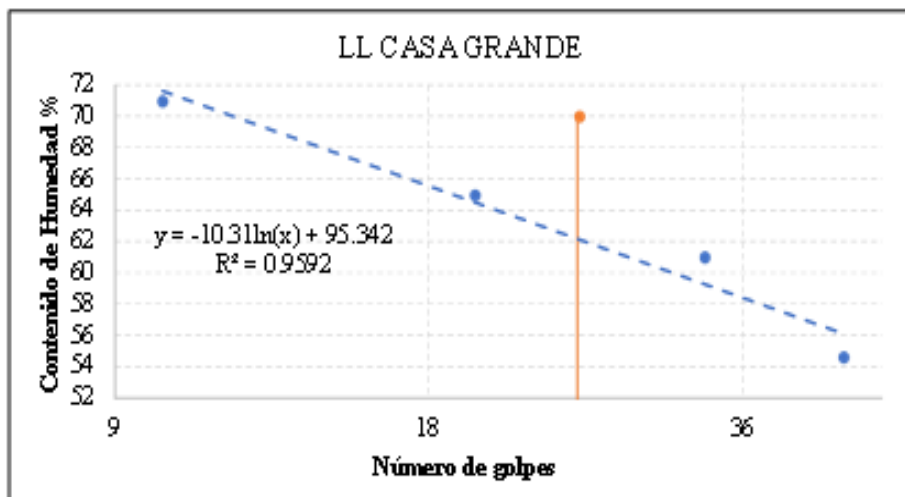


Parroquia: Pinllopata
 Via: Pinllopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 18-Feb-2020
 Muestra: 9

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 89 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg. Milton Aldas
 Coordenadas: X: 716108 Y: 9871962

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido								
Recipiente Nº	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
75geo	10	21.10	16.90	10.90	4.20	6.00	70.00	71.00
76		20.00	16.40	11.40	3.60	5.00	72.00	
14	20	20.70	16.90	11.00	3.80	5.90	64.41	64.96
32		20.80	17.00	11.20	3.80	5.80	65.52	
37	33	19.10	16.10	11.30	3.00	4.80	62.50	60.98
31		18.70	16.50	12.80	2.20	3.70	59.46	
11	45	19.40	16.60	11.40	2.80	5.20	53.85	54.55
35		17.20	15.10	11.30	2.10	3.80	55.26	
Límite Plástico								
18		11.50	11.30	10.80	0.20	0.50	40.00	51.43
74		11.30	11.10	10.70	0.20	0.40	50.00	
200		11.80	11.40	10.70	0.40	0.70	57.14	
76		11.80	11.40	10.60	0.40	0.80	50.00	
56		7.00	6.70	6.20	0.30	0.50	60.00	



Resultados				
Límites de Atterberg			Clasificación del suelo	
Límite Líquido	62.16	%	SUCS	SC
Límite Plástico	51.43	%		
Índice de Plasticidad	10.73	%	AA SHTO	A-2-7 (0)

COMPACTACIÓN DEL SUELO

MUESTRA 1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Parroquia: Pírilopata
Via: Pírilopata - El Corazon
Profundidad: 1.20 metros
Fecha: 22-Feb-2020
Muestra: 1

Proyecto: Tesis de Grado
Normas: AASHTO T 180 2018
Ensayado por: Kleiton Guerrero
Revisado Por: Ing. Mg. Milton Aidas.
Coordenadas: X: 718900 Y: 9871089

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15435	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen Molde	2105	cm ³		
Energía de Compactación	Normas: AASHTO T-180							
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000	6000		
1. PROCESO DE COMPACTACION								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	40	45	50	55				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18536	18788	18902	18778				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3101	3353	3467	3343				
Peso unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1.473	1.593	1.647	1.588				
2. DE TERMINACION DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	17	21	7	22	19	20	16	4
Peso del recipiente W _r	7.2	7.4	7.4	7.4	7.5	7.3	7.5	7.4
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	43.3	48	54	51.8	54.4	52.9	65.7	56.5
Rec+suelo seco W _s +W _m	34.1	37.7	41.5	39.9	41	40.2	48.4	41.9
Peso sólidos W _s	26.9	30.3	34.1	32.5	33.5	32.9	40.9	34.5
Peso del agua W _w	9.2	10.3	12.5	11.9	13.4	12.7	17.3	14.6
Cont. Humedad ω%	34.20	33.99	36.66	36.62	40.00	38.60	42.30	42.32
Cont. Humedad promedio ω%	34.10		36.64		39.30		42.31	
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	1.099		1.166		1.182		1.116	
3. DE TERMINACION GRAFICA DE LA DENSIDAD MAXIMA Y HUMEDAD OPTIMA								
<p align="center">RELACION CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p>					<p>Máxima densidad Seca: 1.183 gr/cm³</p> <p>Óptimo Contenido de Humedad: 38.5 %</p>			
4. DE DESCRIPCION DEL ENSAYO								
<p>La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1.183 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 38.5 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.</p>								

MUESTRA 2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Parroquia: Pinllopata
 Via: Pinllopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 22-Feb-2020
 Muestra: 2

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 180 2018
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 718445 Y: 9871004

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES					
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15614 gr
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen Molde	2305 cm ³
Energía de Compactación		Normas:	AASHTO T-180		
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000

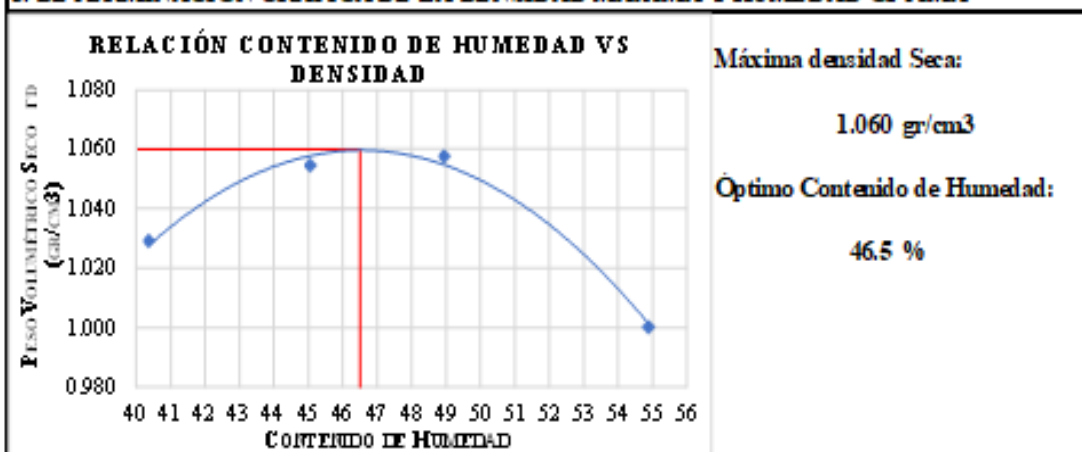
1. PROCESO DE COMPACTACION

Ensayo Numero	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	40	45	50	55
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18944	19138	19245	19185
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3330	3524	3631	3571
Peso unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1.445	1.529	1.576	1.550

2. DE TERMINACION DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente numero	E	A	T12	T11A	T13	J	C	K
Peso del recipiente W _r	9.7	9.9	7.2	7.6	7.9	9.9	9.8	9.3
Rac+suelo húmedo W _r +W _m	62.2	71.6	63	54.3	59.3	78.7	90	84.8
Rac+suelo seco W _s + W _m	47.3	53.6	45.8	39.7	42.6	55.8	61.3	58.3
Peso solidos W _s	37.6	43.7	38.6	32.1	34.7	45.9	51.5	49
Peso del agua W _w	14.9	18	17.2	14.6	16.7	22.9	28.7	26.5
Cont. Humedad ω%	39.63	41.19	44.56	45.48	48.13	49.89	55.73	54.08
Cont. Humedad promedio ω%	40.41		45.02		49.01		54.90	
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	1.029		1.054		1.057		1.000	

3. DE TERMINACION GRAFICA DE LA DENSIDAD MAXIMA Y HUMEDAD OPTIMA



4. DE DESCRIPCION DEL ENSAYO

La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1.06 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 46.5 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.

MUESTRA 3



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



Parroquia: Pinllopata
 Vía: Pinllopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 22-Feb-2020
 Muestra: 3

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 180 2018
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg. Milton Aidas
 Coordenadas: X: 718053 Y: 9870786

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15614 gr			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen Molde	2305 cm ³			
Energía de Compactación	Normas:		AASHTO T-180					
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000			
1. PROCESO DE COMPACTACION								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	45	48	51	54				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18917	19081	19187	19147				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3303	3467	3573	3533				
Peso unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1.433	1.504	1.550	1.533				
2. DETERMINACION DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	T08	T28	L	F	D	B	G	I
Peso del recipiente W _r	7.3	7.6	10	9.7	9.8	10	9.9	9.9
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	61.8	56.8	69.9	69.6	75.5	79	82.1	69.6
Rec+suelo seco W _s +W _m	44.9	41.3	50.4	50.1	52.9	55.3	56.3	47.8
Peso sólidos W _s	37.6	33.7	40.4	40.4	43.1	45.3	46.4	37.9
Peso del agua W _w	16.9	15.5	19.5	19.5	22.6	23.7	25.8	21.8
Cont. Humedad ω%	44.95	45.99	48.27	48.27	52.44	52.32	55.60	57.52
Cont. Humedad promedio ω%	45.47		48.27		52.38		56.56	
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/c ³)	0.985		1.015		1.017		0.979	
3. DETERMINACION GRAFICA DE LA DENSIDAD MAXIMA Y HUMEDAD OPTIMA								
<p>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p>				<p>Máxima densidad Seca:</p> <p>1.022 gr/cm³</p> <p>Óptimo Contenido de Humedad:</p> <p>51 %</p>				
4. DESCRIPCION DEL ENSAYO								
<p>La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1.022 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 51 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.</p>								

MUESTRA 4



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



Parroquia: Pinlopatá
 Via: Pinlopatá - El Corazón
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 22-Feb-2020
 Muestra: 4

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 180 2018
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 71.7638 Y: 98.70931

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15614	gr
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen Molde	2305	cm ³
Energía de Compactación		Normas:	AASHTO T-180			
Peso Inicial Desado	6000		6000		6000	

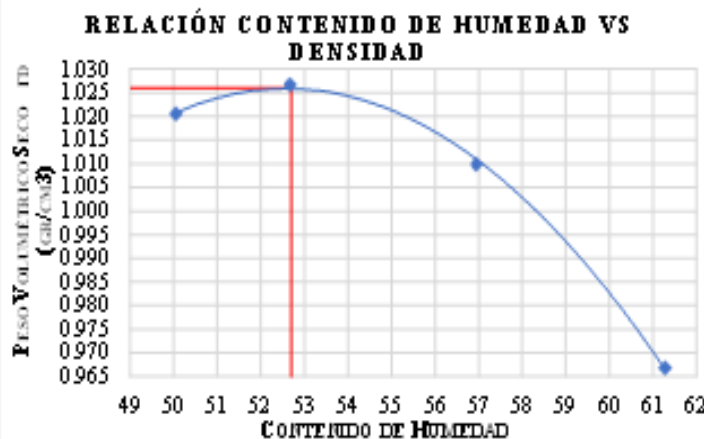
1. PROCESO DE COMPACTACION

Ensayo Numero	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	50	53	56	59
P. molde+Suelo húmedo (gr)	19143	19226	19268	19207
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3529	3612	3654	3593
Peso unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1.531	1.567	1.586	1.559

2. DETERMINACION DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente numero	89-B	81	78	44	02	43	26	58
Peso del recipiente W _r	31.3	30.8	30.8	32.5	24.1	24.5	23.1	30.9
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	96.8	92.1	118.7	126.1	102.3	110.2	107.2	102.6
Rec+suelo seco W _s + W _m	75	71.6	88.4	93.8	73.8	79.2	75.2	75.4
Peso sólidos W _s	43.7	40.8	57.6	61.3	49.7	54.7	52.1	44.5
Peso del agua W _w	21.8	20.5	30.3	32.3	28.5	31	32	27.2
Cont. Humedad ω%	49.89	50.25	52.60	52.69	57.34	56.67	61.42	61.12
Cont. Humedad promedio ω%		50.07	52.65		57.01		61.27	
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)		1.020	1.027		1.010		0.967	

3. DETERMINACION GRAFICA DE LA DENSIDAD MAXIMA Y HUMEDAD OPTIMA



Máxima densidad Seca:
1.026 gr/cm³
 Óptimo Contenido de Humedad:
52.7 %

4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1.026 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 52.7 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.

MUESTRA 5



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



Parroquia: Pinlopata
 Via: Pinlopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 22-Feb-2020
 Muestra: 5

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 180 2018
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 717339 Y: 9871180

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16401	gr
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen Molde	2341	cm ³
Energía de Compactación		Normas:	AASHTO T-180			
Peso Inicial Desado	6000		6000		6000	

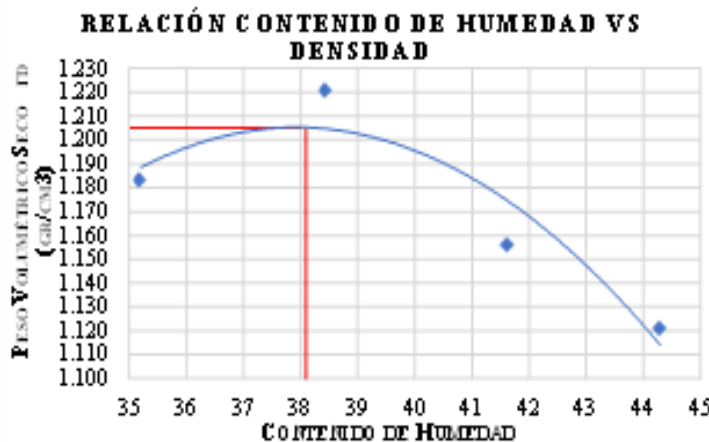
1. PROCESO DE COMPACTACION

Ensayo Numero	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	35	38	41	44
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20146	20359	20234	20188
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3745	3958	3833	3787
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.600	1.691	1.637	1.618

2. DETERMINACION DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente numero	42	27	20	16	11	47	10	19
Peso del recipiente W _r	31.7	25.2	24.7	24.2	30.8	46.4	23.7	26.6
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	101.9	85.9	93.2	104.5	94.4	119.6	98.5	99.7
Rec+suelo seco W _s + W _m	83.5	70.2	74	82.4	75.7	98.1	75.4	77.4
Peso sólidos W _s	51.8	45	49.3	58.2	44.9	51.7	51.7	50.8
Peso del agua W _w	18.4	15.7	19.2	22.1	18.7	21.5	23.1	22.3
Cont. Humedad ω %	35.52	34.89	38.95	37.97	41.65	41.59	44.68	43.90
Cont. Humedad promedio ω %		35.21	38.46		41.62		44.29	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)		1.183	1.221		1.156		1.121	

3. DETERMINACION GRAFICA DE LA DENSIDAD MAXIMA Y HUMEDAD OPTIMA



Máxima densidad Seca:

1.205 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad:

38.1 %

4. DESCRIPCION DEL ENSAYO

La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1.205 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 38.1 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.

MUESTRA 6



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



Parroquia: Pinllopata
 Via: Pinllopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 22-Feb-2020
 Muestra: 6

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 180 2018
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 717182 Y: 9871566

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15094	gr
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen Molde	2335	cm ³
Energía de Compactación	Normas: AASHTO T-180					
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	

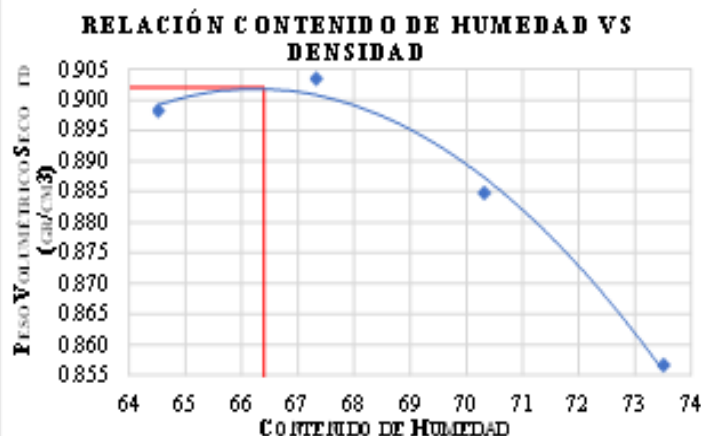
1. PROCESO DE COMPACTACION

Ensayo Numero	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	64	67	70	73
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18544	18623	18613	18564
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3450	3529	3519	3470
Peso unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1.478	1.511	1.507	1.486

2. DETERMINACION DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente numero	T13	T11A	T08	T28	C	T12	A	L
Peso del recipiente W _r	7.9	7.6	7.3	7.6	9.8	7.2	9.9	10
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	50.4	41.9	48.1	46.1	67.9	63.9	79.4	81.2
Rec+suelo seco W _s + W _m	33.8	28.4	31.7	30.6	44	40.4	50	51
Peso sólidos W _s	25.9	20.8	24.4	23	34.2	33.2	40.1	41
Peso del agua W _w	16.6	13.5	16.4	15.5	23.9	23.5	29.4	30.2
Cont. Humedad ω%	64.09	64.90	67.21	67.39	69.88	70.78	73.32	73.66
Cont. Humedad promedio ω%	64.50		67.30		70.33		73.49	
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	0.898		0.903		0.885		0.857	

3. DETERMINACION GRAFICA DE LA DENSIDAD MAXIMA Y HUMEDAD OPTIMA



Máxima densidad Seca:
0.902 gr/cm³
 Optimo Contenido de Humedad:
66.4 %

4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 0.902 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 66.4 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.

MUESTRA 7



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



Parroquia: Pinlopatá
 Vía: Pinlopatá - El Corazón
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 22-Feb-2020
 Muestra: 7

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T180 2018
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 716770 Y: 9871617

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

E SPECIFICACIONES							
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16745	gr	
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen Molde	2359	cm ³	
Energía de Compactación	Normas: AASHTO T-180						
Peso Inicial Desado	6000	6000	6000	6000	6000		

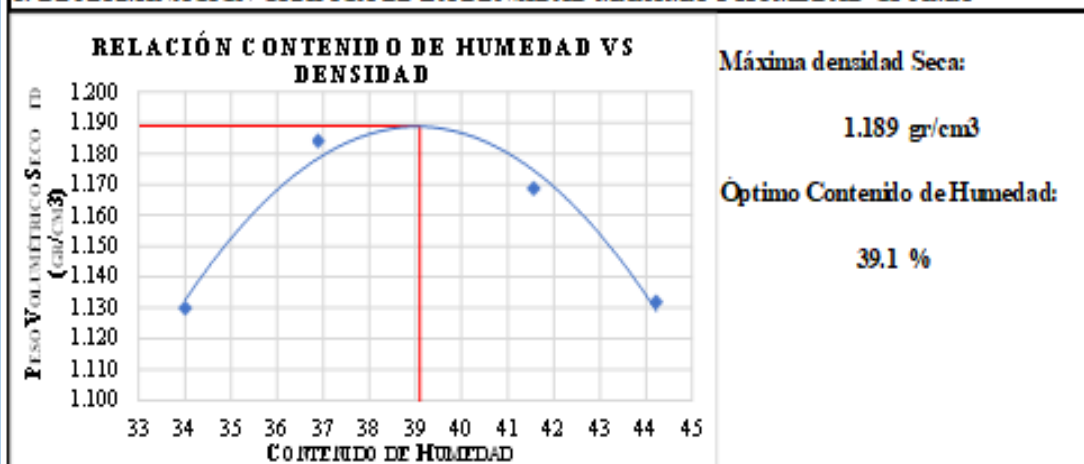
1. PROCESO DE COMPACTACION

Ensayo Numero	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	34	37	40	43
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20317	20568	20647	20596
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3572	3823	3902	3851
Peso unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1.514	1.621	1.654	1.632

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente numero	D	E	B	F	I	K	G	J
Peso del recipiente W _r	9.8	9.7	10	9.7	9.9	9.3	9.9	9.9
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	55	49.6	56	61.3	74.3	61.6	75.6	60.3
Rec+suelo seco W _s + W _m	43.5	39.5	43.7	47.3	55.7	46	55	45.2
Peso sólidos W _s	33.7	29.8	33.7	37.6	45.8	36.7	45.1	35.3
Peso del agua W _w	11.5	10.1	12.3	14	18.6	15.6	20.6	15.1
Cont. Humedad ω%	34.12	33.89	36.50	37.23	40.61	42.51	45.68	42.78
Cont. Humedad promedio ω%	34.01		36.87		41.56		44.23	
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	1.130		1.184		1.169		1.132	

3. DETERMINACION GRAFICA DE LA DENSIDAD MAXIMA Y HUMEDAD OPTIMA



4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1.189 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 39.1 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.

MUESTRA 8



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



Parroquia: Pinlopatá
 Via: Pinlopatá - El Corazón
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 22-Feb-2020
 Muestra: 8

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 180 2018
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 716441 Y: 9871873

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15198	gr
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen Molde	2353	cm ³
Energía de Compactación	Normas: AASHTO T-180					
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	

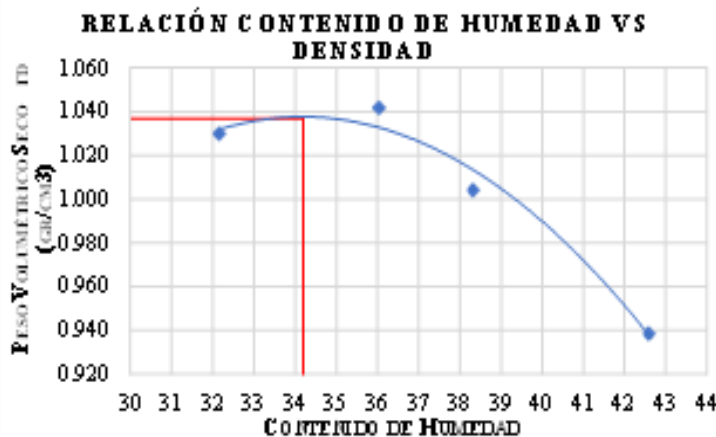
1. PROCESO DE COMPACTACION

Ensayo Numero	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	31	34	37	40
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18400	18533	18468	18348
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3202	3335	3270	3150
Peso unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1.361	1.417	1.390	1.339

2. DETERMINACION DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente numero	25	2	72	43	45	19	37	86
Peso del recipiente W _r	24.8	24	31.3	23.6	26.7	23.1	24.2	23.3
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	78.6	104.5	80.3	84.9	96.5	76.6	107.4	95.3
Rec+suelo seco W _s + W _m	65.8	84.5	67.2	68.8	77.1	61.8	82.5	73.8
Peso solidos W _s	41	60.5	35.9	45.2	50.4	38.7	58.3	50.5
Peso del agua W _w	12.8	20	13.1	16.1	19.4	14.8	24.9	21.5
Cont. Humedad ω%	31.22	33.06	36.49	35.62	38.49	38.24	42.71	42.57
Cont. Humedad promedio ω%	32.14		36.05		38.37		42.64	
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	1.030		1.042		1.004		0.938	

3. DETERMINACION GRAFICA DE LA DENSIDAD MAXIMA Y HUMEDAD OPTIMA



Máxima densidad Seca:

1.037 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad:

34.2 %

4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1.037 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 34.2 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.

MUESTRA 9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Parroquia: Pinlopatá
 Vía: Pinlopatá - El Corazón
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 22-Feb-2020
 Muestra: 9



Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 180 2018
 Ensayado por: Kleiton Guenero
 Revisado Por: Ing. Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 716108 Y: 9871962

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES							
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15614	gr	
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen Molde	2286	cm ³	
Energía de Compactación		Normas:	AASHTO T-180				
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000
1. PROCESO DE COMPACTACION							
Ensayo Numero	1	2	3	4			
Humedad inicial añadida en %	45	48	51	54			
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18745	19024	19241	19145			
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3131	3410	3627	3531			
Peso unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1.369	1.491	1.386	1.544			
2. DE TERMINACION DE CONTENIDOS DE HUMEDAD							
Recipiente número	42	27	20	16	11	47	10
Peso del recipiente W _r	29.1	22.4	21.4	21.7	29.1	44.3	21.4
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	52.3	69.2	55.2	51.2	52.4	71.4	88.6
Rec+suelo seco W _s +W _m	45.2	54.1	44.3	41.3	44.2	61.9	63.1
Peso sólidos W _s	16.1	31.7	22.9	19.6	15.1	17.6	41.7
Peso del agua W _w	7.1	15.1	10.9	9.9	8.2	9.5	25.5
Cont. Humedad ω%	44.10	47.63	47.60	50.51	54.30	53.98	61.15
Cont. Humedad promedio ω%		45.87		49.05		54.14	
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)		0.939		1.001		1.029	
							0.973
3. DE TERMINACION GRAFICA DE LA DENSIDAD MAXIMA Y HUMEDAD OPTIMA							
<p>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p>					<p>Máxima densidad Seca:</p> <p>1.029 gr/cm³</p> <p>Óptimo Contenido de Humedad:</p> <p>53 %</p>		
4. DE DESCRIPCION DEL ENSAYO							
<p>La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1.029 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 53 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.</p>							

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

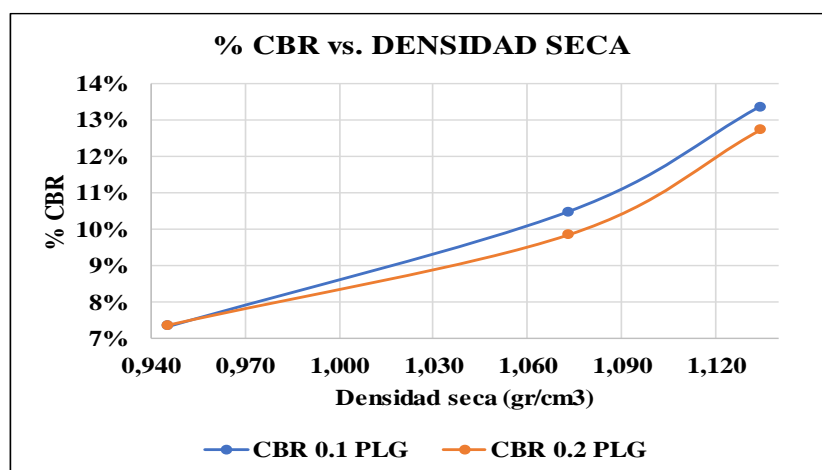
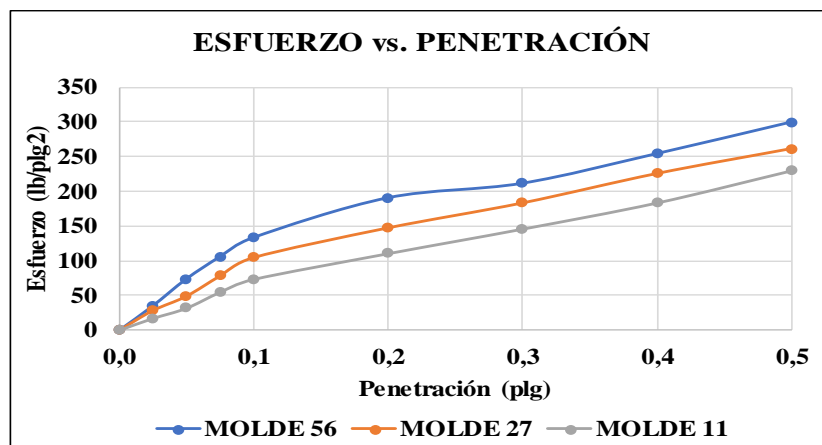
MUESTRA 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL						
Parroquia: Pinlllopata		Proyecto: Tesis de Grado				
Vía: Pinlllopata - El Corazon		Normas: AASHTO T 193 2013				
Profundidad: 1.20 metros		Ensayado por: Kleiton Guerrero				
Fecha: 25-Feb-2020		Revisado Por: Ing. Mr. Milton Aldas.				
Muestra: 1		Coordenadas: X: 718900 Y: 9871089				
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb			
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:	18"			
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD OPTIMO (%):	38.50			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE Nº	1	2	3			
Nº de Capas	5	5	5			
Nº de Golpes	56	27	11			
DATOS DEL MOLDEO						
Muestra húmeda + molde (gr)	10175	9835	9241			
Masa Molde (gr)	6574	6435	6243			
Masa Muestra Húmeda (gr)	3601	3400	2998			
Volumen Muestra (cm ³)	2264.61	2268.33	2253.34			
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.590	1.499	1.330			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente Nº	25	2	72	43	45	19
P. Hum. + Recipiente	123.4	121.4	136.8	125.4	125.7	131.4
P. Seco + Recipiente	95.4	93.2	107.1	96.2	97.3	99.8
Peso Recipiente	24.8	24	31.3	23.6	26.7	23.1
Peso Agua	28	28.2	29.7	29.2	28.4	31.6
Peso de Sólidos	70.6	69.2	75.8	72.6	70.6	76.7
Contenido Humedad %	39.66	40.75	39.18	40.22	40.23	41.20
Con. Hum. Prom. %	40.21		39.70		40.71	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.134		1.073		0.946	
DATOS DESPUES DE LA SATURACION						
Muestra húmeda + molde (gr)	10863		10647		10145	
Masa Molde (gr)	6574		6435		6243	
Masa Muestra Húmeda (gr)	4289		4212		3902	
Masa Agua Absorbida	688		812		904	
% Agua Absorbida	19.11%		23.88%		30.15%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente Nº	42	27	20	16	11	47
P. Hum. + Recipiente	140.3	139.4	136.2	141.1	170.1	152.1
P. Seco + Recipiente	105.2	104.2	98.7	102.4	119.4	116.2
Peso Recipiente	31.7	25.2	24.7	24.2	30.8	46.4
Peso Agua	35.1	35.2	37.5	38.7	50.7	35.9
Peso de Sólidos	73.5	79	74	78.2	88.6	69.8
Contenido Humedad %	47.76	44.56	50.68	49.49	57.22	51.43
Con. Hum. Prom. %	46.16		50.08		54.33	

ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
0,025	105,2	35,1	85,4	28,5	51,2	17,1
0,050	221,5	73,8	147,3	49,1	95,4	31,8
0,075	317,4	105,8	234,6	78,2	164,2	54,7
0,100	400,5	133,5	314,3	104,8	220,3	73,4
0,200	571,6	190,5	471,3	147,5	331,5	110,5
0,300	634,2	211,4	550,1	183,4	437,5	145,8
0,400	761,8	253,9	677,1	225,7	550,3	183,4
0,500	897,8	299,3	784,6	261,5	689,1	229,7

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)						
MOLDE N°	Presión (lb/plg2)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	133,50	13,35%	1,134	190,53	12,70%	1,134
2	104,77	10,48%	1,073	147,50	9,83%	1,073
3	73,43	7,34%	0,946	110,50	7,37%	0,946

ENSAYO CBR DE LABORATORIO



Densidad Seca Máxima:	1,183 gr/cm3
-----------------------	--------------

DSM	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	1,124	12,2

MUESTRA 2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Parroquia: Pinlopata
 Vía: Pinlopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 25-Feb-2020
 Muestra: 2

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 193 2013
 Ensayado por: Kleiton Guenero
 Revisado Por: Ing Mg Milton Aldas
 Coordenadas: X: 718445 Y: 9871004

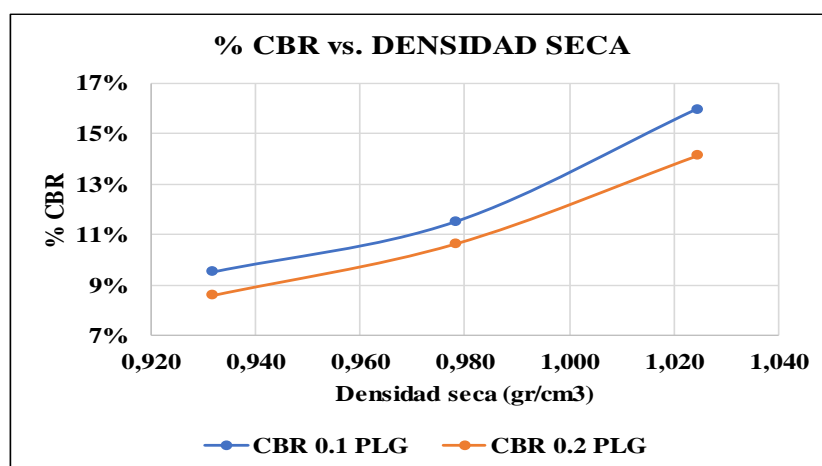
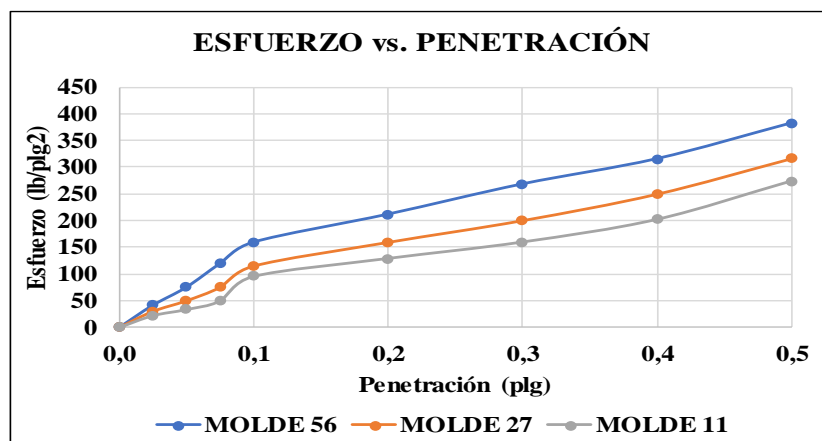
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:		10 lb		
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:		18 "		
PESO MUESTRA (gr):	5000	CONT. HUMEDAD OPTIMO (%):		45.50		
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE Nº	1	2	3			
Nº de Capas	5	5	5			
Nº de Golpes	56	27	11			
DATOS DEL MOLDEO						
Muestra húmeda + molde (gr)	9987	9674	9342			
Masa Molde (gr)	6574	6435	6243			
Masa Muestra Húmeda (gr)	3413	3239	3099			
Volumen Muestra (cm ³)	2264.61	2268.33	2253.34			
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.507	1.428	1.375			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente Nº	25	2	72	43	45	19
P. Hum. + Recipiente	128.6	126.3	141.7	130.1	129.4	135.4
P. Seco + Recipiente	95.6	99.3	107.2	96.3	97.1	98.3
Peso Recipiente	24.8	24	31.3	23.6	26.7	23.1
Peso Agua	33	33	34.5	33.8	32.3	37.1
Peso de Sólidos	70.8	69.3	75.9	72.7	70.4	75.2
Contenido Humedad %	46.61	47.62	45.45	46.49	45.88	49.34
Con. Hum. Prom. %	47.11		45.97		47.61	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.024		0.978		0.992	
DATOS DESPUES DE LA SATURACION						
Muestra húmeda + molde (gr)	10415	10243	9995			
Masa Molde (gr)	6574	6435	6243			
Masa Muestra Húmeda (gr)	3841	3808	3692			
Masa Agua Absorbida	428	569	593			
% Agua Absorbida	12.54%	17.37%	19.14%			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente Nº	42	27	20	16	11	47
P. Hum. + Recipiente	144.7	145.2	147.1	147.3	175.4	165.3
P. Seco + Recipiente	106.2	105.2	102.8	102.3	120.3	119.2
Peso Recipiente	31.7	25.2	24.7	24.2	30.8	46.4
Peso Agua	38.5	40	44.3	45	55.1	46.1
Peso de Sólidos	74.5	80	78.1	78.1	89.5	72.8
Contenido Humedad %	51.68	50.00	56.72	57.62	61.56	63.32
Con. Hum. Prom. %	50.84		57.17		62.44	

ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
0,025	124,5	41,5	90,4	30,1	66,4	22,1
0,050	225,6	75,2	150,3	50,1	100,7	33,6
0,075	358,3	119,4	225,4	75,1	148,3	49,4
0,100	478,6	159,5	345,2	115,1	285,6	95,2
0,200	635,2	211,7	478,3	159,4	386,3	128,8
0,300	804,3	268,1	600,3	200,1	478,1	159,4
0,400	945,6	315,2	748,3	249,4	604,3	201,4
0,500	1145,3	381,8	947,3	315,8	818,3	272,8

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)

MOLDE N°	Presión (lb/plg2)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	159,53	15,95%	1,024	211,73	14,12%	1,024
2	115,07	11,51%	0,978	159,43	10,63%	0,978
3	95,20	9,52%	0,932	128,77	8,58%	0,932

ENSAYO CBR DE LABORATORIO



Densidad Seca Máxima:	1,060 gr/cm3
-----------------------	--------------

DSM	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	14,2	12,8

MUESTRA 3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Parroquia: Pinlopatá
 Vía: Pinlopatá - El Corazón
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 25-Feb-2020
 Muestra: 3

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 193 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg. Milton Aldas
 Coordenadas: X: 718053 Y: 9870786

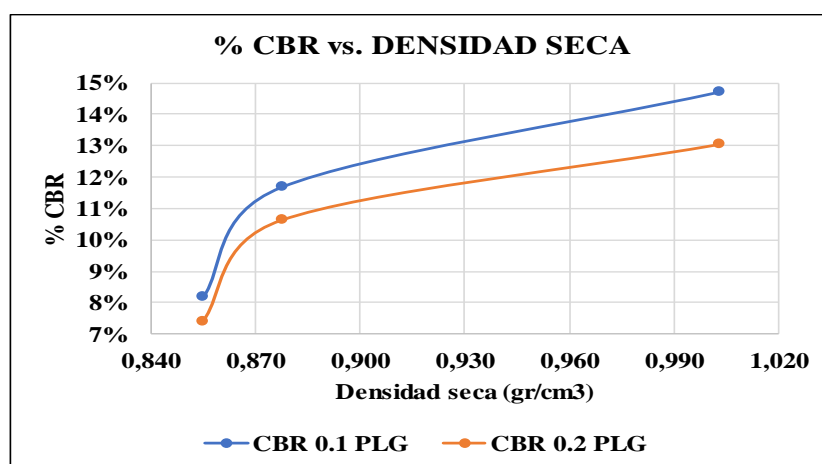
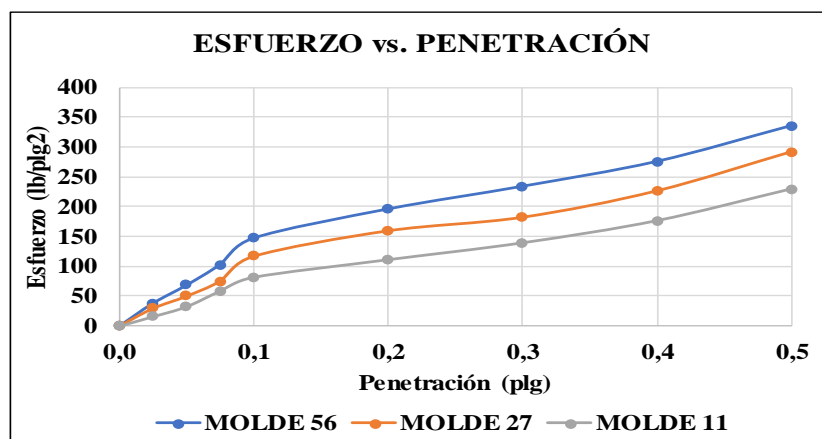
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
TIPO:	PROCT OR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:		10 lb			
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:		18 "			
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD OPTIMO (%):		51.00			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.							
MOLDE N°	1	2		3			
N° de Capas	5	5		5			
N° de Golpes	56	27		11			
DATOS DEL MOLDEO							
Muestra húmeda + molde (gr)	9958	9444		9135			
Masa Molde (gr)	6574	6435		6243			
Masa Muestra Húmeda (gr)	3384	3009		2892			
Volumen Muestra (cm ³)	2264.61	2268.33		2253.34			
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.494	1.327		1.283			
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Recipiente N°	25	2	72	43	45	19	
P. Hum. + Recipiente	129.4	128.3	149.3	139.2	137.6	137.9	
P. Seco + Recipiente	94.8	94.2	108.9	100.5	99.7	100.5	
Peso Recipiente	24.8	24	31.3	23.6	26.7	23.1	
Peso Agua	34.6	34.1	40.4	38.7	37.9	37.4	
Peso de Sólidos	70	70.2	77.6	76.9	73	77.4	
Contenido Humedad %	49.43	48.58	52.06	50.33	51.92	48.32	
Con. Hum. Prom. %	49.00		51.19		50.12		
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.003		0.877		0.855		
DATOS DESPUES DE LA SATURACION							
Muestra húmeda + molde (gr)	10653		10203		9947		
Masa Molde (gr)	6574		6435		6243		
Masa Muestra Húmeda (gr)	4079		3768		3704		
Masa Agua Absorbida	695		759		812		
% Agua Absorbida	20.54%		25.22%		28.08%		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Recipiente N°	42	27	20	16	11	47	
P. Hum. + Recipiente	142.3	144.7	143.6	147.7	174.3	162.7	
P. Seco + Recipiente	103.6	102.3	98.6	103.2	119.3	118.9	
Peso Recipiente	31.7	25.2	24.7	24.2	30.8	45.4	
Peso Agua	38.7	42.4	45	44.5	55	43.8	
Peso de Sólidos	71.9	77.1	73.9	79	88.5	72.5	
Contenido Humedad %	53.82	54.99	60.89	56.33	62.15	60.41	
Con. Hum. Prom. %	54.41		58.61		61.28		

ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
0,025	114,3	38,1	88,7	29,6	47,6	15,9
0,050	205,4	68,5	150,3	50,1	97,3	32,4
0,075	308,6	102,9	225,6	75,2	175,6	58,5
0,100	441,3	147,1	350,4	116,8	245,3	81,8
0,200	587,3	195,8	478,3	159,4	333,6	111,2
0,300	700,9	233,6	546,3	182,1	418,3	139,4
0,400	825,4	275,1	678,6	226,2	529,3	176,4
0,500	1004,2	334,7	874,3	291,4	688,3	229,4

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)

MOLDE N°	Presión (lb/plg2)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	147,10	14,71%	1,003	195,77	13,05%	1,003
2	116,80	11,68%	0,877	159,43	10,63%	0,877
3	81,77	8,18%	0,855	111,20	7,41%	0,855

ENSAYO CBR DE LABORATORIO



Densidad Seca Máxima: 1,022 gr/cm3

DSM	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg	
95%	0,971	14	12,5

MUESTRA 4



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Parroquia: Pinillopata
 Vía: Pinillopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 25-Feb-2020
 Muestra: 4

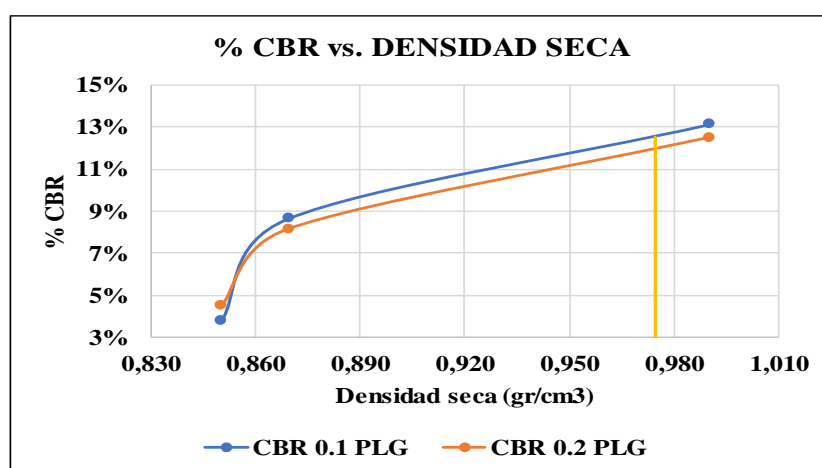
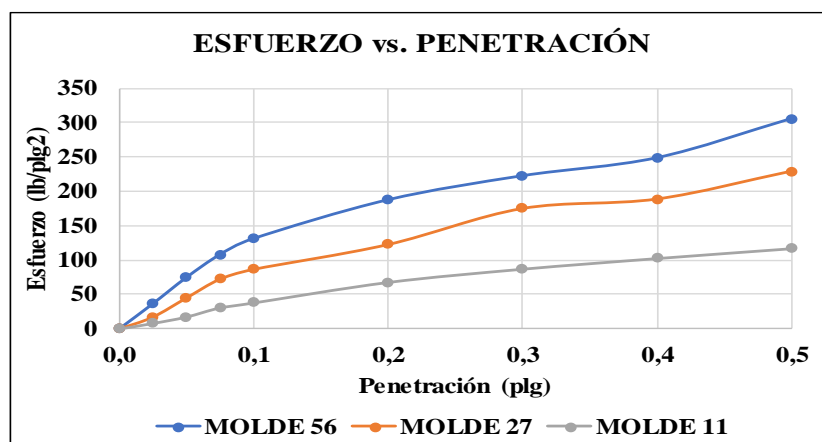
Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 193 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. M^c. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 717638 Y: 9870991

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:		10 lb		
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:		18"		
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD OPTIMO (%):		52.70		
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE Nº	1	2	3			
Nº de Capas	5	5	5			
Nº de Golpes	56	27	11			
DATOS DEL MOLDEO						
Muestra húmeda + molde (gr)	9988	9463	9150			
Masa Molde (gr)	6574	6435	6243			
Masa Muestra Húmeda (gr)	3414	3028	2907			
Volumen Muestra (cm ³)	2264.61	2268.33	2253.34			
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.508	1.335	1.290			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente Nº	25	2	72	43	45	19
P. Hum. + Recipiente	130.6	130.4	150.3	140.3	138.4	139.3
P. Seco + Recipiente	94.3	93.9	108.1	100.3	99.9	100.1
Peso Recipiente	24.8	24	31.3	23.6	26.7	23.1
Peso Agua	36.3	36.5	42.2	40	38.5	39.2
Peso de Sólidos	69.5	69.9	76.8	76.7	73.2	77
Contenido Humedad %	52.23	52.22	54.95	52.15	52.60	50.91
Con. Hum. Prom. %	52.22		53.55		51.75	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	0.990		0.869		0.850	
DATOS DESPUES DE LA SATURACION						
Muestra húmeda + molde (gr)	10645		10215		9915	
Masa Molde (gr)	6574		6435		6243	
Masa Muestra Húmeda (gr)	4071		3780		3672	
Masa Agua Absorbida	657		752		765	
% Agua Absorbida	19.24%		24.83%		26.32%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente Nº	42	27	20	16	11	47
P. Hum. + Recipiente	144.7	146.7	145.9	149.8	175.4	163.3
P. Seco + Recipiente	108.2	104.2	100.1	103.4	118.3	118.3
Peso Recipiente	31.7	25.2	24.7	24.2	30.8	46.4
Peso Agua	41.5	42.5	45.8	46.4	57.1	46
Peso de Sólidos	71.5	79	75.4	79.2	87.5	71.9
Contenido Humedad %	58.04	53.80	60.74	58.59	65.26	62.59
Con. Hum. Prom. %	55.92		59.66		63.92	

ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
0,025	109,3	36,4	51,5	17,2	24,1	8,0
0,050	223,7	74,6	134,5	44,8	52,2	17,4
0,075	323,9	108,0	216,7	72,2	92,2	30,7
0,100	393,8	131,3	259,7	86,6	113,9	38,0
0,200	562,6	187,5	367,8	122,6	203,6	67,9
0,300	667,2	222,4	524,9	175,0	261,6	87,2
0,400	745,6	248,5	566,3	188,8	308,2	102,7
0,500	915,8	305,3	687,4	229,1	351,3	117,1

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)						
MOLDE N°	Presión (lb/plg2)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	131,27	13,13%	0,990	187,53	12,50%	0,990
2	86,57	8,66%	0,869	122,60	8,17%	0,869
3	37,97	3,80%	0,850	67,87	4,52%	0,850

ENSAYO CBR DE LABORATORIO



Densidad Seca Máxima:	1,026 gr/cm3
-----------------------	--------------

DSM	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	0,975	12,5
		12,1

MUESTRA 5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Parroquia: Pinillopata
 Vía: Pinillopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 25-Feb-2020
 Muestra: 5

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 193 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 717339 Y: 9871180

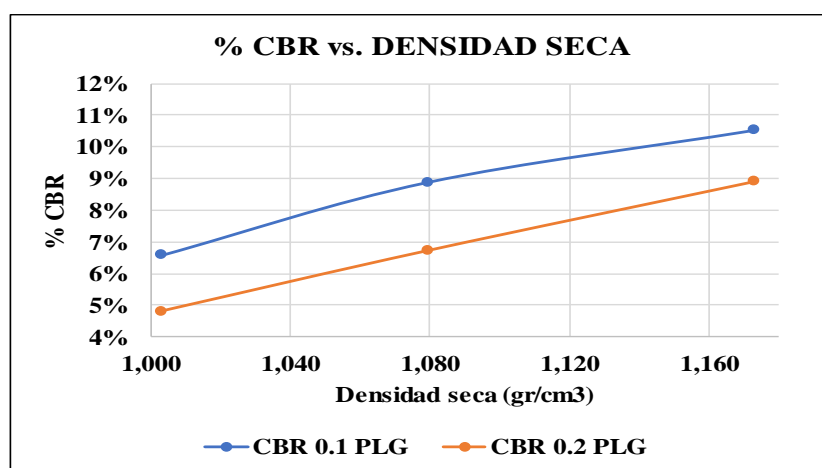
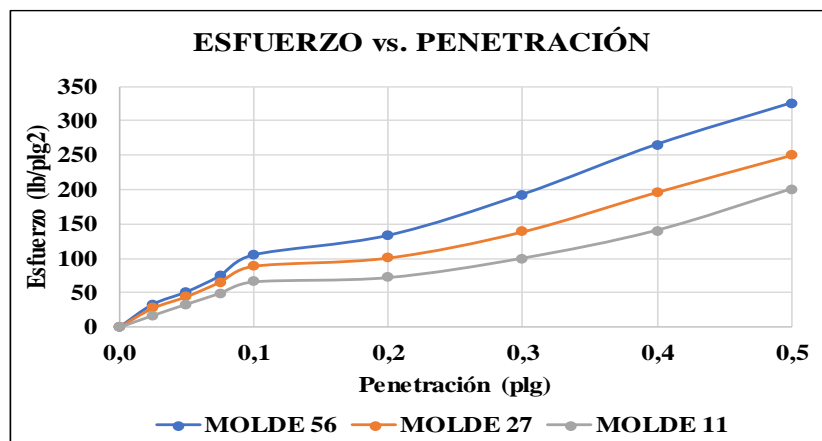
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	PROCT OR MODIFICADO		PESO DEL MARTILLO:		10 lb	
NORMA:	AASHTO T-180		ALTURA DE CAIDA:		18"	
PESO MUESTRA (gr):	6000		CONT. HUMEDAD OPTIMO (%):		38.10	
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDEN°	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
DATOS DEL MOLDEO						
Muestra húmeda + molde (gr)	10221		9835		9402	
Masa Molde (gr)	6574		6435		6243	
Masa Muestra Húmeda (gr)	3647		3400		3159	
Volumen Muestra (cm ³)	2264.61		2268.33		2253.34	
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.610		1.489		1.402	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	25	2	72	43	45	19
P. Hum. + Recipiente	121.7	120.3	139.7	128.4	126.8	130.6
P. Seco + Recipiente	95.3	94.2	109.2	99.2	99.1	99.2
Peso Recipiente	24.8	24	31.3	23.6	25.7	23.1
Peso Agua	26.4	26.1	30.5	29.2	27.7	31.4
Peso de Sólidos	70.5	70.2	77.9	75.6	72.4	76.1
Contenido Humedad %	37.45	37.18	39.15	38.62	38.26	41.26
Con. Hum. Prom. %	37.31		38.89		39.76	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.173		1.079		1.008	
DATOS DESPUES DE LA SATURACION						
Muestra húmeda + molde (gr)	10947		10600		10211	
Masa Molde (gr)	6574		6435		6243	
Masa Muestra Húmeda (gr)	4373		4165		3968	
Masa Agua Absorbida	726		765		809	
% Agua Absorbida	19.91%		22.30%		25.61%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	42	27	20	16	11	4
P. Hum. + Recipiente	132.6	135.4	135.4	136.3	160.3	152.4
P. Seco + Recipiente	103.2	104.2	101.6	101.4	115.8	117.8
Peso Recipiente	31.7	25.2	24.7	24.2	30.8	46.4
Peso Agua	29.4	31.2	34.8	34.9	44.5	34.6
Peso de Sólidos	71.5	79	76.9	77.2	85	71.4
Contenido Humedad %	41.12	39.49	45.25	45.21	52.35	48.46
Con. Hum. Prom. %	40.31		45.23		50.41	

ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
0,025	100,3	33,4	83,2	27,7	51,6	17,2
0,050	154,6	51,5	133,5	44,5	100,4	33,5
0,075	224,3	74,8	196,4	65,5	147,6	49,2
0,100	315,6	105,2	266,4	88,8	197,6	65,9
0,200	400,6	133,5	302,3	100,8	216,3	72,1
0,300	578,6	192,9	415,7	138,6	300,3	100,1
0,400	796,3	265,4	587,6	195,9	421,3	140,4
0,500	976,2	325,4	748,6	249,5	600,4	200,1

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)

MOLDE N°	Presión (lb/plg2)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	105,20	10,52%	1,173	133,53	8,90%	1,173
2	88,80	8,88%	1,079	100,77	6,72%	1,079
3	65,87	6,59%	1,003	72,10	4,81%	1,003

ENSAYO CBR DE LABORATORIO



Densidad Seca Máxima:	1,205 gr/cm3
-----------------------	--------------

DSM	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	1,145	10,08
		8,32

MUESTRA 6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Parroquia: Pinlopata
 Vía: Pinlopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 25-Feb-2020
 Muestra: 6

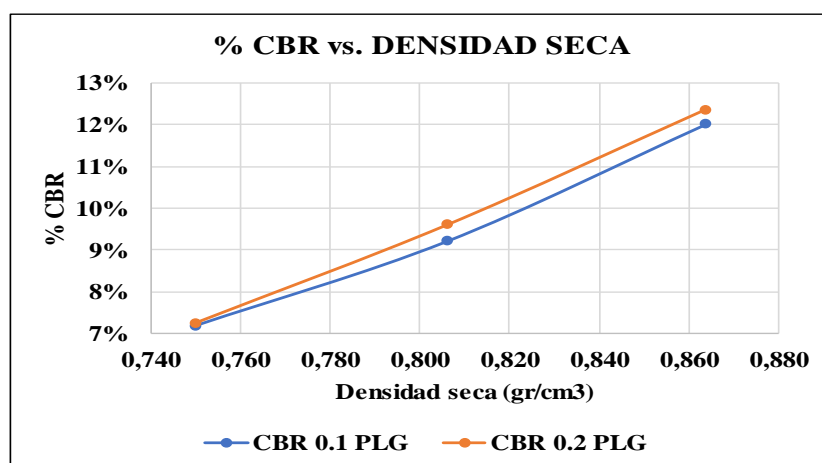
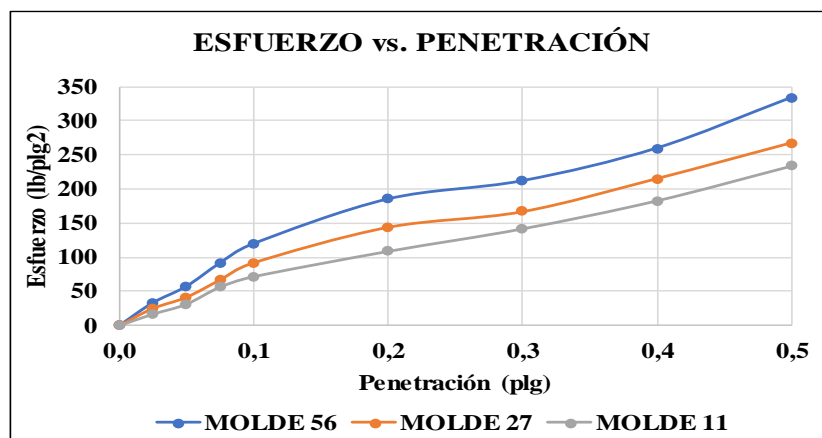
Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 193 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. M^c. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 717182 Y: 9871566

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO		PESO DEL MARTILLO:		10 lb	
NORMA:	AASHTO T-180		ALTURA DE CAIDA:		18"	
PESO MUESTRA (gr):	6000		CONT. HUMEDAD OPTIMO (%):		66.40	
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE N°	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
DATOS DEL MOLDEO						
Muestra húmeda + molde (gr)	9812		9478		9098	
Masa Molde (gr)	6574		6435		6243	
Masa Muestra Húmeda (gr)	3238		3043		2855	
Volumen Muestra (cm ³)	2264.61		2268.33		2253.34	
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.430		1.342		1.257	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	25	2	72	43	45	19
P. Hum. + Recipiente	142.5	141.6	159.4	150.3	146.7	150.8
P. Seco + Recipiente	94.6	96.4	107.8	100.2	97.9	98.5
Peso Recipiente	24.8	24	31.3	23.6	26.7	23.1
Peso Agua	47.9	45.2	51.6	50.1	48.8	52.3
Peso de Sólidos	69.8	72.4	76.5	76.6	71.2	75.4
Contenido Humedad %	68.62	62.43	67.45	65.40	68.54	69.36
Con. Hum. Prom. %	65.53		66.43		68.95	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	0.864		0.806		0.750	
DATOS DESPUES DE LA SATURACION						
Muestra húmeda + molde (gr)	10800		10555		10289	
Masa Molde (gr)	6574		6435		6243	
Masa Muestra Húmeda (gr)	4226		4120		4046	
Masa Agua Absorbida	988		1077		1191	
% Agua Absorbida	30.51%		35.39%		41.72%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	42	27	20	16	11	47
P. Hum. + Recipiente	151.4	152.3	151.4	157.1	180.6	168.4
P. Seco + Recipiente	102.4	101.7	98.6	102.7	117.4	116.3
Peso Recipiente	31.7	25.2	24.7	24.2	30.8	46.4
Peso Agua	49	50.6	52.8	54.4	63.2	52.1
Peso de Sólidos	70.7	76.5	73.9	78.5	86.6	69.9
Contenido Humedad %	69.31	66.14	71.45	69.30	72.98	74.54
Con. Hum. Prom. %	67.73		70.37		73.76	

ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
0,025	100,3	33,4	75,4	25,1	50,6	16,9
0,050	172,4	57,5	124,6	41,5	94,3	31,4
0,075	274,6	91,5	200,3	66,8	169,3	56,4
0,100	359,8	119,9	275,9	92,0	215,4	71,8
0,200	555,4	185,1	431,6	143,9	326,4	108,8
0,300	635,4	211,8	500,3	166,8	425,3	141,8
0,400	778,2	259,4	645,3	215,1	548,2	182,7
0,500	999,6	333,2	802,3	267,4	700,45	233,5

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)						
MOLDE N°	Presión (lb/plg2)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	119,93	11,99%	0,864	185,13	12,34%	0,864
2	91,97	9,20%	0,806	143,87	9,59%	0,806
3	71,80	7,18%	0,750	108,80	7,25%	0,750

ENSAYO CBR DE LABORATORIO



Densidad Seca Máxima:	0,902 gr/cm3
-----------------------	--------------

DSM	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	0,857	11,6
		12,1

MUESTRA 7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Parroquia: Pinillopata
 Vía: Pinillopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 25-Feb-2020
 Muestra: 7

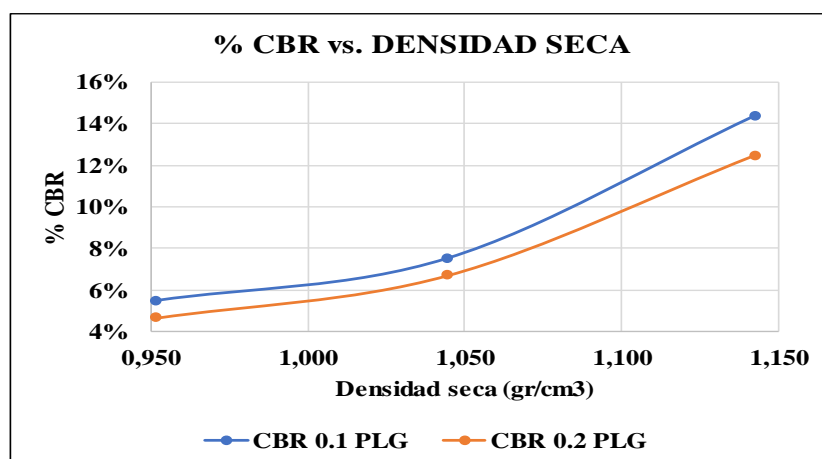
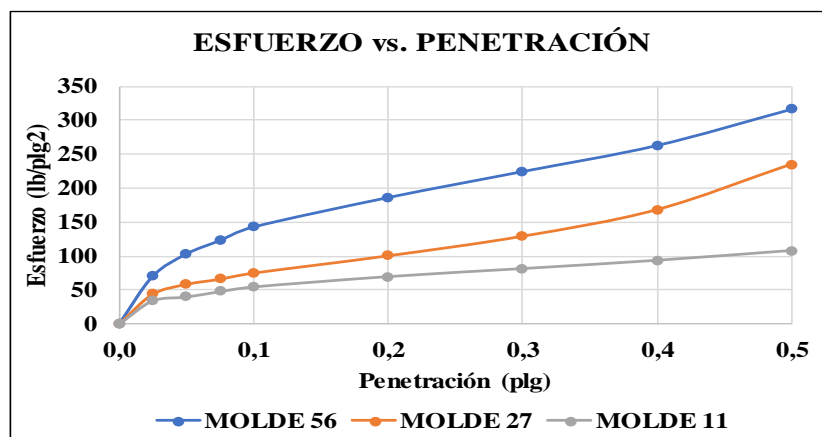
Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 193 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 716770 Y: 9871617

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	PROCT OR. MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:		10 lb		
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:		18 "		
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD OPTIMO (%):		39.10		
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE N°	1	2	3			
N° de Capas	5	5	5			
N° de Golpes	56	27	11			
DATOS DEL MOLDEO						
Muestra húmeda + molde (gr)	10154	9754	9247			
Masa Molde (gr)	6574	6435	6243			
Masa Muestra Húmeda (gr)	3580	3319	3004			
Volumen Muestra (cm ³)	2264.61	2268.33	2253.34			
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.581	1.463	1.333			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	25	2	72	43	45	19
P. Hum. + Recipiente	122.4	121.5	139.6	129.4	127.1	131.4
P. Seco + Recipiente	95.4	94.4	109.7	98.1	99.3	99.4
Peso Recipiente	24.8	24	31.3	23.6	26.7	23.1
Peso Agua	27	27.1	29.9	31.3	27.8	32
Peso de Sólidos	70.6	70.4	78.4	74.5	72.6	76.3
Contenido Humedad %	38.24	38.49	38.14	42.01	38.29	41.94
Con. Hum. Prom. %	38.37		40.08		40.12	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.142		1.045		0.951	
DATOS DESPUES DE LA SATURACION						
Muestra húmeda + molde (gr)	10842	10475	10045			
Masa Molde (gr)	6574	6435	6243			
Masa Muestra Húmeda (gr)	4268	4040	3802			
Masa Agua Absorbida	688	721	798			
% Agua Absorbida	19.22%		21.72%		26.56%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	42	27	20	16	11	47
P. Hum. + Recipiente	137.4	139.6	140.3	141.6	165.4	157.4
P. Seco + Recipiente	104.2	105.1	100.9	102.3	116.3	118.4
Peso Recipiente	31.7	25.2	24.7	24.2	30.8	46.4
Peso Agua	33.2	34.5	39.4	39.3	49.1	39
Peso de Sólidos	72.5	79.9	76.2	78.1	85.5	72
Contenido Humedad %	45.79	43.18	51.71	50.32	57.43	54.17
Con. Hum. Prom. %	44.49		51.01		55.80	

ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
0,025	211,6	70,5	131,5	43,8	102,6	34,2
0,050	310,7	103,6	175,6	58,5	119,6	39,9
0,075	370,5	123,5	198,4	66,1	143,5	47,8
0,100	430,5	143,5	225,4	75,1	164,3	54,8
0,200	560,5	186,8	301,5	100,5	209,7	69,9
0,300	675,4	225,1	387,6	129,2	245,1	81,7
0,400	790,6	263,5	504,6	168,2	281,4	93,8
0,500	950,6	316,9	704,6	234,9	324,5	108,2

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)						
MOLDE N°	Presión (lb/plg2)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	143,50	14,35%	1,142	186,83	12,46%	1,142
2	75,13	7,51%	1,045	100,50	6,70%	1,045
3	54,77	5,48%	0,951	69,90	4,66%	0,951

ENSAYO CBR DE LABORATORIO



Densidad Seca Máxima:	1,189 gr/cm3
-----------------------	--------------

DSM	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	1,130	11,73

MUESTRA 8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Parroquia: Pítilopata
 Vía: Pítilopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 25-Feb-2020
 Muestra: 8

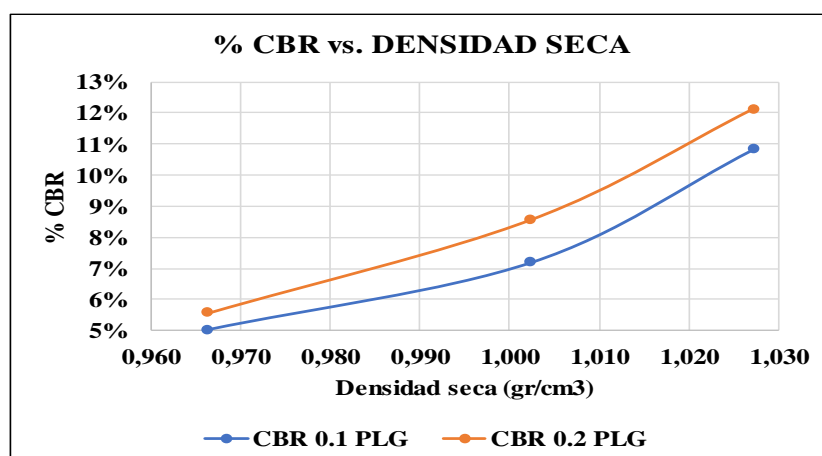
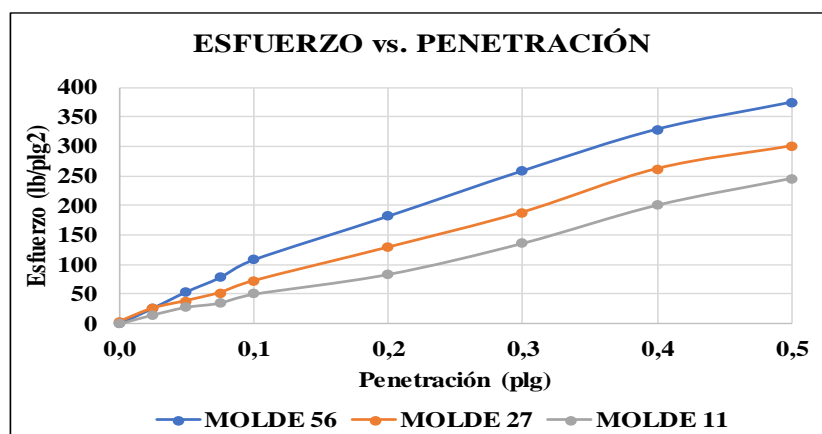
Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 193 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg. Milton Aldas
 Coordenadas: X: 716441 Y: 9871873

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO		PESO DEL MARTILLO:		10 lb	
NORMA:	AASHTO T-180		ALTURA DE CAIDA:		18"	
PESO MUESTRA (gr):	6000		CONT. HUMEDAD OPTIMO (%):		34.20	
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE N°	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
DATOS DEL MOLDEO						
Muestra húmeda + molde (gr)	9711		9475		9148	
Masa Molde (gr)	6574		6435		6243	
Masa Muestra Húmeda (gr)	3137		3040		2905	
Volumen Muestra (cm ³)	2264.61		2268.33		2253.34	
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.385		1.340		1.289	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	25	2	72	43	45	19
P. Hum. + Recipiente	121.5	119.6	135.1	123.7	122.5	127.8
P. Seco + Recipiente	96.8	94.6	108.7	98.7	98.3	101.8
Peso Recipiente	24.8	24	31.3	23.6	26.7	23.1
Peso Agua	24.7	25	26.4	25	24.2	26
Peso de Sólidos	72	70.6	77.4	75.1	71.6	78.7
Contenido Humedad %	34.31	35.41	34.11	33.29	33.80	33.04
Con. Hum. Prom. %	34.86		33.70		33.42	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.027		1.002		0.966	
DATOS DESPUES DE LA SATURACION						
Muestra húmeda + molde (gr)	10475		10265		9974	
Masa Molde (gr)	6574		6435		6243	
Masa Muestra Húmeda (gr)	3901		3830		3731	
Masa Agua Absorbida	764		790		826	
% Agua Absorbida	24.35%		25.99%		28.43%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	42	27	20	16	11	47
P. Hum. + Recipiente	134.7	136.9	136.4	138.6	167.6	155.2
P. Seco + Recipiente	106.2	106.3	101.6	105.3	117.6	120.3
Peso Recipiente	31.7	26.2	24.7	24.2	30.8	46.4
Peso Agua	29.5	30.6	34.8	33.3	50	34.9
Peso de Sólidos	73.5	81.1	76.9	81.1	86.8	73.9
Contenido Humedad %	40.14	37.73	45.25	41.06	57.60	47.23
Con. Hum. Prom. %	38.93		43.16		52.41	

ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0,000	0,0	0,0	8,0	2,7	0	0,0
0,025	79,2	26,4	75,8	25,3	45,6	15,2
0,050	162,3	54,1	114,5	38,2	84,7	28,2
0,075	234,5	78,2	155,6	51,9	105,6	35,2
0,100	324,6	108,2	215,4	71,8	150,4	50,1
0,200	545,6	181,9	385,6	128,5	250,3	83,4
0,300	775,6	258,5	563,7	187,9	407,2	135,7
0,400	986,3	328,8	784,6	261,5	599,8	199,9
0,500	1123,3	374,4	900,5	300,2	735,6	245,2

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)						
MOLDE N°	Presión (lb/plg2)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	108,20	10,82%	1,027	181,87	12,12%	1,027
2	71,80	7,18%	1,002	128,53	8,57%	1,002
3	50,13	5,01%	0,966	83,43	5,56%	0,966

ENSAYO CBR DE LABORATORIO



Densidad Seca Máxima:	1,037 gr/cm3
-----------------------	--------------

DSM	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	0,985	6
		7

MUESTRA 9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Parroquia: Pinlopata
 Vía: Pinlopata - El Corazon
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 25-Feb-2020
 Muestra: 9

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 199 2013
 Ensayado por: Kleiton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Mg. Milton Aldas.
 Coordenadas: X: 716108 Y: 9871962

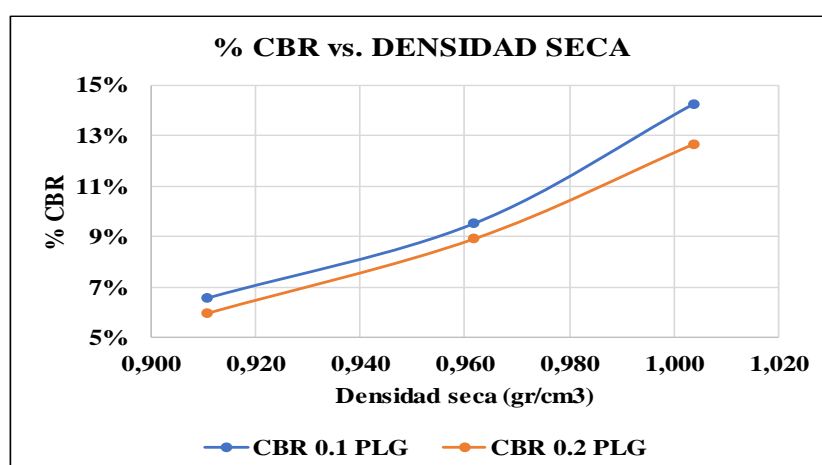
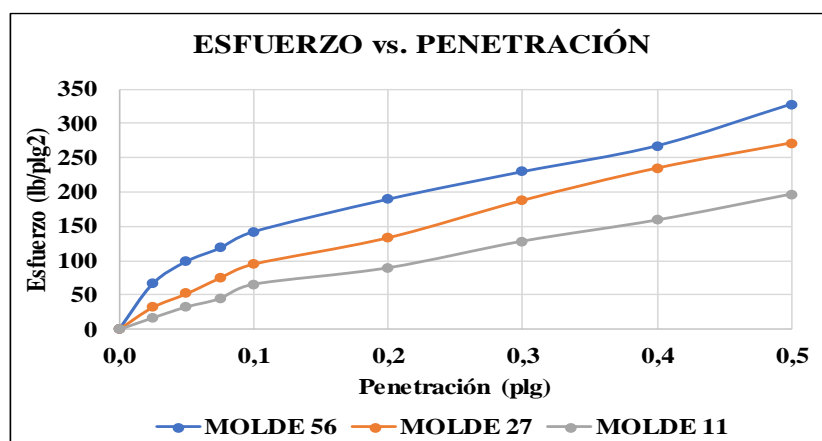
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:		10 lb		
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:		18"		
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD OPTIMO (%):		53.00		
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE Nº	1	2	3			
Nº de Capas	5	5	5			
Nº de Golpes	56	27	11			
DATOS DEL MOLDEO						
Muestra húmeda + molde (gr)	10045	9771	9387			
Masa Molde (gr)	6574	6435	6243			
Masa Muestra Húmeda (gr)	3471	3336	3144			
Volumen Muestra (cm ³)	2264.61	2268.33	2253.34			
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.533	1.471	1.395			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente Nº	25	2	72	43	45	19
P. Hum. + Recipiente	130.4	128.2	144.3	133.4	132.6	138.7
P. Seco + Recipiente	94.1	92.1	105.4	95.2	95.7	98.7
Peso Recipiente	24.8	24	31.3	23.6	26.7	23.1
Peso Agua	36.3	36.1	38.9	38.2	36.9	40
Peso de Sólidos	69.3	68.1	74.1	71.6	69	75.6
Contenido Humedad %	52.38	53.01	52.50	53.35	53.48	52.91
Con. Hum. Prom. %	52.70		52.92		53.19	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.004		0.982		0.911	
DATOS DESPUES DE LA SATURACION						
Muestra húmeda + molde (gr)	10874	10647	10845			
Masa Molde (gr)	6574	6435	6243			
Masa Muestra Húmeda (gr)	4300	4212	4102			
Masa Agua Absorbida	829	876	958			
% Agua Absorbida	23.88%	25.26%	30.47%			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente Nº	42	27	20	16	11	47
P. Hum. + Recipiente	1462	148.7	148.7	149.3	176.8	166.1
P. Seco + Recipiente	1064	104.9	102.4	101.9	119.2	118.7
Peso Recipiente	31.7	25.2	24.7	24.2	30.8	46.4
Peso Agua	39.8	43.8	46.3	47.4	57.6	47.4
Peso de Sólidos	74.7	79.7	77.7	77.7	88.4	72.3
Contenido Humedad %	53.28	54.96	59.59	61.00	65.16	65.56
Con. Hum. Prom. %	54.12		60.30		65.36	

ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
0,025	199,4	66,5	96,4	32,1	50,8	16,9
0,050	297,3	99,1	155,6	51,9	98,4	32,8
0,075	355,4	118,5	224,3	74,8	134,6	44,9
0,100	427,2	142,4	285,4	95,1	197,2	65,7
0,200	569,2	189,7	400,6	133,5	268,7	89,6
0,300	689,4	229,8	563,7	187,9	384,3	128,1
0,400	802,4	267,5	704,6	234,9	476,3	158,8
0,500	984,2	328,1	814,6	271,5	588,7	196,2

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)

MOLDE N°	Presión (lb/plg2)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	142,40	14,24%	1,004	189,73	12,65%	1,004
2	95,13	9,51%	0,962	133,53	8,90%	0,962
3	65,73	6,57%	0,911	89,57	5,97%	0,911

ENSAYO CBR DE LABORATORIO





Densidad Seca Máxima:	1,029 gr/cm3
-----------------------	--------------

DSM	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg	
95%	0,978	11,1	10,2

ANEXO 5.- ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO 1

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4+000 HASTA 7+900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"					
RUBRO:	REPLANTEO Y NIVELACION DEL TERRENO	N°	1	HOJA	
DESCRIPCIÓN:	PUNTOS DE REFERENCIA	Unidad:	Km	1 de 11	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor (5% de MO)					12.95
Equipo Topografico	1	150	150	14.00	2100.00
SUBTOTAL M					2112.95
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	1	3.60	3.6	14.00	50.4
Topografo 2 Exp. Mayor de 5 Años	1	4.04	4.04	14.00	56.56
Cadenero (Estruc. Ocup. D2)	2	3.65	10.86	14.00	152.04
SUBTOTAL N					259
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitari	Costo
			A	B	C=A*B
Pintura Esmalte		Ltr	1	5	5
Estacas de madera		U	5	0.5	2.5
Diana		U	5	12	60
Clavos de 2"		Kg	0.5	2.8	1.4
SUBTOTAL O					68.9
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitari	Costo
			A	B	C=A*B
SUBTOTAL P					0
Total costo directo (M+N+O+P)					2440.85
Indirectos y Utilidades				20%	488.17
Otros %					0.00
Costo total del rubro					2929.02
VALOR OFERTADO					2929.02
SON:DOS MIL NOVECIENTOS VEINTE Y NUEVE CON 02/100 DOLARES AMERICANOS					
EL PRECIO NO INCLUYE IVA					
AMBATO, 14 DE SEPTIEMBRE 2020			ELABORADO: KLEITON GUERRERO		

RUBRO 2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4+000 HASTA 7+900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

RUBRO:	DESBOSQUE, DESBROCE Y LIMPIEZA	Nº	2	HOJA
DESCRIPCIÓN:	Limpieza manual del perímetro del terreno	Unidad:	Ha	2 de 11

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor (5% de MO)					5.50
Excavadora de orugas	1	45	45	6.6700	300.15
Volqueta (8m3)	1	30	30	3.3000	99.00
Equipo Topográfico (DRONE)	1	1	1	3.30	3.30
SUBTOTAL M					407.95

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de Obra (Estruc. Ocup. C1)	0.01	4.05	0.04	6.67	0.27
Operador Retroexcavadora	1	4.04	4.04	6.67	26.95
Operador volqueta	1	5.29	5.29	6.67	35.28
Peón	4	3.60	14.4	3.30	47.52
SUBTOTAL N					110.02

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitari	Costo
		A	B	C=A*B
SUBTOTAL O				0

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitari	Costo
		A	B	C=A*B
SUBTOTAL P				0

Total costo directo (M+N+O+P)			517.97
Indirectos y Utilidades		20%	103.59
Otros %			0.00
Costo total del rubro			621.56
VALOR OFERTADO			621.56

SON: SEISCIENTOS VEINTE Y UNO CON 56/100 DOLARES AMERICANOS
EL PRECIO NO INCLUYE IVA

AMBATO, 14 DE SEPTIEMBRE 2020

ELABORADO: KLEITON GUERRERO

RUBRO 3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4+000 HASTA 7+900
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

RUBRO:	EXCAVACION SIN CLASIFICAR, INCLUYE DESALOJO DE HASTA 5 KM	Nº	3	HOJA
DESCRIPCIÓN:	Excavacion y desalojo	Unidad:	m ³	3 de 11

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor (5% de MO)					0.01
Excavadora de orugas	1	45	45	0.01	0.45
Tractor de orugas	1	45	45	0.01	0.45
Volqueta (12m3)	1	30	30	0.01	0.30
SUBTOTAL M					1.21

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1	3.60	3.6	0.01	0.04
Op. Excavadora Oruga	1	4.04	4.04	0.01	0.04
Operador Tractor Oruga	1	4.04	4.04	0.01	0.04
Chofer Profesional	1	5.29	5.29	0.01	0.05
Residente de Obra	1	4.05	4.05	0.01	0.04
SUBTOTAL N					0.21

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
		A	B	C=A*B
SUBTOTAL O				0

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
		A	B	C=A*B
SUBTOTAL P				0

Total costo directo (M+N+O+P)			1.42
Indirectos y Utilidades		20%	0.28
Otros %			0.00
Costo total del rubro			1.70
VALOR OFERTADO			1.70

SON: UNO CON 70/100 DOLARES AMERICANOS
EL PRECIO NO INCLUYE IVA

AMBATO, 14 DE SEPTIEMBRE 2020

ELABORADO: KLEITON GUERRERO

RUBRO 4



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4+000 HASTA 7+900
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

RUBRO:	ESCOBRERA DEL SECTOR	Nº	4	HOJA
DESCRIPCIÓN:	Compactacion	Unidad:	m ³	4 de 11

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor (5% de MO)					0.01
Excavadora de orugas	1	45	45	0.01	0.45
Tractor de orugas	1	45	45	0.01	0.45
SUBTOTAL M					0.91

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Oper. Excavadora de Oruga	1	4.04	4.04	0.01	0.04
Oper. Tractor	1	4.04	4.04	0.01	0.04
Peon	1	3.60	3.6	0.01	0.04
SUBTOTAL N					0.12

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
		A	B	C=A*B
SUBTOTAL O				0

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
		A	B	C=A*B
SUBTOTAL P				0

Total costo directo (M+N+O+P)			1.03
Indirectos y Utilidades	20%		0.21
Otros %			0.00
Costo total del rubro			1.24
VALOR OFERTADO			1.24

SON: UNO CON 24/100 DOLARES AMERICANOS
EL PRECIO NO INCLUYE IVA

AMBATO, 14 DE SEPTIEMBRE 2020

ELABORADO: KLEITON GUERRERO

RUBRO 5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4+000 HASTA 7+900
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

RUBRO:	RELLENO NATURAL COMPACTADO	Nº	5	HOJA
DESCRIPCIÓN:	Nivelacion y compactacion	Unidad:	m ³	5 de 11

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor (5% de MO)					0.01
Volqueta	1	30	30	0.03	0.84
Cargadora Frontal	1	40	40	0.03	1.12
SUBTOTAL M					1.97

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Oper. Cargadora Frontal	1	4.04	4.04	0.03	0.11
Chefer Profesional volqueta	1	5.29	5.29	0.03	0.15
SUBTOTAL N					0.26

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
		A	B	C=A*B
Material de relleno	m3	1	0	0
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
		A	B	C=A*B
SUBTOTAL P				0

Total costo directo (M+N+O+P)			2.23
Indirectos y Utilidades		20%	0.45
Otros %			0.00
Costo total del rubro			2.68
VALOR OFERTADO			2.68

SON: DOS CON 68/100 DOLARES AMERICANOS
EL PRECIO NO INCLUYE IVA

AMBATO, 14 DE SEPTIEMBRE 2020

ELABORADO: KLEITON GUERRERO

RUBRO 6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4+000 HASTA 7+900
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

RUBRO:	SUB-BASE CLASE	N°	6	HOJA
DESCRIPCIÓN:	Limpieza manual del perímetro del terreno	Unidad:	Ha	6 de 11

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor (5% de MO)					0.02
Motoniveladora	1	45	45	0.02	0.90
Criba de rieles	1	5	5	0.02	0.10
Rodillo liso vibratorio	1	30	30	0.02	0.60
Cargadora frontal	1	40	40	0.02	0.80
Tanquero de agua	1	25	25	0.02	0.50
SUBTOTAL M					2.92

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Chofer: Tanquero de agua	1	5.29	5.29	0.02	0.11
Inspector de Obra	1	4.05	4.05	0.02	0.08
Peon	2	3.60	7.2	0.02	0.14
Oper. Rodillo Liso	1	3.85	3.85	0.02	0.08
Oper. Cargadora Frontal	1	4.04	4.04	0.02	0.08
SUBTOTAL N					0.49

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitari	Costo
		A	B	C=A*B
Agua	m ³	0	0.5	0.05
Uso de Mina	m ³	1	0.3	0.36
Explotacion de material de mina a 20kn	m ³	1.2	1	1.2
SUBTOTAL O				1.61

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitari	Costo
		A	B	C=A*B
Explotacion de material de mina a 20kn	m ³	1.2	2	2.4
SUBTOTAL P				2.4

Total costo directo (M+N+O+P)	7.42
Indirectos y Utilidades	20%
Otros %	0.00
Costo total del rubro	8.90
VALOR OFERTADO	8.90

SON: OCHO CON 90/100 DOLARES AMERICANOS
EL PRECIO NO INCLUYE IVA

AMBATO, 14 DE SEPTIEMBRE 2020

ELABORADO: KLEITON GUERRERO

RUBRO 7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4+000 HASTA 7+900
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

RUBRO:	BASE CLASE	Nº	7	HOJA
DESCRIPCIÓN:	Puntos de referencia	Unidad:	Km	7 de 11

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor (5% de MO)					0.06
Motoniveladora	1	45	45	0.04	1.80
Cargadora Frontal	1	40	40	0.04	1.60
Tanquero de Agua	1	25	25	0.04	1.00
Rodillo Liso Vibratorio	1	30	30	0.04	1.20
SUBTOTAL M					5.66

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Oper. Plan Trituradora	1	3.85	3.85	0.04	0.15
Chofer Tanquero de Agua	1	5.29	5.29	0.04	0.21
Inspector de Obra	1	4.05	4.05	0.04	0.16
Peon	3	3.60	10.8	0.04	0.43
Oper. Rodillo Liso	1	3.85	3.85	0.04	0.15
Oper. Cargadora Frontal	1	4.04	4.04	0.04	0.16
SUBTOTAL N					1.26

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
		A	B	C=A*B
Agua	m3	0.10	0.5	0.05
Uso de Mina	m3	1.20	0.3	0.36
Explotacion de material de mina a 20kn	m3	1.20	1	1.2
SUBTOTAL O				1.61

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
		A	B	C=A*B
Explotacion de material de mina a 20kn	m3	1.2	2	2.4
SUBTOTAL P				2.4

Total costo directo (M+N+O+P)			10.93
Indirectos y Utilidades			20%
			2.19
Otros %			0.00
Costo total del rubro			13.12
VALOR OFERTADO			13.12

SON: TRECE CON 12/100 DOLARES AMERICANOS
EL PRECIO NO INCLUYE IVA

AMBATO, 14 DE SEPTIEMBRE 2020

ELABORADO: KLEITON GUERRERO

RUBRO 8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4+000 HASTA 7+900
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

RUBRO:	DESALOJO DEL MATERIAL FINAL	Nº	8	HOJA
DESCRIPCIÓN:	Excavacion y desalojo	Unidad:	m ³	8 de 11

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor (5% de MO)					0.02
Cargadora Frontal	1	40	40	0.04	1.68
Volqueta (12m ³)	1	30	30	0.04	1.26
SUBTOTAL M					2.96

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Oper. Cargadora Frontal	1	4.04	4.04	0.04	0.17
Chofer Profesional	1	5.29	5.29	0.04	0.22
SUBTOTAL N					0.39

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
		A	B	C=A*B
SUBTOTAL O				0

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
		A	B	C=A*B
SUBTOTAL P				0

Total costo directo (M+N+O+P)			3.35
Indirectos y Utilidades			20% 0.67
Otros %			0.00
Costo total del rubro			4.02
VALOR OFERTADO			4.02

SON: CUATRO CON 02/100 DOLARES AMERICANOS

EL PRECIO NO INCLUYE IVA

AMBATO, 14 DE SEPTIEMBRE 2020

ELABORADO: KLEITON GUERRERO

RUBRO 9

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA		FICM		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4+000 HASTA 7+900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"					
RUBRO:	CAPA DE RODADURA e= 10 cm	Nº	9 HOJA		
DESCRIPCIÓN:	Nivelacion y compactación	Unidad:	m³ 9 de 11		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor (5% de MO)					0.03
Planta de Asfalto 60 ton	1	145	145	0.01	1.45
Generador Electrico	1	26	26	0.01	0.26
Finisher 147 hp	1	70	70	0.01	0.70
Rodillo Tandem 134 hp	1	35	35	0.01	0.35
Rodillo Neumatico	1	35	35	0.01	0.35
Cardadora Frontal	1	40	40	0.01	0.40
SUBTOTAL M					3.54
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón (Estruc. Ocup. E2)	10	3.60	36	0.01	0.36
Oper. Rodillo Tandem	1	3.85	3.85	0.01	0.04
Oper. Rodillo Neumatico	1	3.50	3.5	0.01	0.04
Oper. Cargadora Frontal	1	4.04	4.04	0.01	0.04
Oper. Finisher	1	3.85	3.85	0.01	0.04
Inspector de Obra	1	4.05	4.05	0.01	0.04
SUBTOTAL N					0.56
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Asfalto	Gln	4.02	2.8	11.26	
Aditivo Magnabond	m3	0.02	15	0.3	
Diesel	gln	1	1.1	1.1	
Traslado Agregados para asfalto	m3	0.12	4.5	0.54	
SUBTOTAL O				13.20	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Traslado Agregados para asfalto	m3	0.12	2.65	0.318	
SUBTOTAL P				0.318	
Total costo directo (M+N+O+P)				17.61	
Indirectos y Utilidades				20%	3.52
Otros %					0.00
Costo total del rubro					21.14
VALOR OFERTADO					21.14
SON: VEINTE Y UNO CON 14/100 DOLARES AMERICANOS EL PRECIO NO INCLUYE IVA					
AMBATO, 14 DE SEPTIEMBRE 2020			ELABORADO: KLEITON GUERRERO		

RUBRO 10



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4+000 HASTA 7+900
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

RUBRO:	EXCAVACION PARA CUNETAS LATERALES	Nº	10	HOJA
DESCRIPCIÓN:	Exccavación, cunetas	Unidad:	m ³	10 de 11

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor (5% de MO)					0.02
Cargadora Frontal	1	40	40	0.02	0.72
Excavadora Oruga	1	45	45	0.02	0.81
Motoniveladora	1	45	45	0.02	0.81
SUBTOTAL M					2.36

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Oper. Excavadora Oruga	1	4.04	4.04	0.02	0.07
Oper. Cargadora Frontal	1	4.04	4.04	0.02	0.07
Oper. Motoniveladora	1	4.04	4.04	0.02	0.07
Peon	2	3.60	7.2	0.02	0.13
SUBTOTAL N					0.34

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
		A	B	C=A*B
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
		A	B	C=A*B
SUBTOTAL P				0

Total costo directo (M+N+O+P)			2.70
Indirectos y Utilidades		20%	0.54
Otros %			0.00
Costo total del rubro			3.24
VALOR OFERTADO			3.24

SON: TRES CON 24/100 DOLARES AMERICANOS
EL PRECIO NO INCLUYE IVA

AMBATO, 14 DE SEPTIEMBRE 2020

ELABORADO: KLEITON GUERRERO

RUBRO 11



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4+000 HASTA 7+900
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

RUBRO:	HORMIGONADO DE CUNETAS (fc=180 kg/cm2)	Nº	11	HOJA
DESCRIPCIÓN:	Excavación, cunetas	Unidad:	m ³	11 de 11

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor (5% de MO)					1.00
Concreteira 1 saco	1	5	5	0.55	2.75
Vibrador	1	4	4	0.55	2.20
SUBTOTAL M					5.95

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	8	3.60	28.8	0.55	15.84
Albañil	2	3.65	7.3	0.55	4.02
Mestro de Obra (Estruc. Ocup. C1)	1	4.04	4.04	0.06	0.22
SUBTOTAL N					20.08

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
		A	B	C=A*B
Cemento	kg	360.5	0.15	54.08
Arena	m ³	0.65	11.5	7.48
Ripio	m ³	0.95	11.5	10.93
Agua	m ³	0.22	0.5	0.11
Aditivo	m3	0.3	1.4	0.42
Encofrado	m2	2	4	8
SUBTOTAL O				81.01

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
		A	B	C=A*B
SUBTOTAL P				0

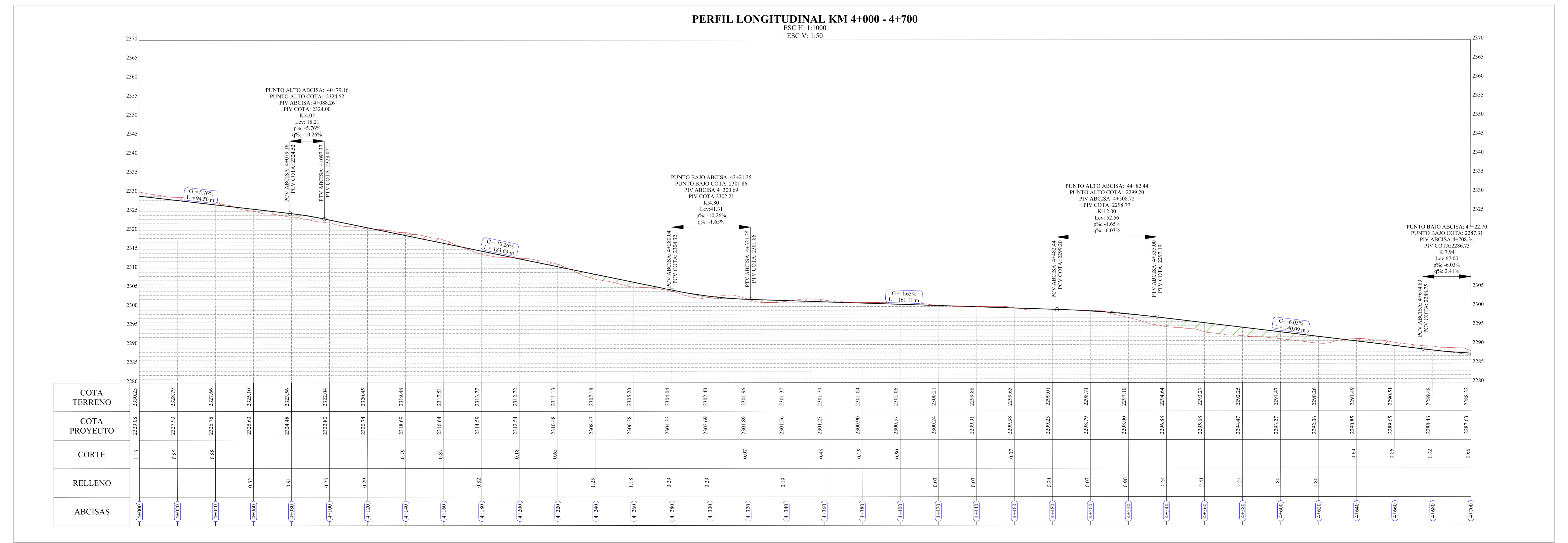
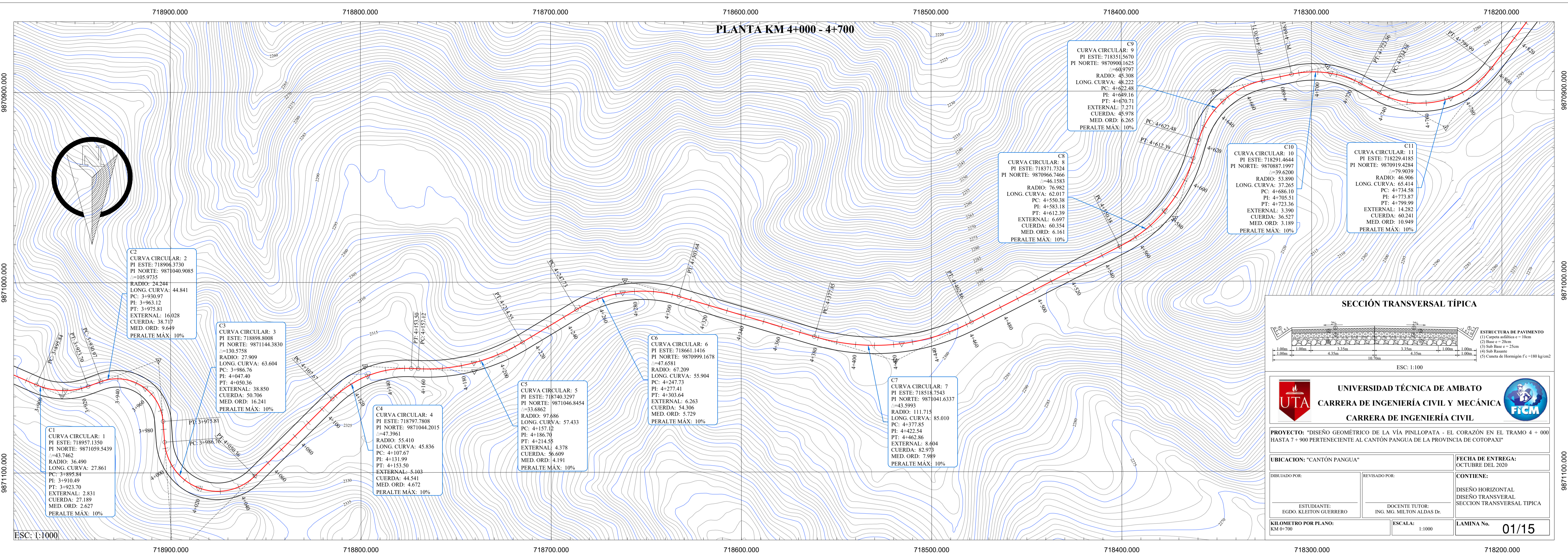
Total costo directo (M+N+O+P)			107.04
Indirectos y Utilidades	20%		21.41
Otros %			0.00
Costo total del rubro			128.44
VALOR OFERTADO			128.44

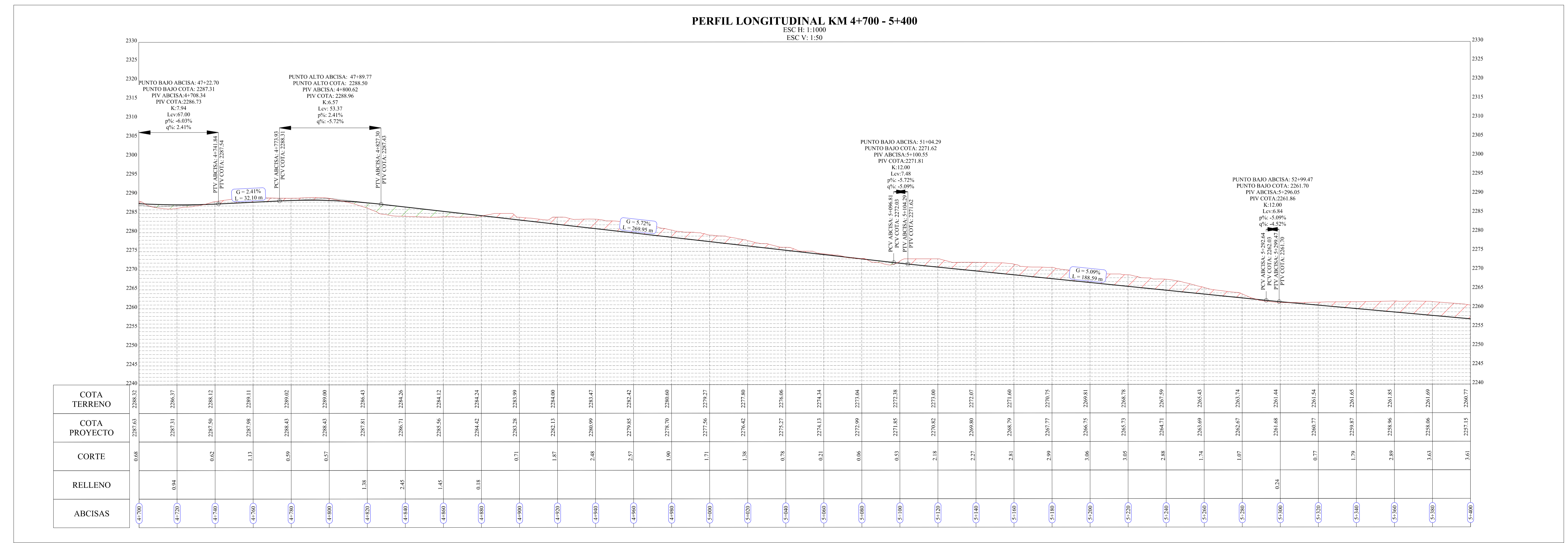
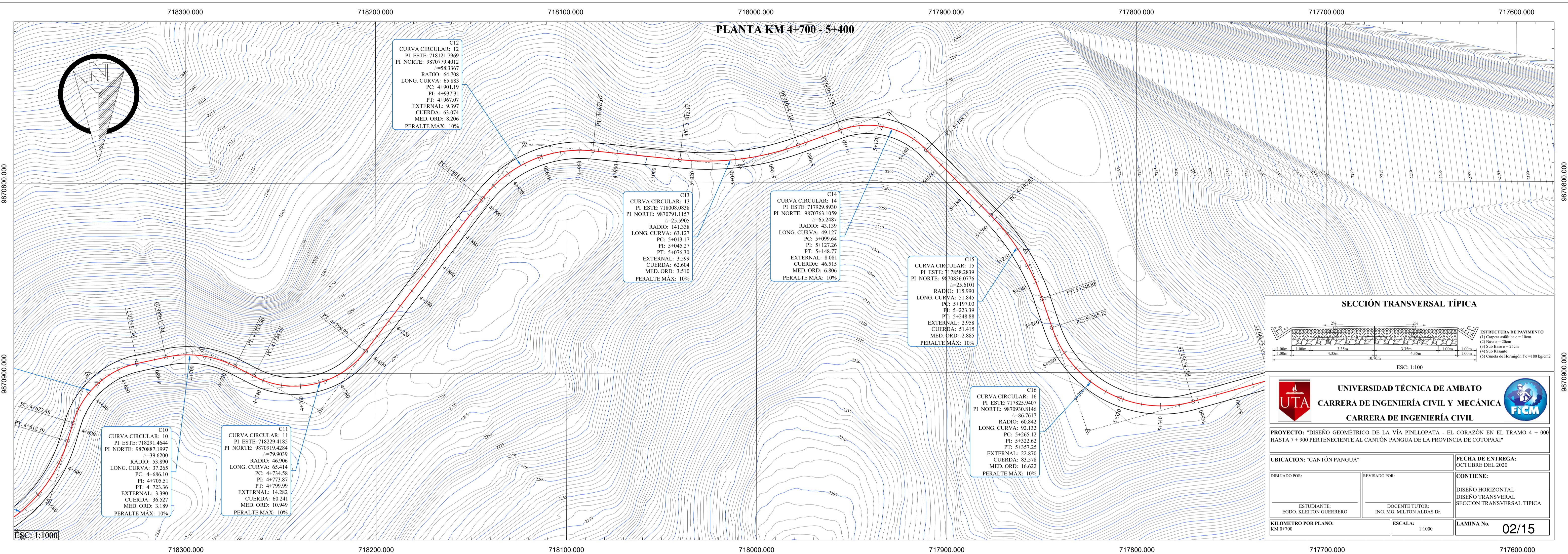
SON: CIENTO VEINTE Y OCHO CON 44/100 DOLARES AMERICANOS
EL PRECIO NO INCLUYE IVA

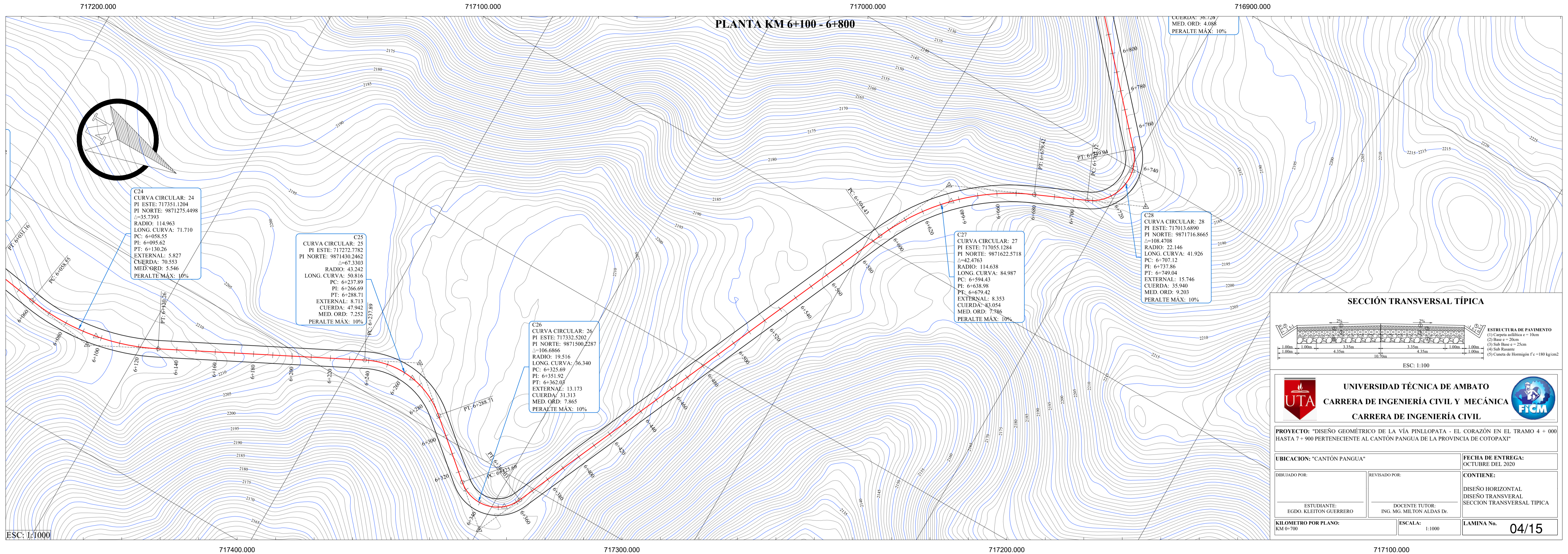
AMBATO, 14 DE SEPTIEMBRE 2020

ELABORADO: KLEITON GUERRERO

ANEXO 6.- PLANOS



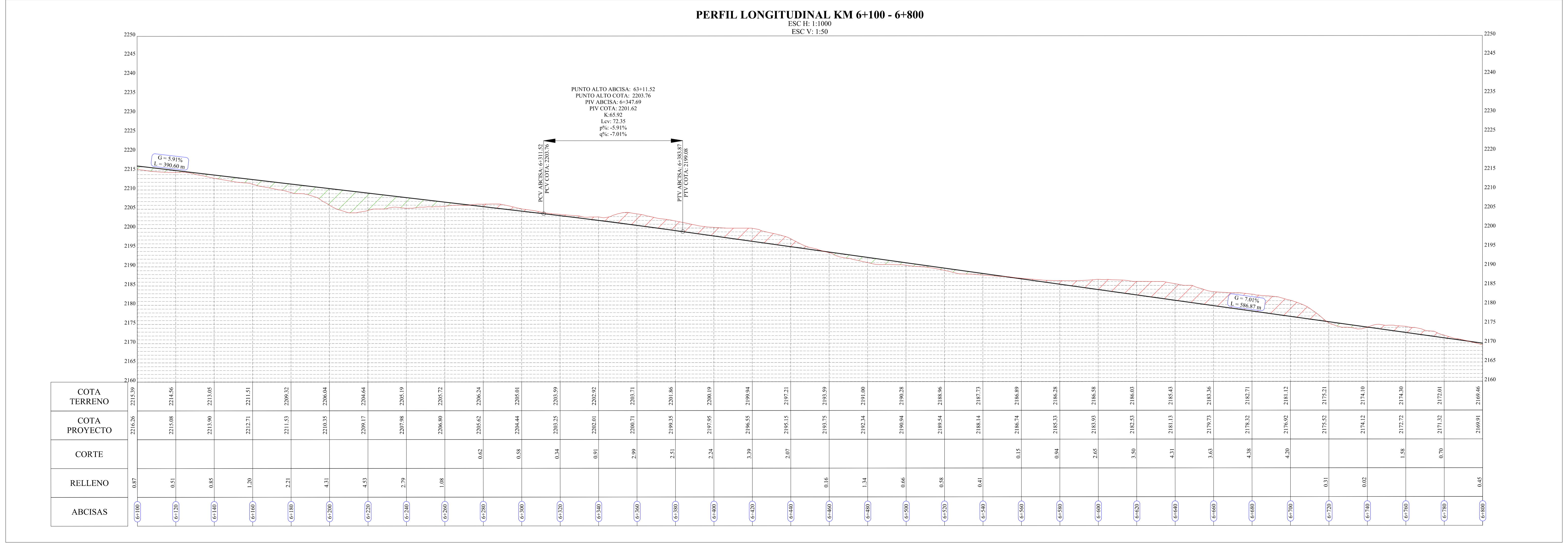


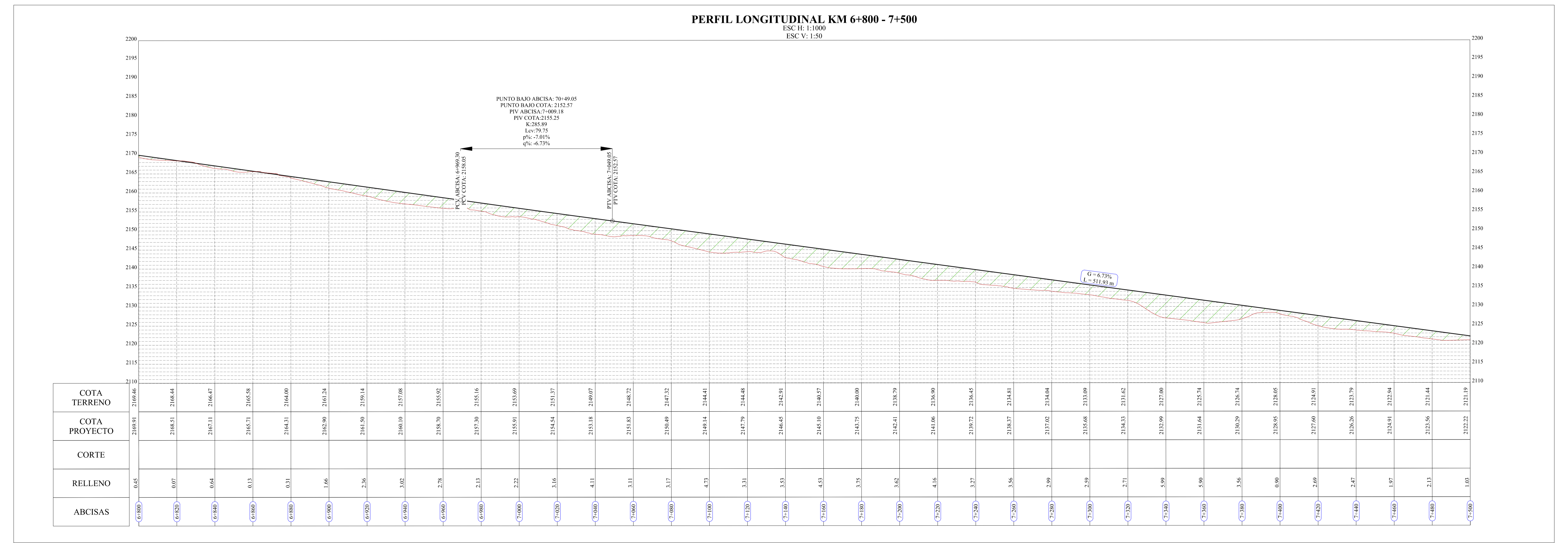
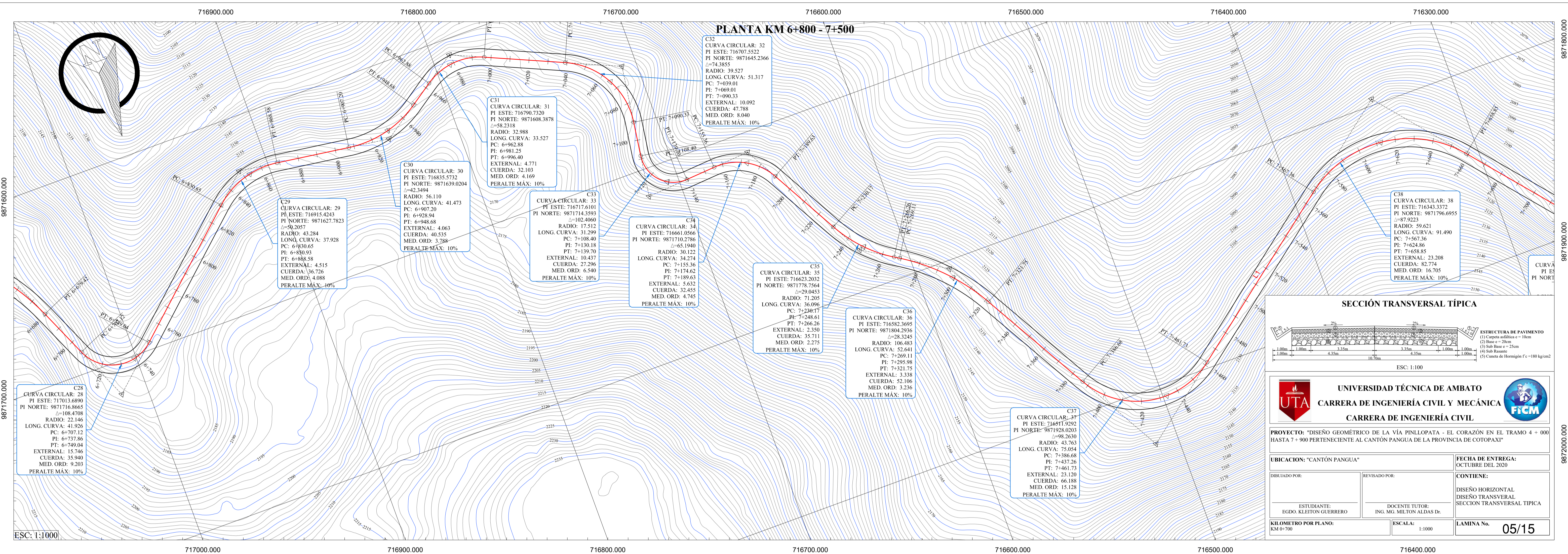


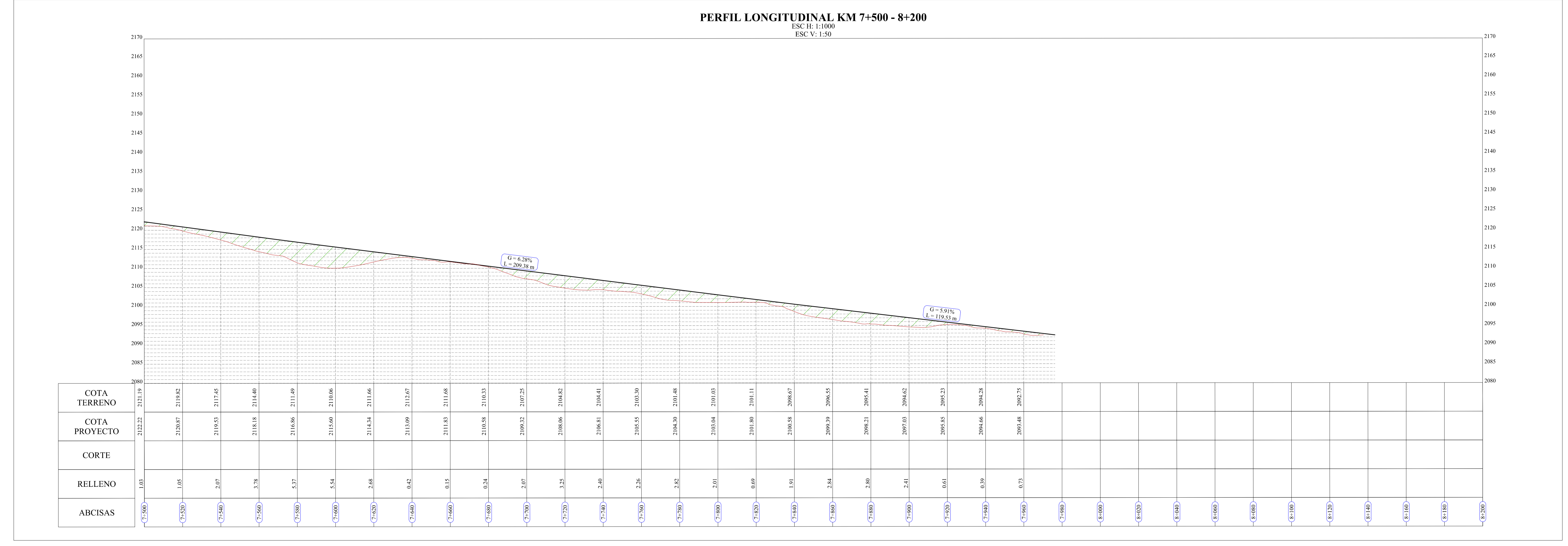
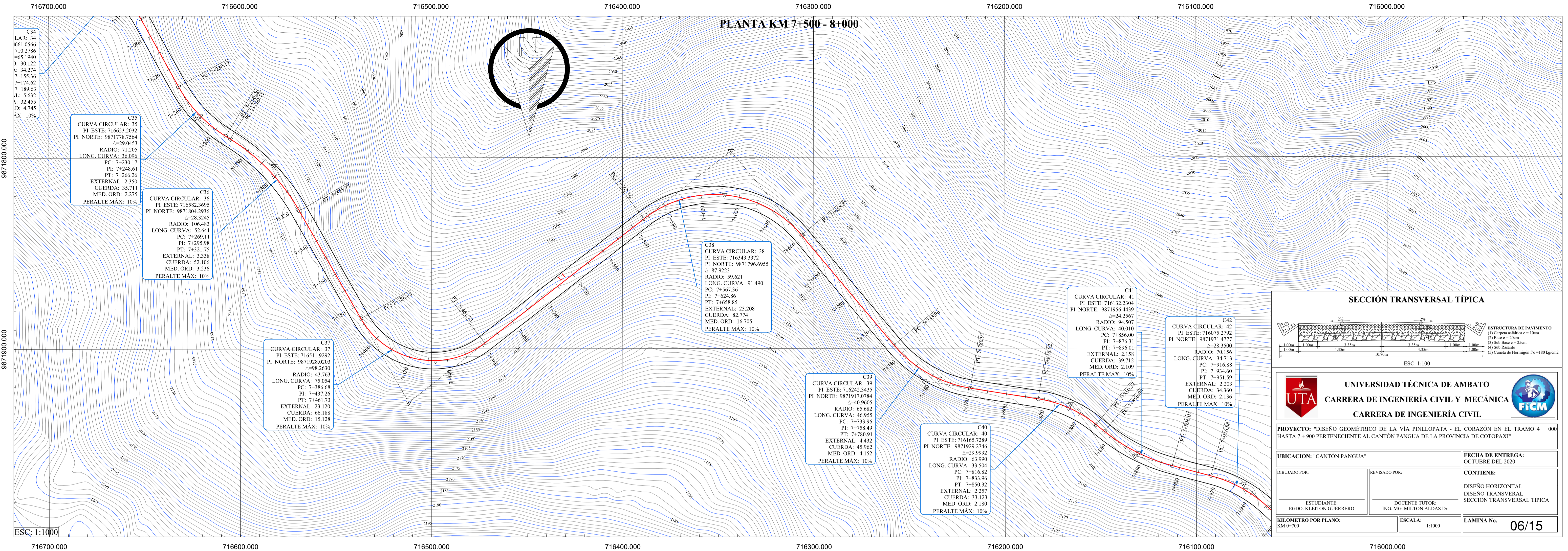
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

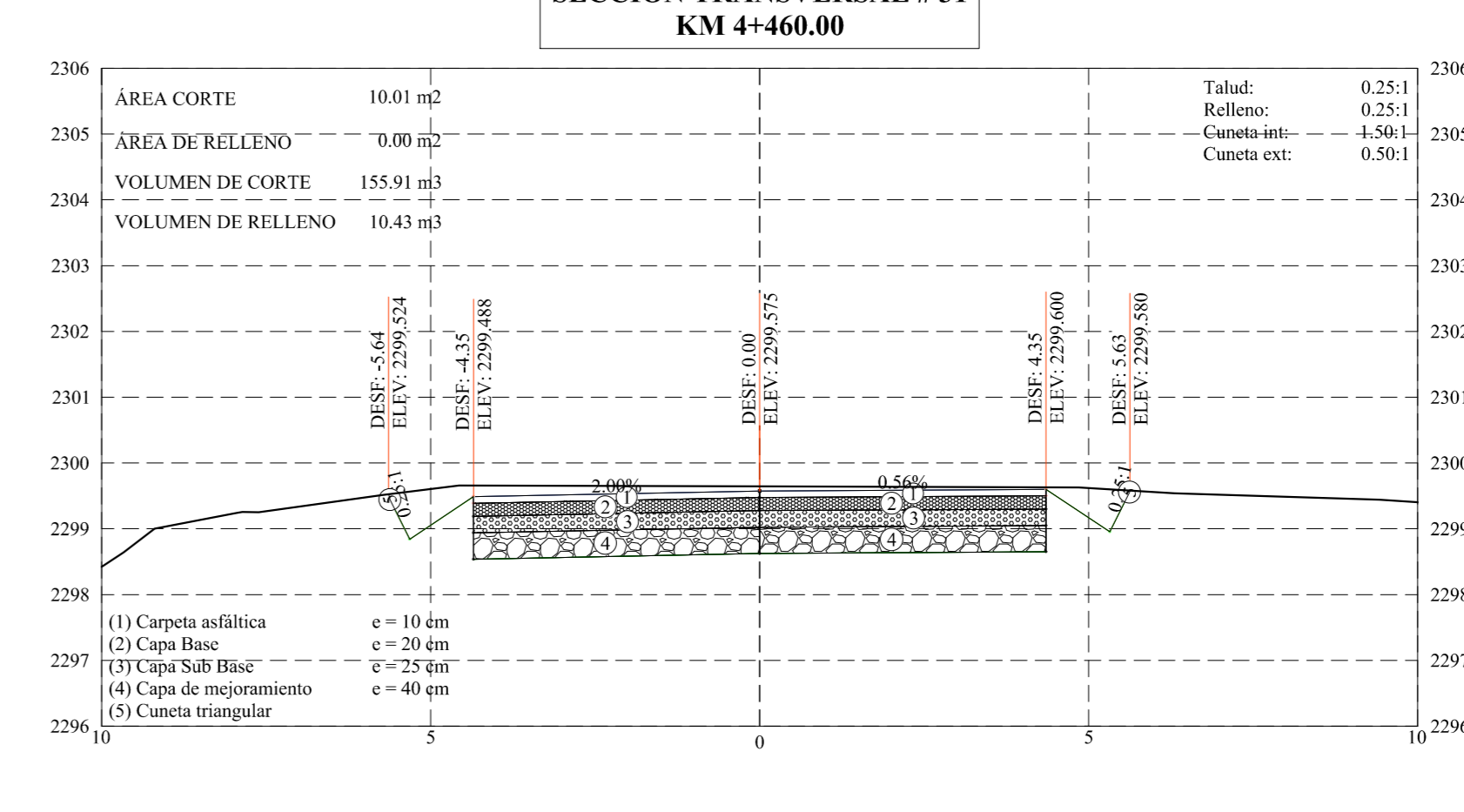
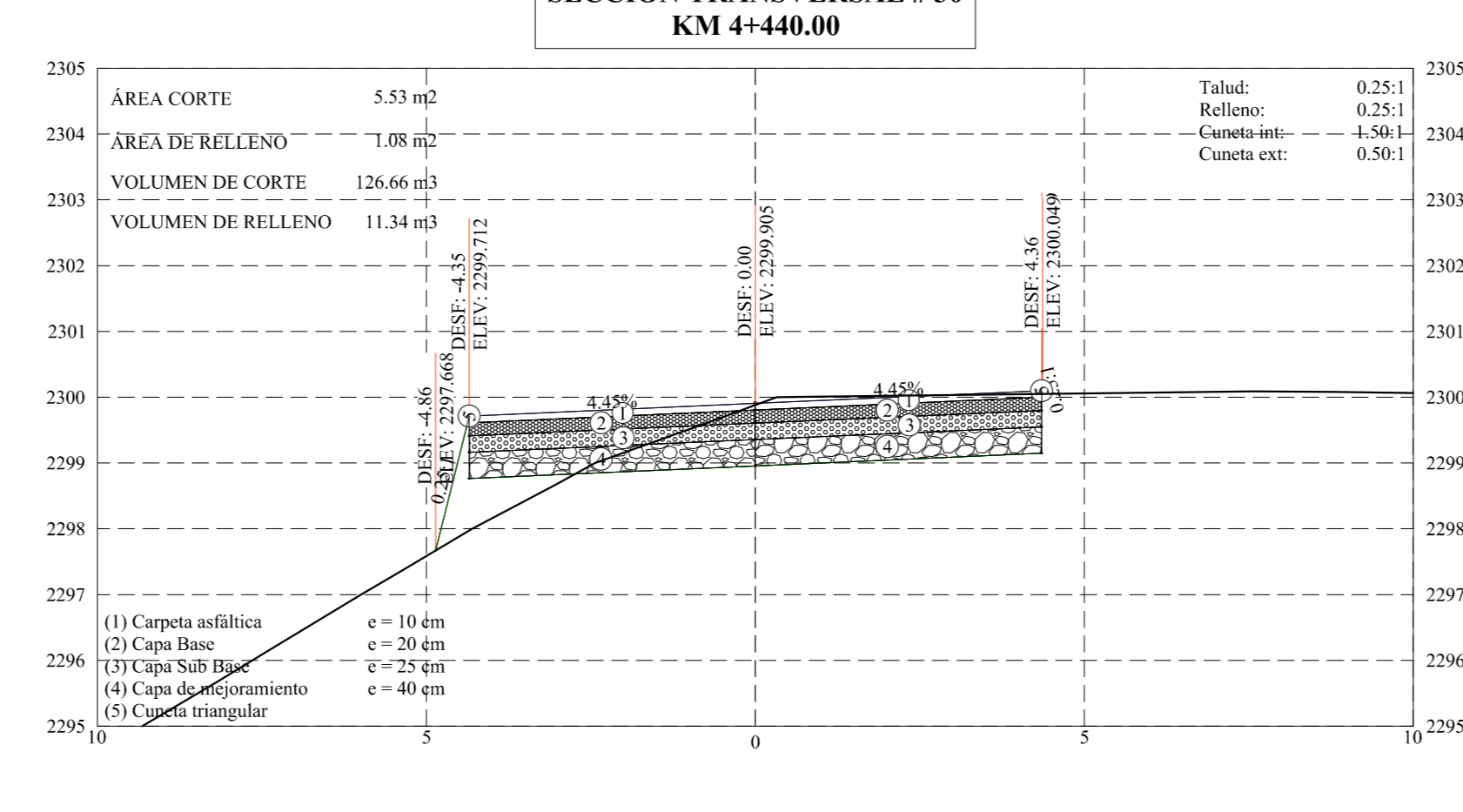
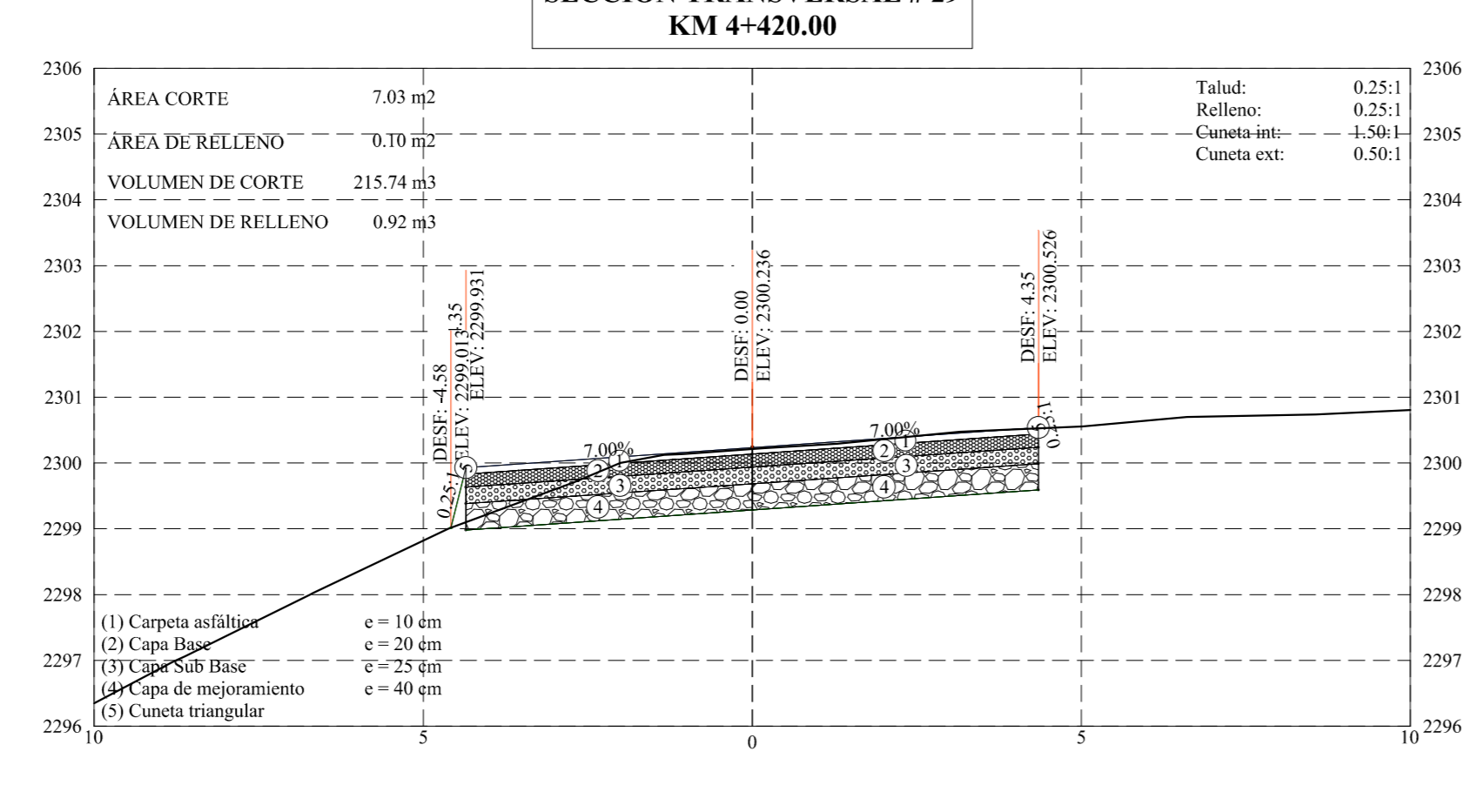
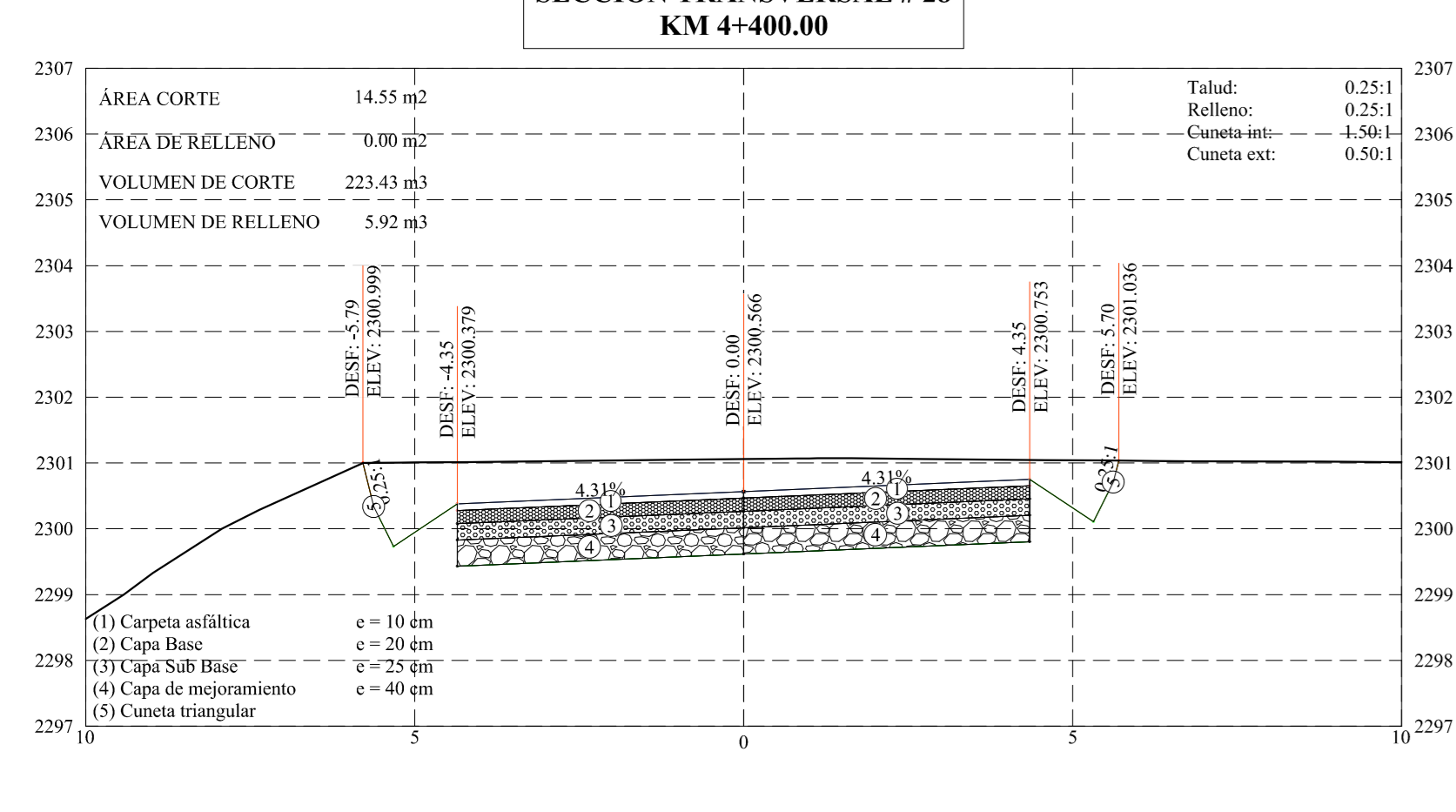
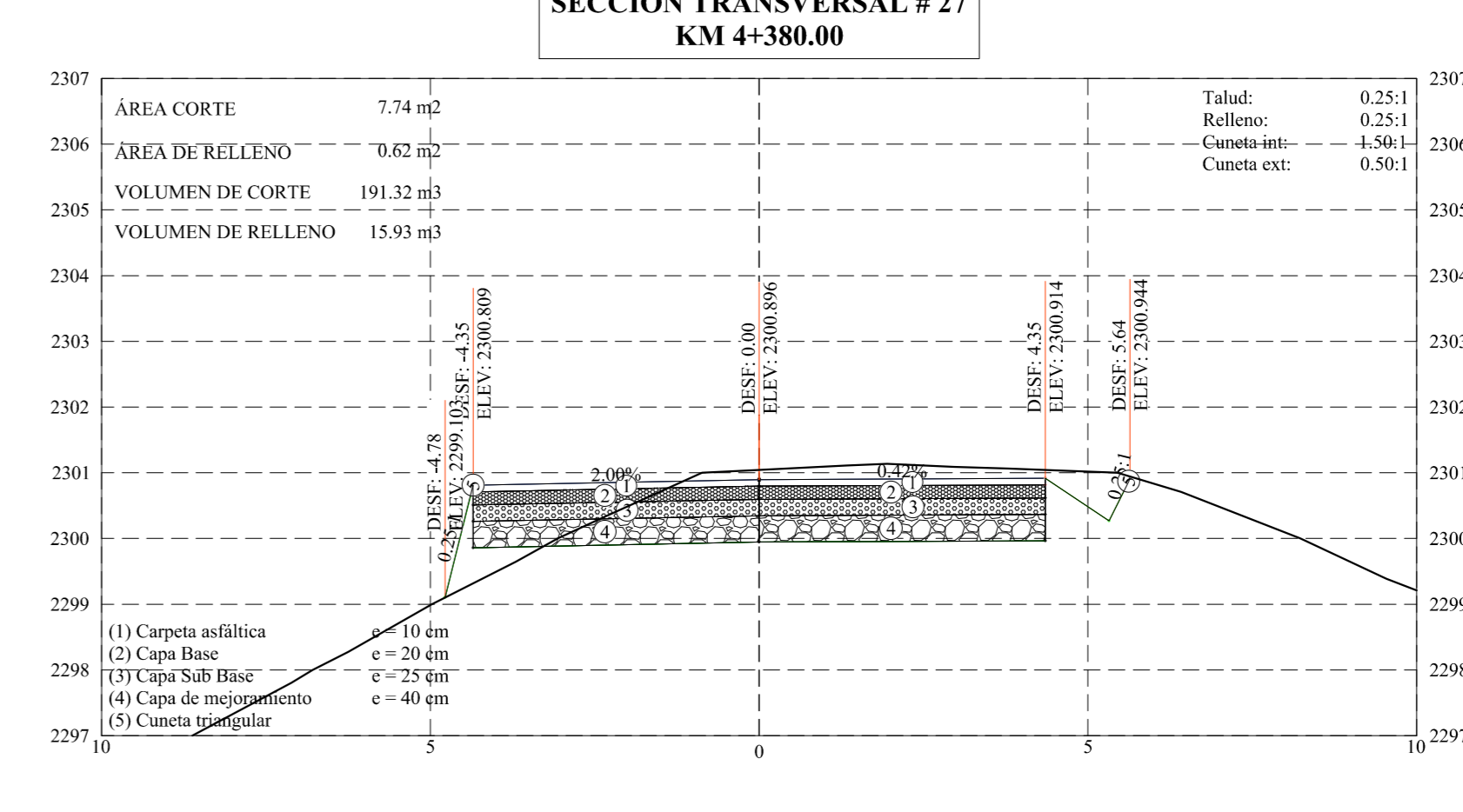
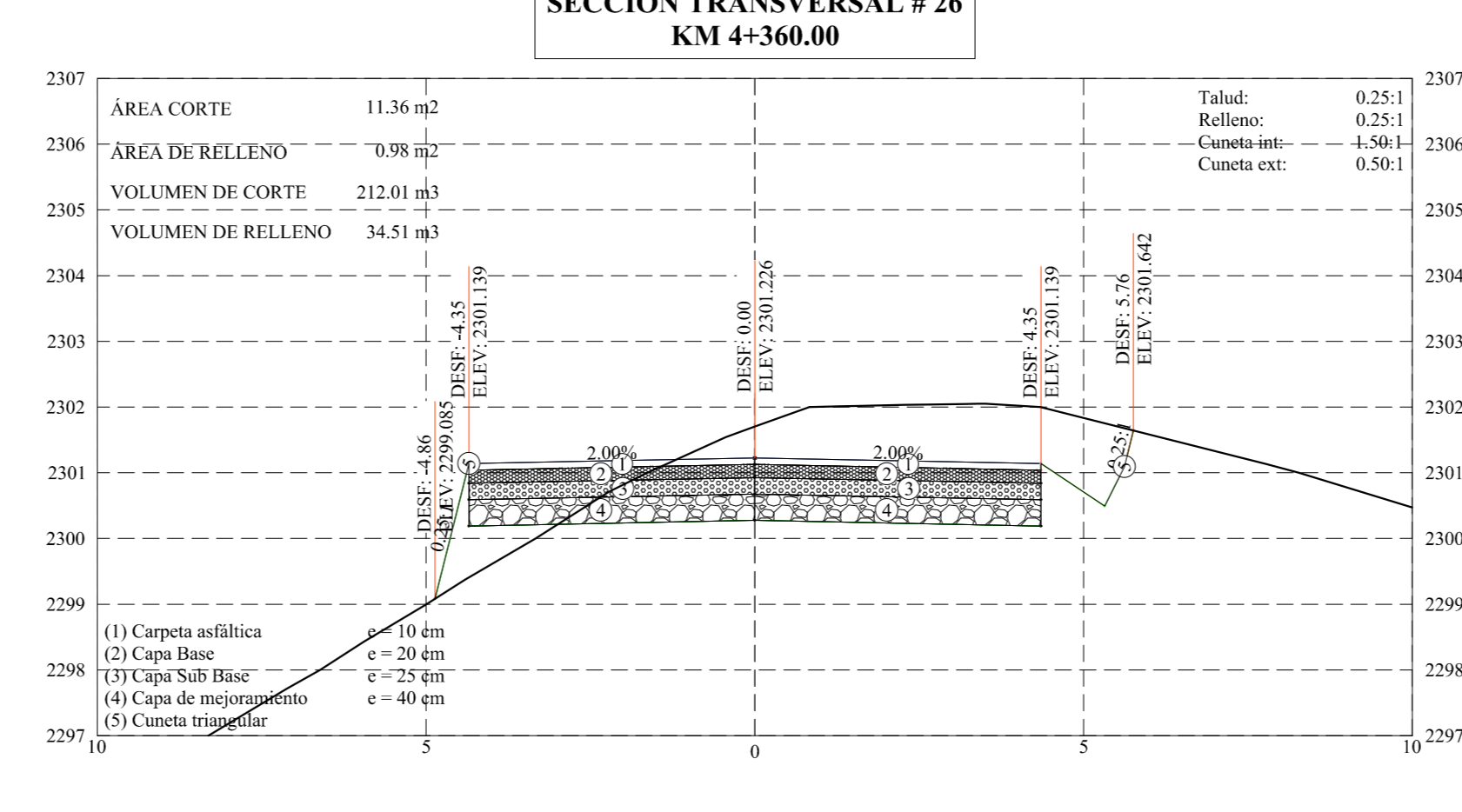
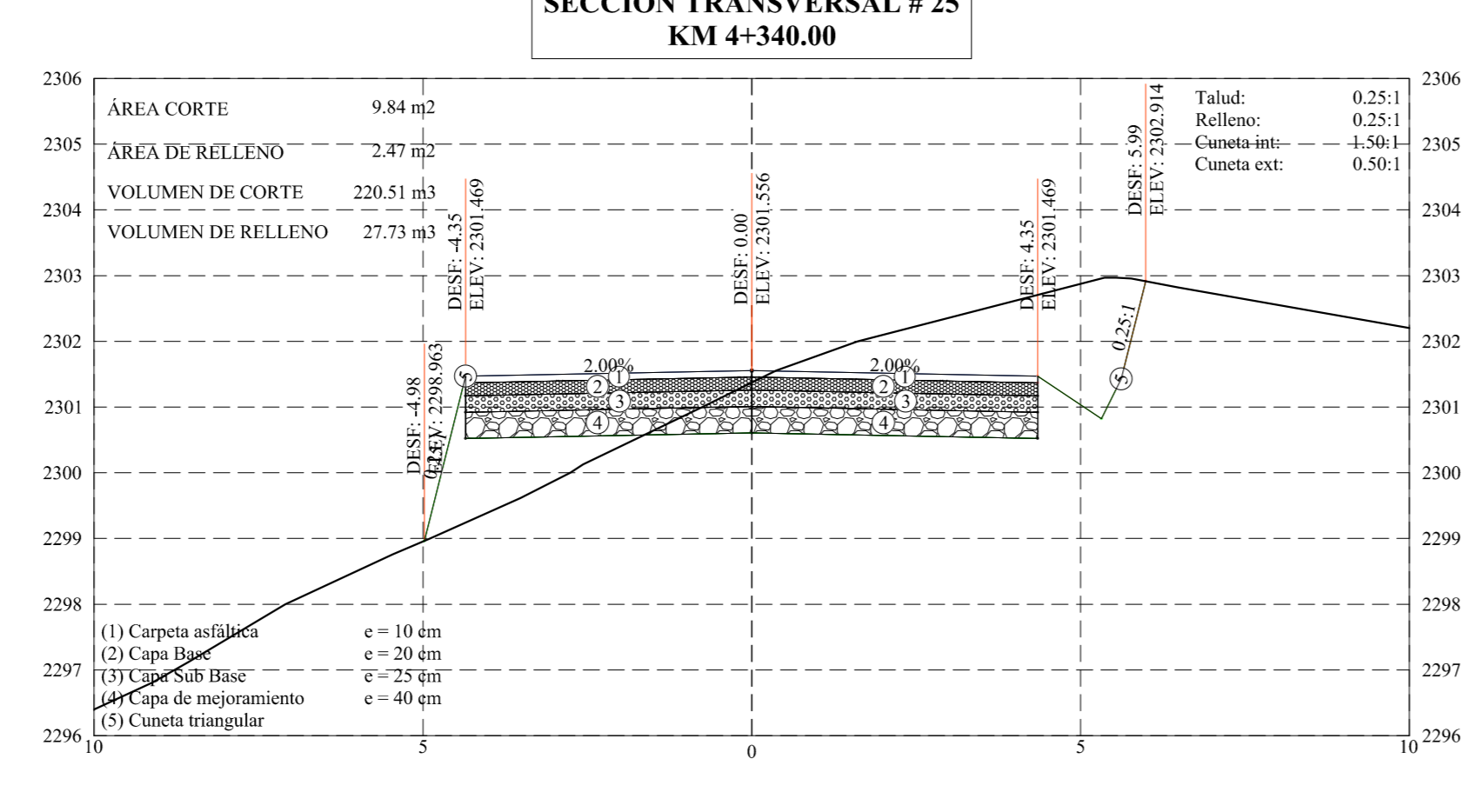
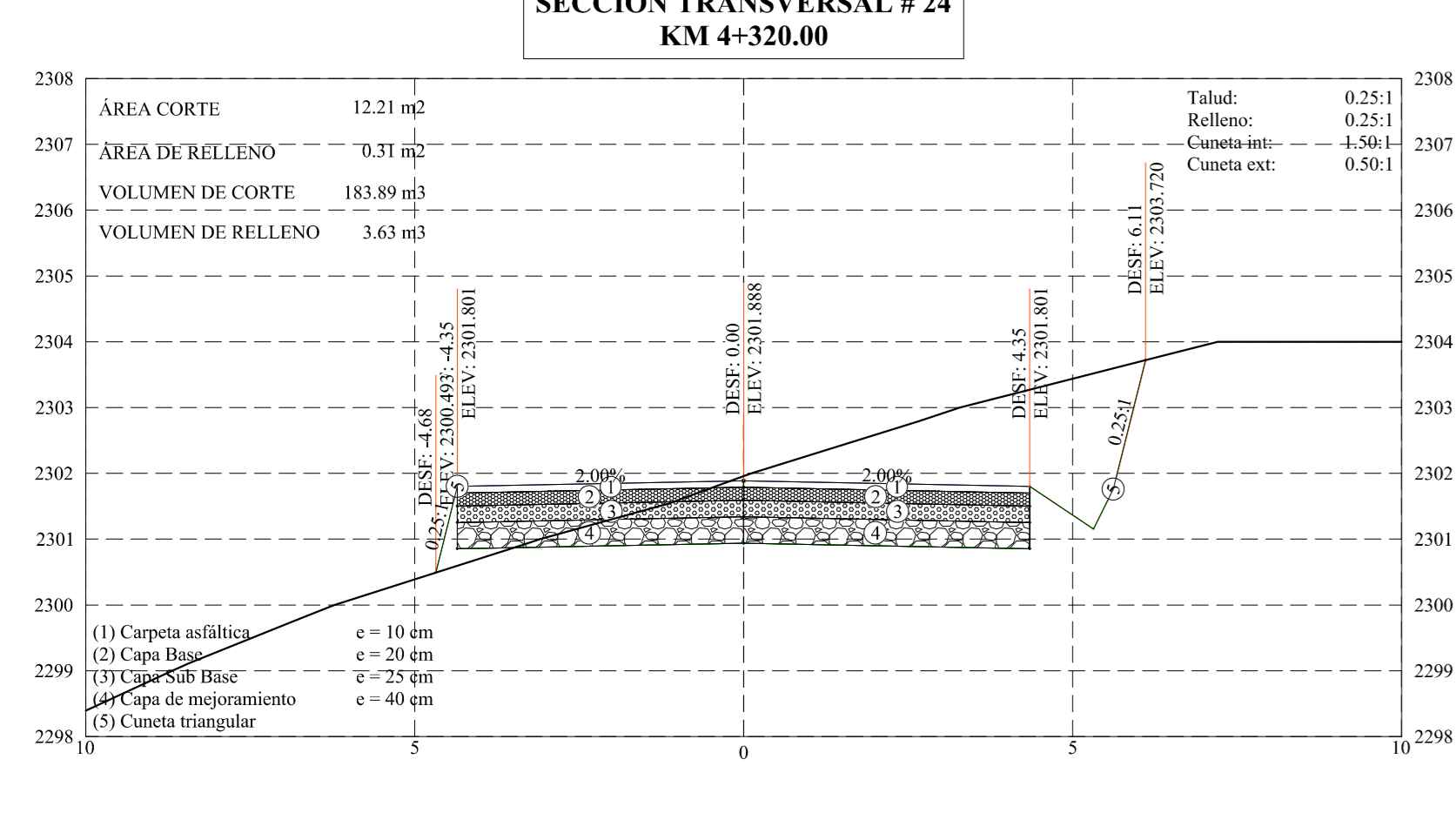
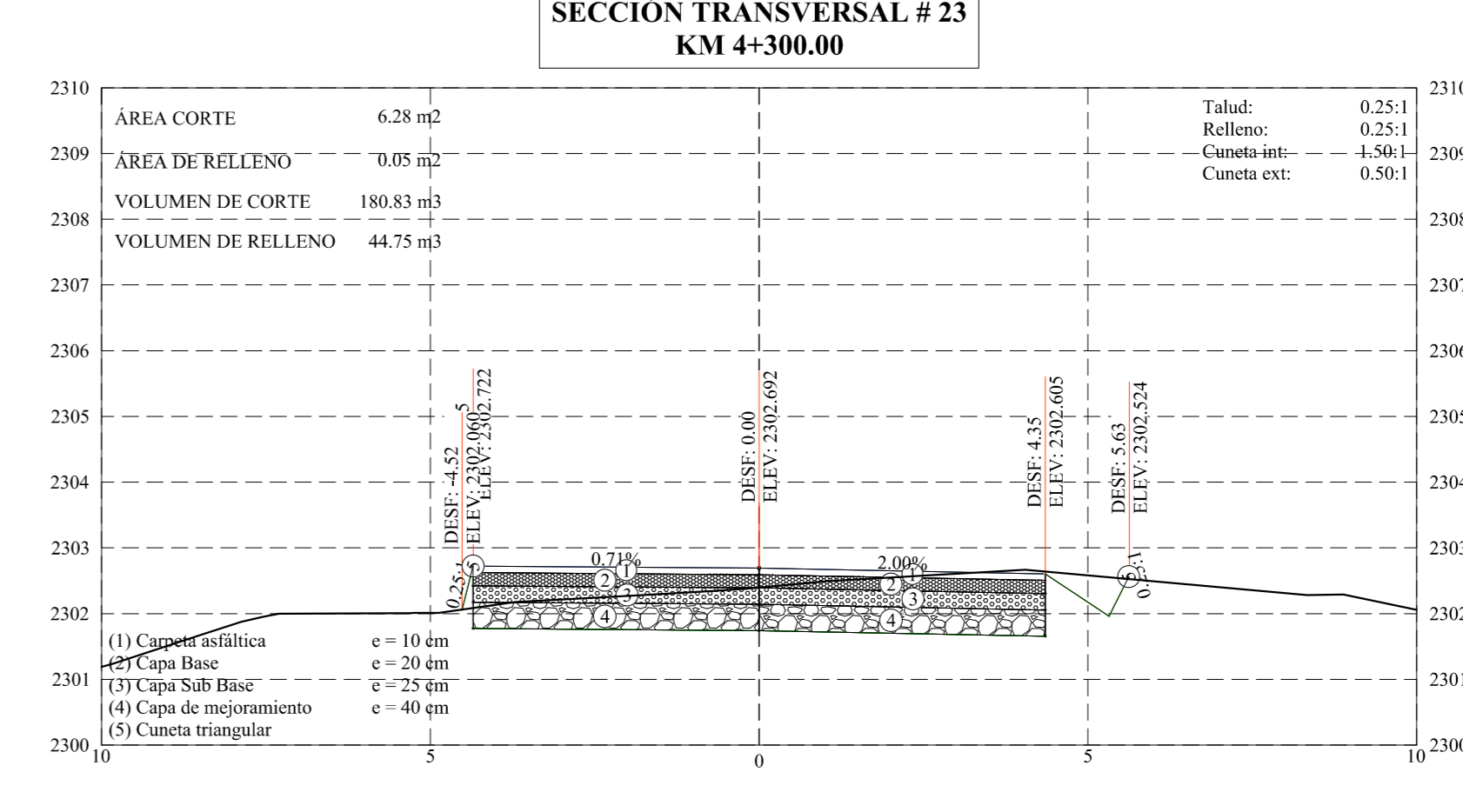
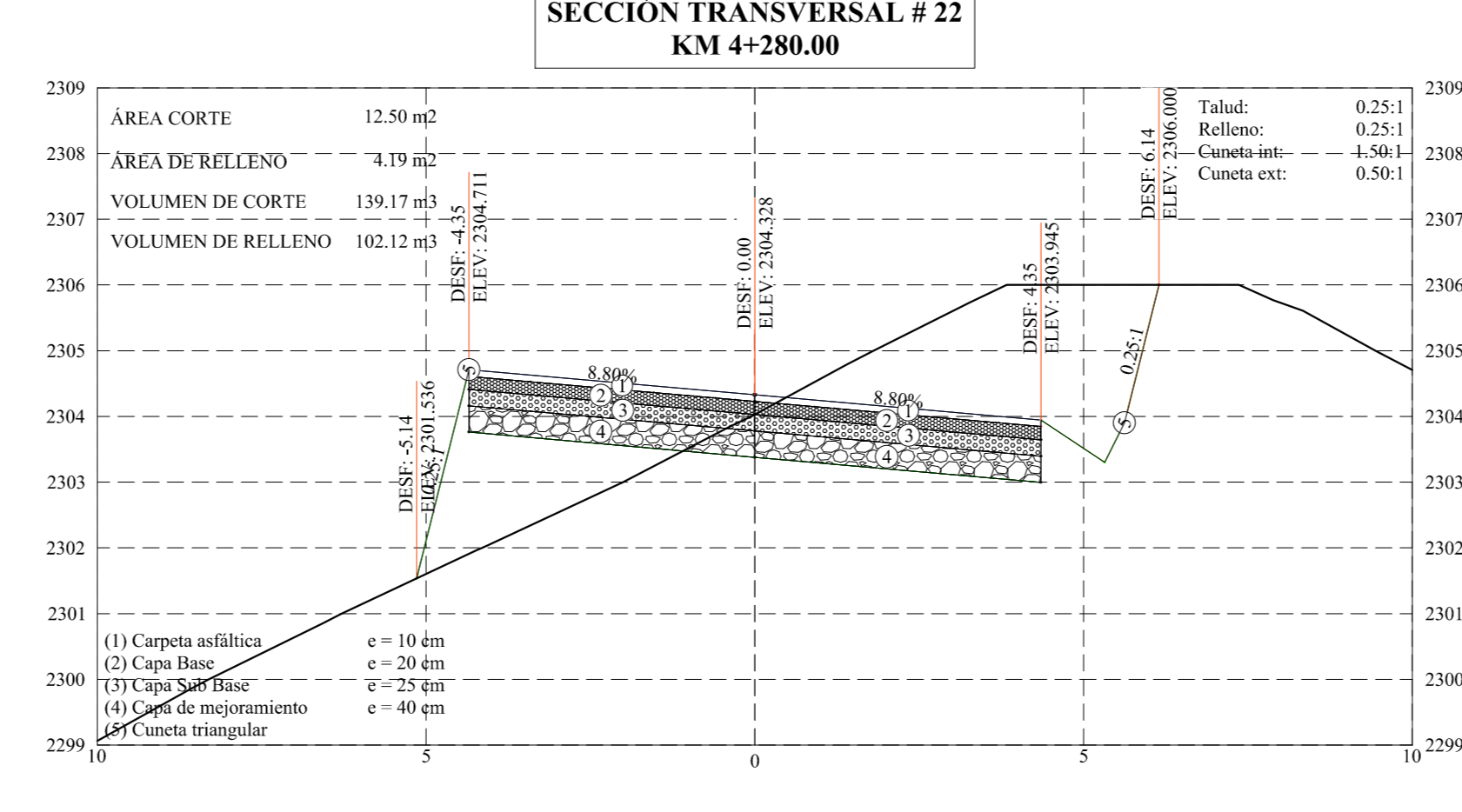
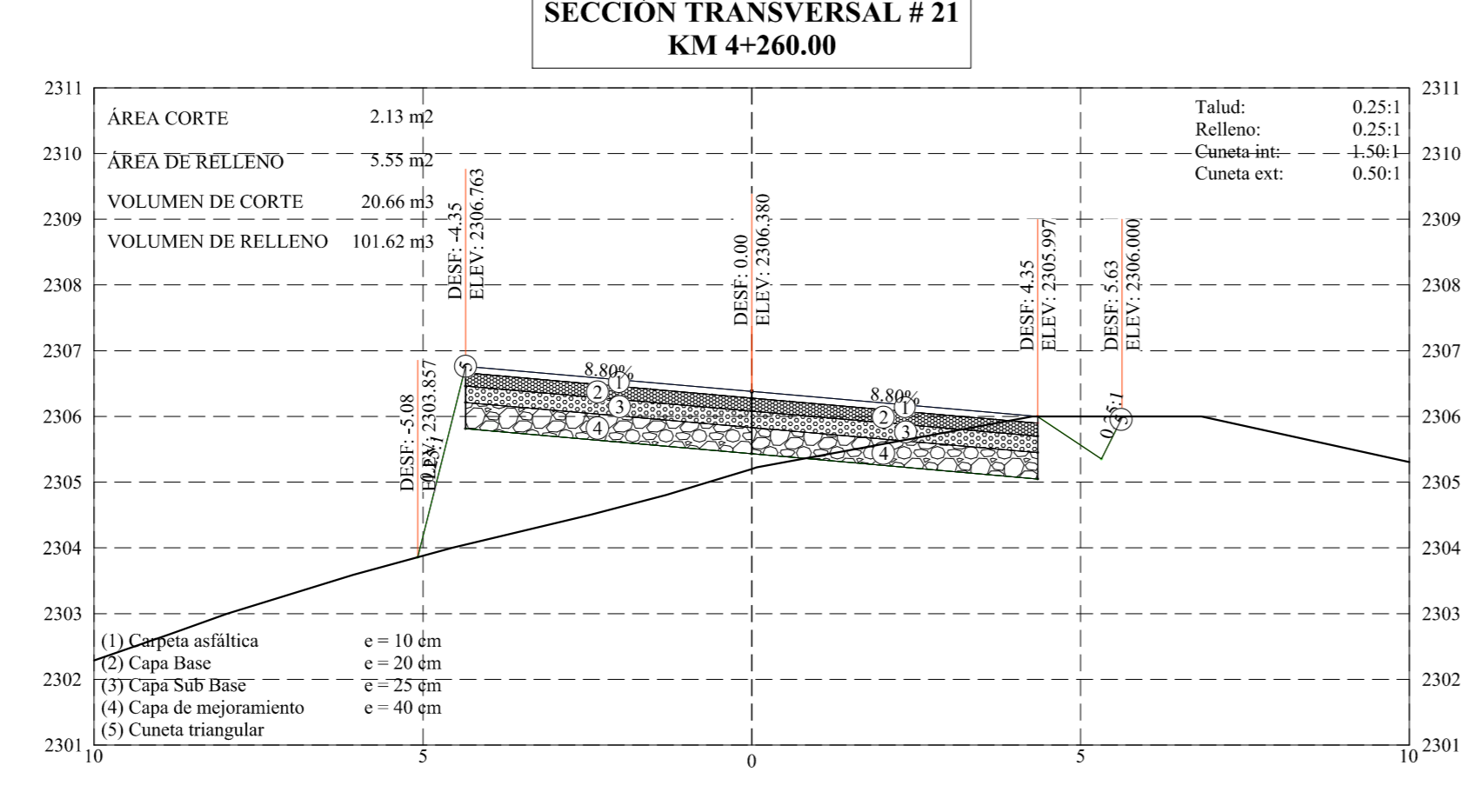
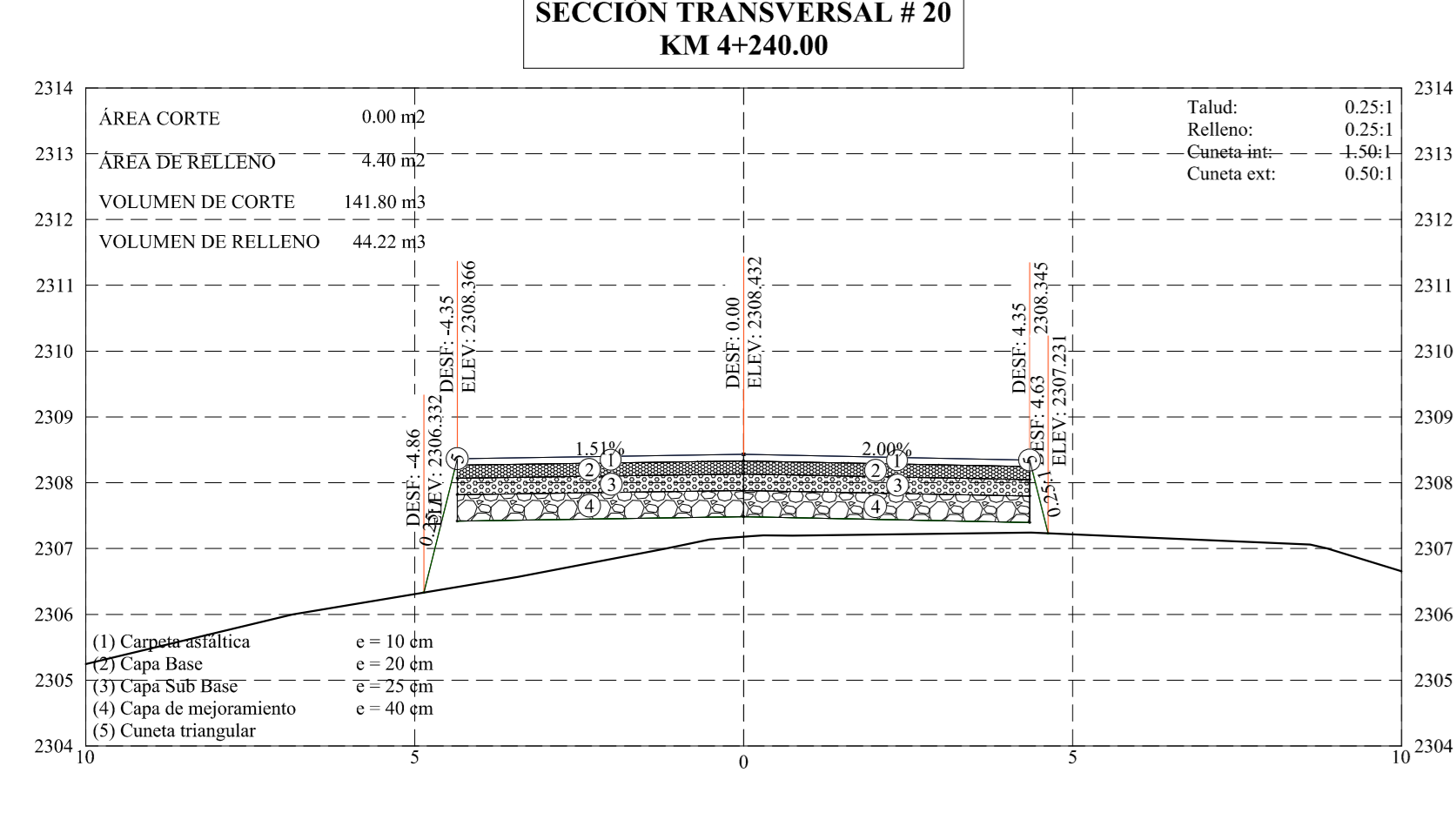
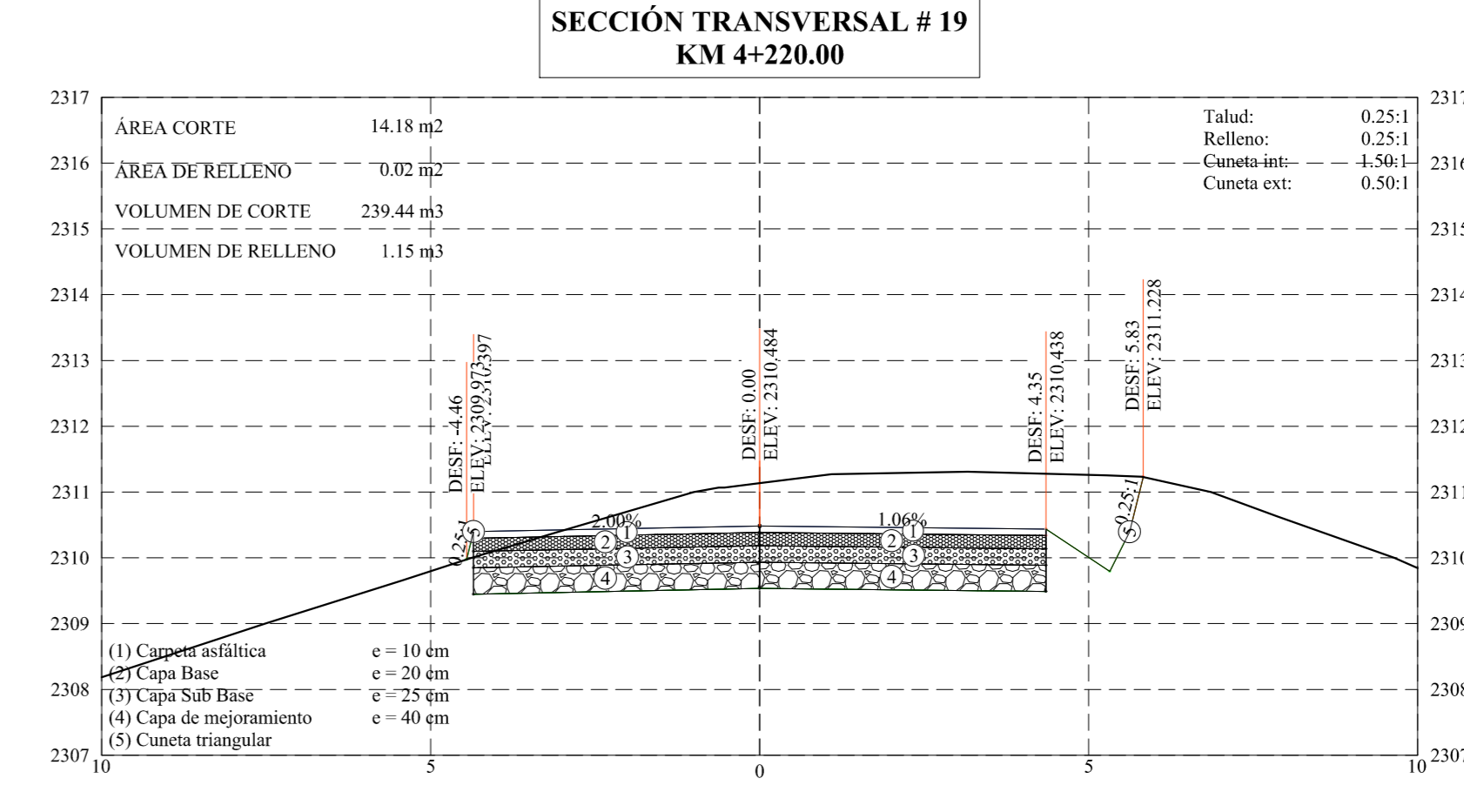
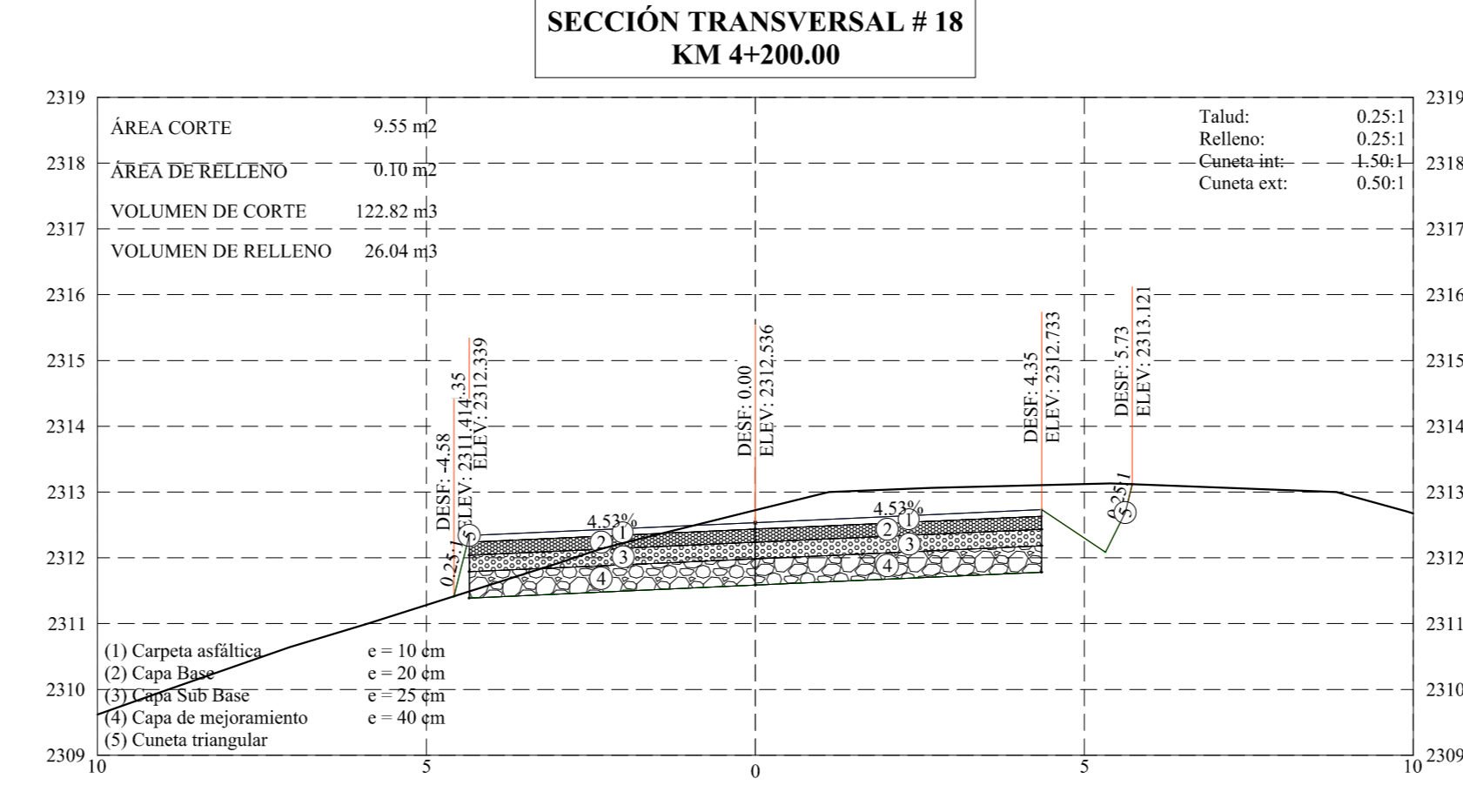
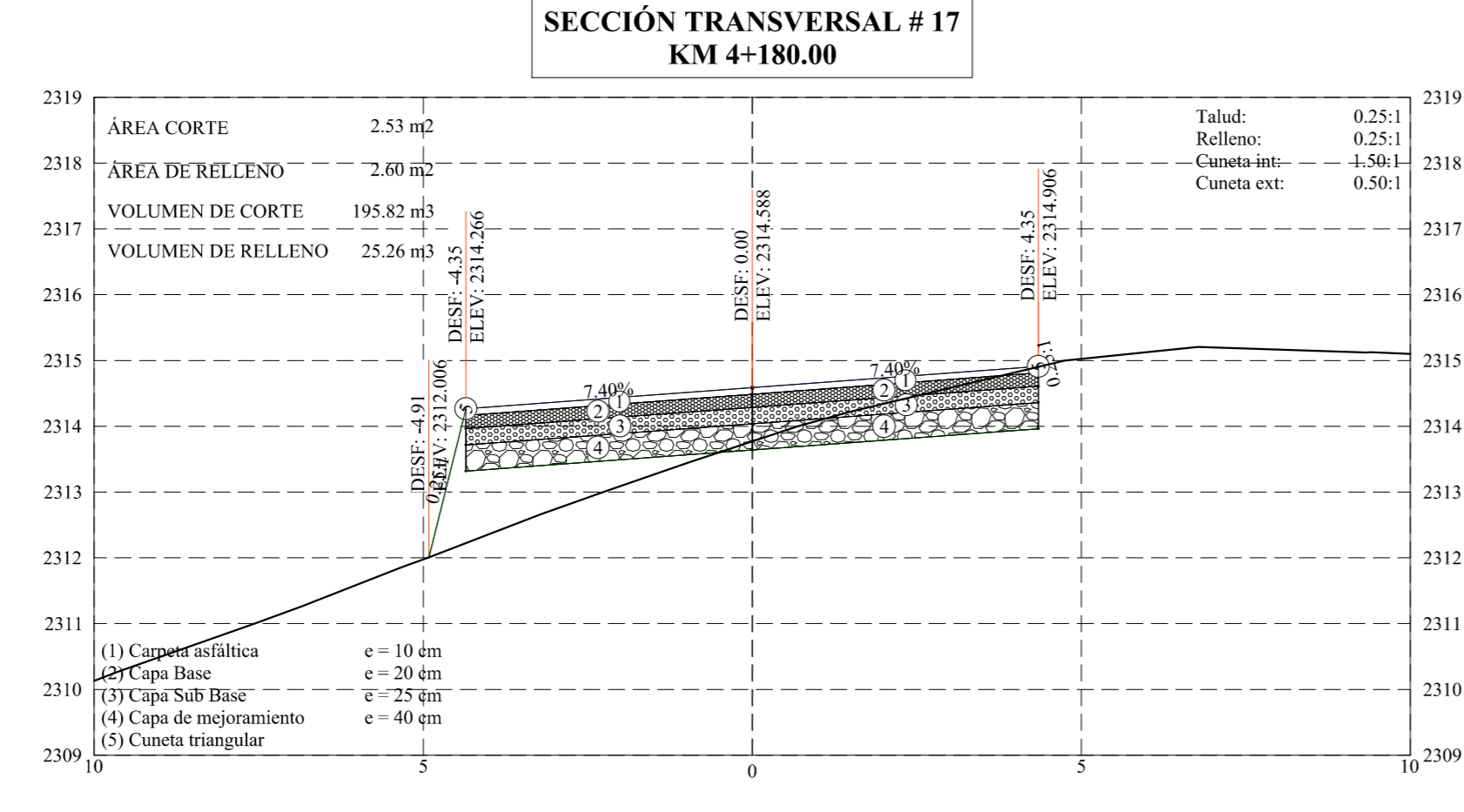
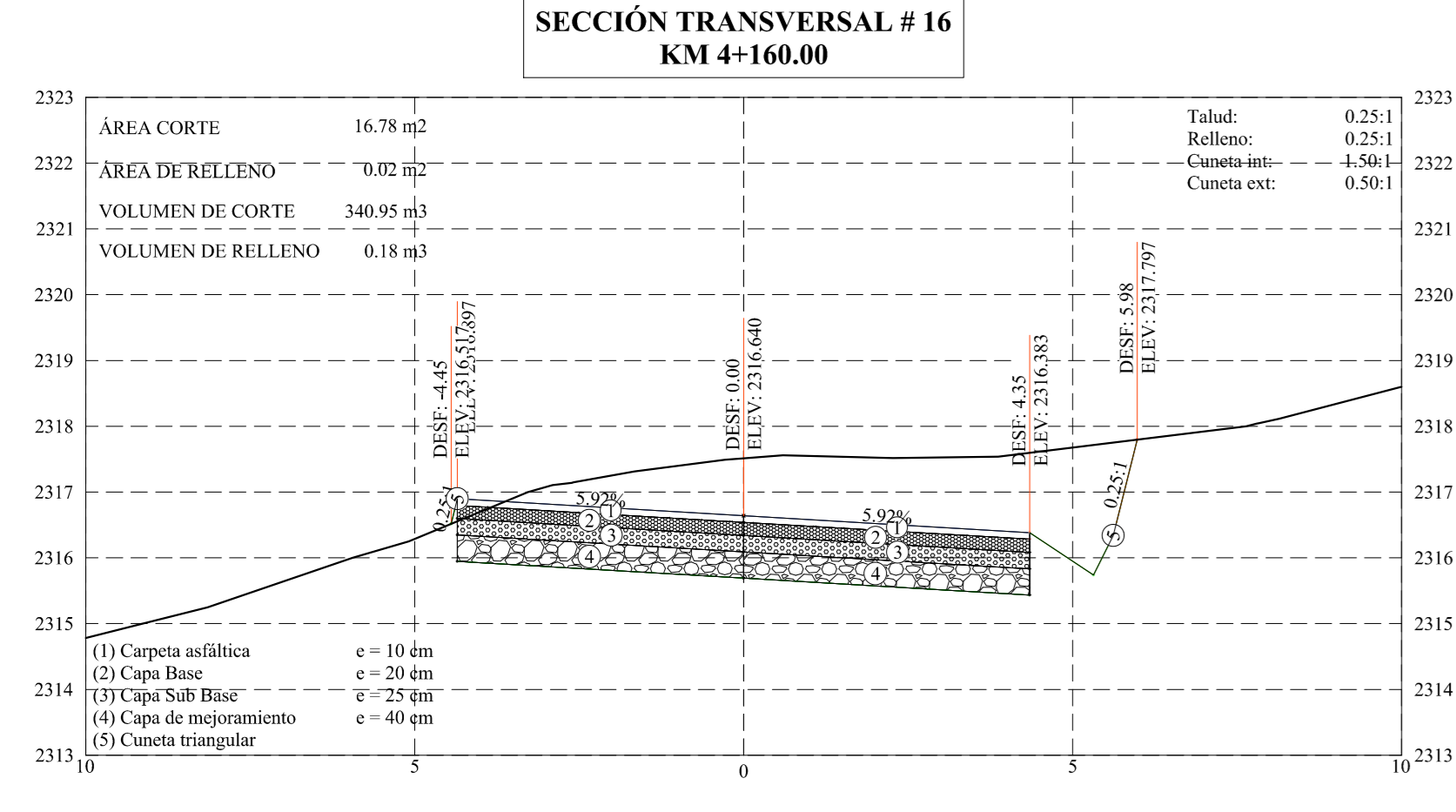
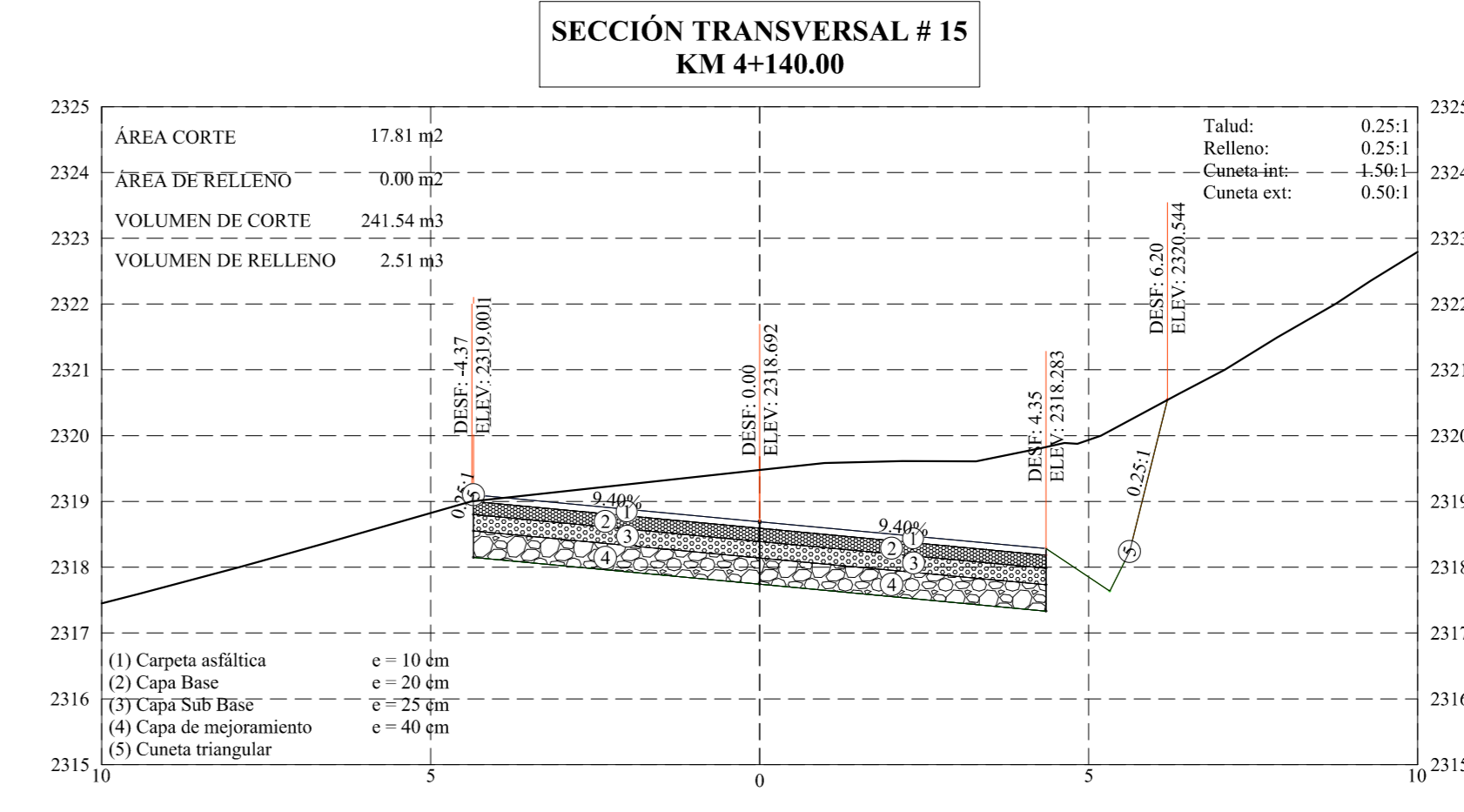
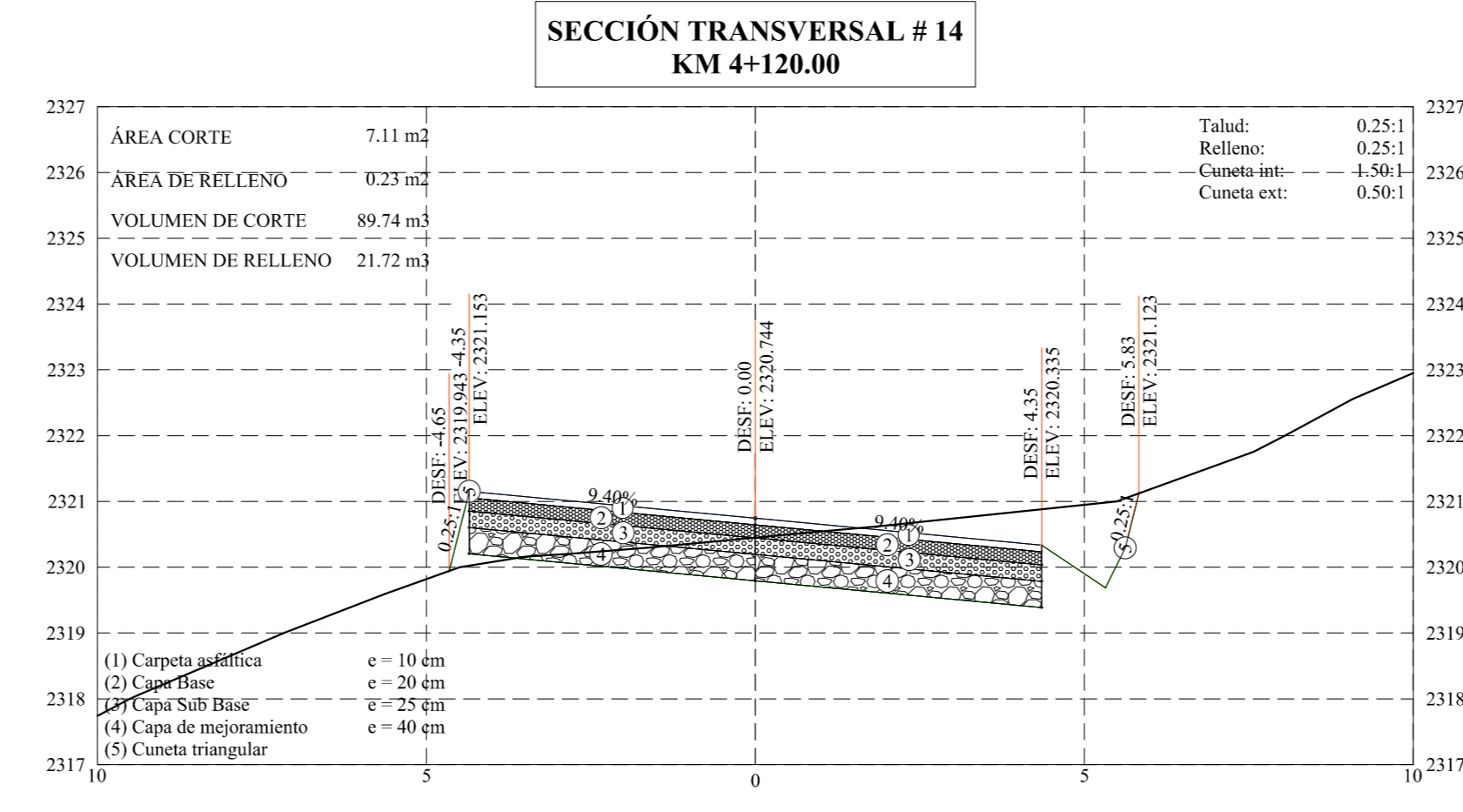
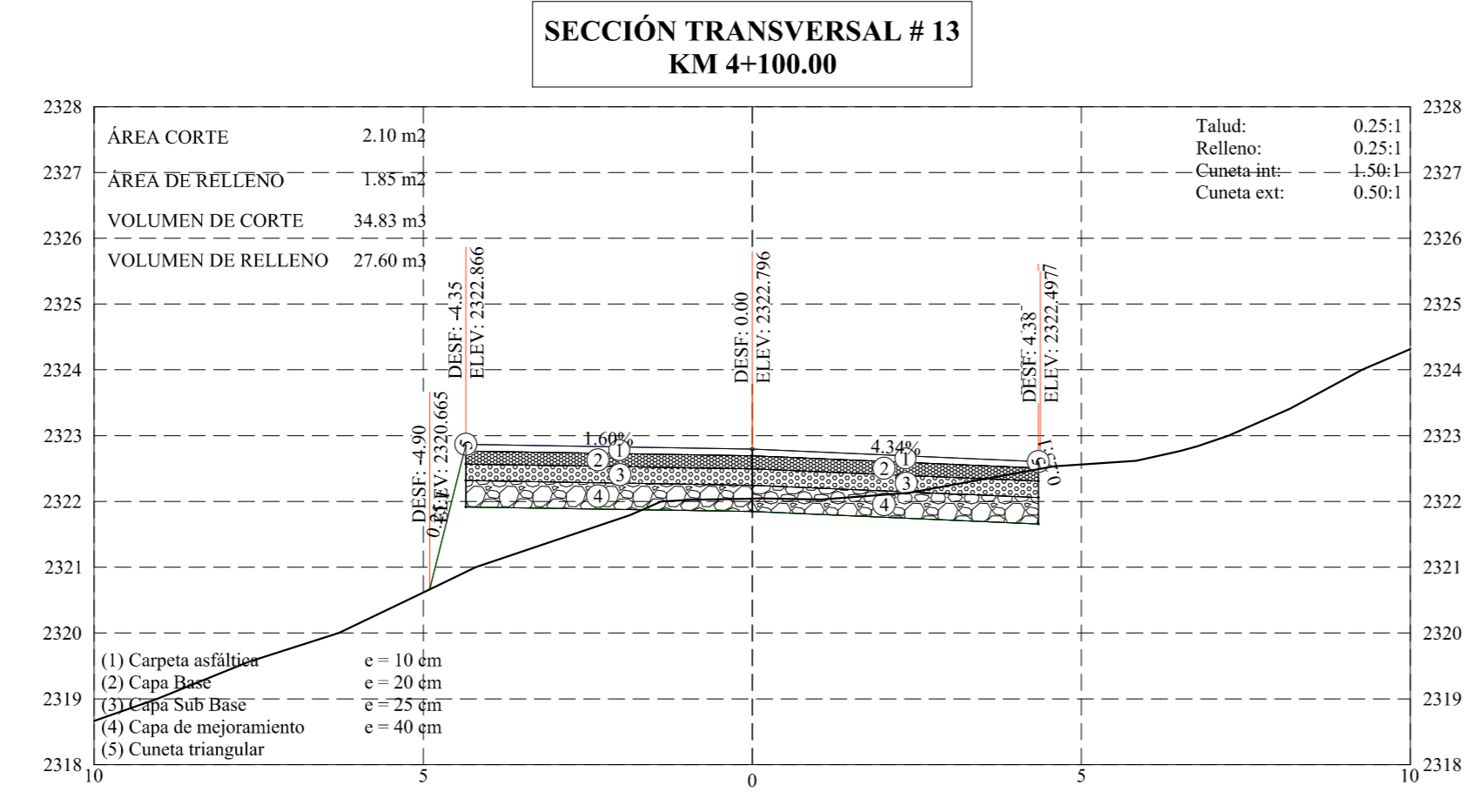
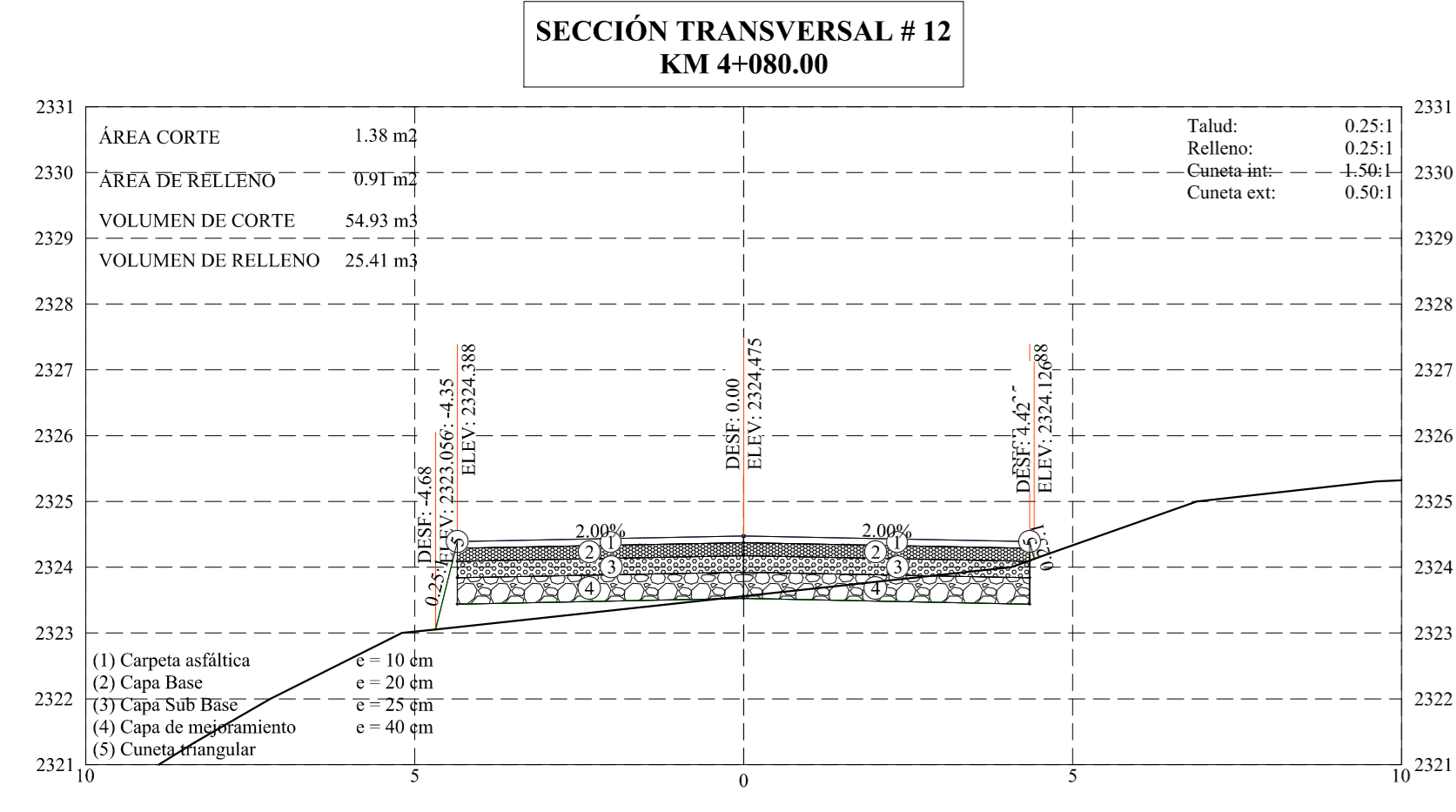
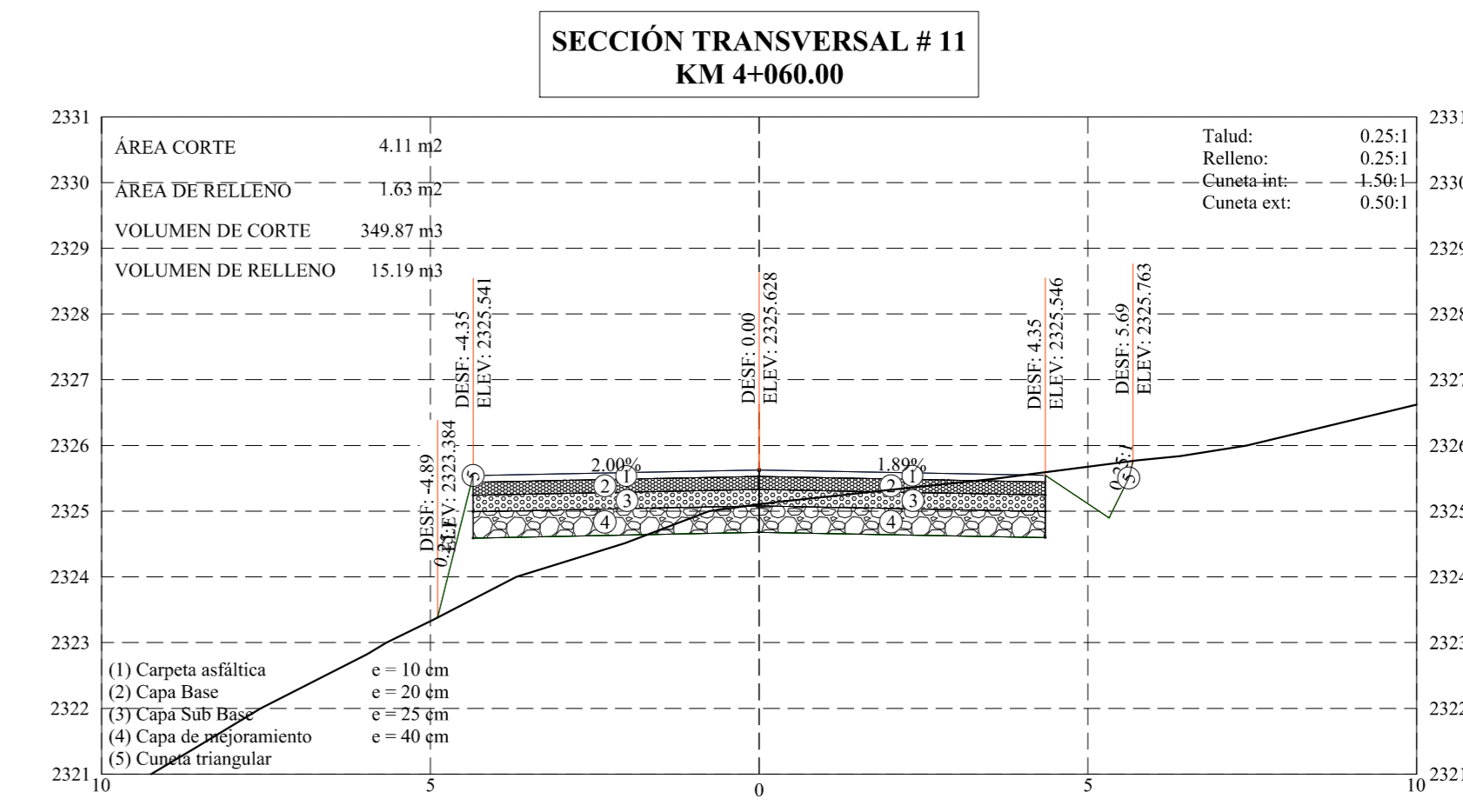
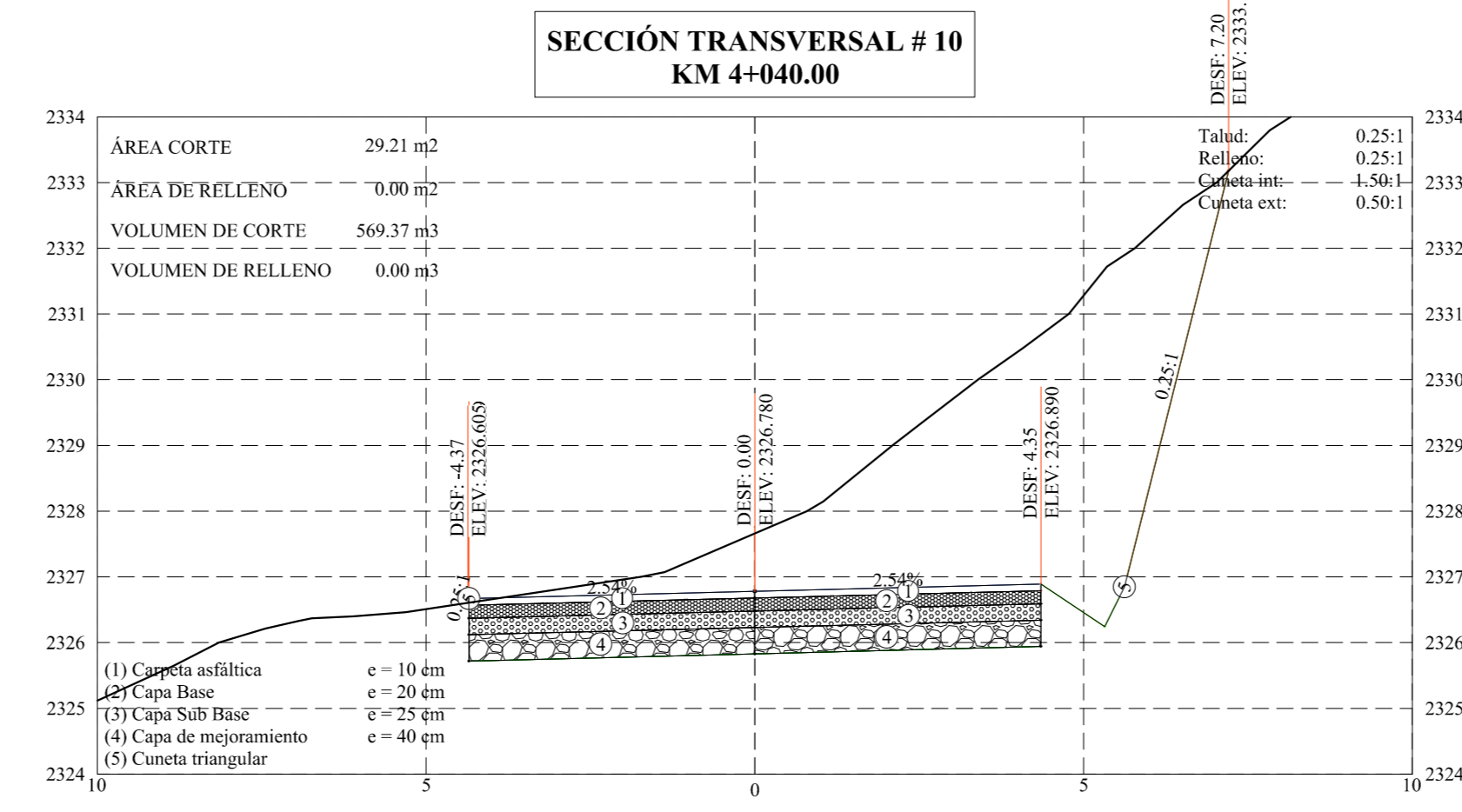
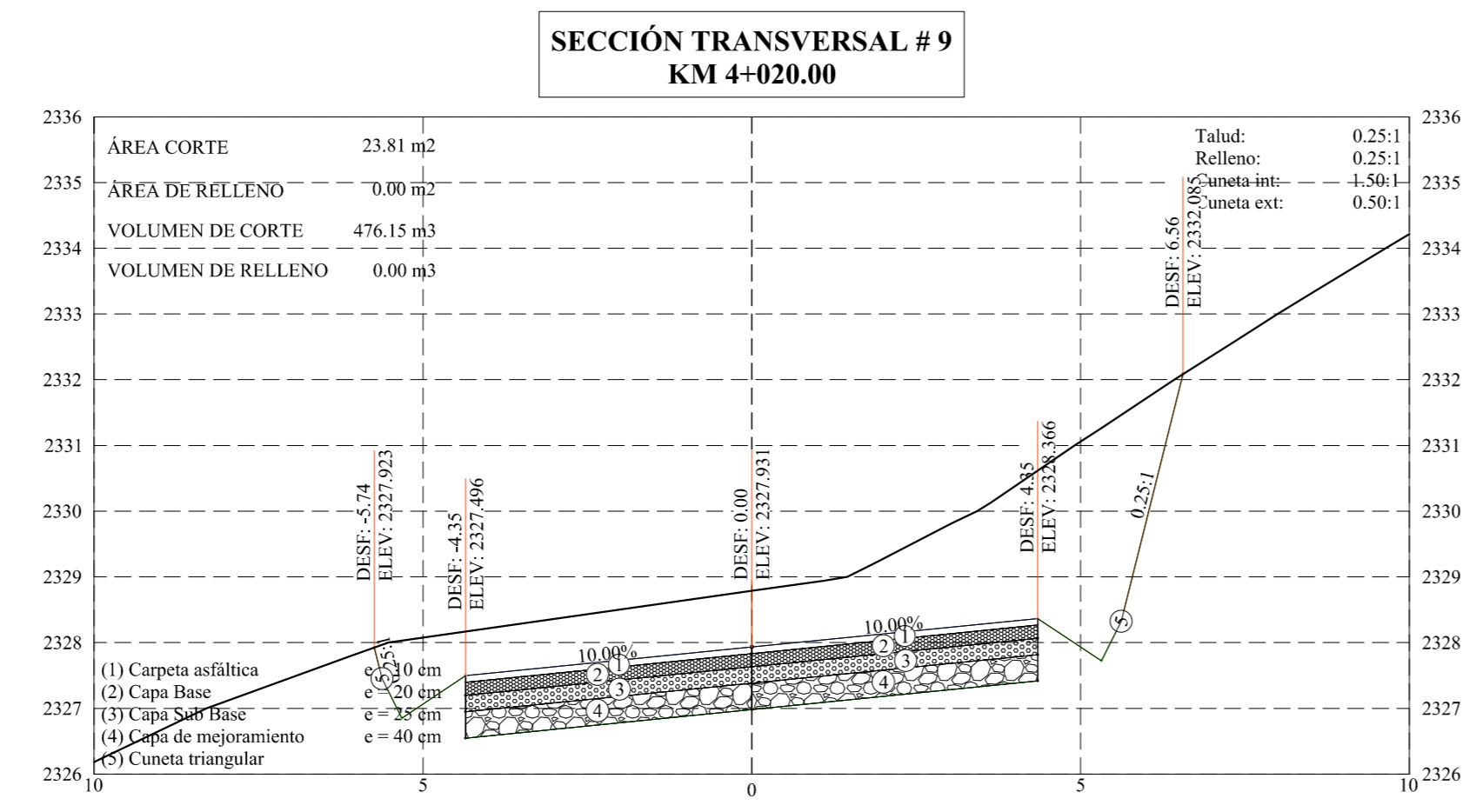
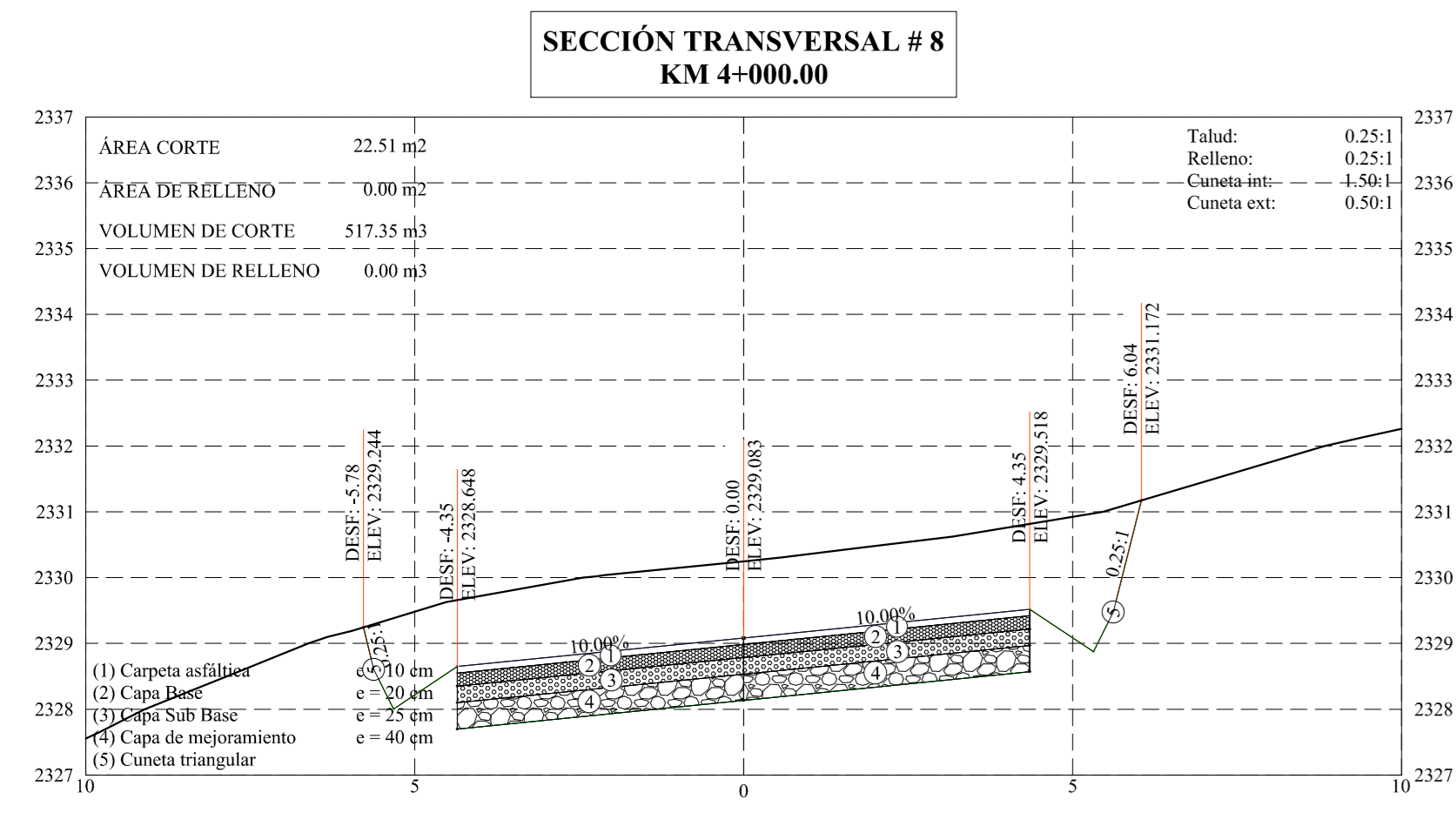
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4 + 000 HASTA 7 + 900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

UBICACION: "CANTÓN PANGUA"		FECHA DE ENTREGA: OCTUBRE DEL 2020
DIBUJADO POR: ESTUDIANTE: EGDO. KLEITON GUERRERO	REVISADO POR: DOCENTE TUTOR: ING. MG. MILTON ALDAS D.	CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL DISEÑO TRANSVERSAL SECCION TRANSVERSAL TÍPICA
KILOMETRO POR PLANO: KM 6+700	ESCALA: 1:1000	LAMINA No. 04/15

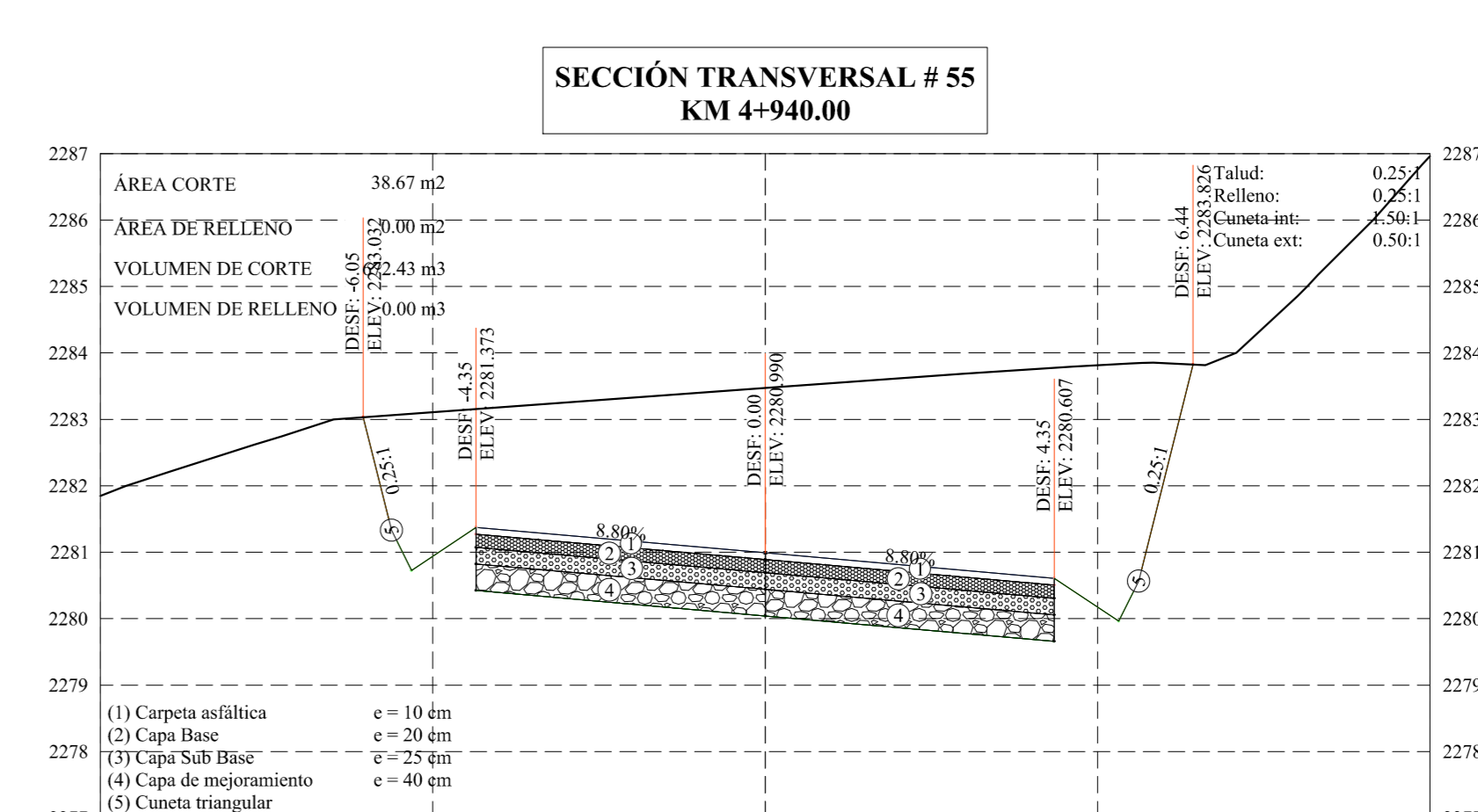
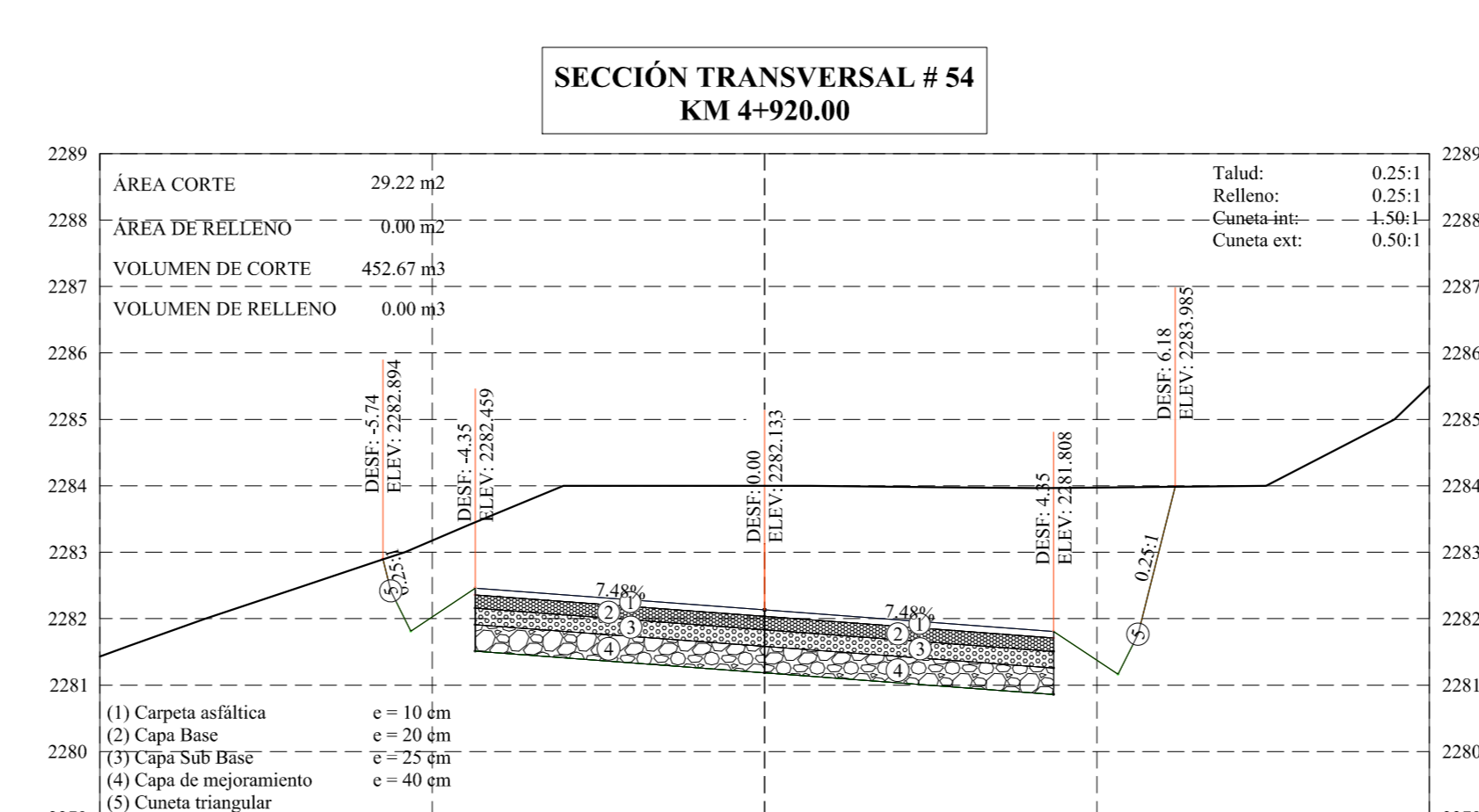
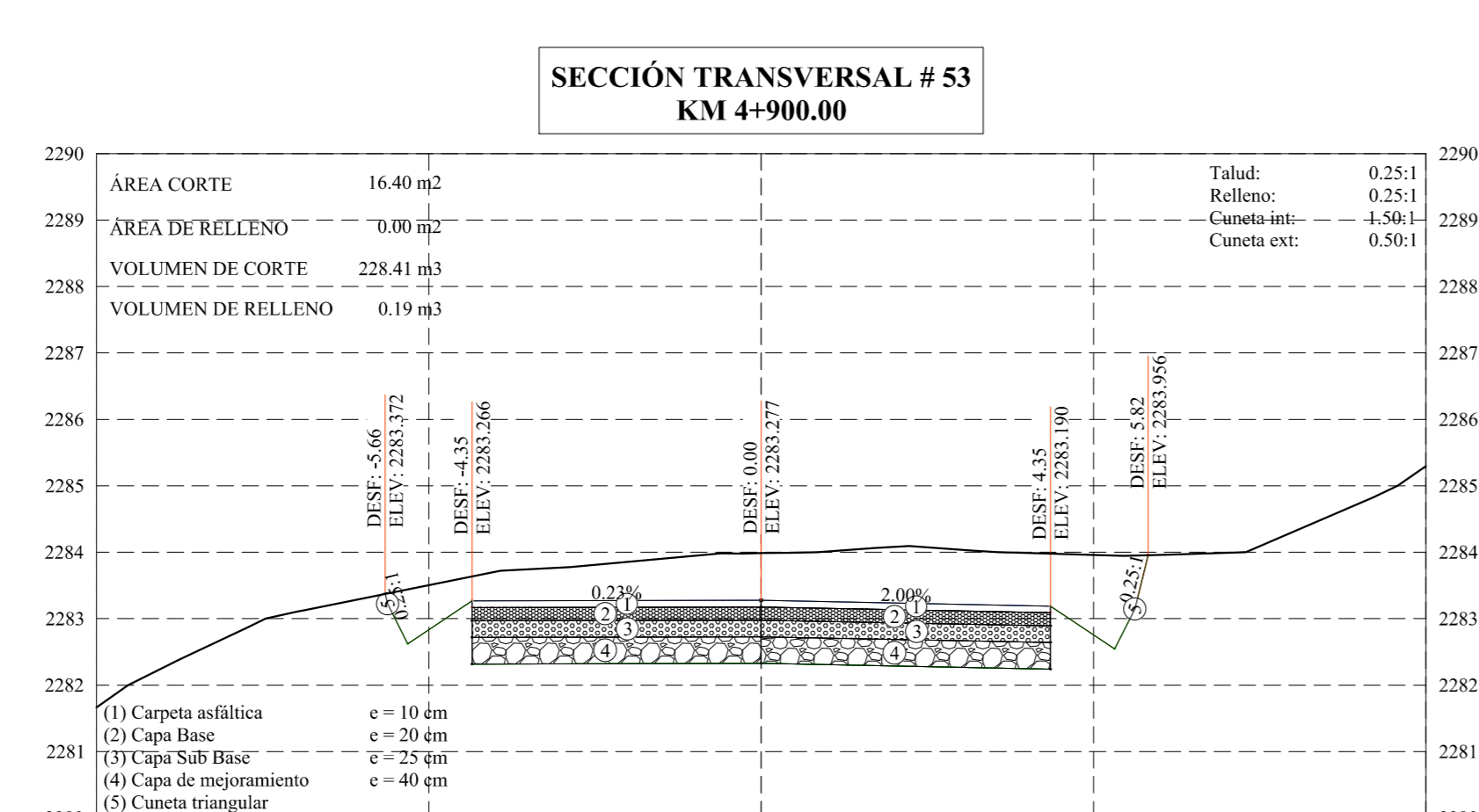
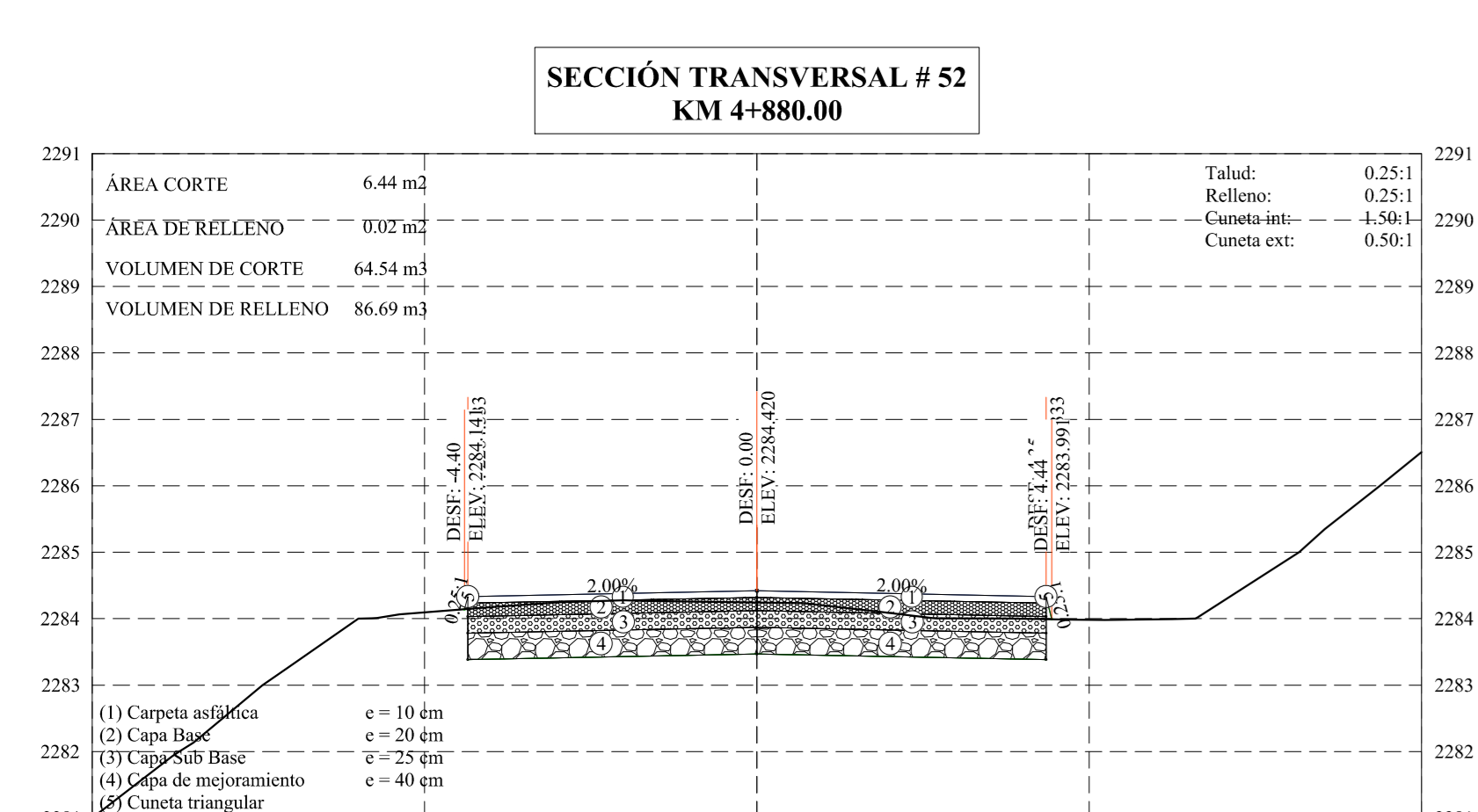
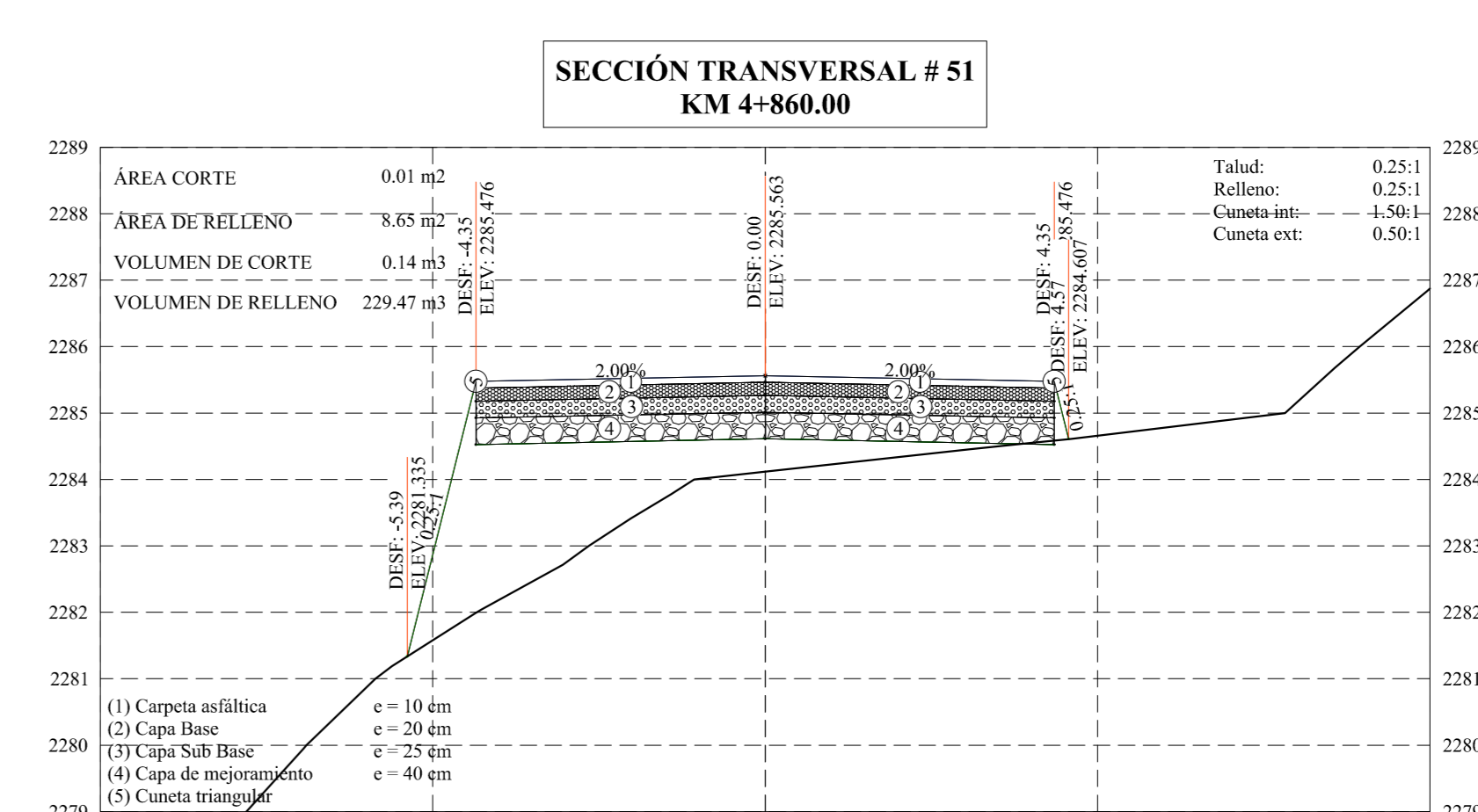
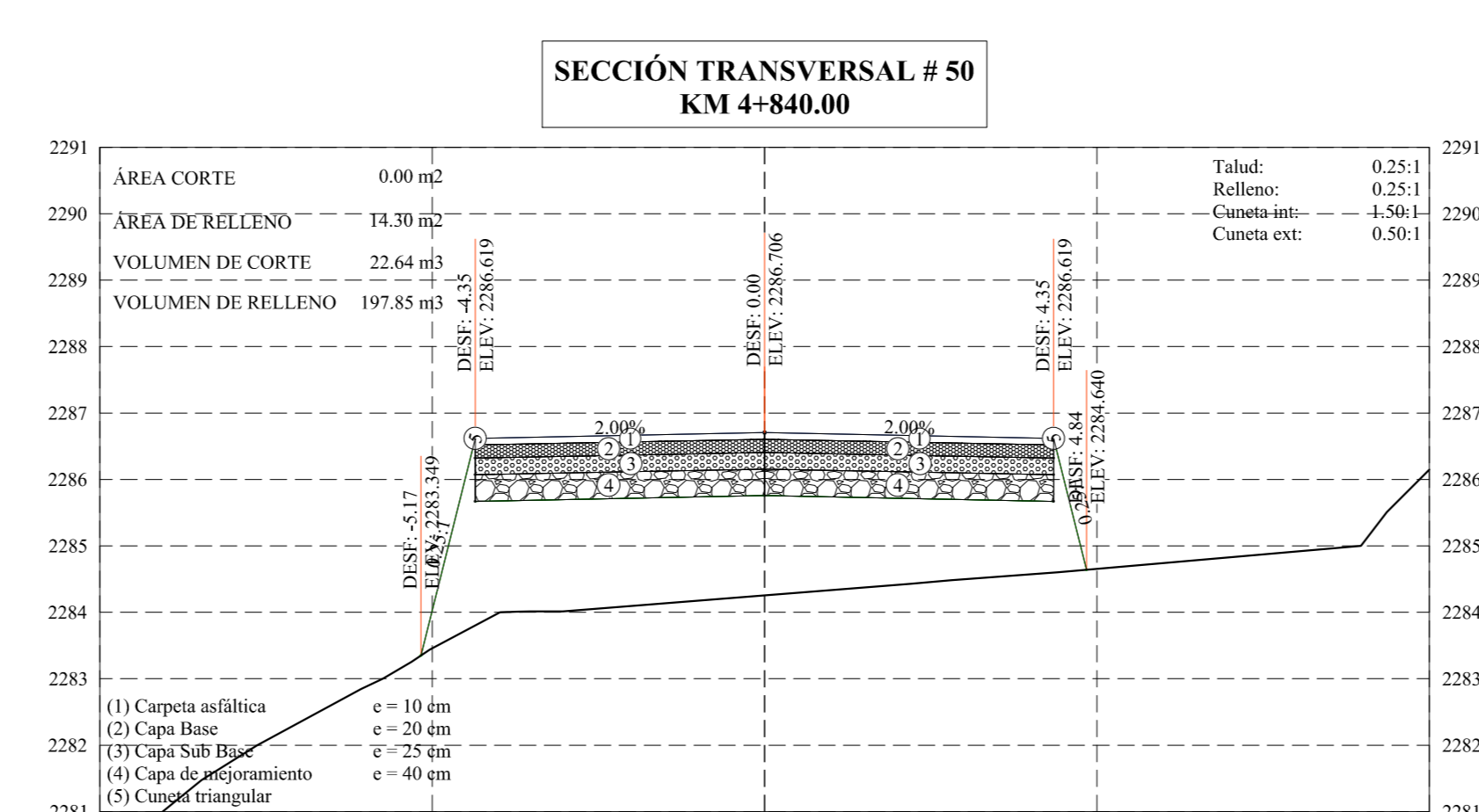
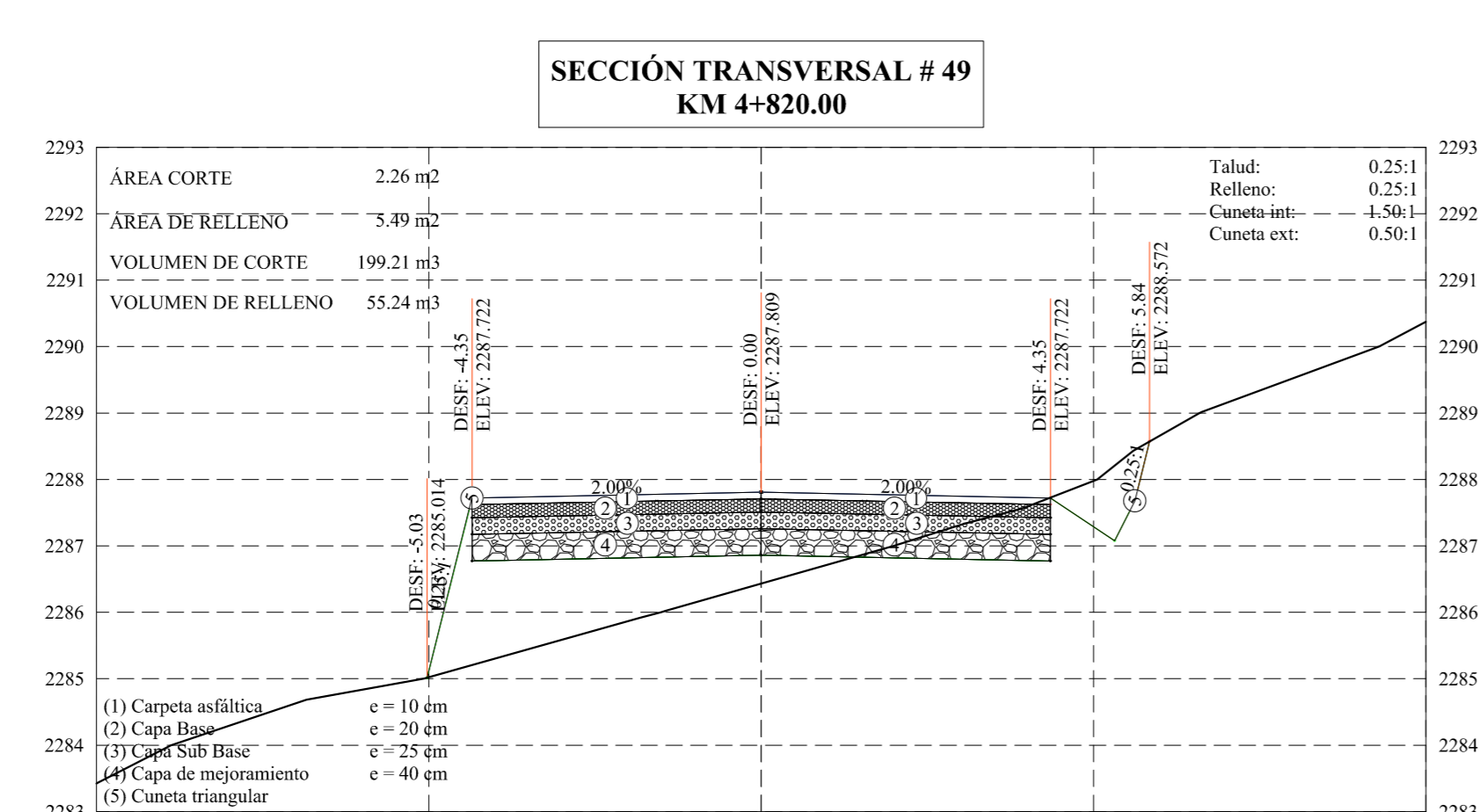
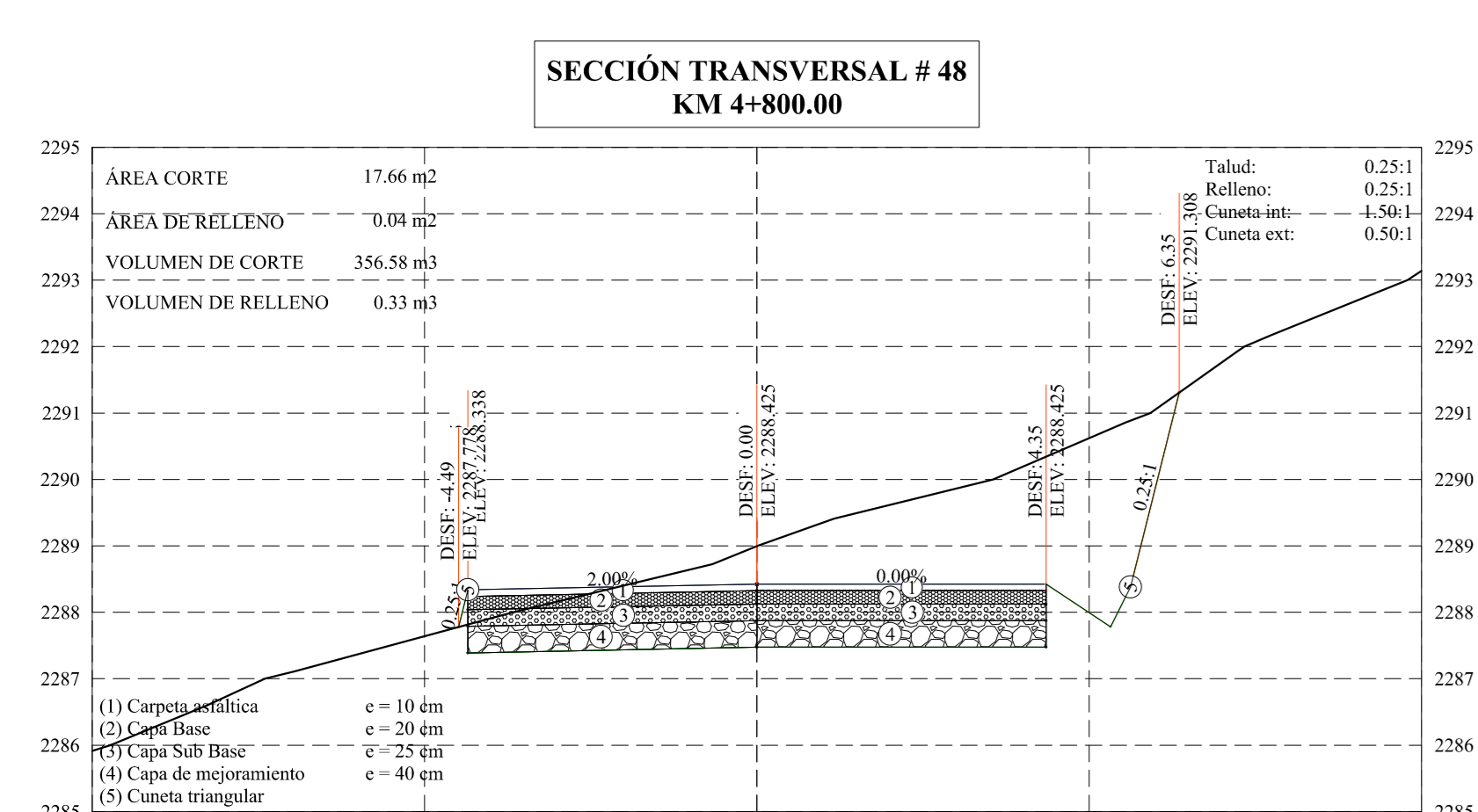
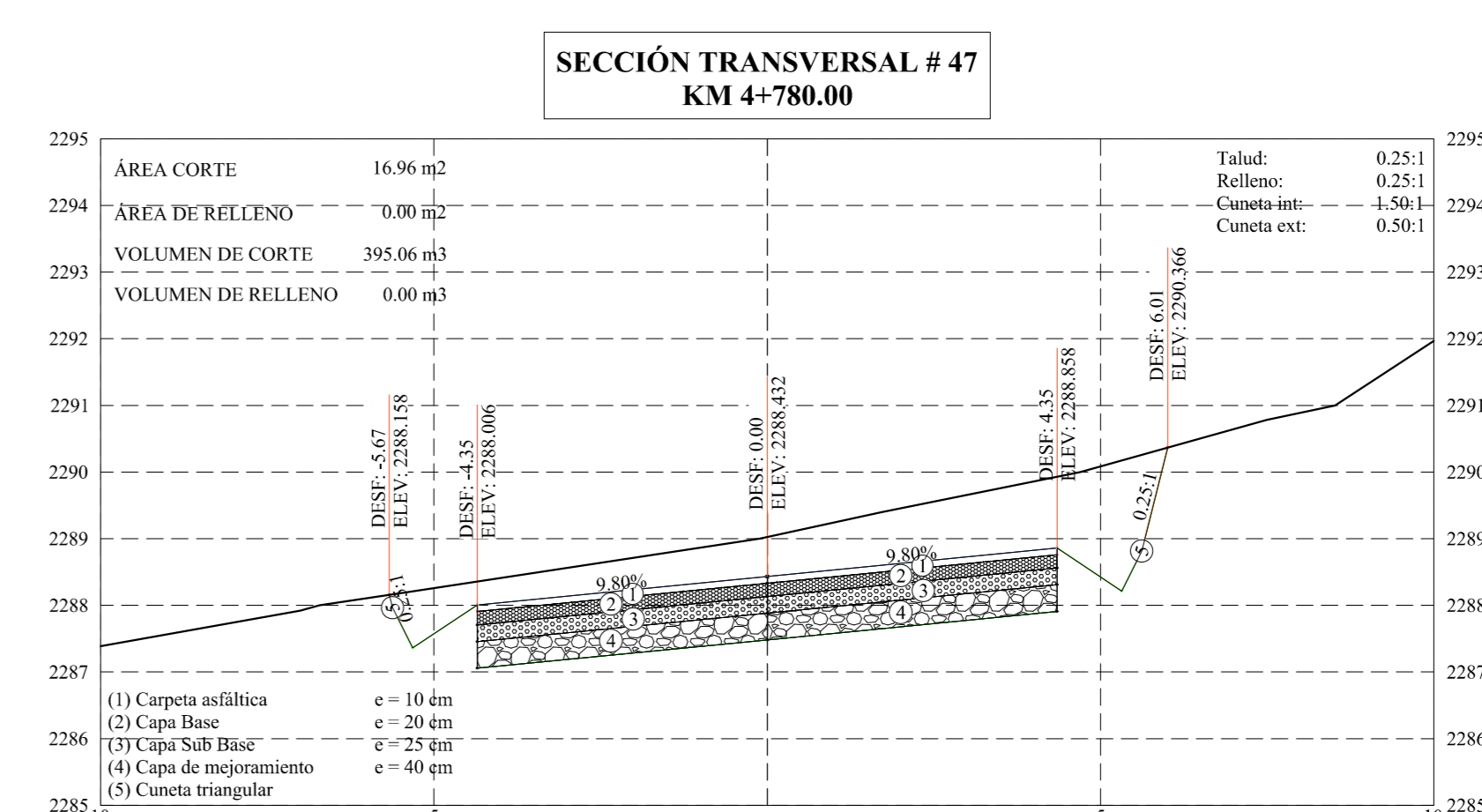
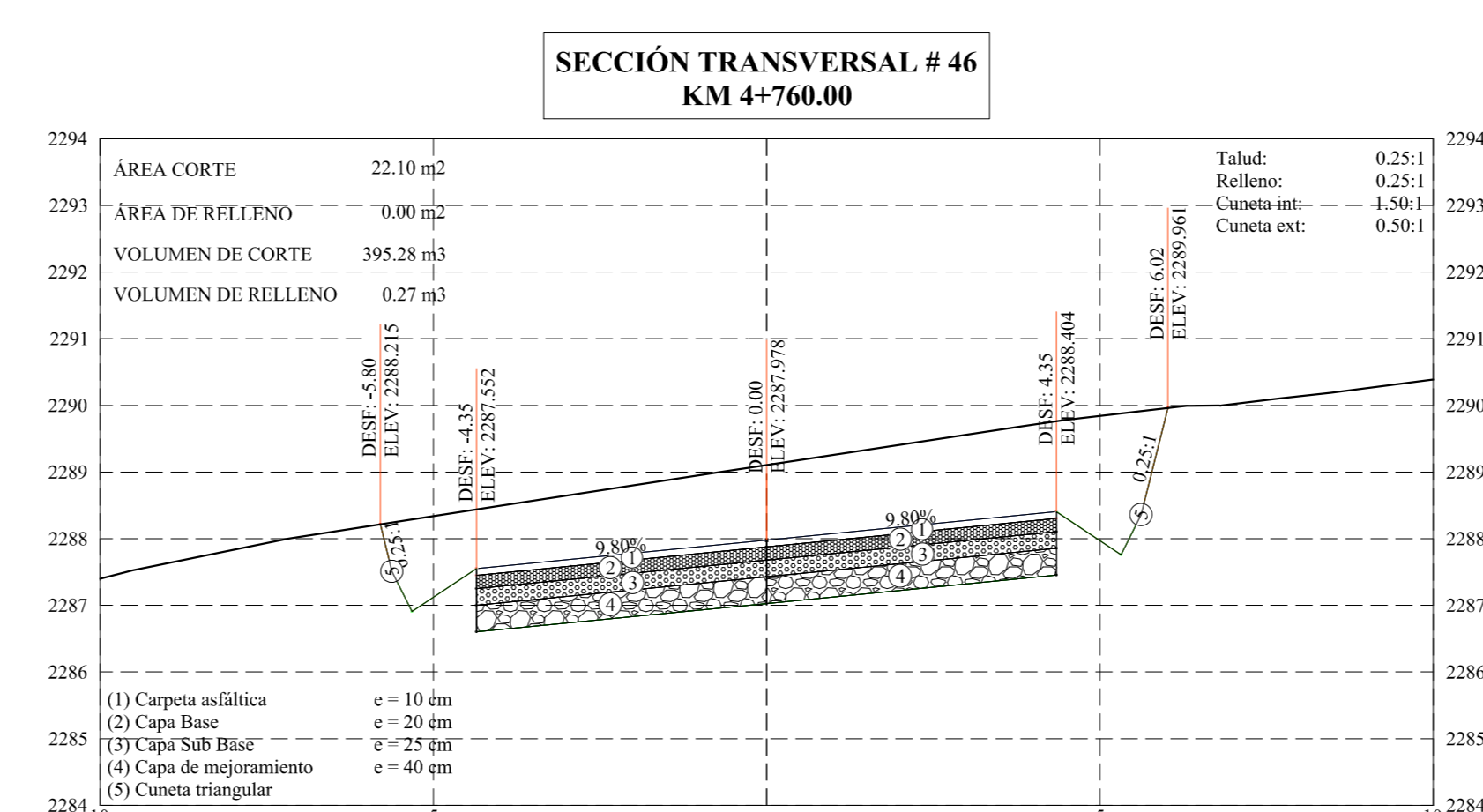
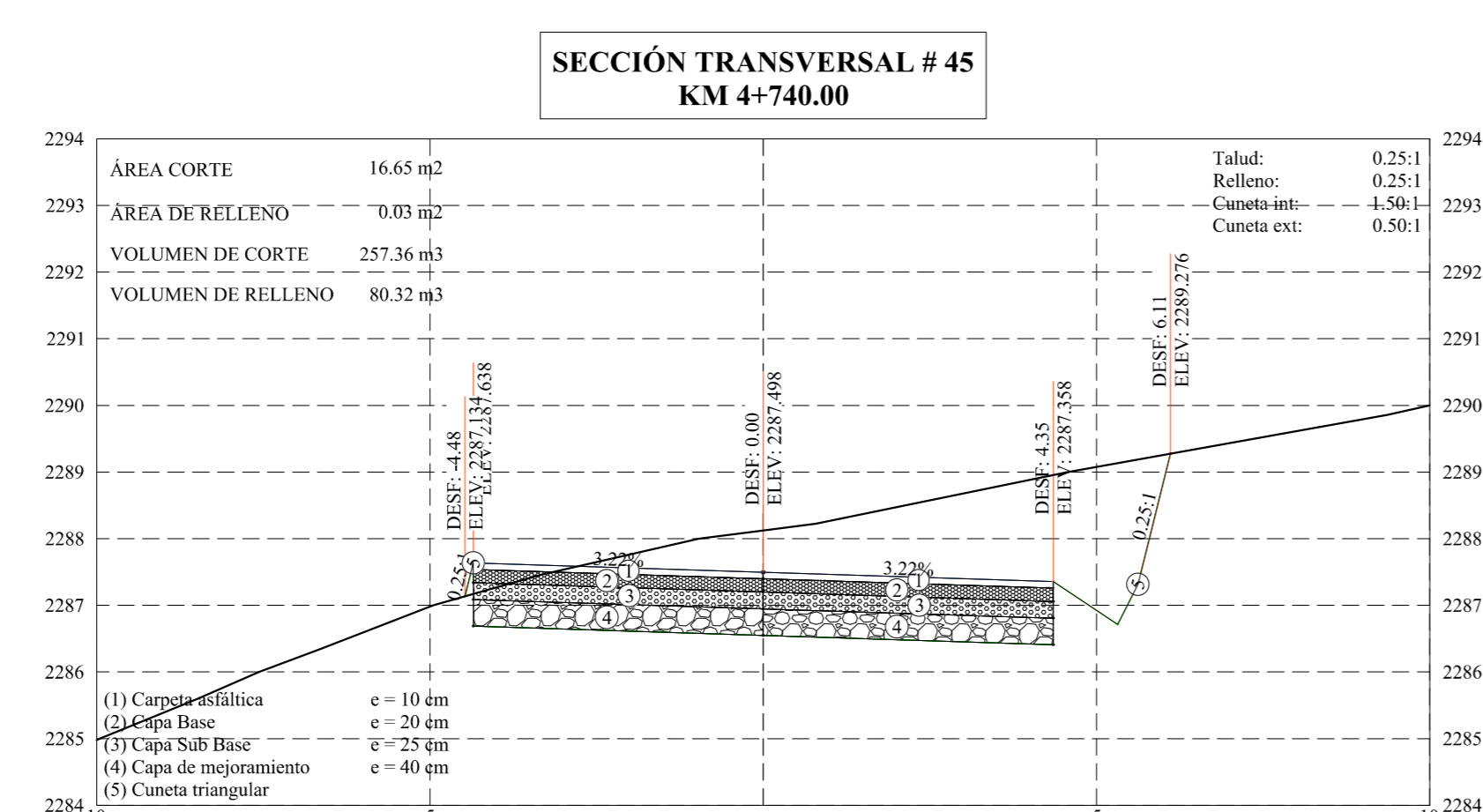
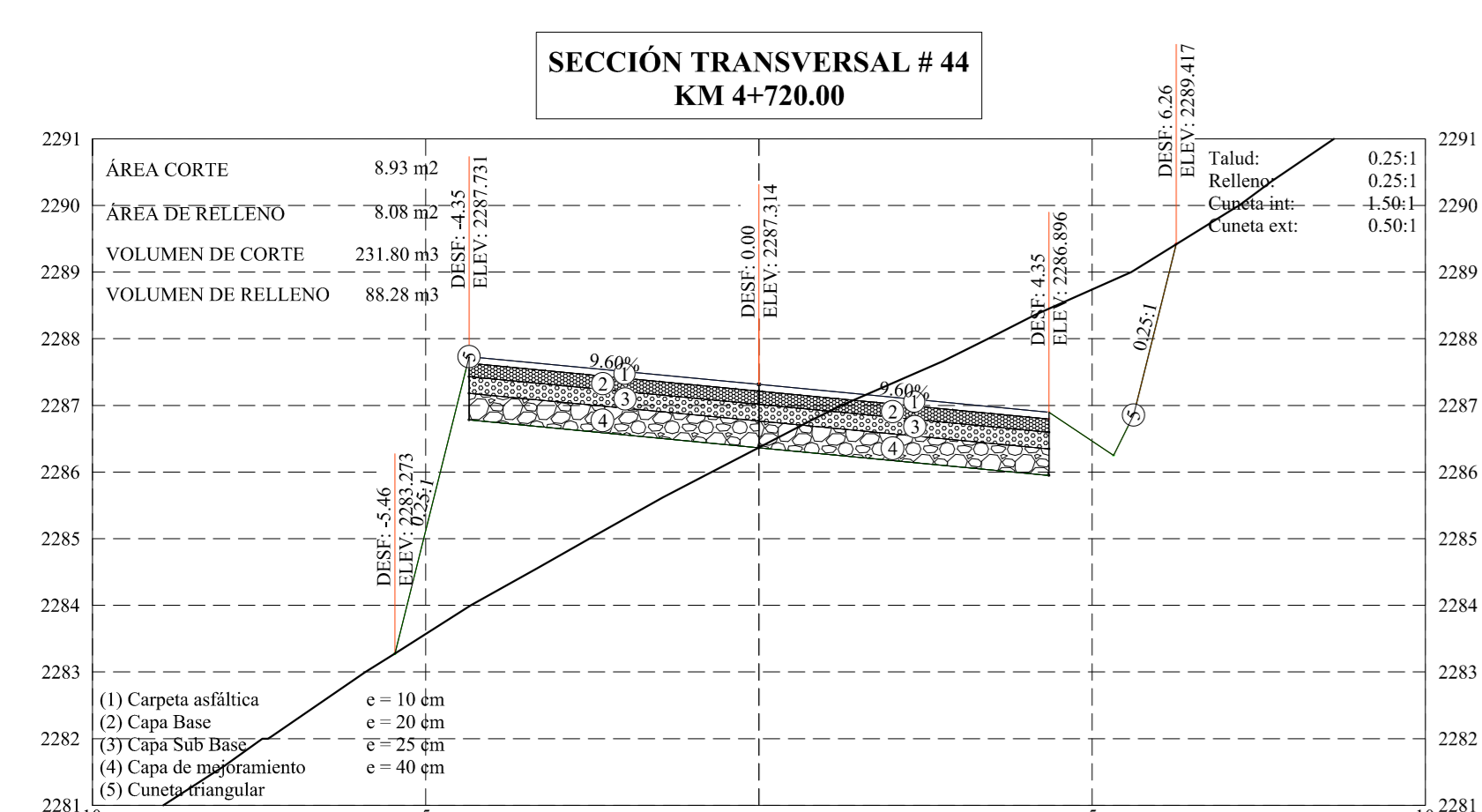
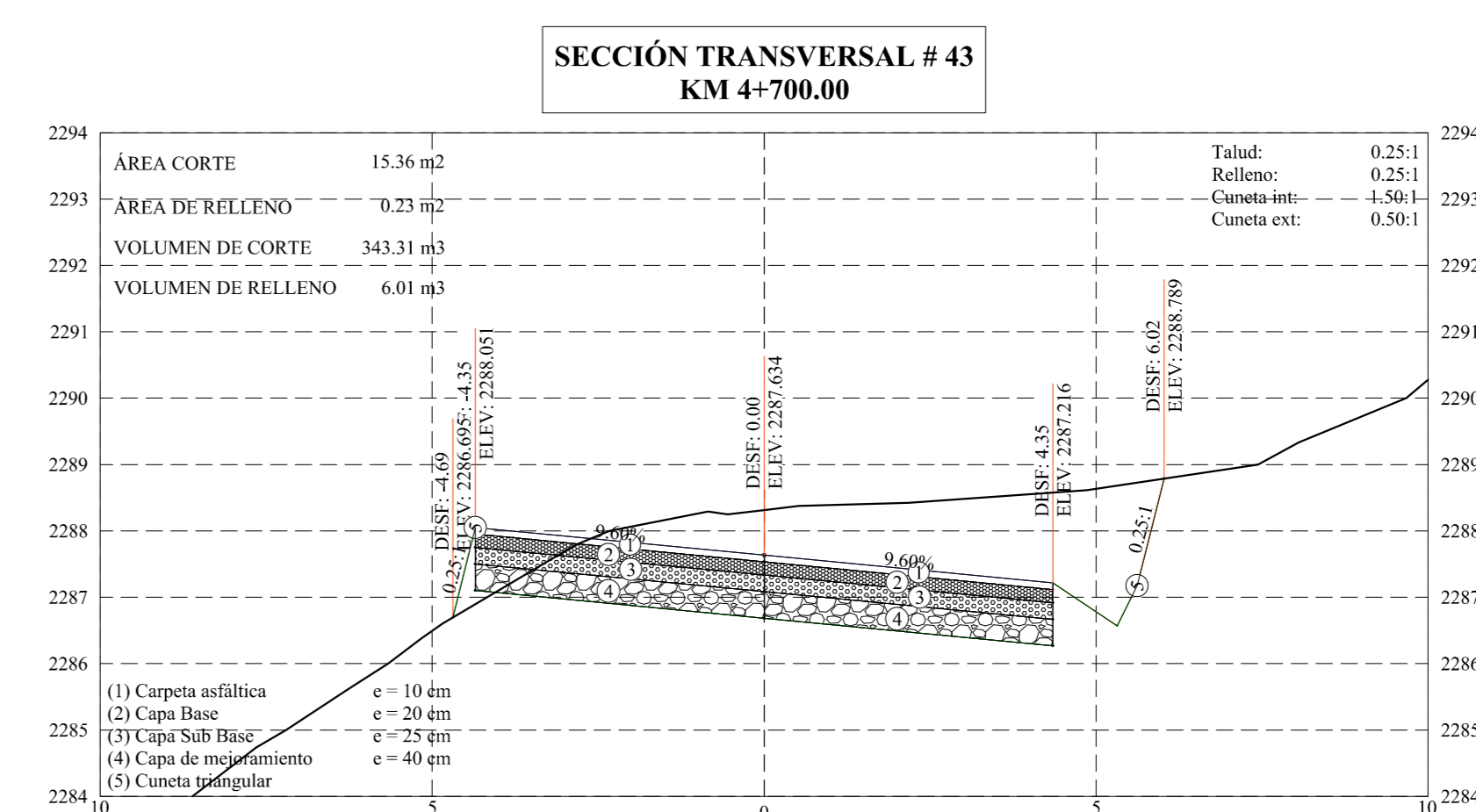
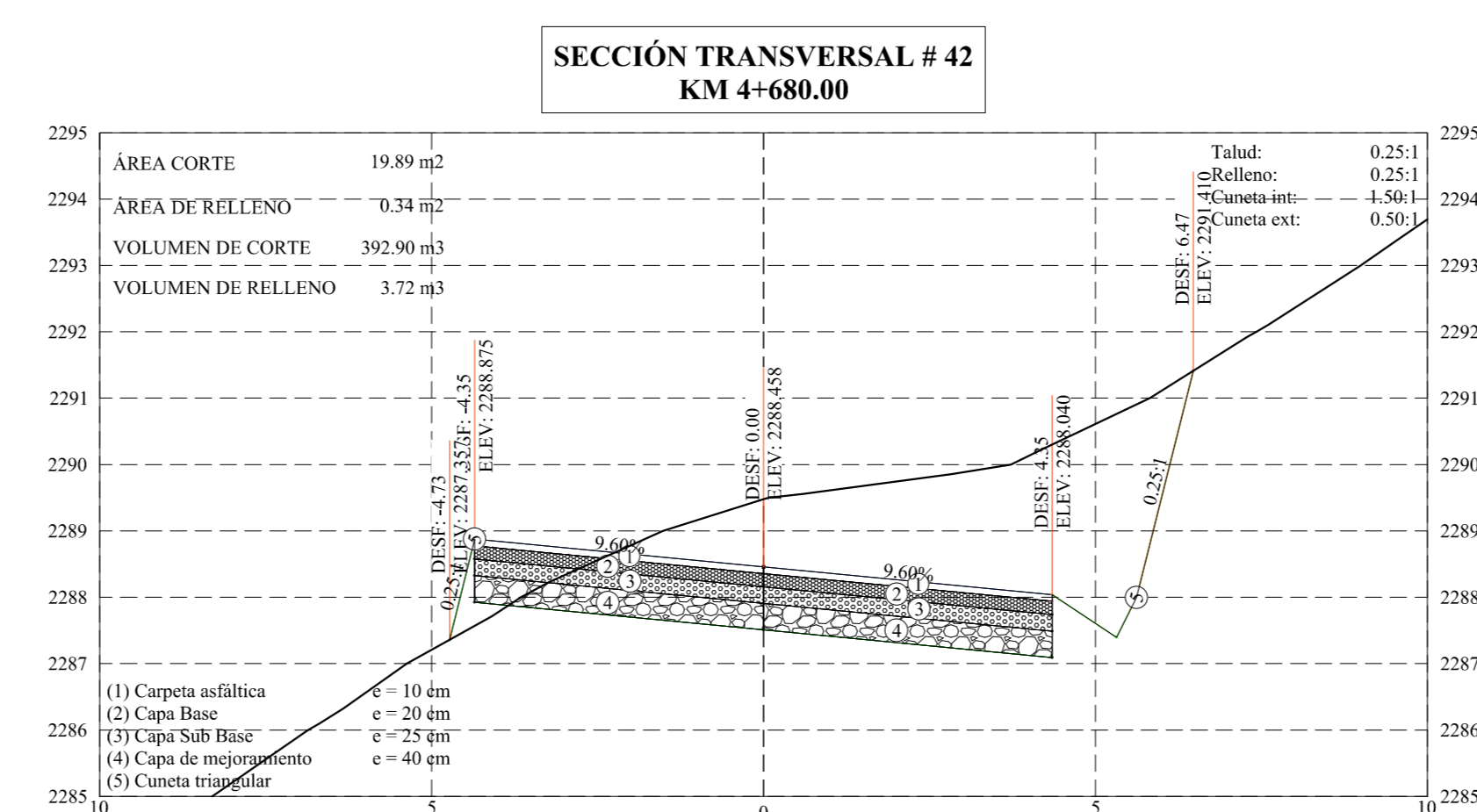
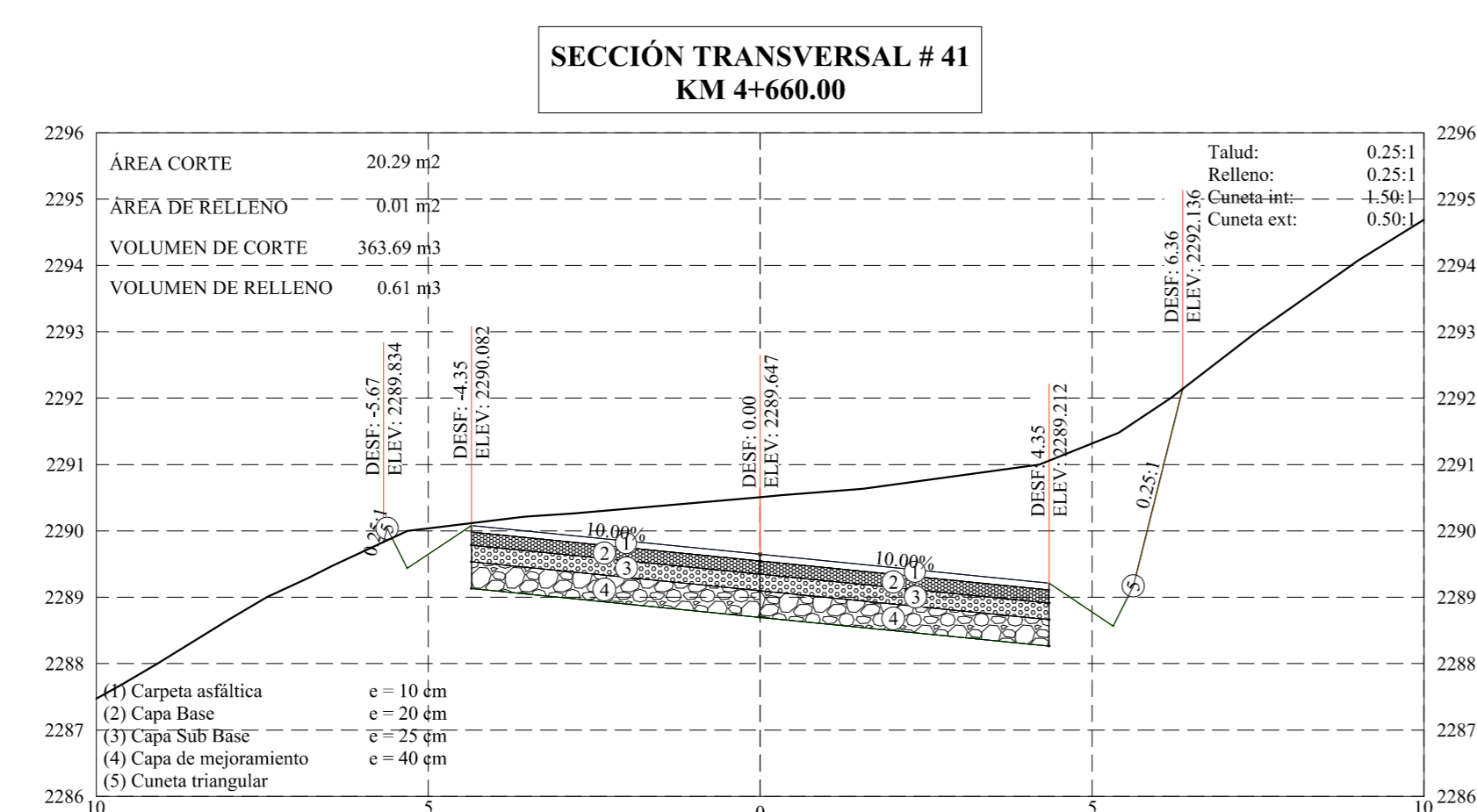
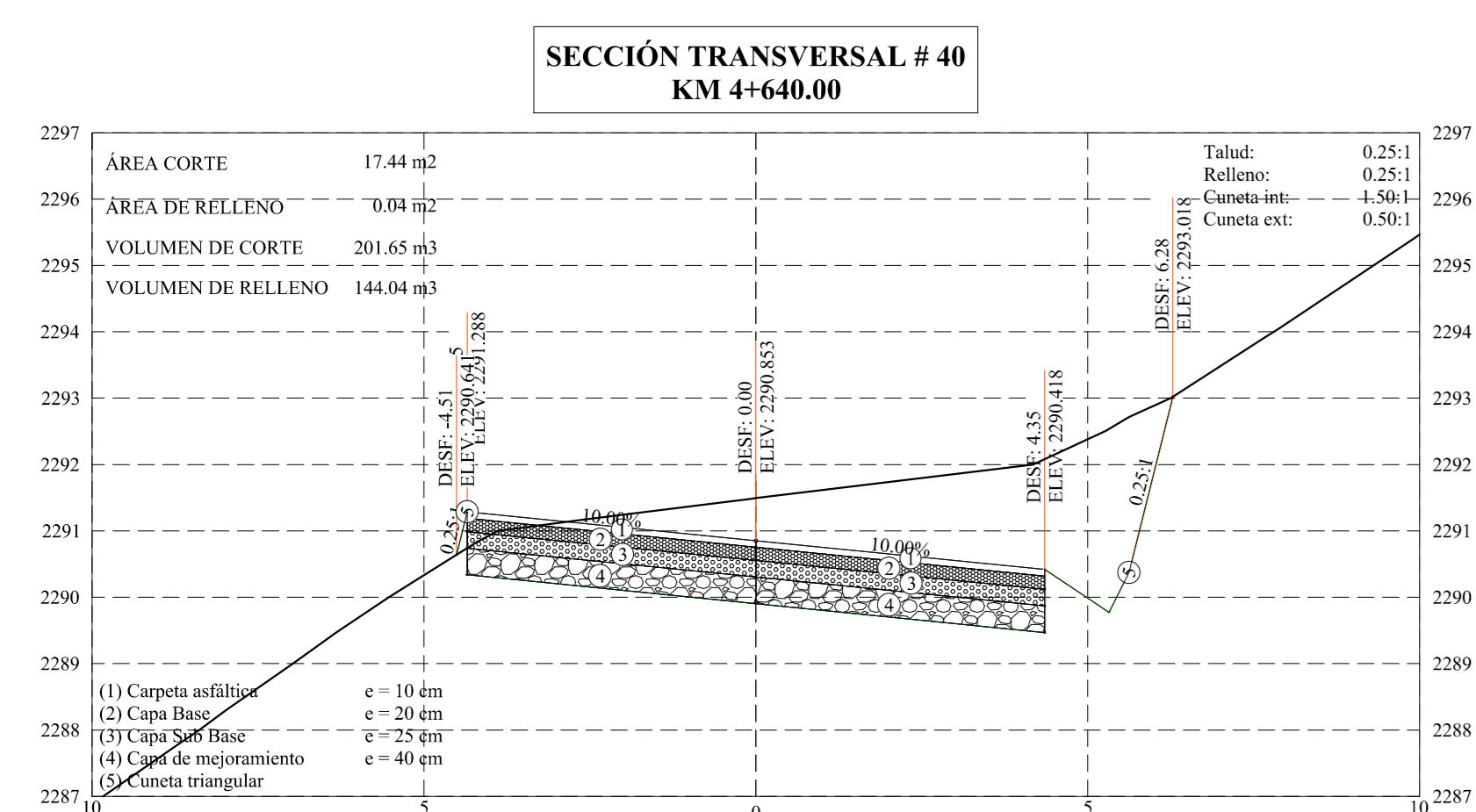
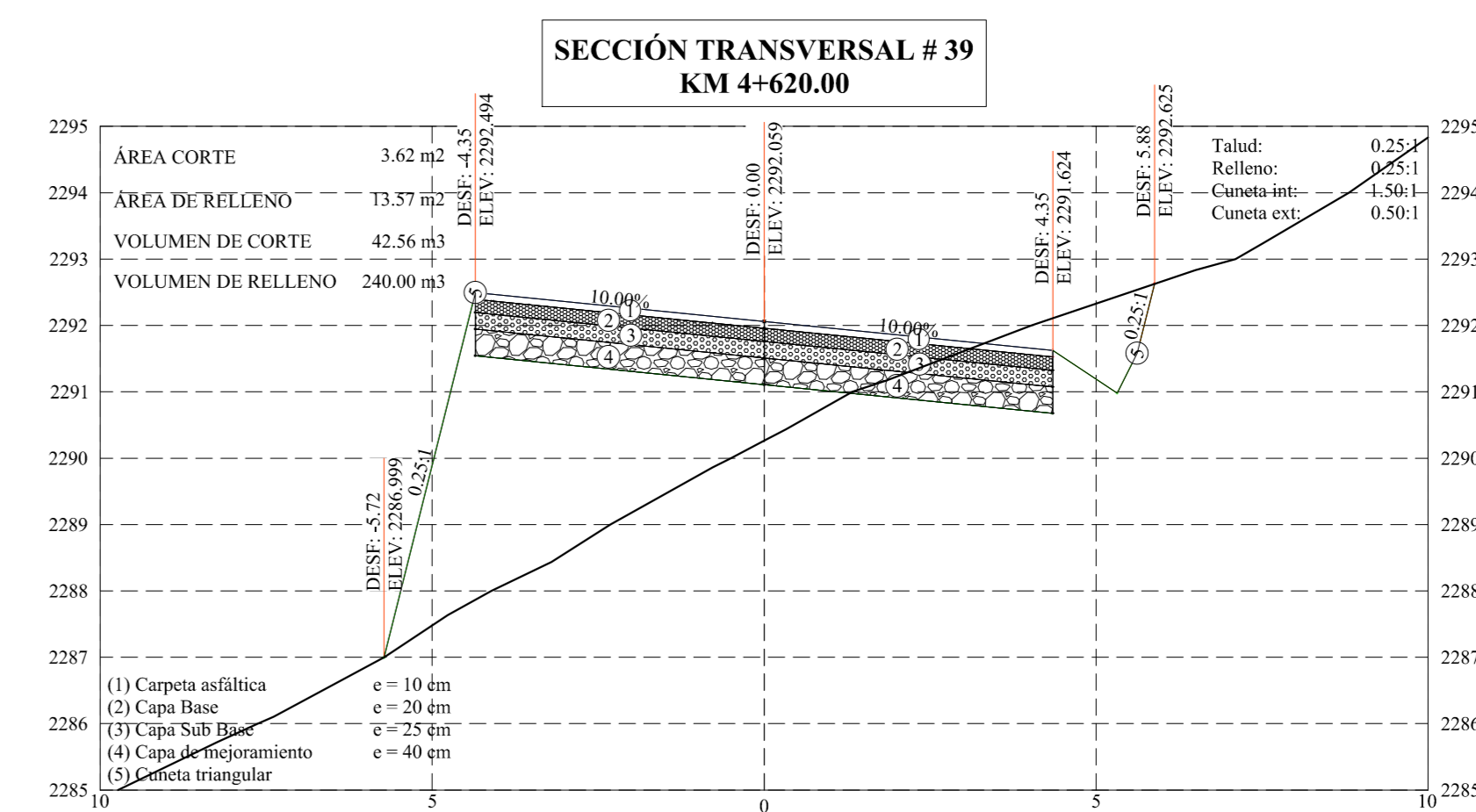
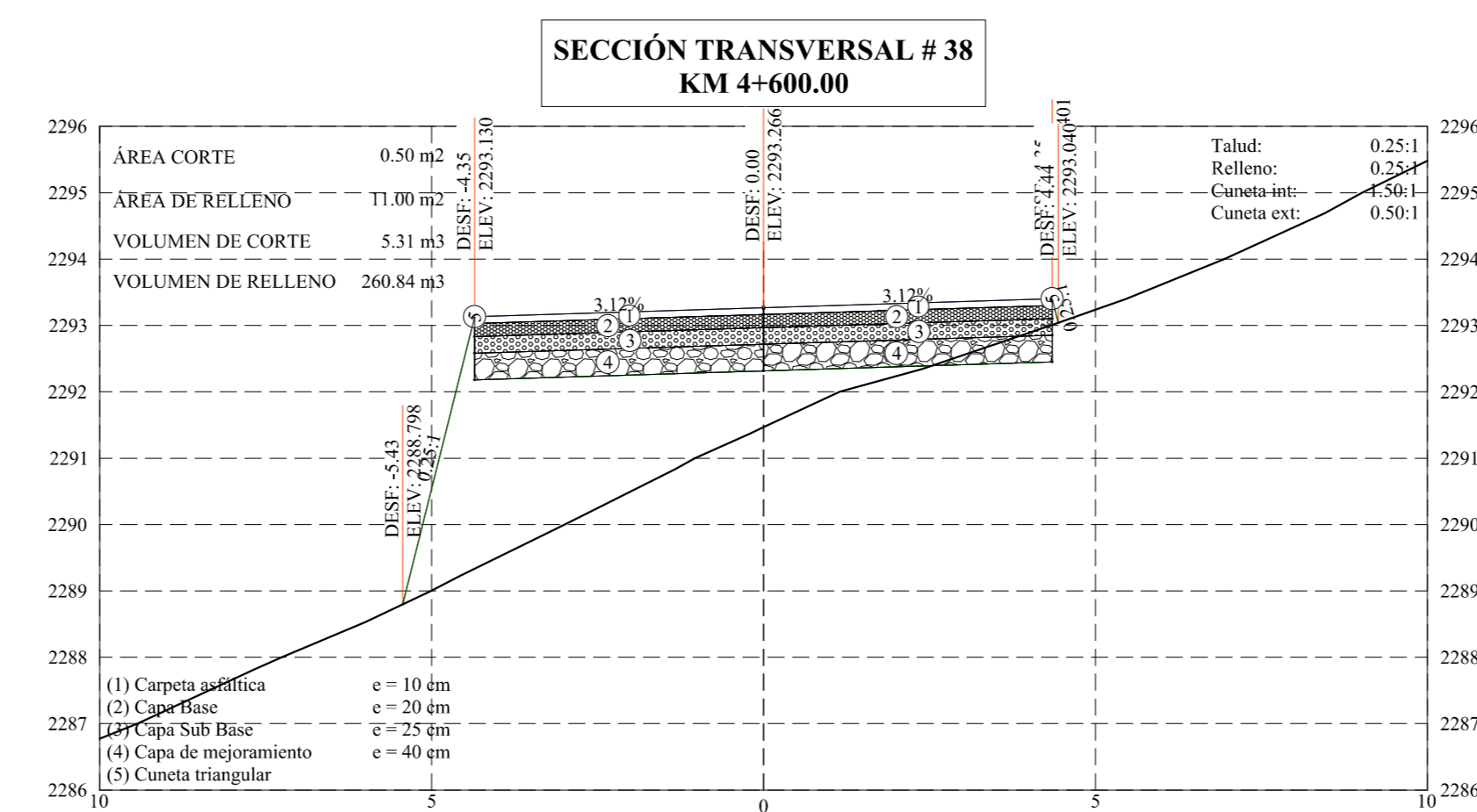
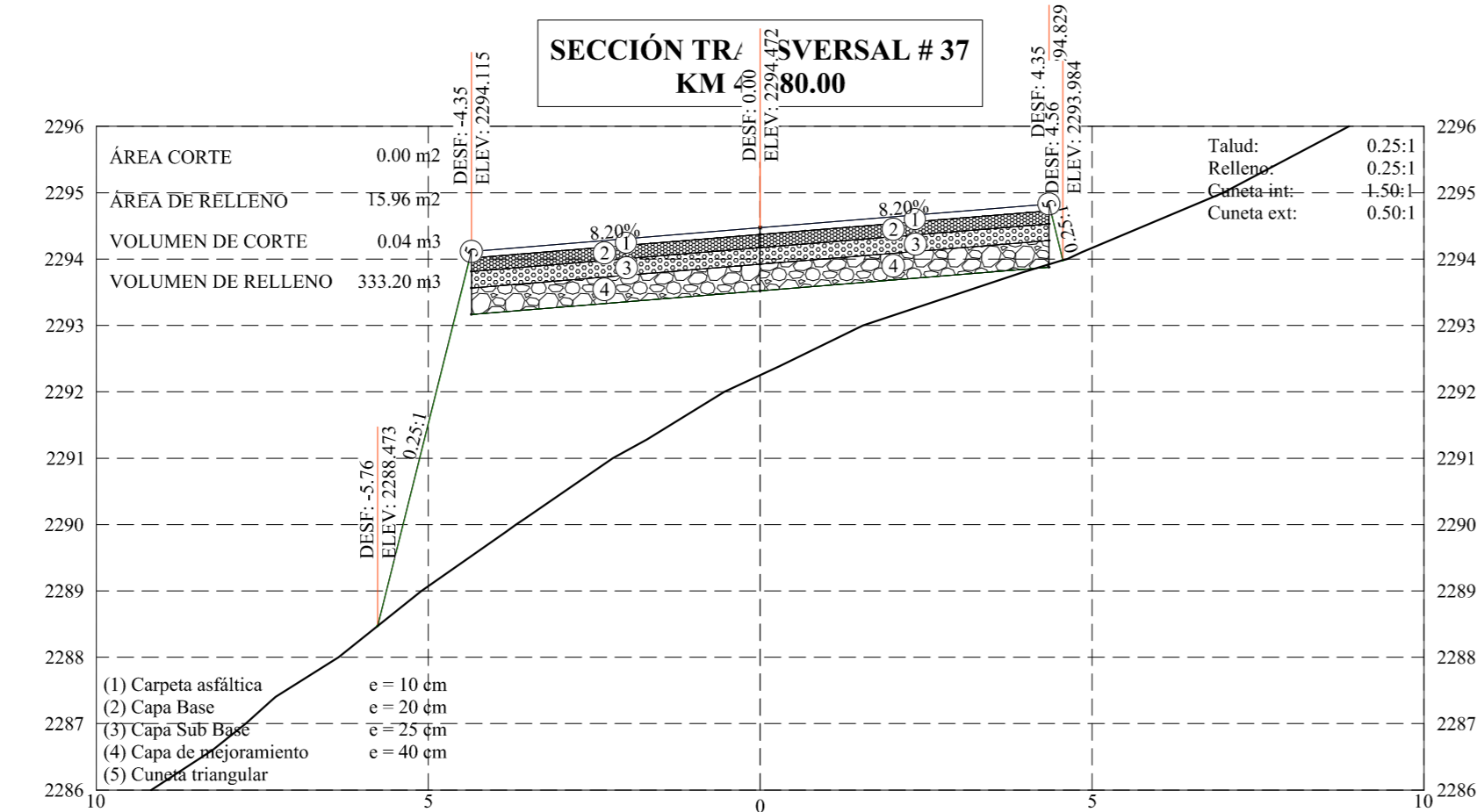
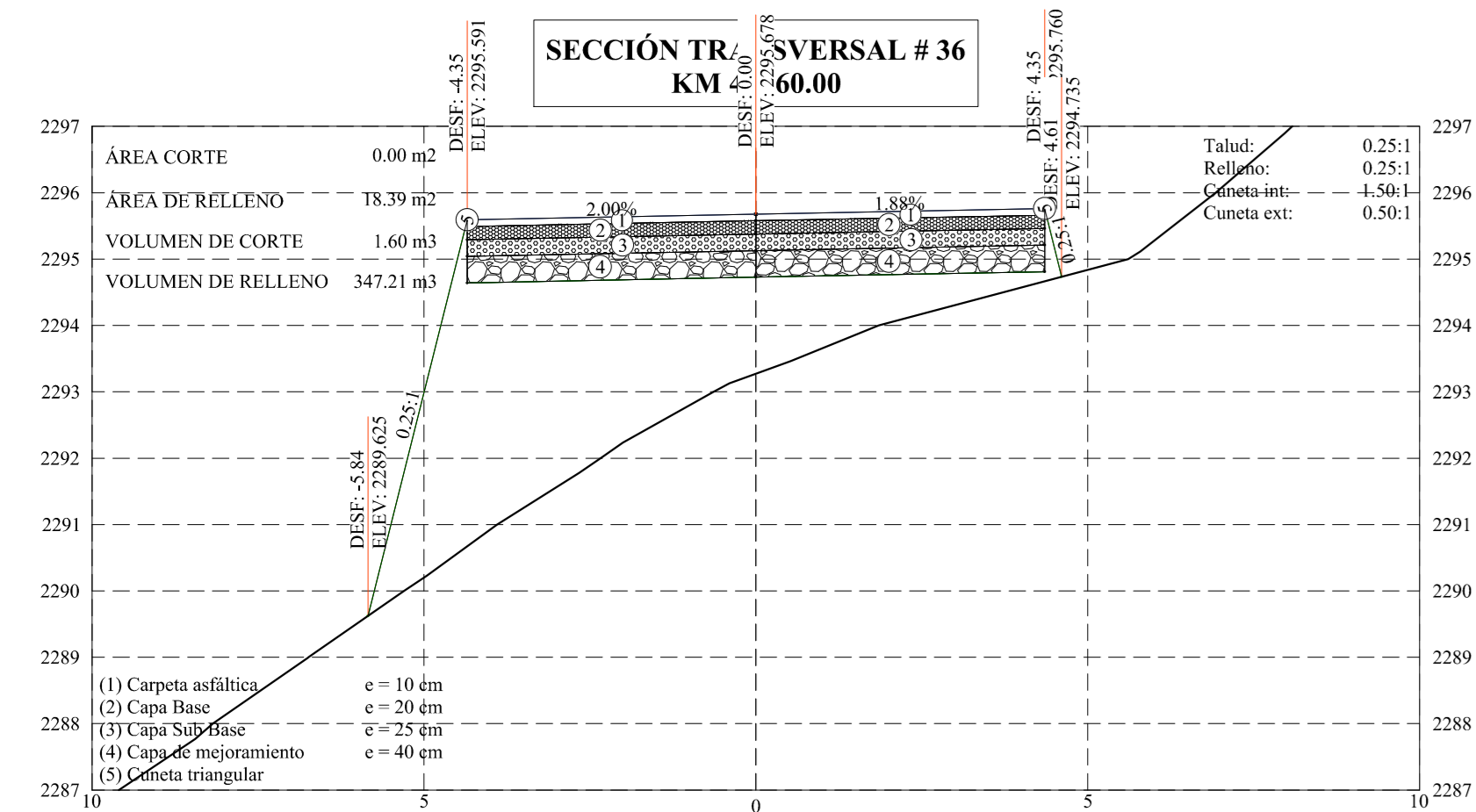
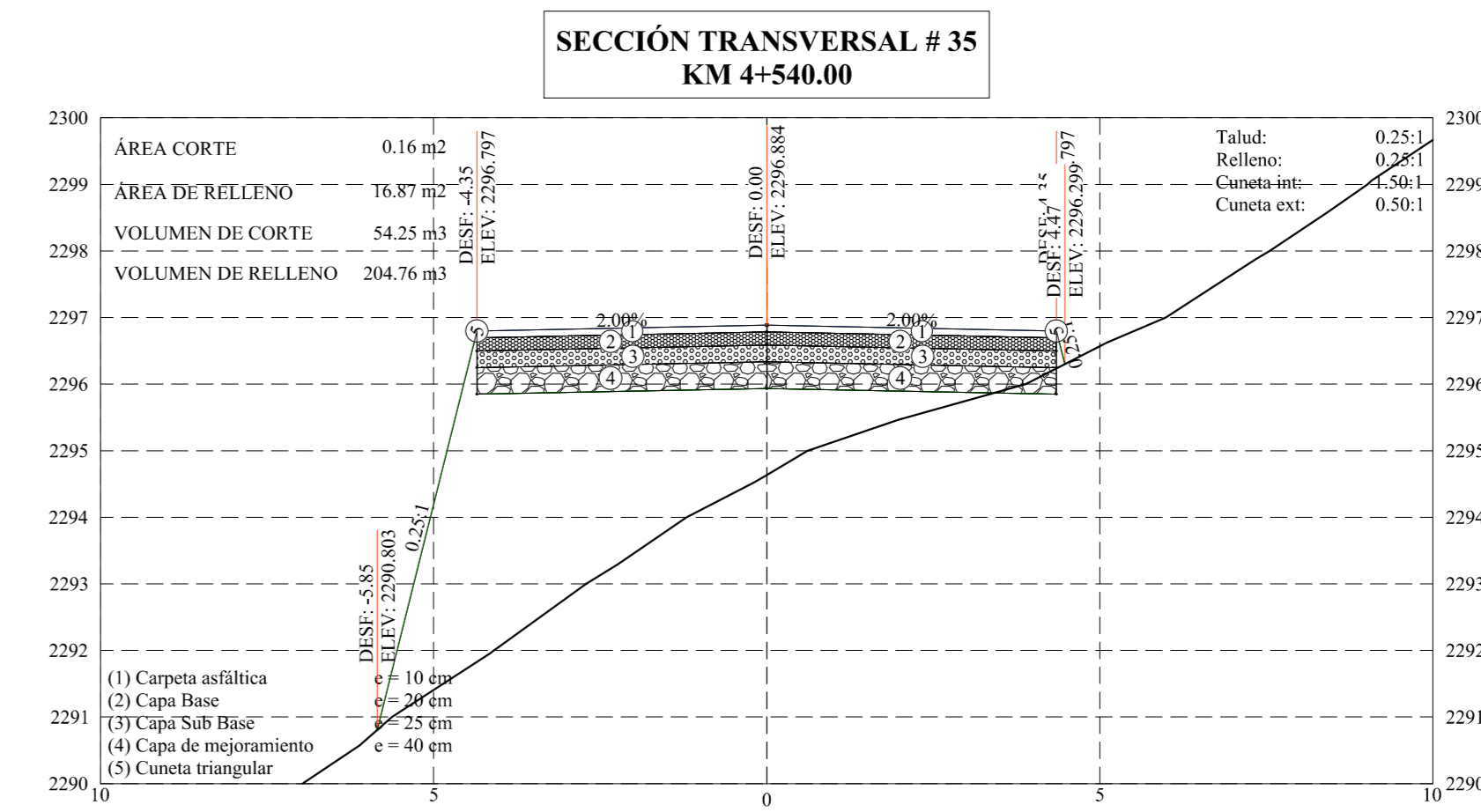
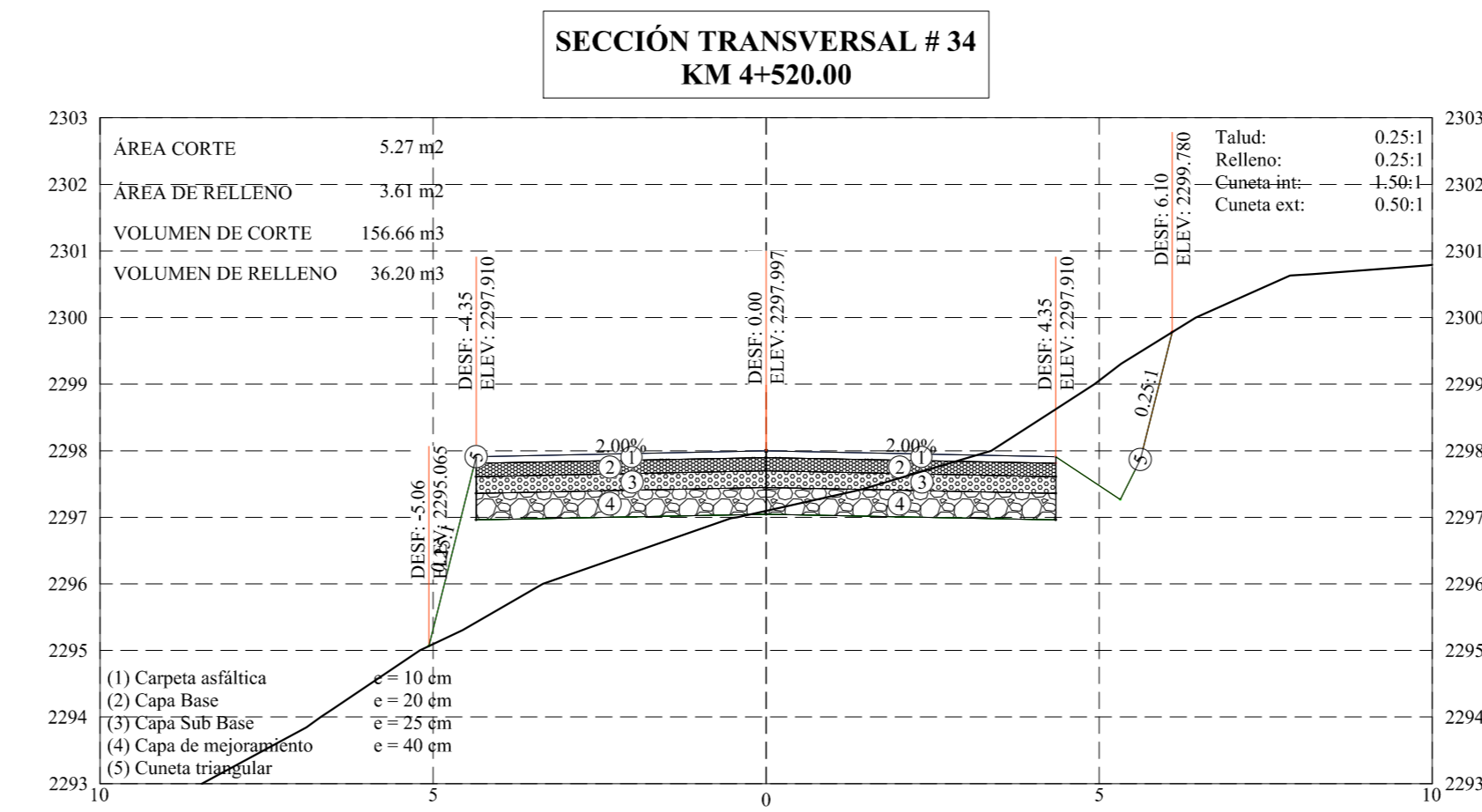
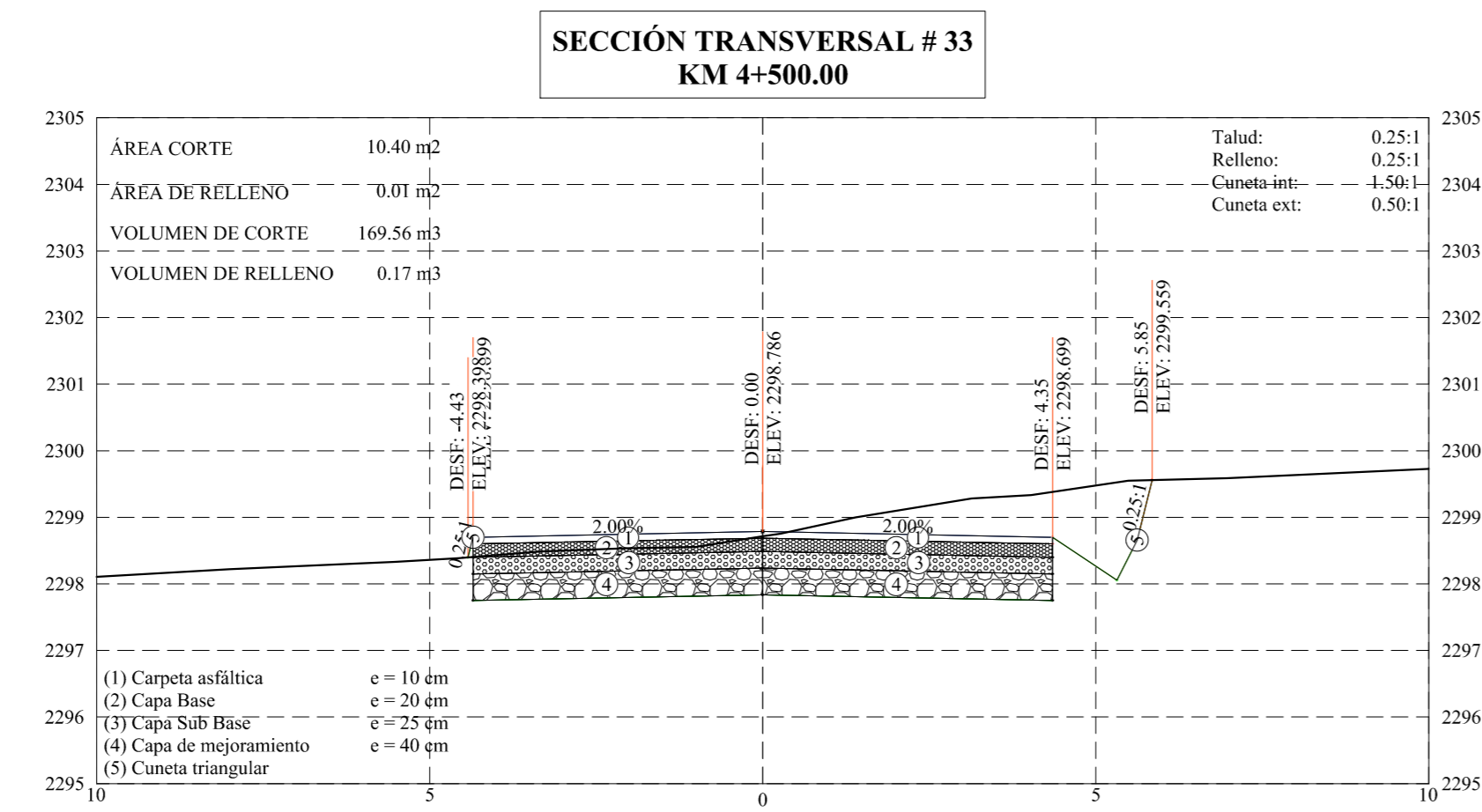
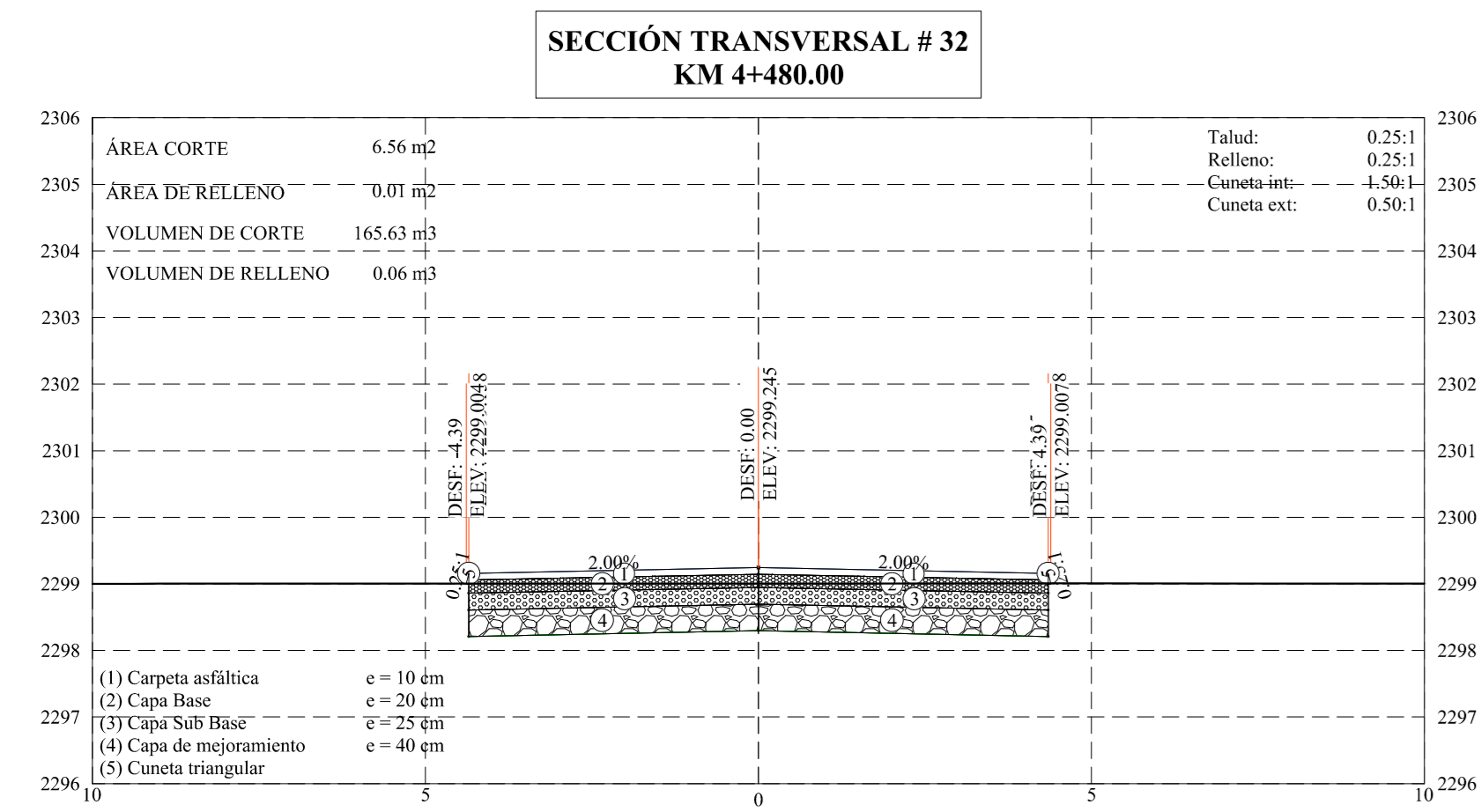








UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PAMPLLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4 + 000 HASTA 7 + 900 PERTINENCIENTE AL CANTÓN PANGOLA DE LA PROVINCIA DE COTACACHI"		
UBICACIÓN: "CANTÓN PANGOLA"		FECHA DE ENTREGA: OCTUBRE DEL 2020
ELABORADO POR: EGOB. REILTON GUERRERO	REVISADO POR: ING. MGS. MILETON ALDAS D.	CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES A CADA 20 M
ESTUDIANTE: EGOB. REILTON GUERRERO	DOCENTE TUTOR: ING. MGS. MILETON ALDAS D.	ESCALA: 1:100
KILÓMETRO POR PLANO: KM/1000		LÁMINA N°: 07/15

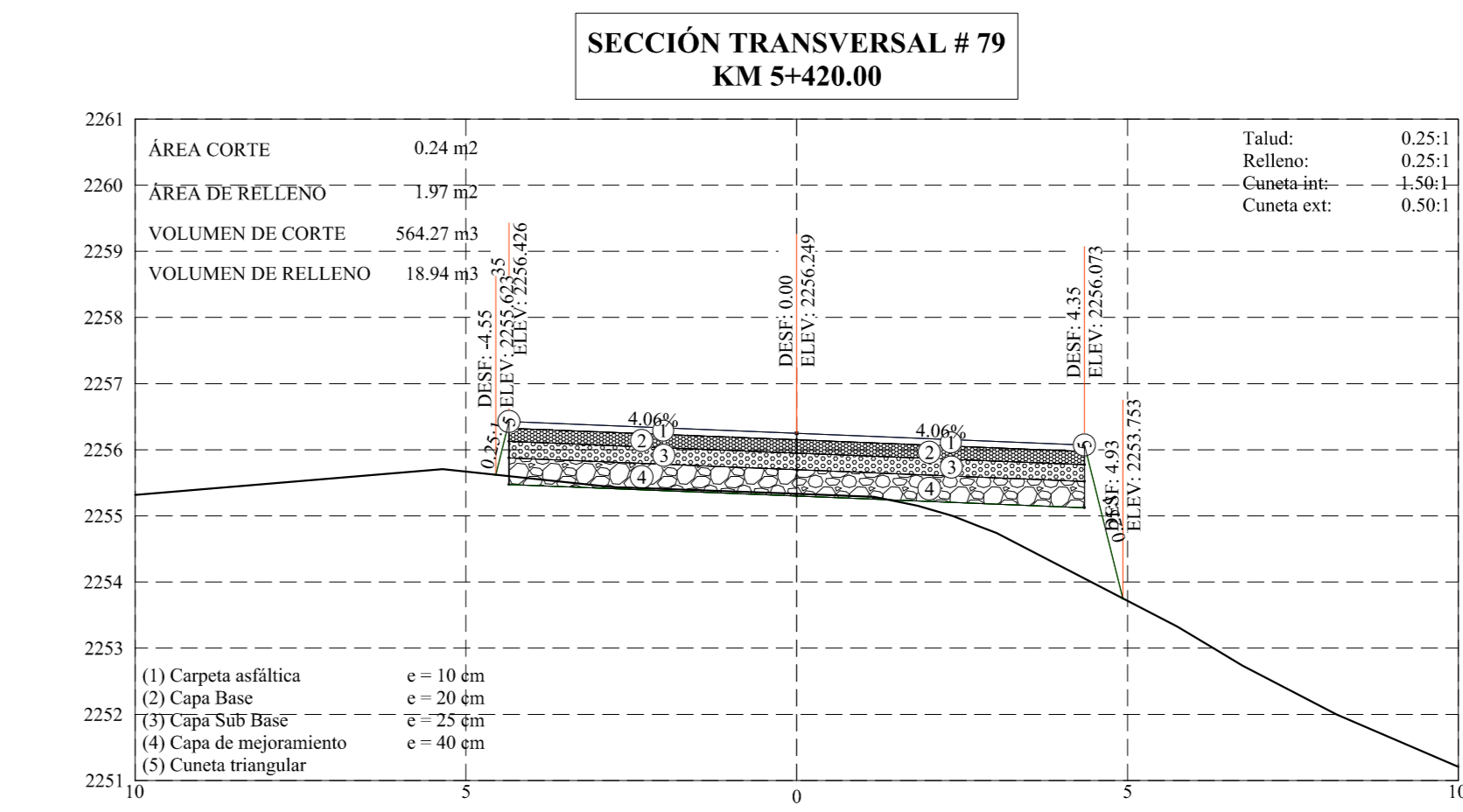
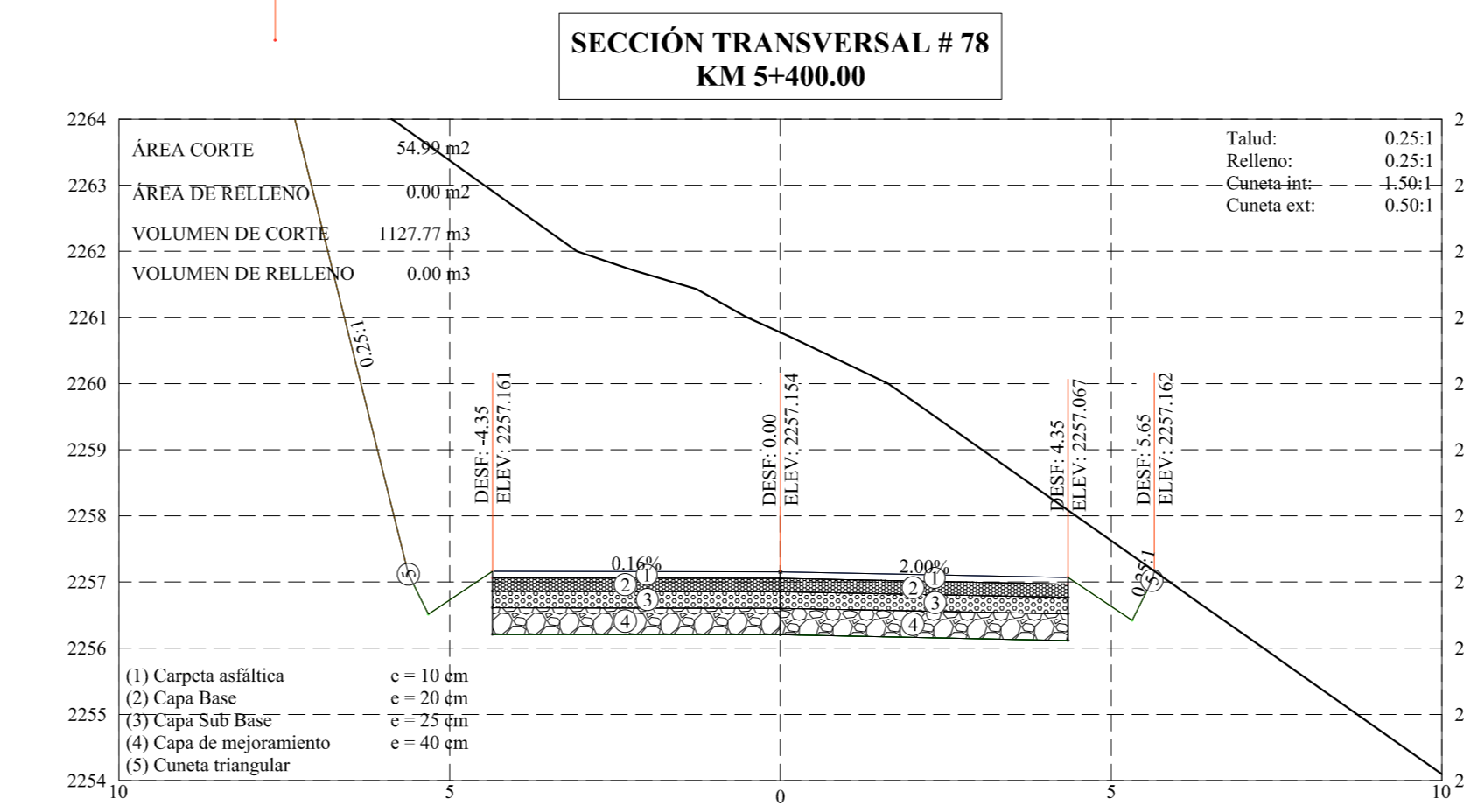
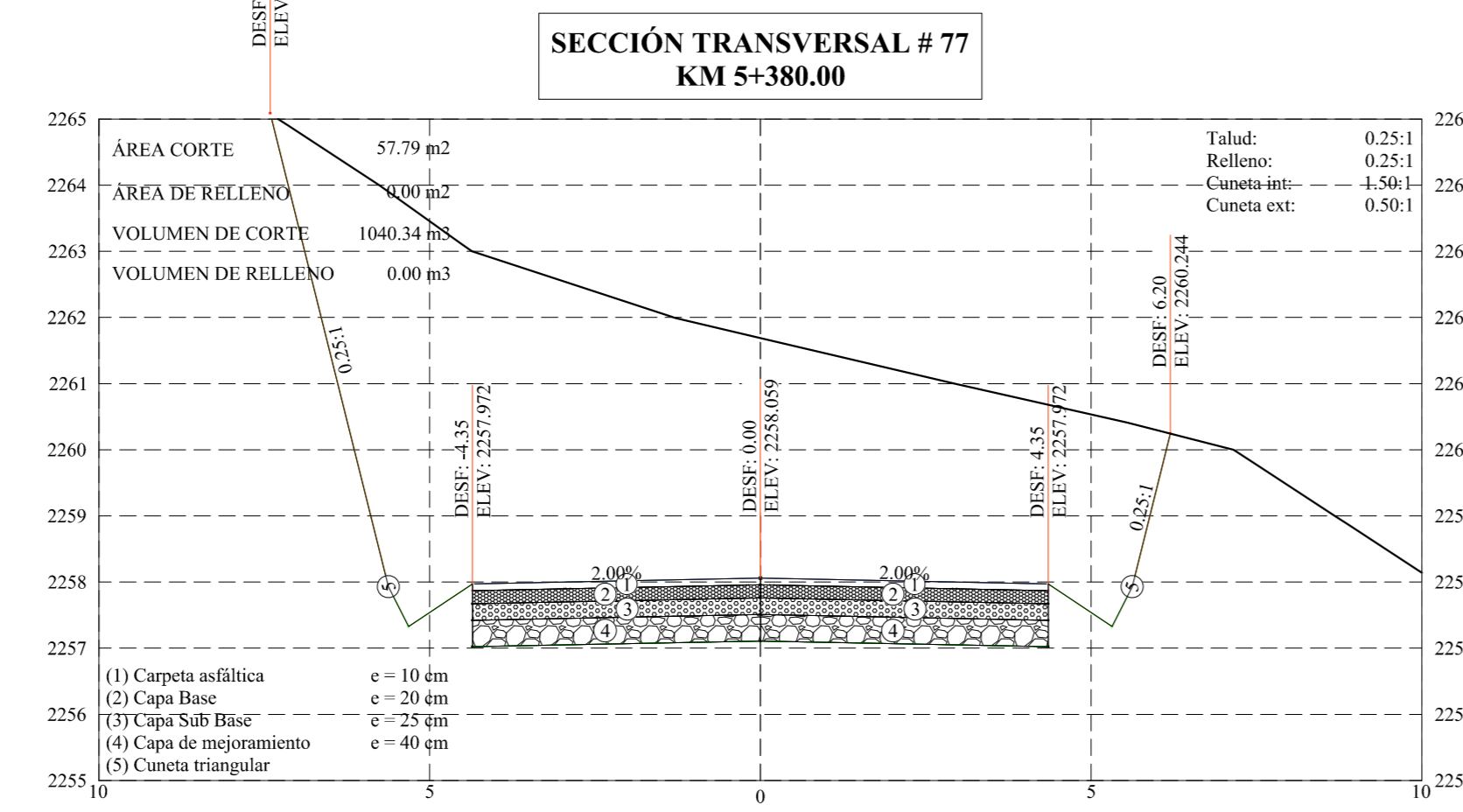
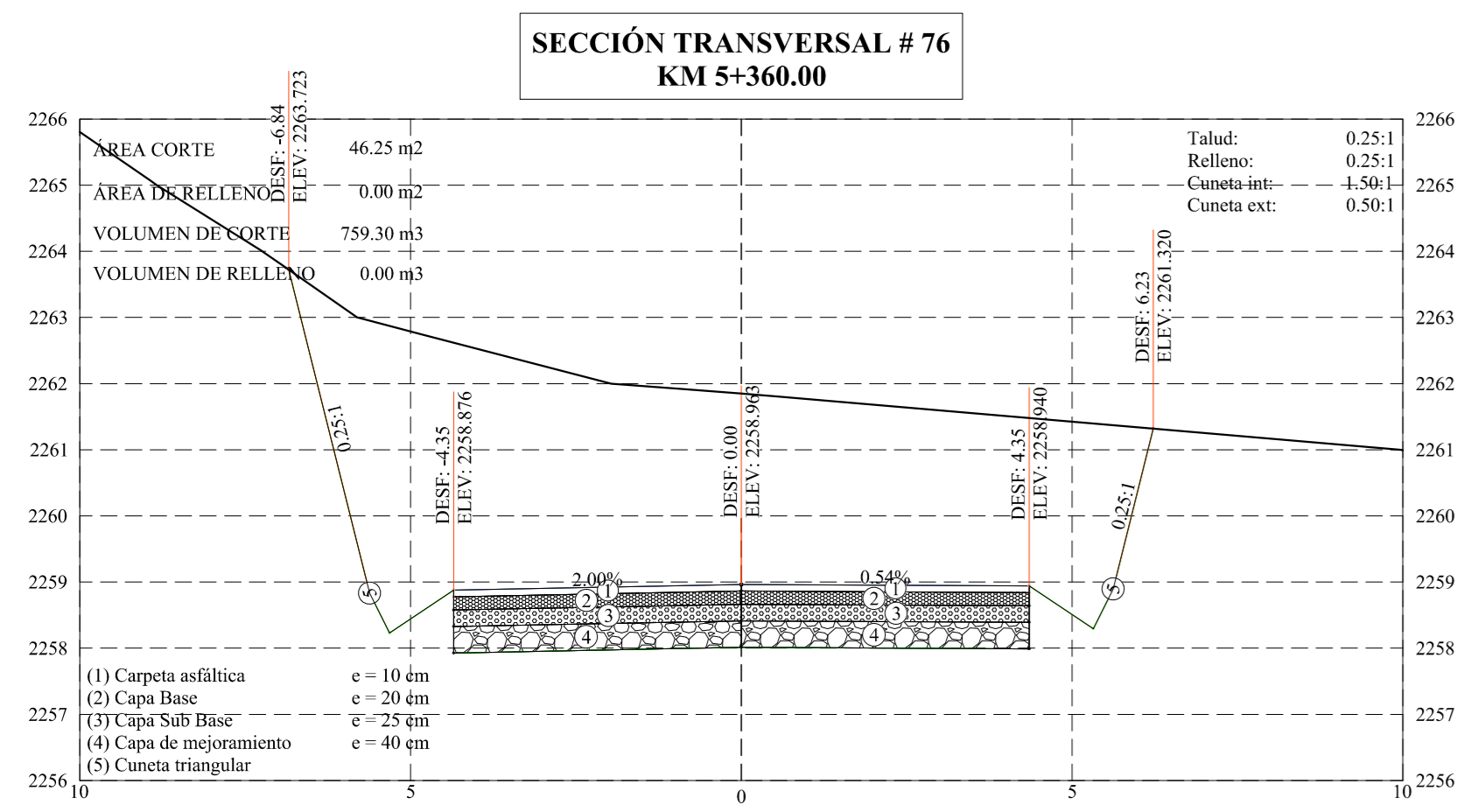
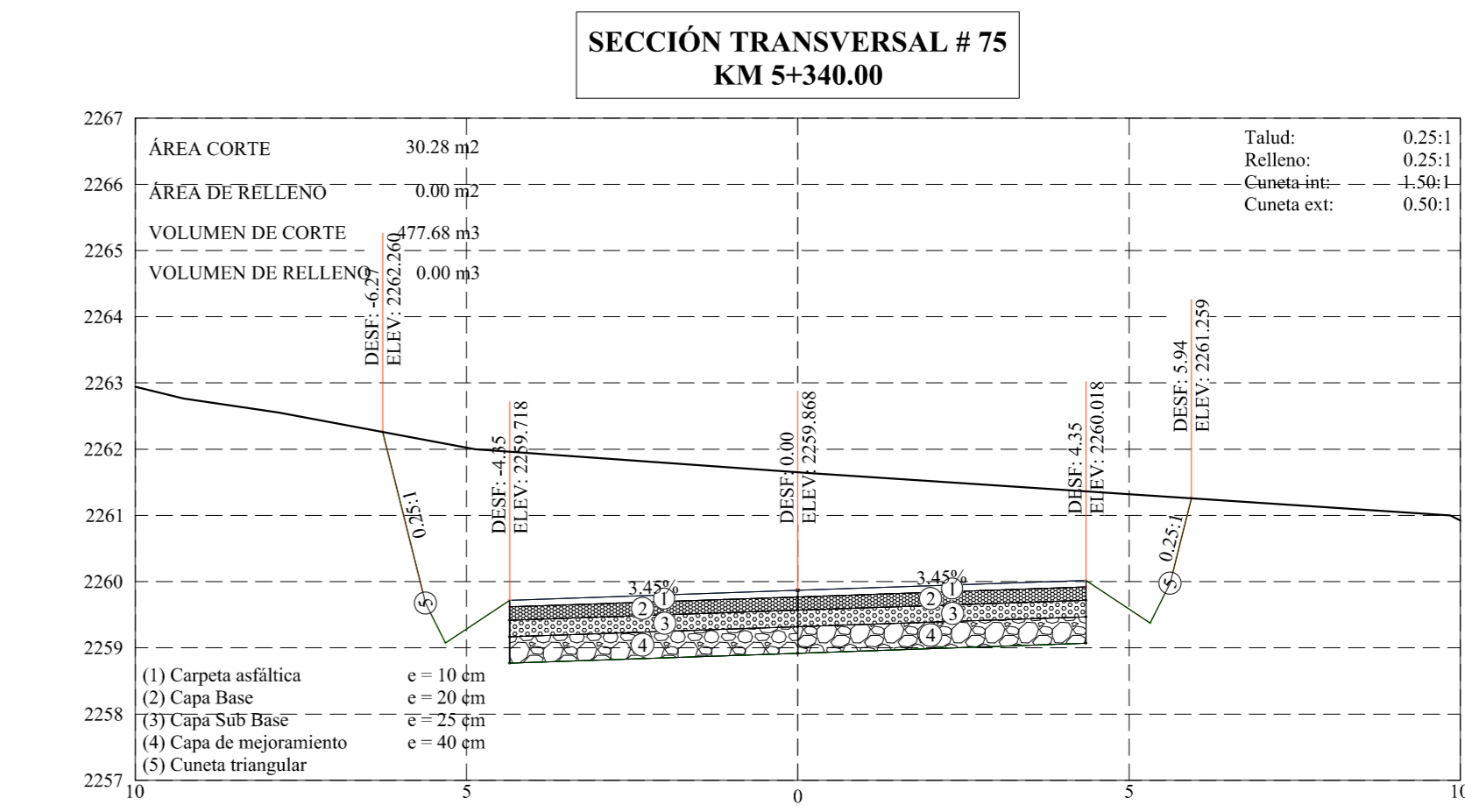
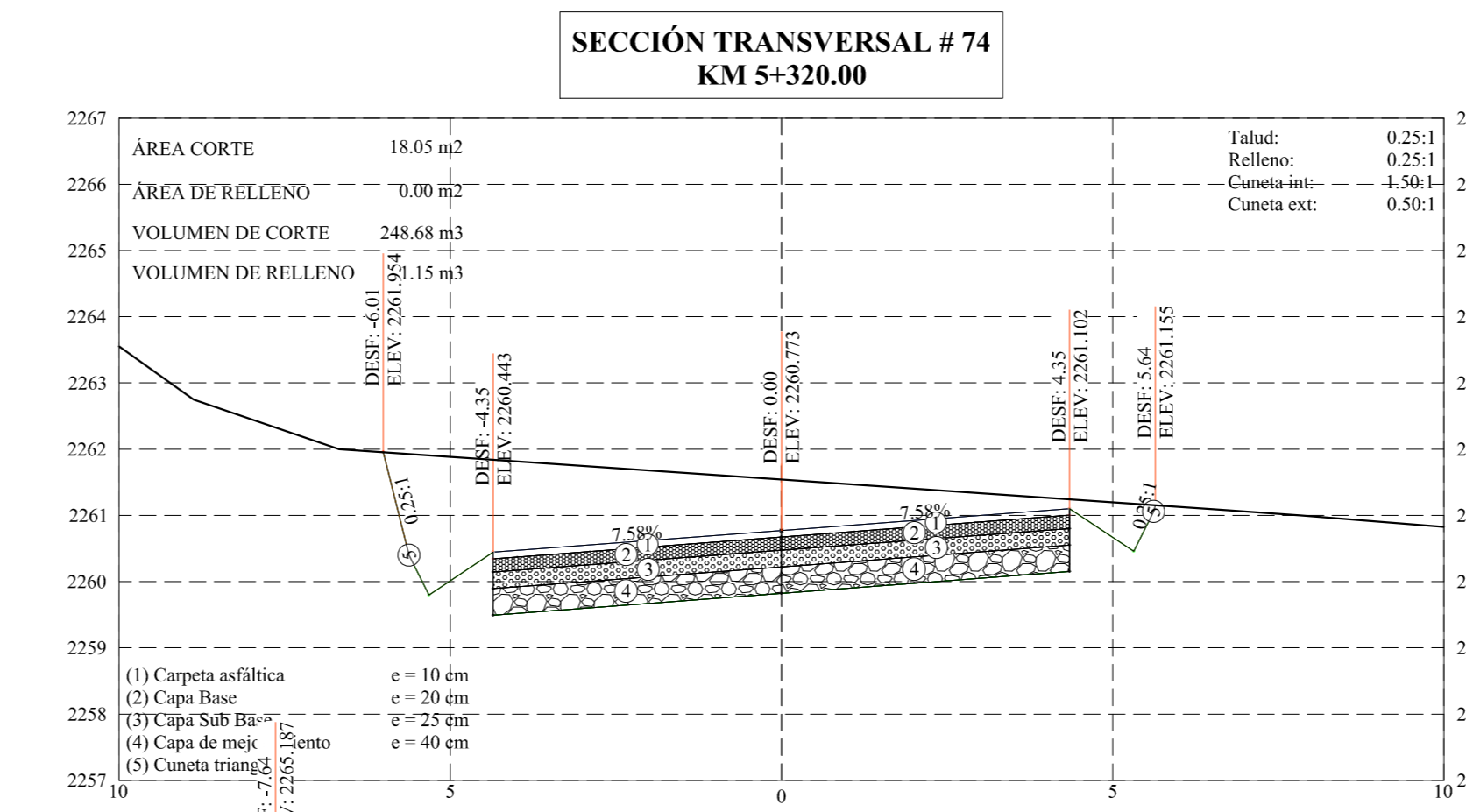
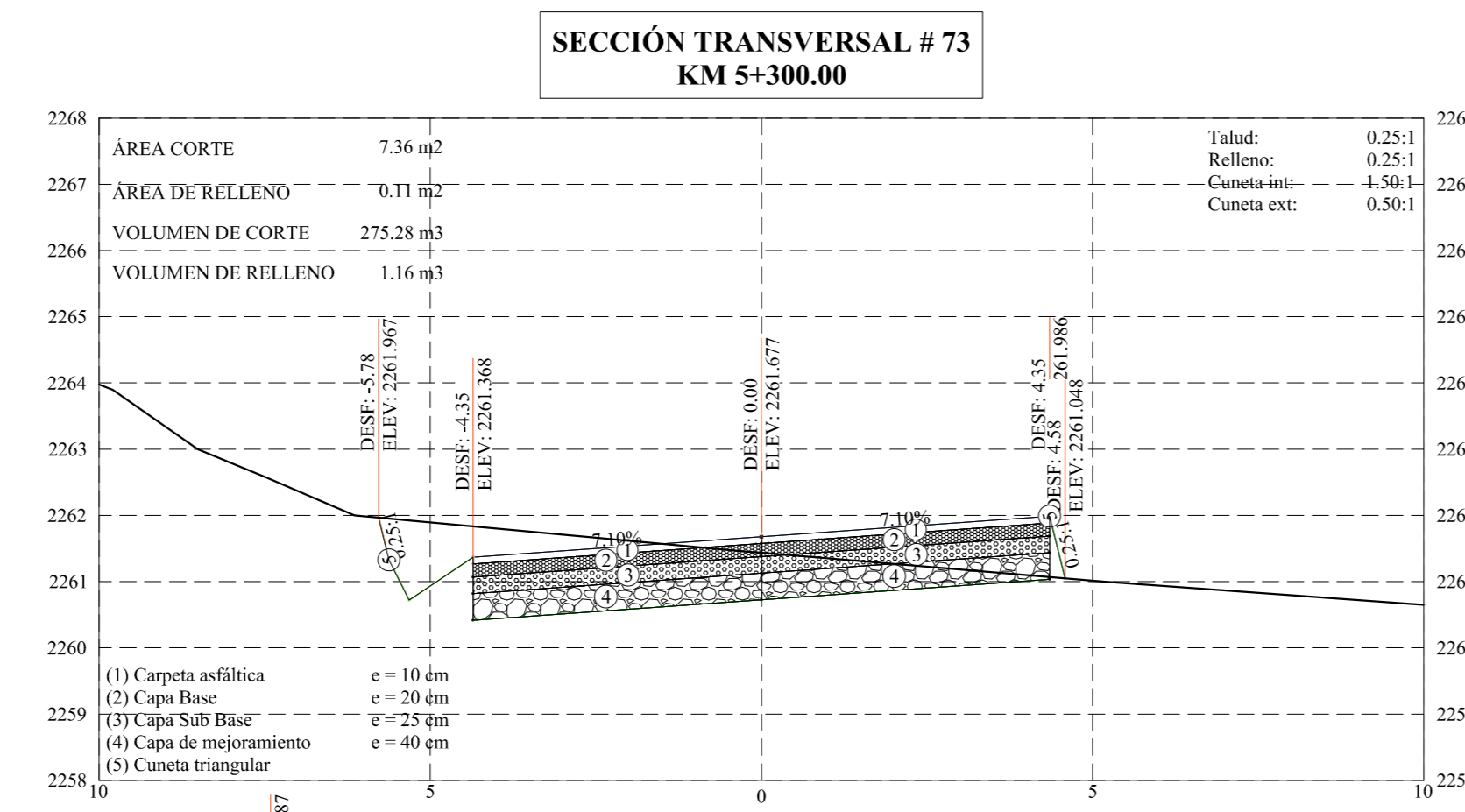
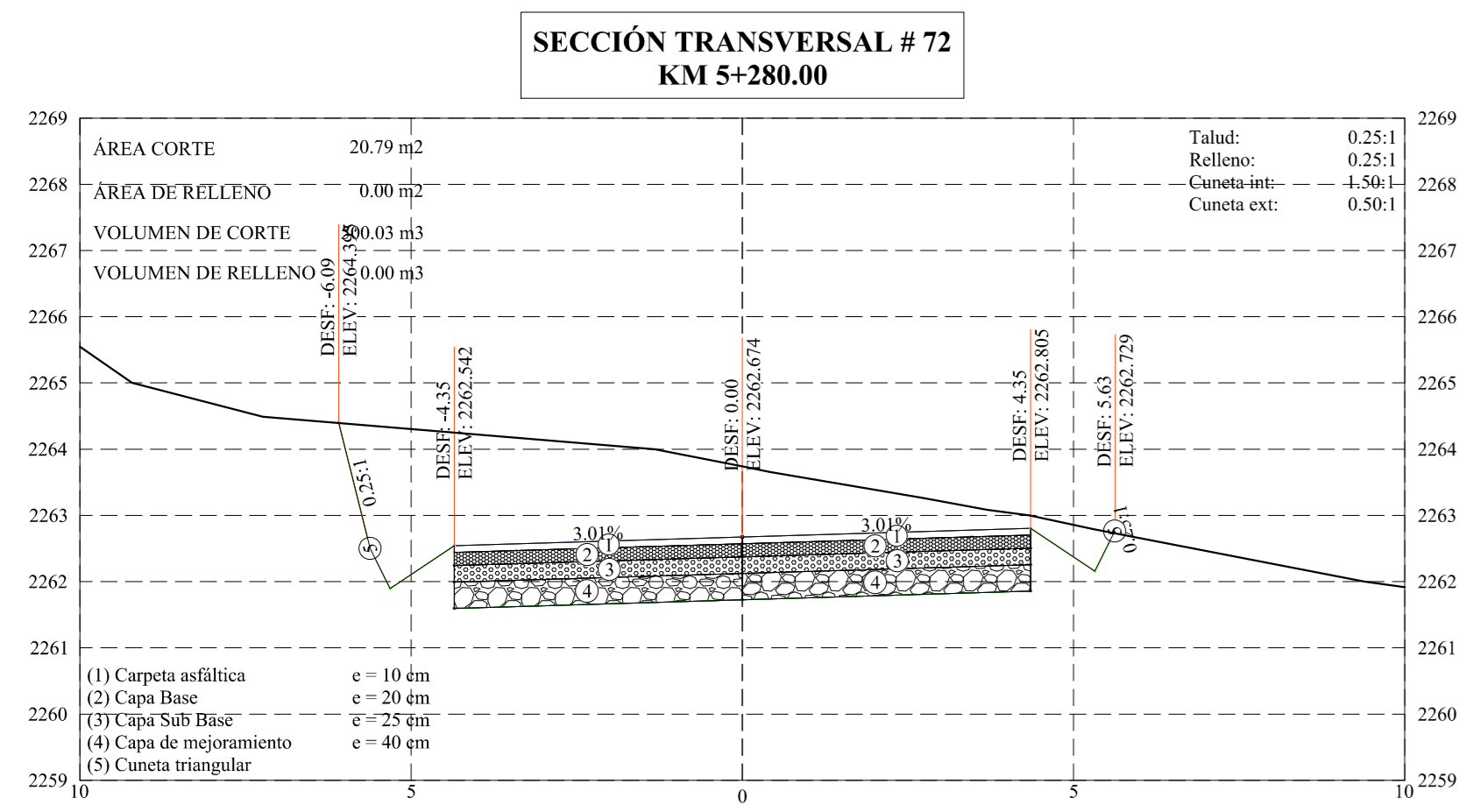
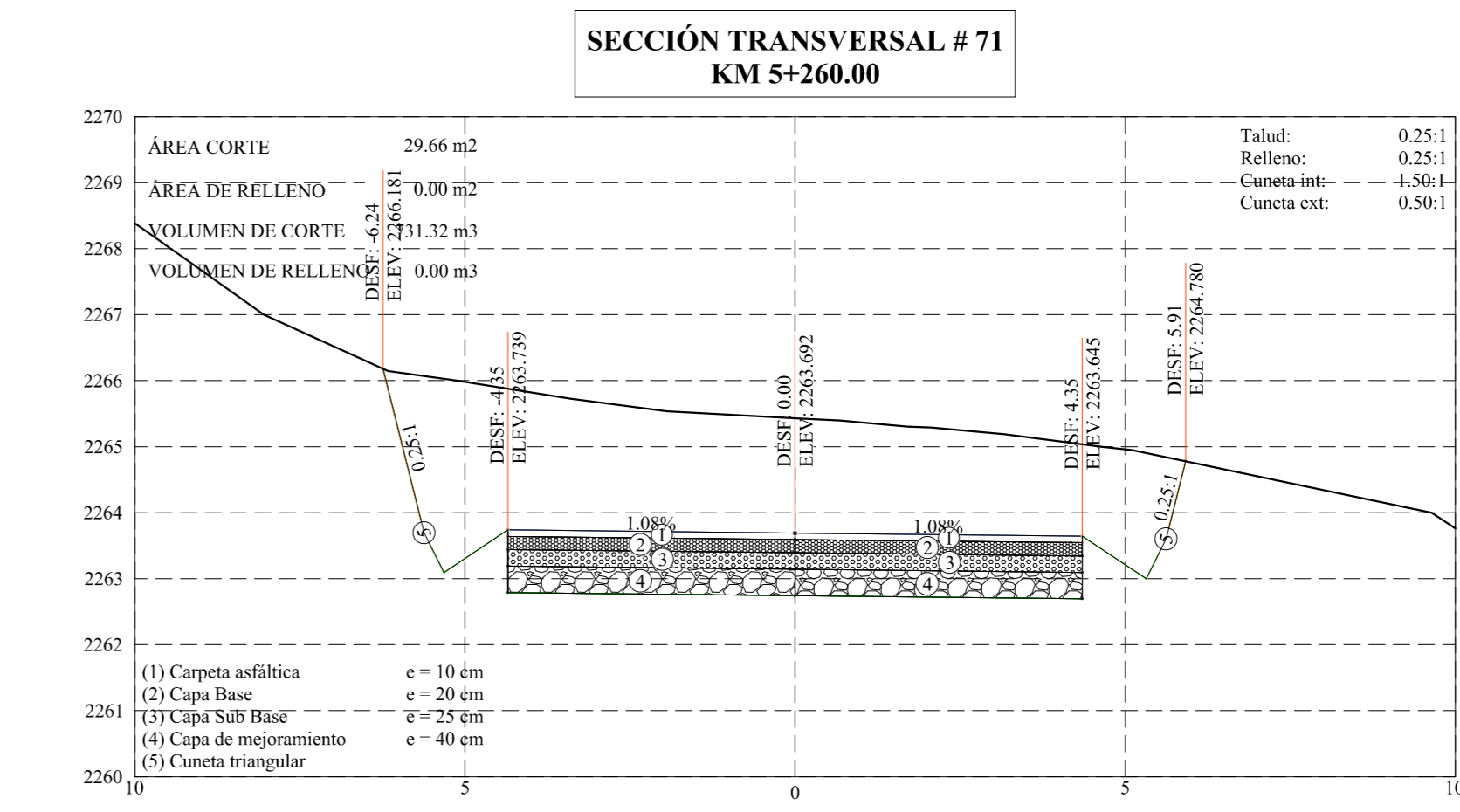
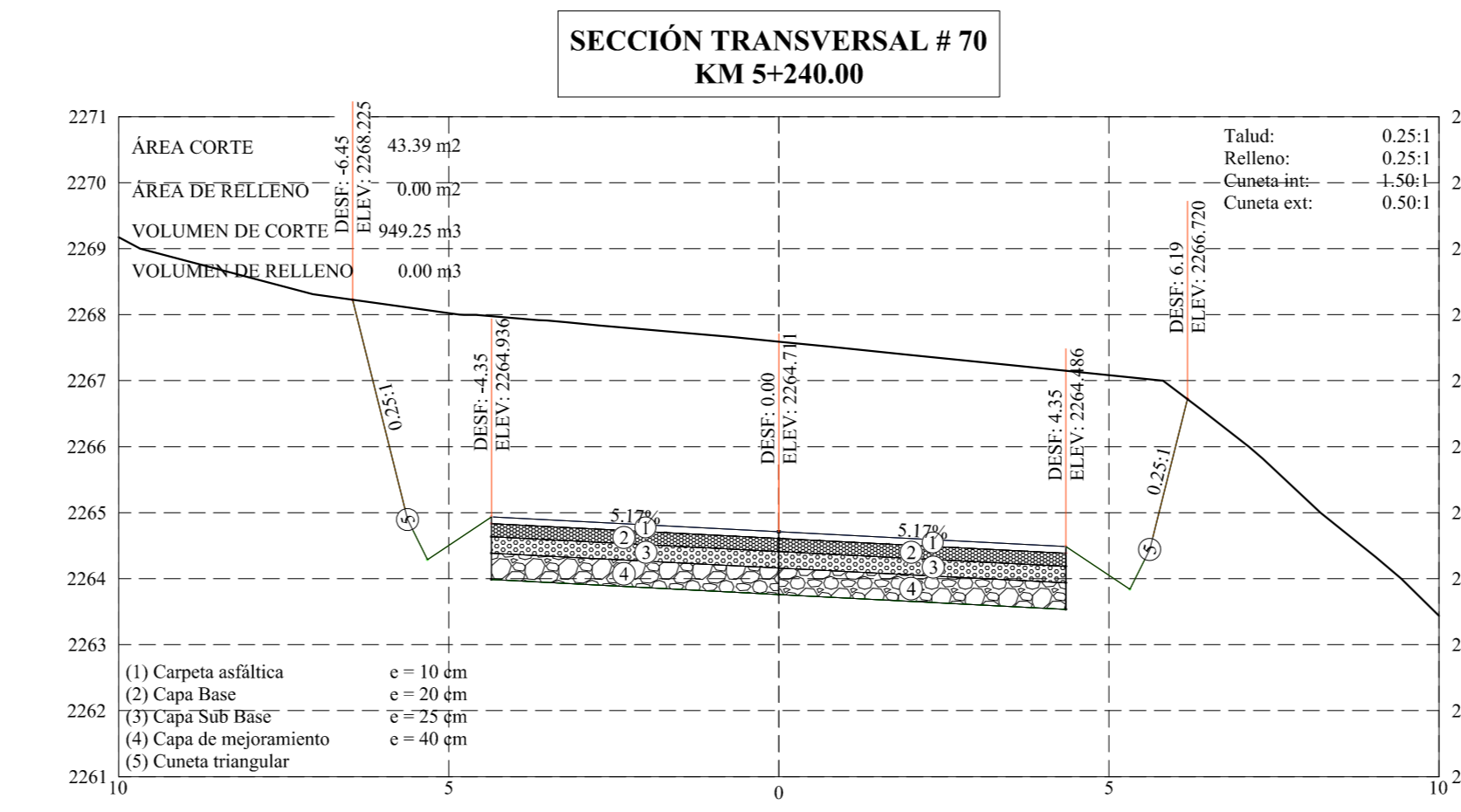
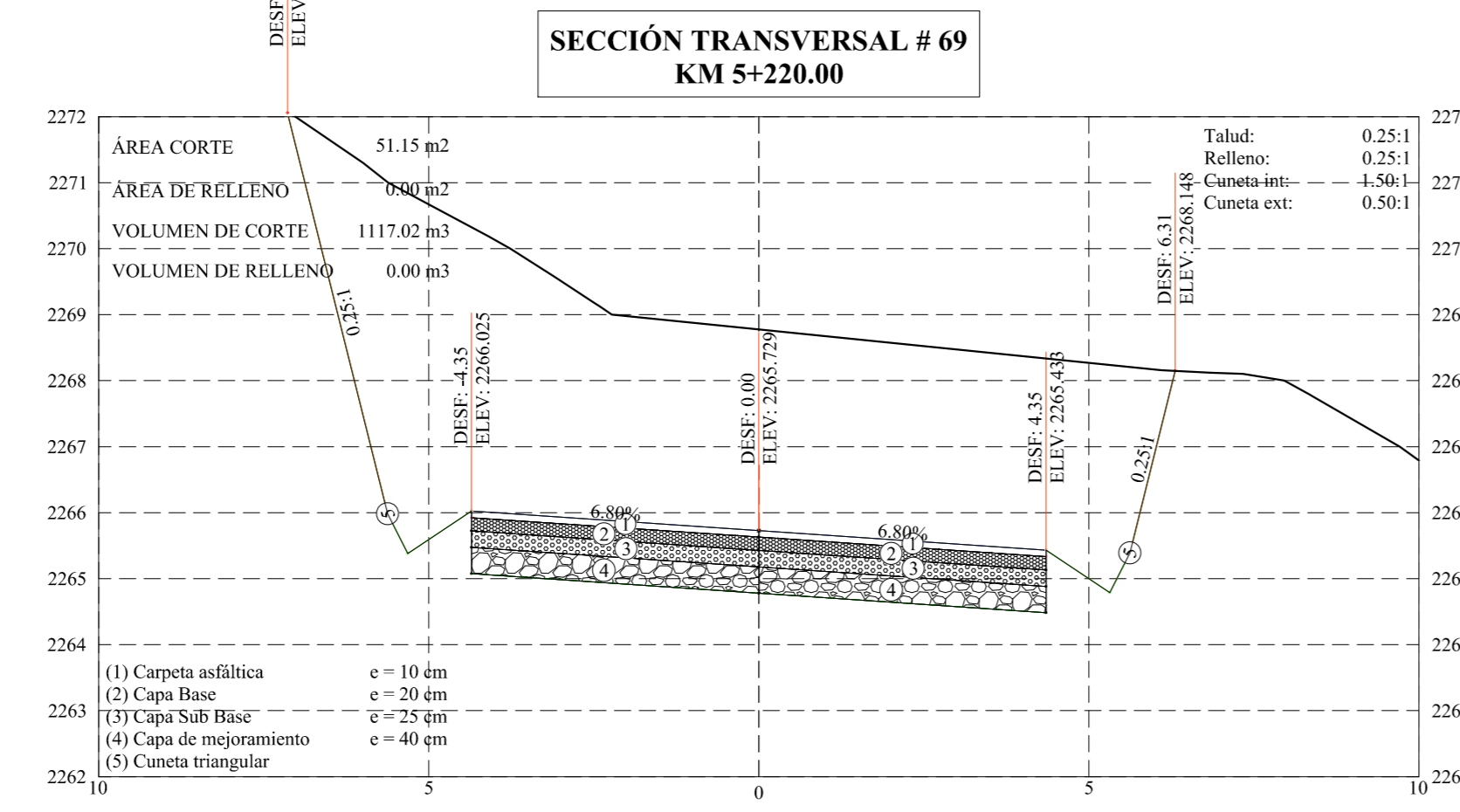
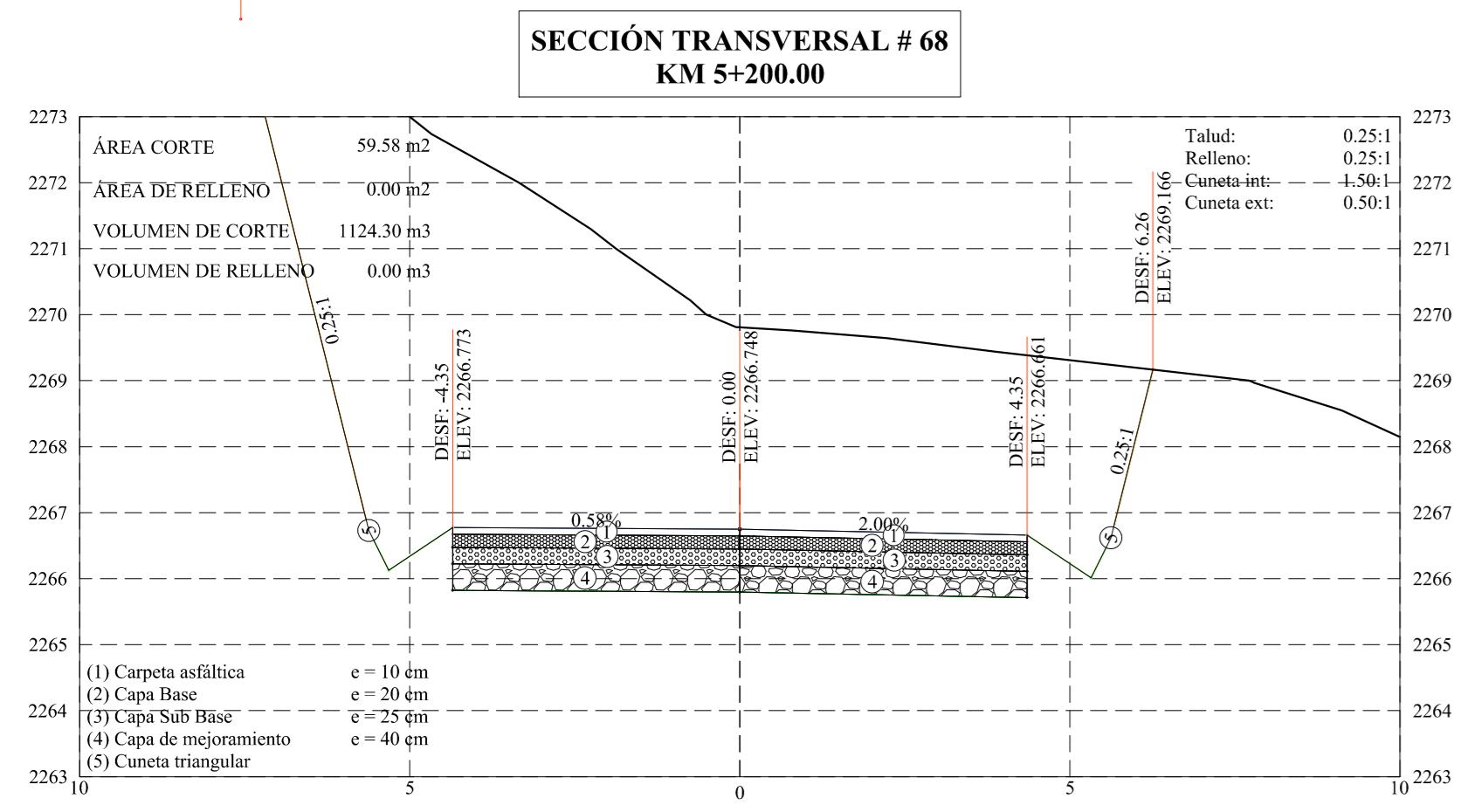
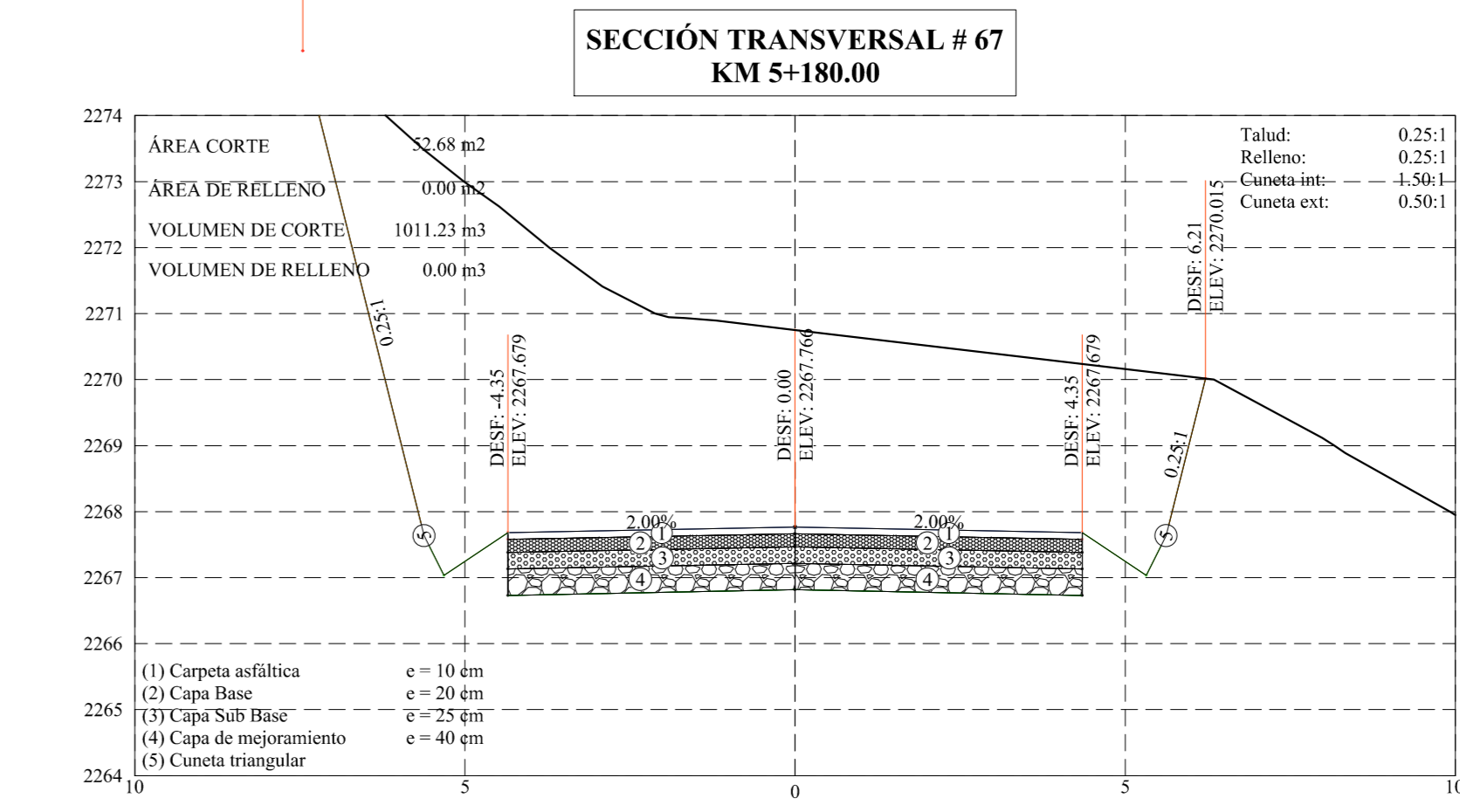
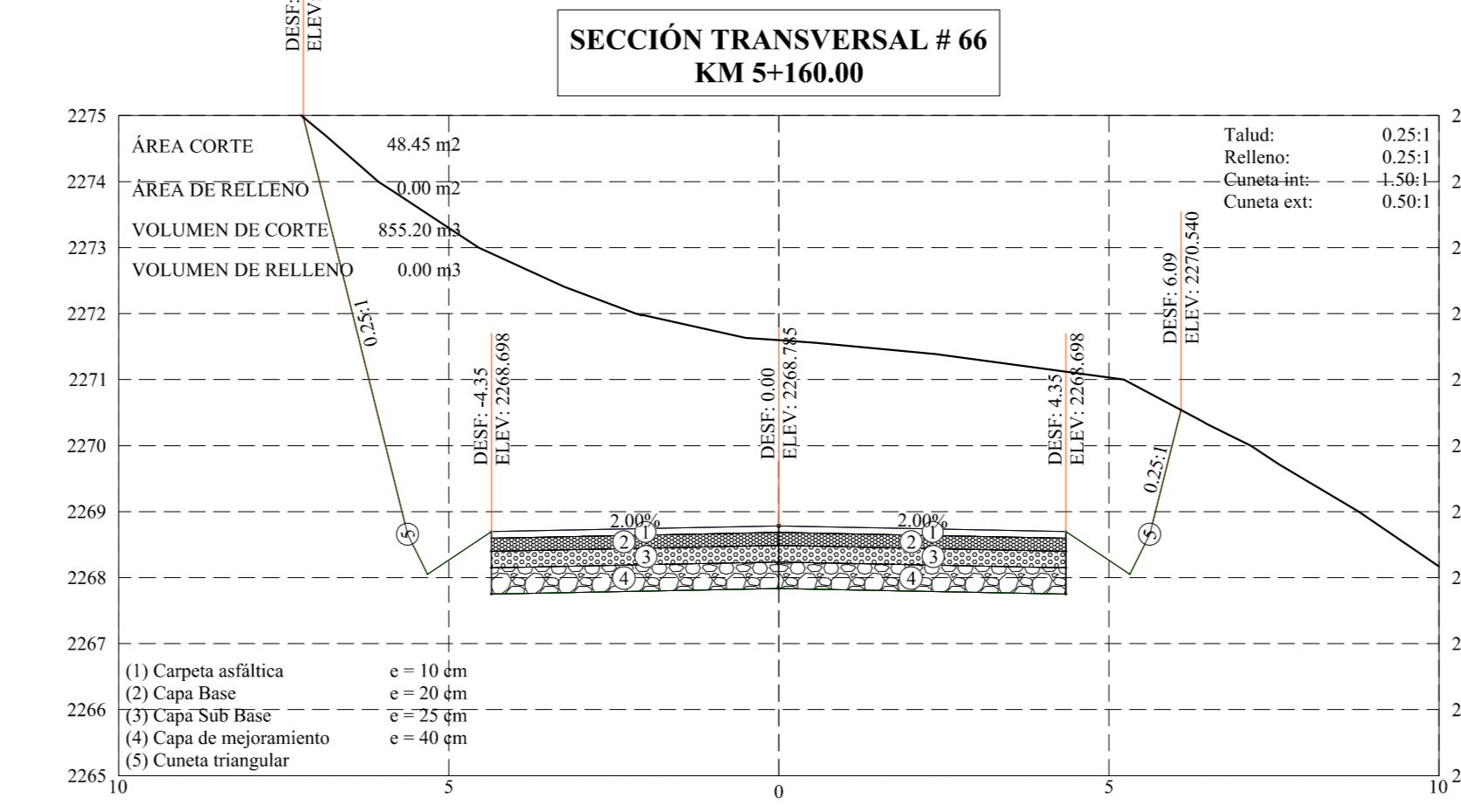
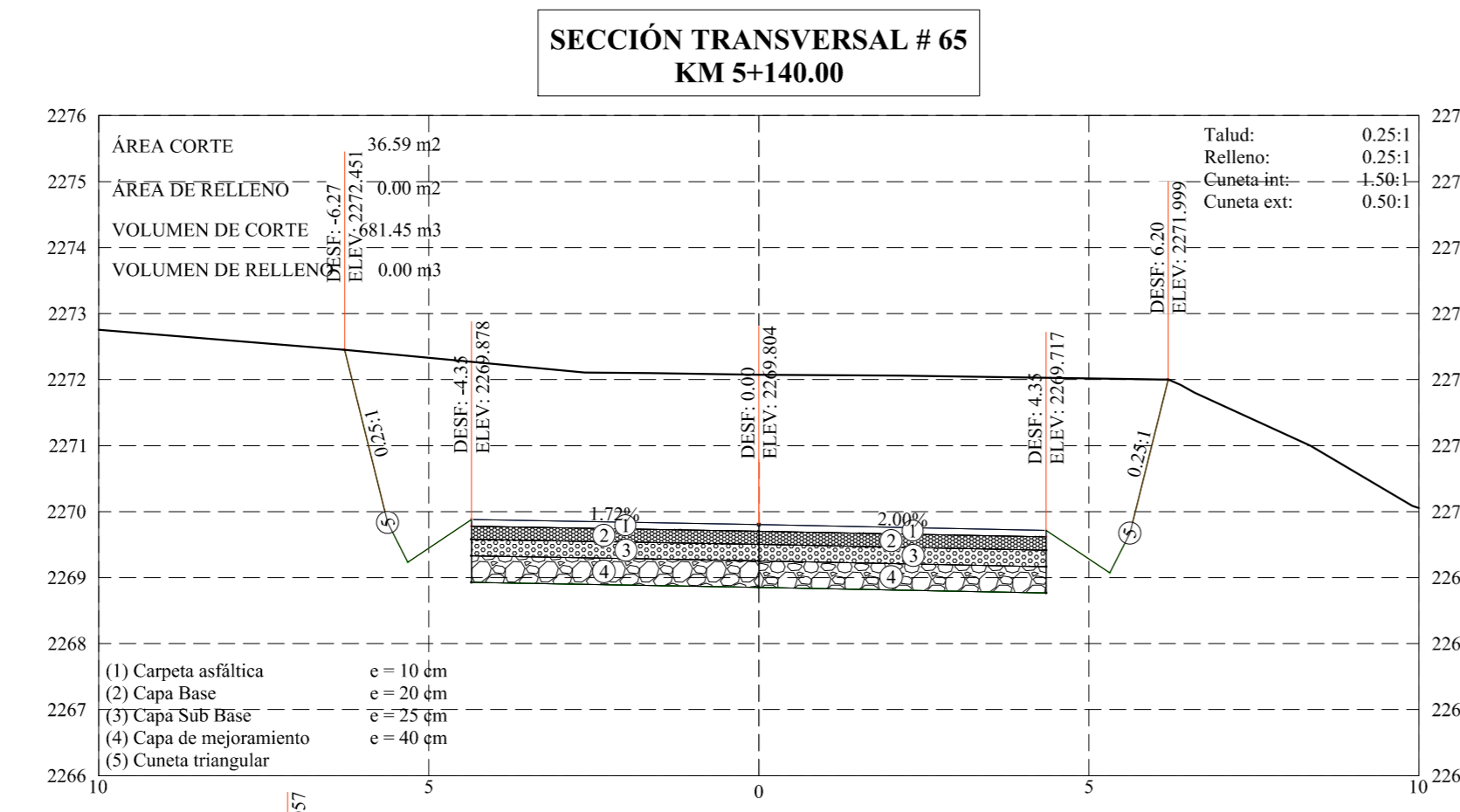
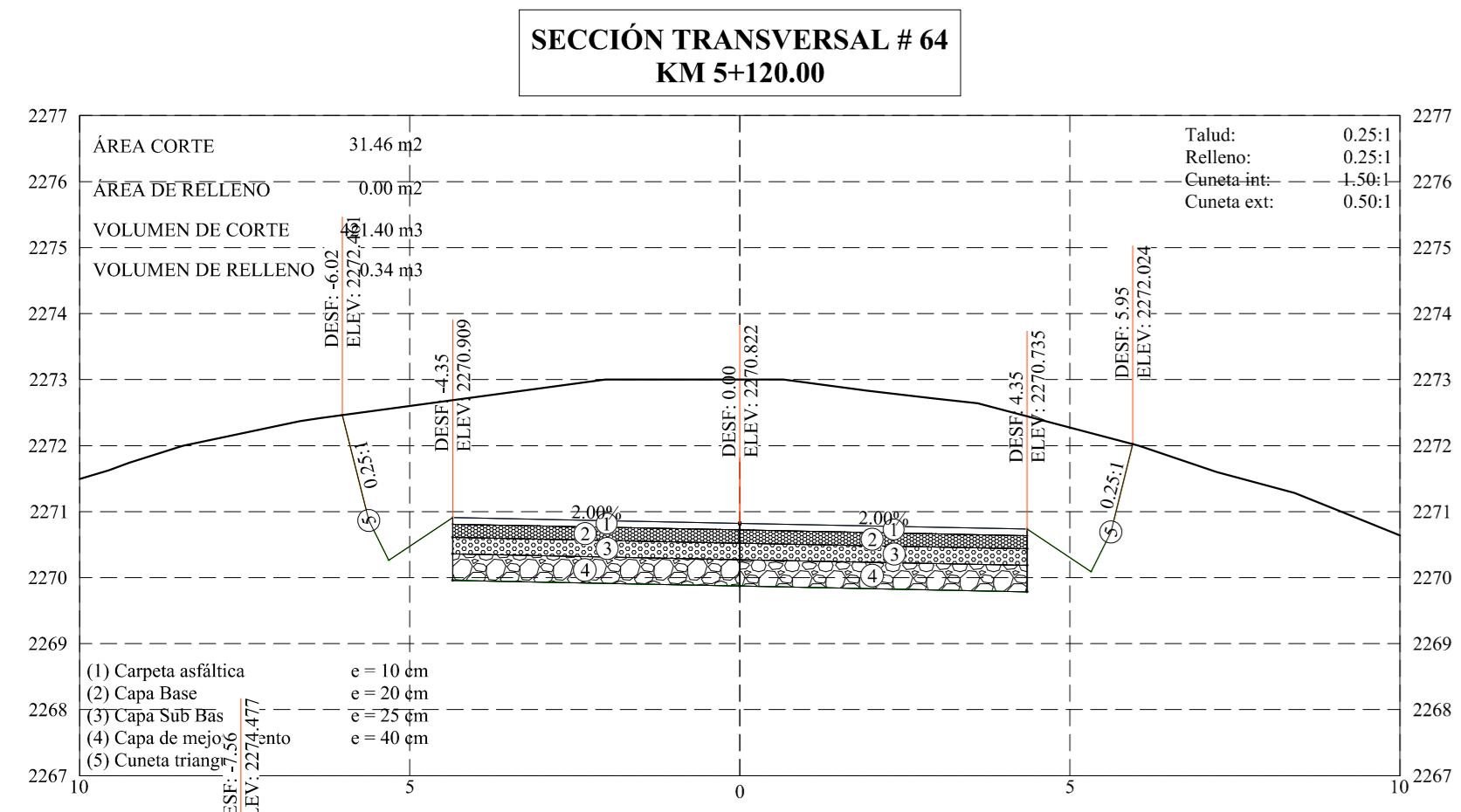
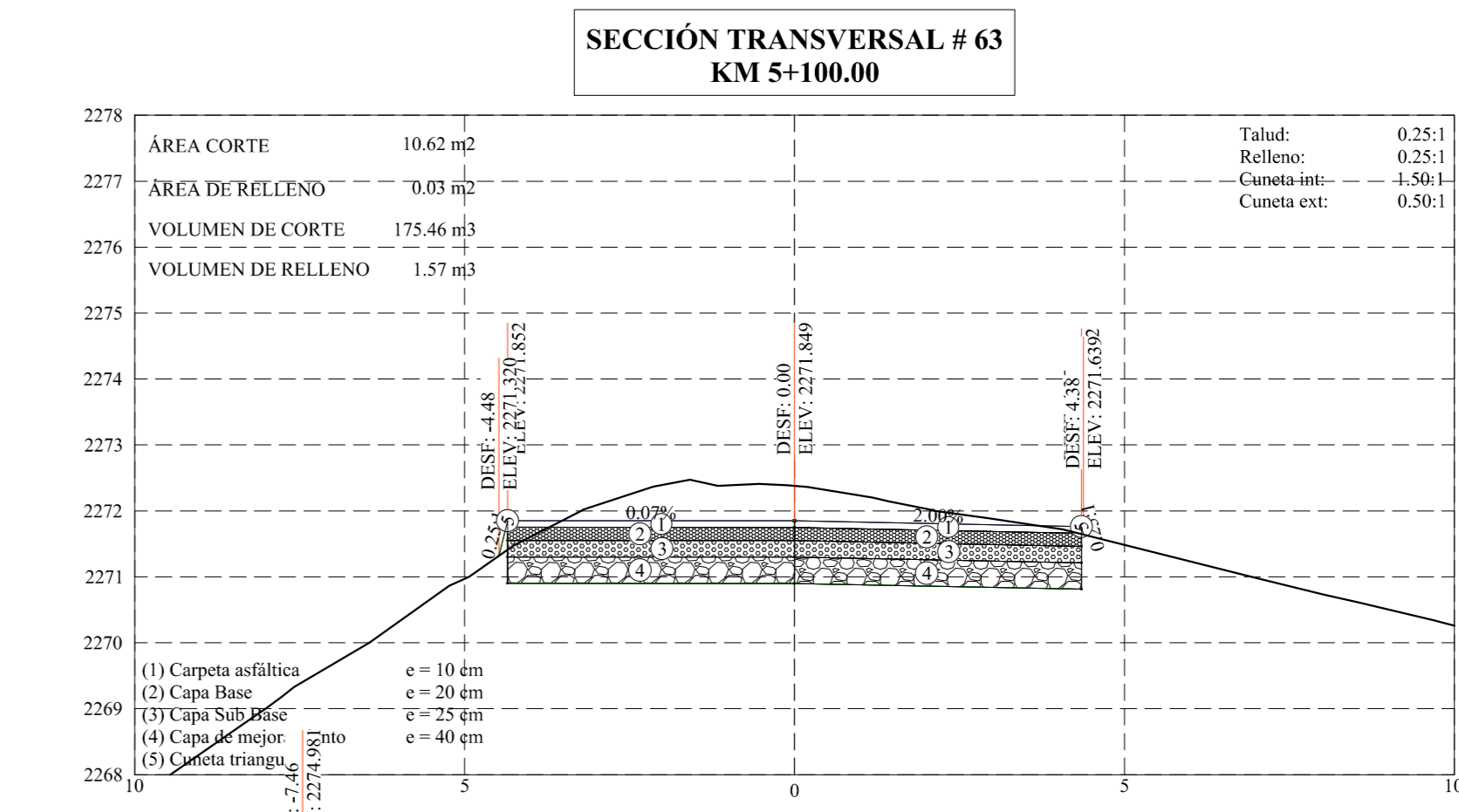
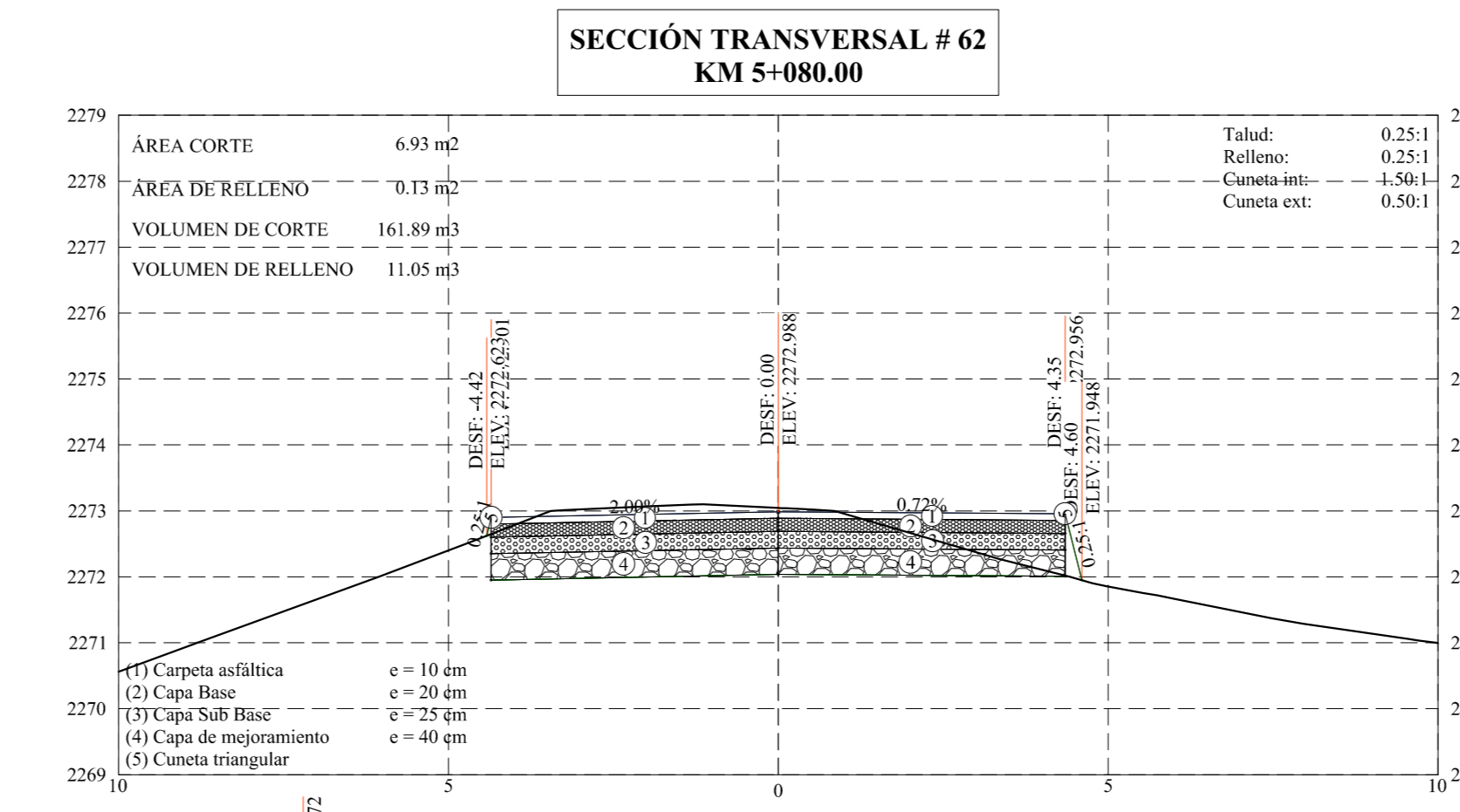
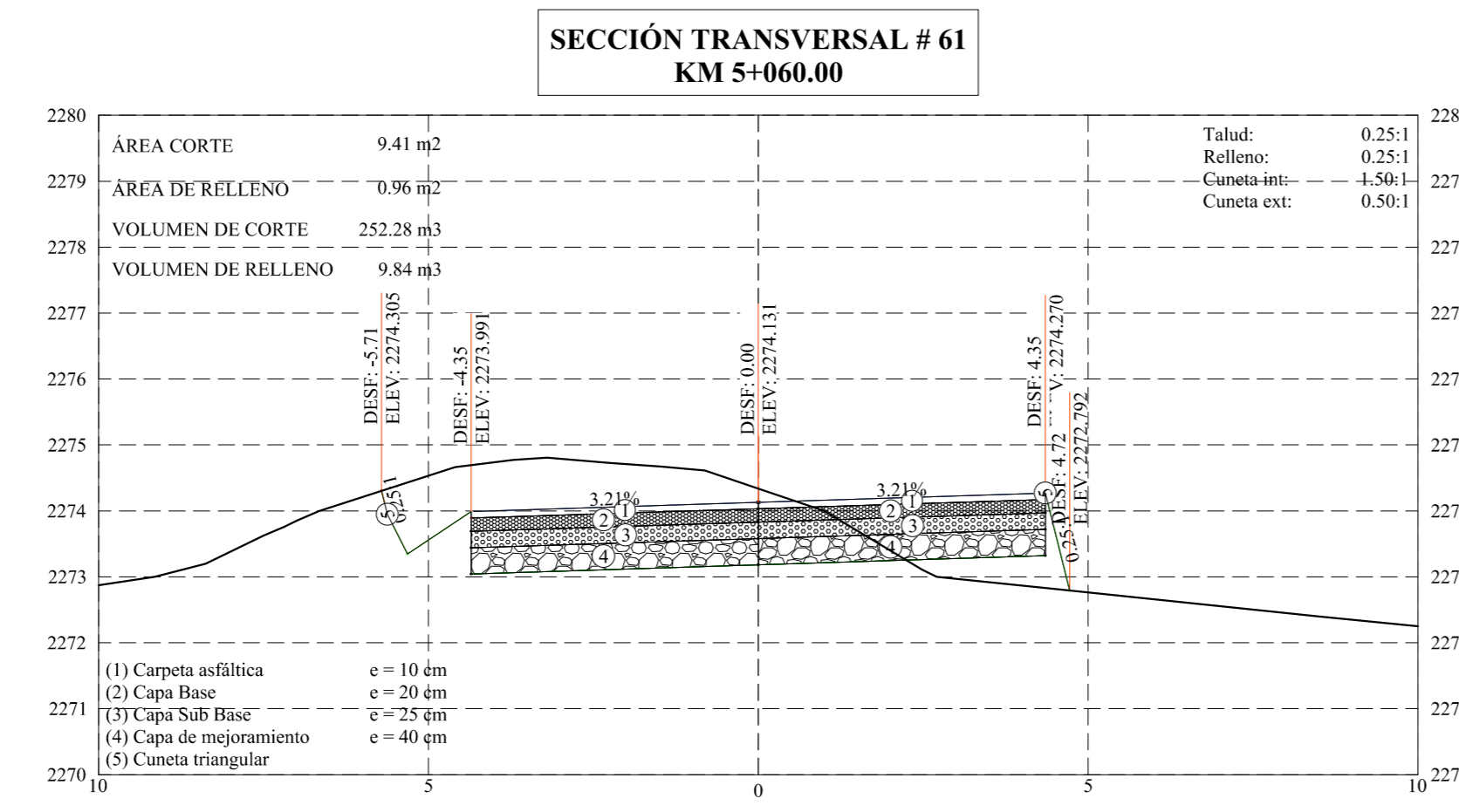
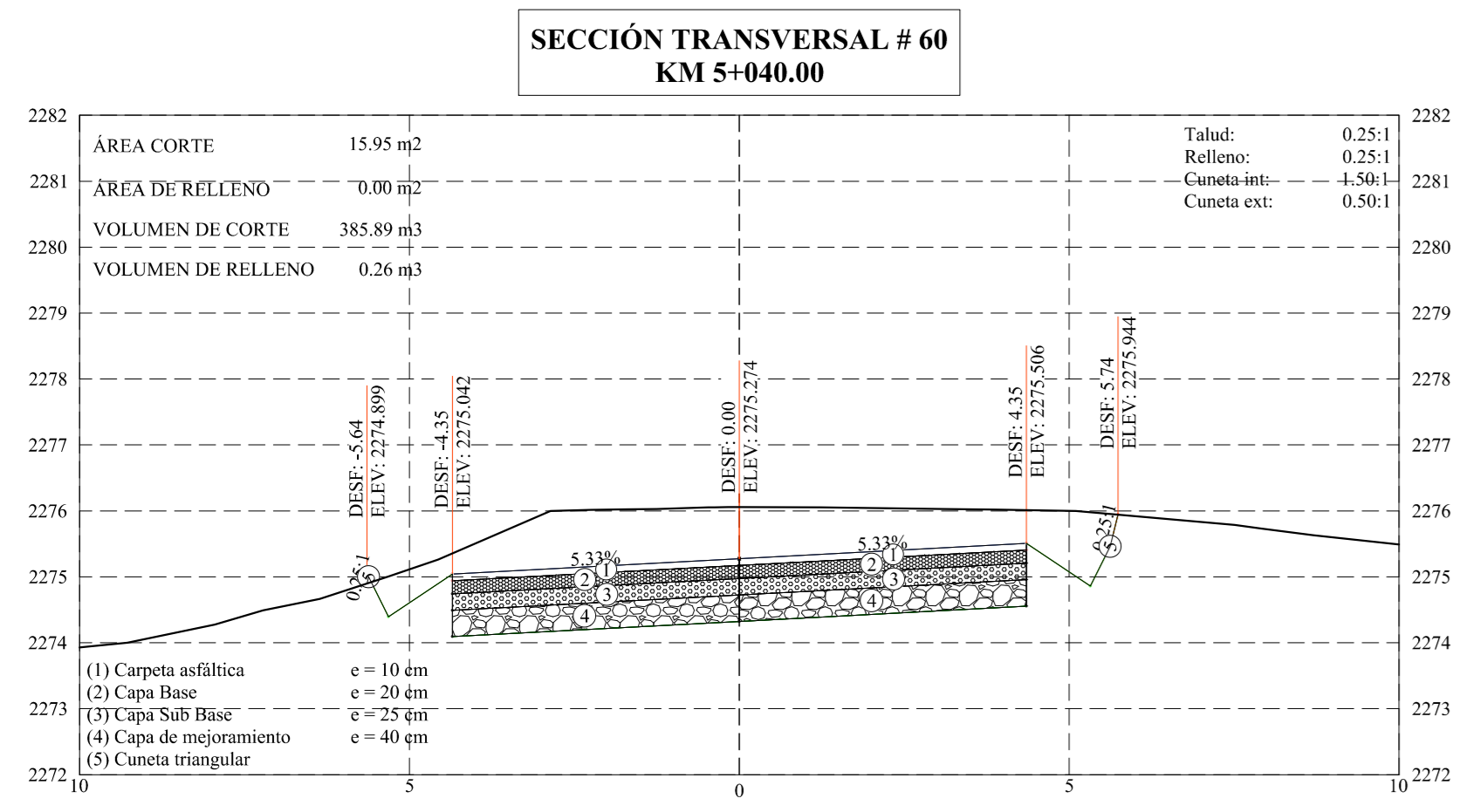
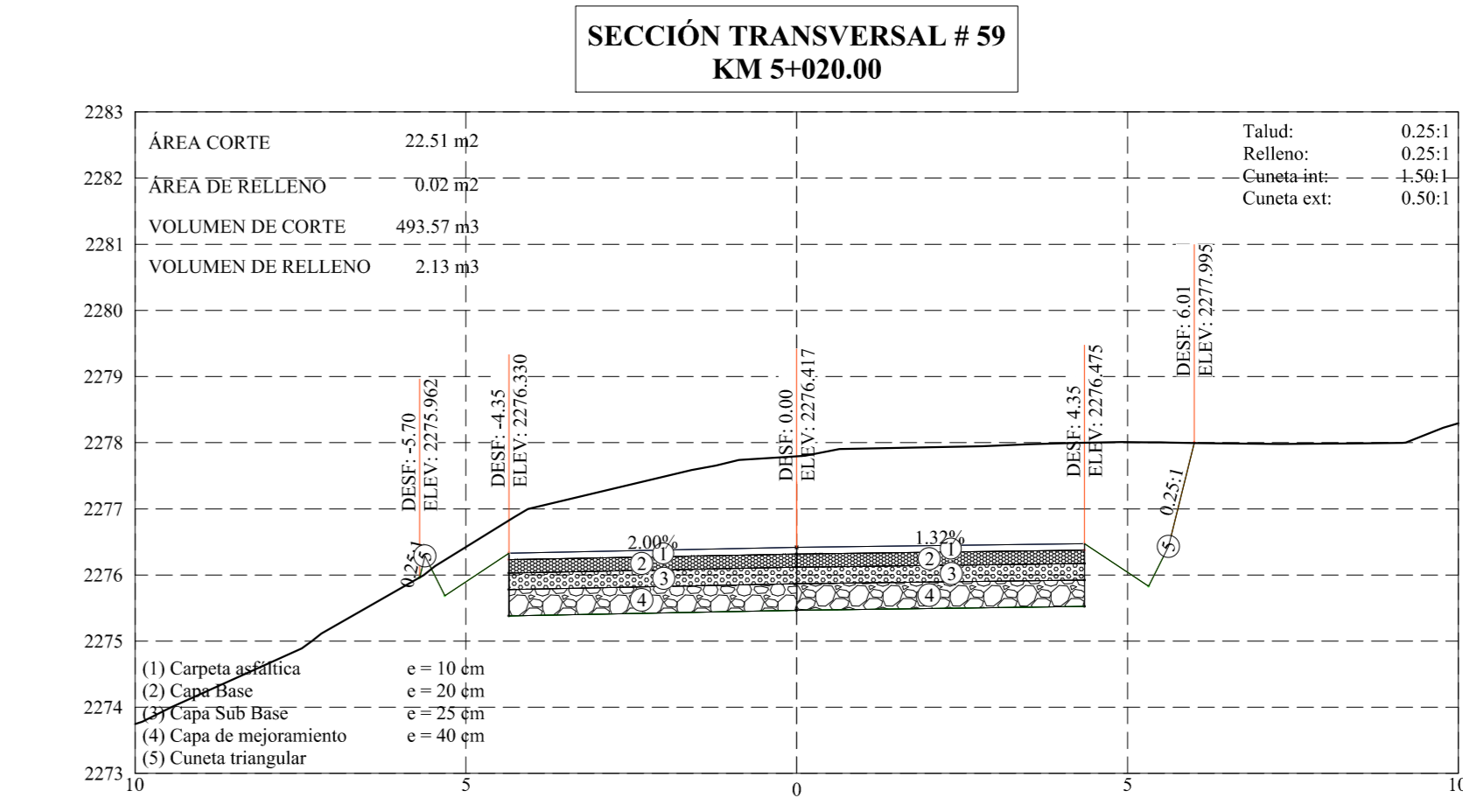
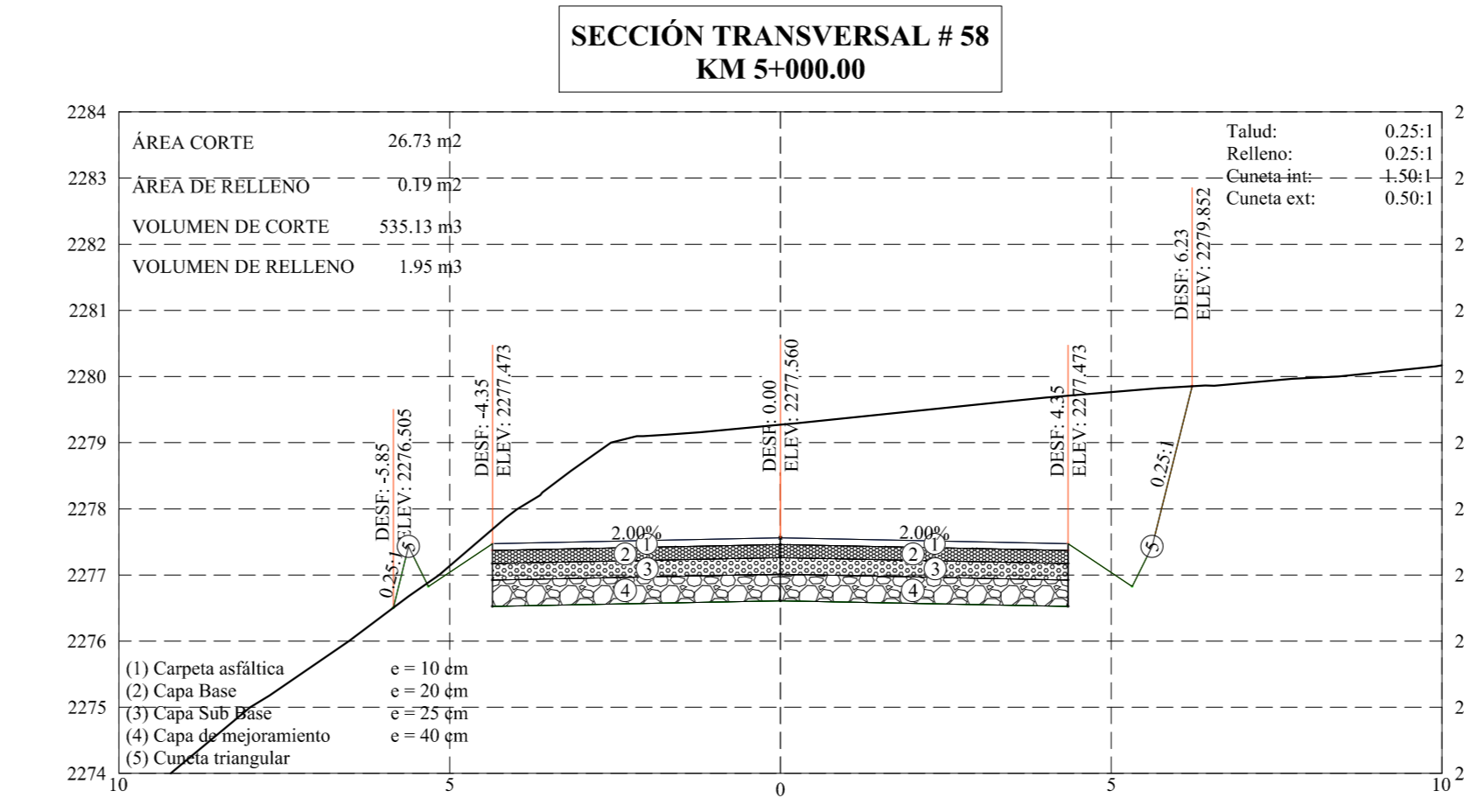
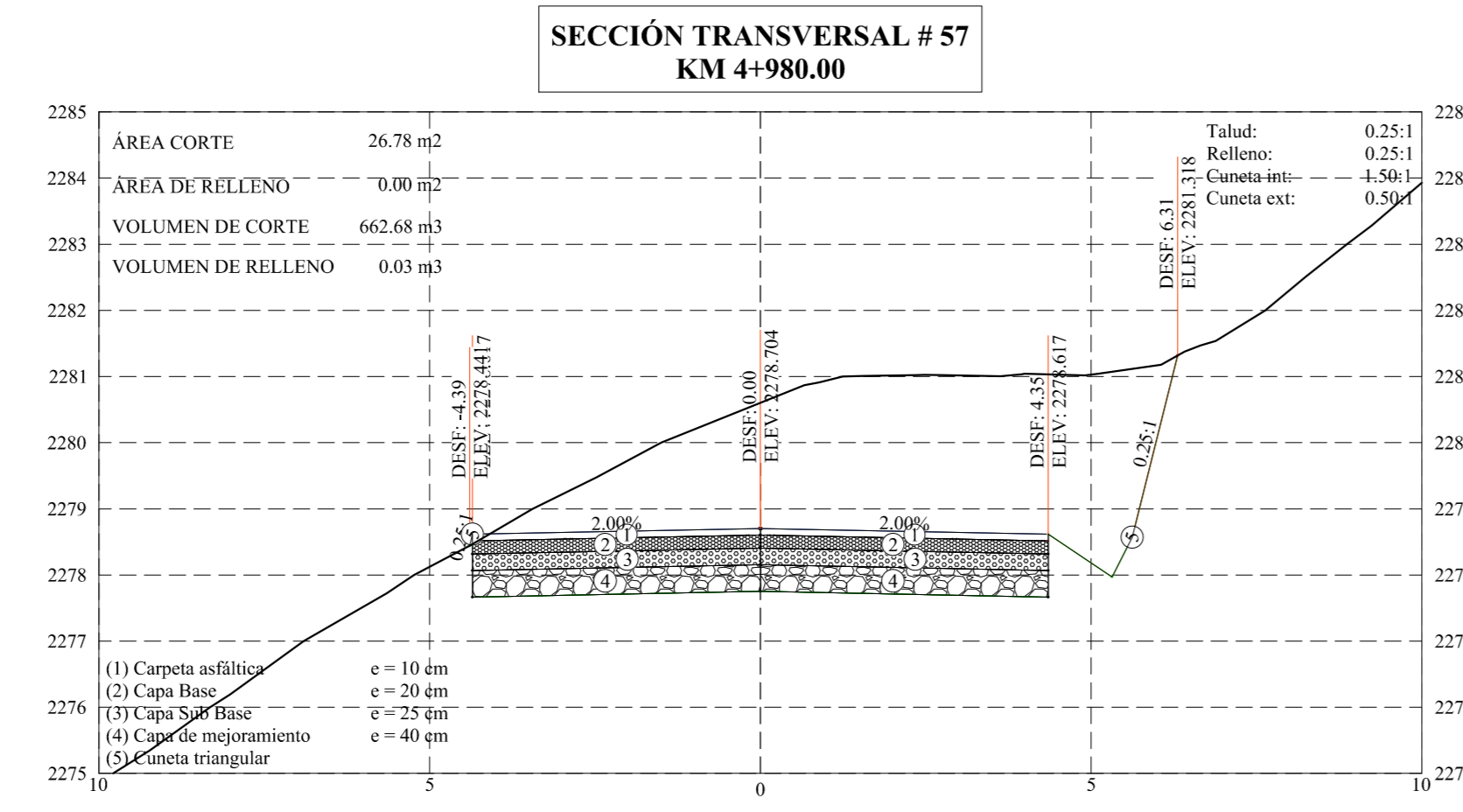
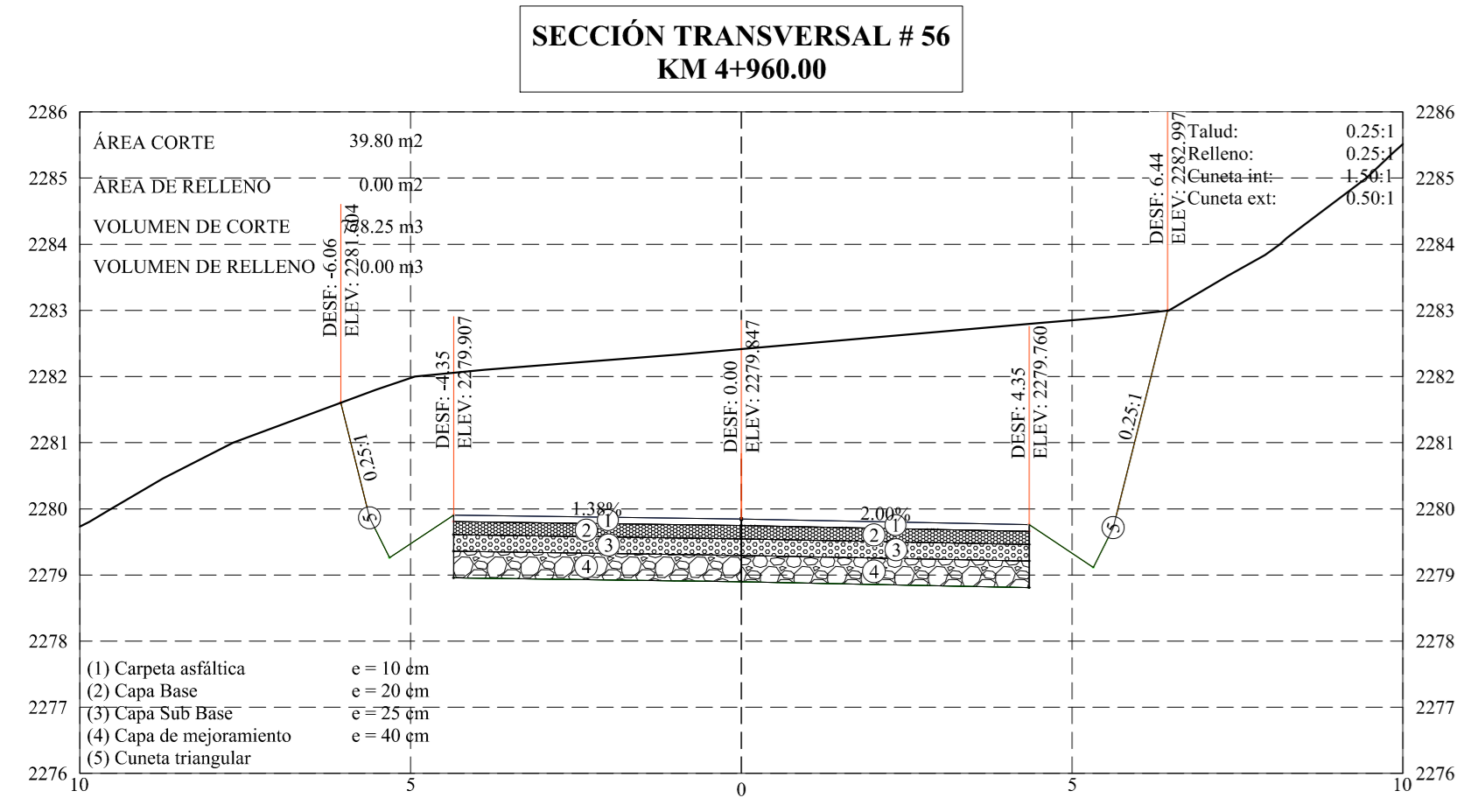


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PAMPLONATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4 + 000 HASTA 7 + 900 PERTINENTE AL CANTÓN PANGOLA DE LA PROVINCIA DE COTACACHI"
 UBICACIÓN: "CANTÓN PANGOLA"
 FECHA DE ENTREGA: OCTUBRE DEL 2020

ELABORADO POR: EGIDIO REYES GUERRERO	REVISADO POR: ING. MGS. MILTON ALDAS D.	CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES A CADA 20 M
ESTUDIANTE:	DOCENTE TUTOR:	

KILOMETRO POR PLANO: 1:1000
 ESCALA: 1:100
 LÁMINA N°: 08/15





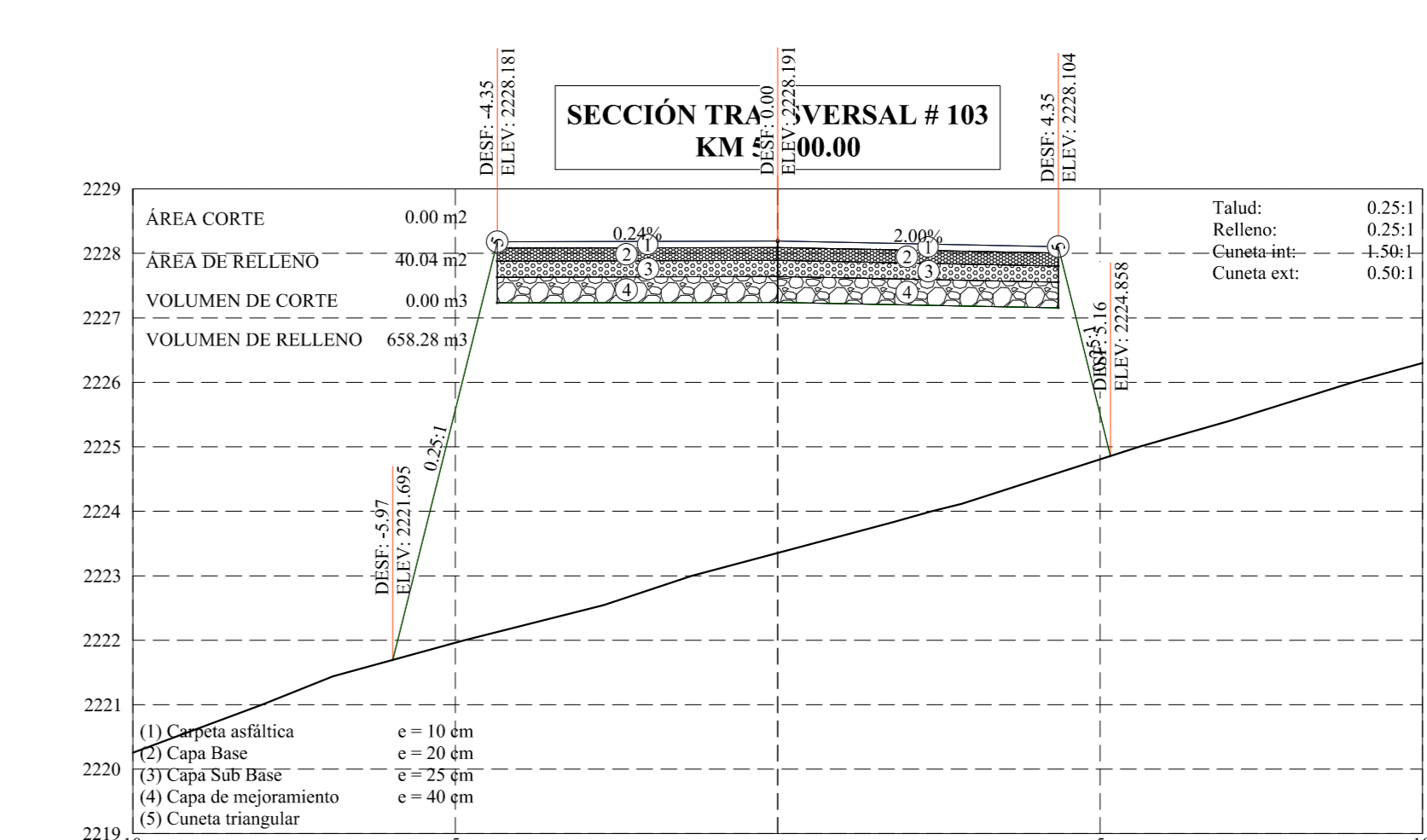
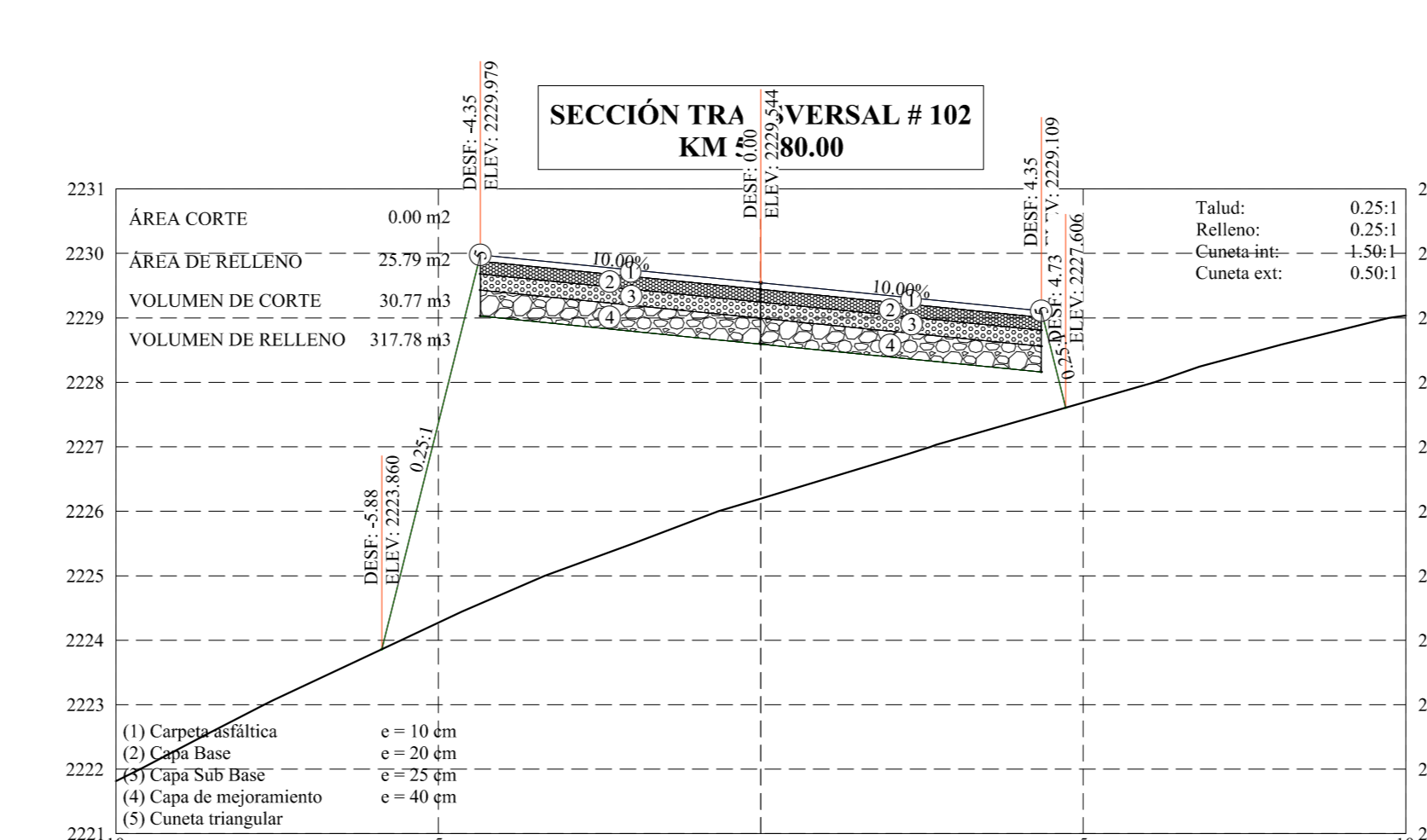
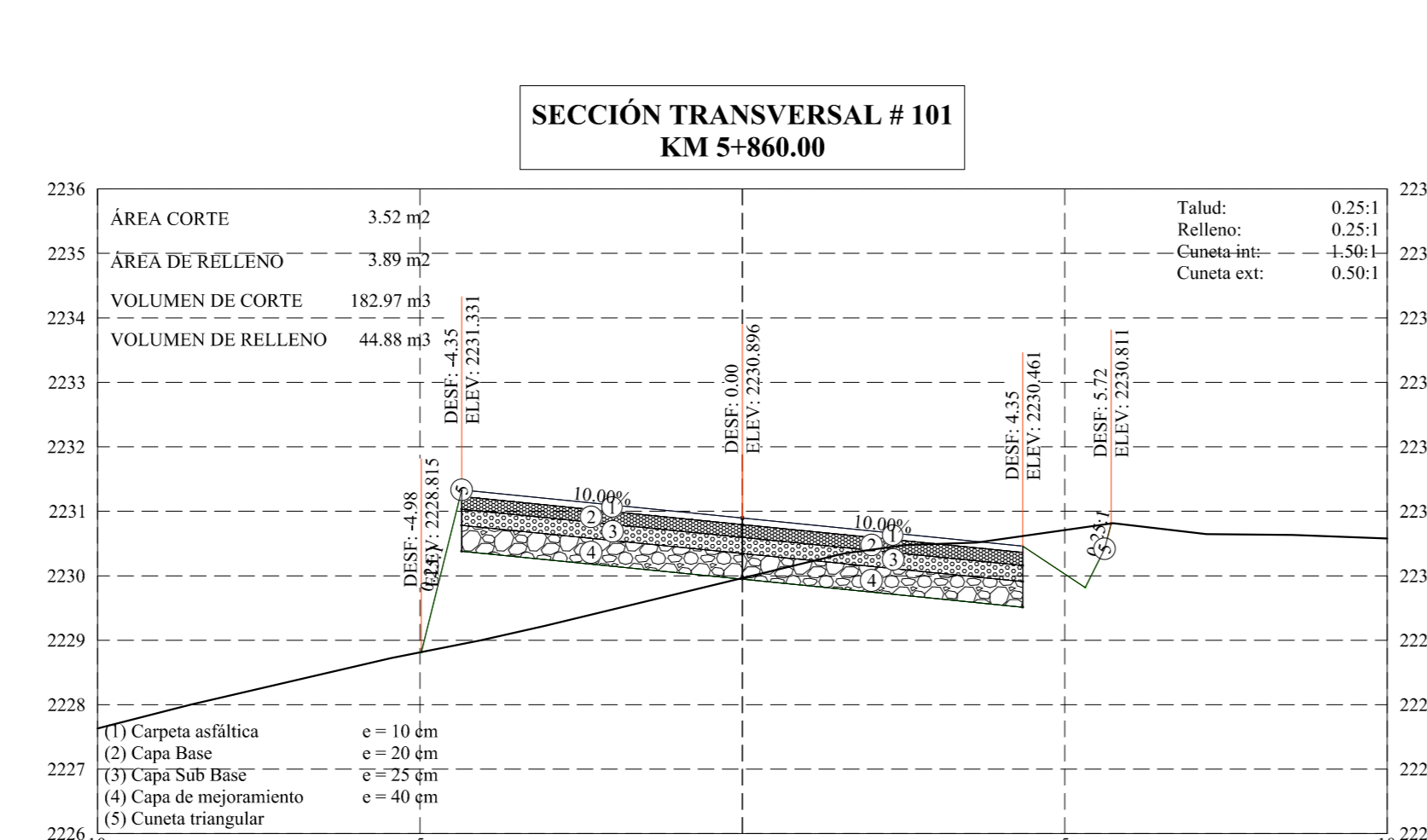
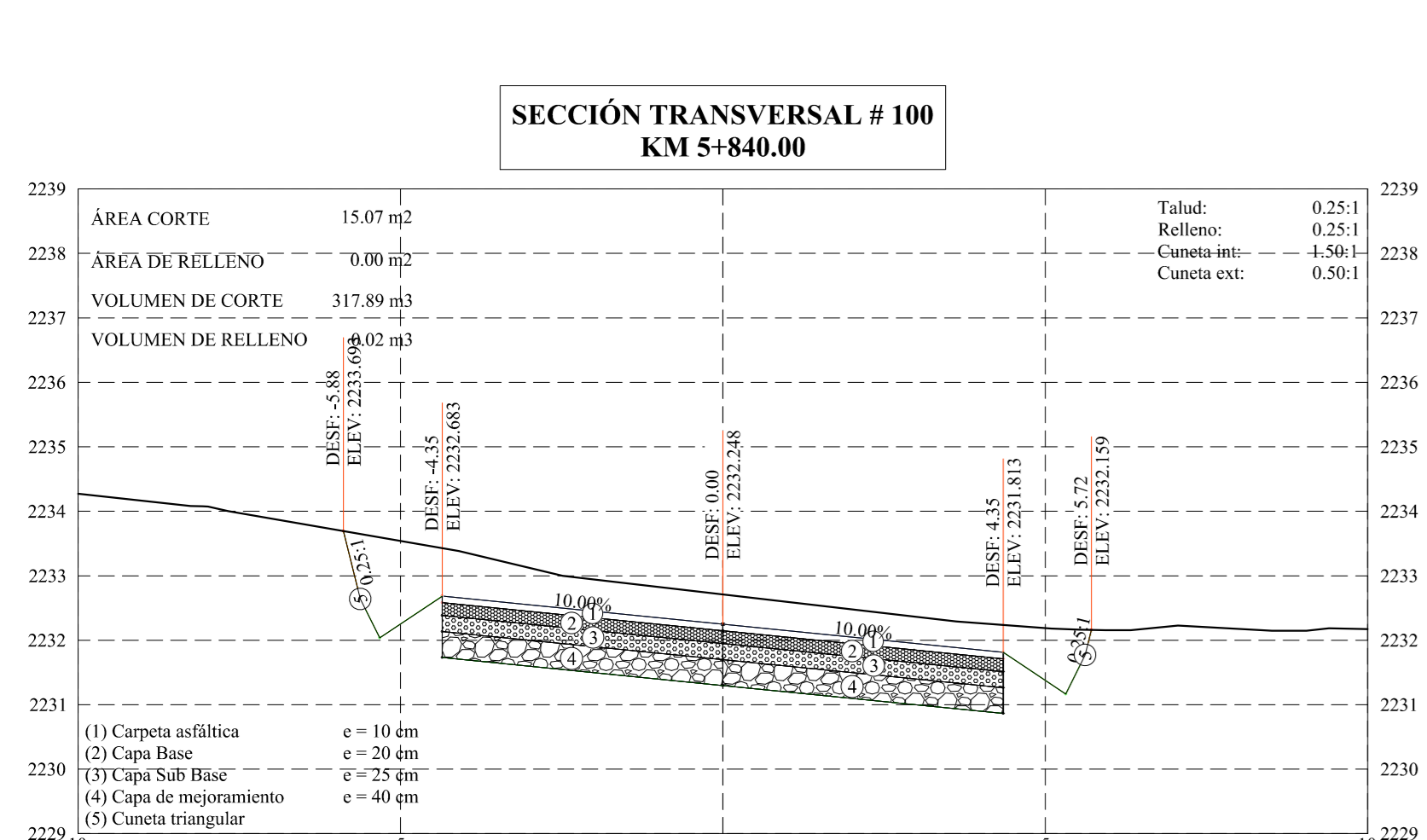
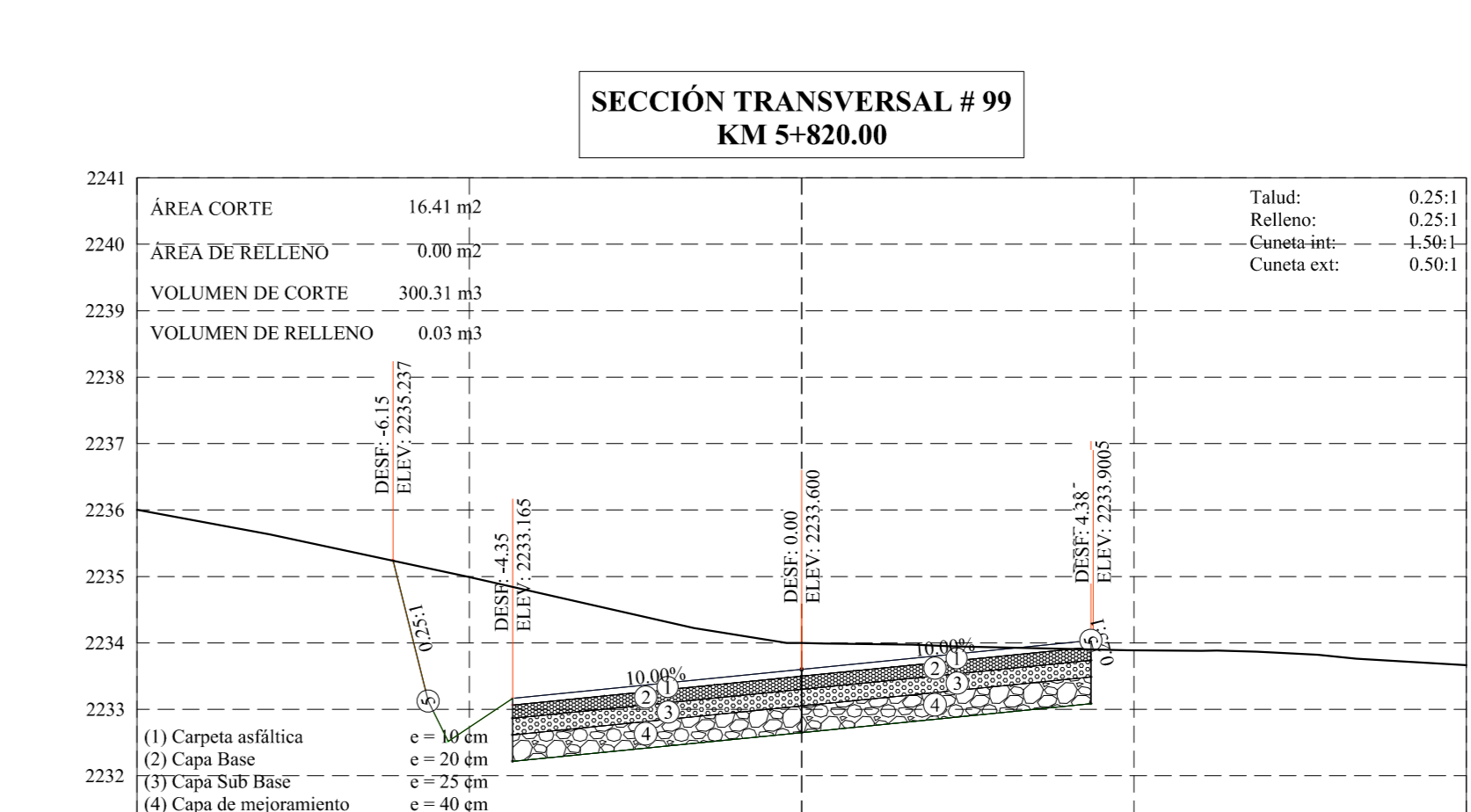
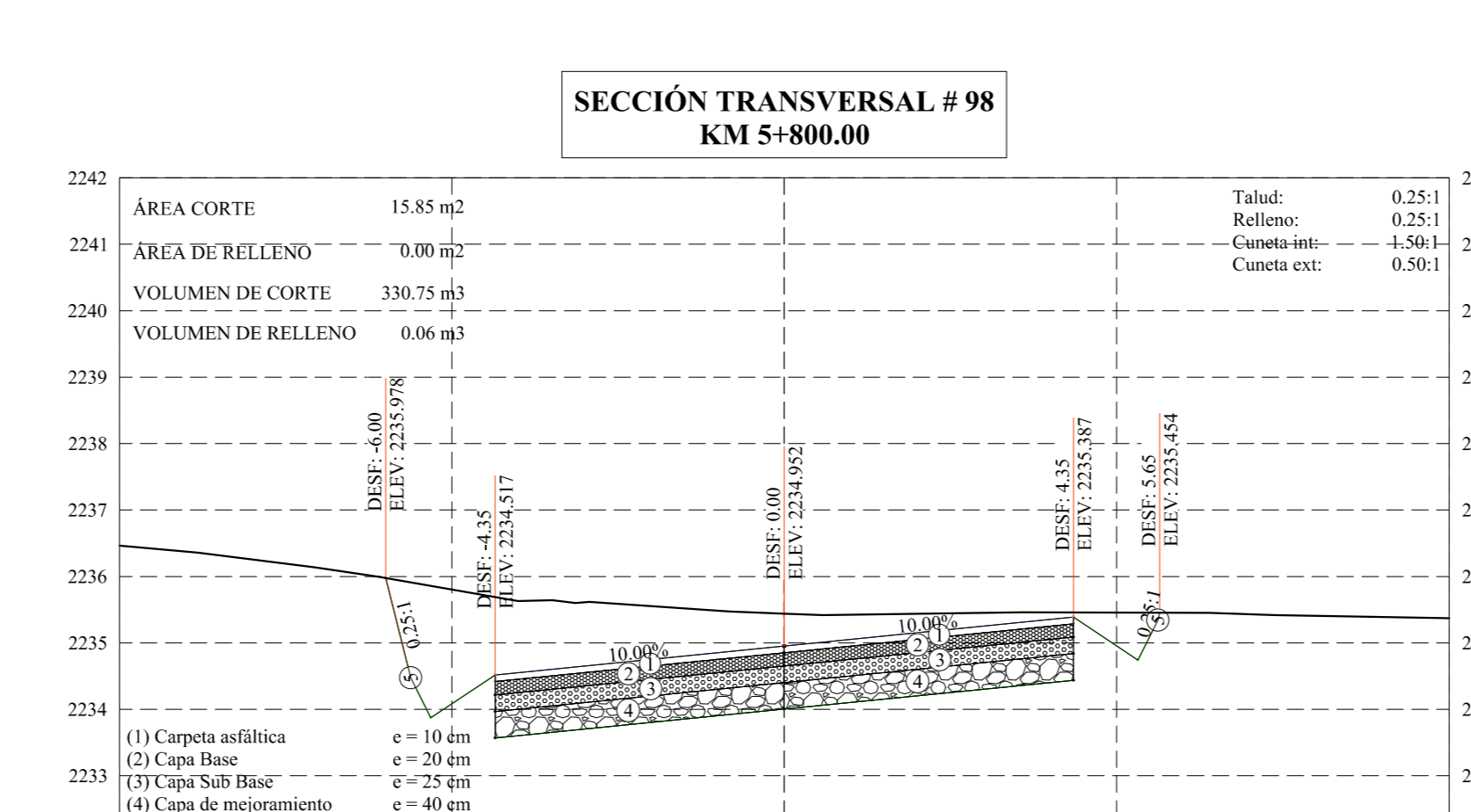
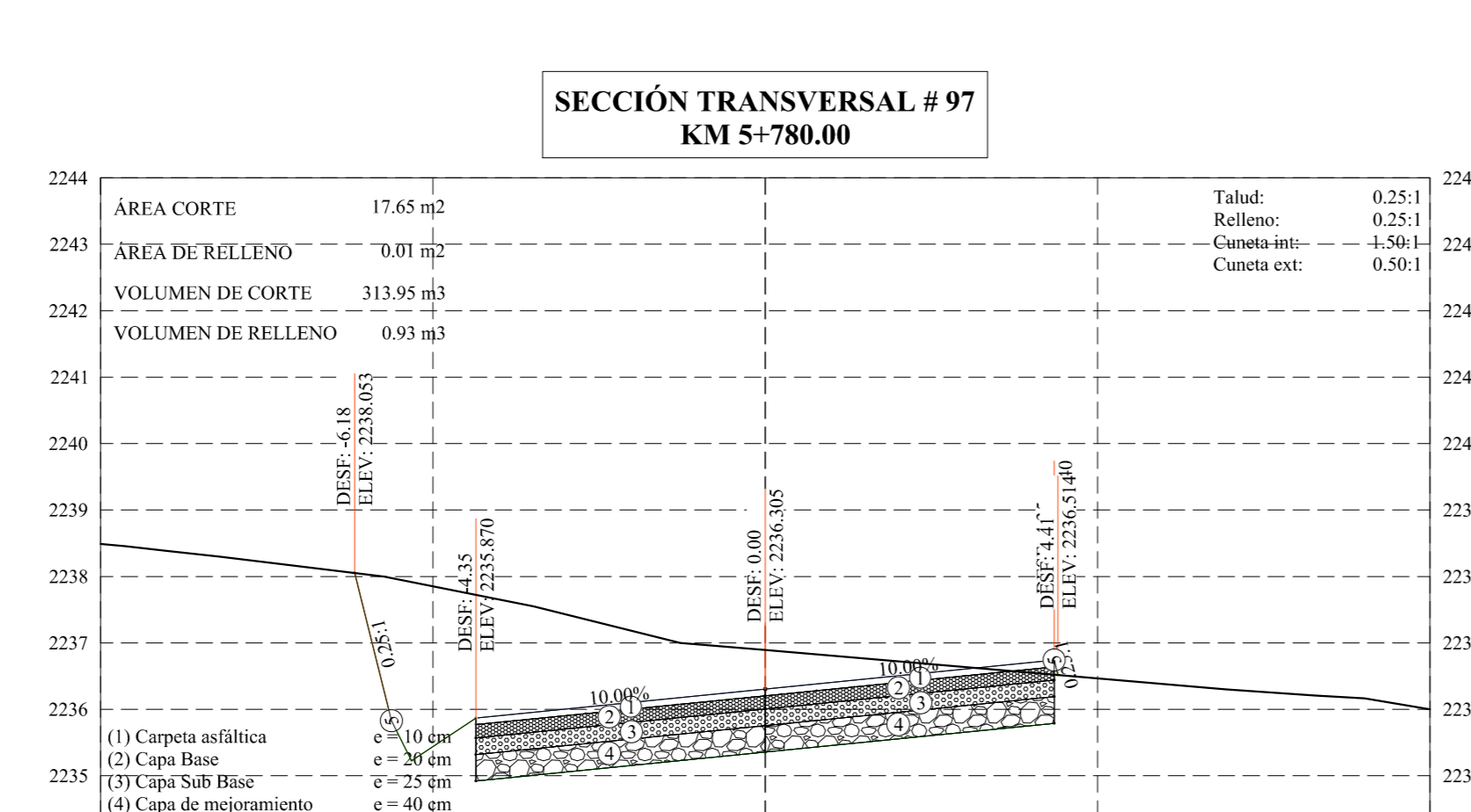
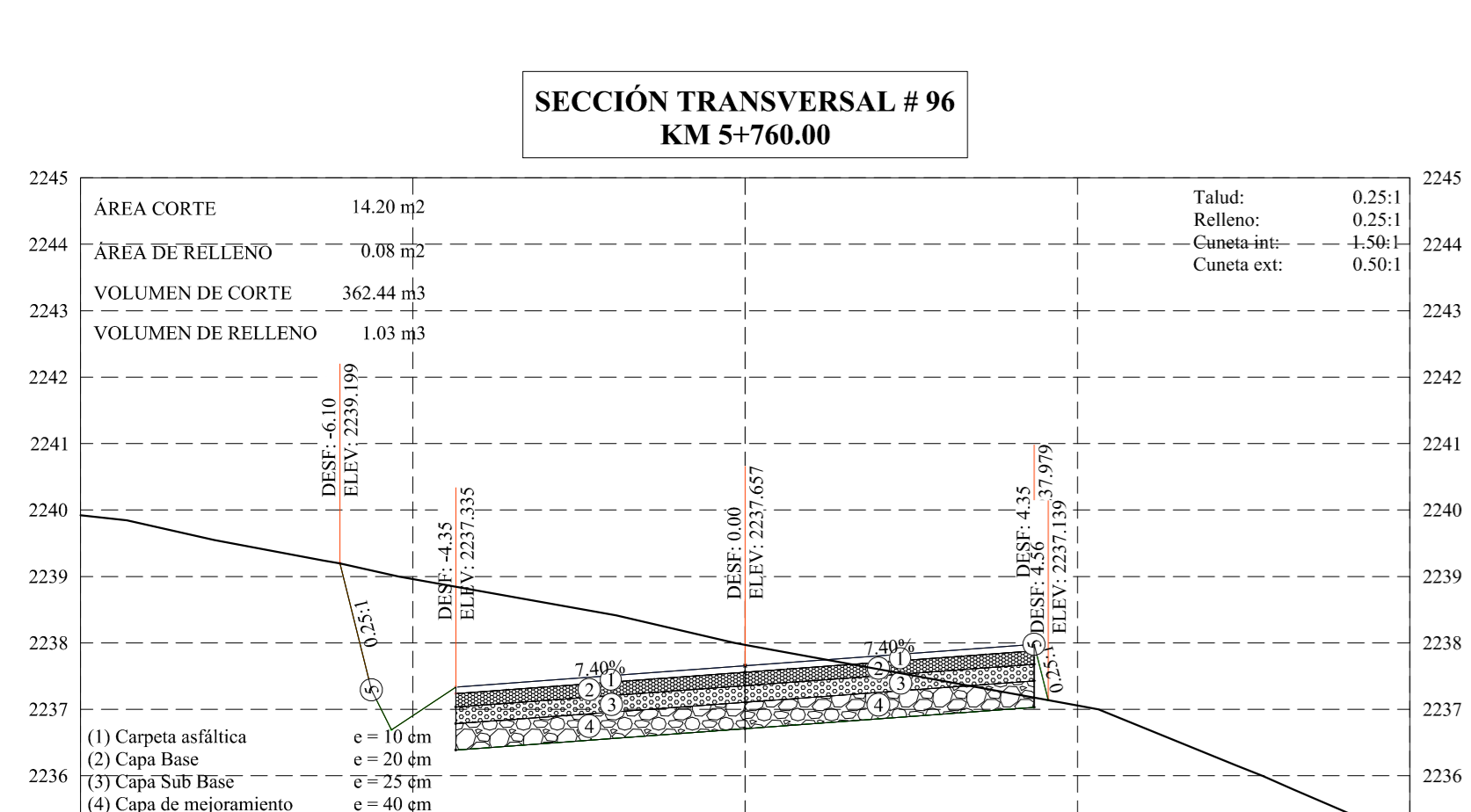
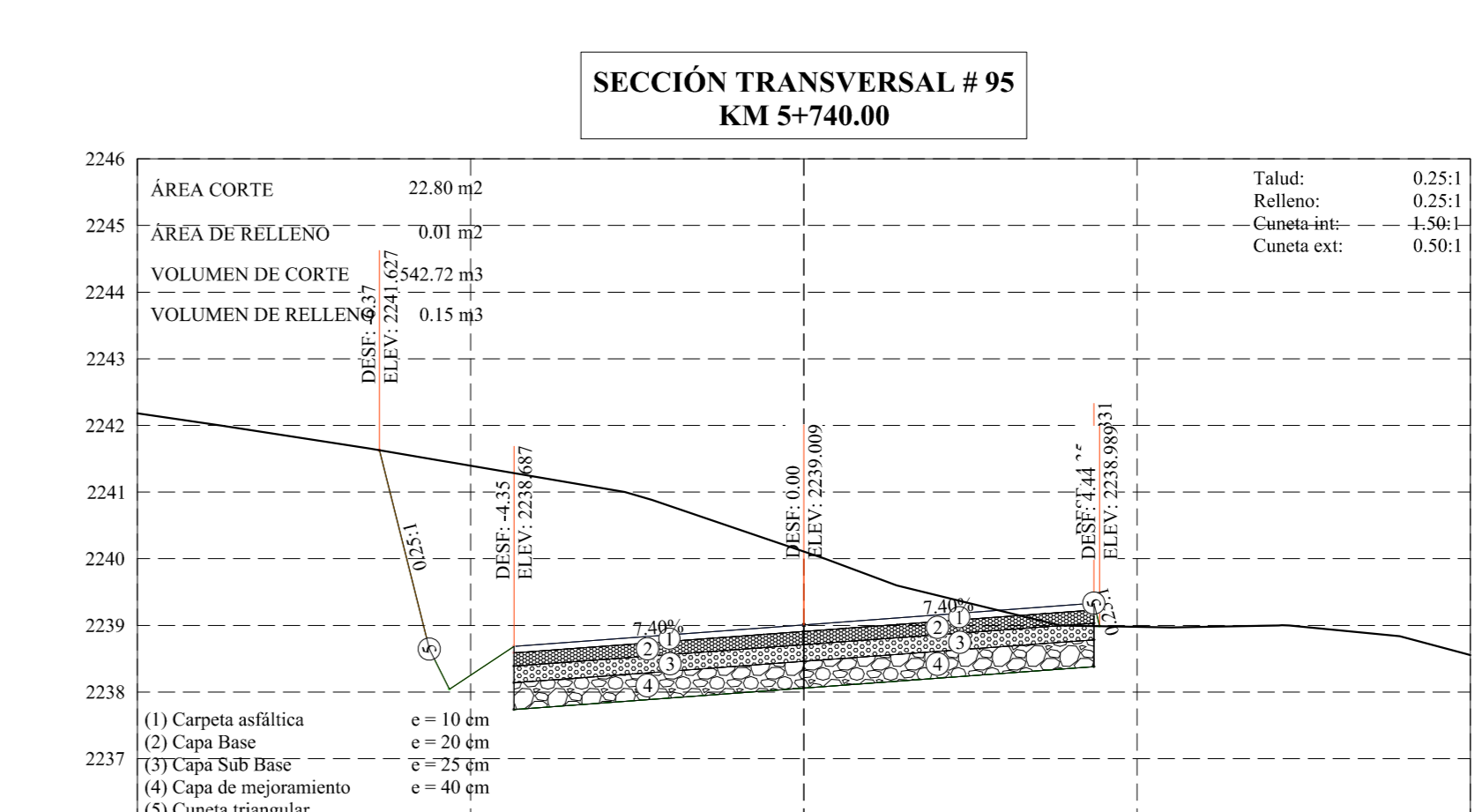
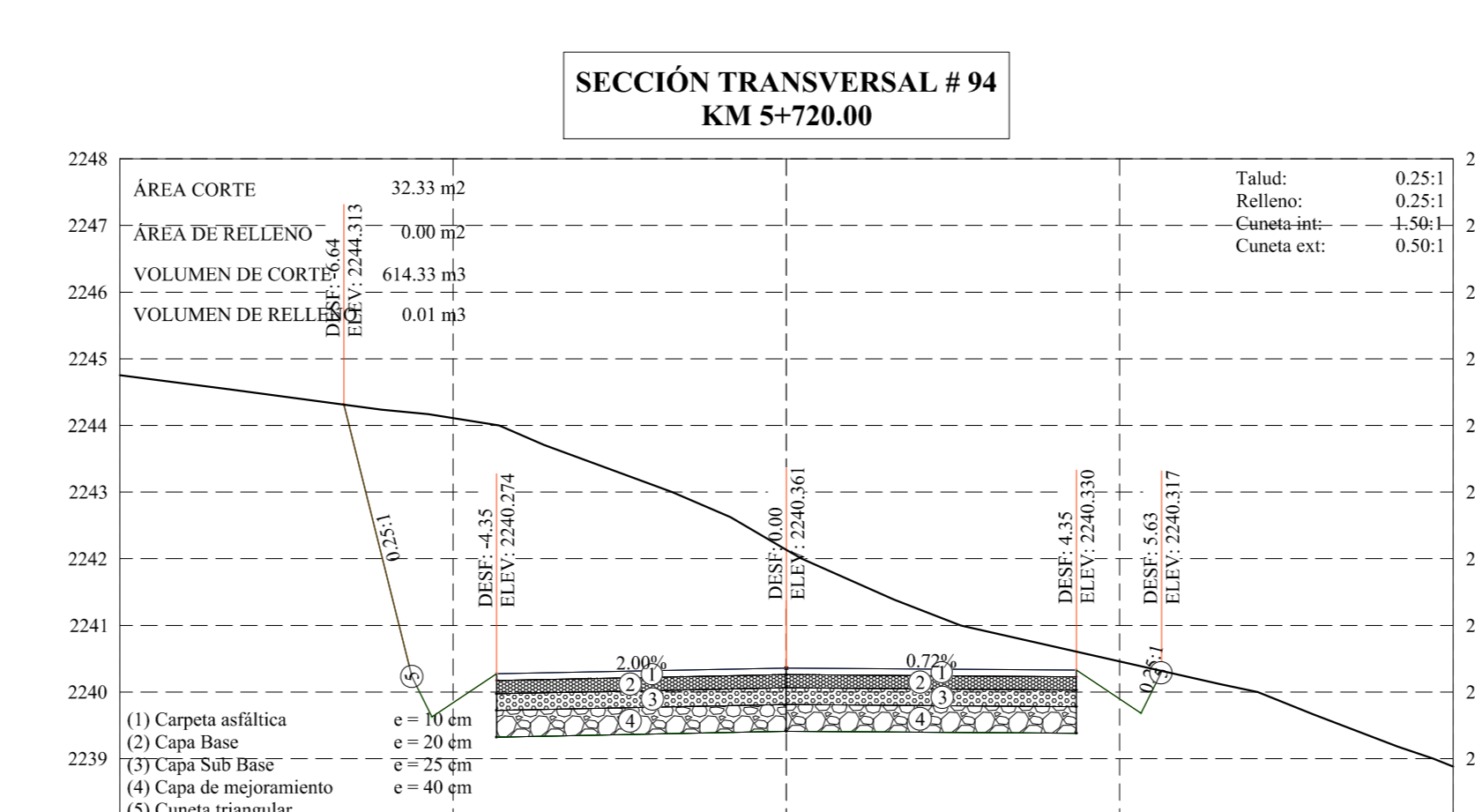
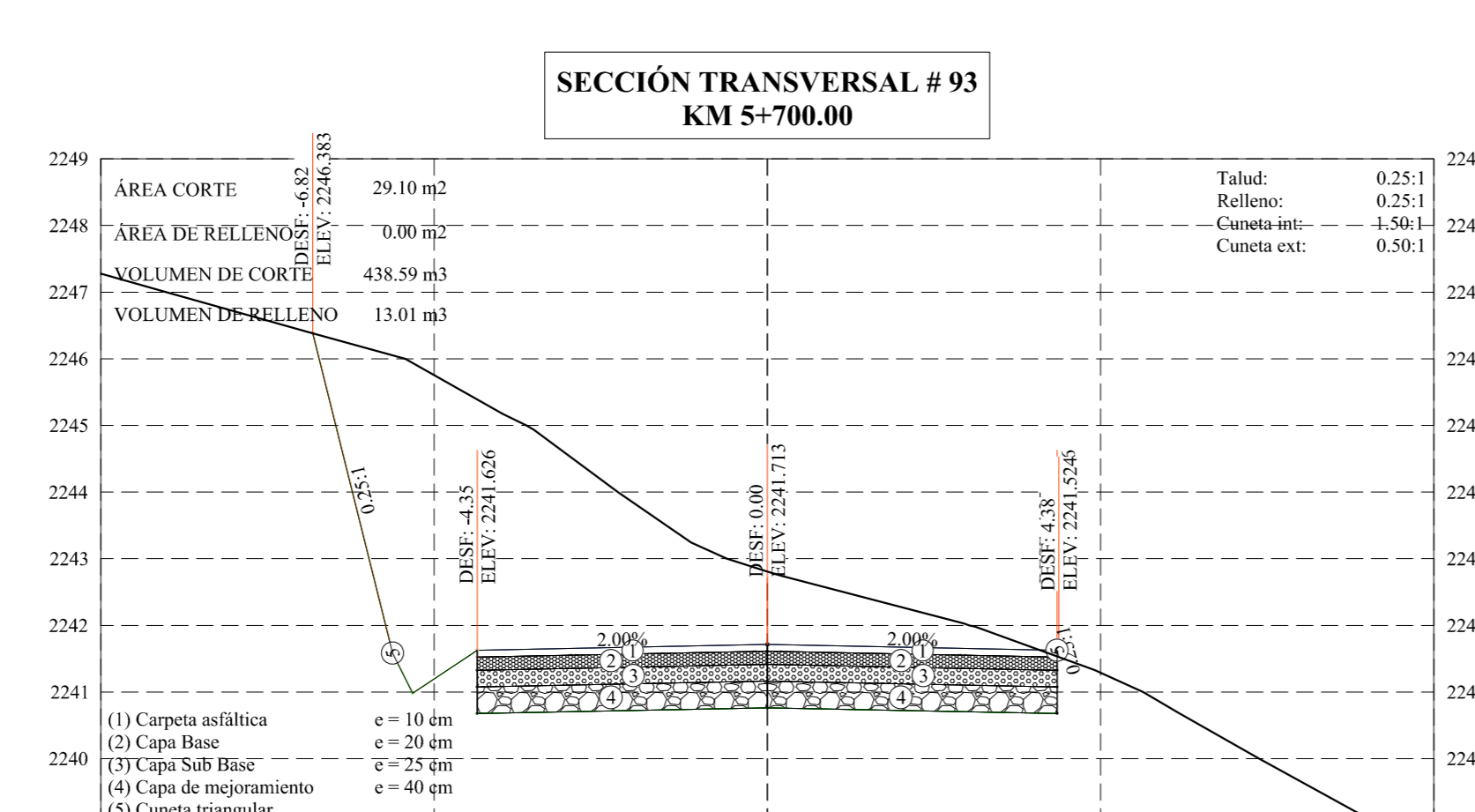
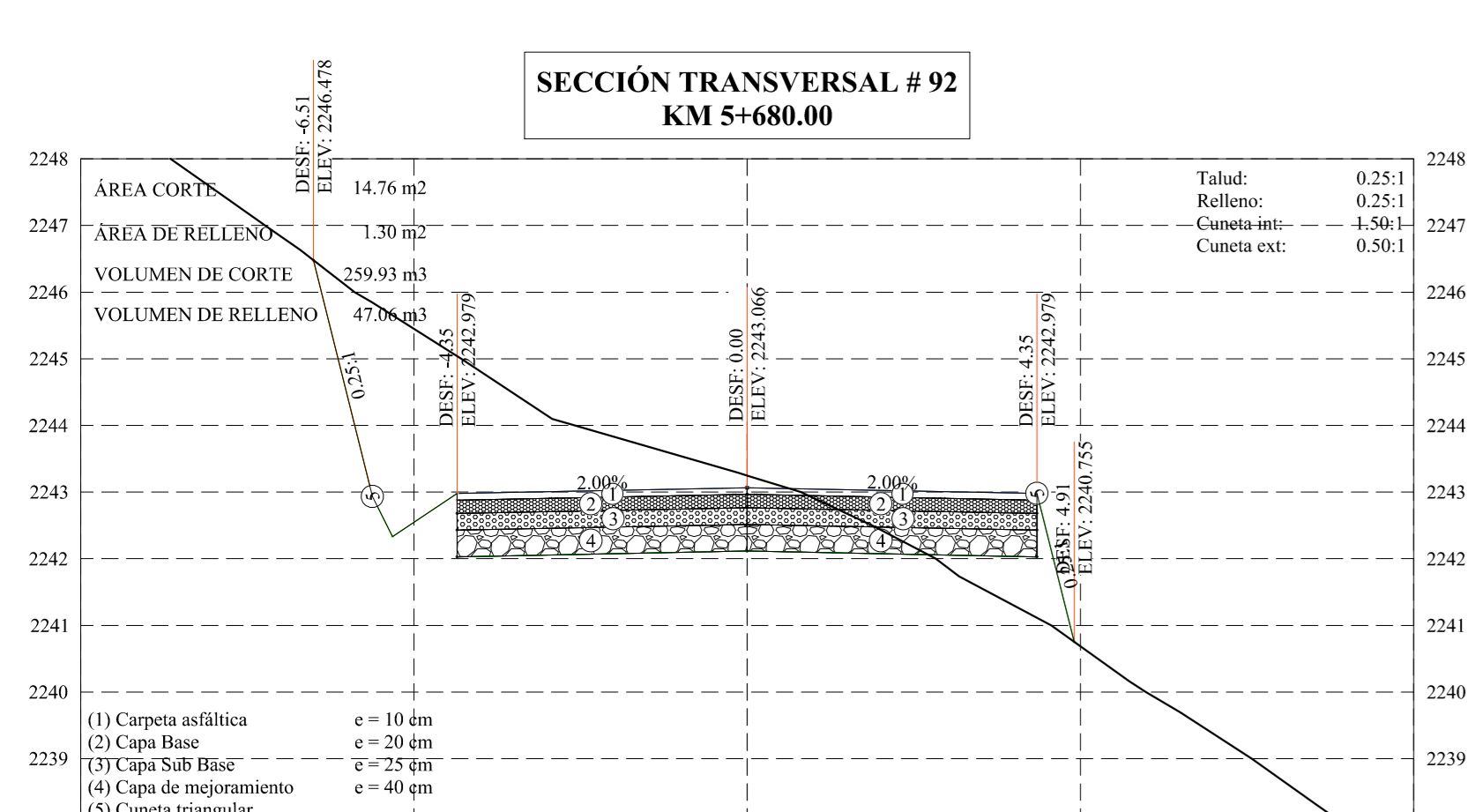
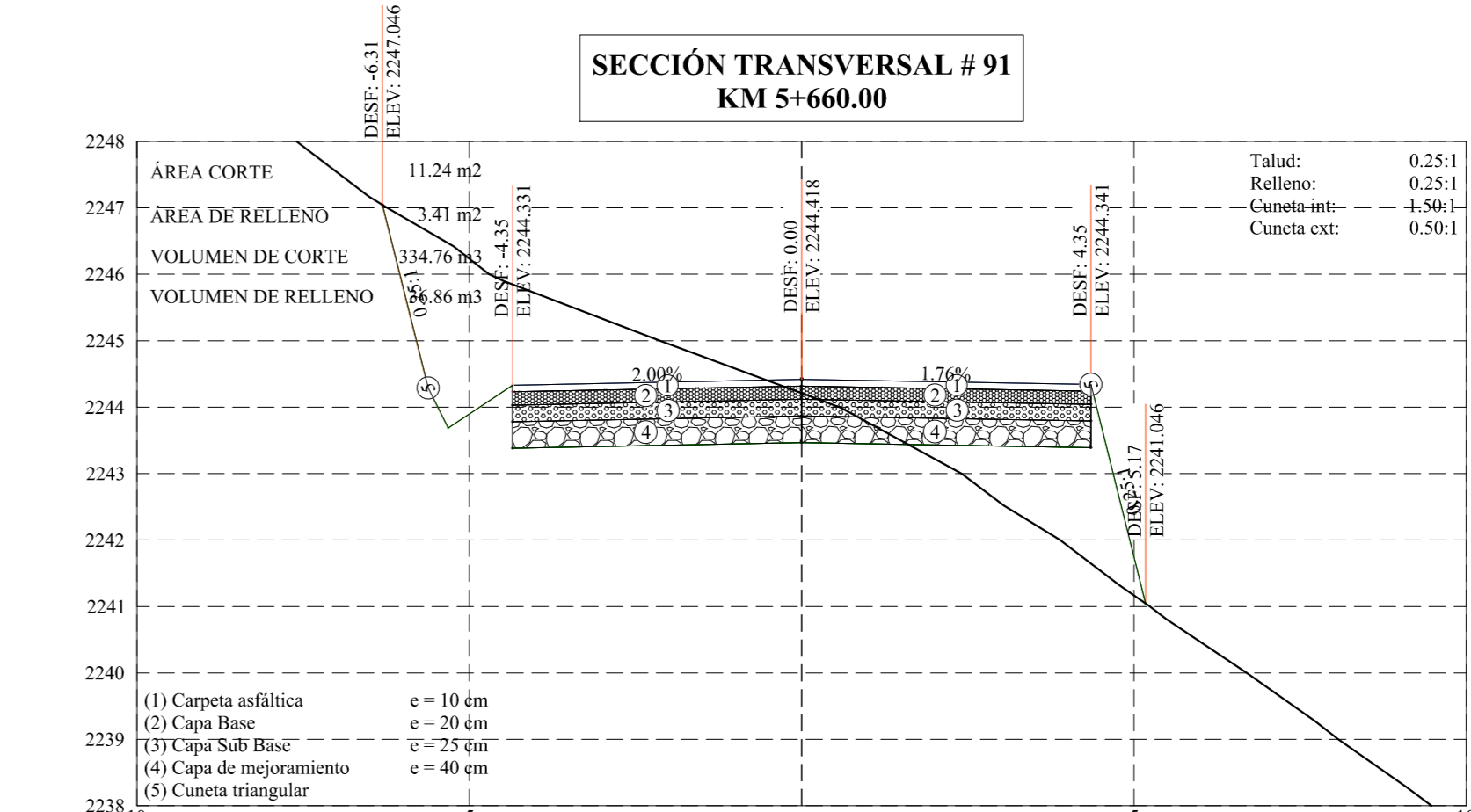
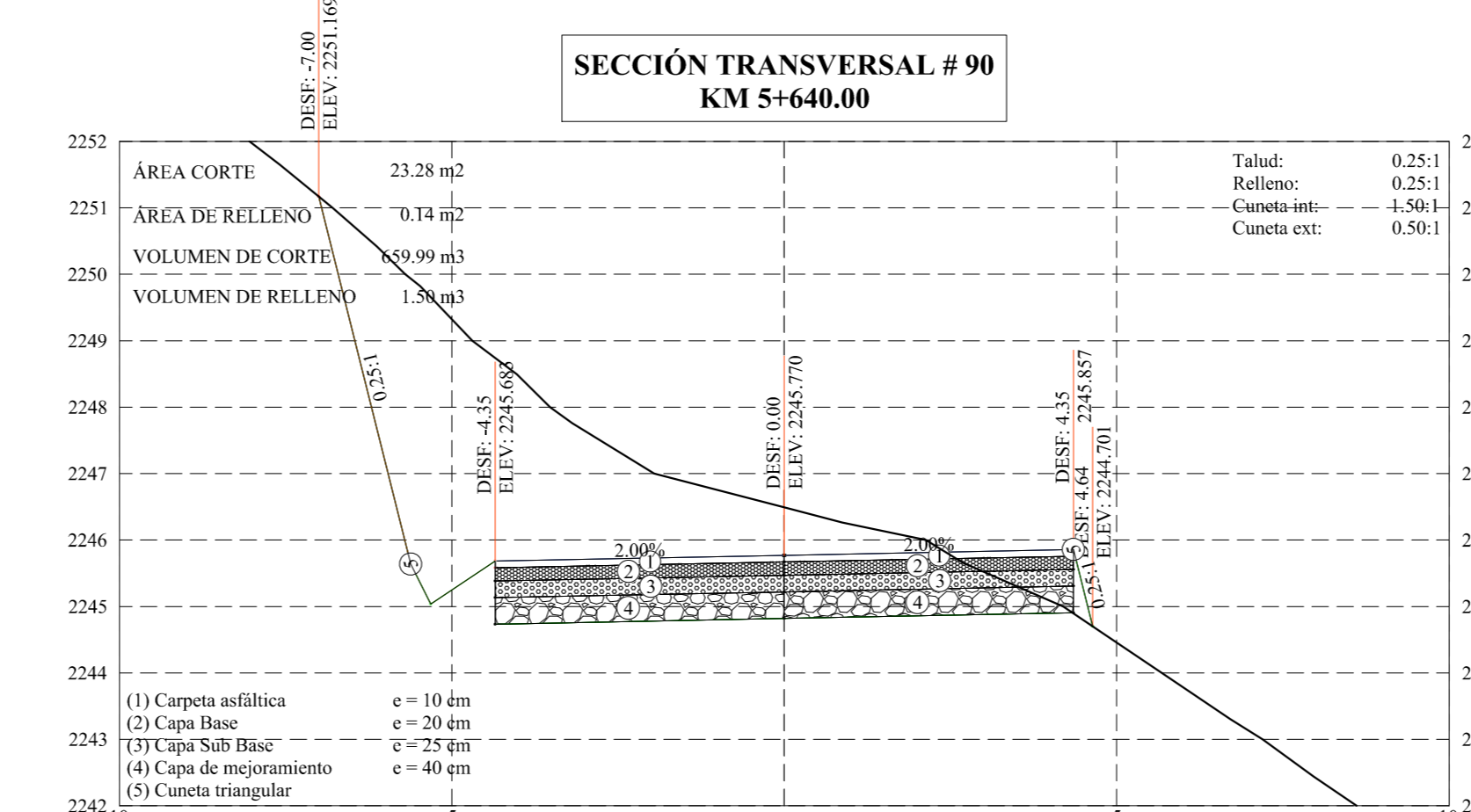
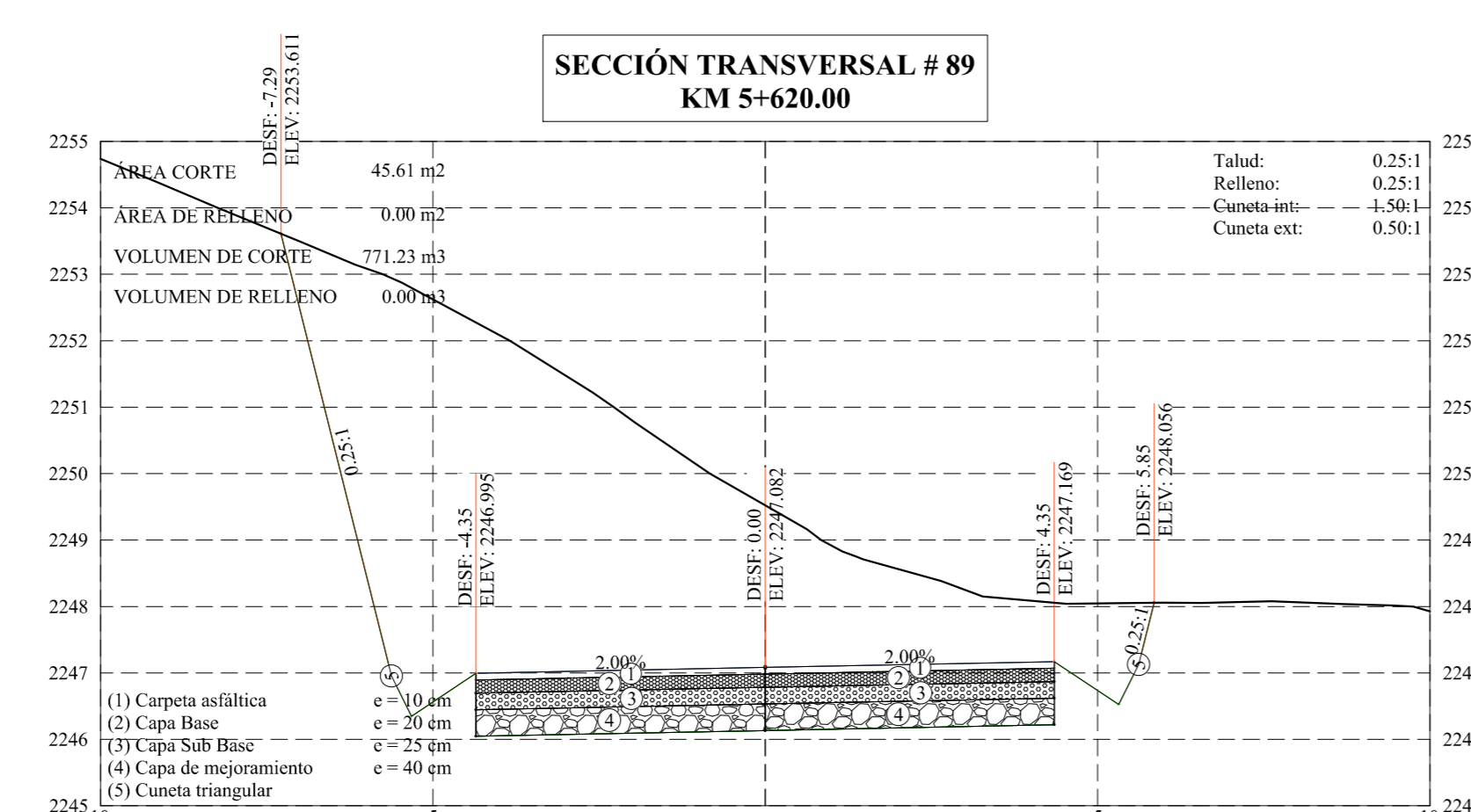
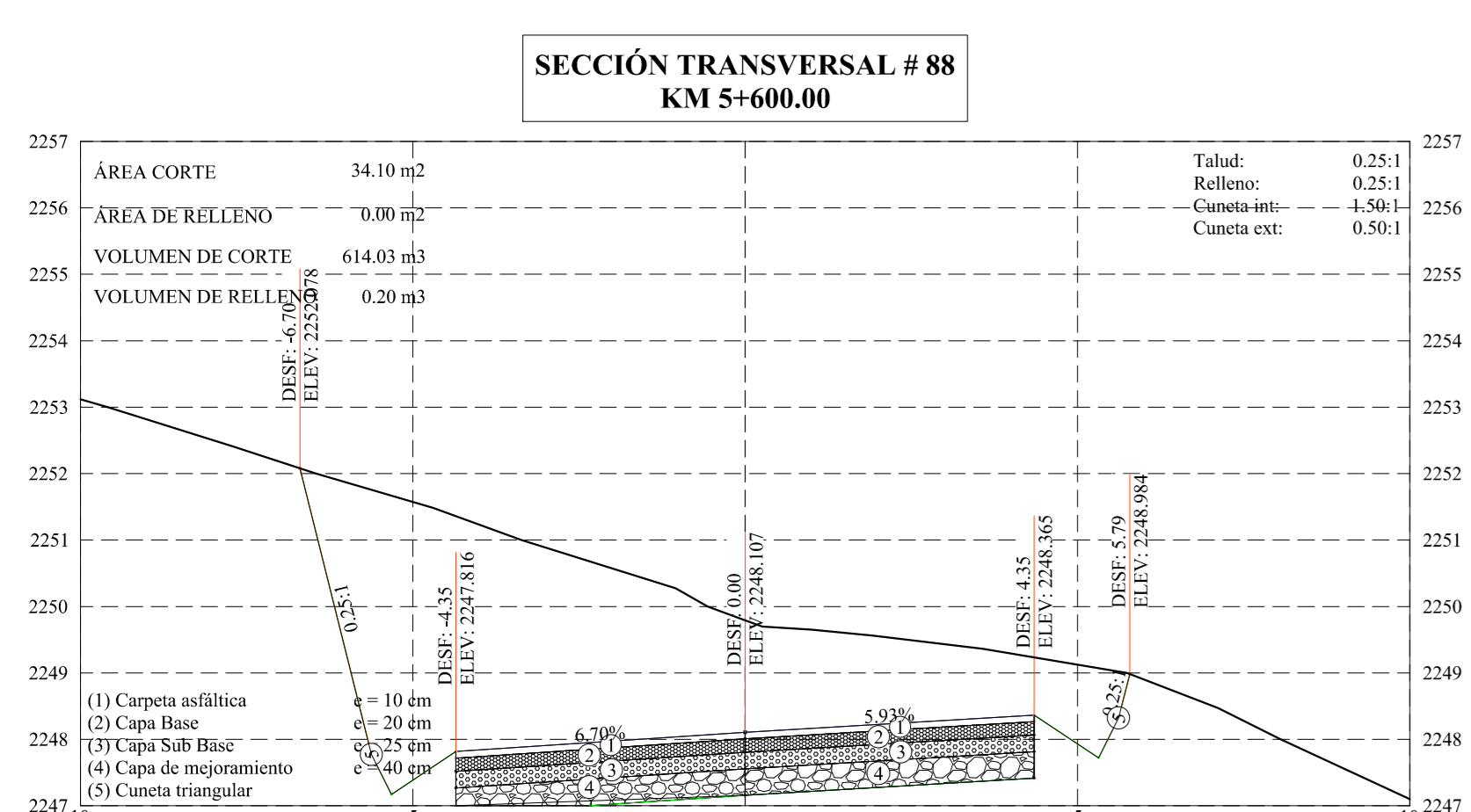
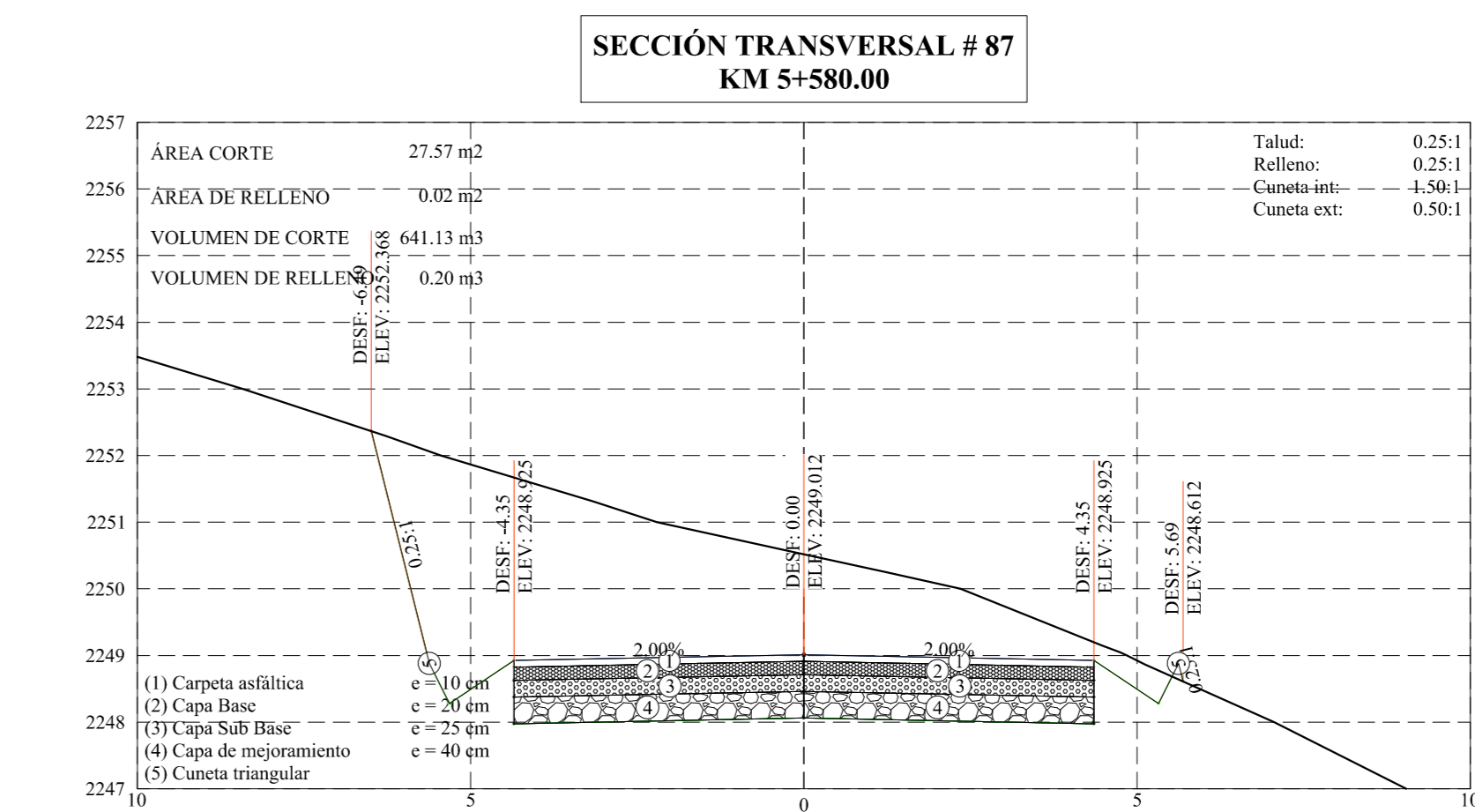
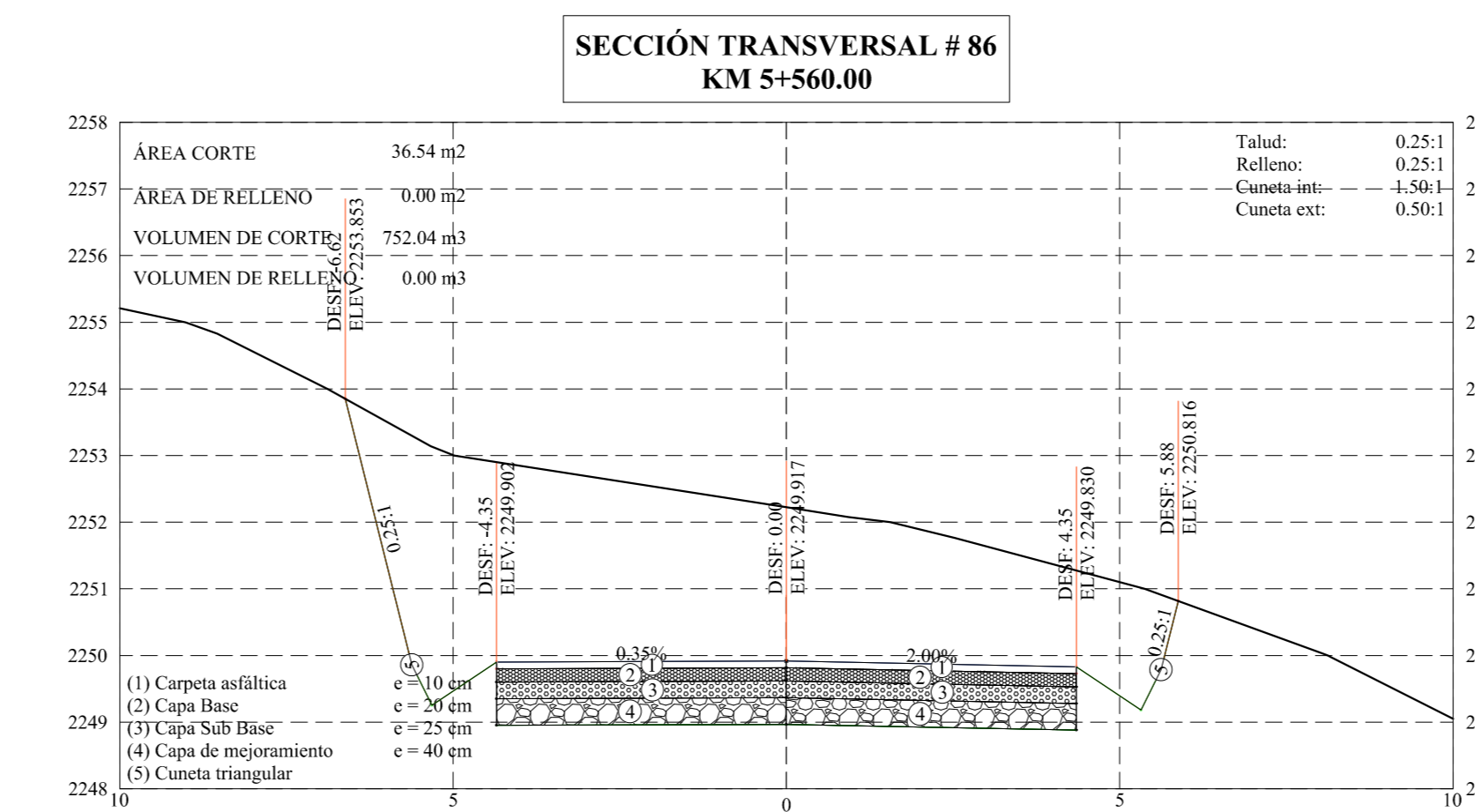
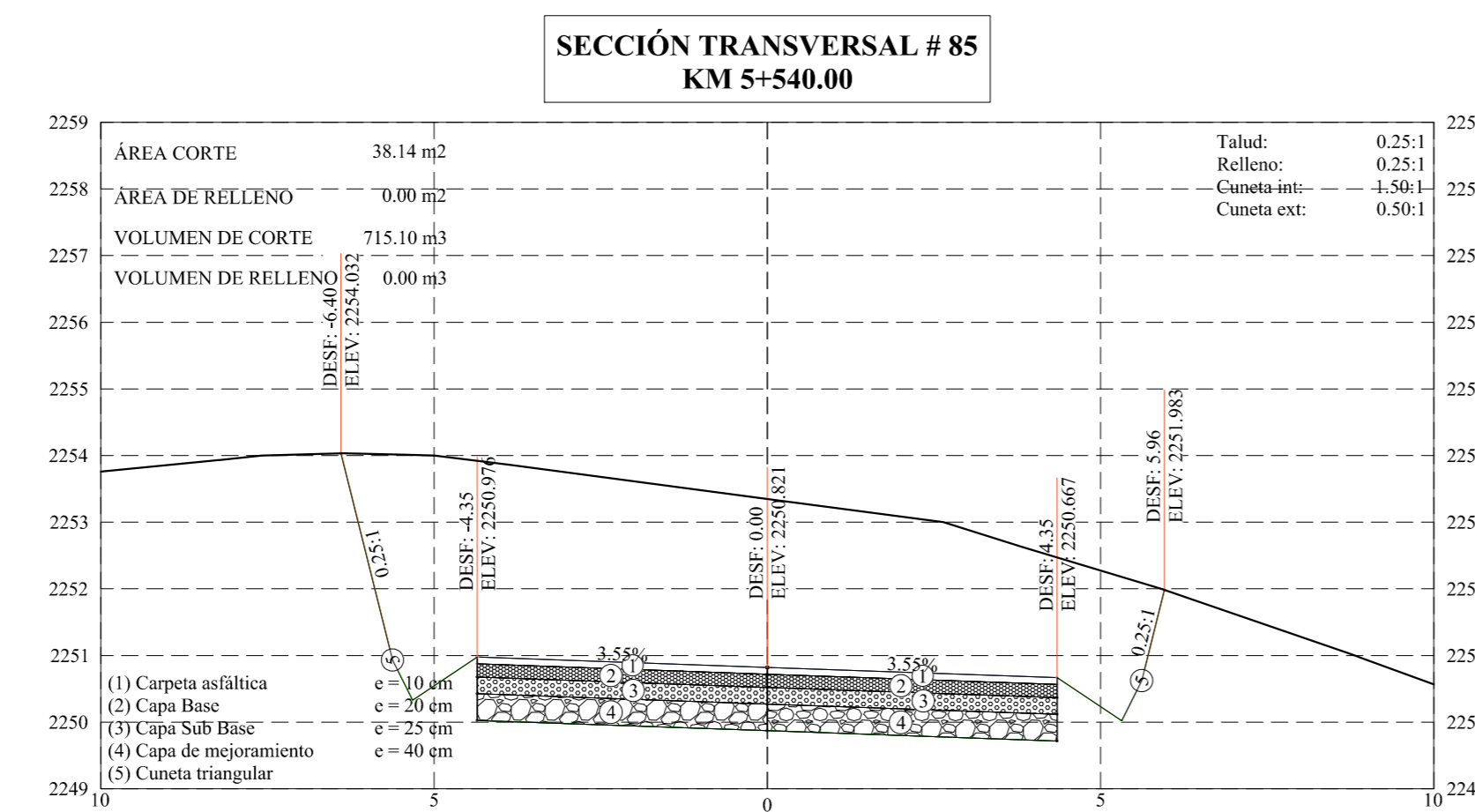
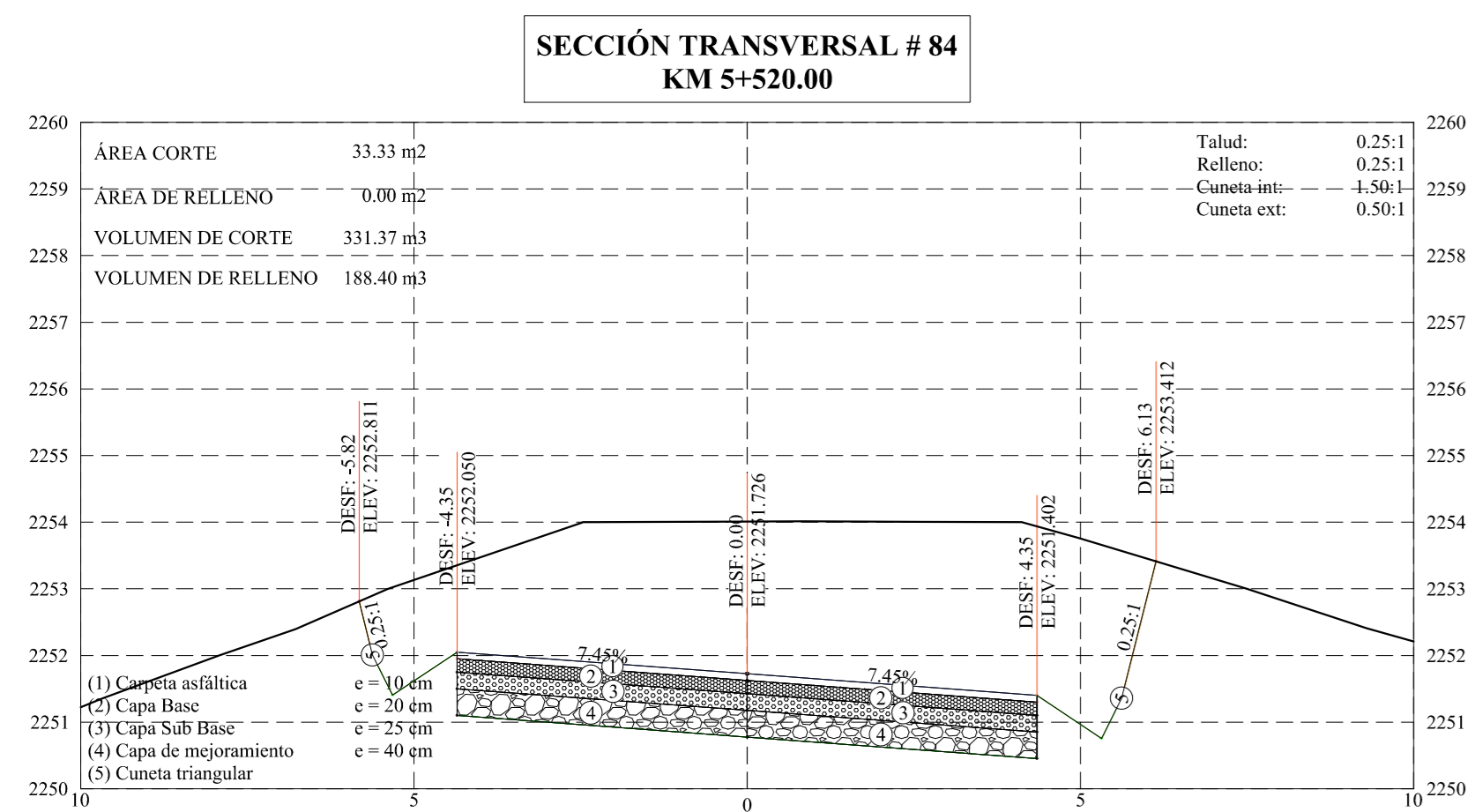
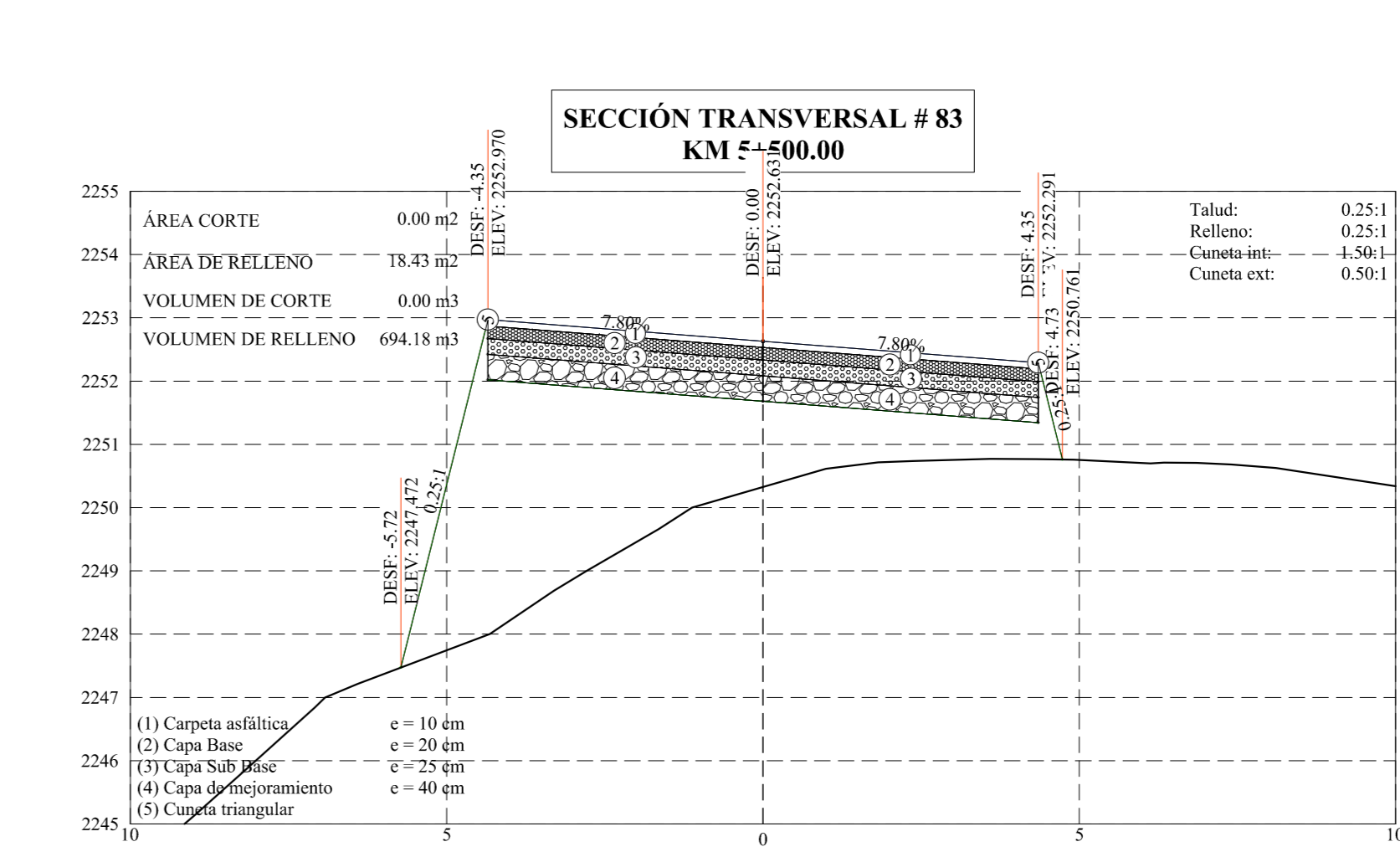
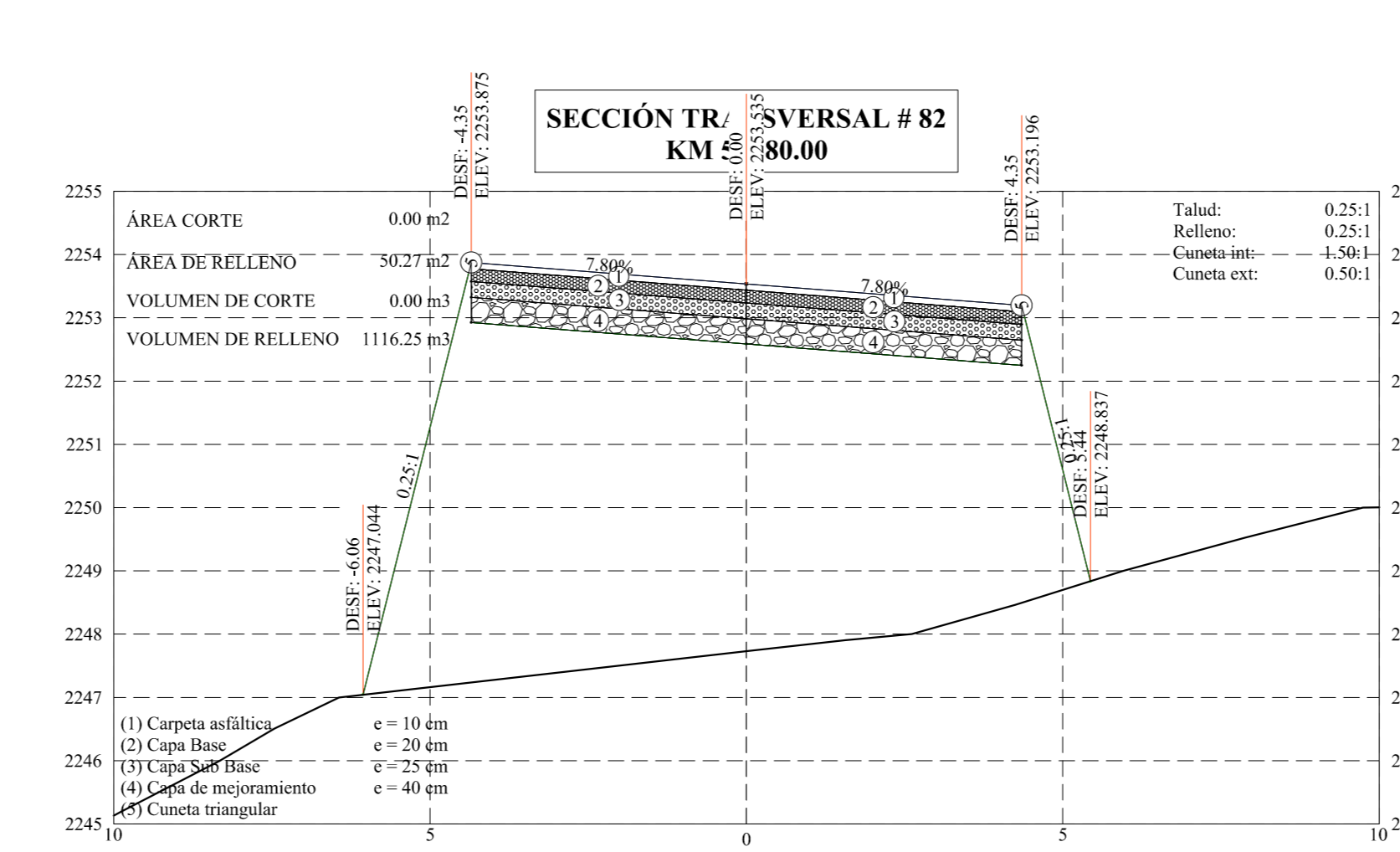
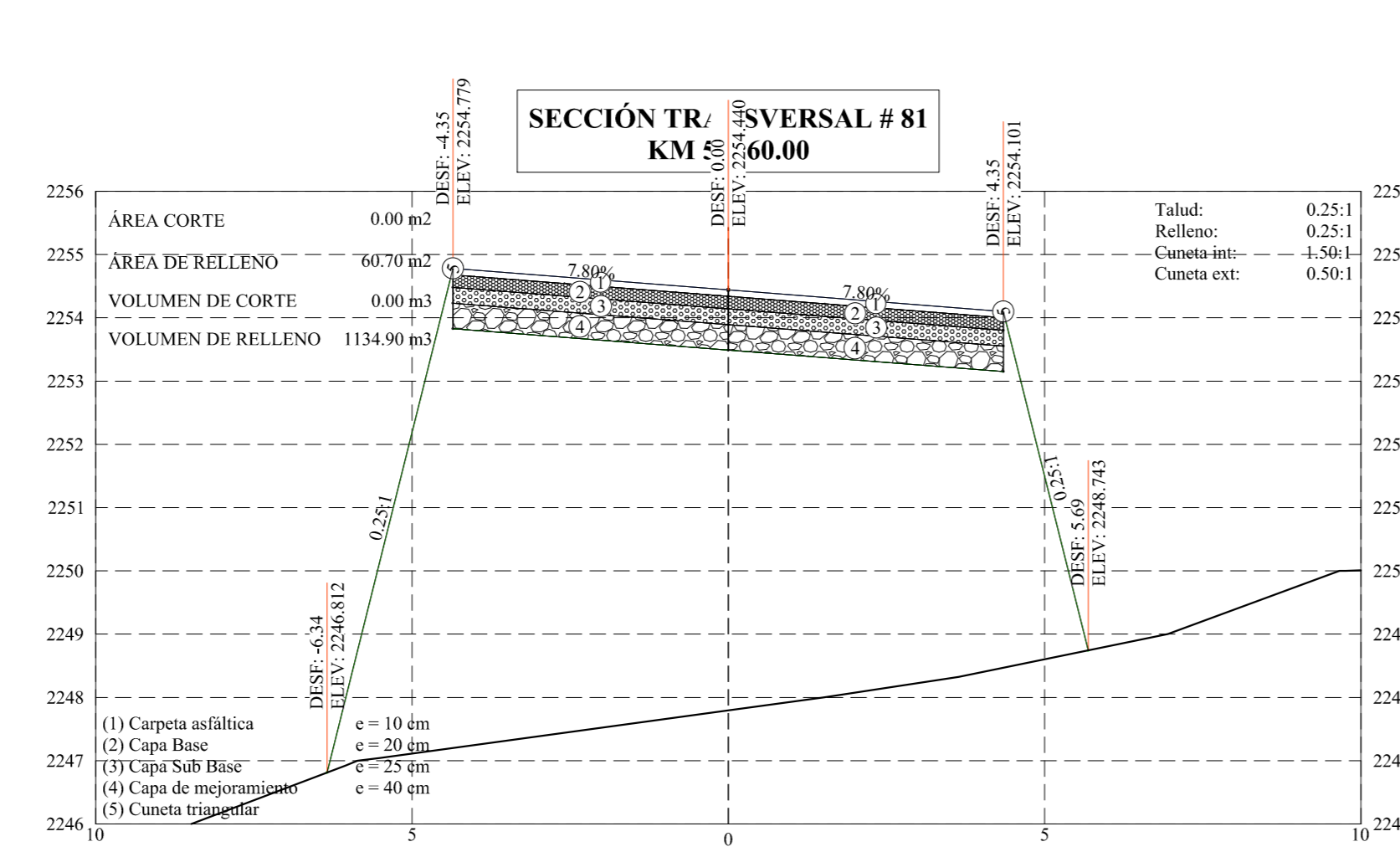
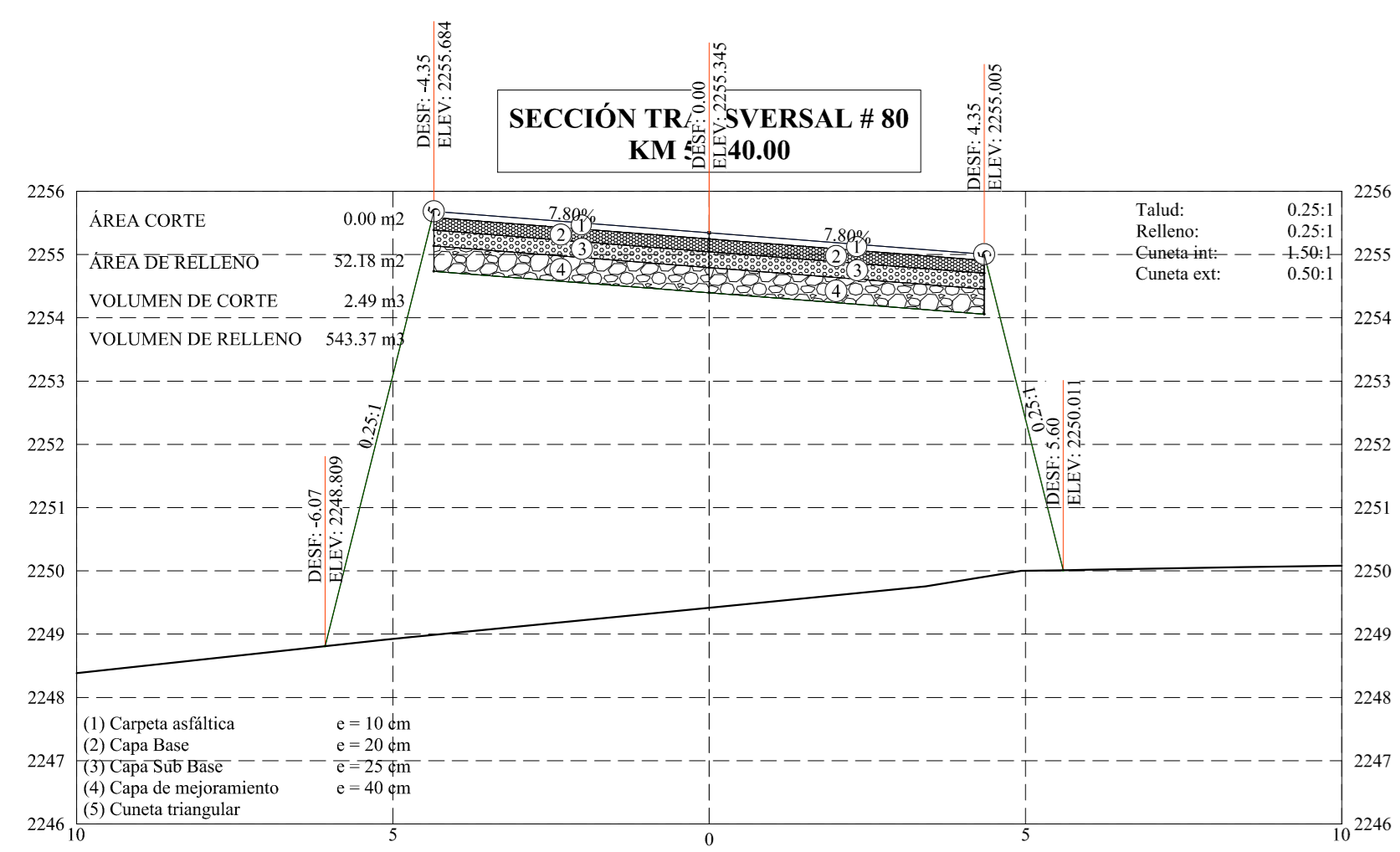
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PAMPLONATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4 + 000 HASTA 7 + 900 PERTINENCIANTE AL CANTÓN PANGOLA DE LA PROVINCIA DE COTACACHI"

UBICACIÓN: "CANTÓN PANGOLA" FECHA DE ENTREGA: OCTUBRE DEL 2020

DISEÑADOR POR:	REVISADO POR:	CONTIENE:
ESTUDIANTE: EGOR KLEITON GUERRERO	DOCENTE TUTOR: ING. MIG. MILETON ALDAS D.	SECCIONES TRANSVERSALES A CADA 20 M
KILOMETRO POR PLANO: KM 0/000	ESCALA: 1:100	LAMINA N°: 09/15

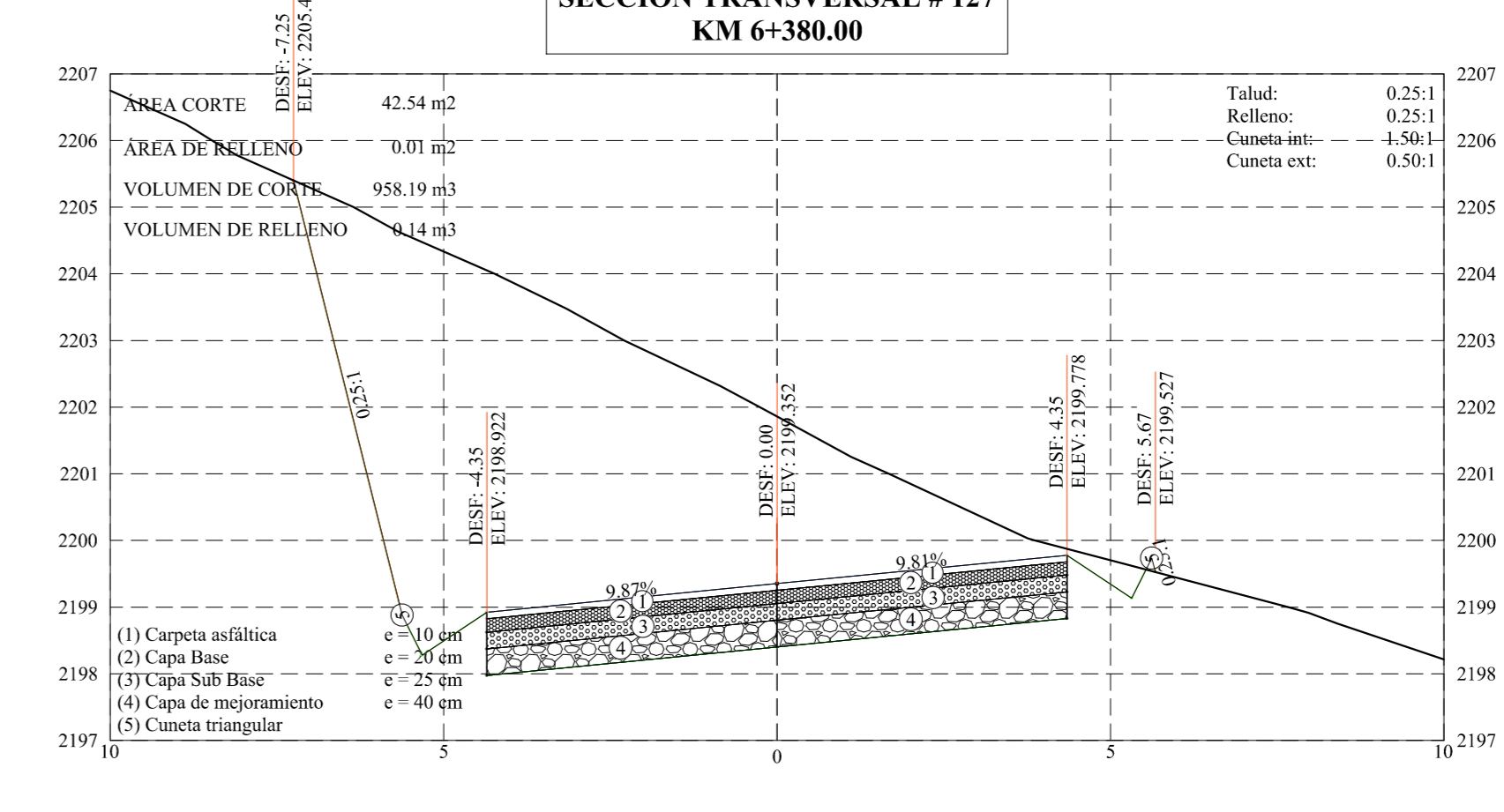
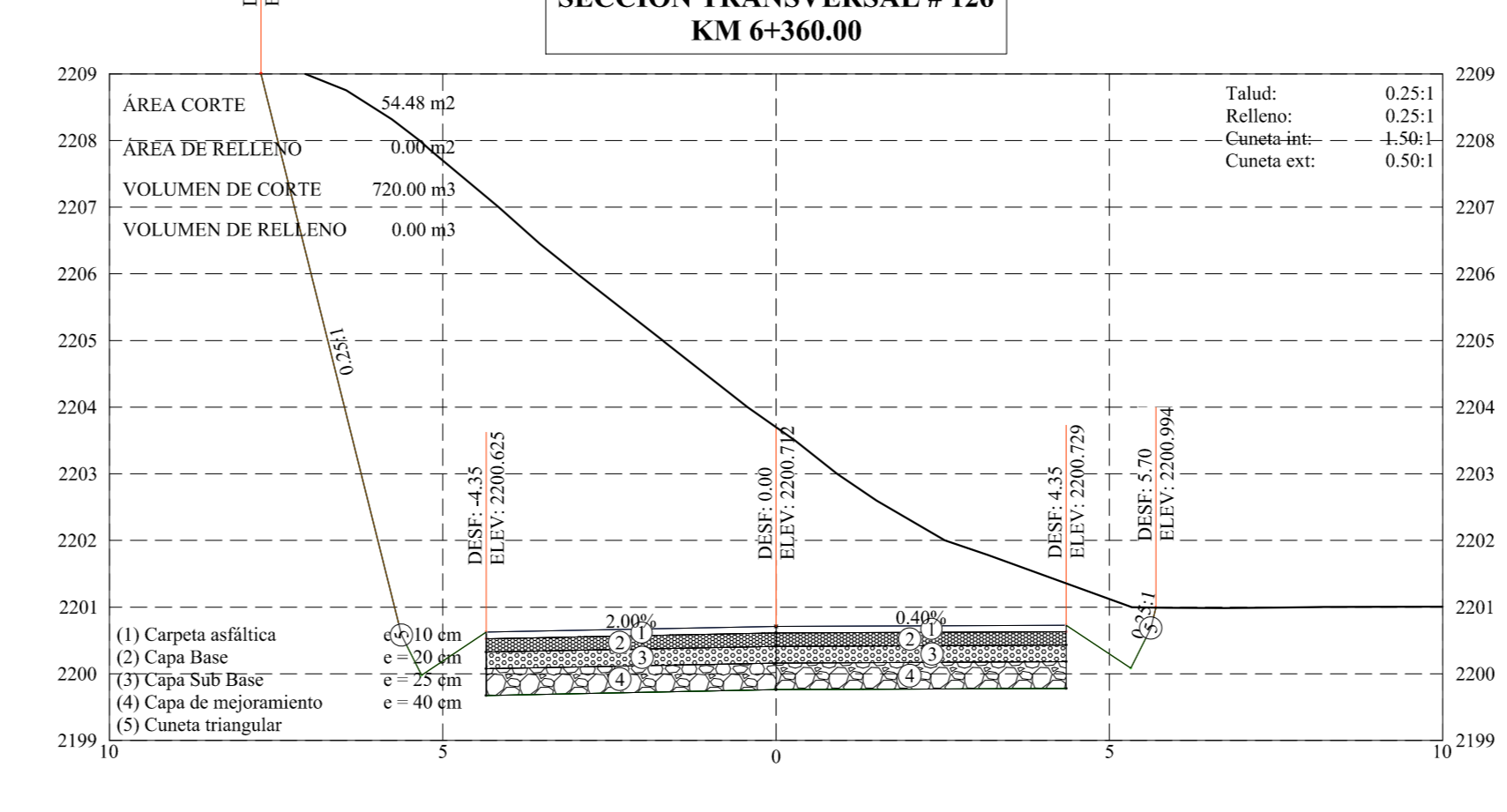
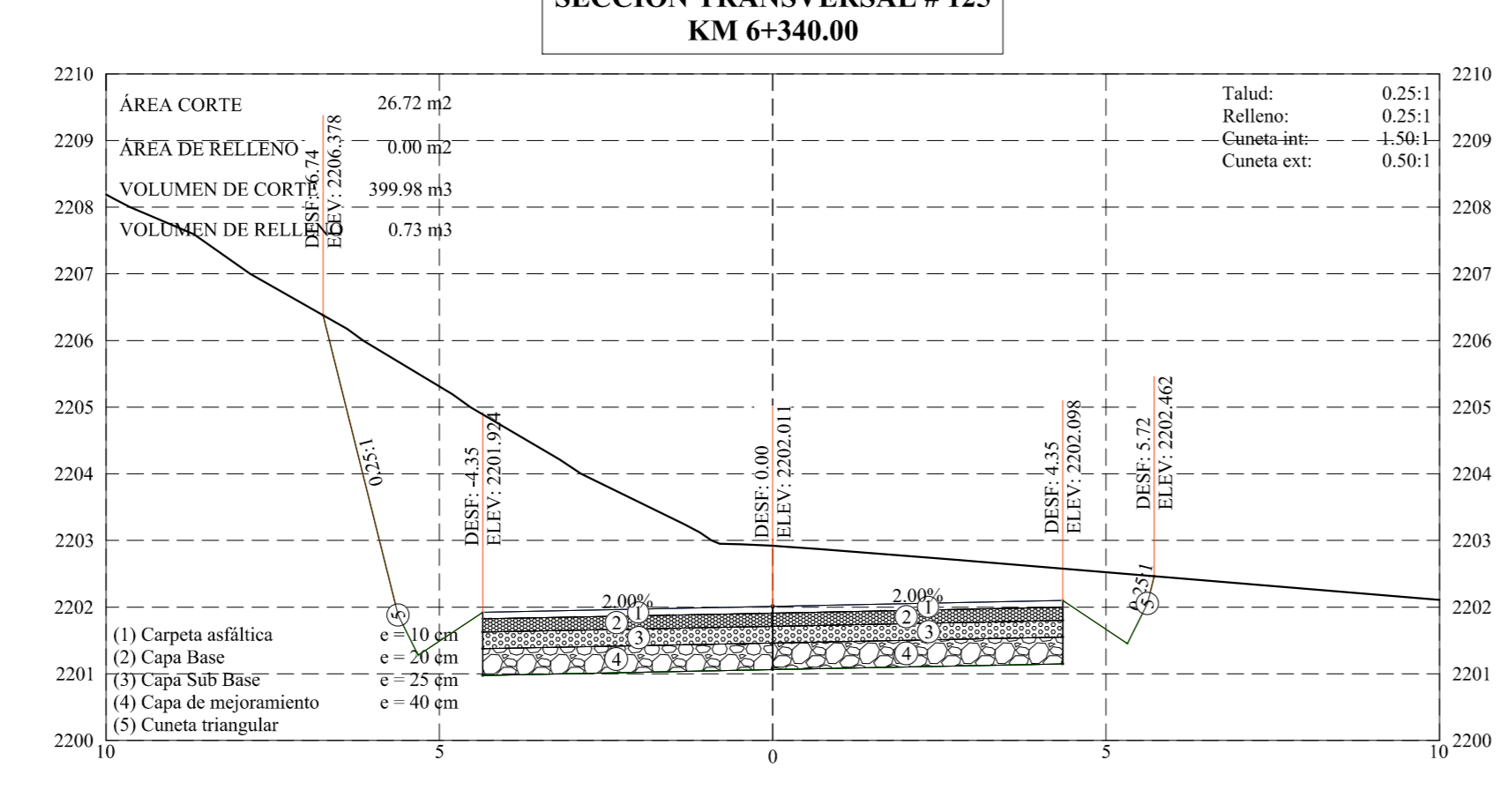
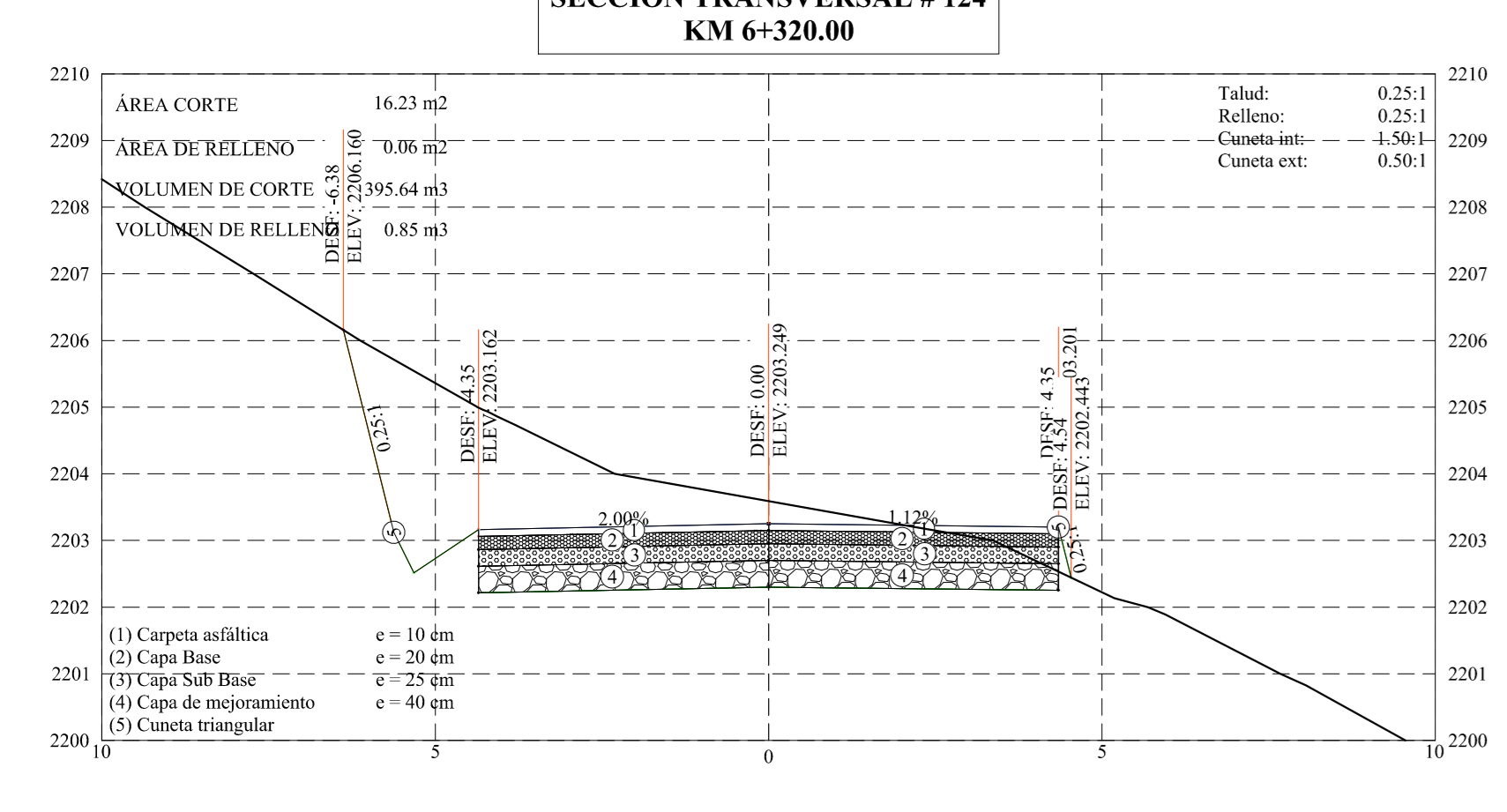
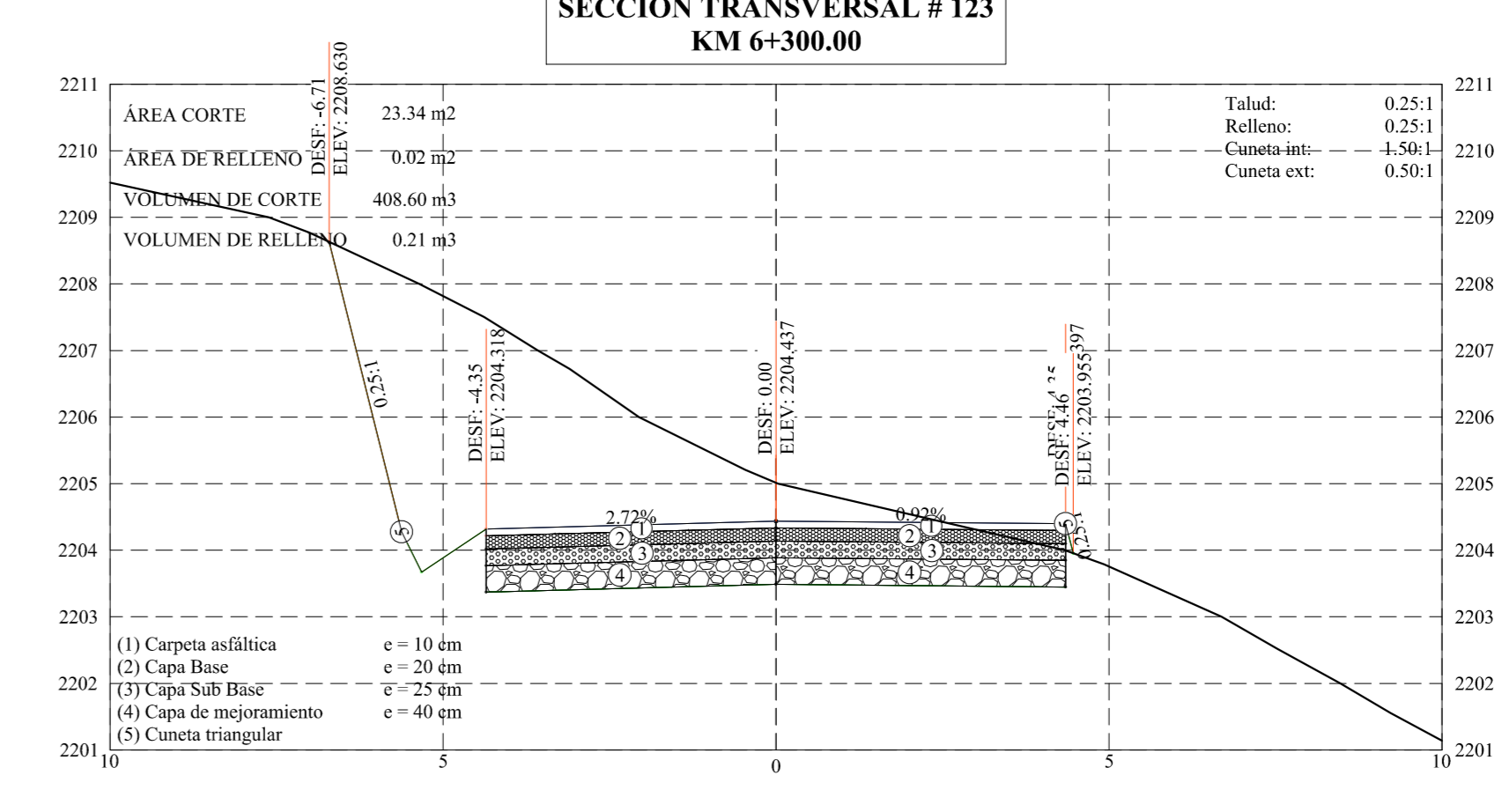
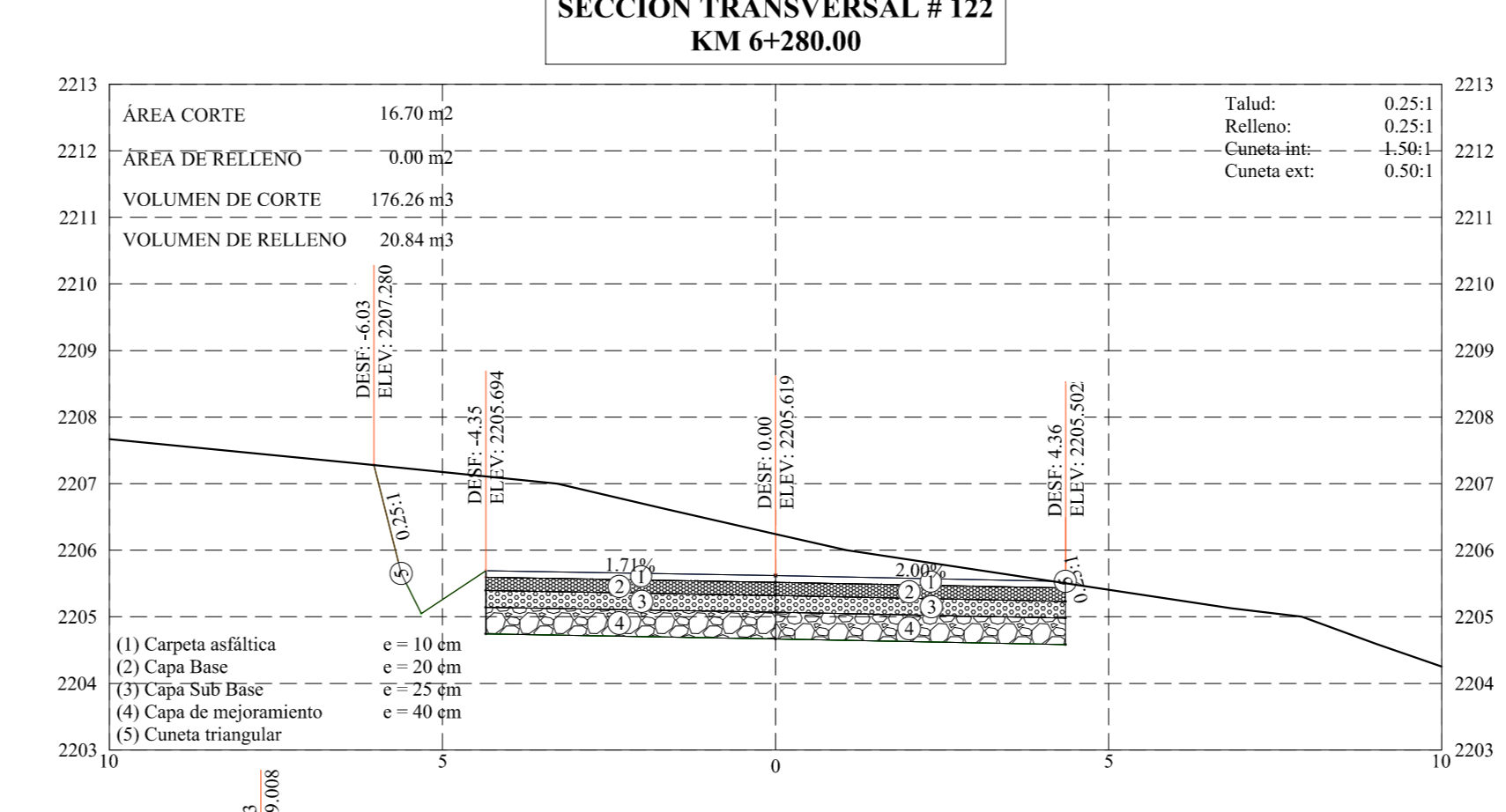
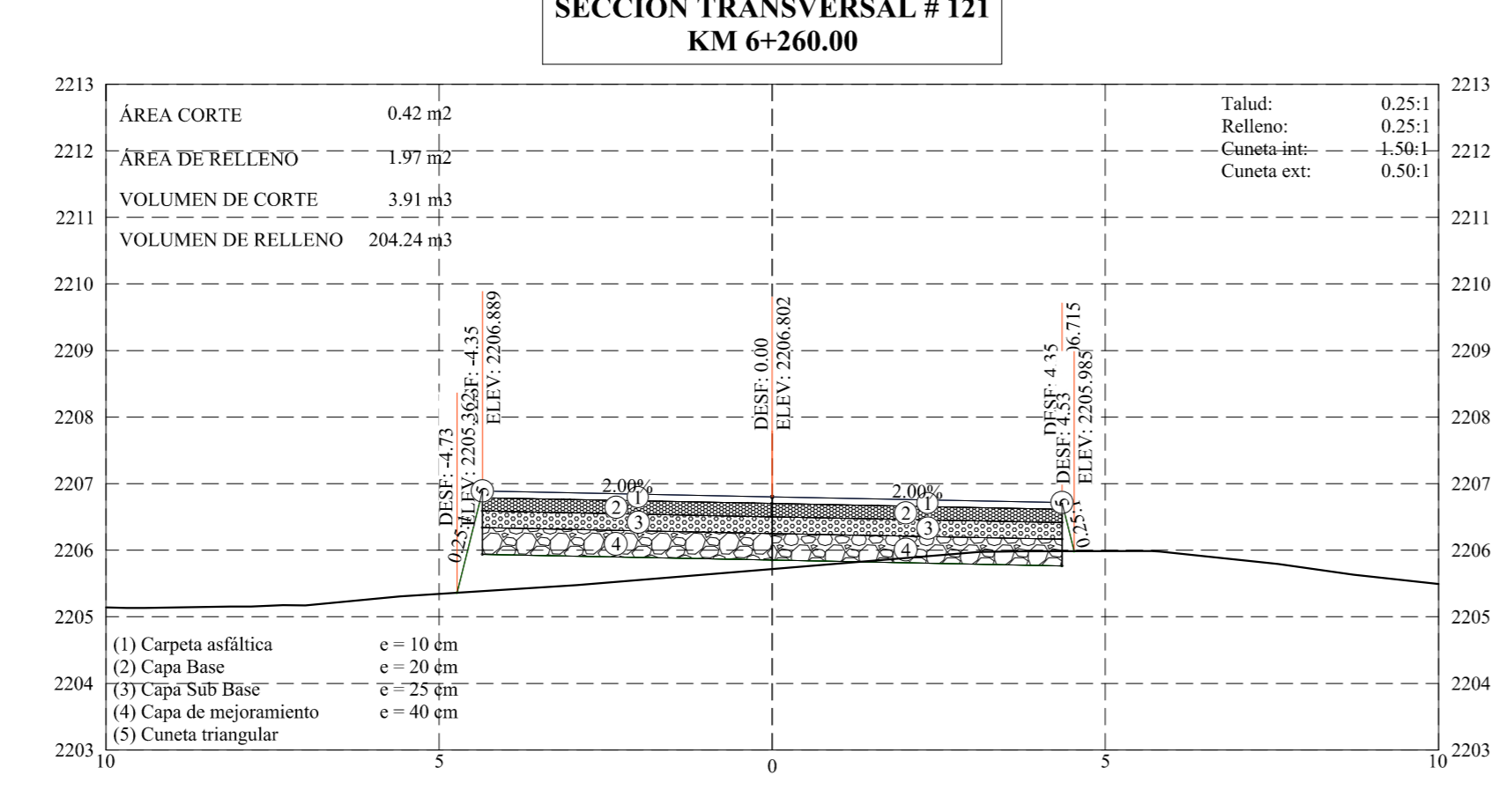
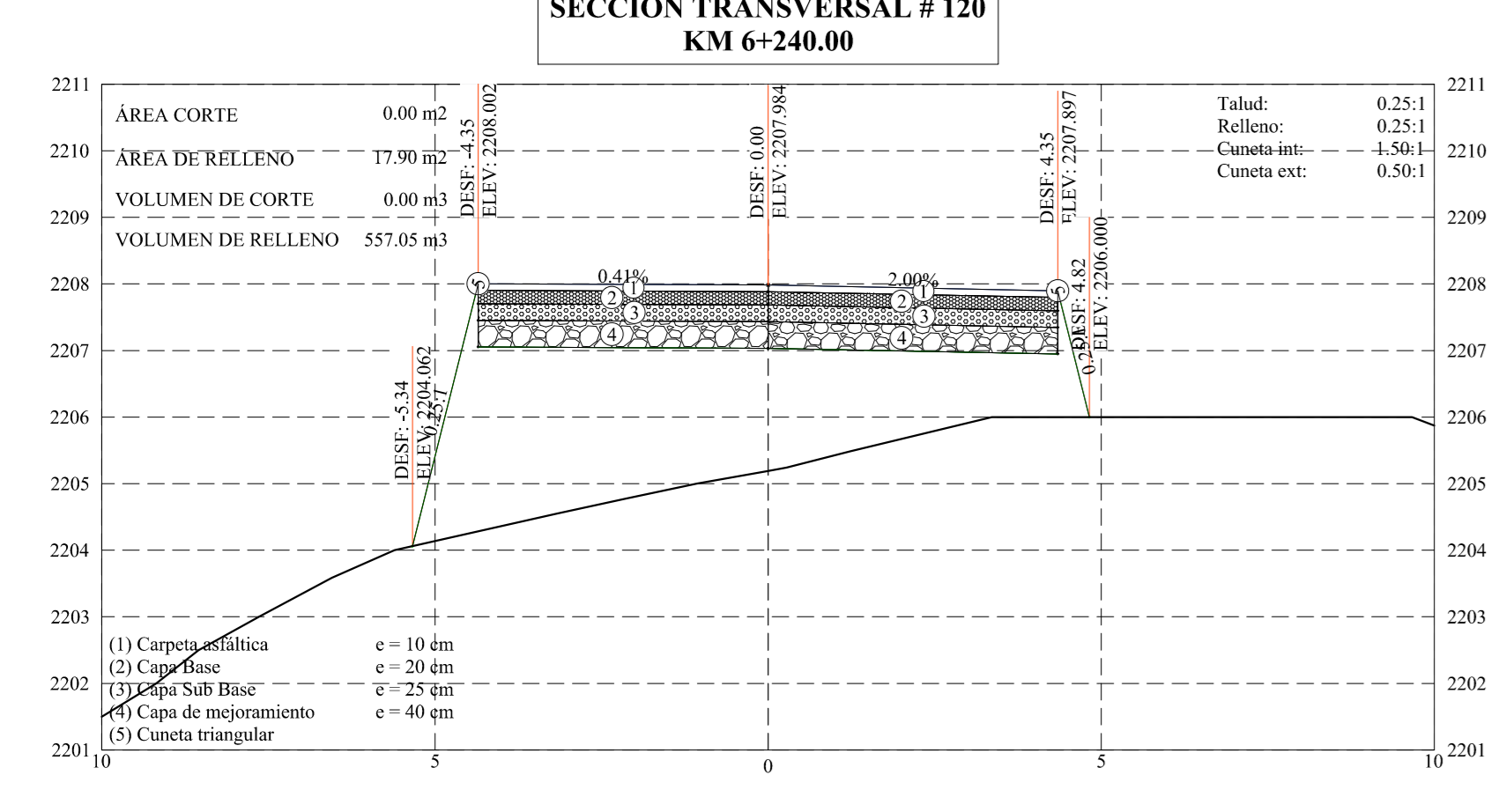
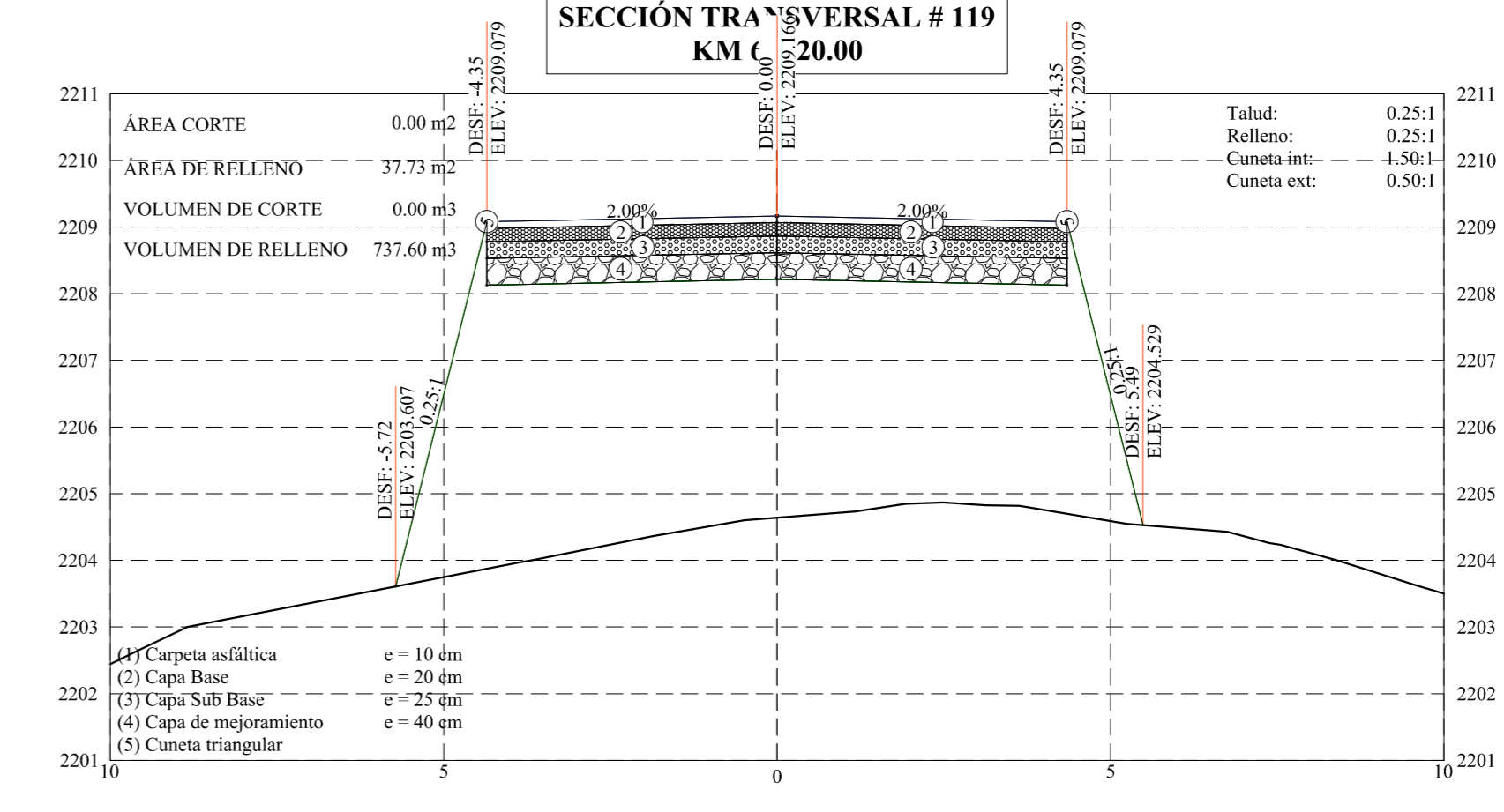
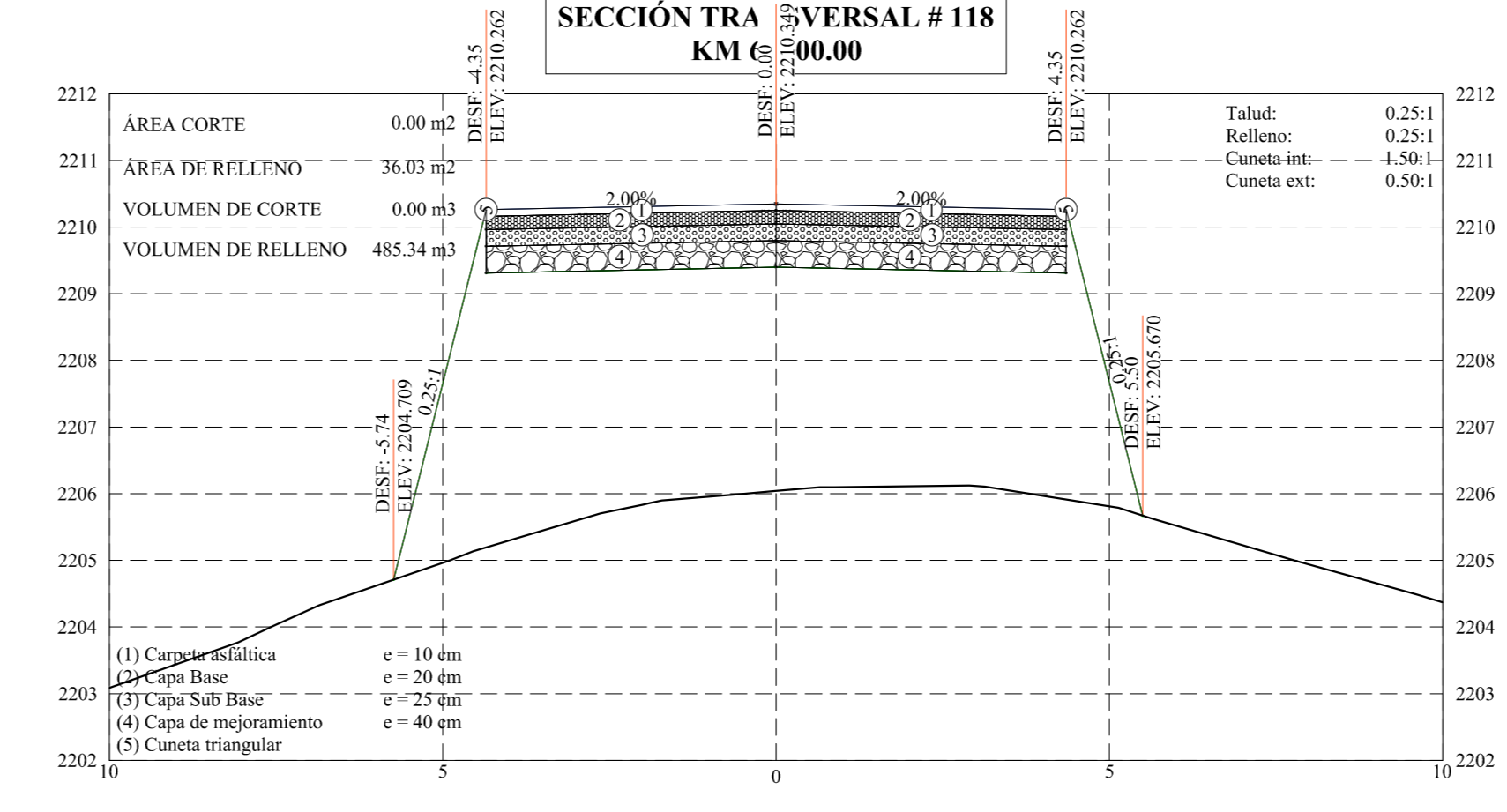
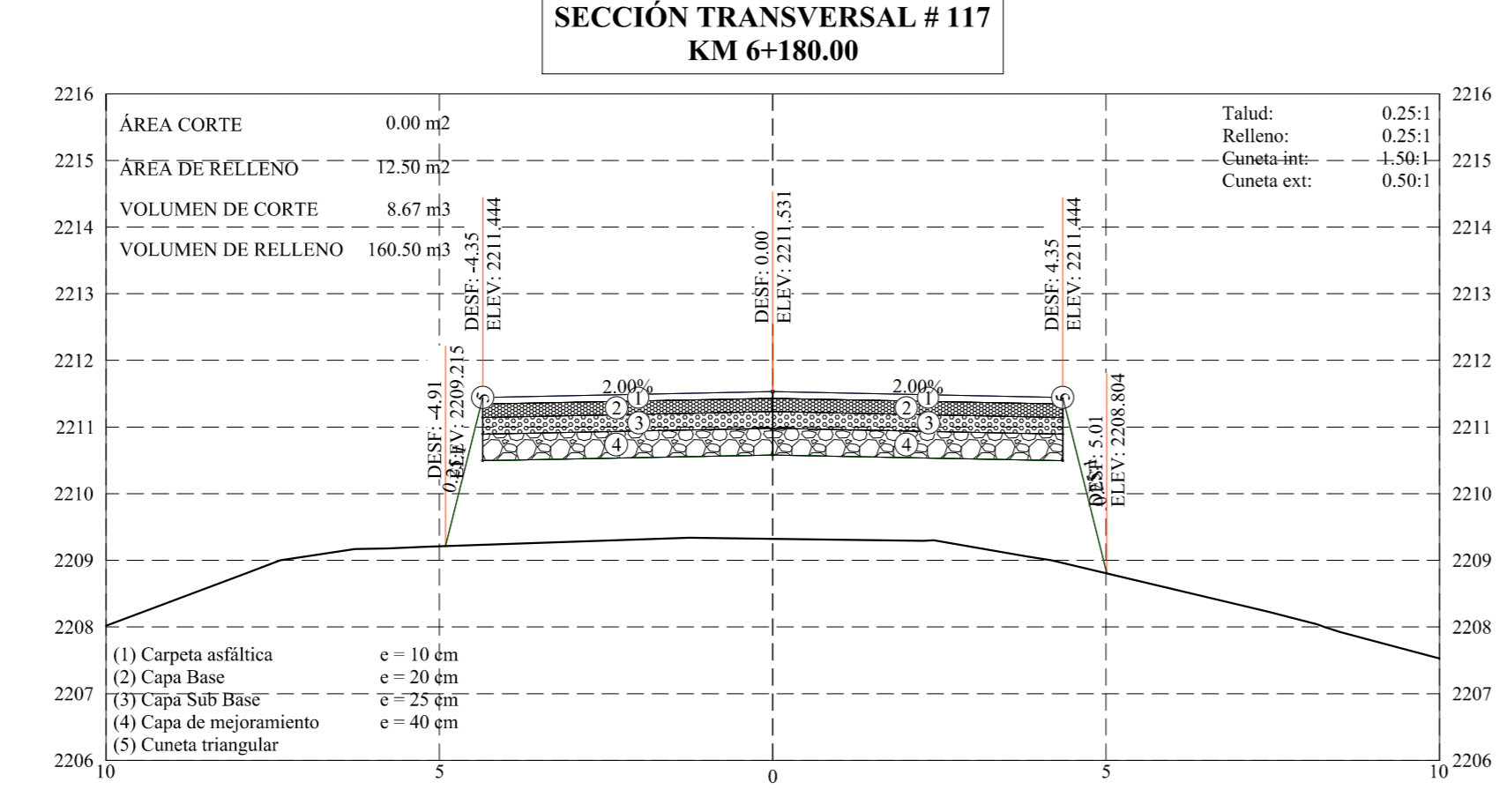
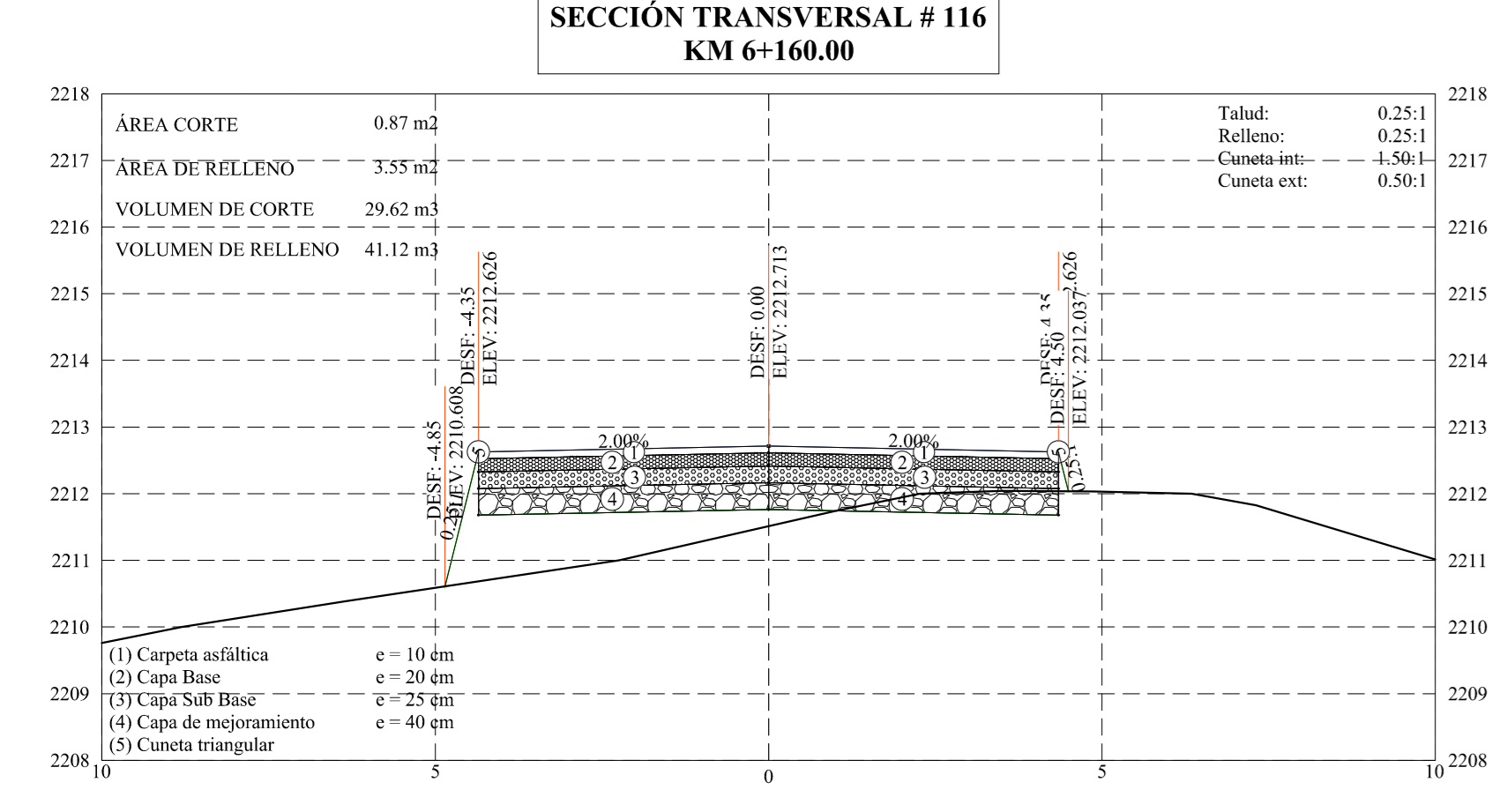
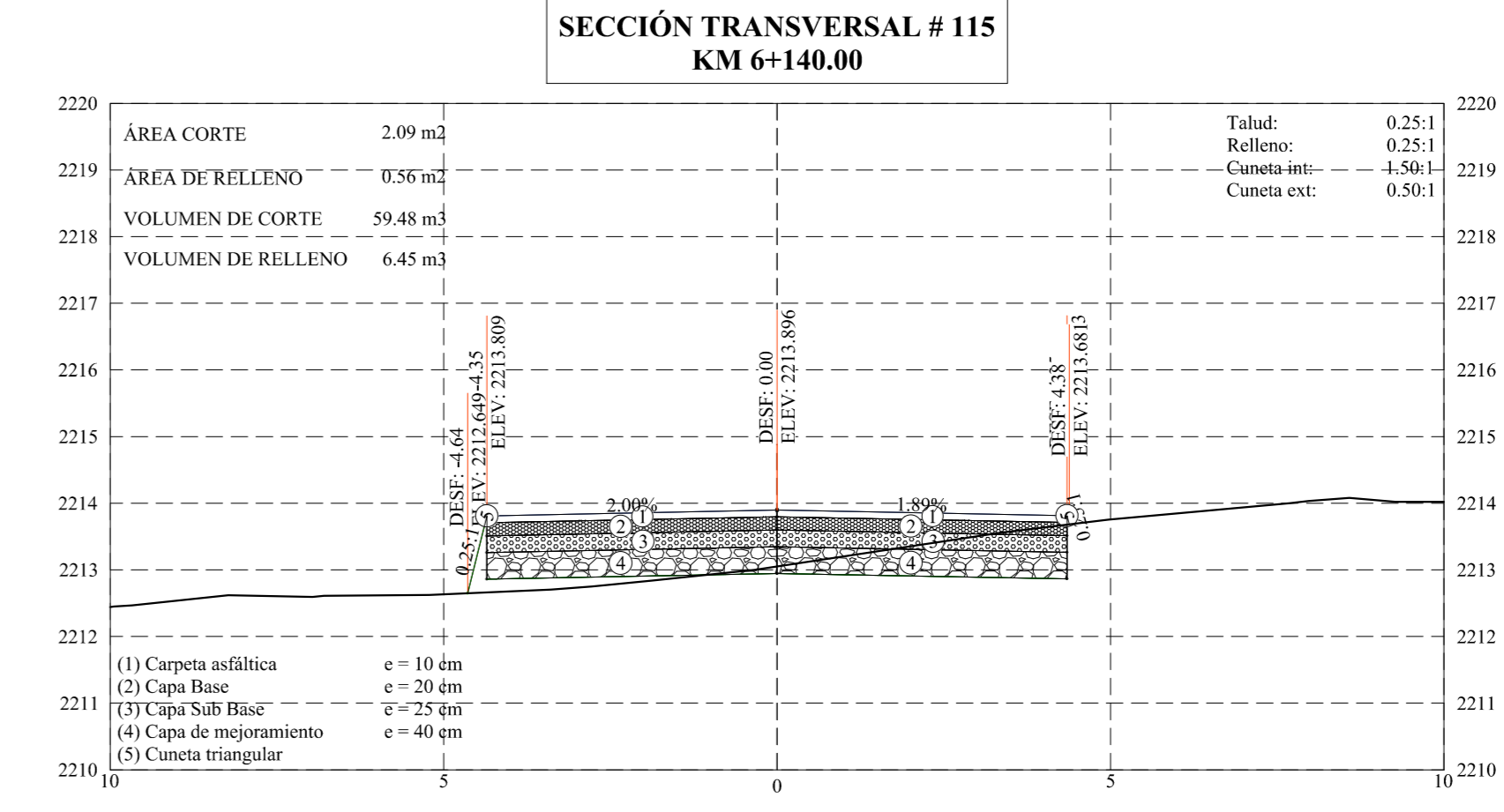
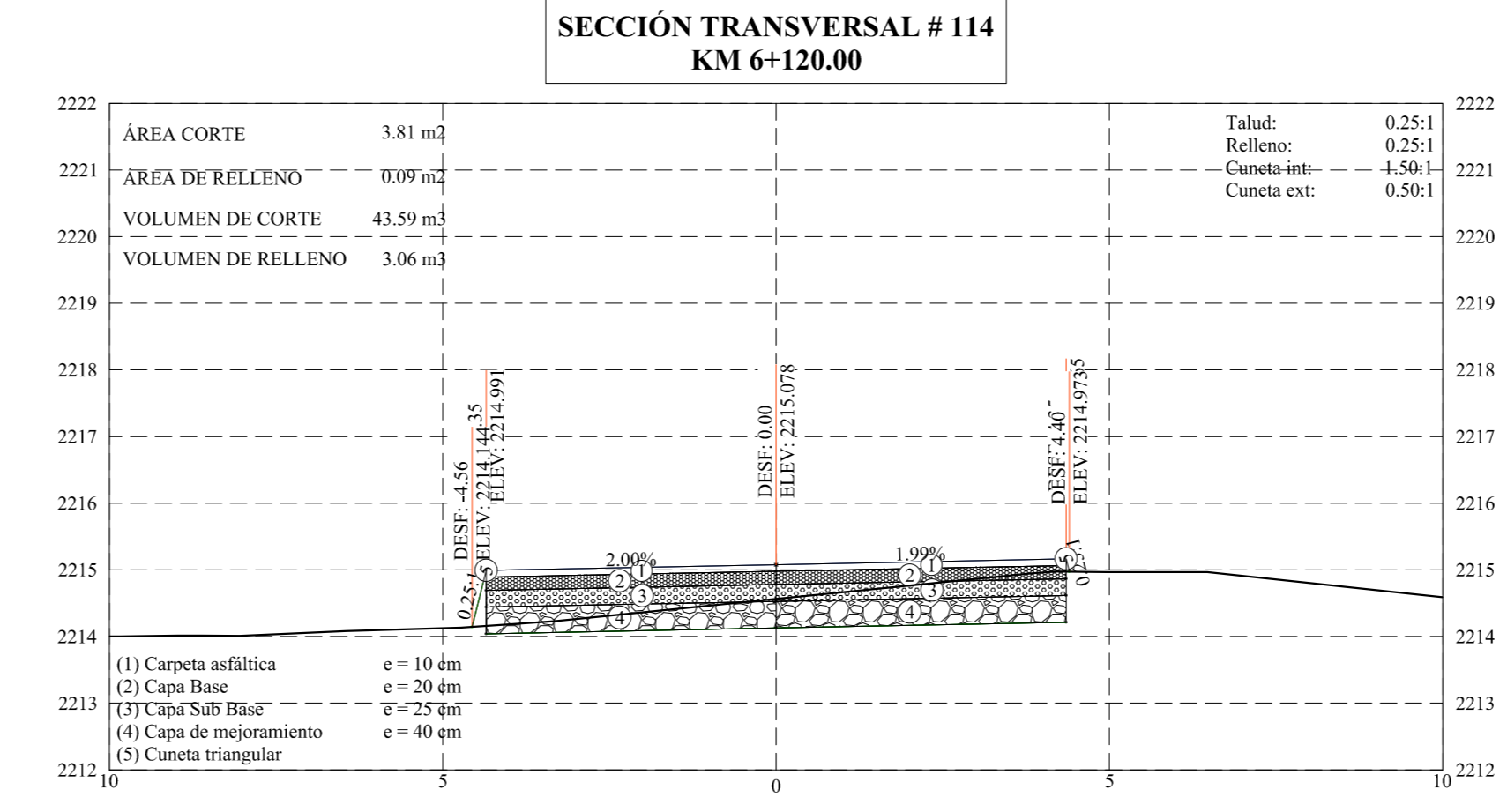
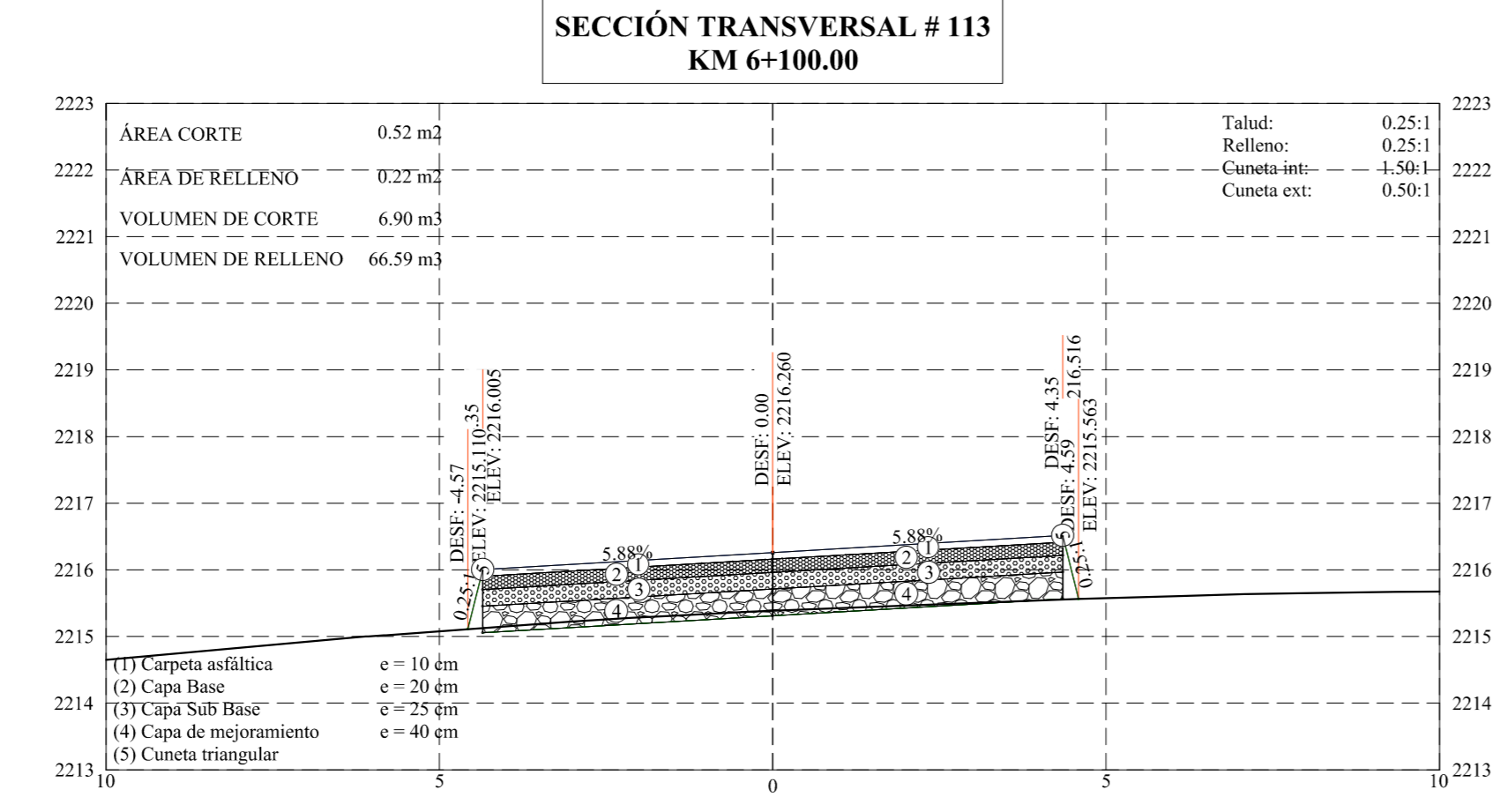
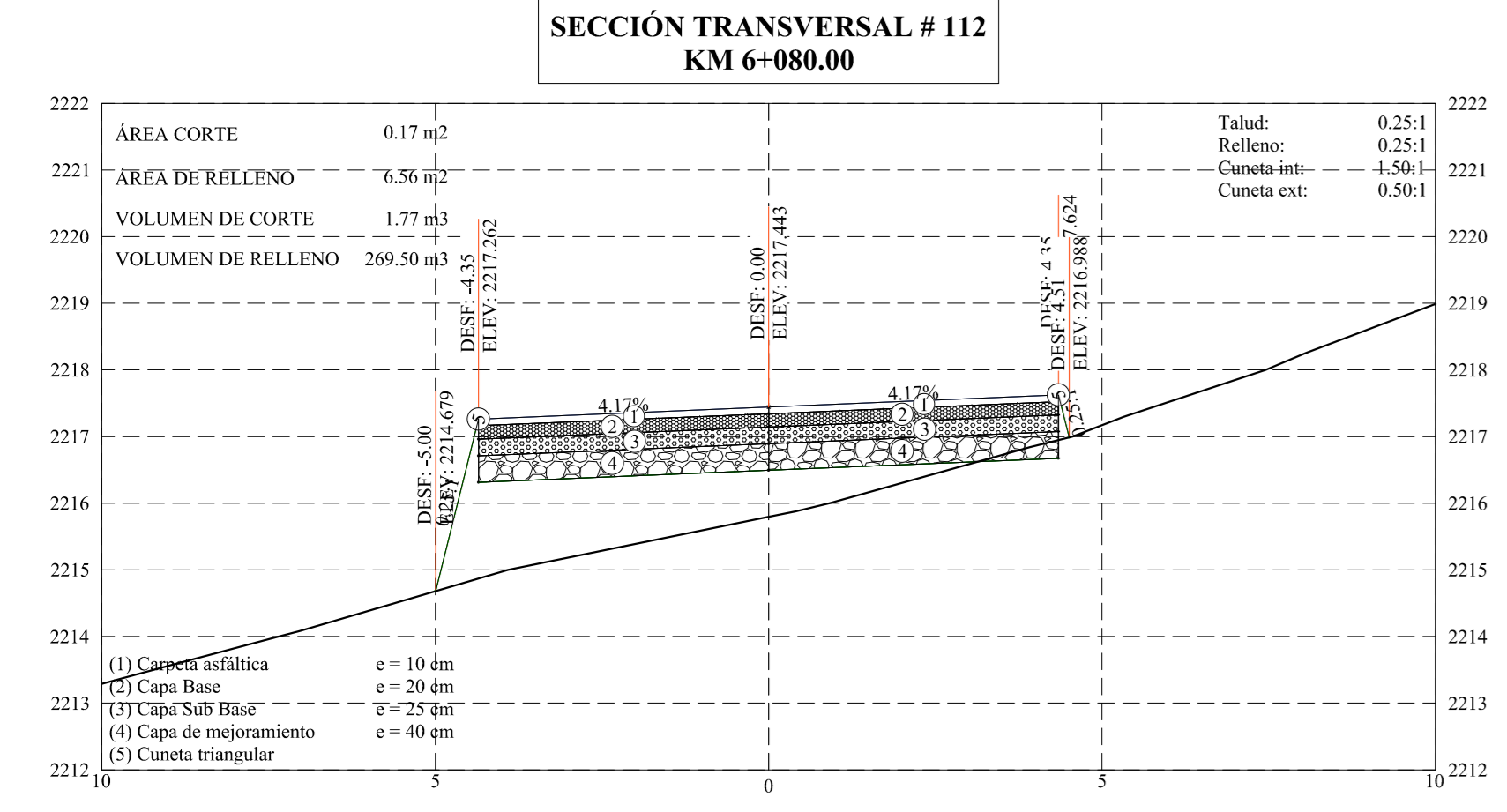
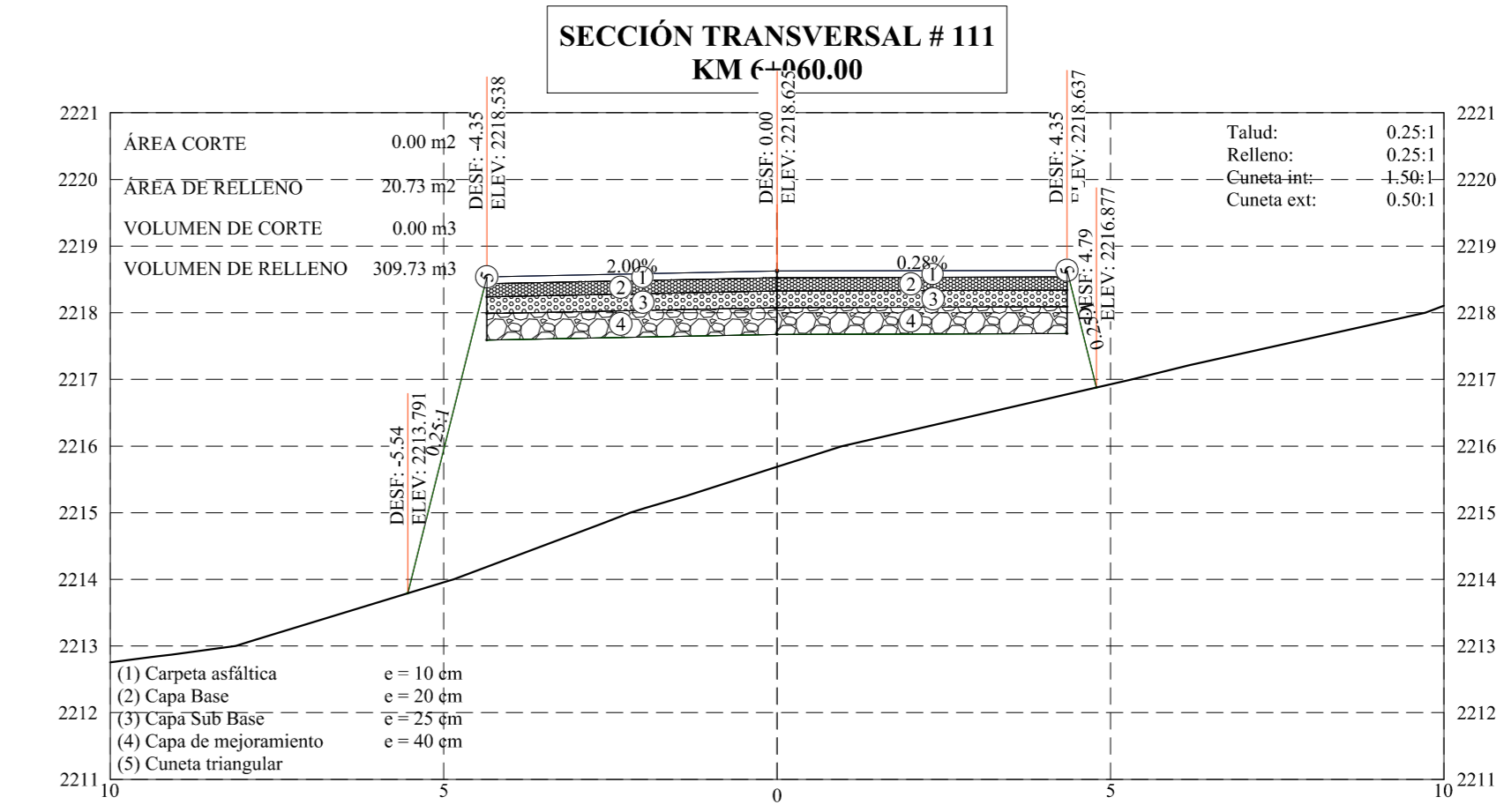
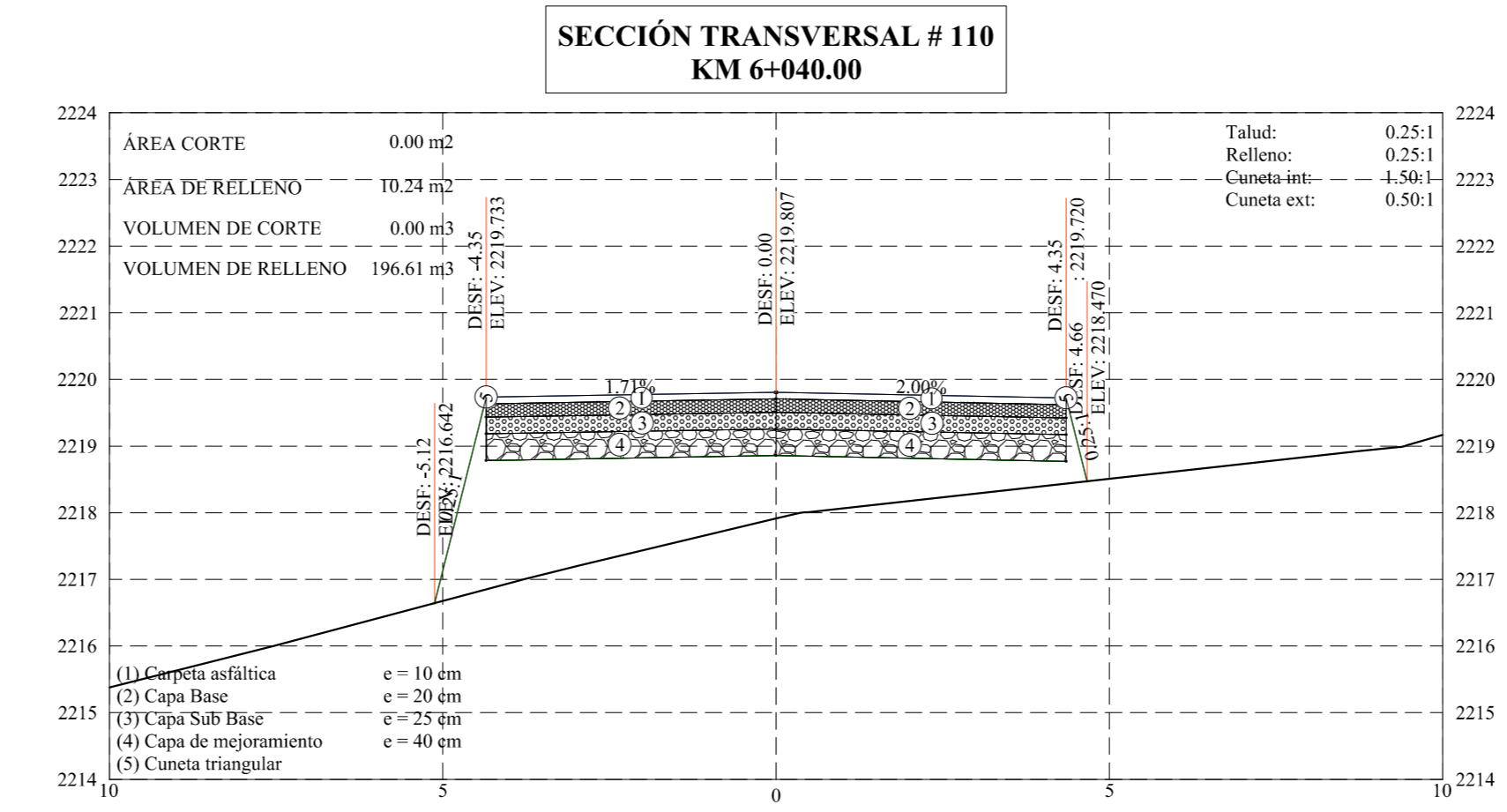
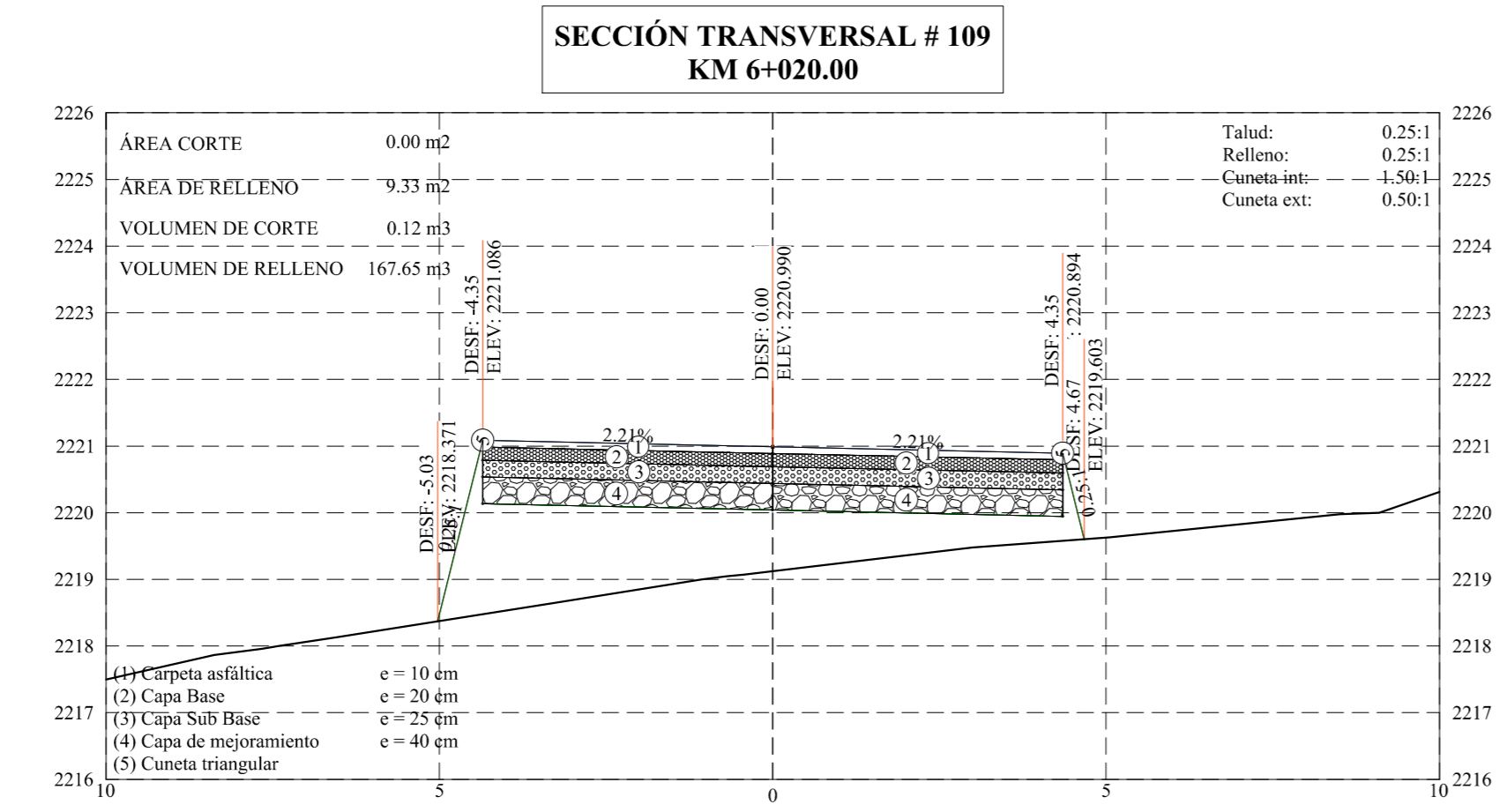
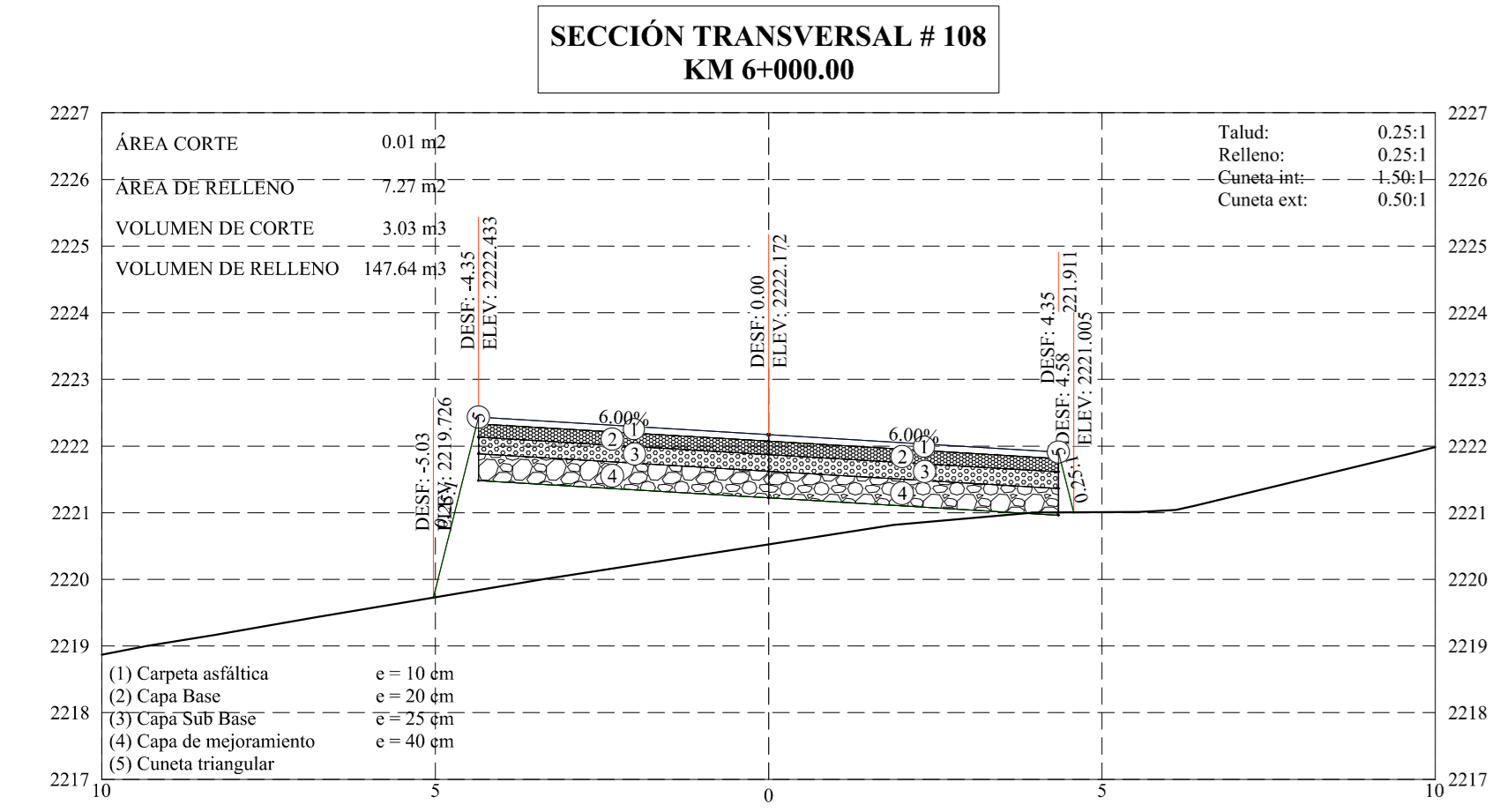
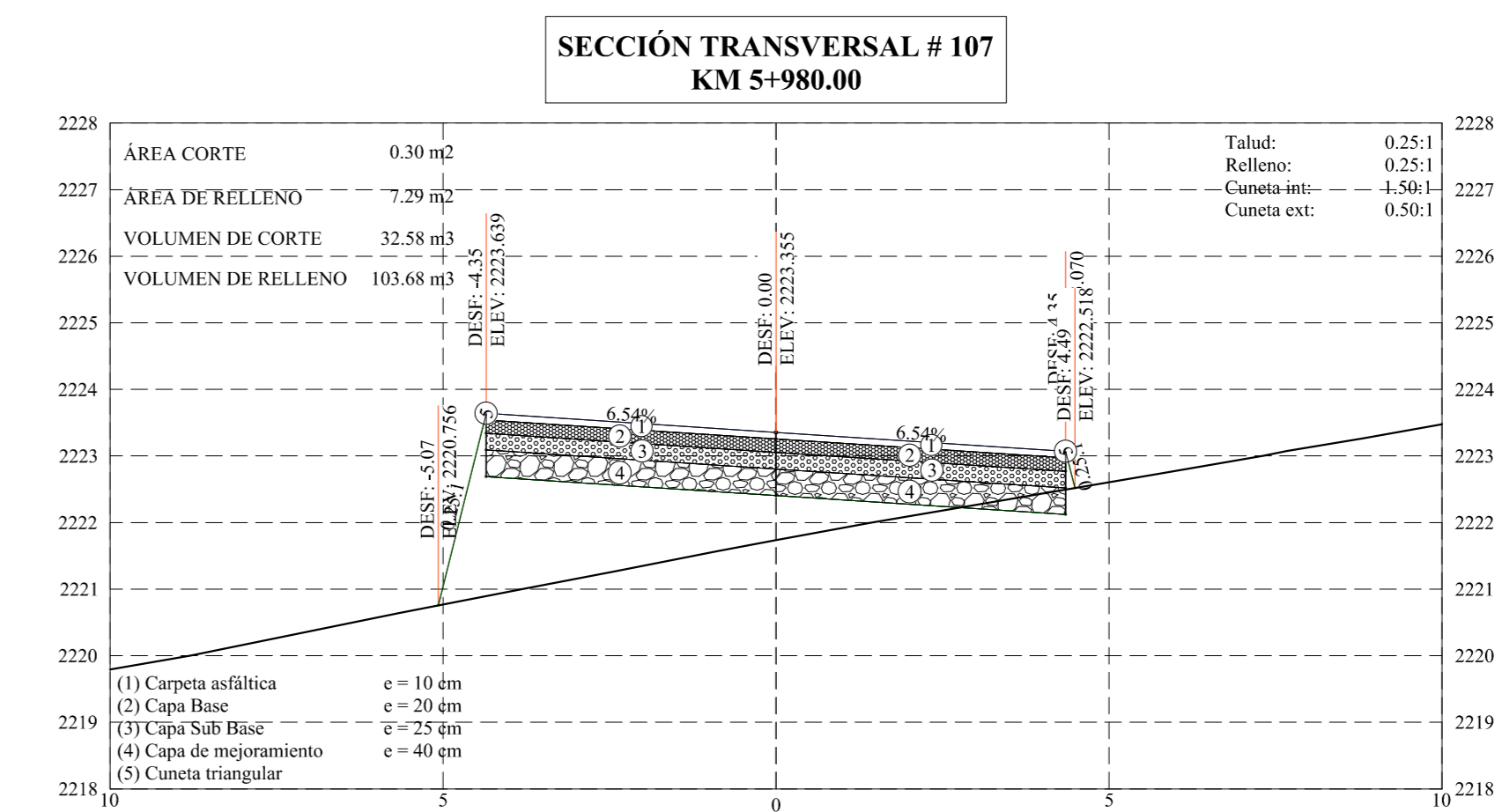
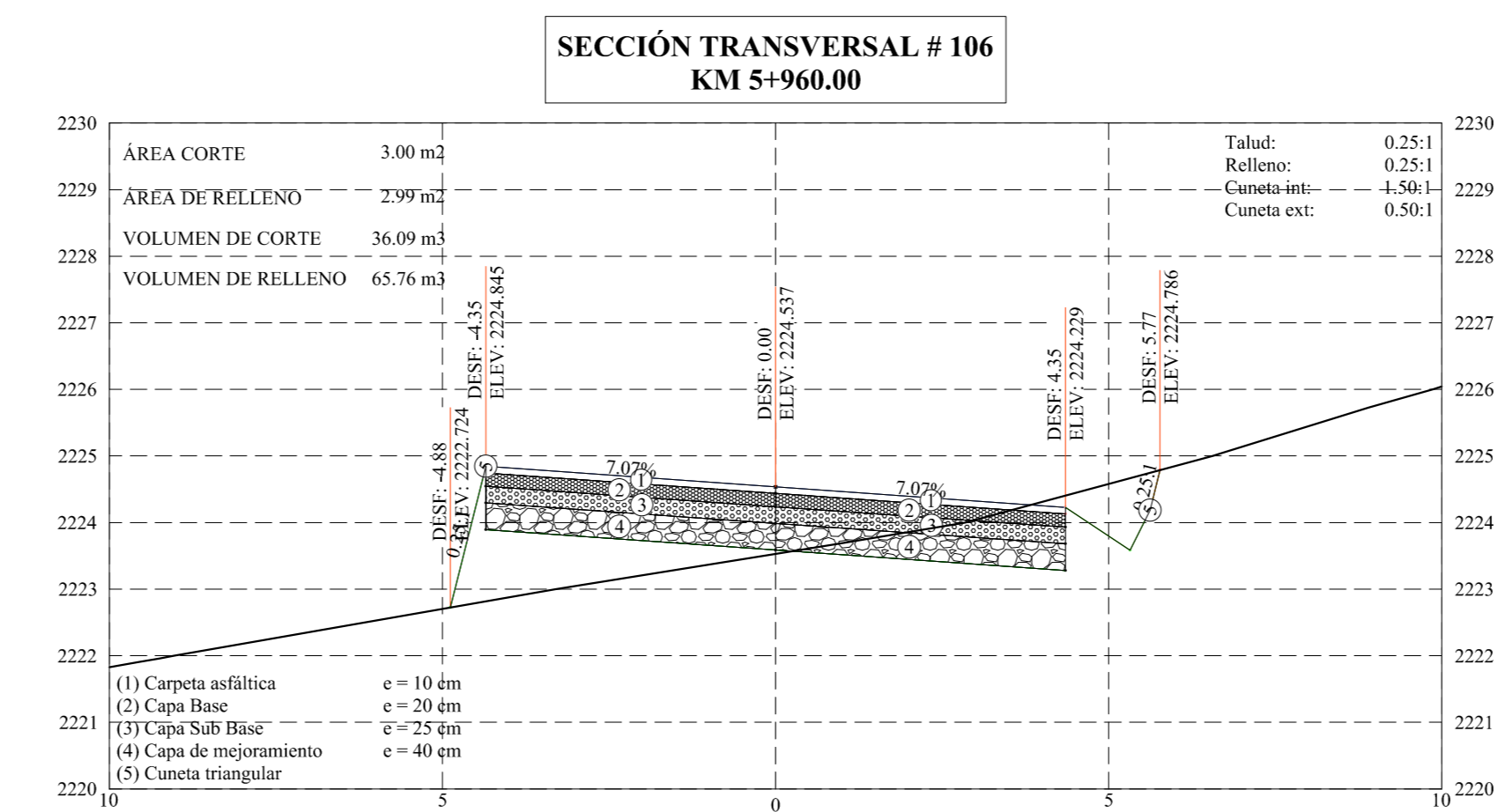
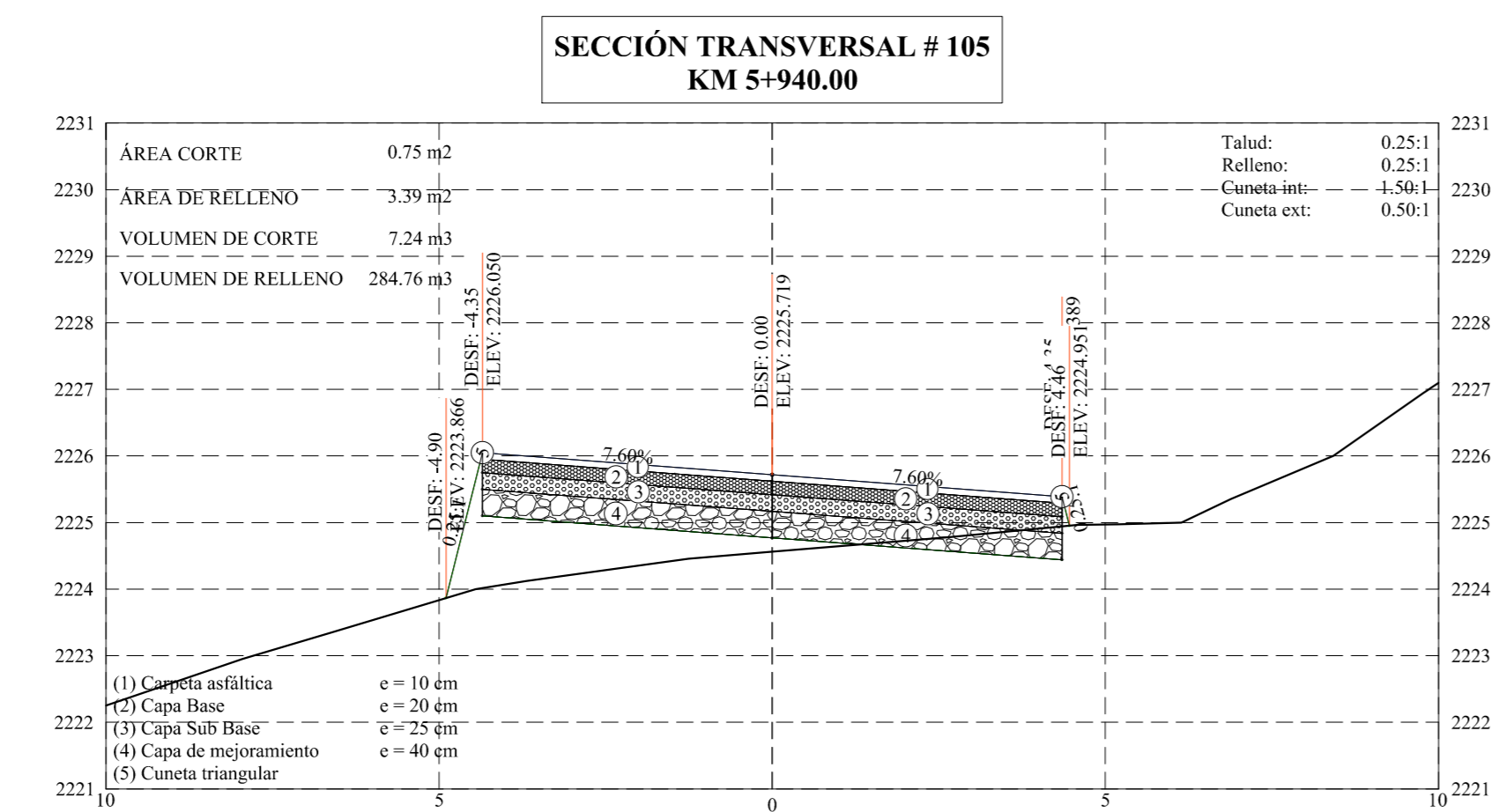
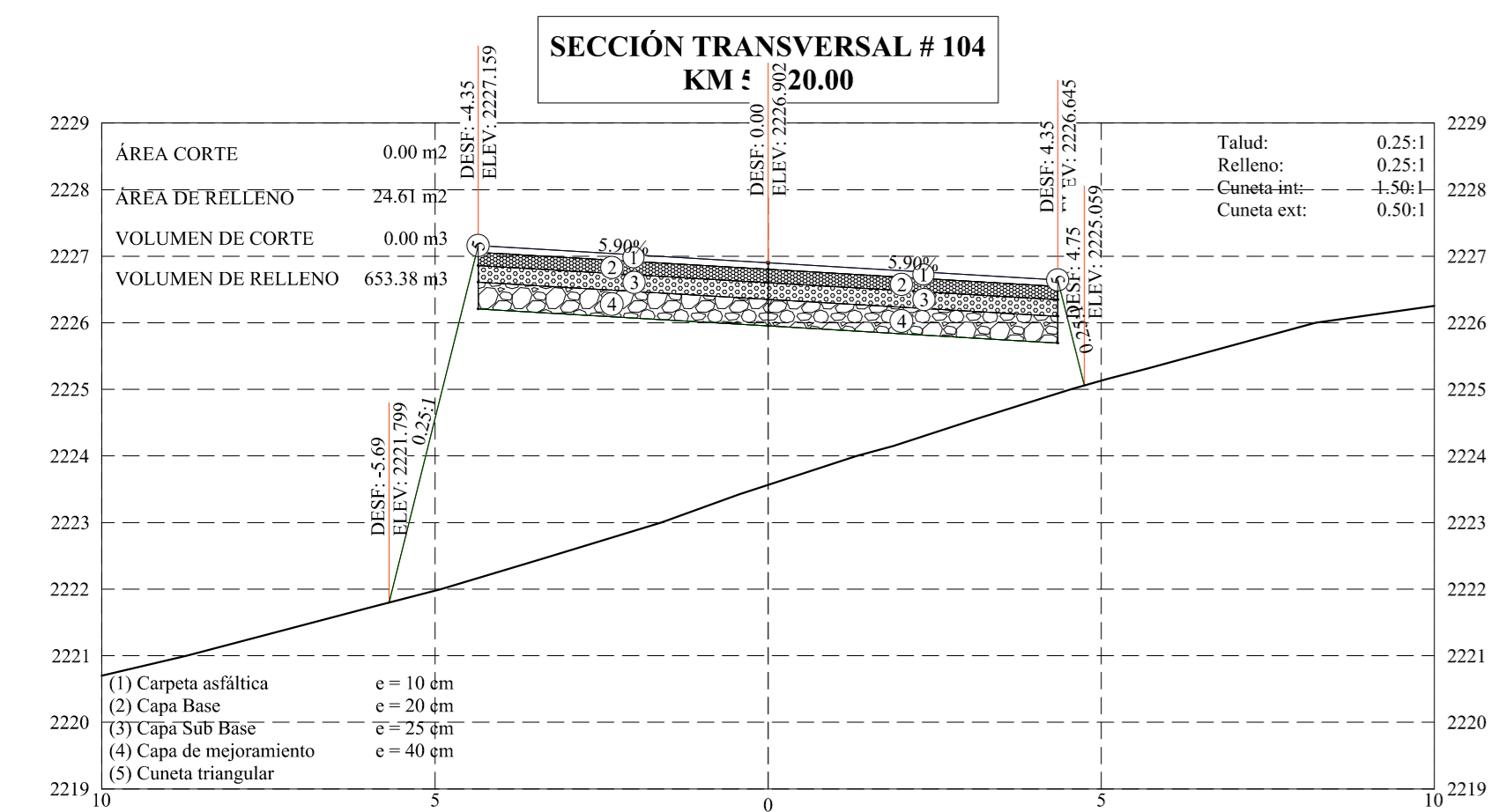


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PAMPLONATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4 + 000 HASTA 7 + 900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGOLA DE LA PROVINCIA DE COTACACHI"
 UBICACIÓN: "CANTÓN PANGOLA" FECHA DE ENTREGA: OCTUBRE DEL 2020

ELABORADO POR: EDU. MIGUEL GUERRERO	REVISADO POR: ING. MIGUEL GUERRERO	CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES A CADA 20 M
ESTUDIANTE:	DOCENTE TUTOR:	

KILOMETRO POR PLANO: 1:100 ESCALA: 1:100 LAMINA N°: 10/15



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

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PAMPLONATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4 + 000 HASTA 7 + 900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTACACHI"

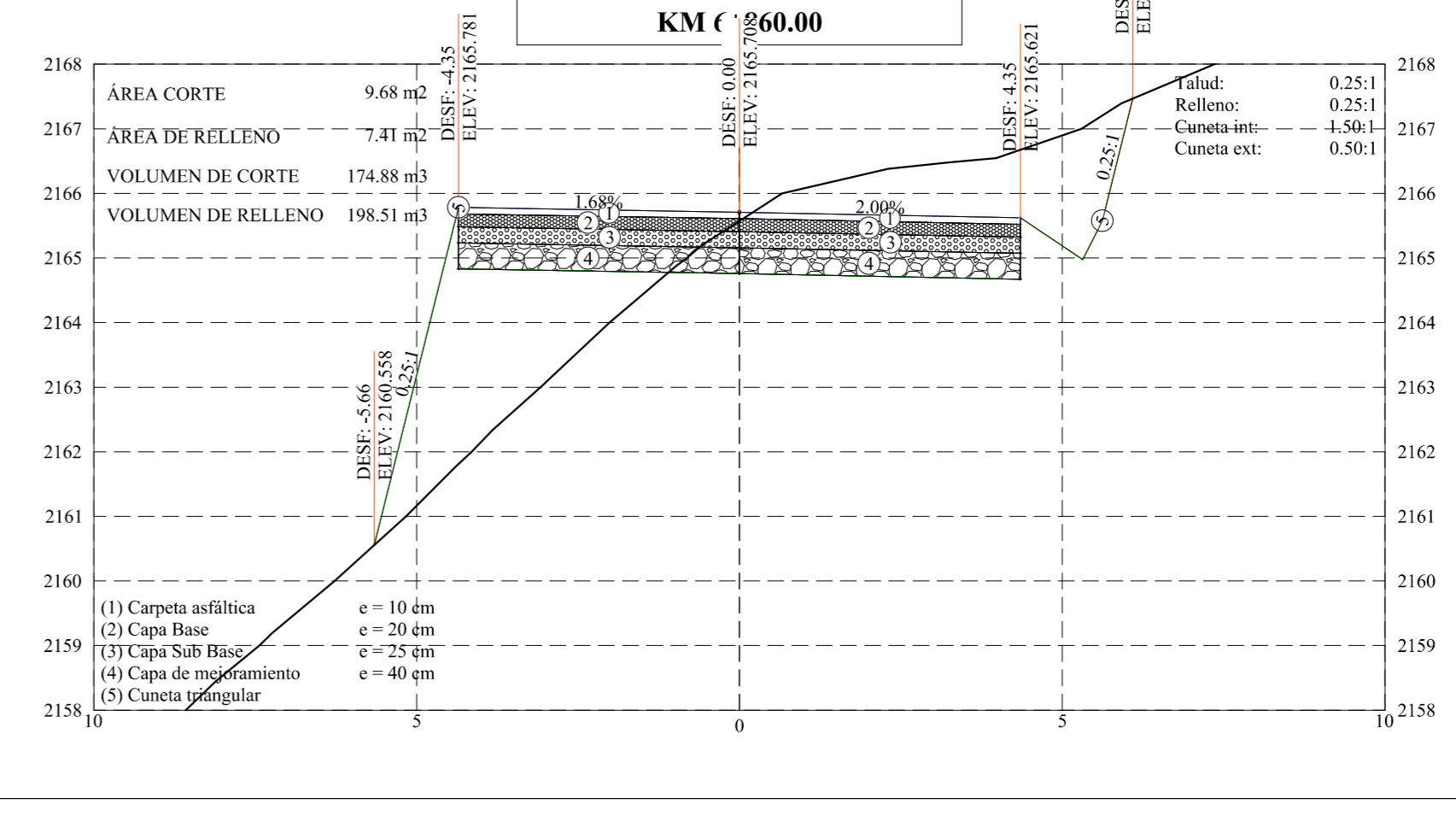
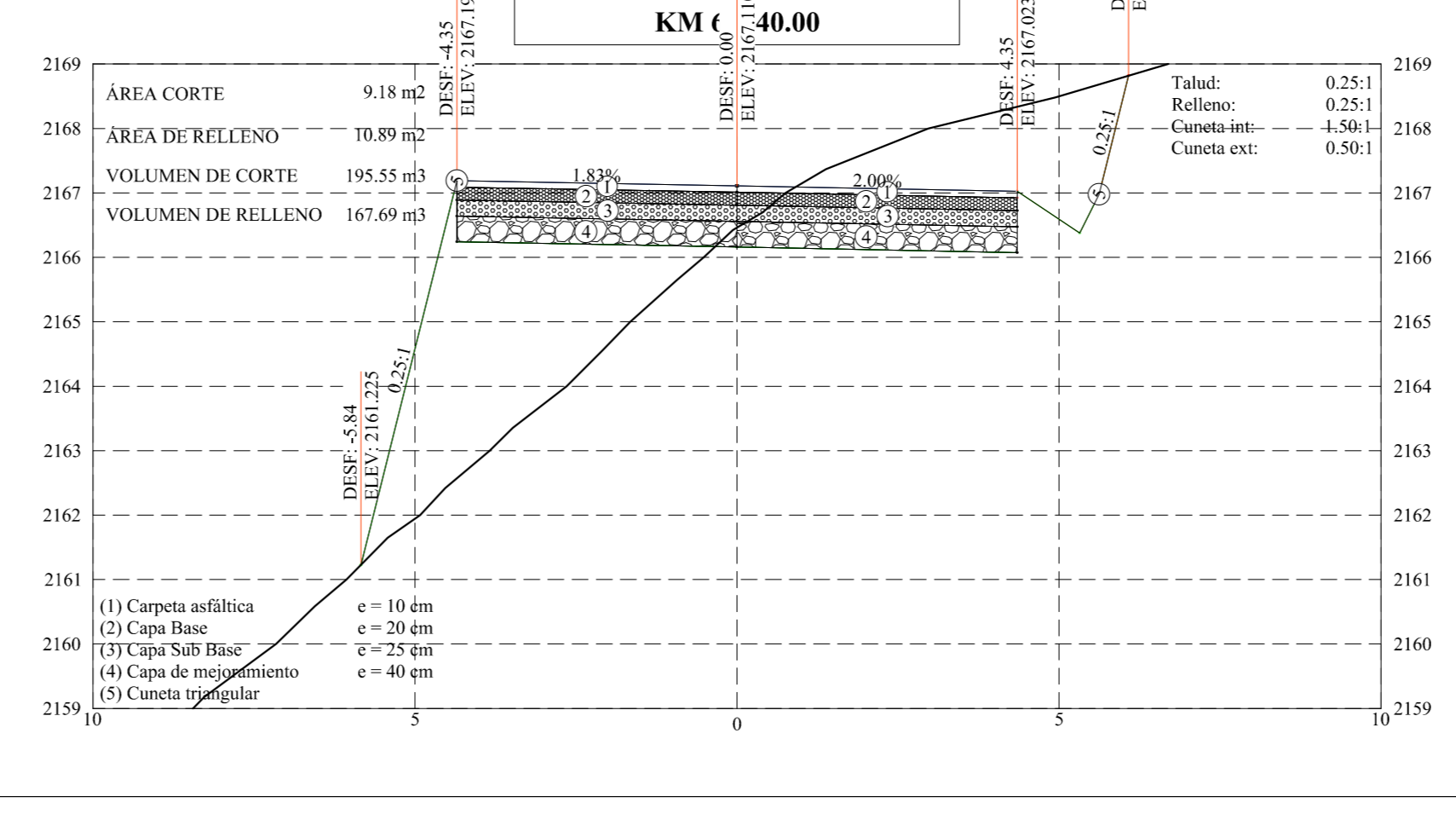
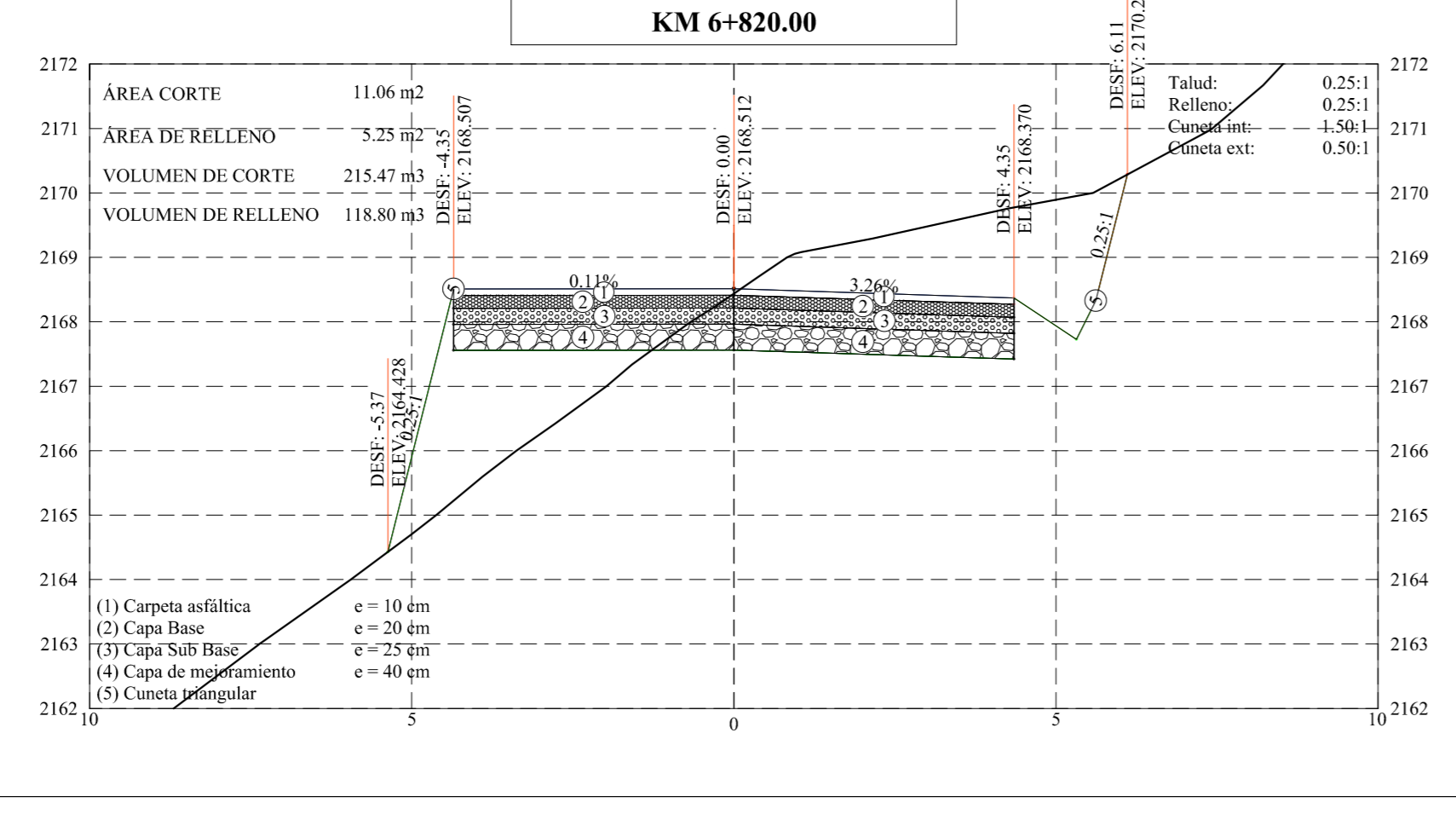
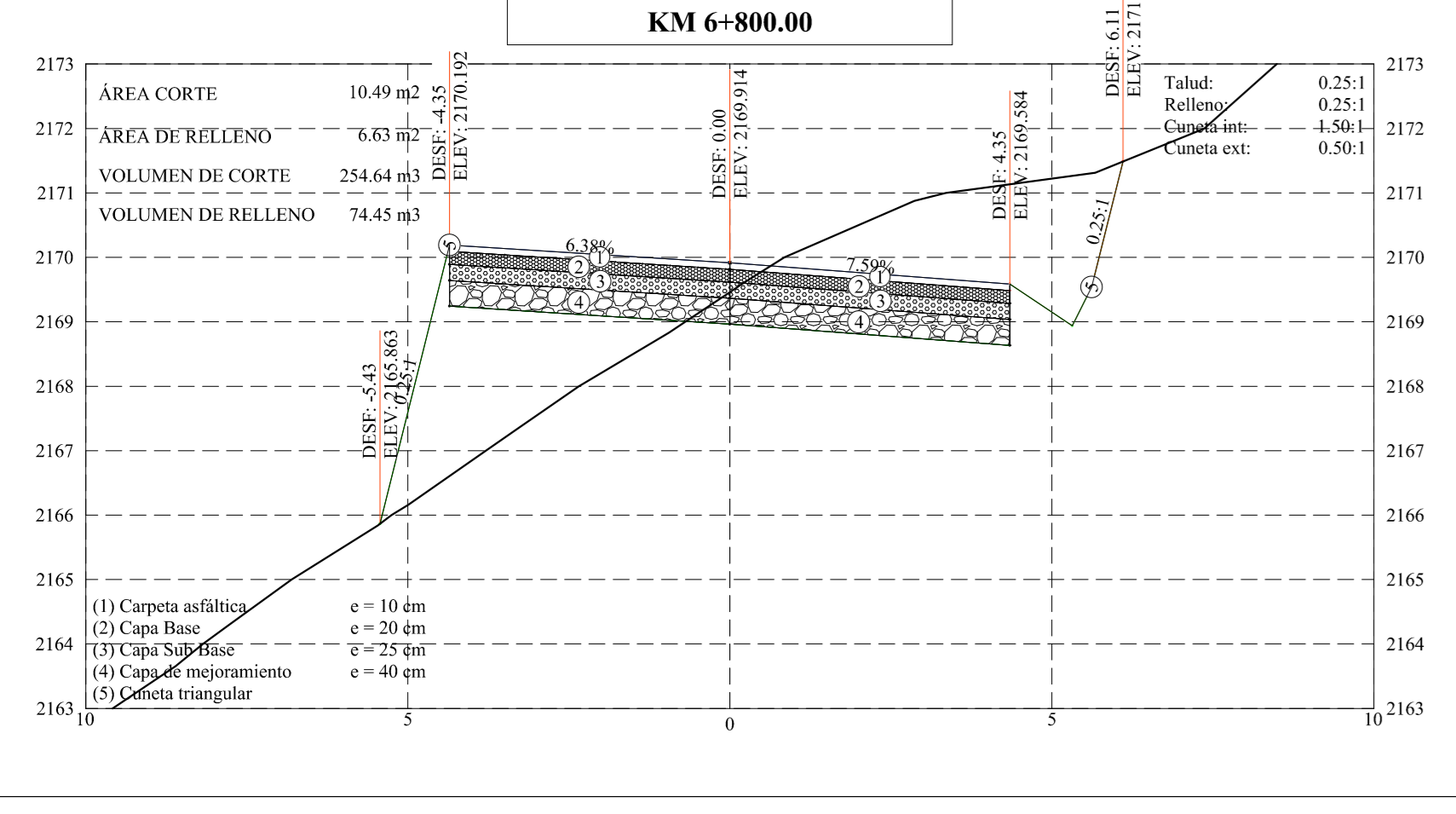
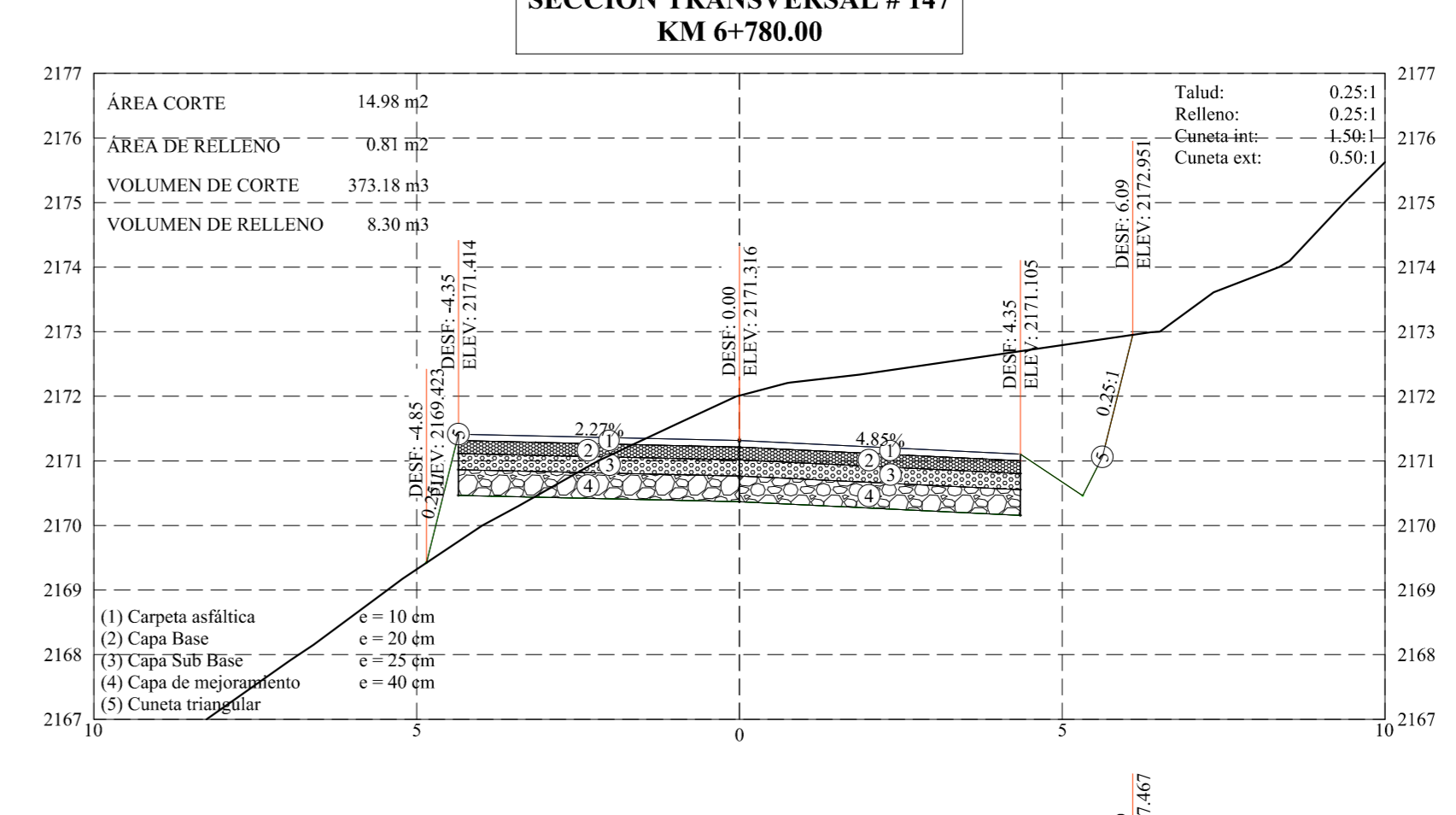
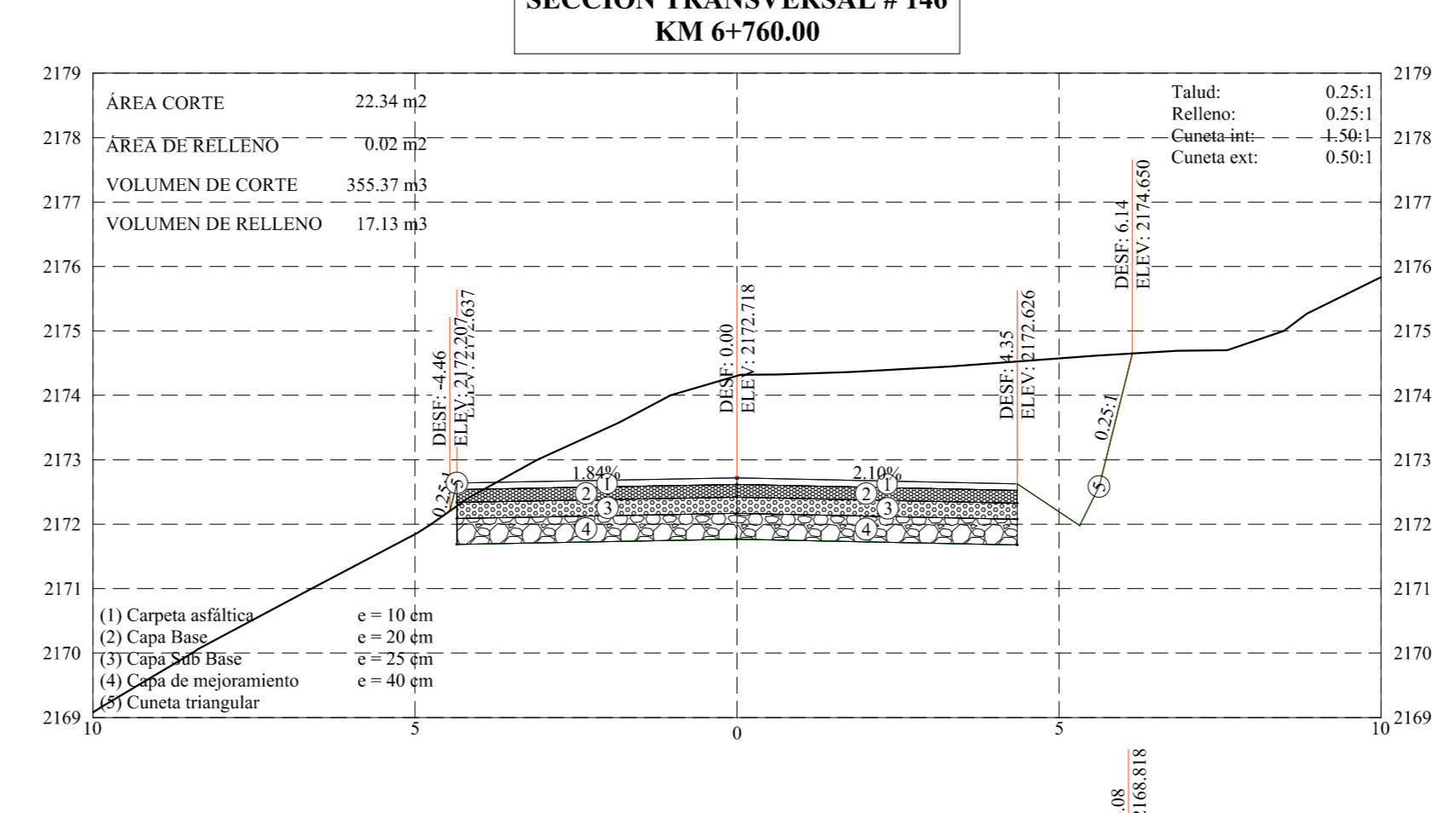
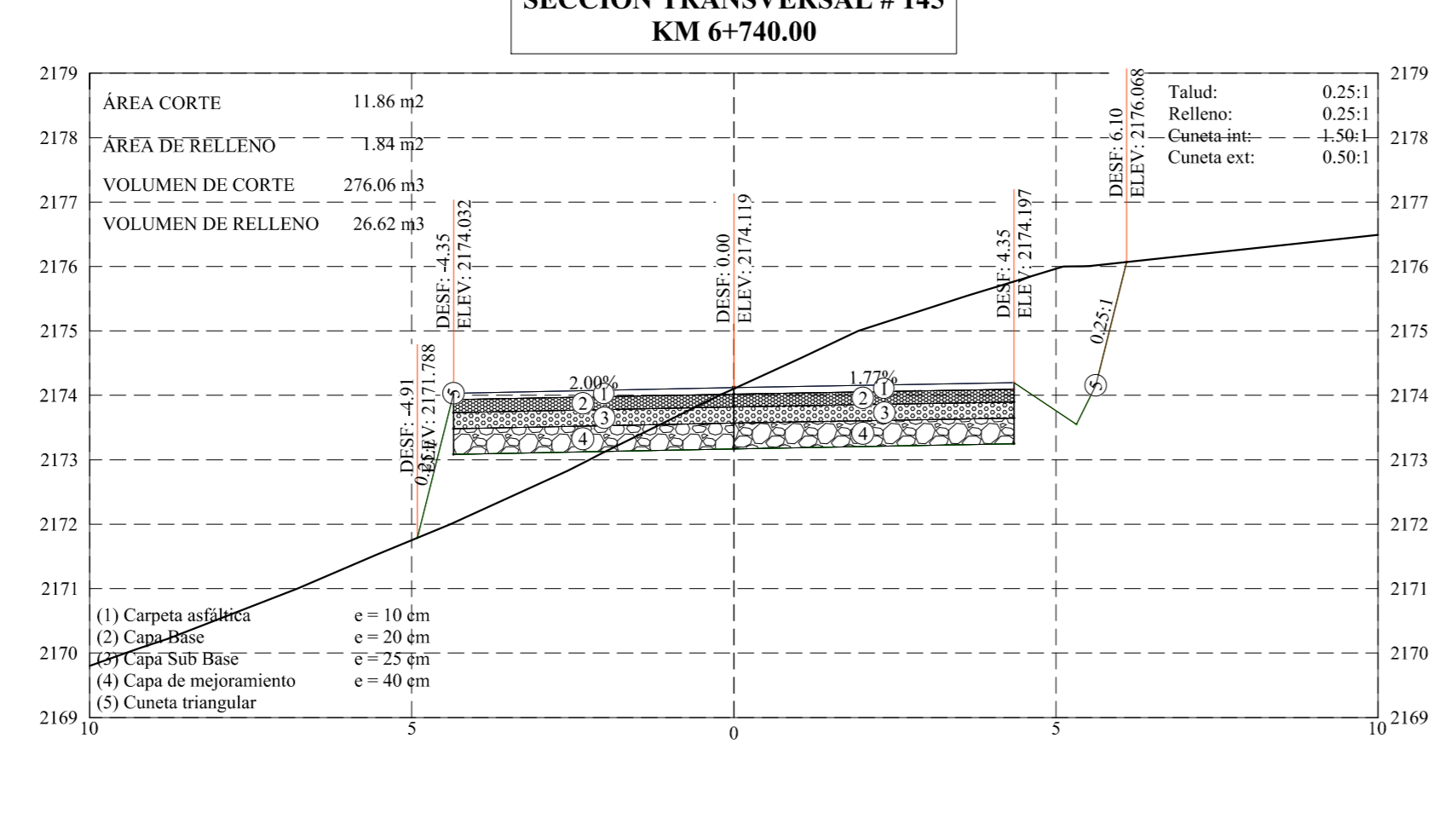
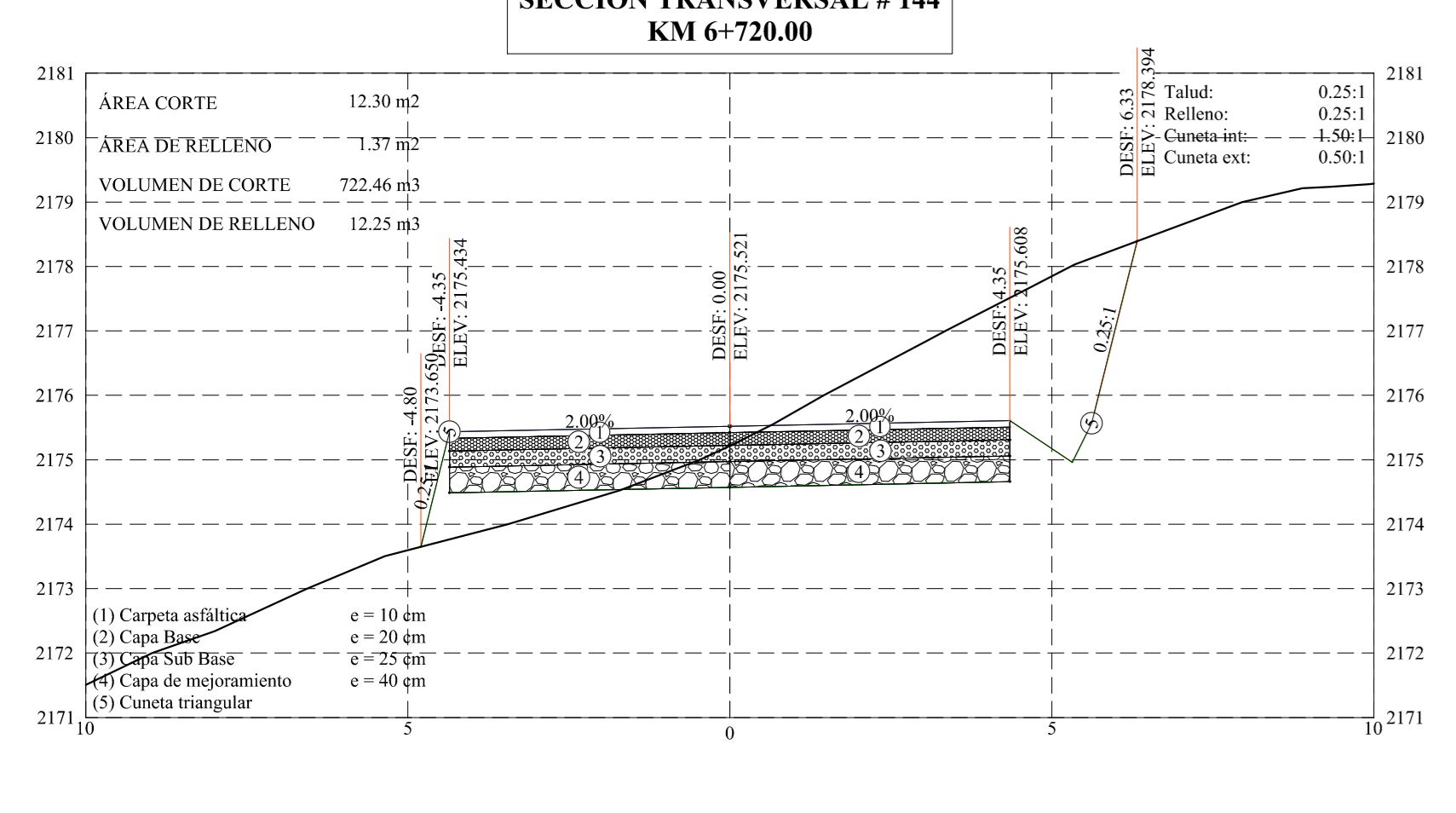
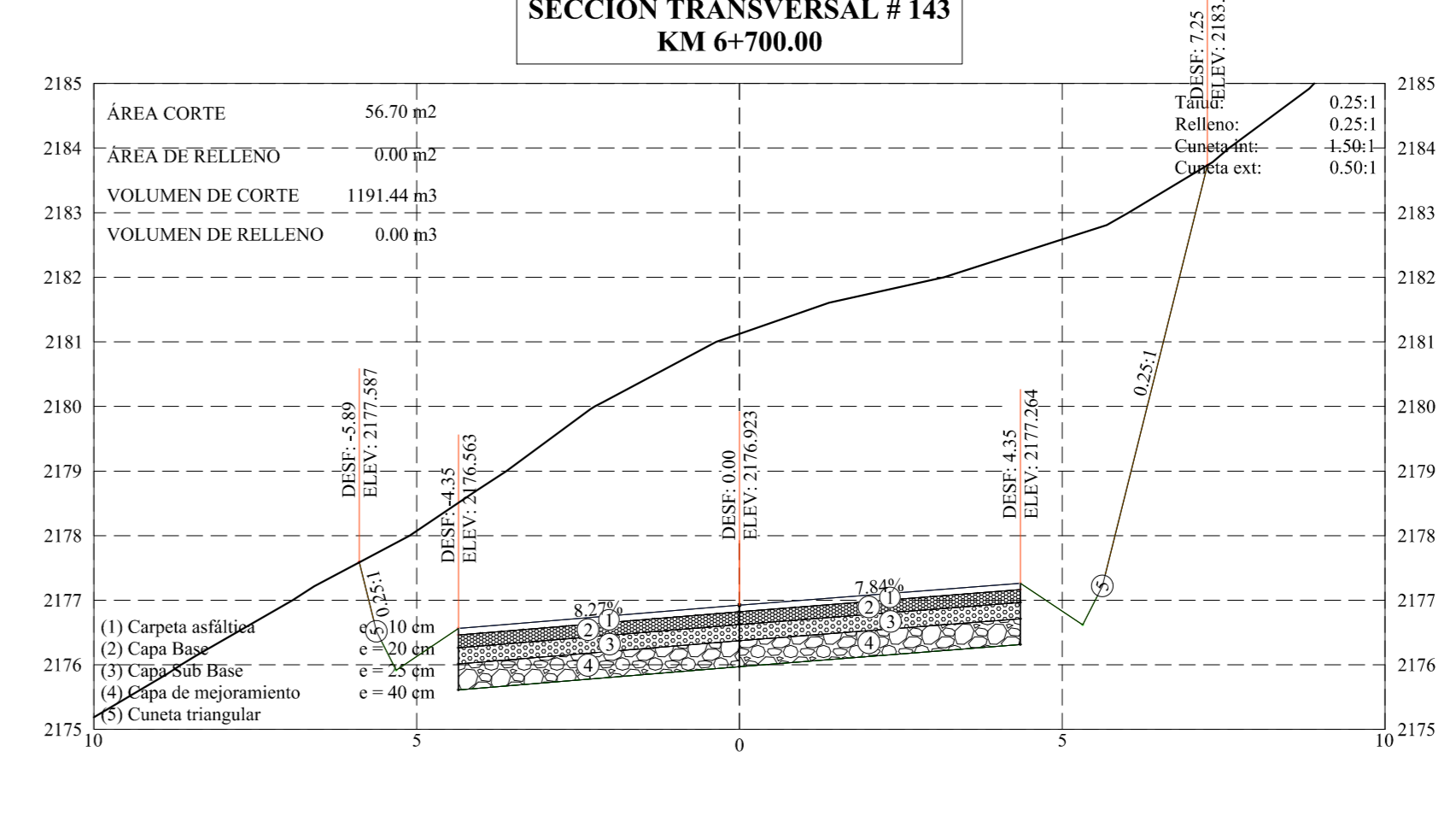
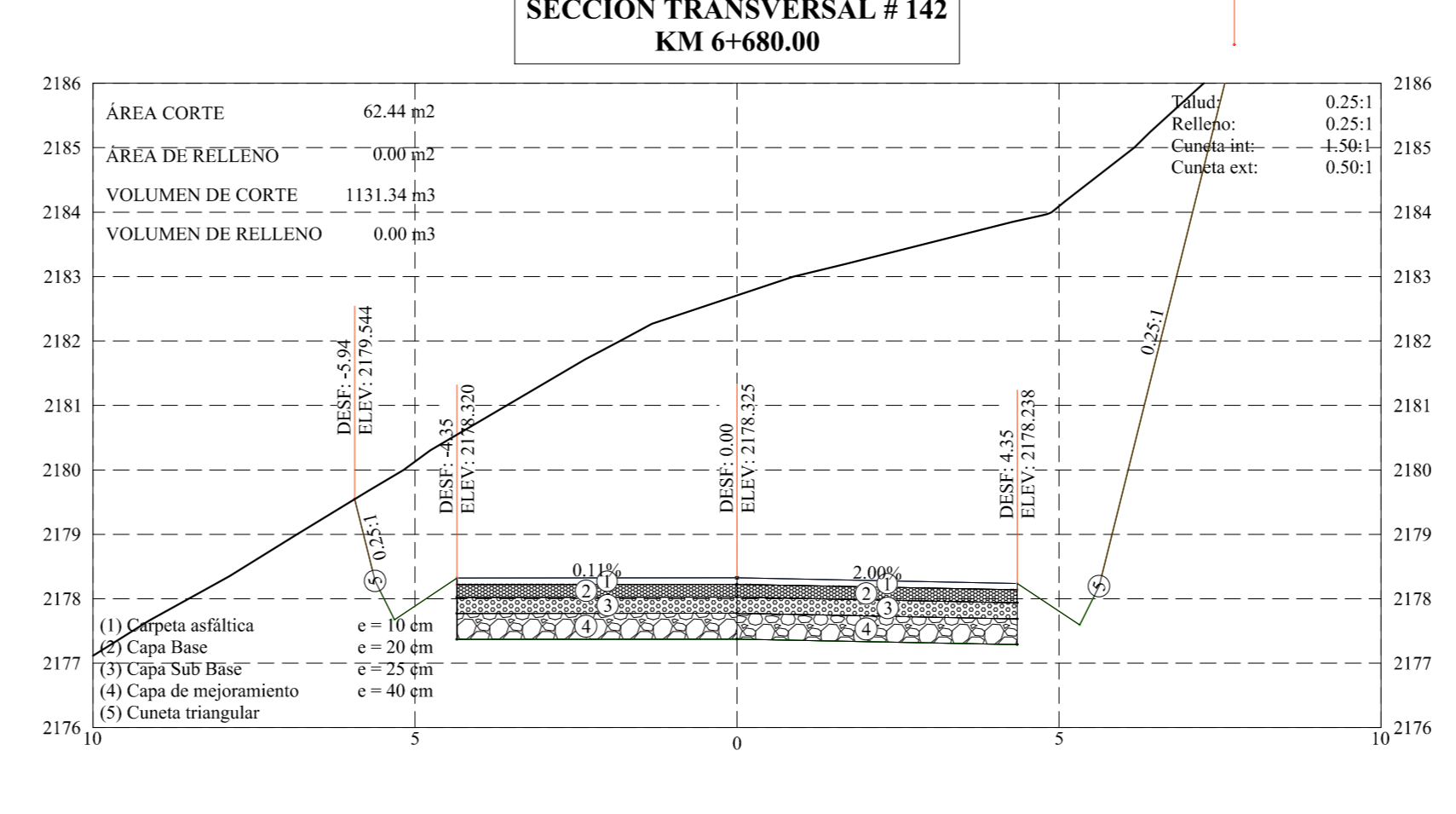
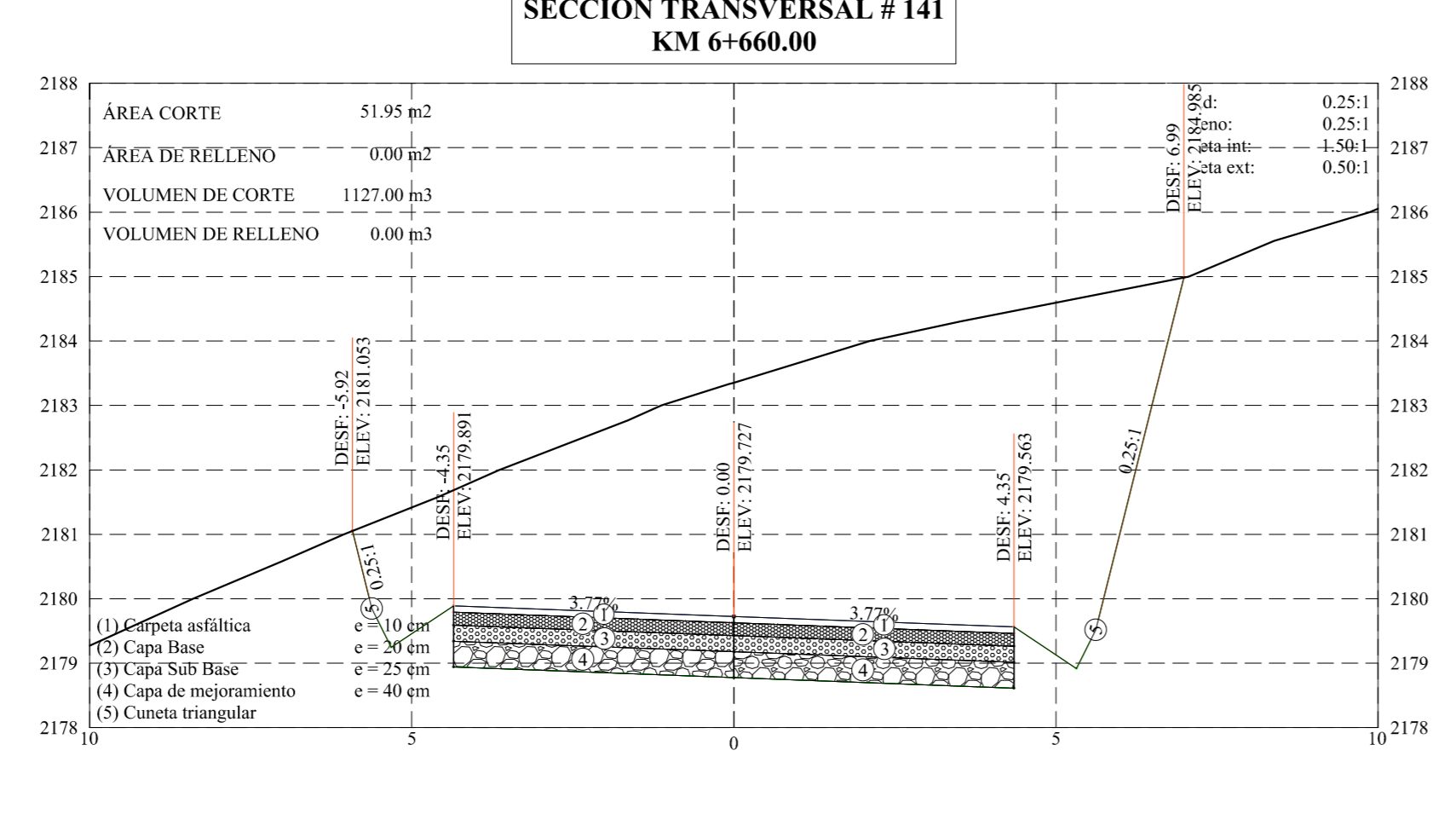
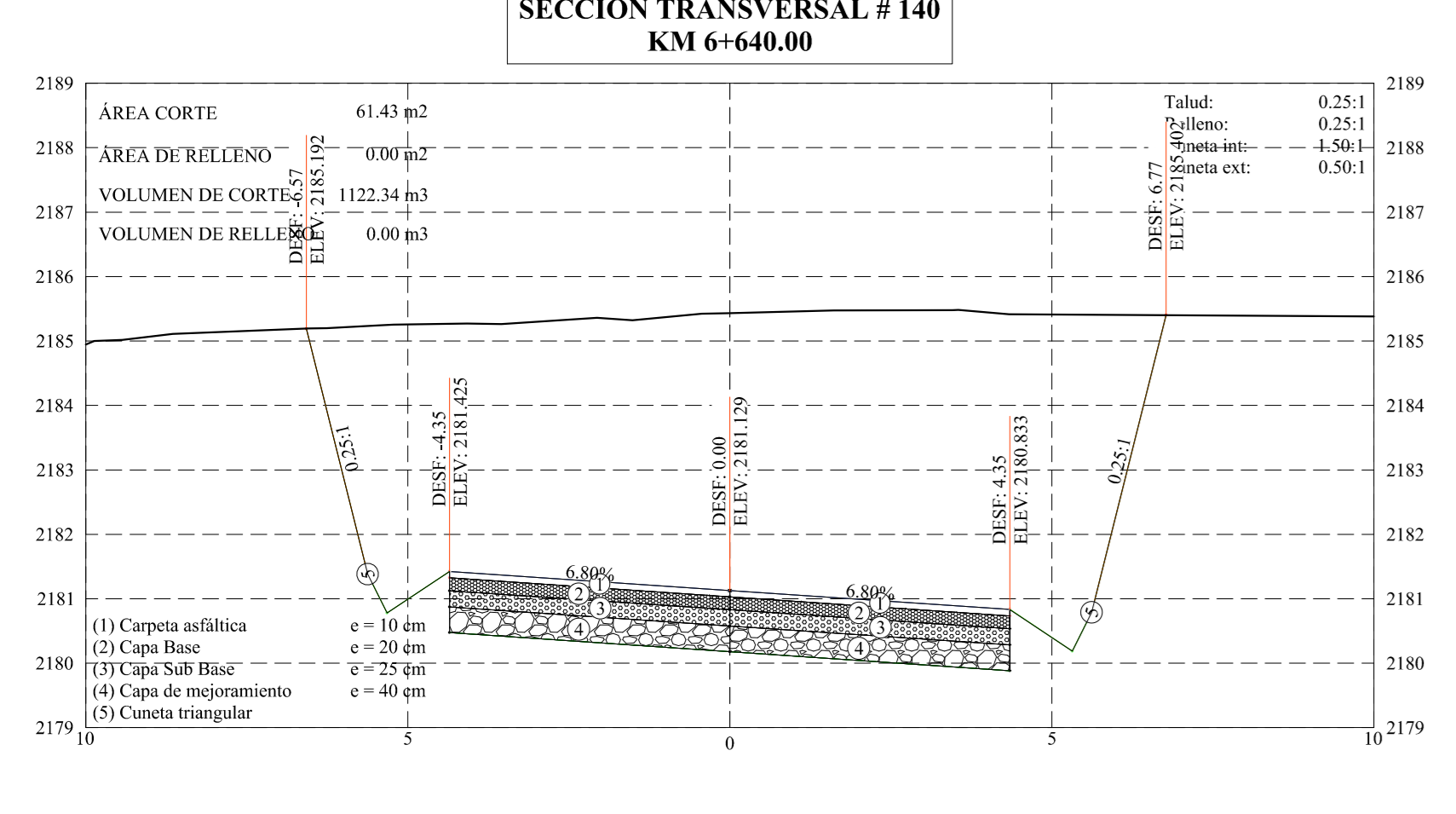
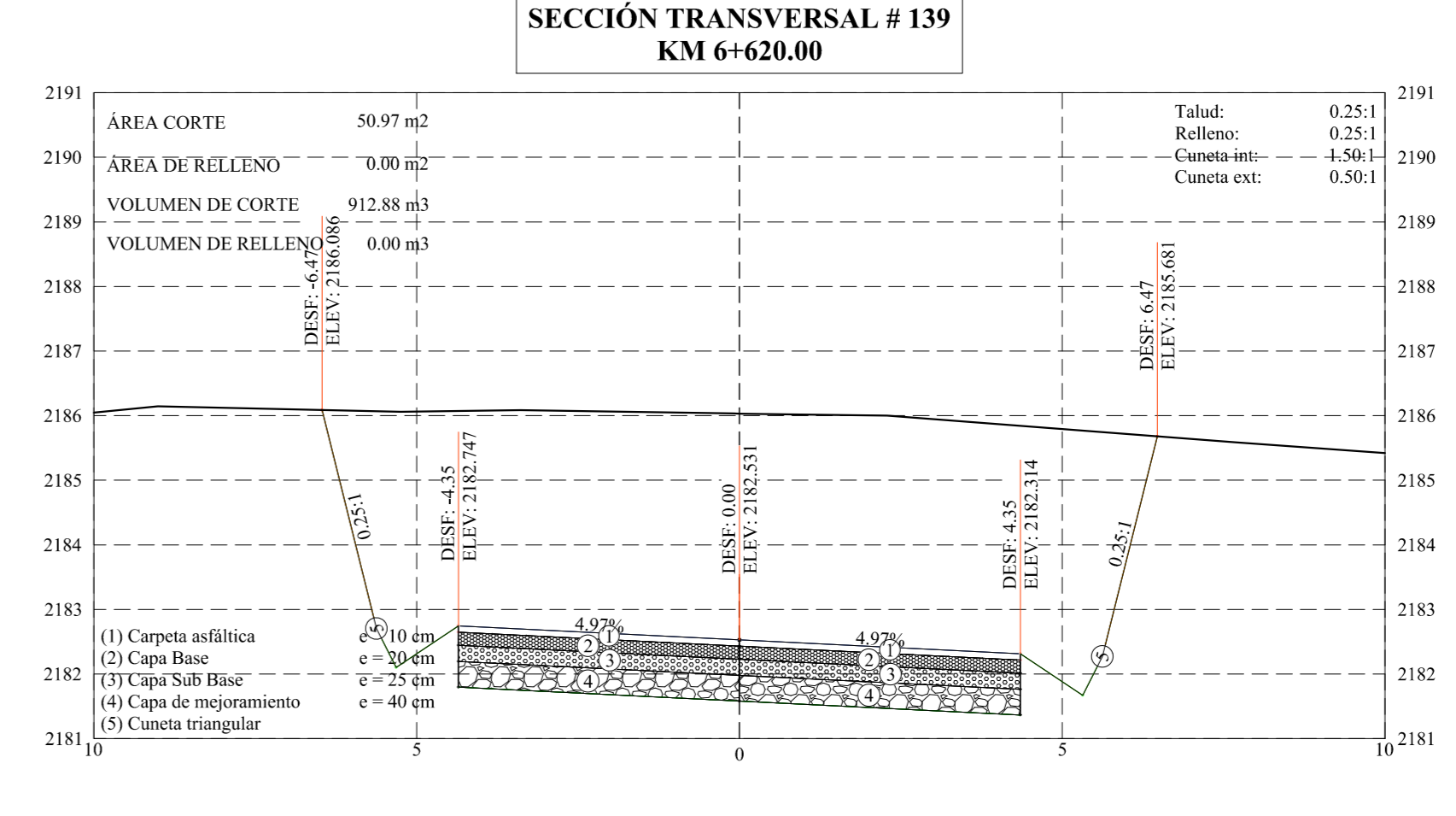
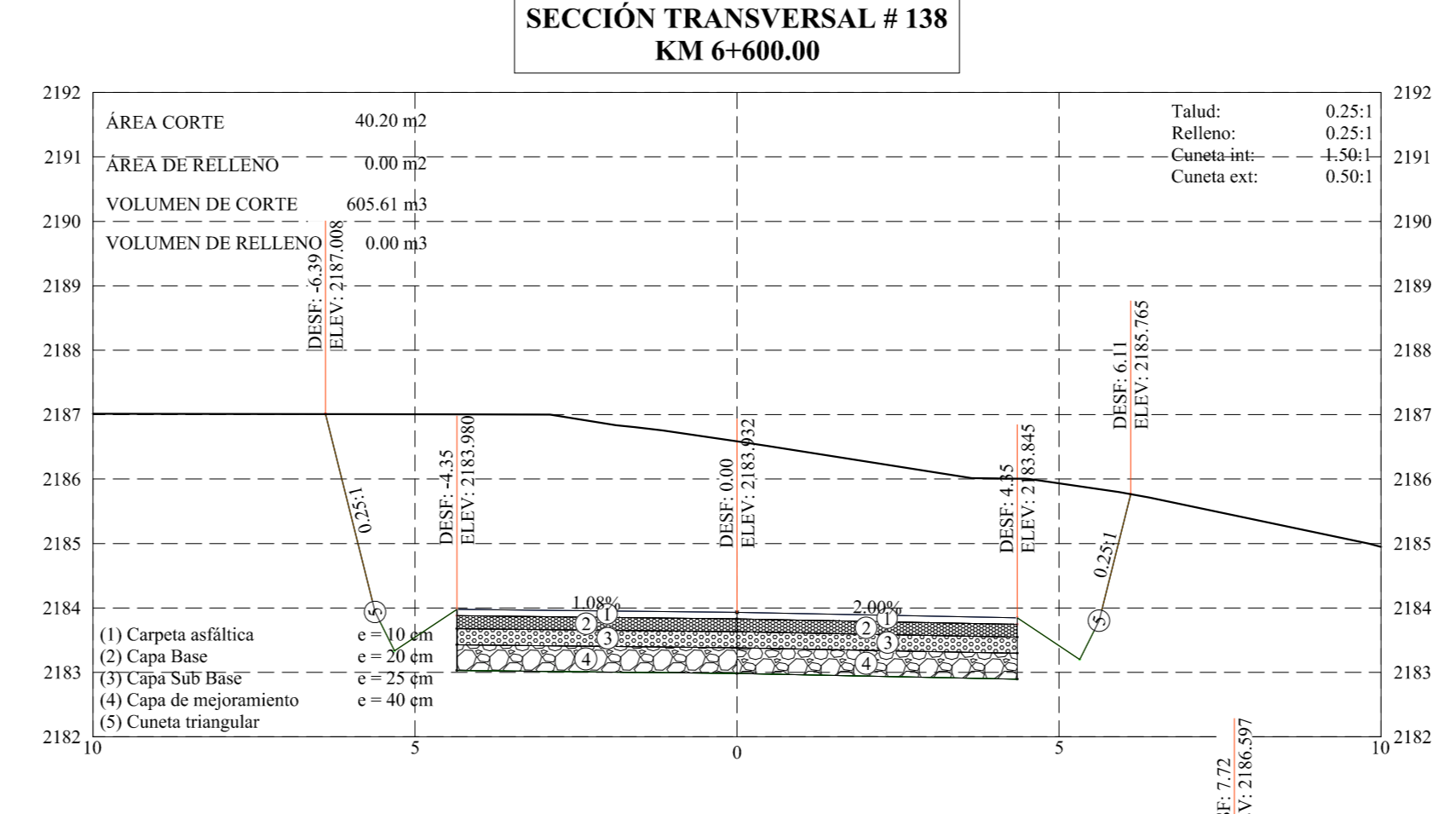
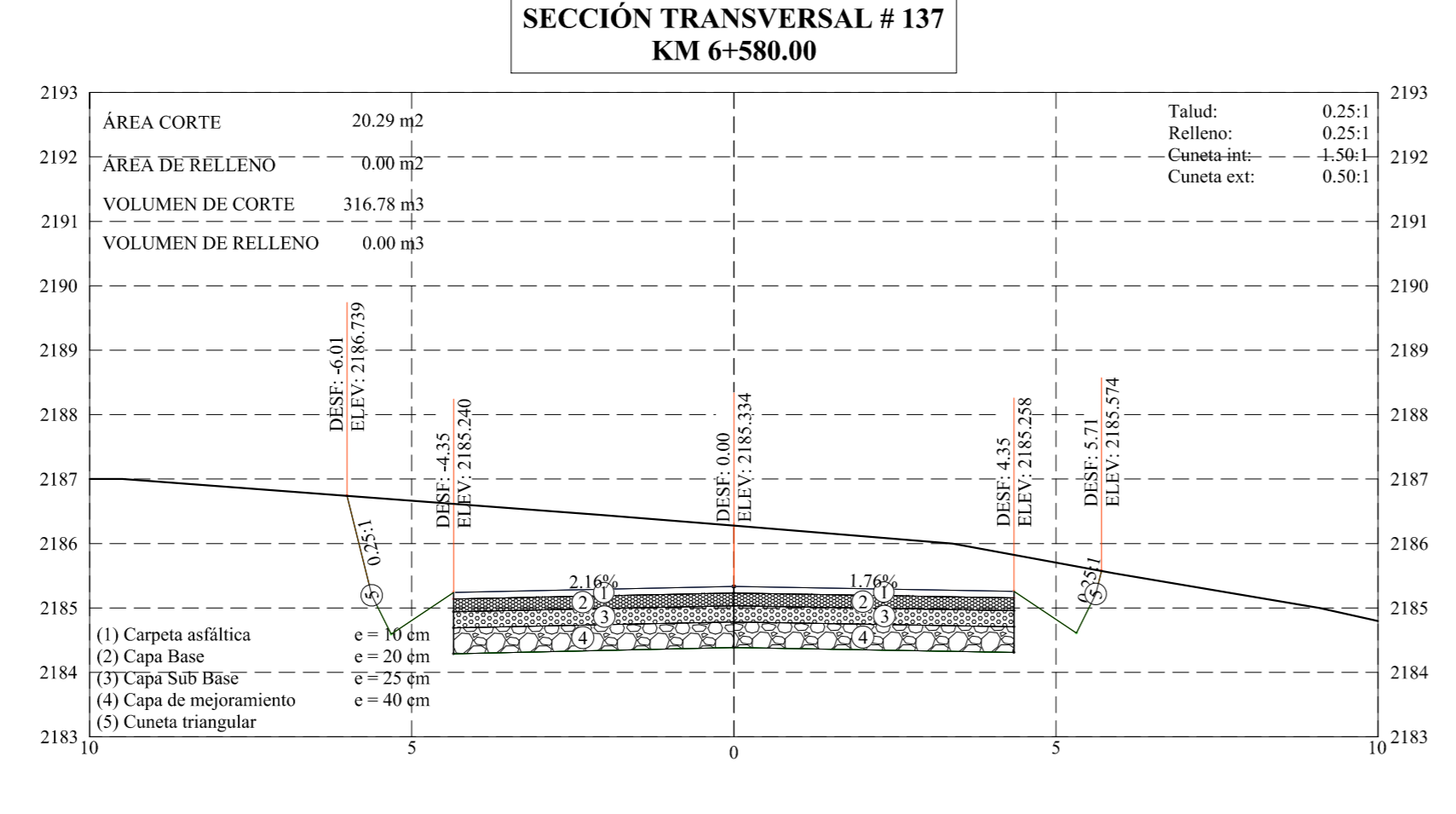
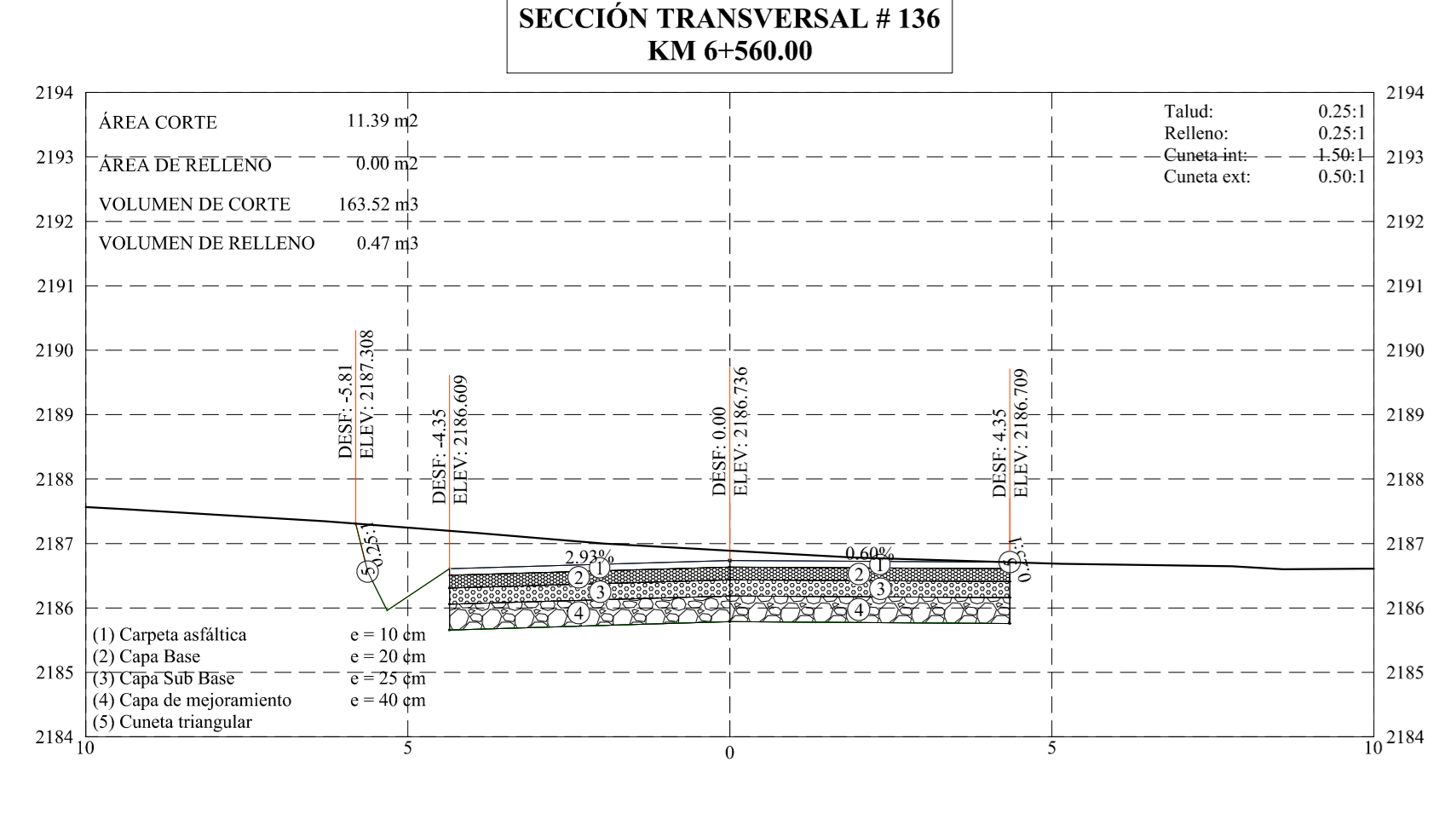
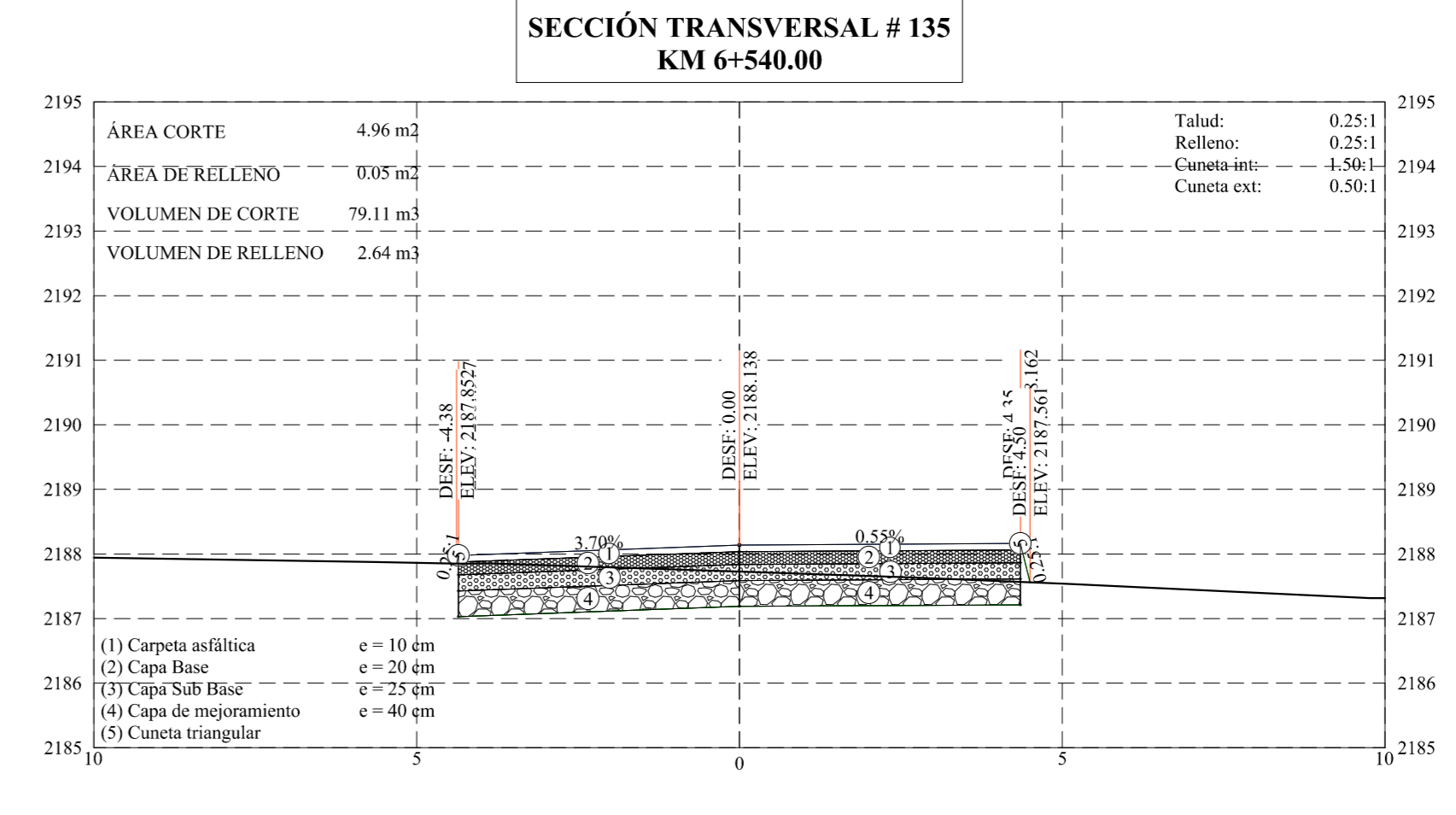
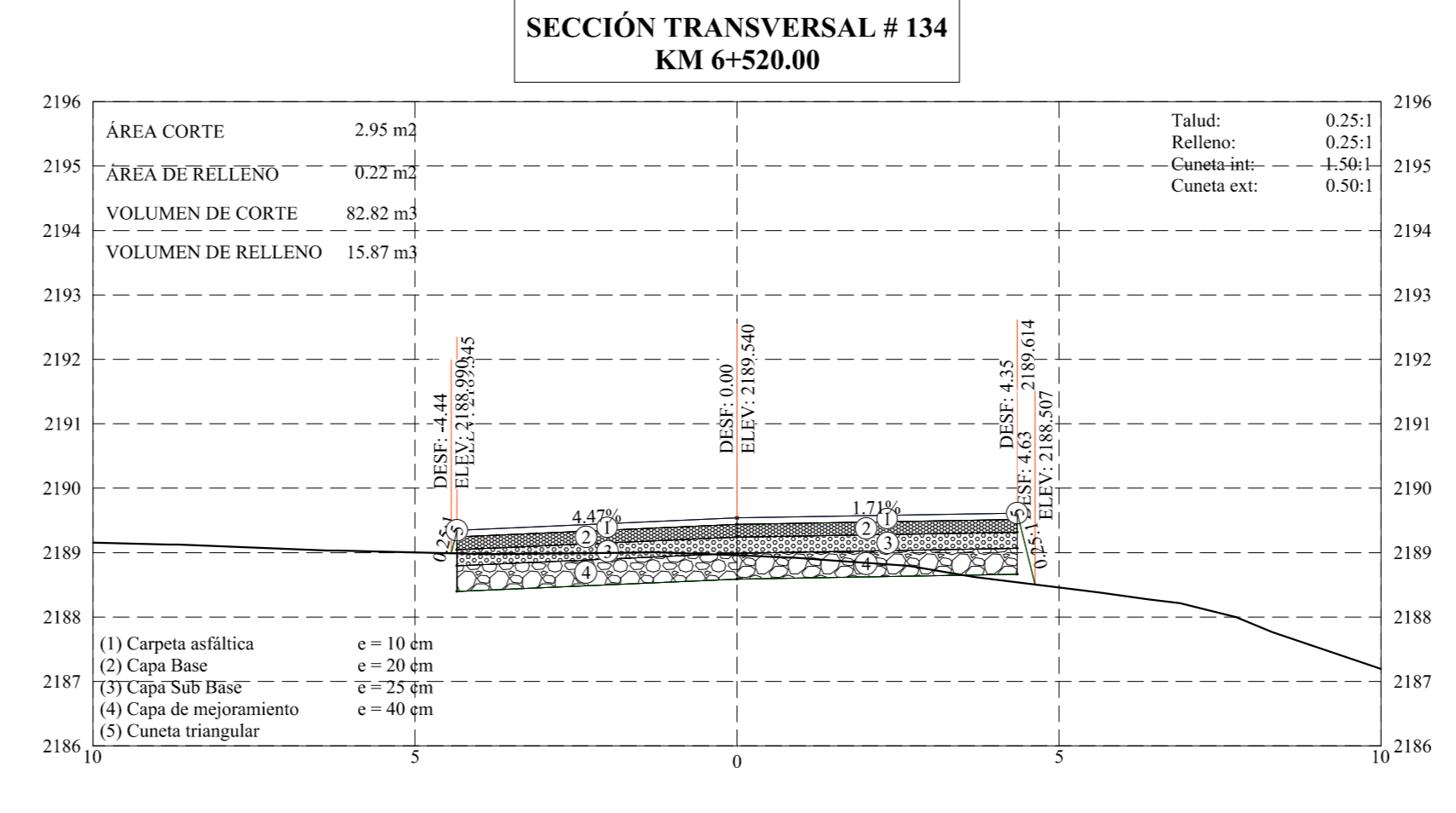
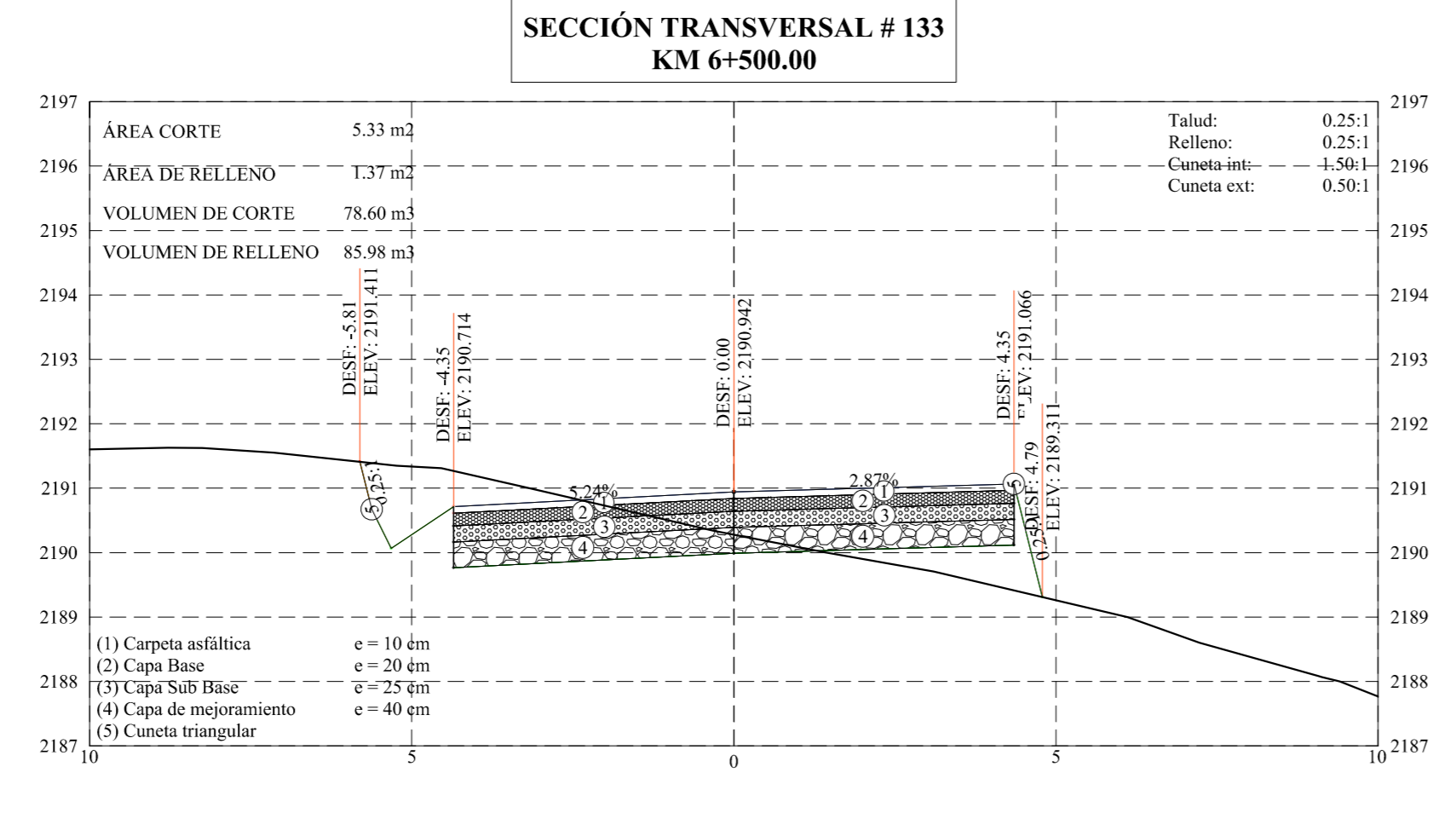
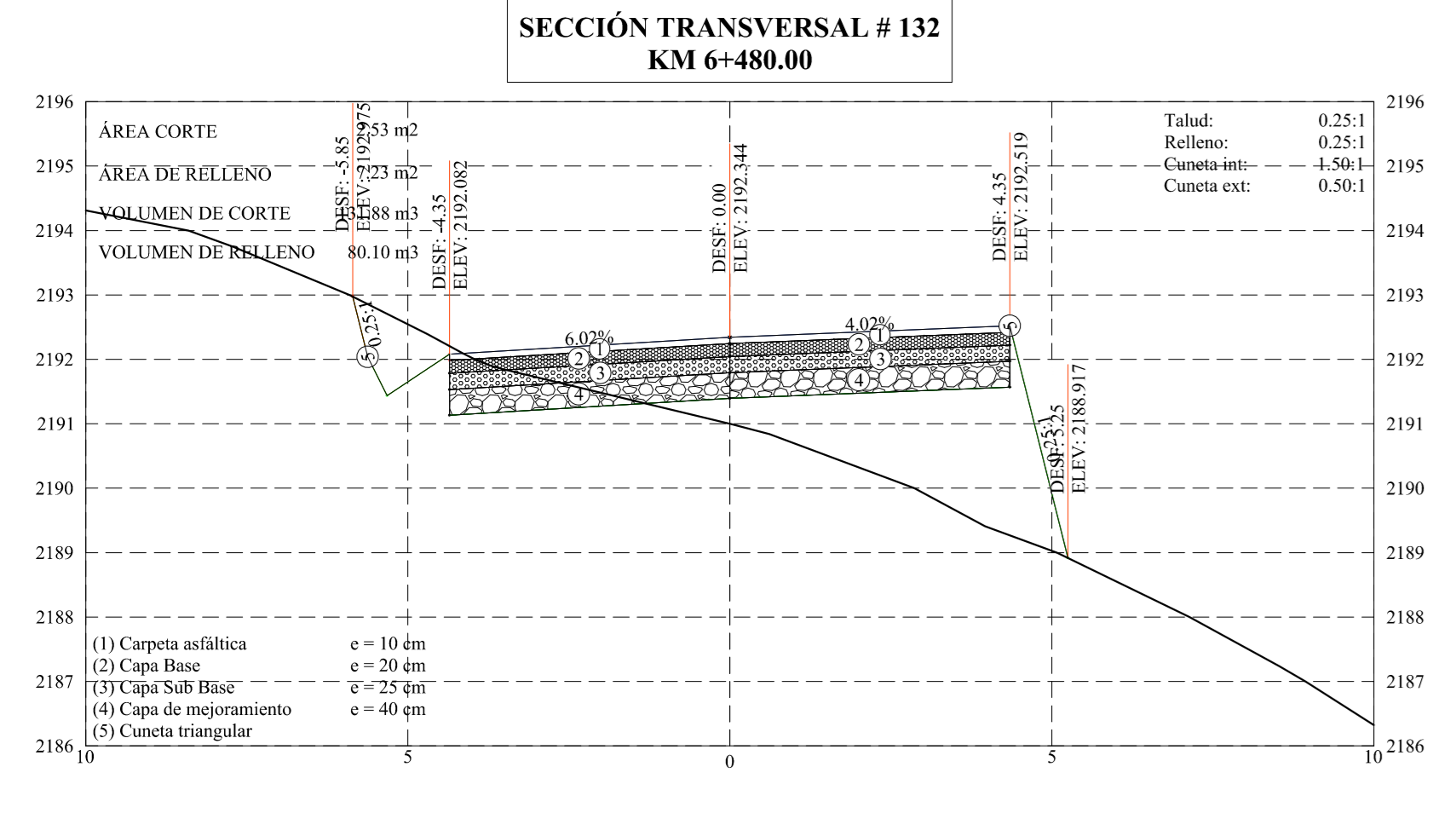
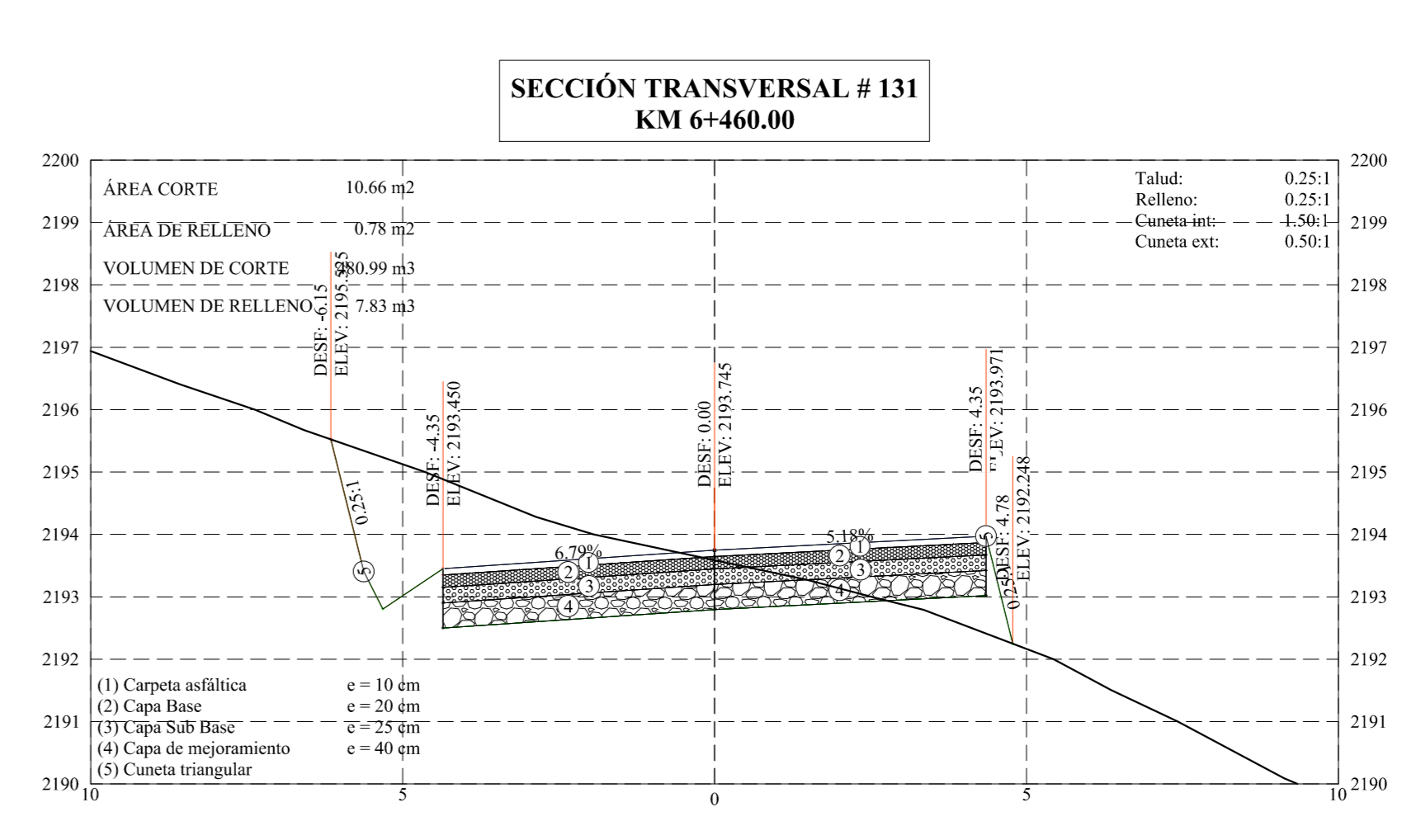
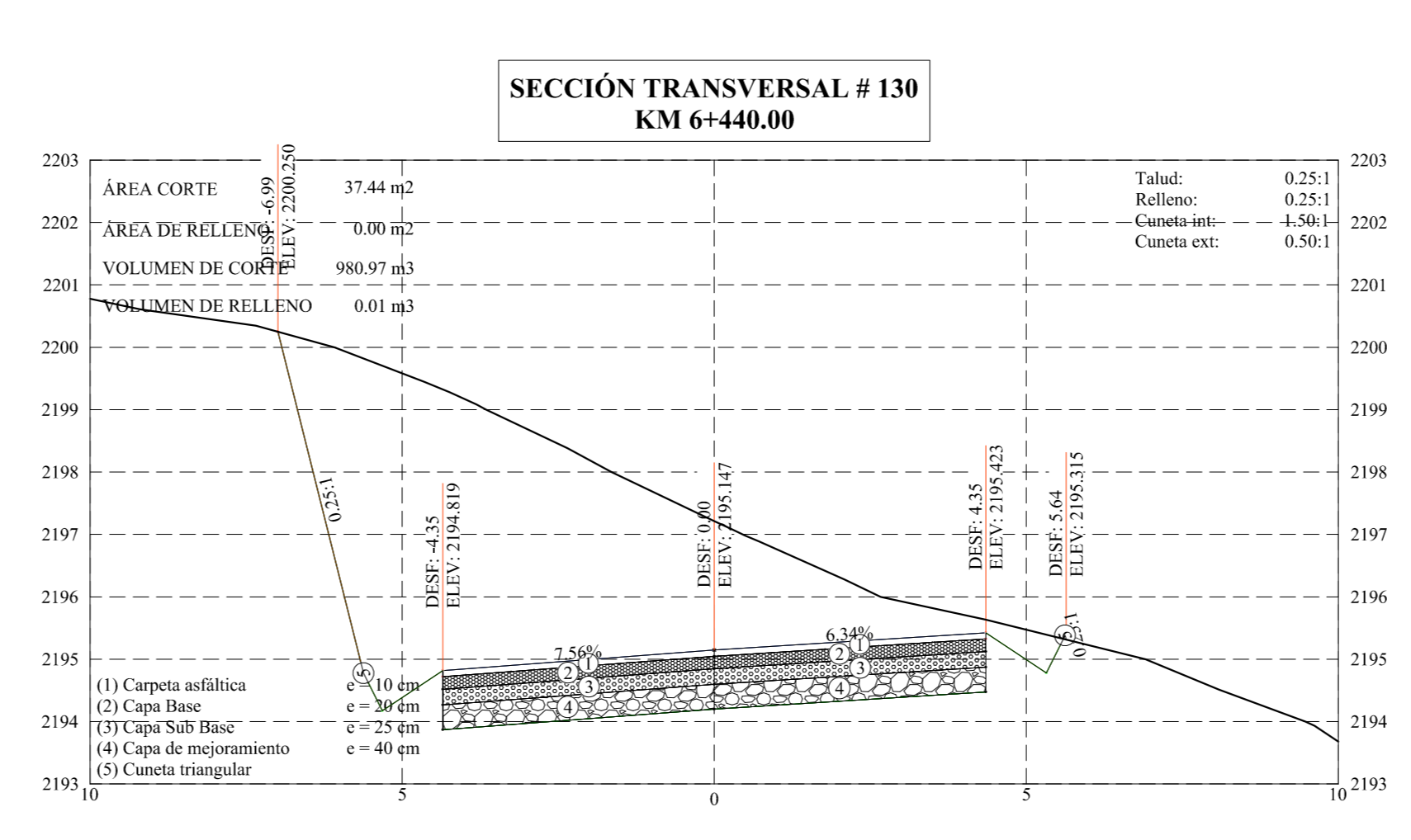
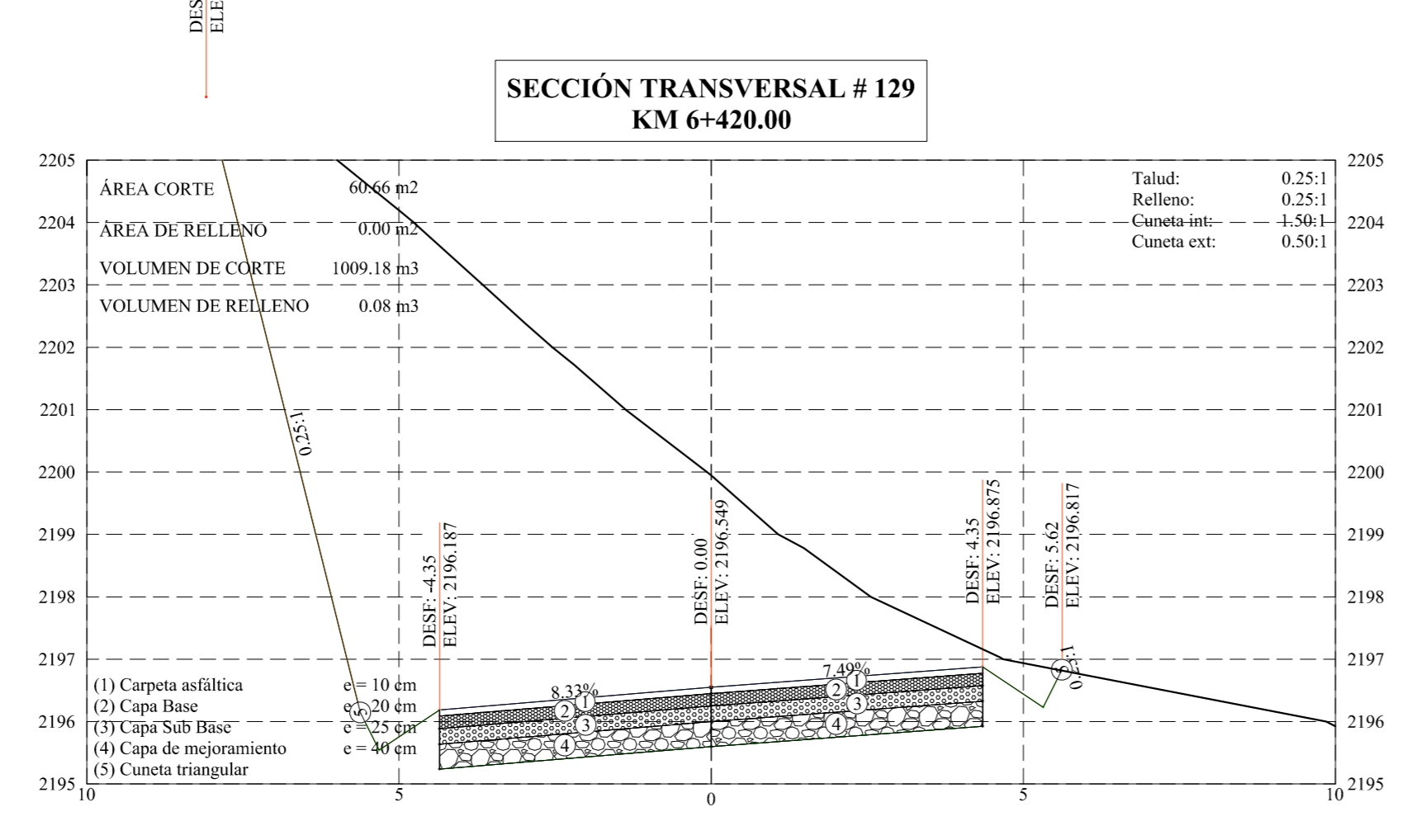
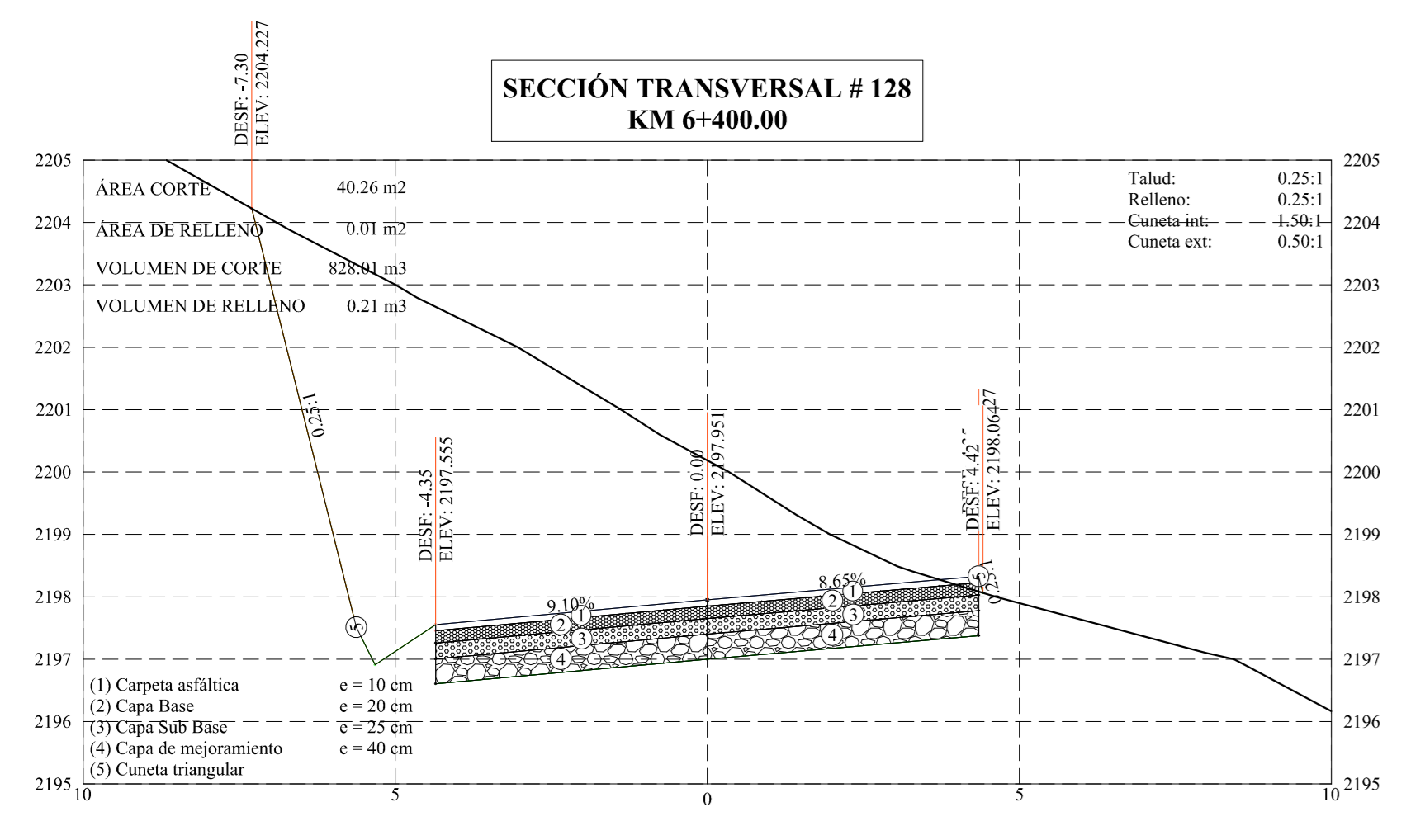
UBICACIÓN: "CANTÓN PANGUA"

FECHA DE ENTREGA: OCTUBRE DEL 2020

CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES A CADA 20 M

ESTUDIANTE: EGO, KELTON GUERRERO
DOCENTE TUTOR: ING. MGS. MIRON ALDAS D.

KILOMETRO POR PLANO: 1:100
ESCALA: 1:100
LAMINA N°: 11/15



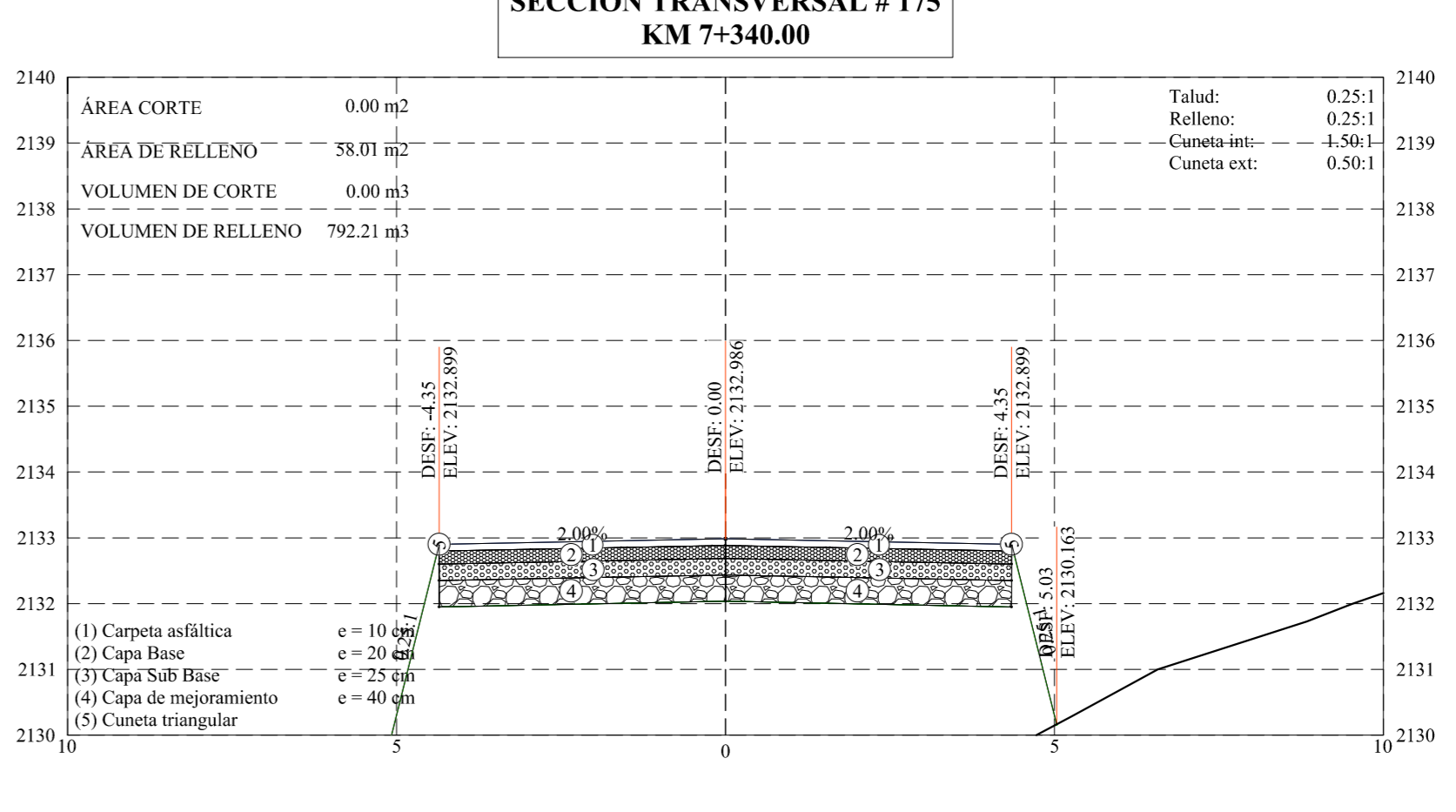
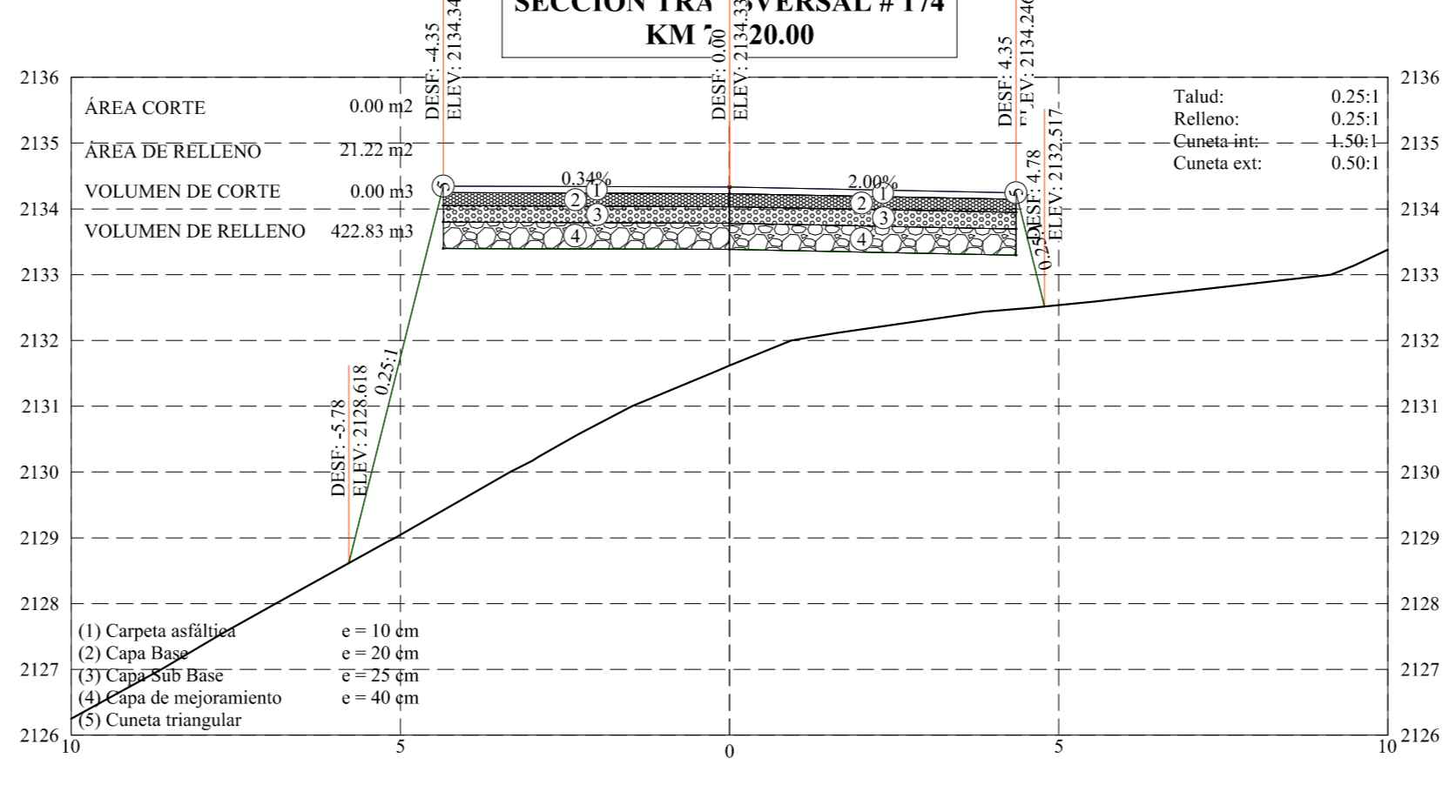
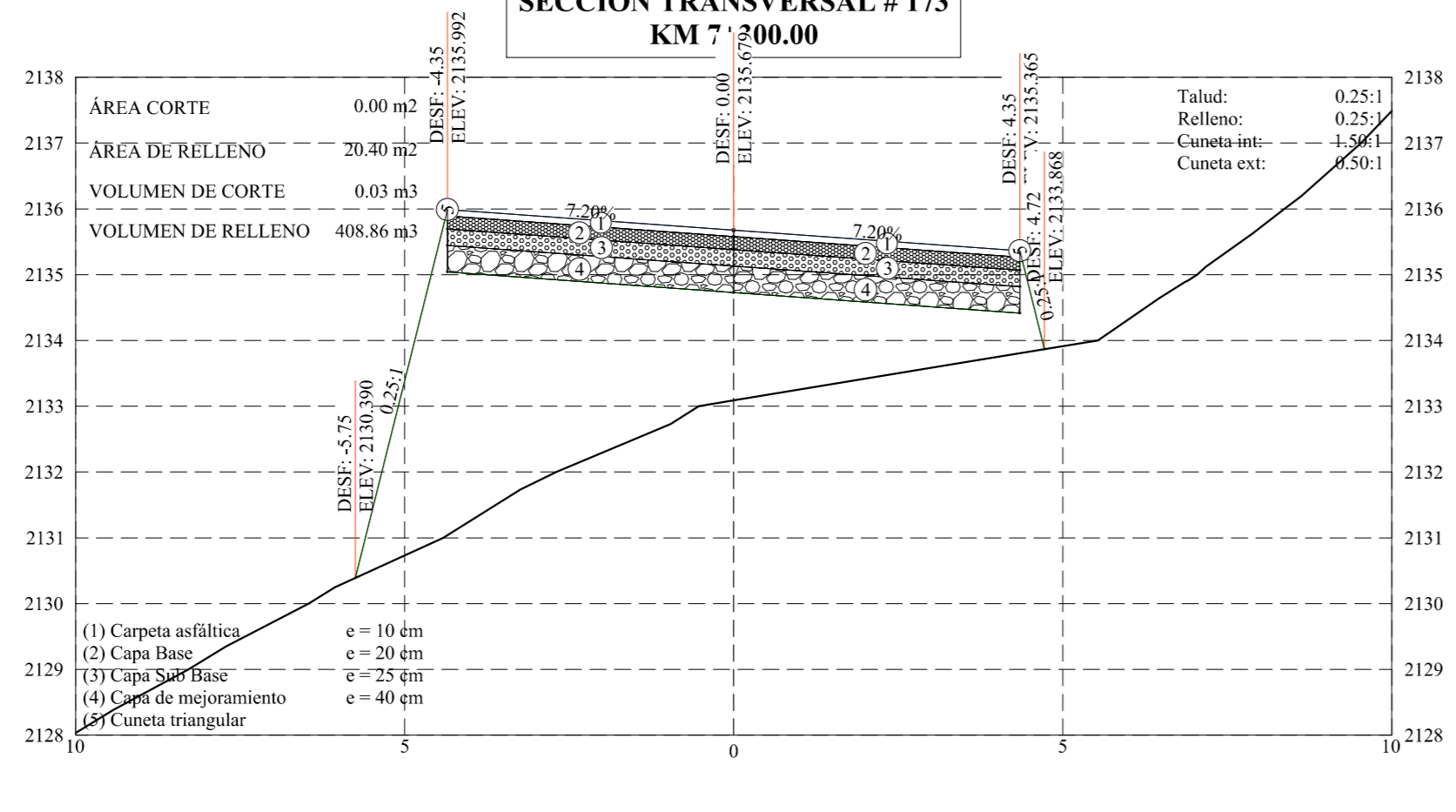
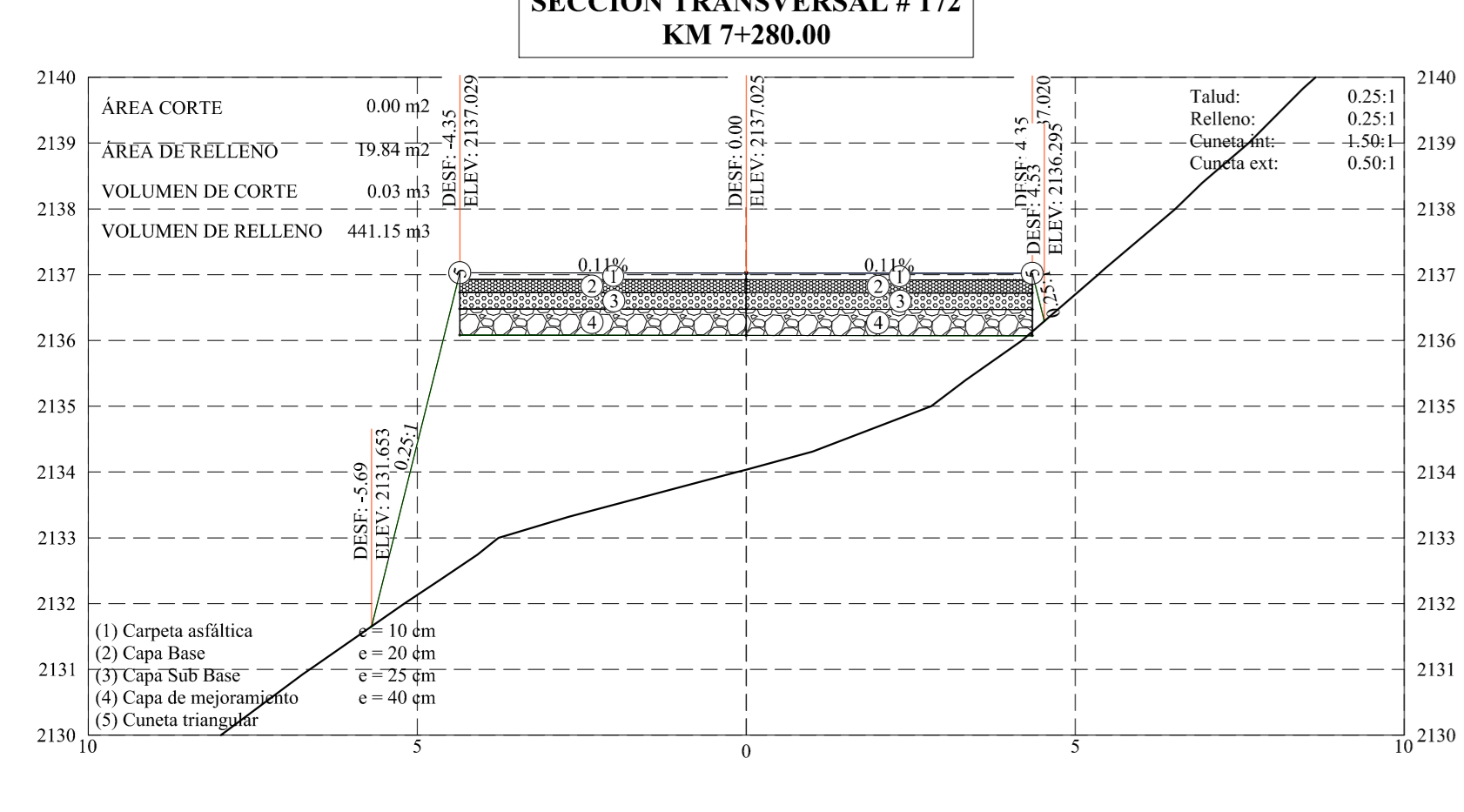
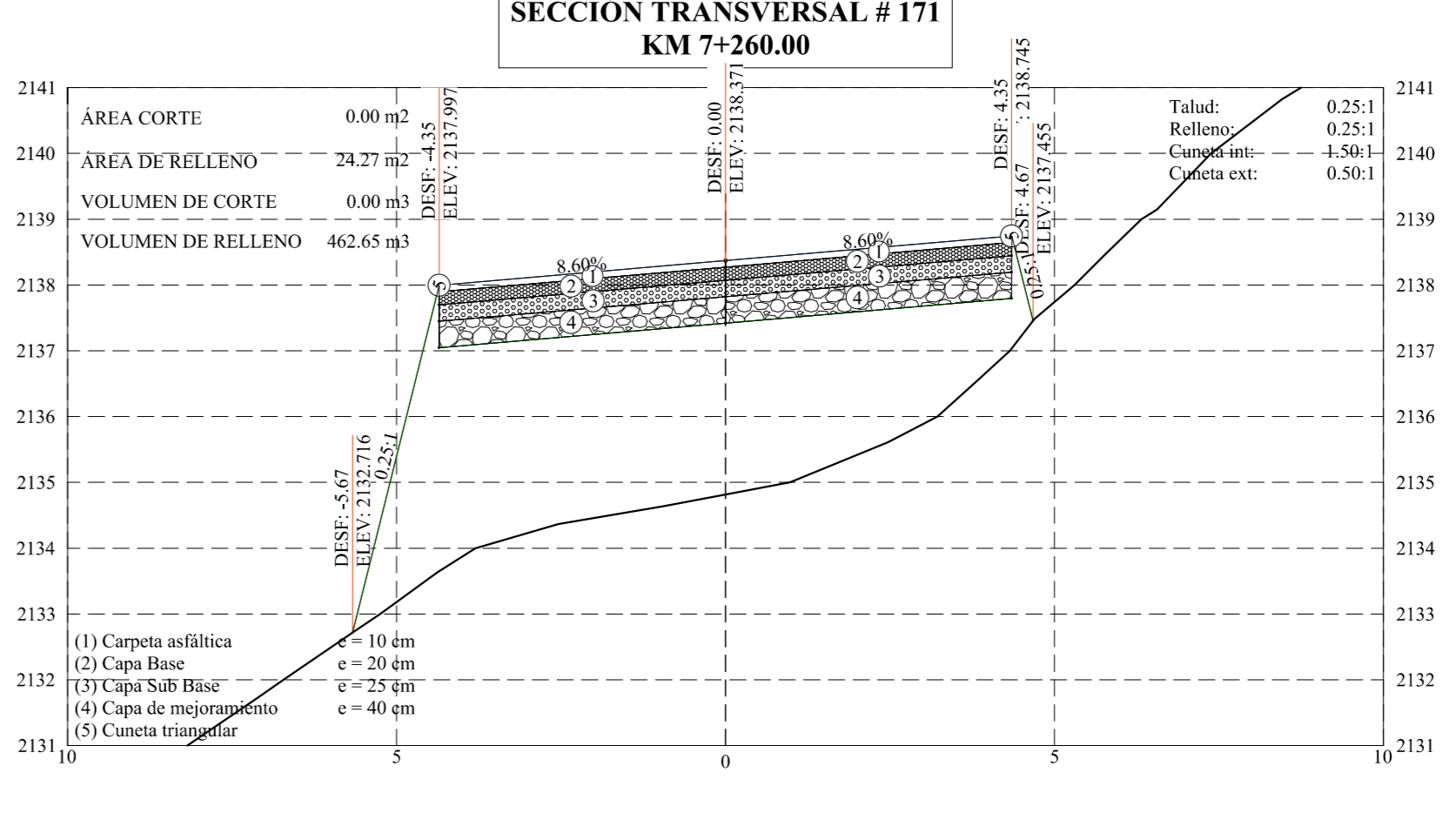
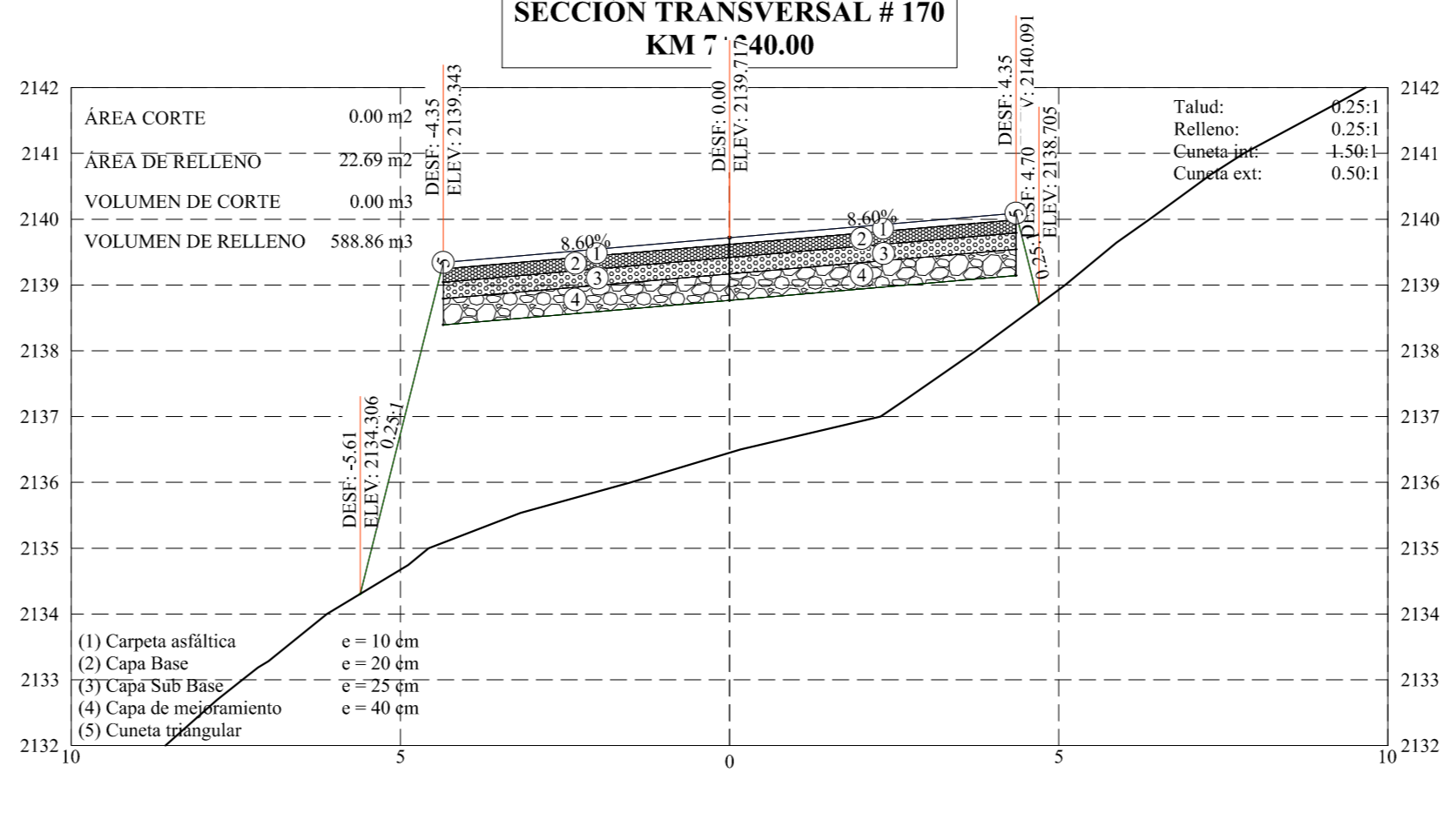
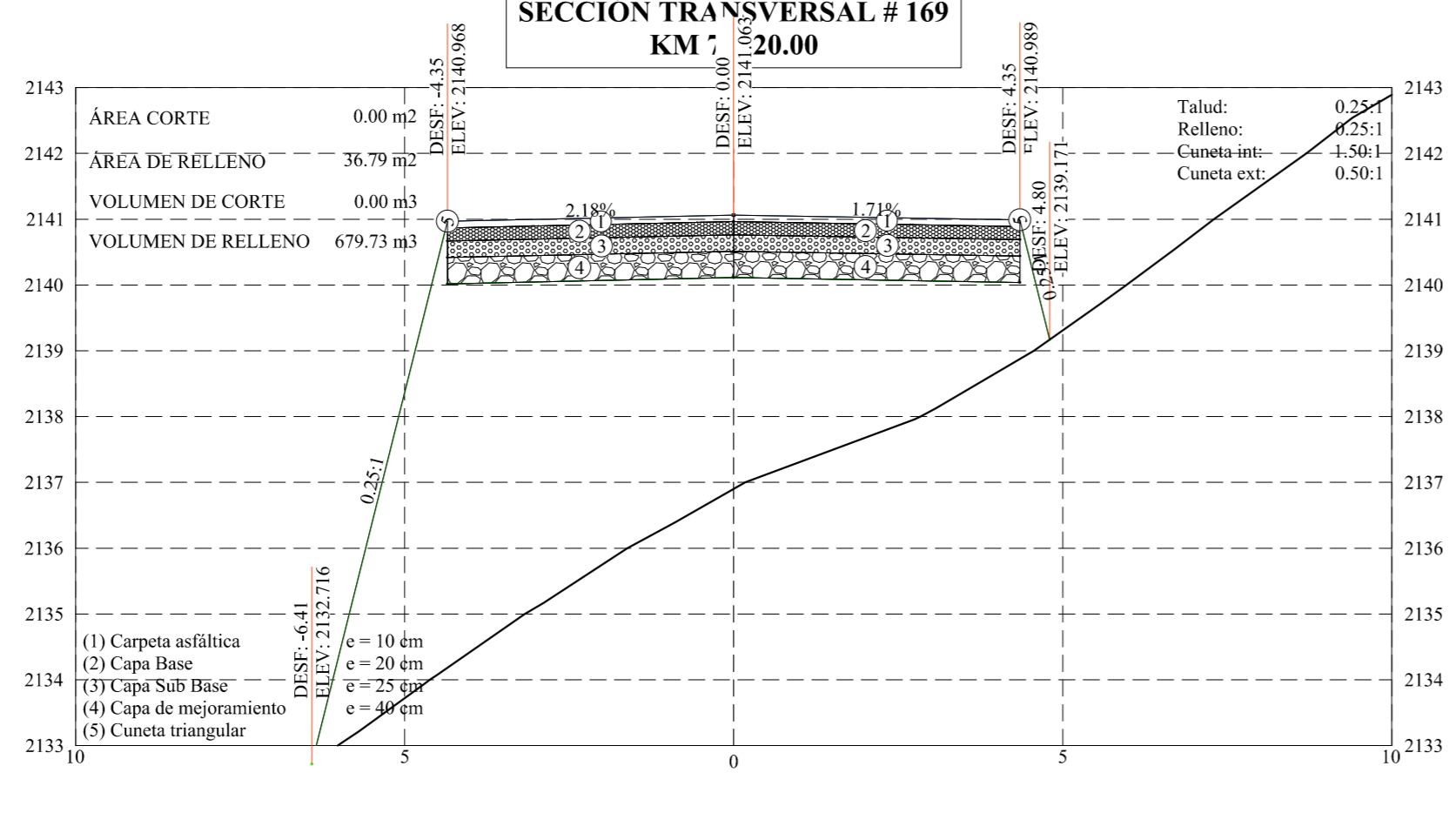
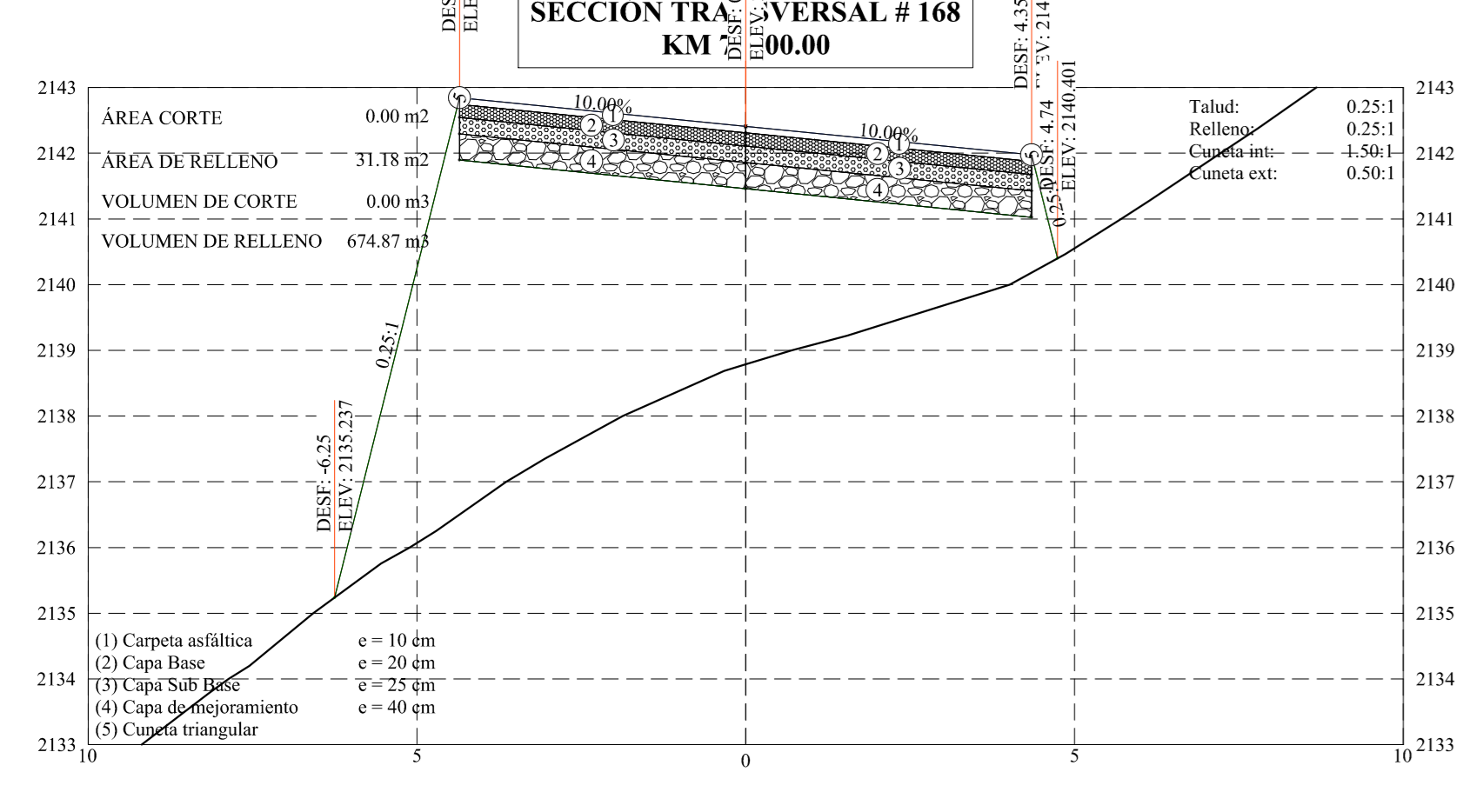
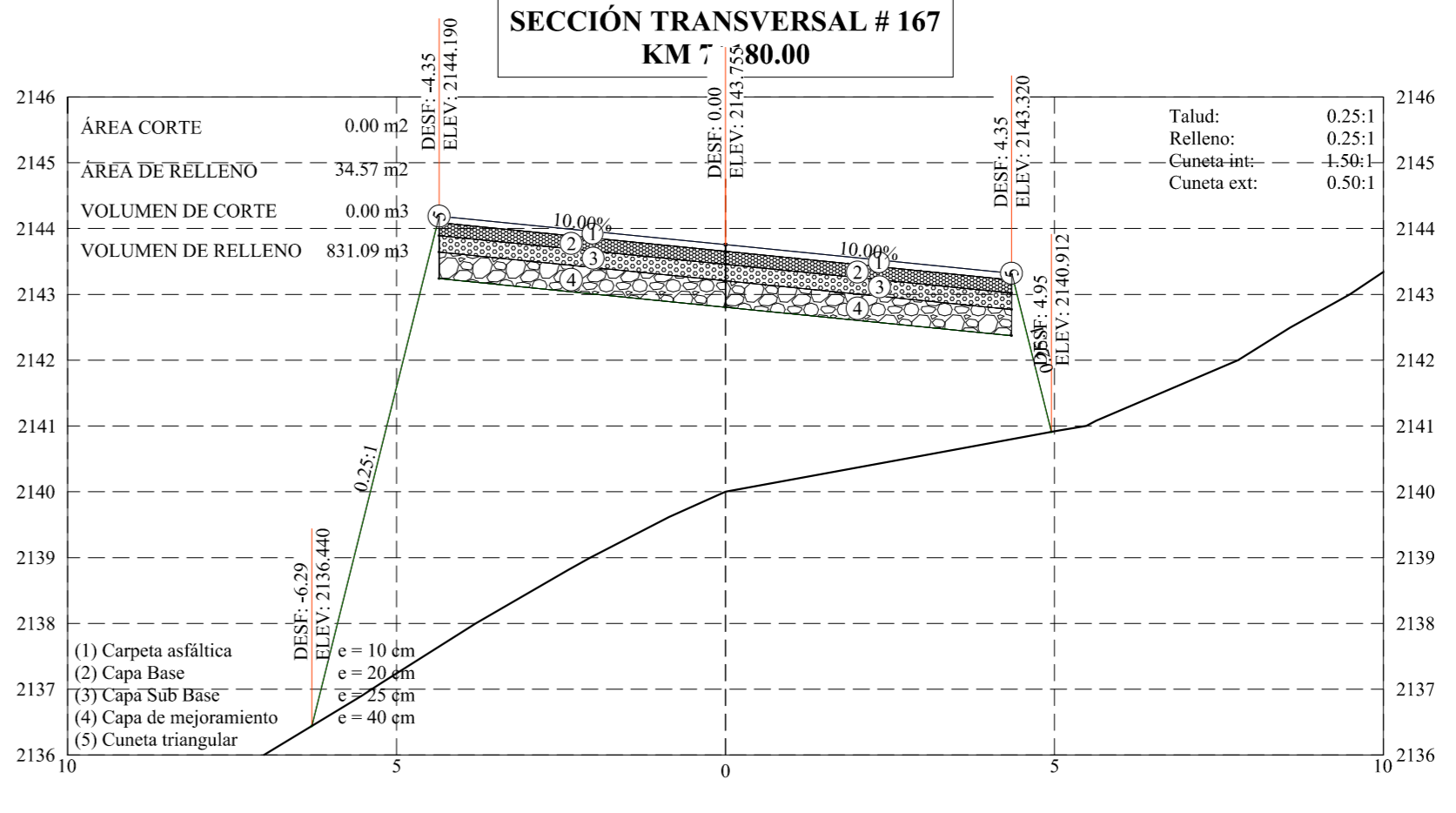
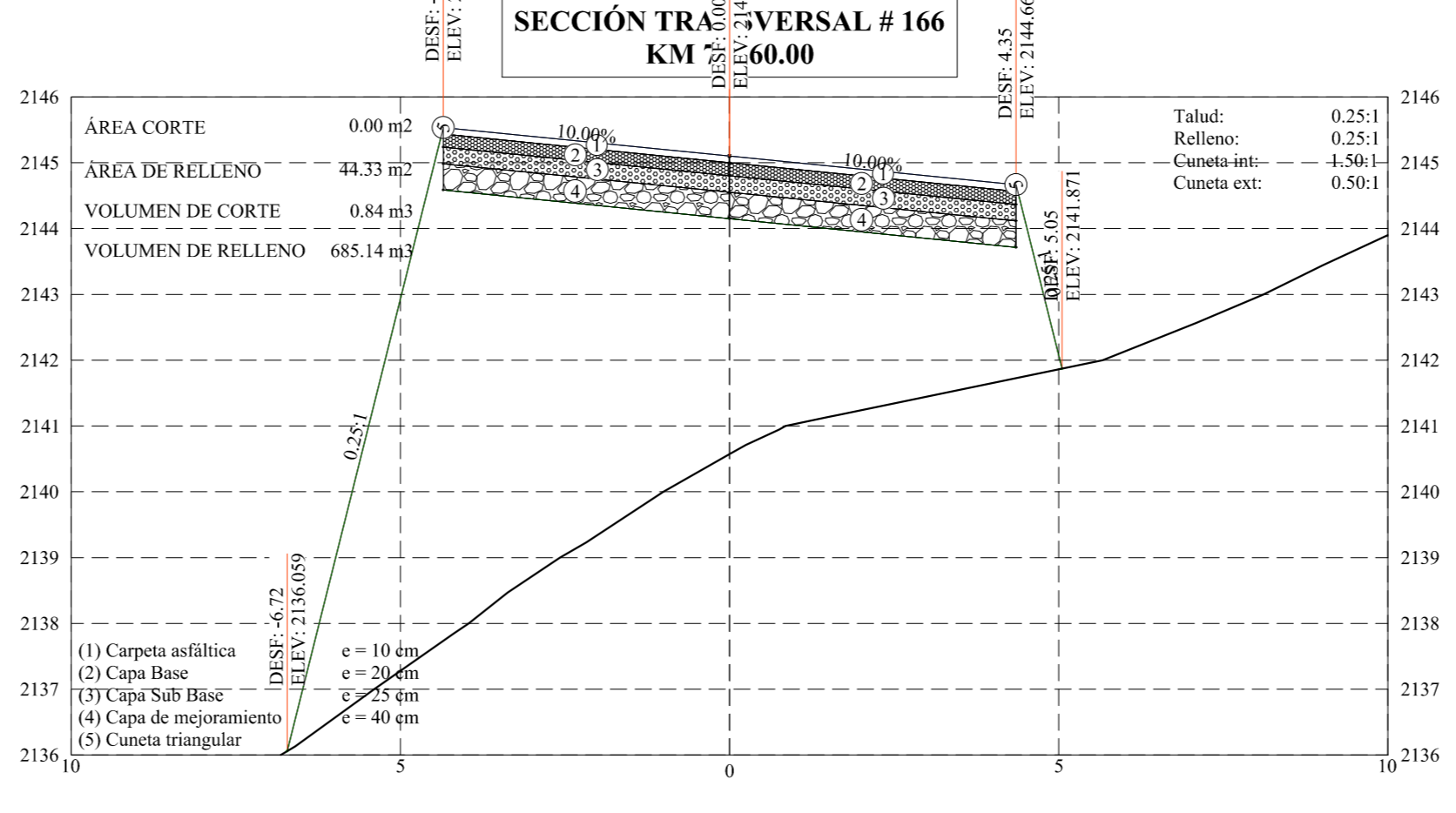
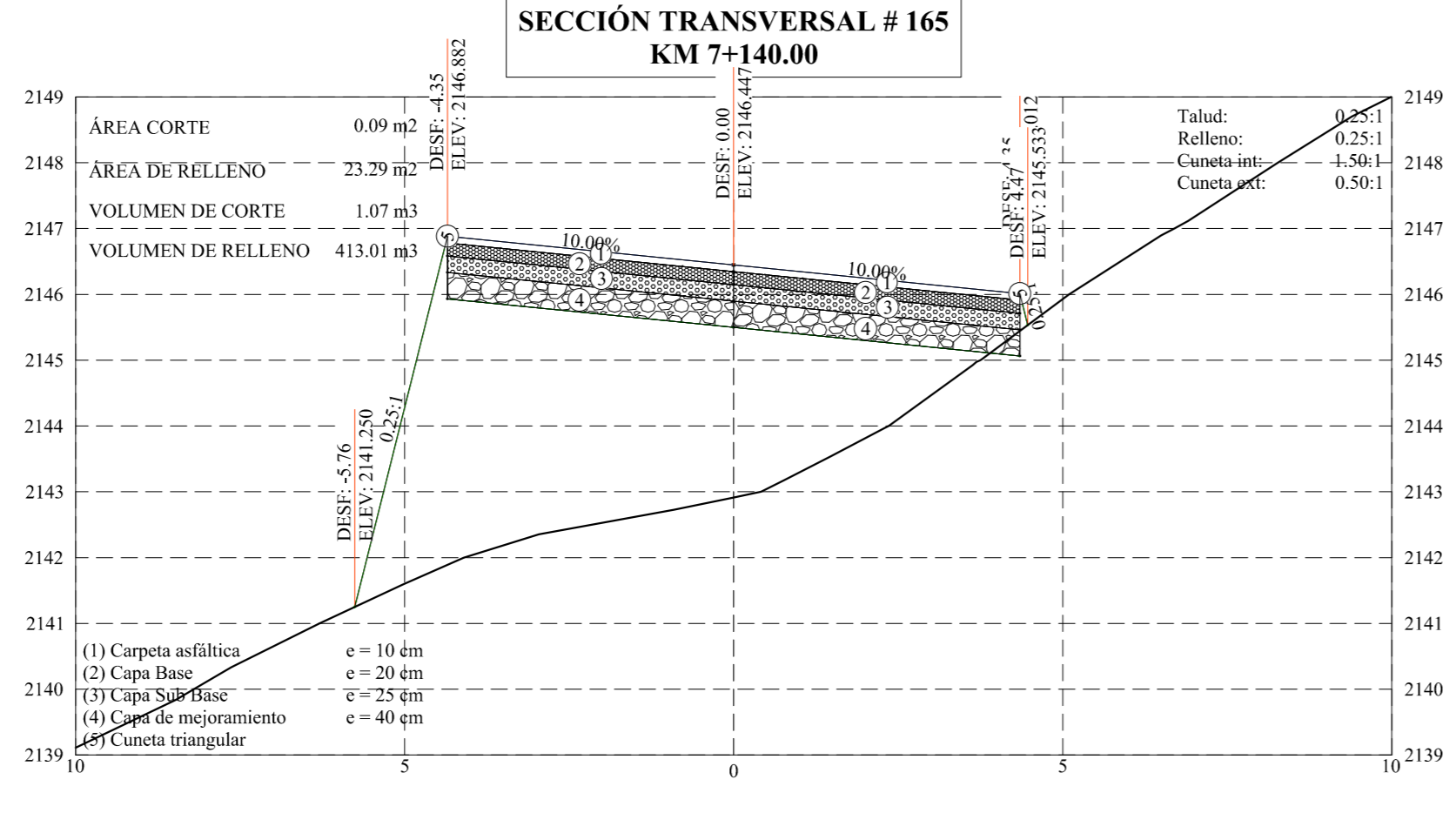
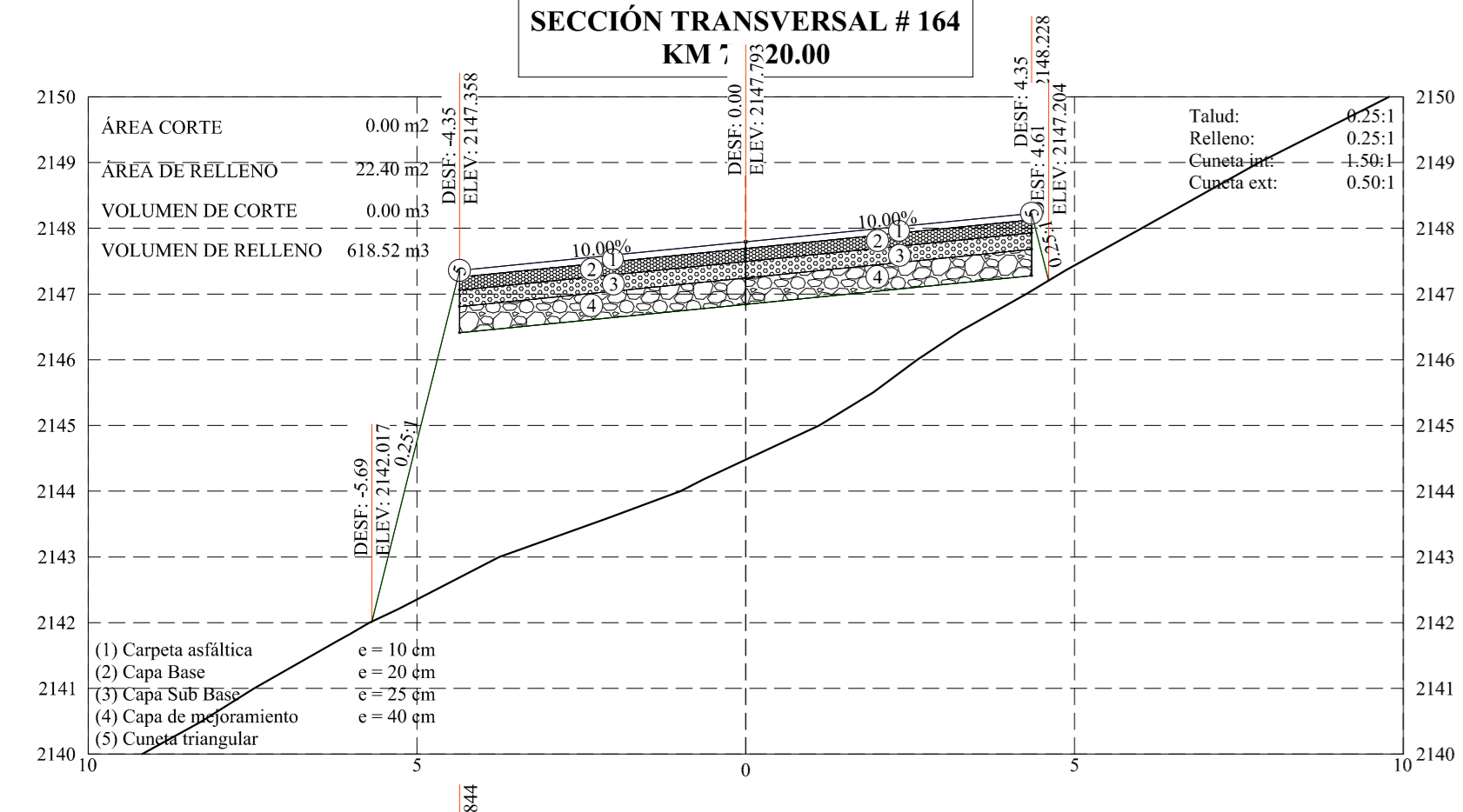
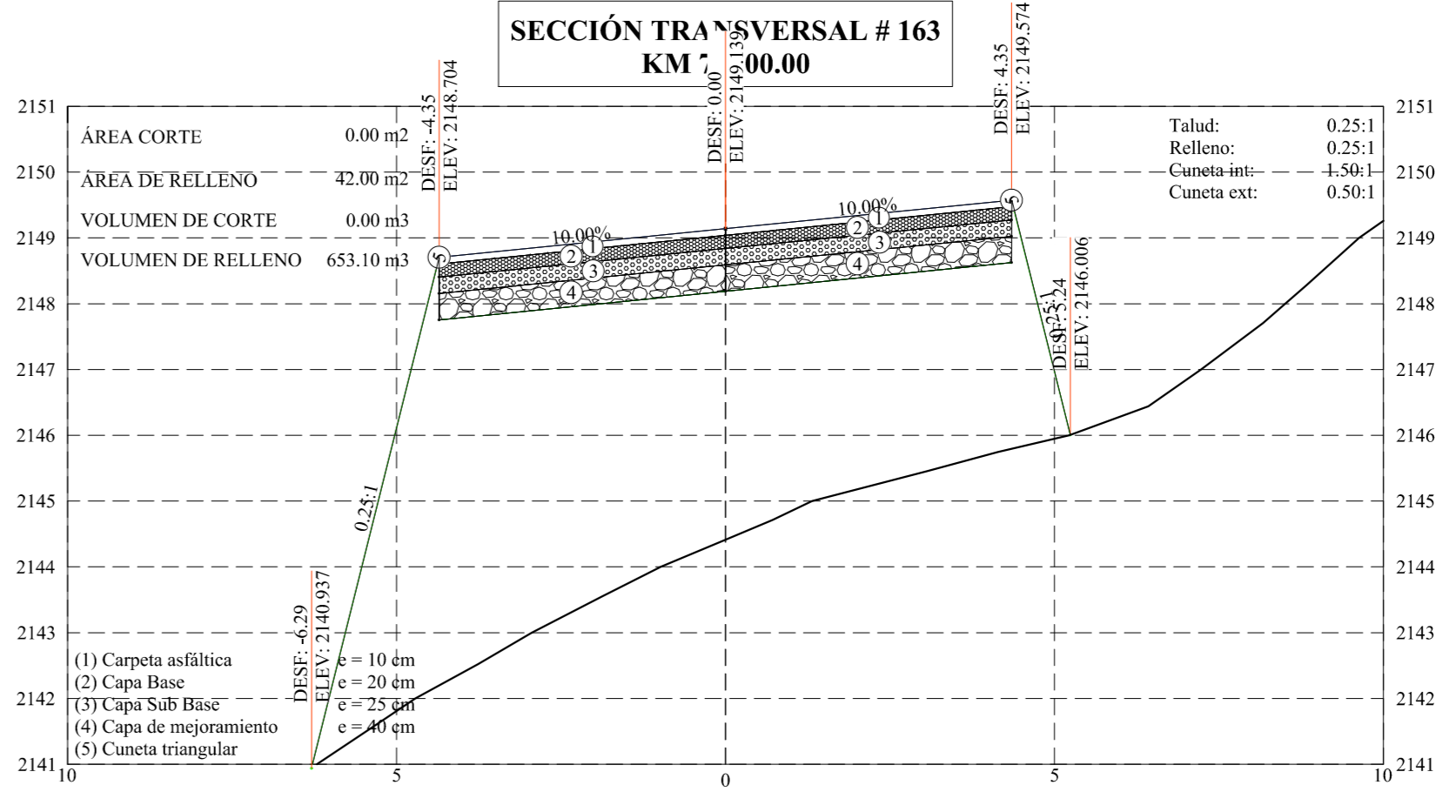
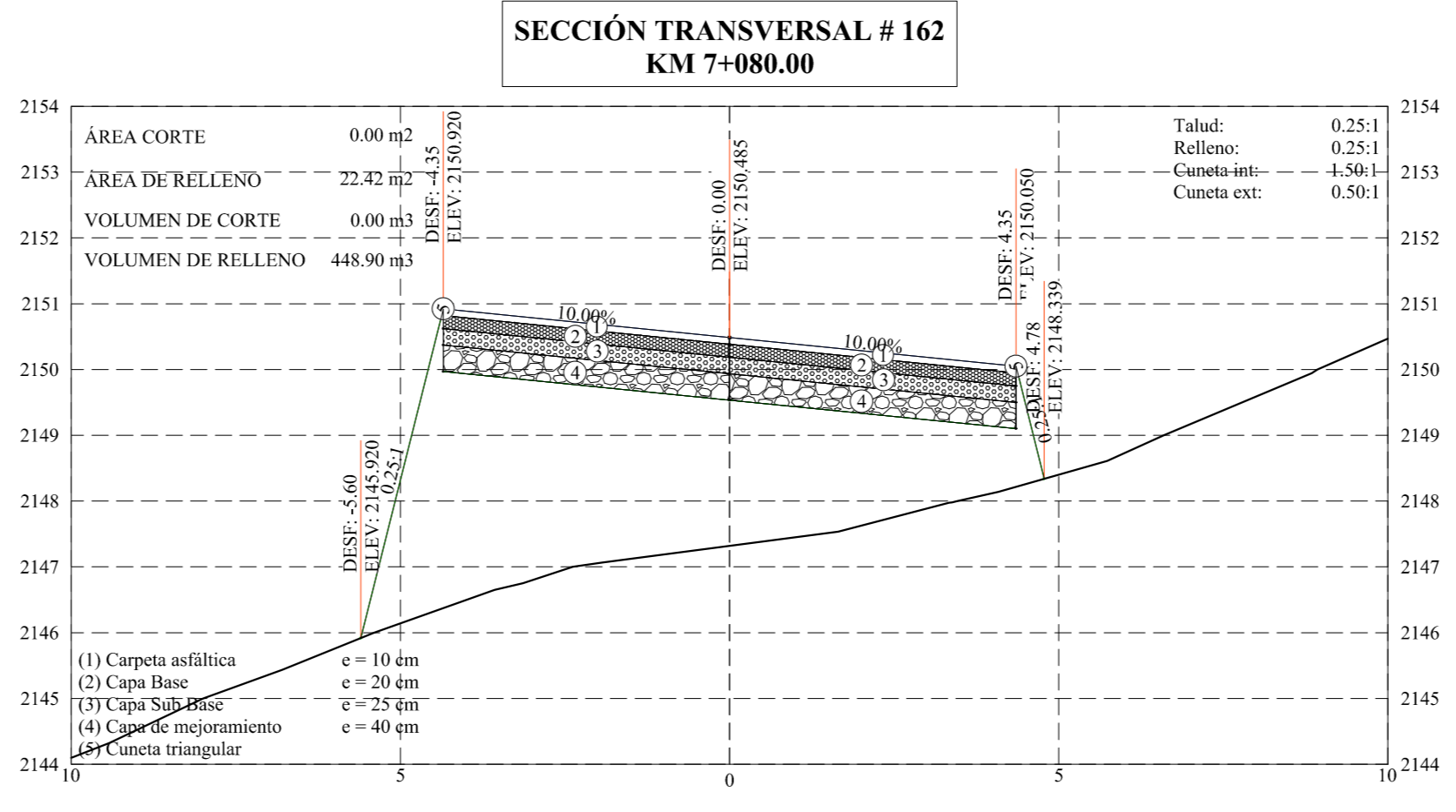
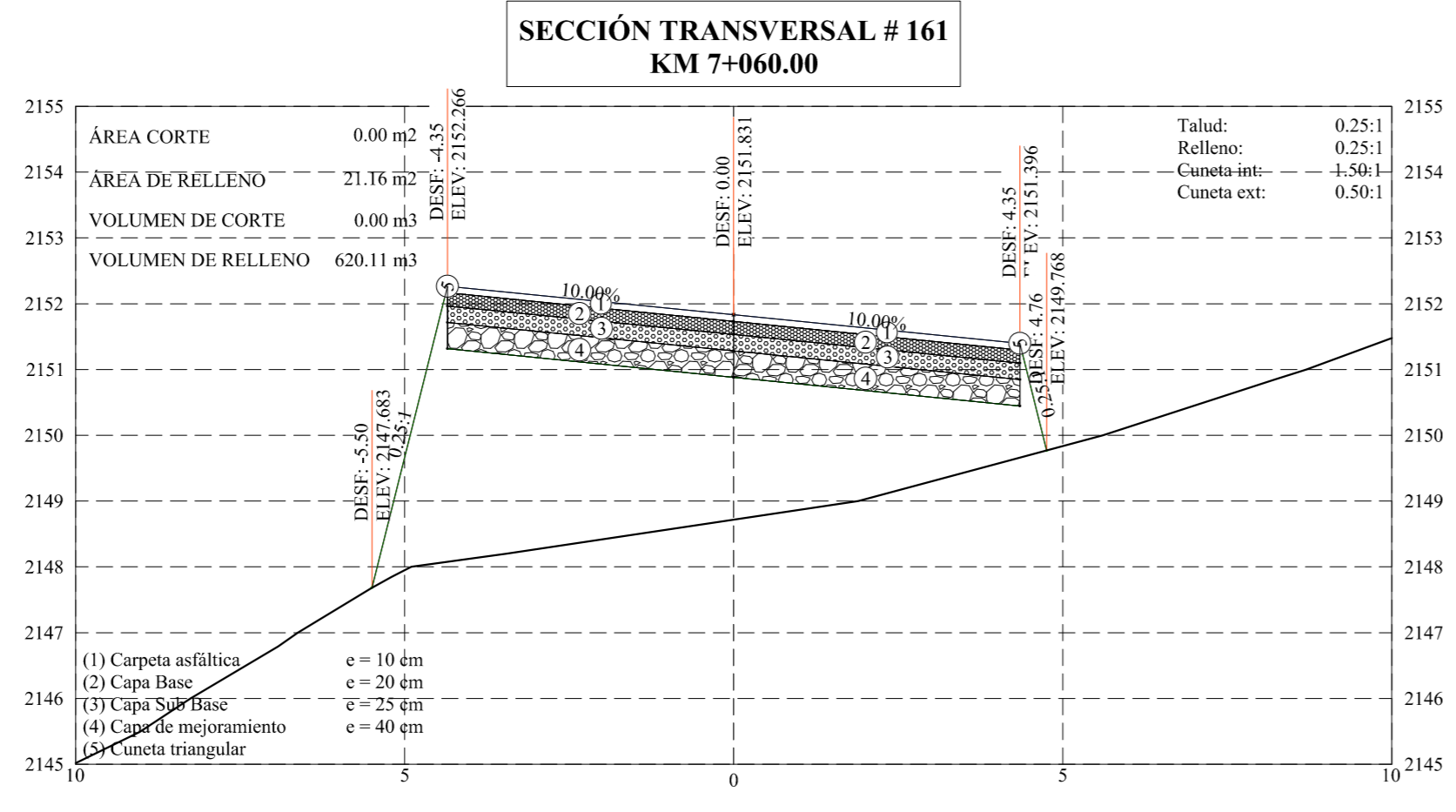
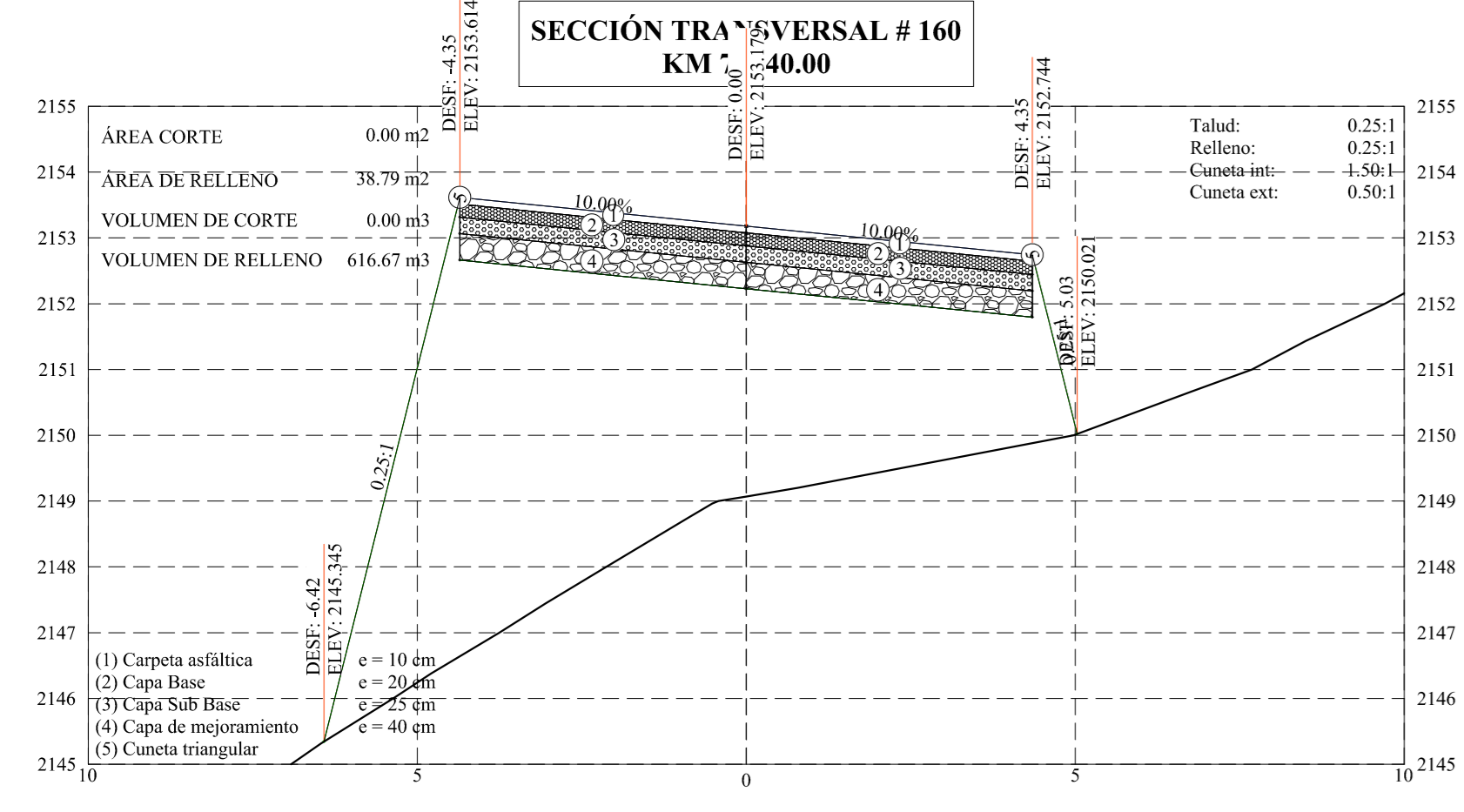
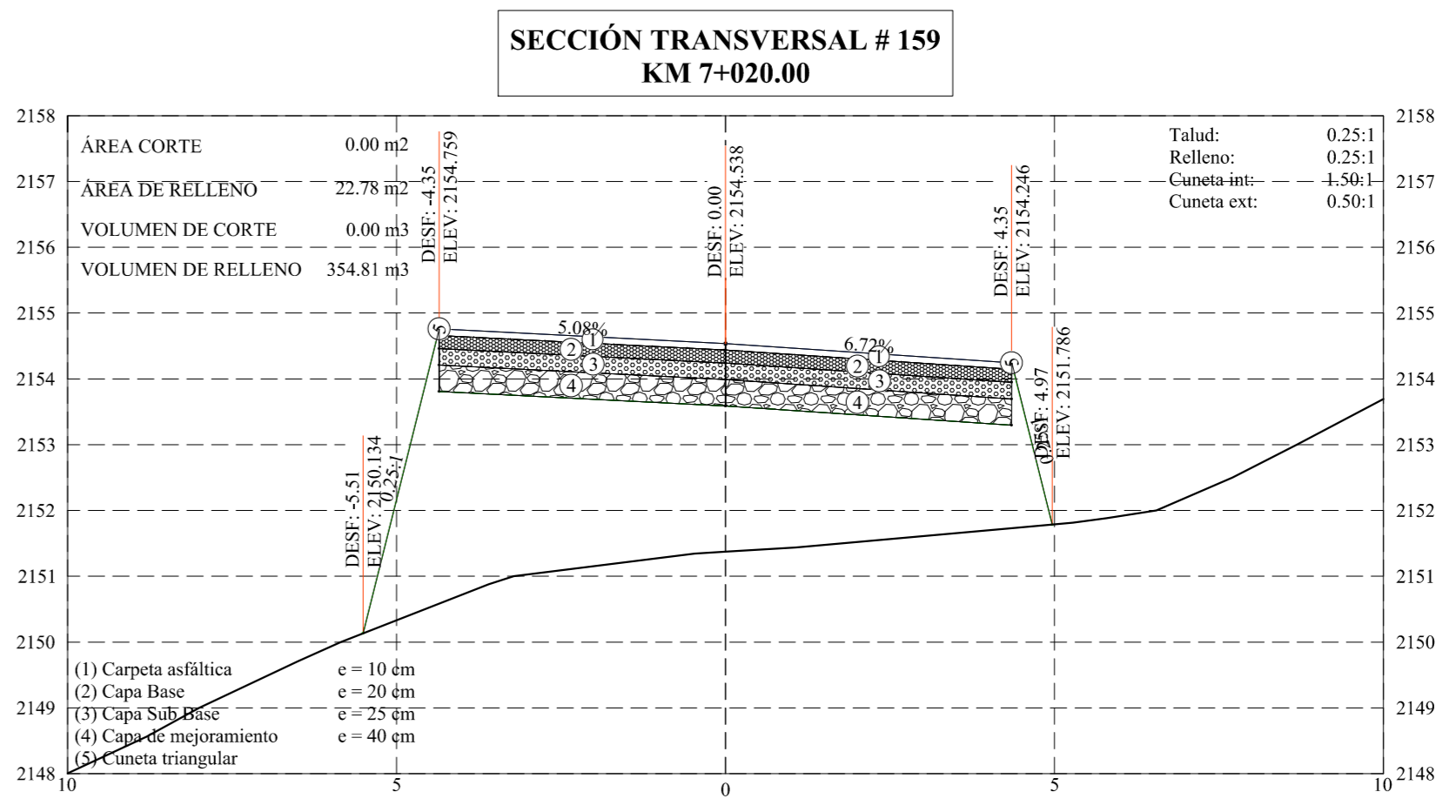
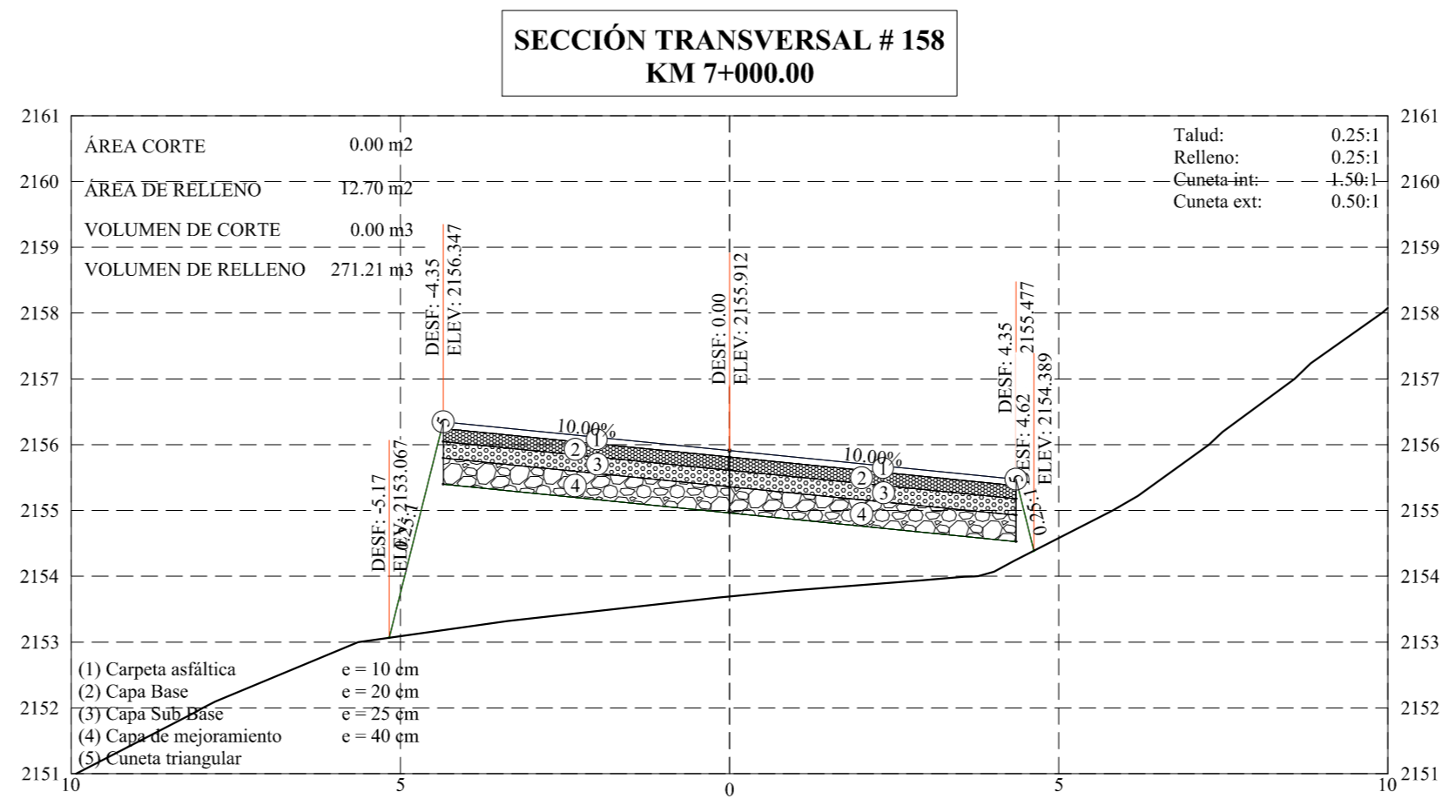
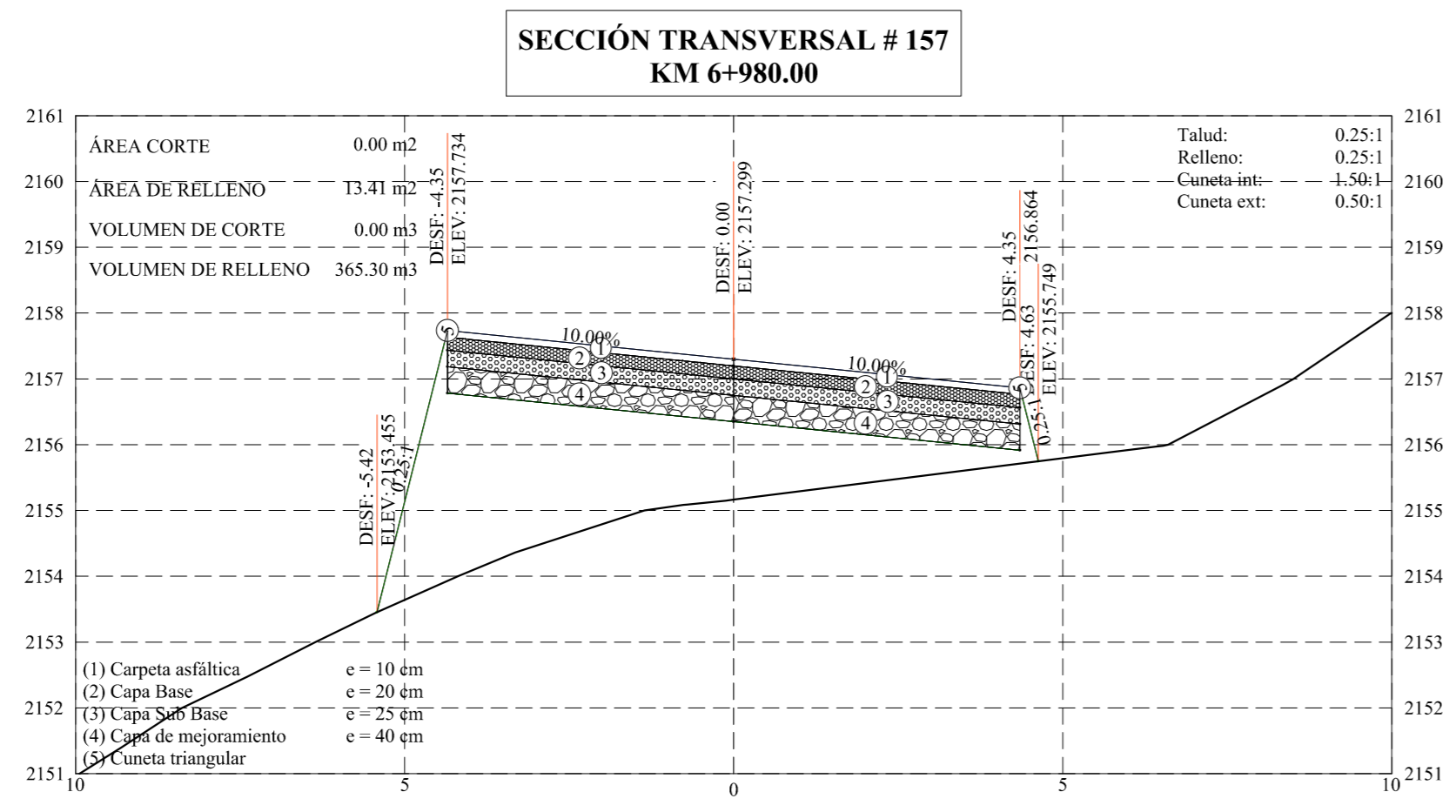
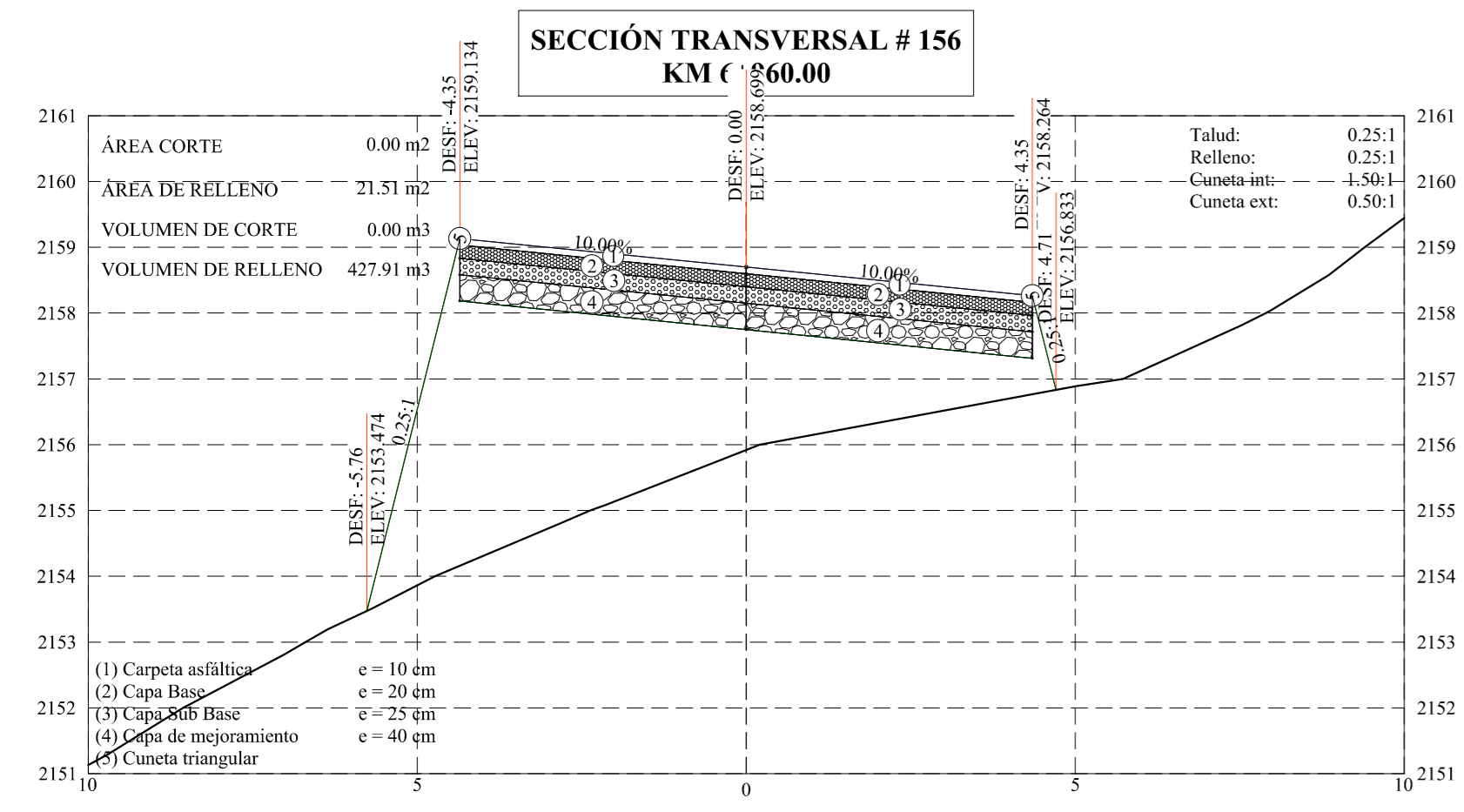
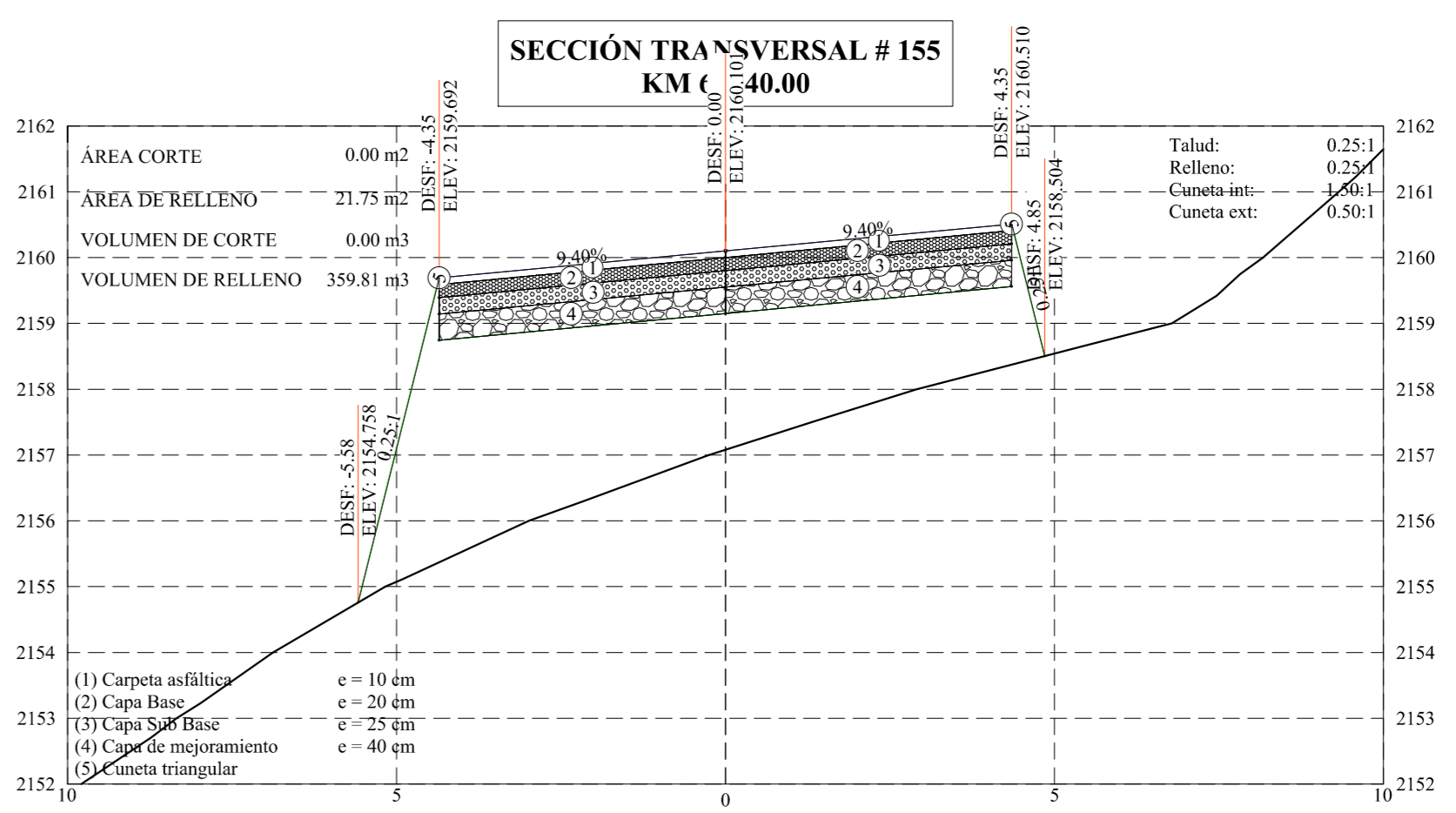
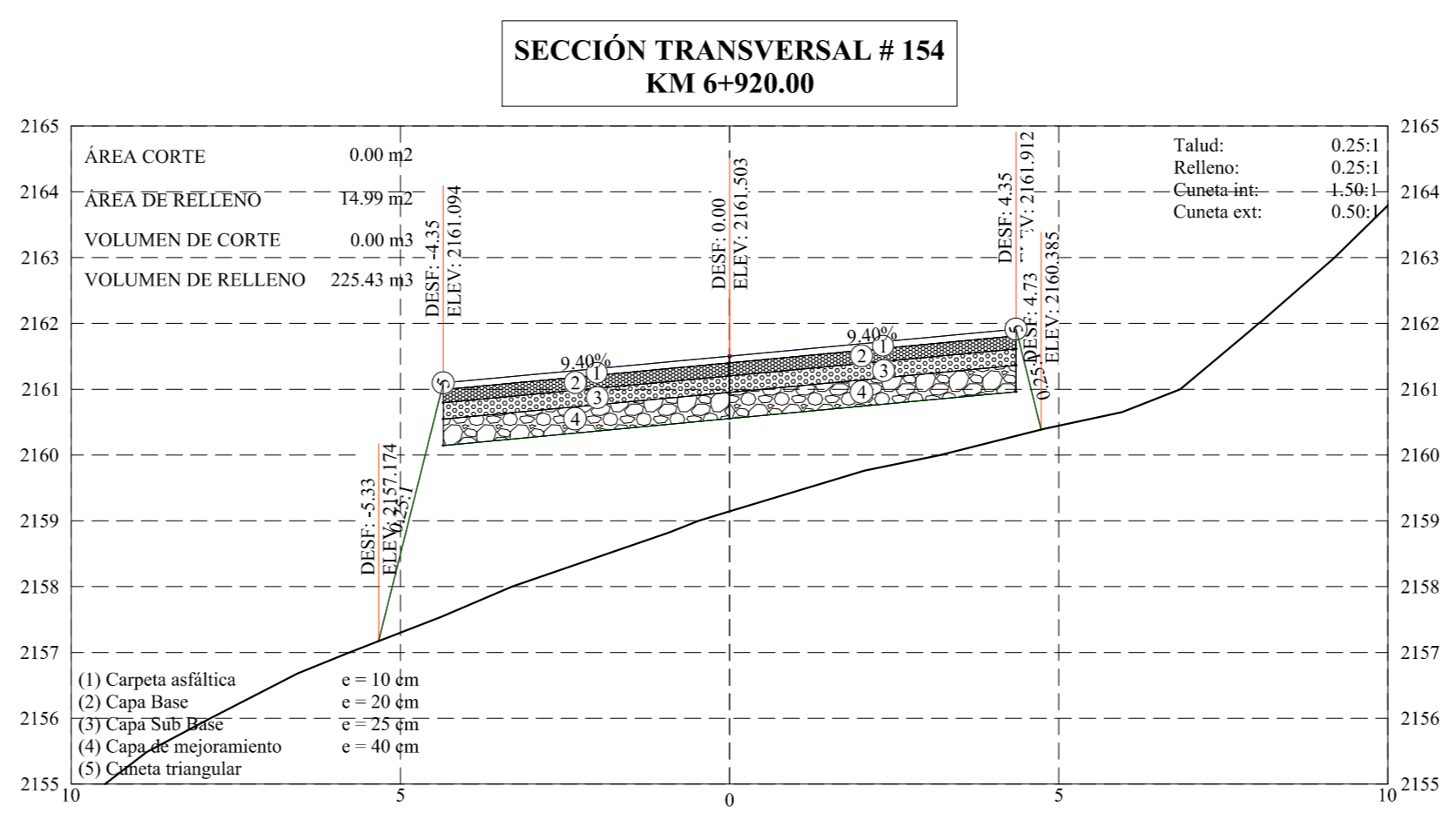
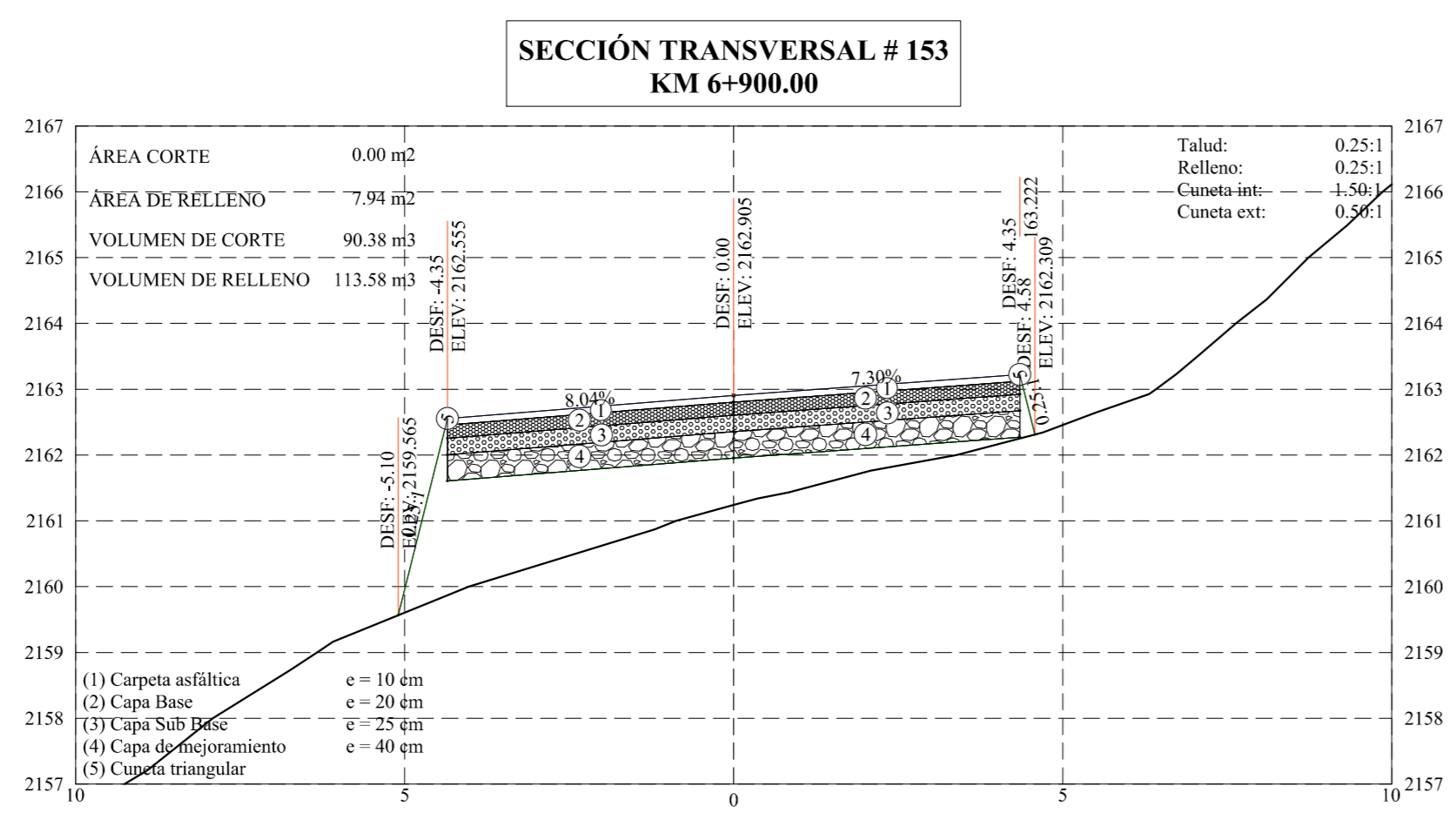
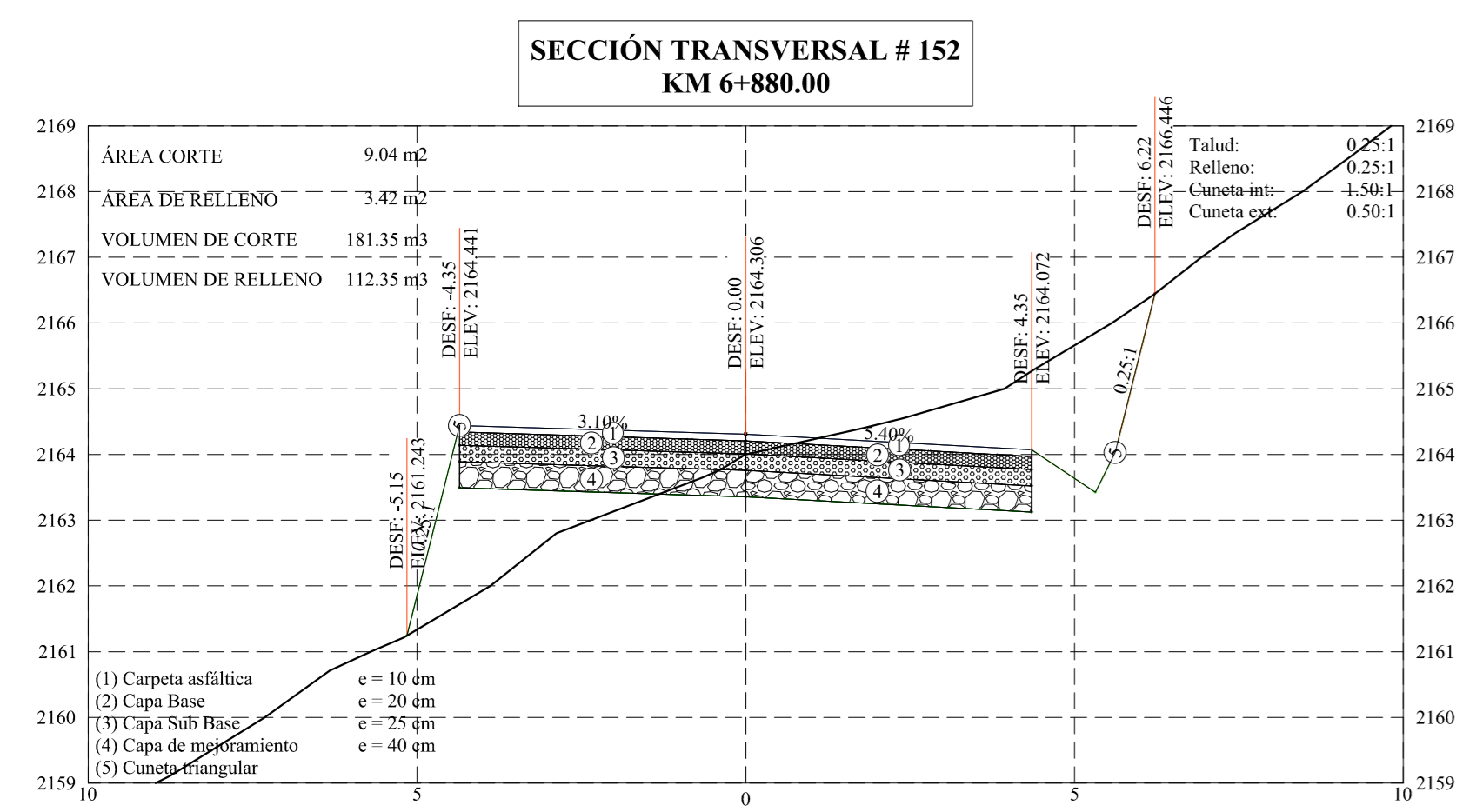
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

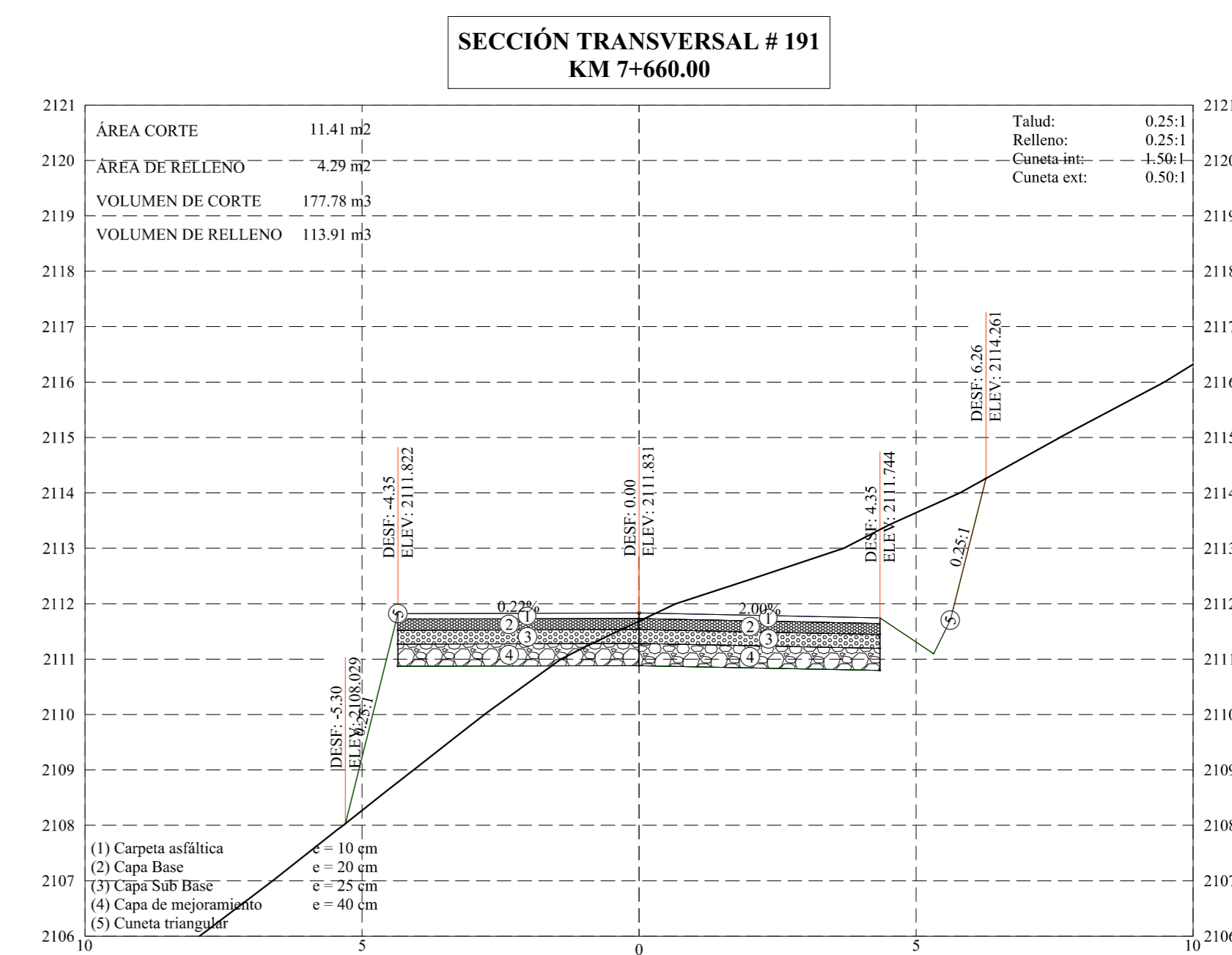
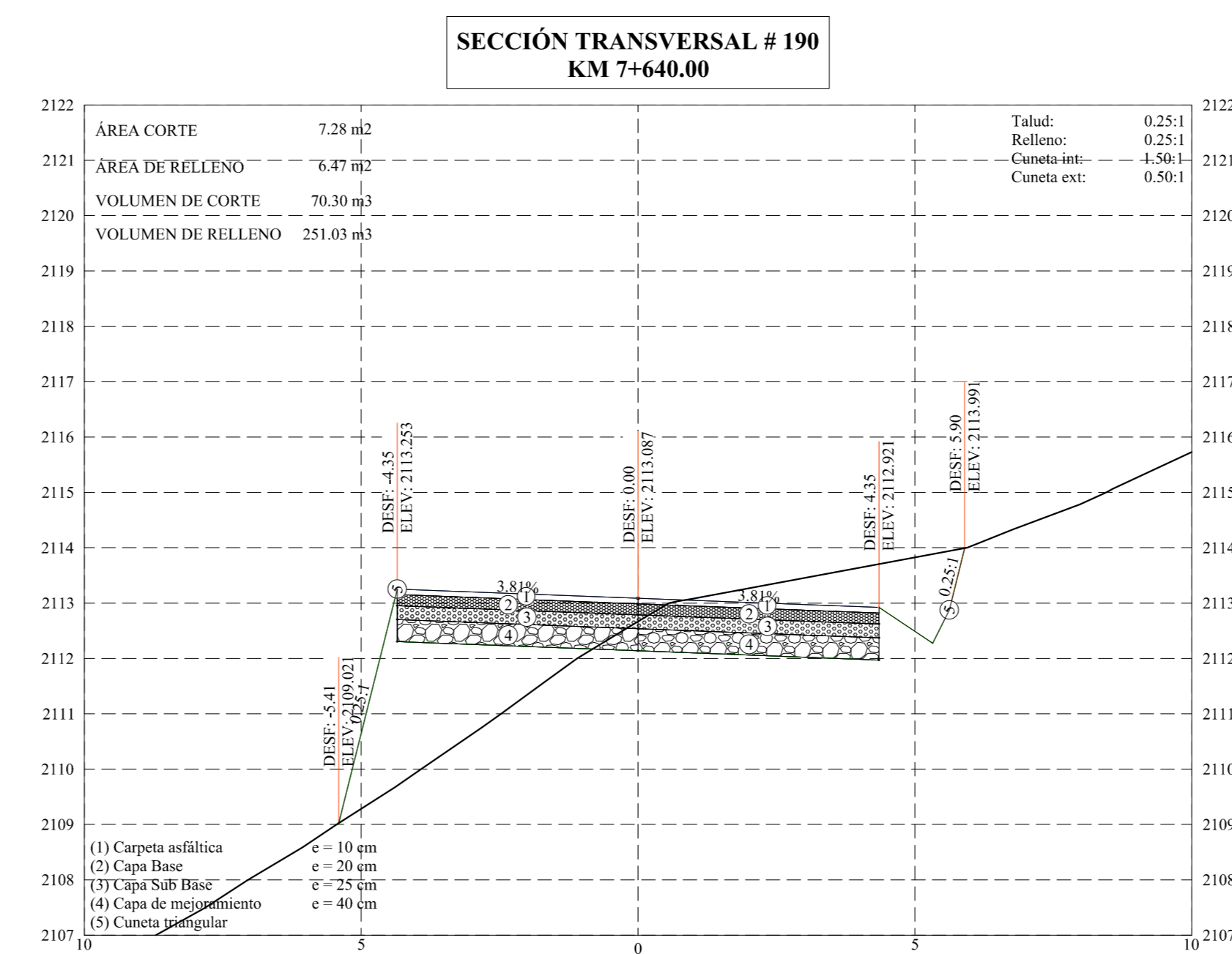
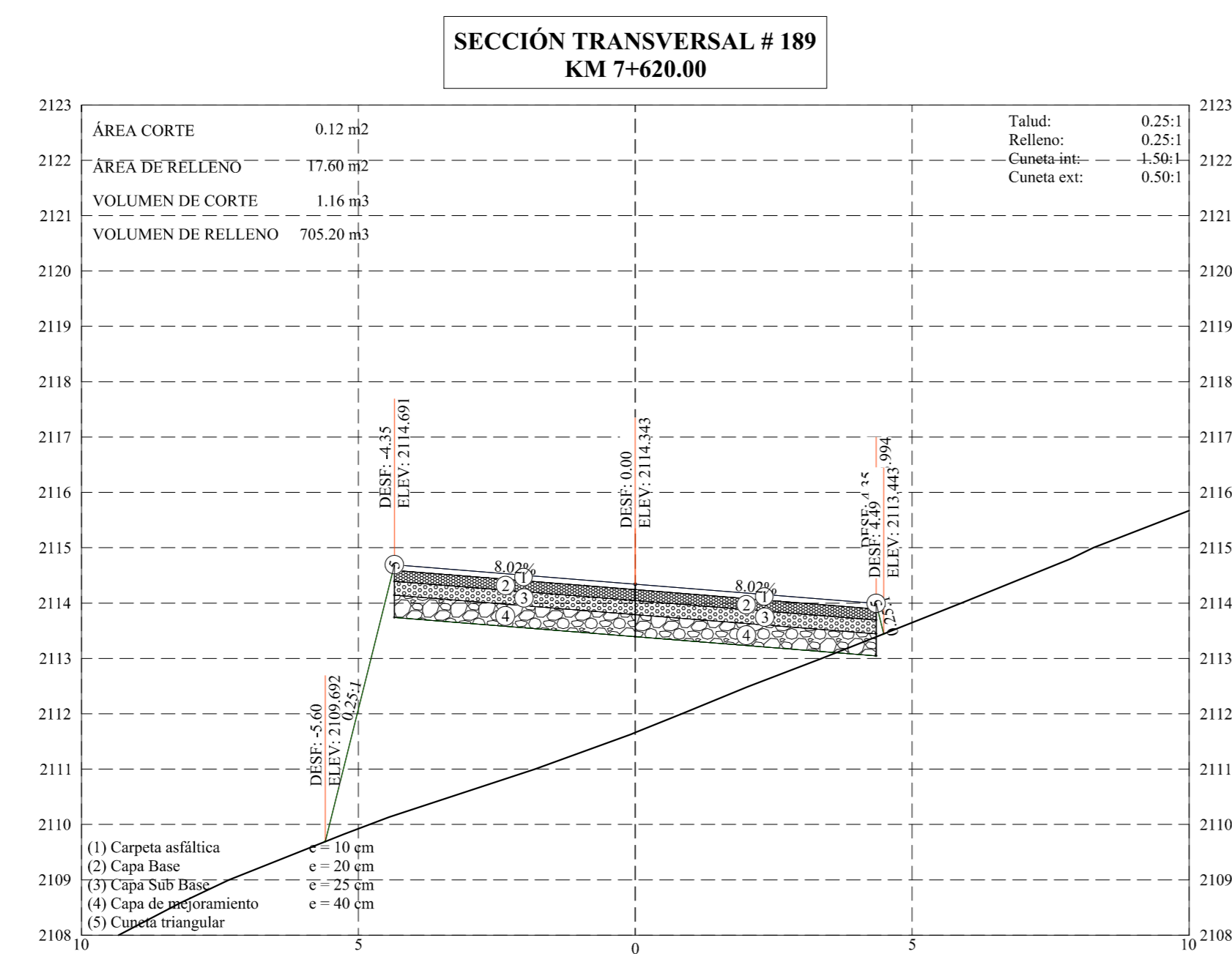
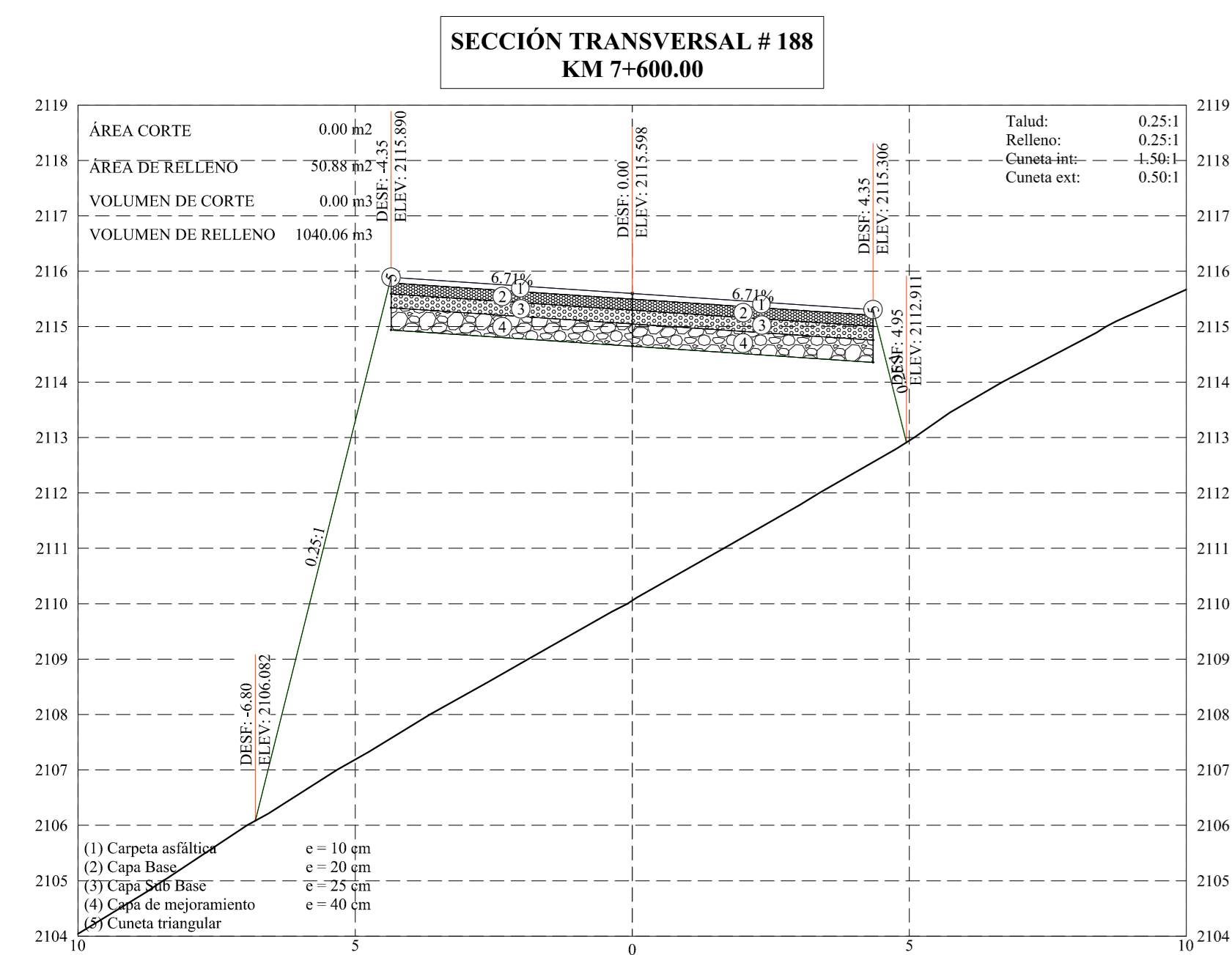
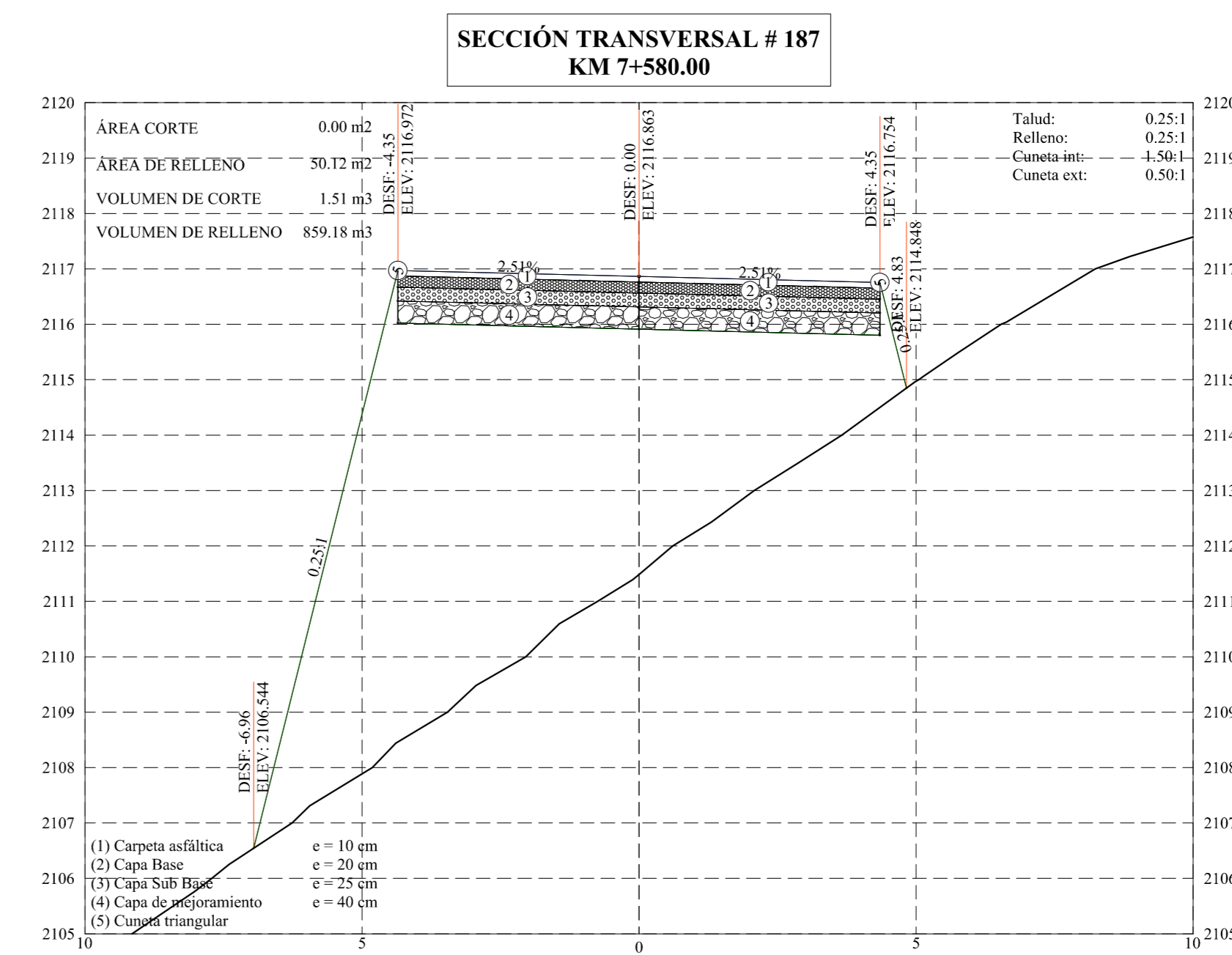
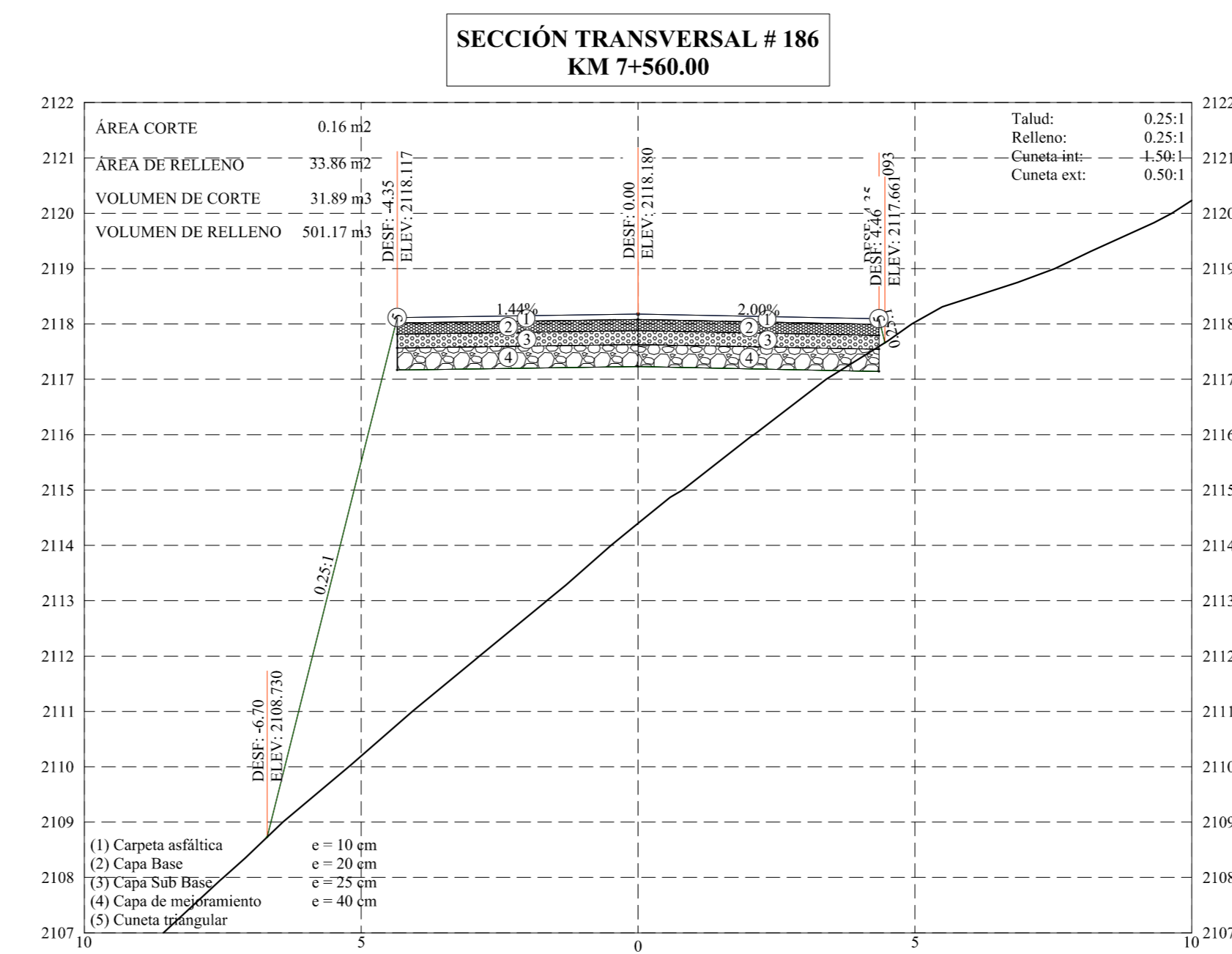
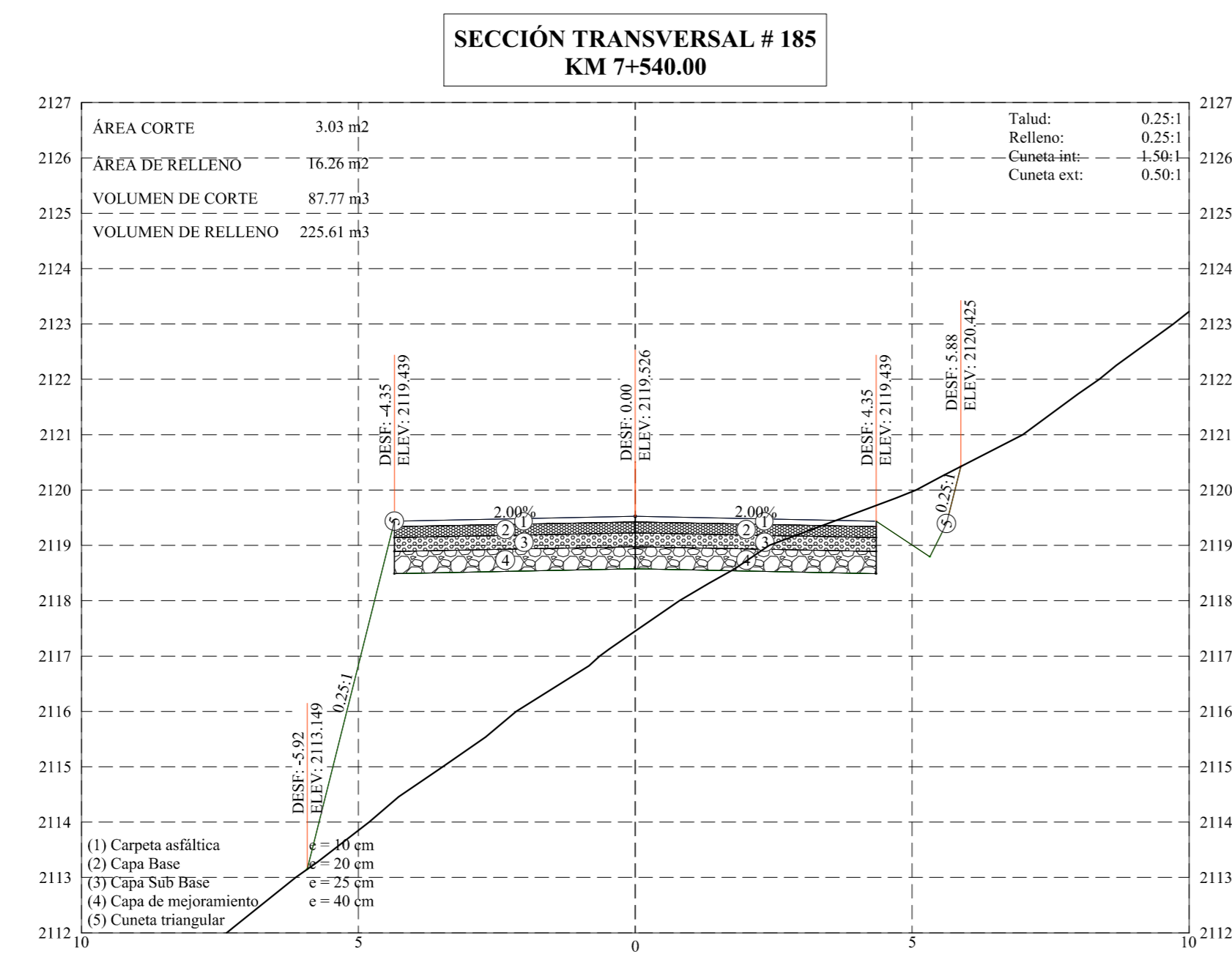
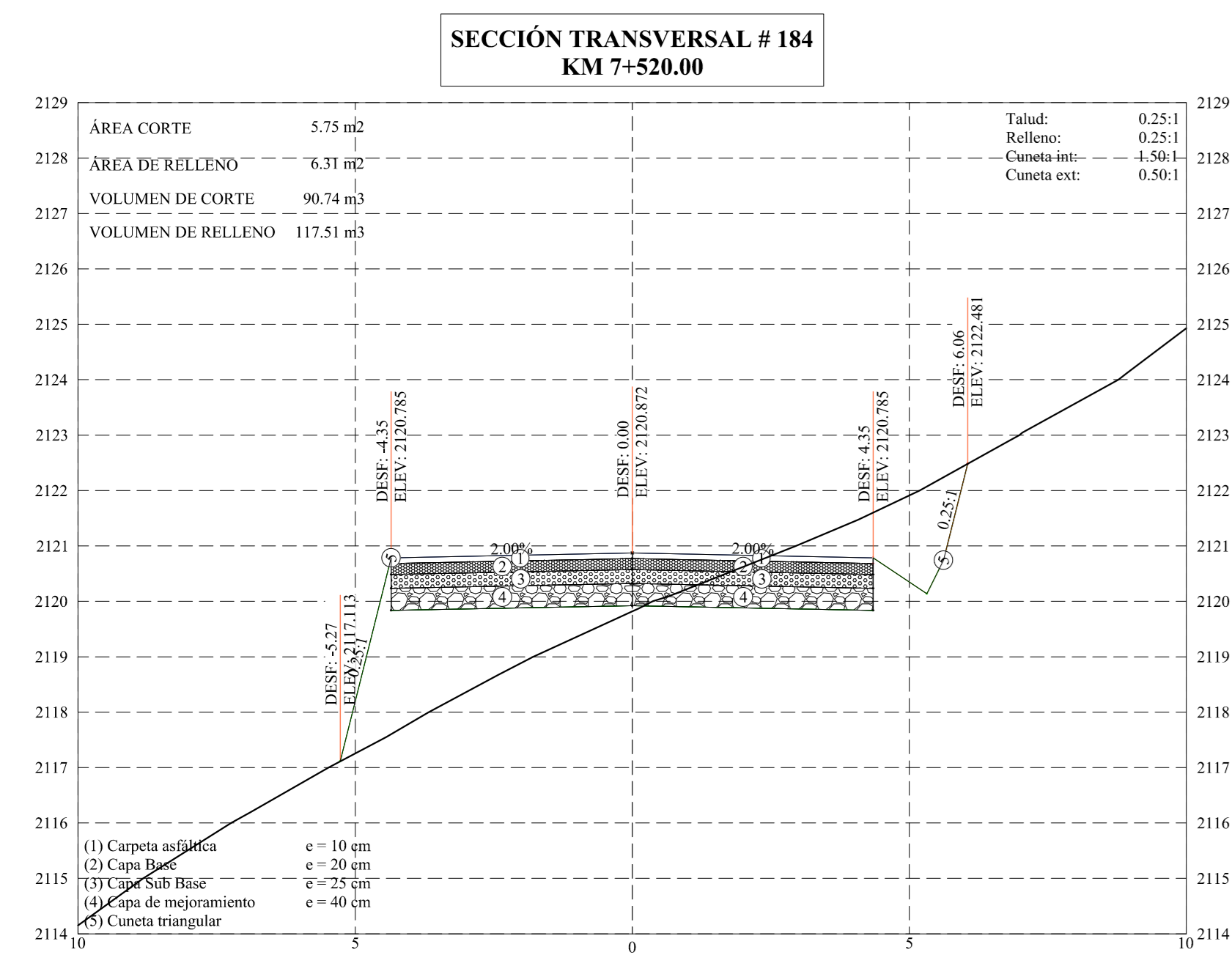
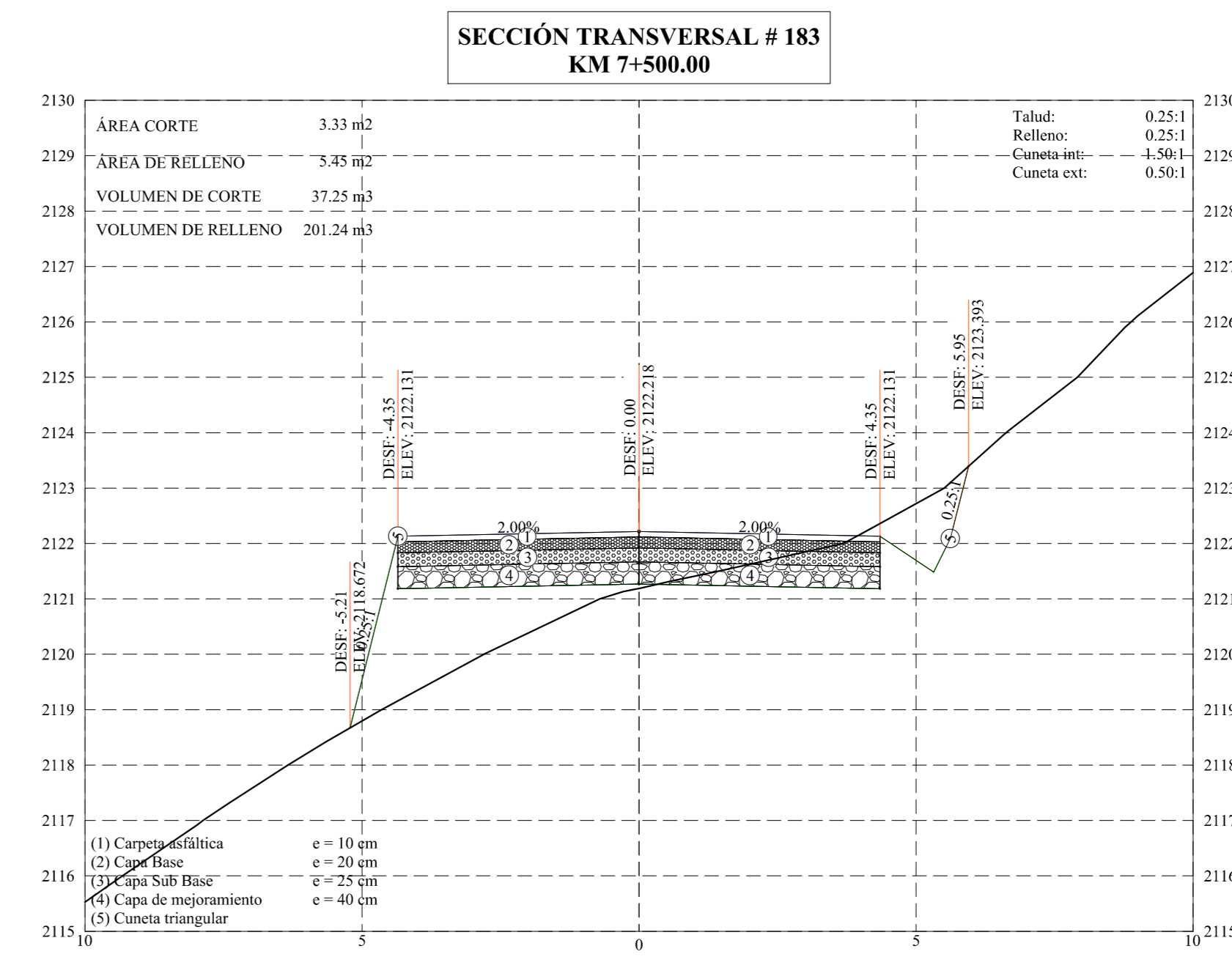
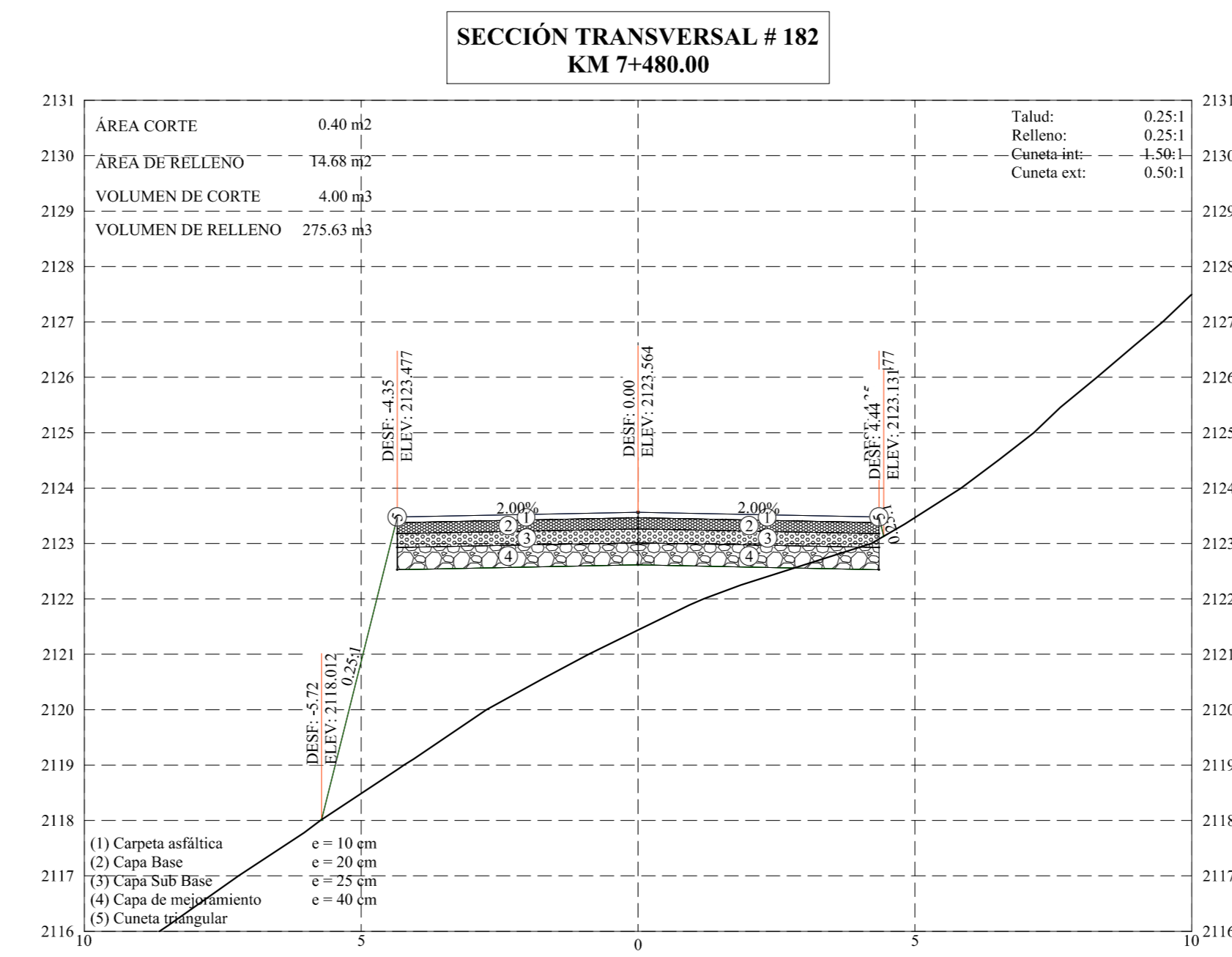
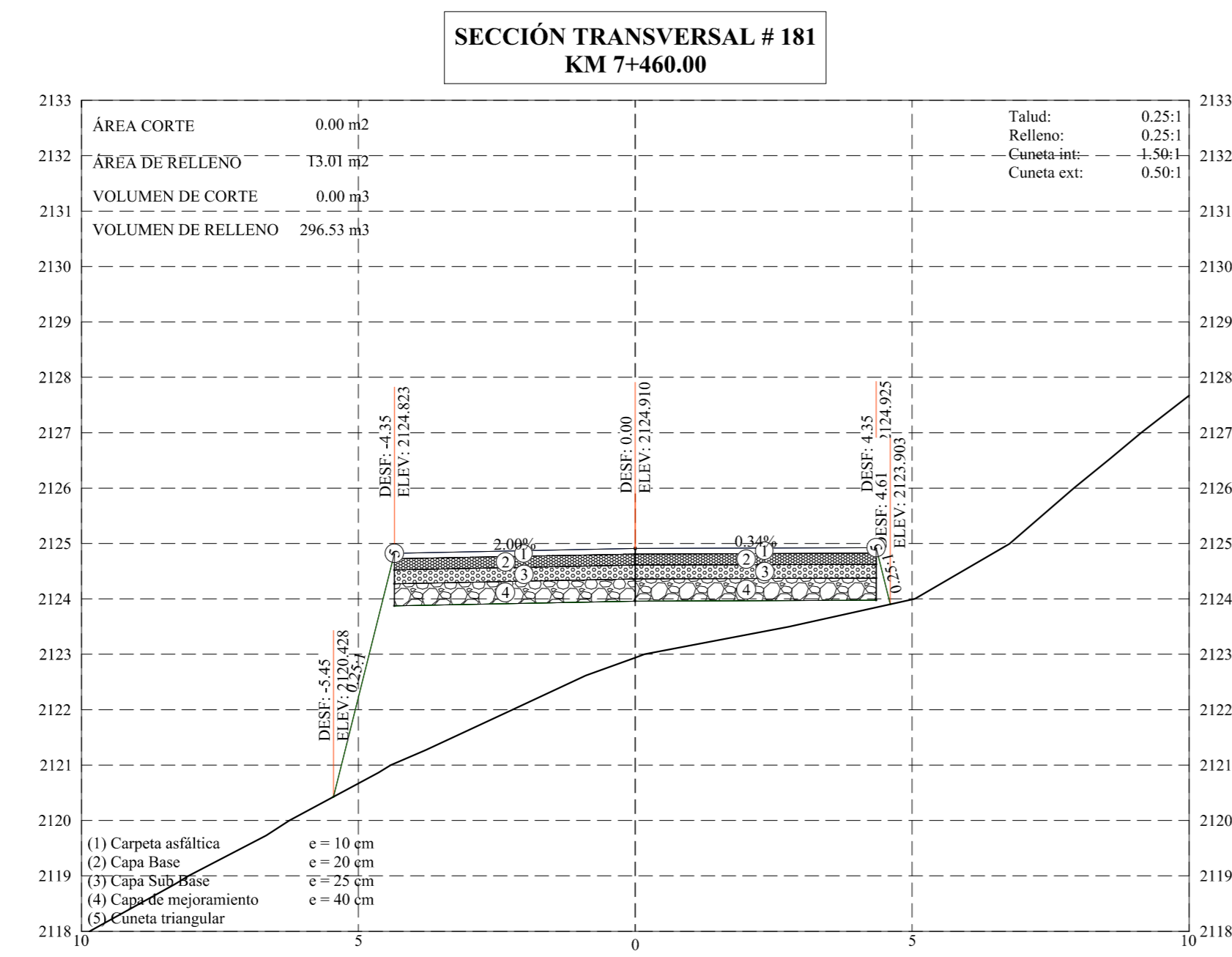
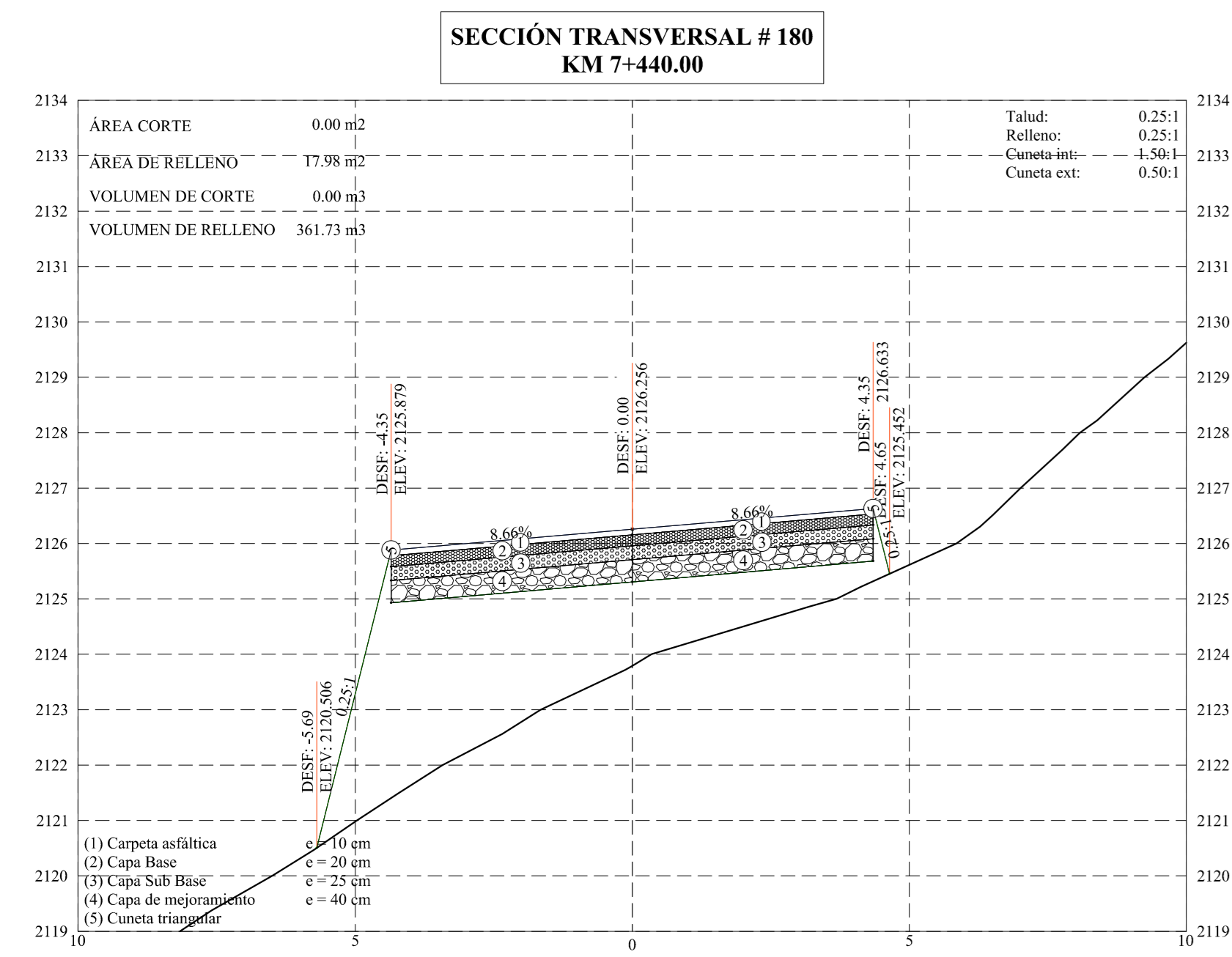
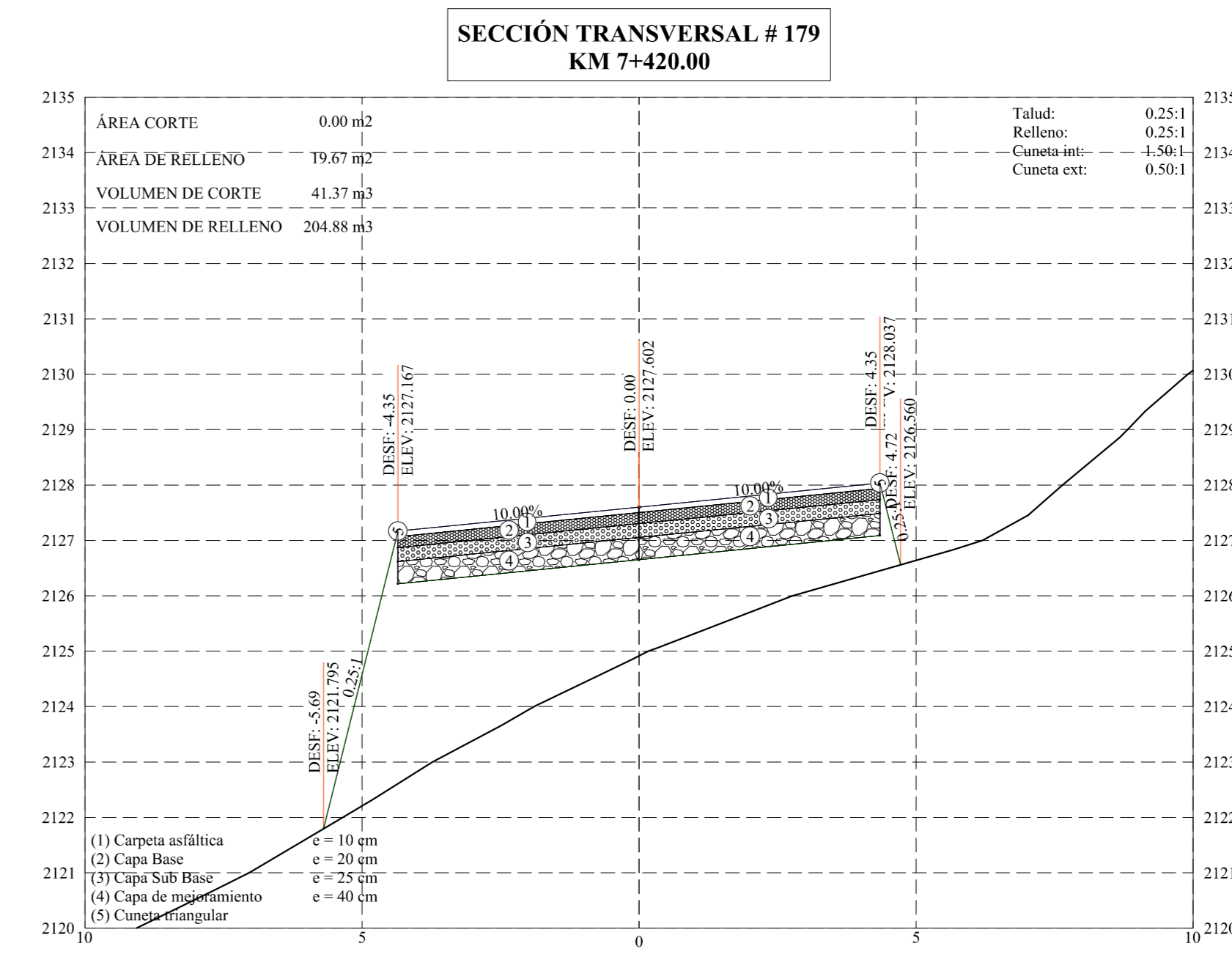
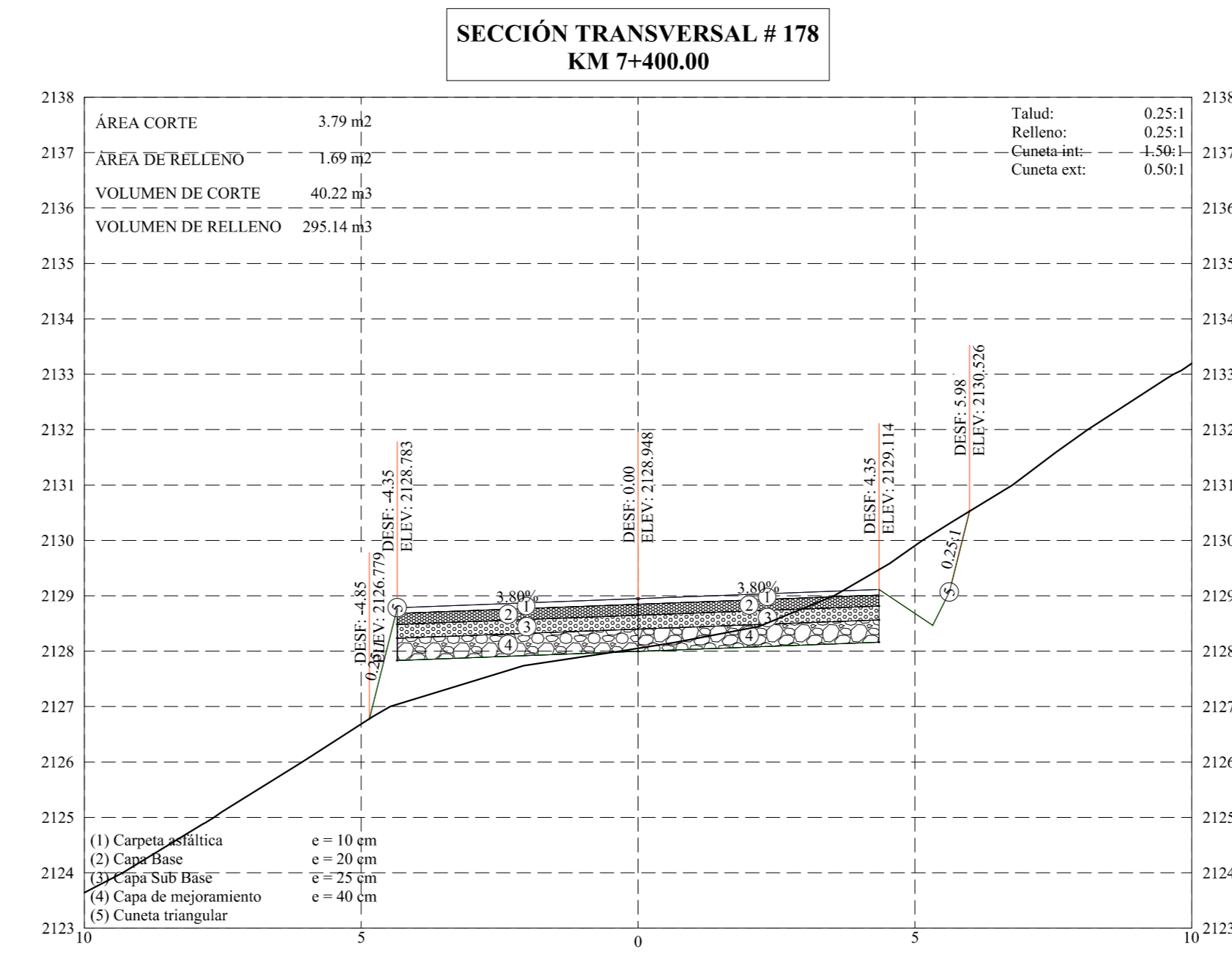
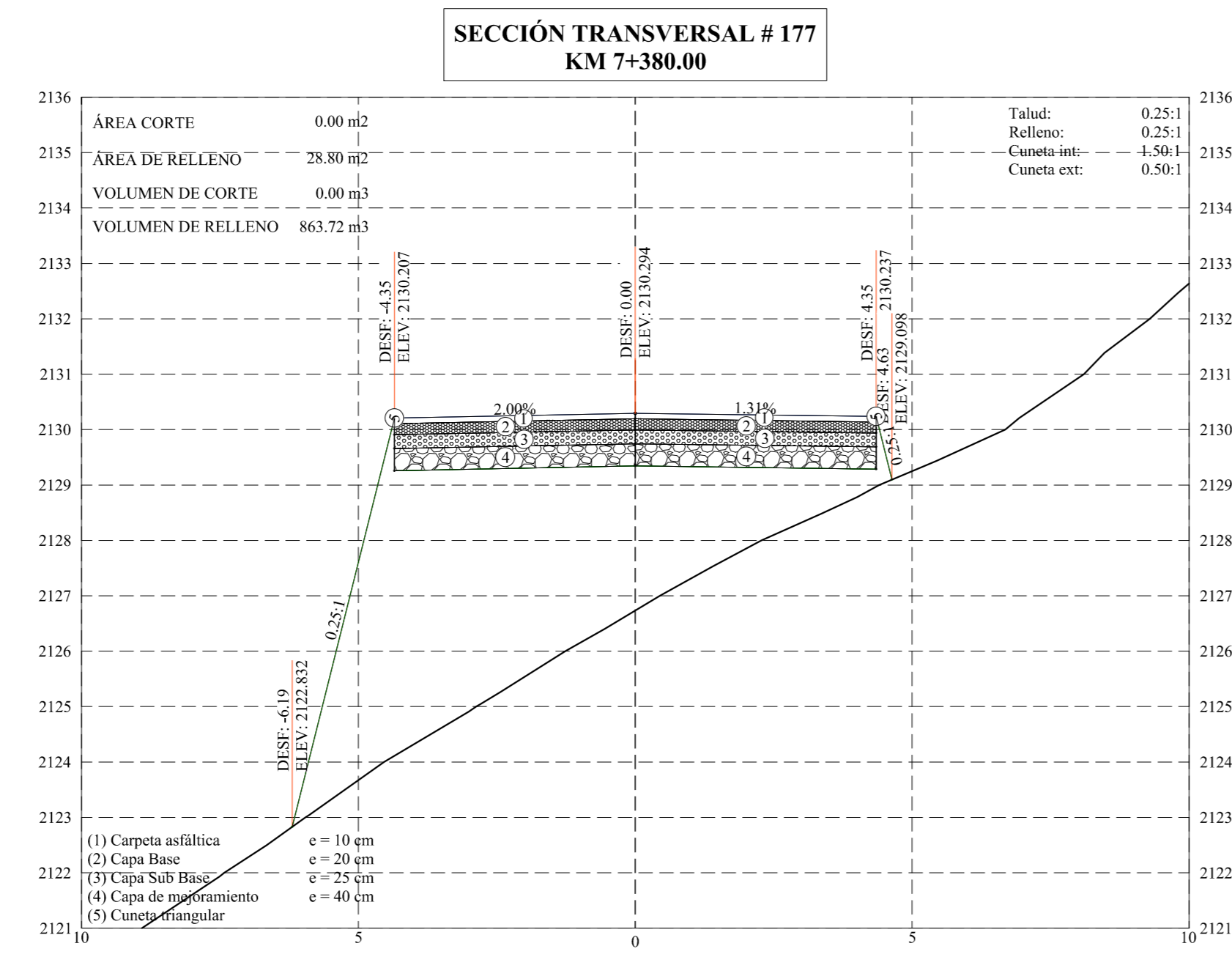
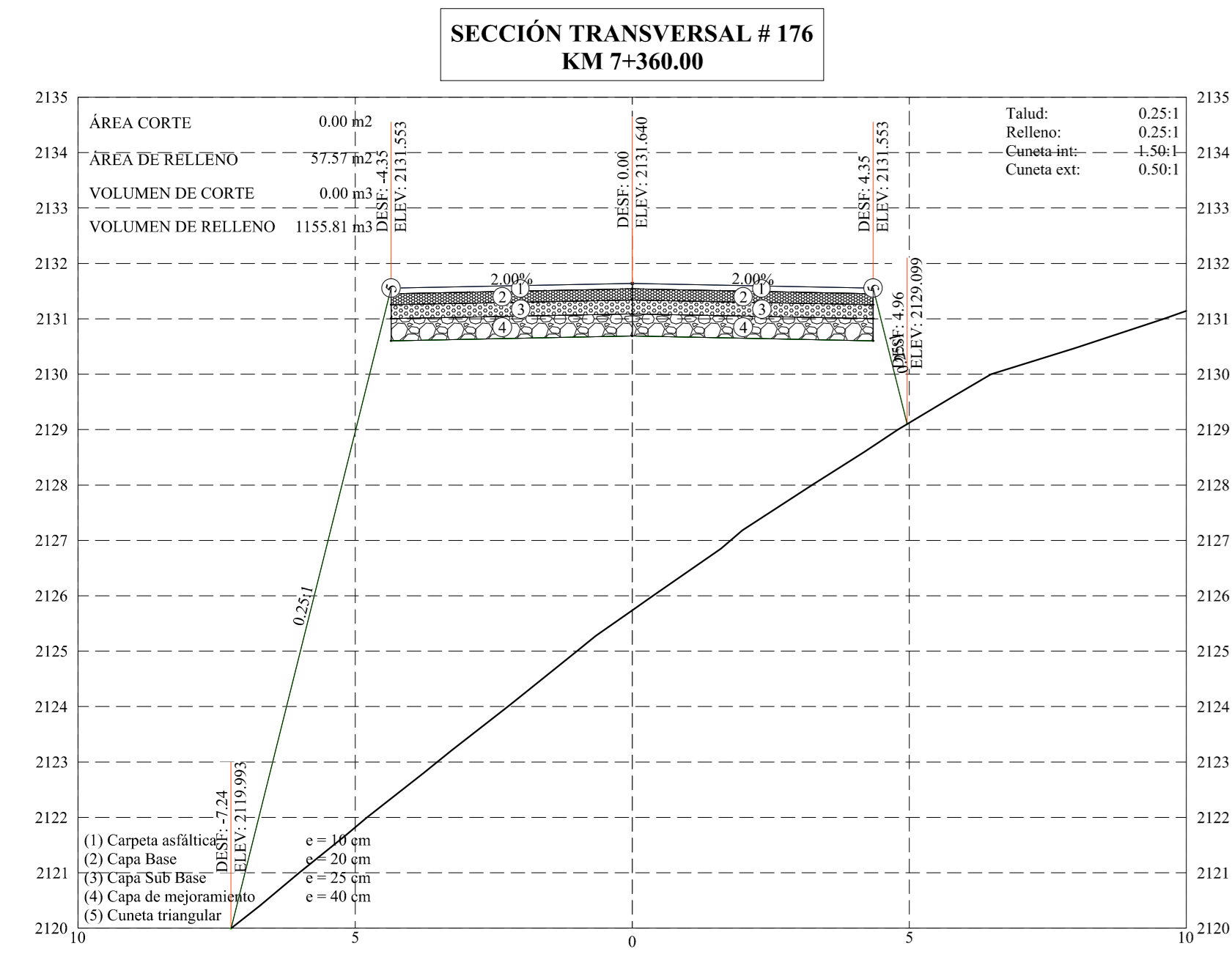
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PAMPLONATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4 + 000 HASTA 7 + 900 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGOLA DE LA PROVINCIA DE COTACACHI"

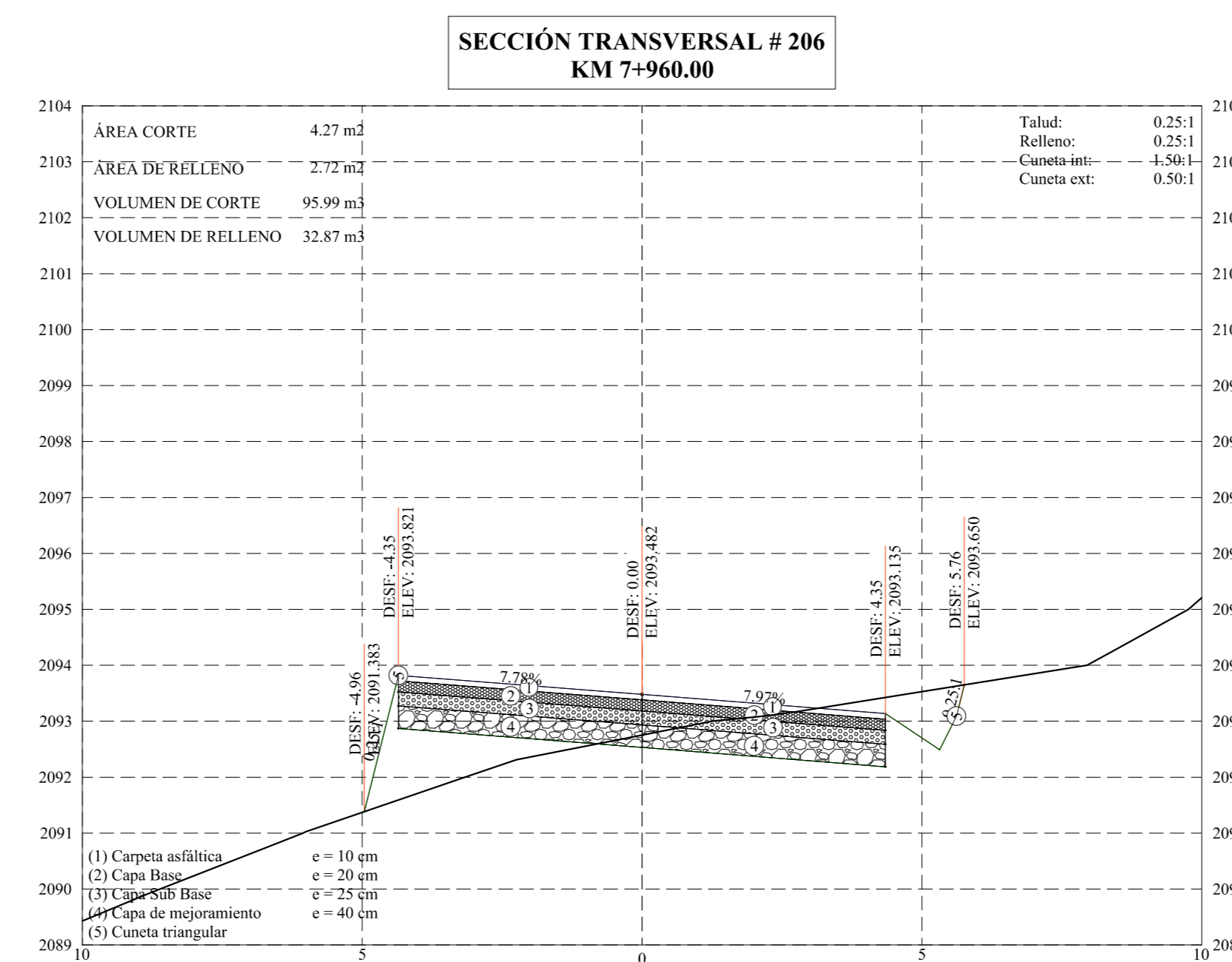
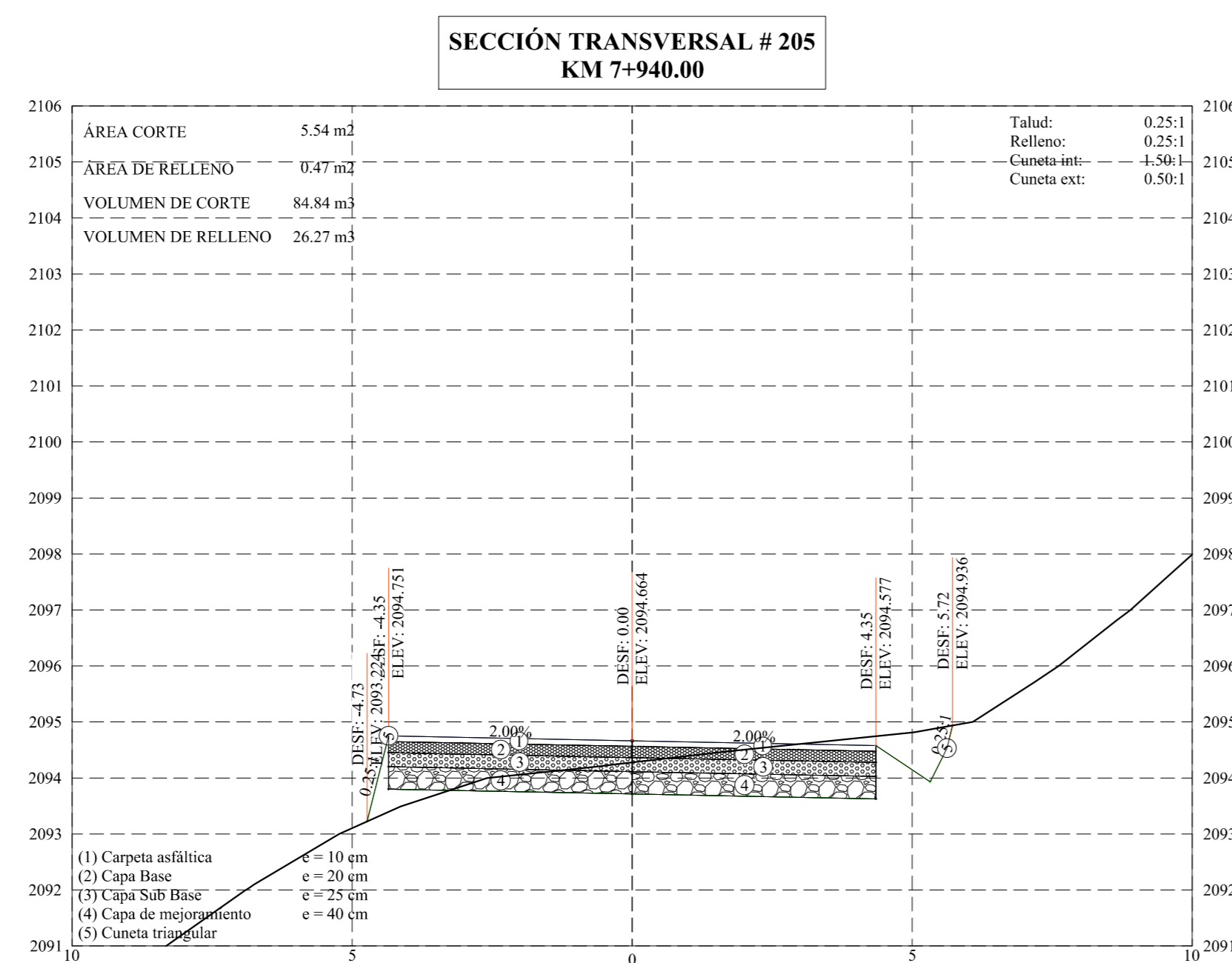
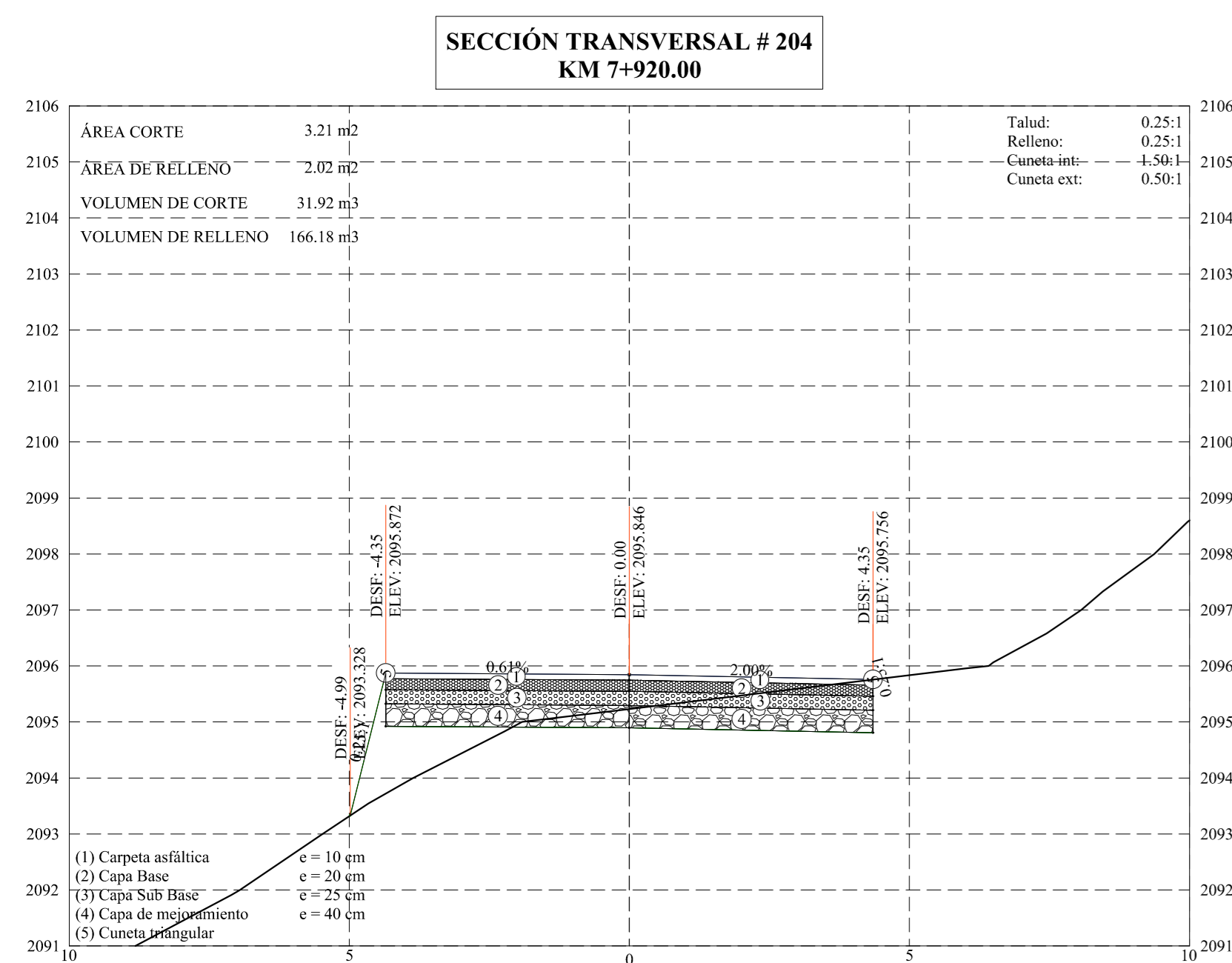
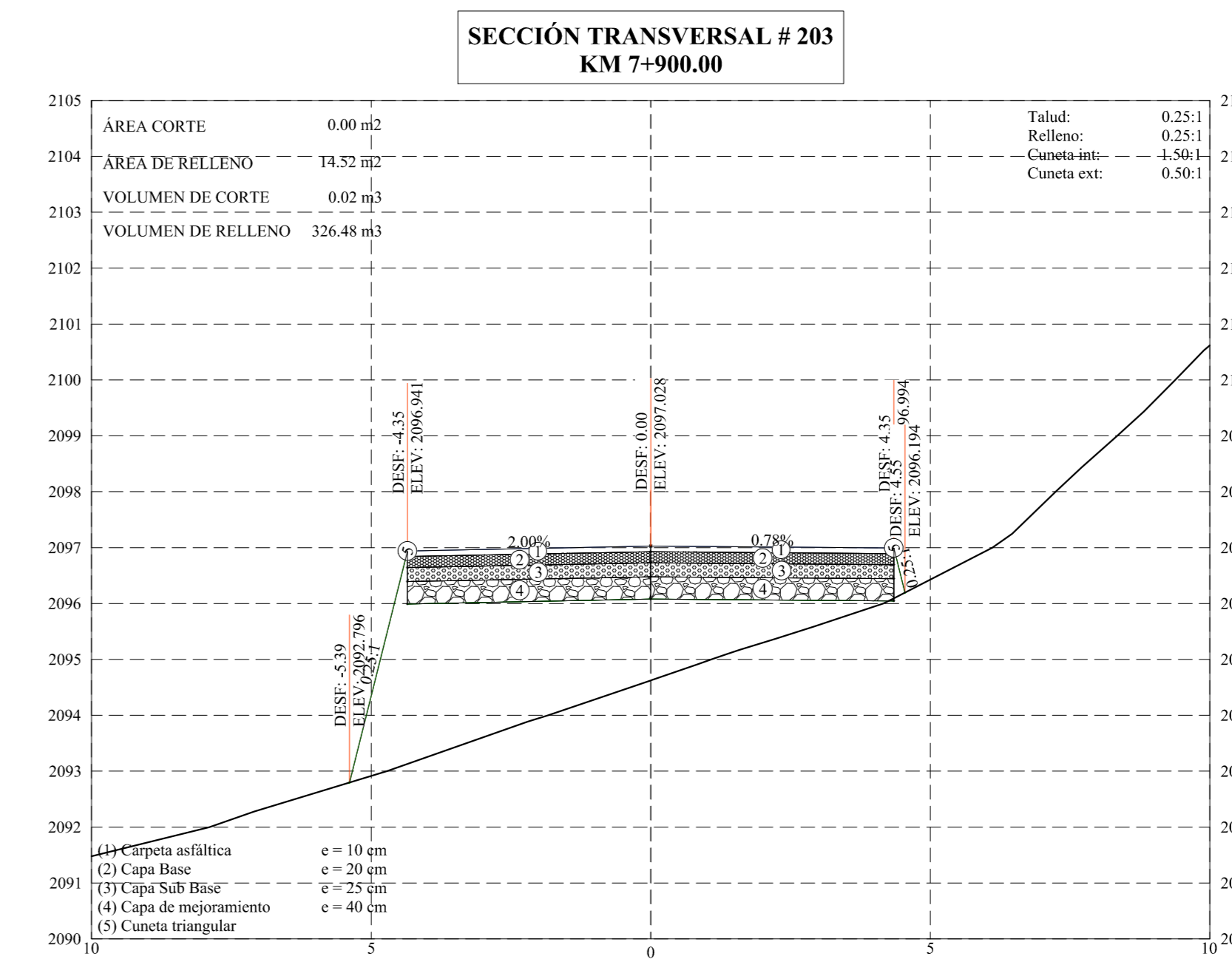
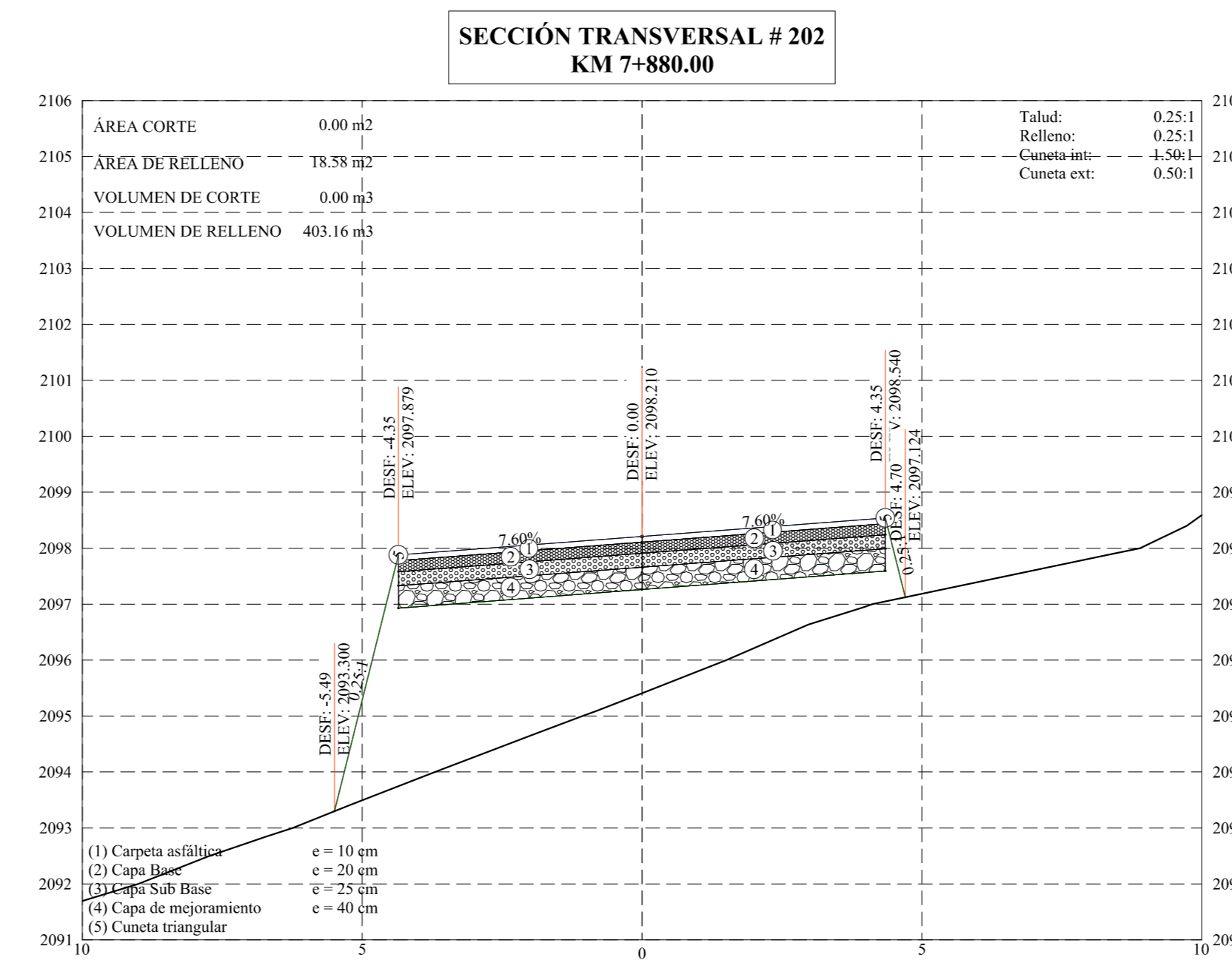
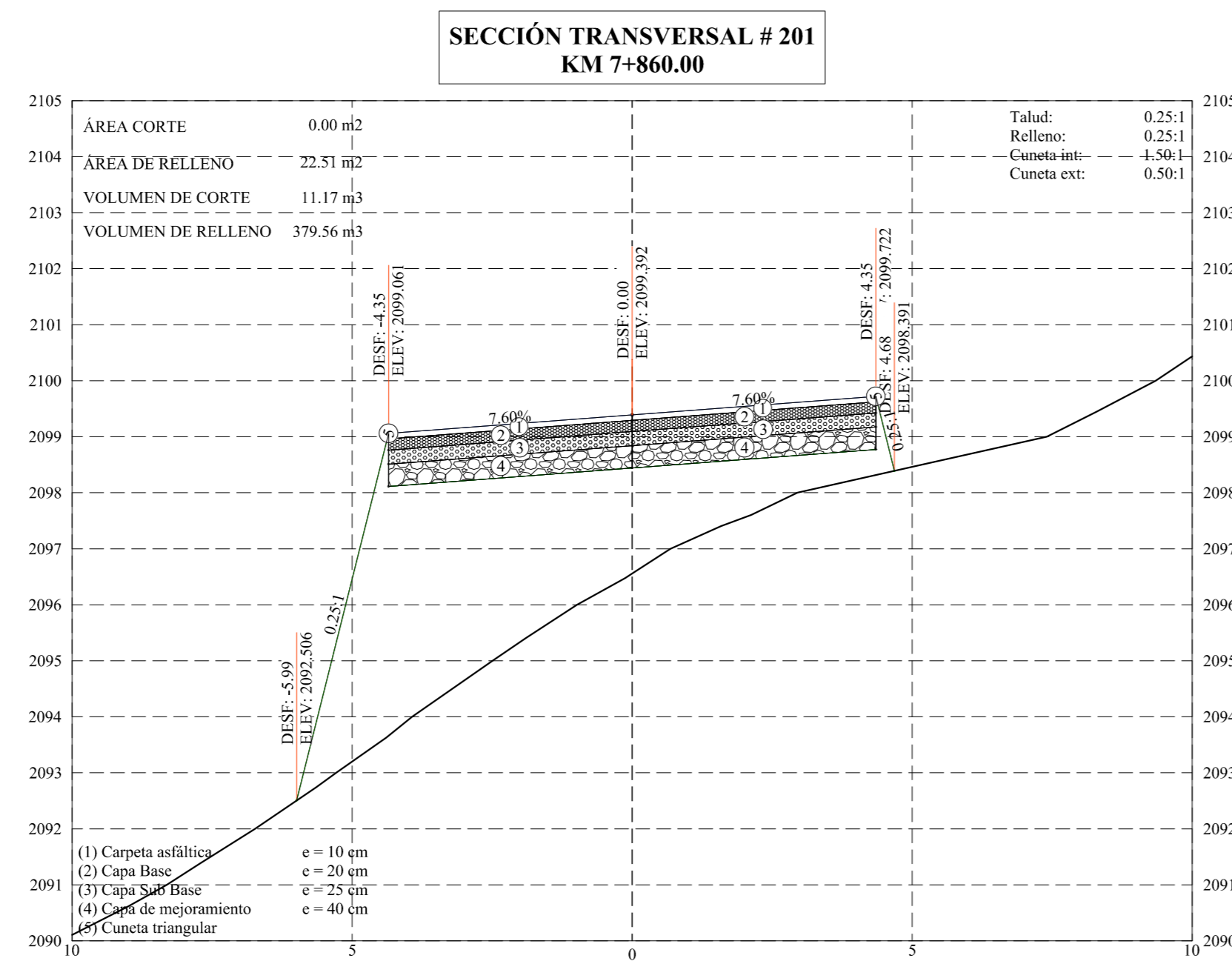
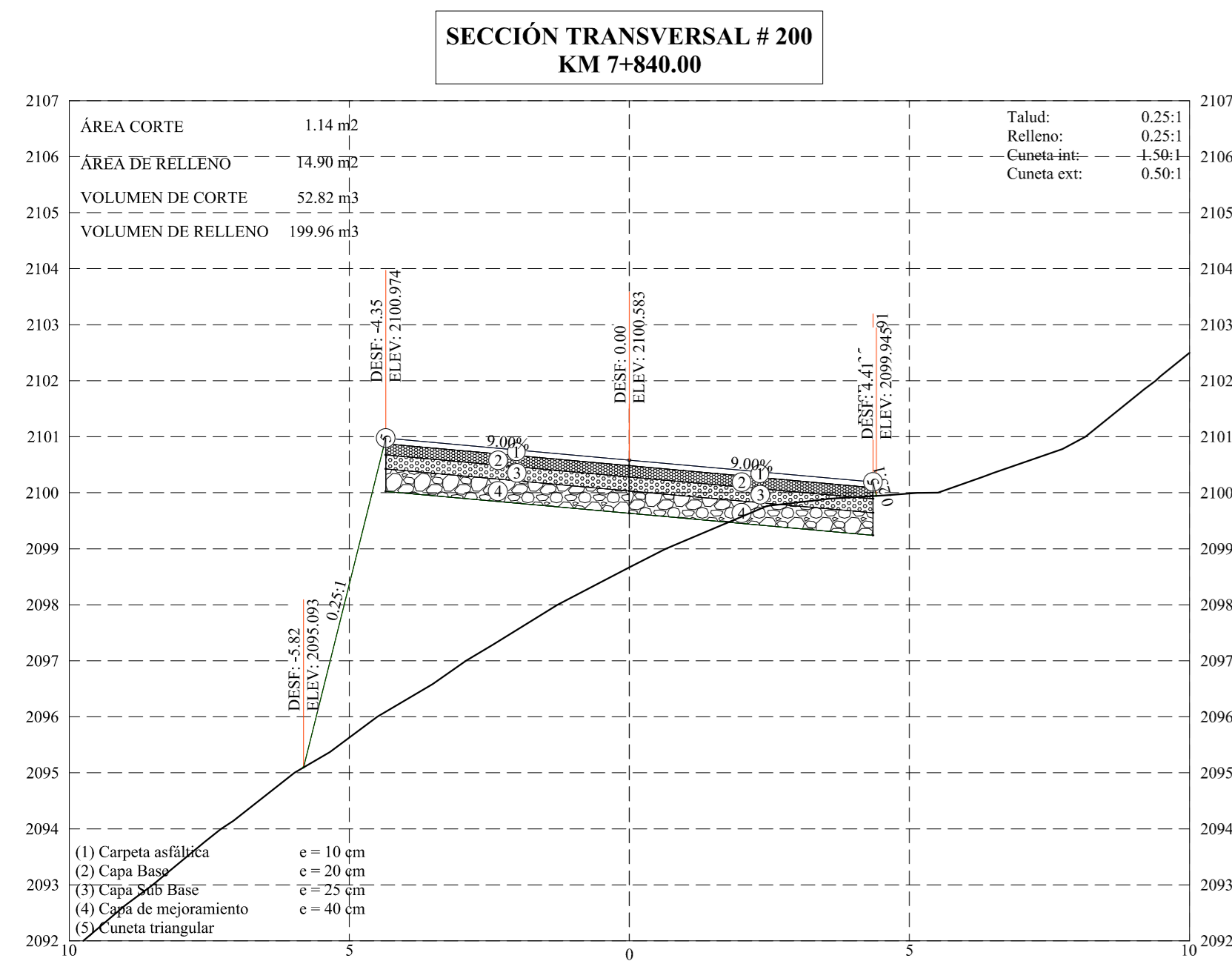
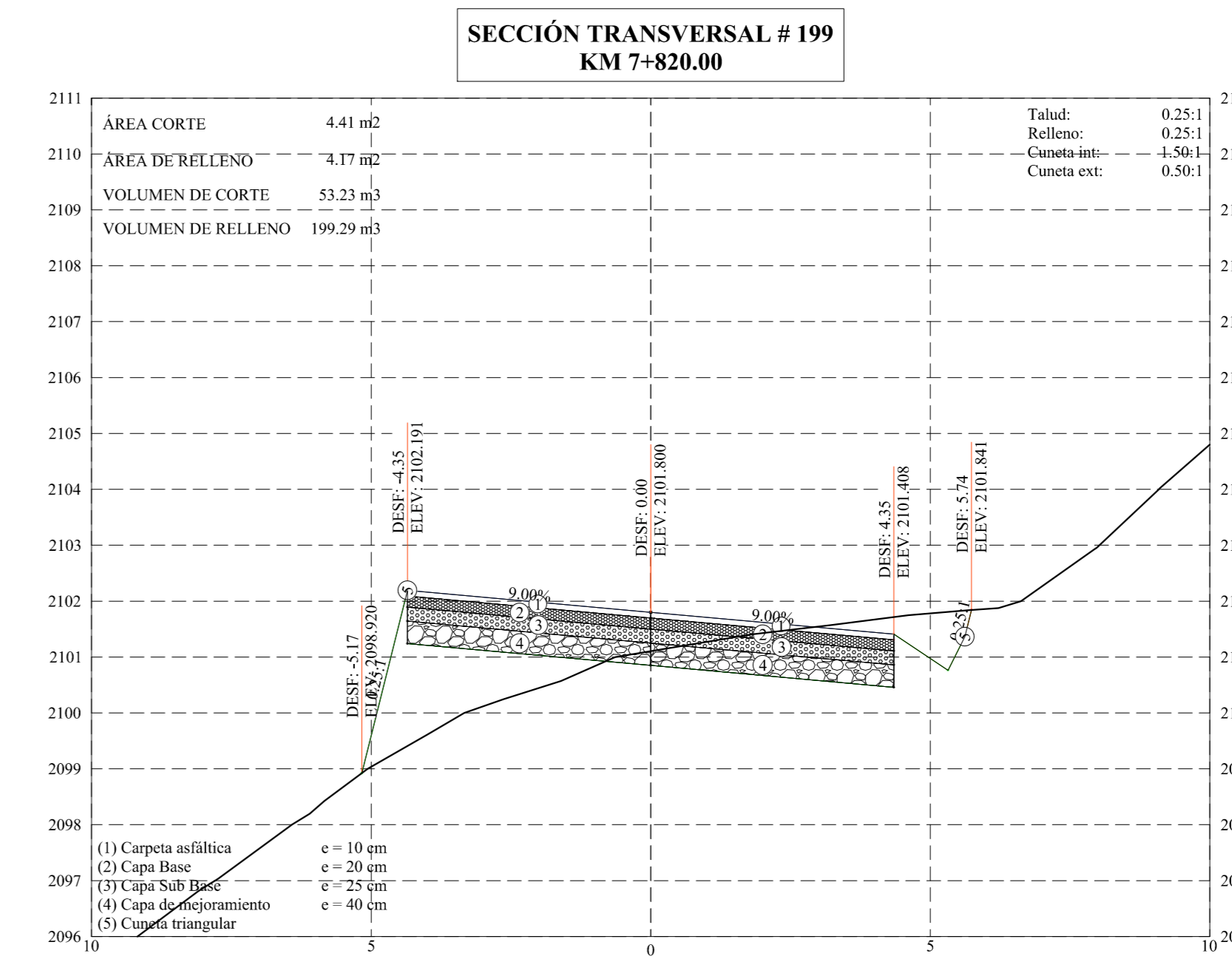
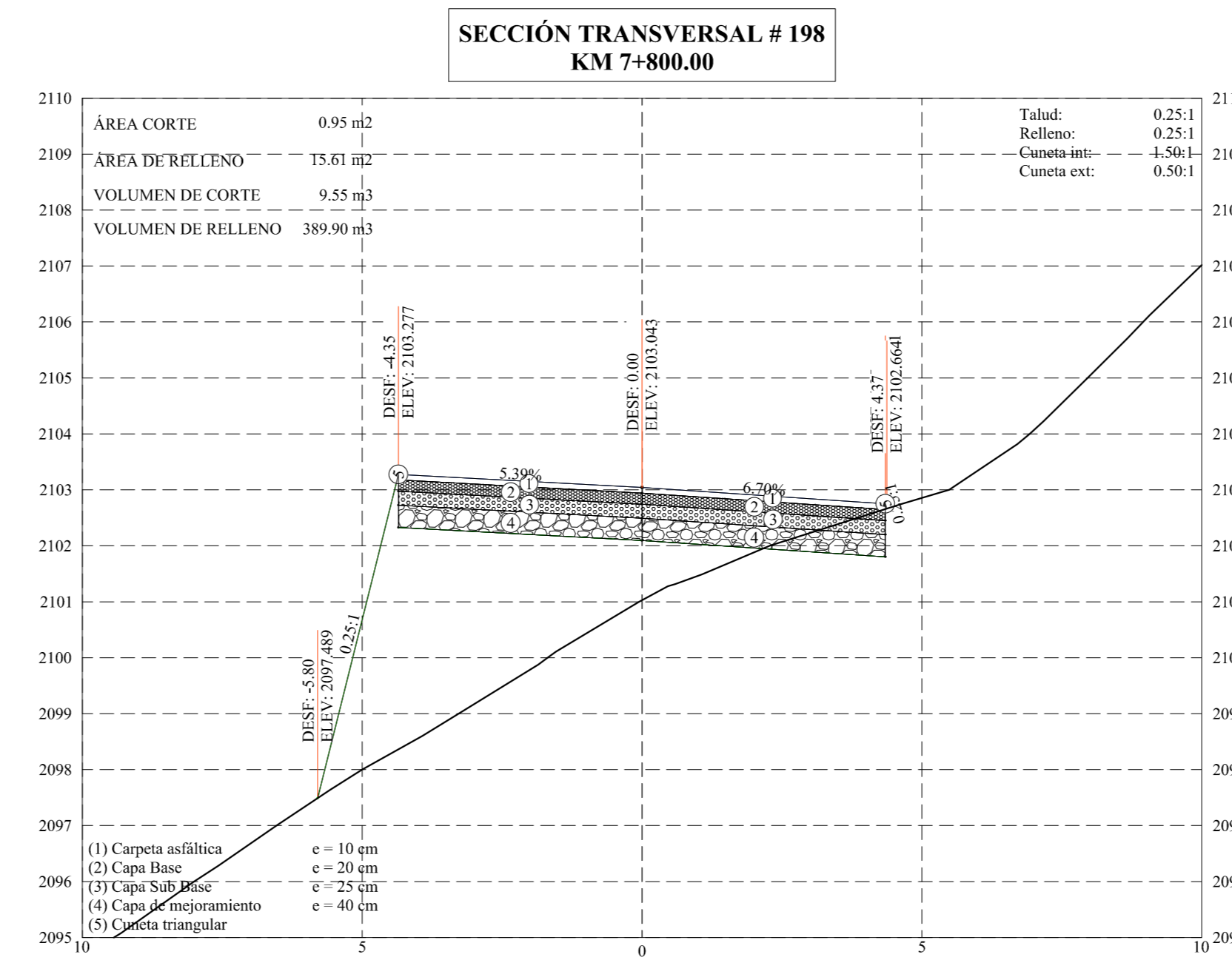
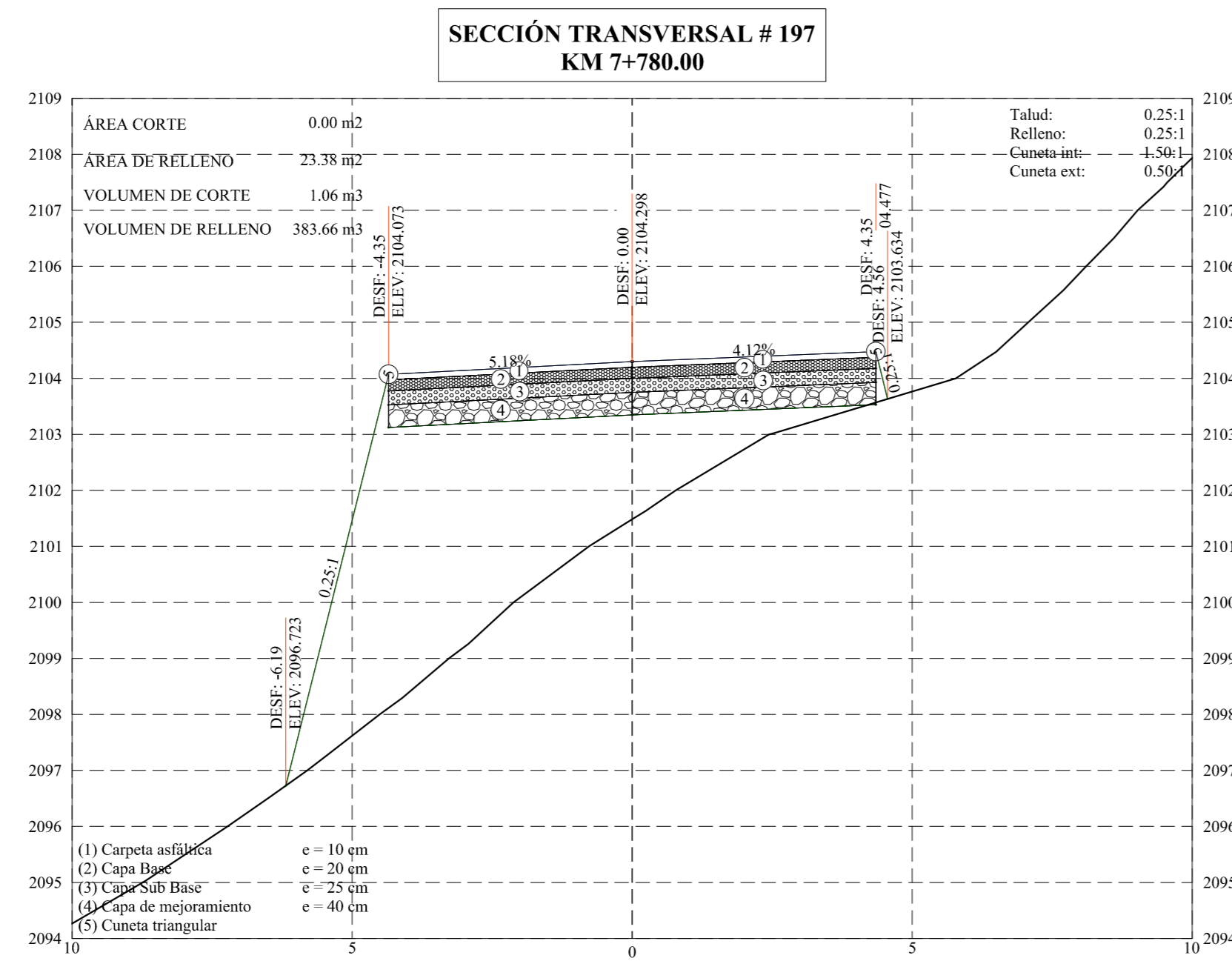
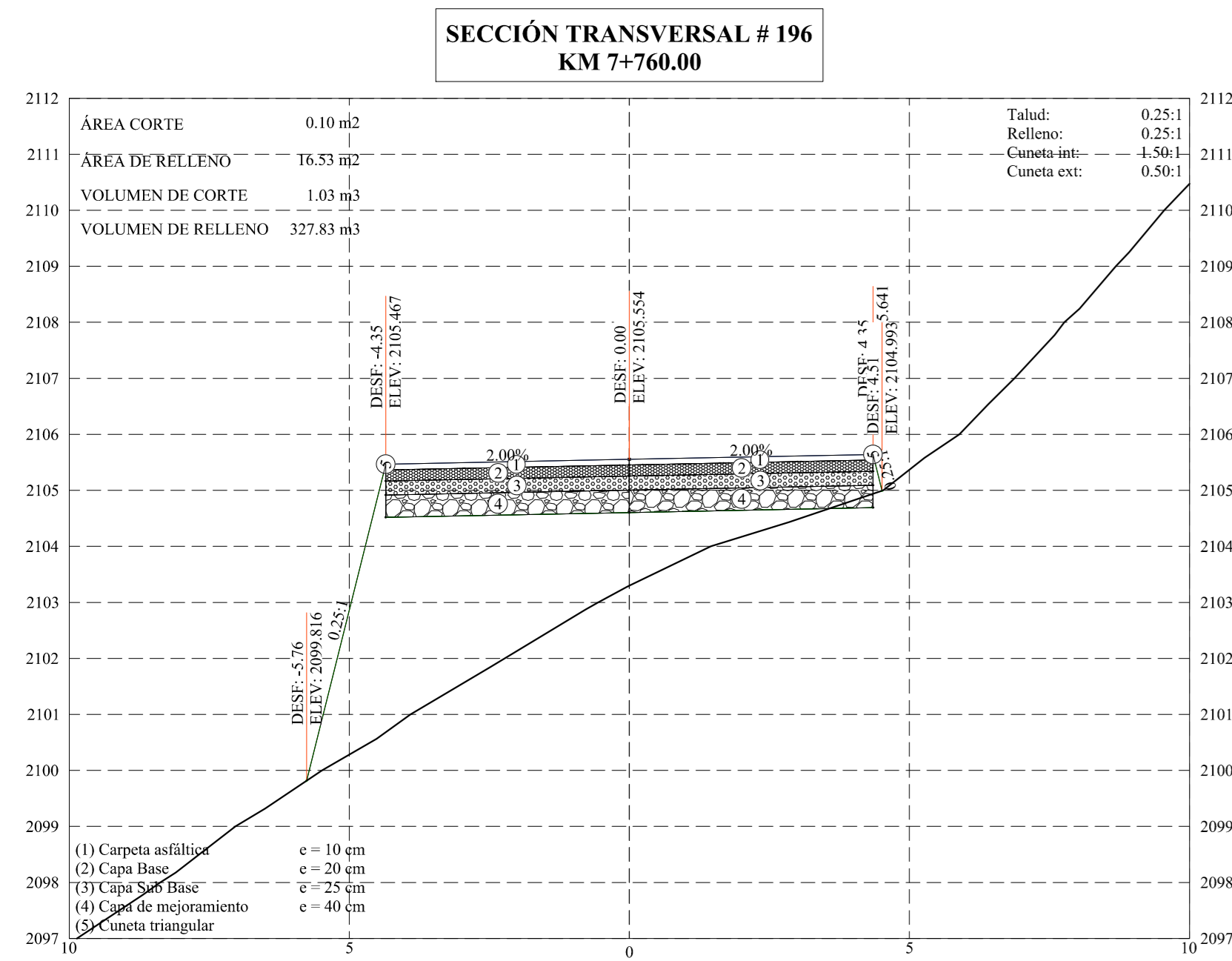
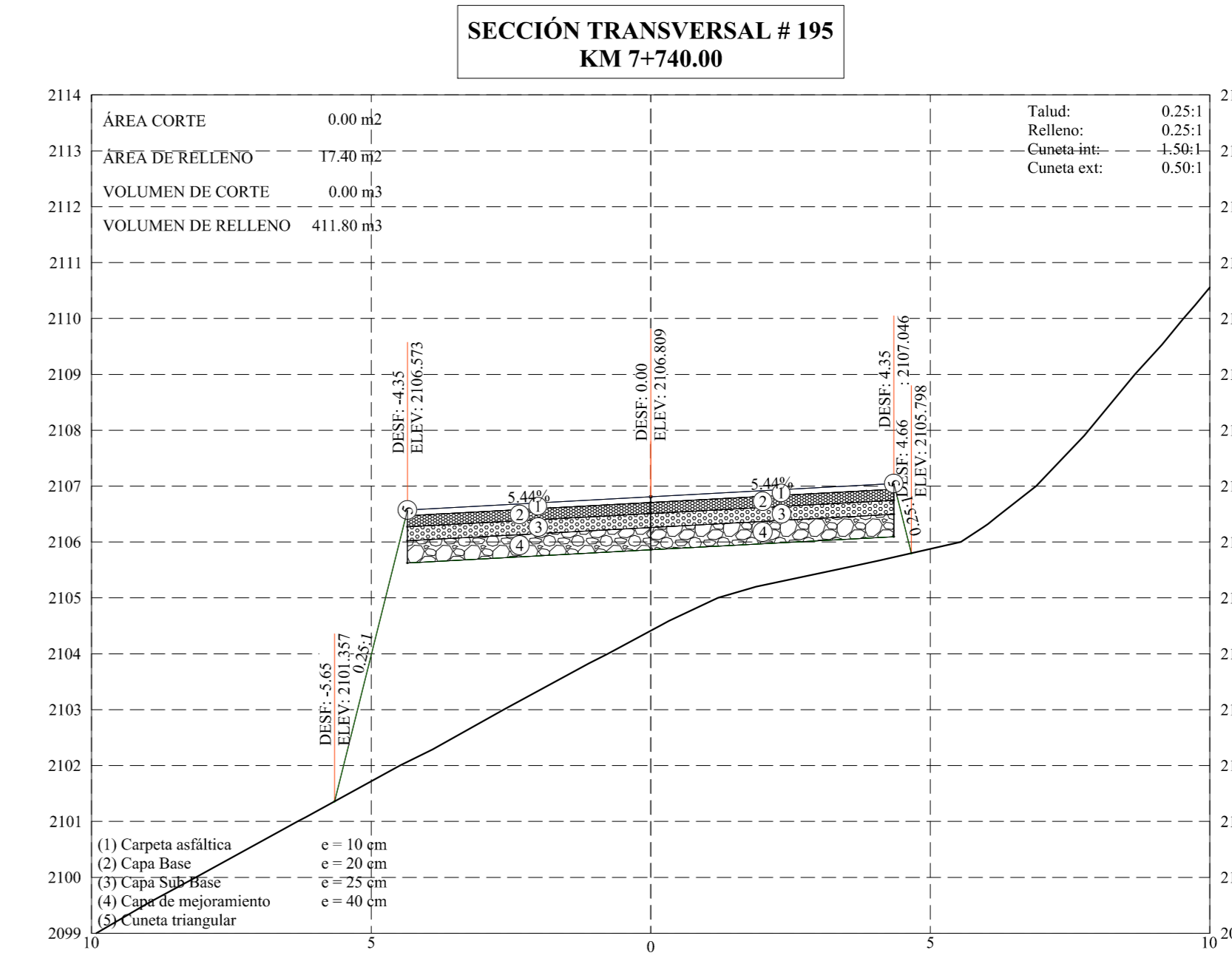
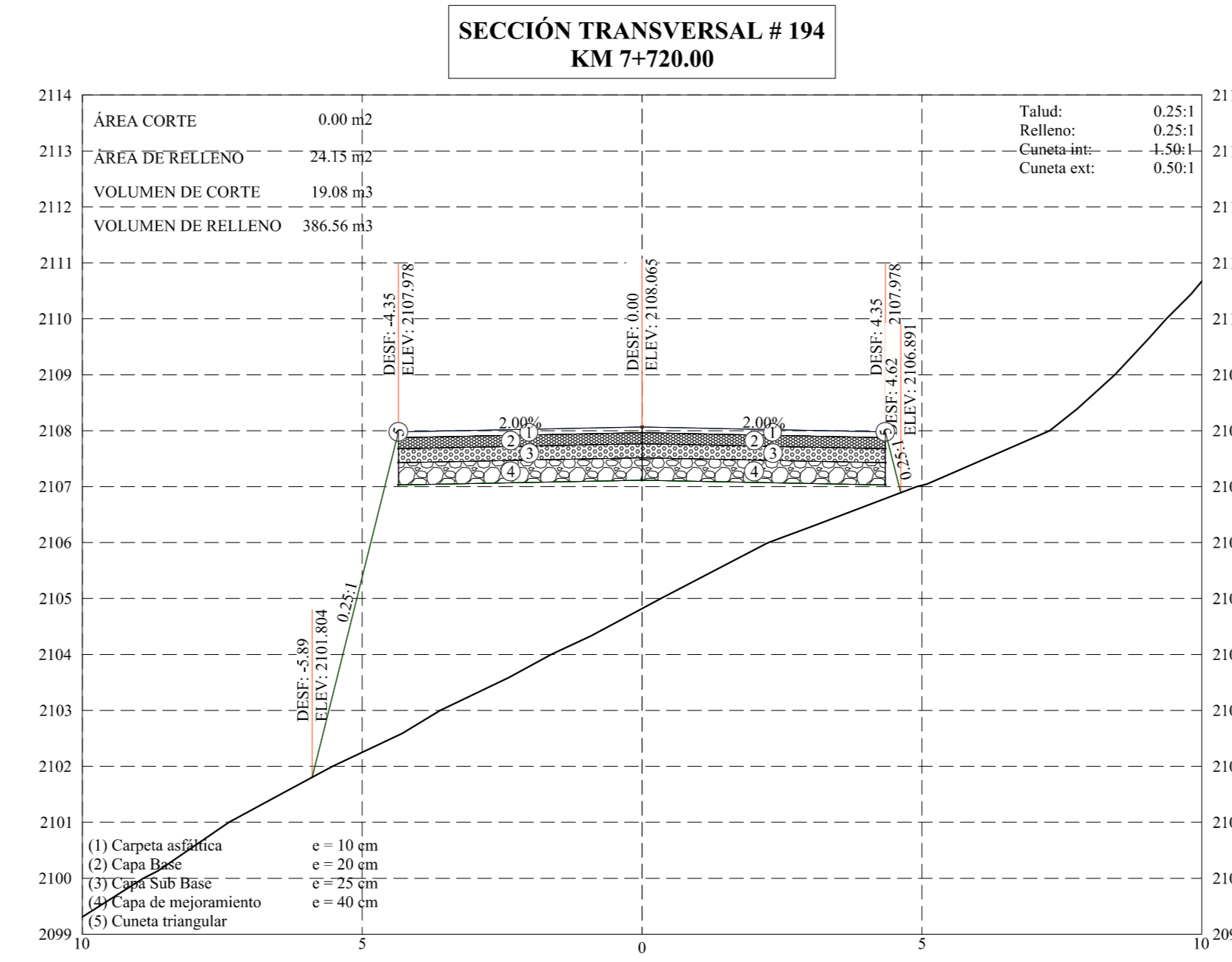
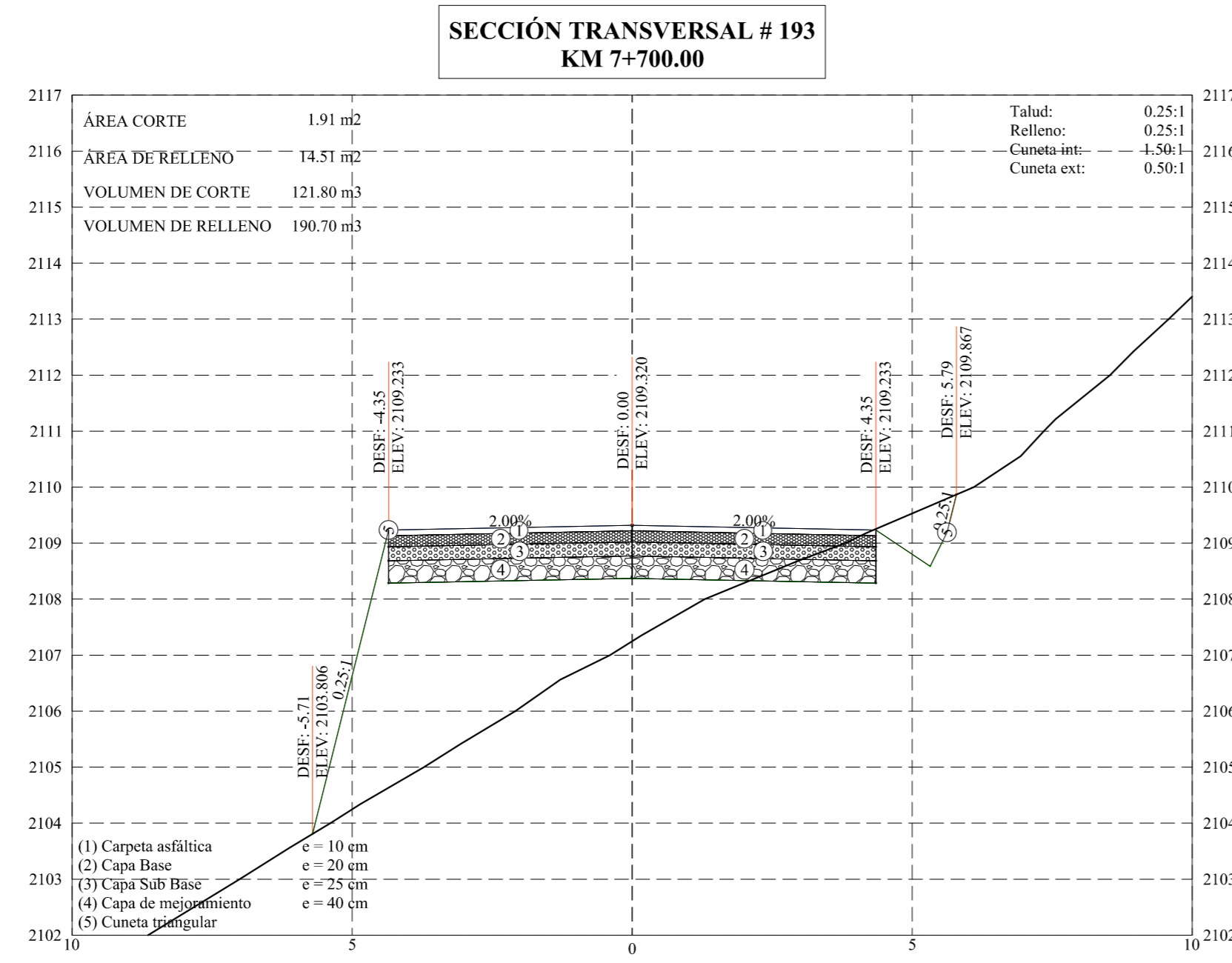
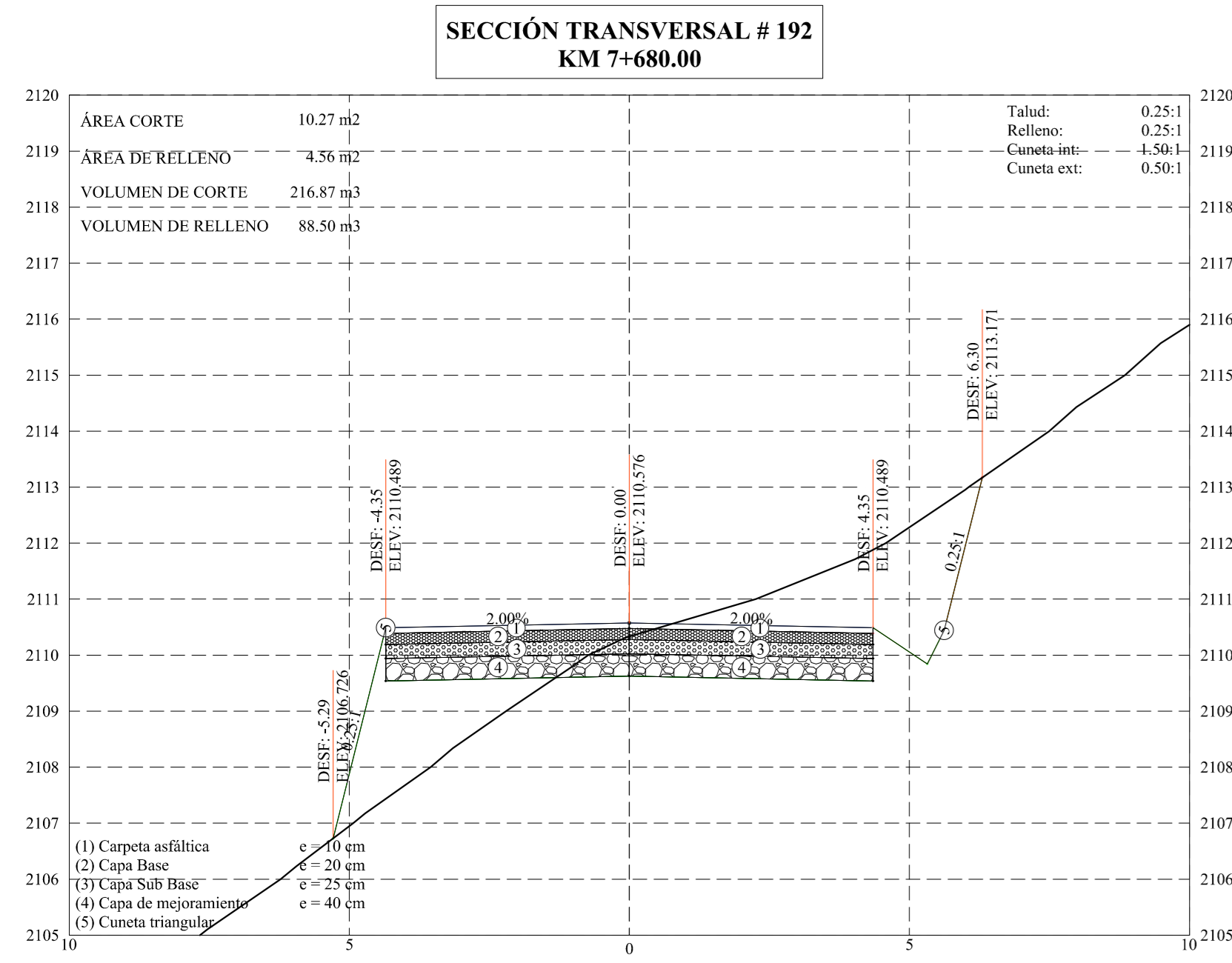
UBICACIÓN: "CANTÓN PANGOLA" FECHA DE ENTREGA: OCTUBRE DEL 2020

ELABORADO POR: EDRO KLEITON GUERRERO	REVISADO POR: ING. MGS. MIELEN ALDAS D.	CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES A CADA 20 M
---	--	--

KILOMETRO POR PLANO: 1:100 ESCALA: 1:100 LÁMINA N°: 12/15







UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PAMPLONATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 4 + 000 HASTA 7 + 900 PERTINENCIENTE AL CANTÓN PANGOLA DE LA PROVINCIA DE COTACACHI"		
UBICACIÓN: "CANTÓN PANGOLA"		FECHA DE ENTREGA: OCTUBRE DEL 2020
DISEÑADO POR: ESTUDIANTE: EGBD. KLEITON GUERRERO	REVISADO POR: DOCENTE TUTOR: ING. MGS. MILTON ALDAS D.	CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES A CADA 20 M
KILOMETRO POR PLANO: 1:500	ESCALA: 1:100	LÁMINA No: 15/15