



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN
CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABSCISA 5+800 HASTA LA ABSCISA 8+700 KM,
PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTORES: JAIRO ISMAEL BUESTAN SANCHEZ

MARJORIE GABRIELA VILLA CHUCHUCA

TUTOR: ING. IVÁN ALEJANDRO MEJÍA REGALADO, MSc.

Cuenca - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Jairo Ismael Buestan Sanchez con documento de identificación N° 0106026891 y Marjorie Gabriela Villa Chuchuca con documento de identificación N° 0107586406; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 1 de febrero del 2024

Atentamente,



Jairo Ismael Buestan Sanchez

0106026891



Marjorie Gabriela Villa Chuchuca

0107586406

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Jairo Ismael Buestan Sanchez con documento de identificación N° 0106026891 y Marjorie Gabriela Villa Chuchuca con documento de identificación N° 0107586406, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Diseño geométrico y estructural de pavimento de la vía San Cristóbal-Malima de la abscisa 5+800 hasta la abscisa 8+700 km, perteneciente al cantón Paute provincia del Azuay”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

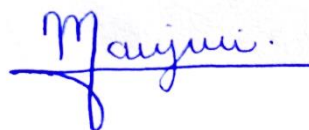
Cuenca, 1 de febrero del 2024

Atentamente,



Jairo Ismael Buestan Sanchez

0106026891



Marjorie Gabriela Villa Chuchuca

0107586406

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Iván Alejandro Mejía Regalado con documento de identificación N° 0101883841, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABSCISA 5+800 HASTA LA ABSCISA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY, realizado por Jairo Ismael Buestan Sanchez con documento de identificación N° 0106026891 y por Marjorie Gabriela Villa Chuchuca con documento de identificación N° 0107586406, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 1 de febrero del 2024

Atentamente,



Ing. Iván Alejandro Mejía Regalado, MSc.

0101883841

DEDICATORIA

De manera especial y con mucho amor a mis padres Ayda y Marco, por su apoyo incondicional y fe ciega en mí, ya que gracias a eso he cumplido esta meta tan importante en mi vida.

A mi tía Luli por estar siempre para mí, cuidándome y aconsejándome.

Marjorie Gabriela Villa Chuchuca.

A mis padres, Mayra y Milton, así como a mi hermano Renato, quienes con amor incondicional y sacrificios innumerables han sido mi fuente de inspiración y apoyo inquebrantable a lo largo de este arduo camino académico. Su dedicación y valores han forjado la persona que soy hoy. Este trabajo está dedicado a ustedes, mis pilares, quienes han sostenido mis sueños con amor y paciencia.

Jairo Ismael Buestan Sanchez.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincera gratitud a mis padres, Ayda y Marco, por su amor incondicional y su respaldo moral. Su confianza en mí ha sido fundamental para este logro, a pesar de las dificultades. Además, quiero expresar mi gratitud a mi tía Luli, quien se tomó el tiempo de escucharme y brindarme su apoyo, y a mi abuelita Aurora, quien supo estar presente cuando más los necesitaba. Todo esto no habría sido posible sin su ayuda. Su amor y sacrificio me han guiado a través de este viaje académico.

A Jairo por todo el esfuerzo, dedicación y compromiso que puso en este proyecto, gracias a lo cual se terminó satisfactoriamente. El apoyo mutuo que nos hemos brindado nos ha ayudado a alcanzar este logro en nuestras vidas.

A mi tutor de proyecto ingeniero Iván Mejía. Su experiencia, comprensión, paciencia y guía contribuyeron a mi experiencia académica.

A mis amigos y compañeros que me acompañaron en momentos difíciles y felices durante este largo y difícil camino. Cada uno de ustedes ha ayudado a fortalecer mi ánimo y mi fortaleza.

Marjorie Gabriela Villa Chuchuca.

Agradezco a mis Padres, este logro también es suyo.

A Marjorie, le dedico un agradecimiento especial. Su apoyo incondicional, paciencia y comprensión fueron mi sostén emocional a lo largo de este proceso académico. Juntos hemos compartido no solo los desafíos académicos, sino también las alegrías de cada pequeño logro.

Mi agradecimiento se extiende a mis amigos, quienes han compartido risas, preocupaciones y momentos inolvidables de esta travesía académica. Su apoyo y compañía han sido una alegría en los momentos difíciles.

Quiero agradecer a mi tutor de proyecto Ing. Iván Mejía, por su guía y orientación que ha sido fundamental para el desarrollo de este trabajo.

Quisiera tomarme un momento para agradecerme a mí mismo. A lo largo de esta travesía, he aprendido a superar obstáculos, a persistir ante la adversidad y a crecer como individuo. Reconozco mi dedicación y esfuerzo, y celebro el compromiso que he mantenido con este proyecto. A veces, es importante recordar que el viaje es tan valioso como la meta, y me agradezco por haber abrazado cada etapa con determinación y pasión.

Jairo Ismael Buestan Sanchez.

RESUMEN

Una vía en mal estado, es decir, con deficiente diseño geométrico y de pavimento compromete la seguridad vial, afecta el flujo vehicular, puede ocasionar daños a los vehículos y a la calidad de vida de los residentes cercanos. También puede influir en el desarrollo económico de la zona al dificultar el transporte de bienes y personas. La vía San Cristóbal-Malima, ubicada en el cantón Paute provincia del Azuay requiere de un diseño geométrico y estructural de pavimento. La necesidad de esta intervención se deriva de su estado actual, ya que es una vía de lastre con baches a lo largo de toda la calzada, no cuenta con cunetas ni señalización, lo que subraya la urgencia de mejorar la infraestructura vial en este lugar.

Para abordar el problema planteado, se aplicó una metodología basada en la normativa ecuatoriana pertinente para diseño geométrico de carreteras y en la normativa internacional de la AASHTO 93, específicamente para el diseño de pavimentos. La utilización de estas normativas permitió garantizar la seguridad, durabilidad y eficiencia del pavimento, considerando las condiciones locales.

Se decidió completar la estructura de la carretera con mejoramiento, subbase, base y la capa de pavimento flexible. Es importante señalar que la carretera se rediseñó para cumplir las normas establecidas por el MTOP. También se realizó el diseño geométrico de las cunetas laterales, así como una evaluación de las alcantarillas existentes. Posteriormente, se elaboró el presupuesto estimado para la construcción de esta vía.

PALABRAS CLAVES

Vía, deficiente, pavimento, lastre, calzada, cunetas, señalización, normativa, AASHTO 93, flexible, diseño, alcantarillas.

ABSTRACT

A road in poor condition, i.e., with poor geometric and pavement design, compromises road safety, affects vehicular flow, and can cause damage to vehicles and the quality of life of nearby residents. It can also affect the economic development of the area by hindering the transportation of goods and people. The San Cristóbal-Malima road, located in the Paute canton in the Azuay province, requires a geometric and structural pavement design. The need for this intervention stems from its current state, since it is a ballast road with potholes along the entire length of the roadway, with no ditches or signage, which underscores the urgency of improving the road infrastructure in this area.

To address the problem, a methodology was applied based on the relevant Ecuadorian regulations for road geometric design and on the AASHTO 93 international standards, specifically for pavement design. The use of these standards ensured the safety, durability and efficiency of the pavement, considering local conditions.

It was decided to complete the road structure with improvement, subbase, base and flexible pavement layer. It is important to note that the road was redesigned to meet the standards established by the MTOP. The geometric design of the lateral ditches was also carried out, as well as an evaluation of the existing culverts. Subsequently, the estimated budget for the construction of this road was prepared.

KEYWORDS

Road, deficient, pavement, ballast, roadway, ditches, signage, standards, AASHTO 93, flexible, design, culverts.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO 1	21
1 GENERALIDADES.....	21
1.1 Introducción	21
1.2 Problema de estudio	21
1.2.1 Planteamiento del problema.....	21
1.2.2 Antecedentes	22
1.2.3 Justificación.....	23
1.2.4 Delimitación	25
1.2.4.1 Ubicación	25
1.2.4.1.1 Coordenadas	25
1.2.5 Estado del arte	26
1.3 Objetivos	29
1.3.1 Objetivo general	29
1.3.1.1 Objetivos específicos.....	29
CAPÍTULO 2	30
2 MARCO TEÓRICO.....	30
2.1 Estudios	30
2.1.1 Topografía	30
2.1.1.1 Curvas de nivel.....	30
2.1.2 Carreteras	30
2.1.2.1 Clasificación de carreteras	31

2.1.2.1.1 Según su función	31
2.1.2.1.2 Según su terreno	31
2.1.2.1.3 Según el tráfico proyectado.....	32
2.1.3 Tráfico	32
2.1.3.1 Tráfico promedio diario anual (TPDA).....	32
2.1.3.2 Tráfico actual.....	33
2.1.3.3 Tráfico futuro	33
2.1.3.4 Variaciones de tráfico.....	33
2.1.3.4.1 Factores de variación.....	34
2.1.3.5 Tráfico proyectado	34
2.1.4 Estudio de suelo	35
2.1.4.1 Granulometría.....	35
2.1.4.2 Límites de Atterberg.....	35
2.1.4.3 Clasificación de los suelos	35
2.1.4.3.1 Sistema de clasificación AASHTO	36
2.1.4.3.2 Sistema de clasificación SUCS	36
2.2 Diseño geométrico.....	37
2.2.1 Velocidad de diseño	37
2.2.2 Velocidad de circulación.....	37
2.2.3 Diseño geométrico horizontal	38
2.2.3.1 Curvas circulares simples.....	38
2.2.3.2 Radios mínimos de curvatura horizontal.....	40
2.2.3.4 Peralte.....	41
2.2.3.5 Transición de peralte	42
2.2.3.6 Sobreechancho	43

2.2.3.7 Visibilidad en las carreteras	45
2.2.3.7.1 Distancia de visibilidad de parada.....	45
2.2.3.7.2 Distancia de visibilidad de adelantamiento.....	46
2.2.4 Diseño geométrico vertical.....	46
2.2.4.1 Tangentes verticales	46
2.2.4.2 Curvas verticales	47
2.2.4.2.1 Curvas verticales convexas	47
2.2.4.2.2 Curvas verticales cóncavas.....	48
2.3 Diseño de pavimento flexible.....	49
2.3.1 CBR.....	49
2.3.2 Método AASHTO	50
2.3.2.1 Confiabilidad.....	51
2.3.2.2 Desviación estándar.....	52
2.3.2.3 Error estándar combinado	52
2.3.2.4 Índice de serviciabilidad.....	53
2.3.2.5 Determinación de espesor de capas.....	54
2.3.2.5.1 Módulo resiliente de la subrasante	54
2.3.2.5.2 Módulo resiliente y coeficiente estructural de la base y subbase.....	54
2.3.2.5.3 Módulo resiliente y coeficiente estructural de la mezcla asfáltica.....	55
2.3.2.5.4 Condiciones ambientales y de drenaje	56
2.3.2.5.5 Números estructurales (SN)	57
2.3.2.5.6 Espesor de las capas	58
2.4 Diseño de cunetas.....	59
2.4.1 Coeficiente de escorrentía	59
2.4.2 Intensidad de lluvia	59

2.4.3 Sección de canal	61
2.5 Señalización	62
2.5.1 Señalización vertical	63
2.5.1.1 Señales regulatorias.....	63
2.5.1.2 Señales preventivas	63
2.5.2 Señalización horizontal	65
CAPÍTULO 3	65
3 METODOLOGÍA	65
3.1 Materiales y Equipos.....	65
3.1.1 Materiales	65
3.1.1.1 Hitos de hormigón.....	65
3.1.1.2 Clavos de acero	66
3.1.1.3 Pintura	67
3.1.1.4 Libreta de campo.....	67
3.1.2 Equipos.....	67
3.1.2.1 GPS GNSS RTK	67
3.1.2. 2 Radios de comunicación.....	67
3.1.2.3 Flexómetro	68
3.1.2.4 Cinta métrica	68
3.1.2.5 Computador.....	68
3.2 Métodos.....	68
3.2.1 Análisis de campo	68
3.2.1.1 Estudio de tráfico	68
3.2.1.2 Topografía	69
3.2.2 Recopilación bibliográfica	70

3.2.3 Procesamiento y análisis de datos	70
3.2.3.1 Plan de procesamiento.....	70
3.2.3.2 Análisis de datos.....	70
CAPÍTULO 4	71
4 RESULTADOS.....	71
4.1 Estudio de tráfico	71
4.1.1 Cálculo del TPDA	71
4.1.1.1 Factor de TPDA	71
4.1.1.2 Ajuste de tráfico	73
4.1.1.3 Proyección de tráfico.....	75
4.2 Determinación del número de ejes equivalentes (ESAL)	77
4.2.1 Clasificación del tráfico	77
4.2.2 Determinación del factor equivalente de carga.....	77
4.3 Estudio del suelo	80
4.4 Diseño geométrico.....	80
4.4.1 Velocidad de diseño	80
4.4.2 Velocidad de circulación.....	80
4.4.3 Diseño horizontal	81
4.4.3.1 Peralte.....	81
4.4.3.2 Radio mínimo.....	81
4.4.3.3 Sobreechancho	81
4.4.3.4 Distancia de visibilidad de parada y rebasamiento	82
4.4.4 Diseño vertical.....	82
4.4.4.1 Curvas verticales convexas	82
4.4.4.2 Curvas verticales cóncavas.....	83

4.5 Diseño de pavimento	83
4.5.1 Tráfico promedio diario anual.....	83
4.5.2 Carga vehicular	83
4.5.3 Confiabilidad (R).....	83
4.5.4 Error estándar combinado	84
4.5.5 Índice de serviciabilidad.....	84
4.5.6 Módulo resiliente de la subrasante	84
4.5.7 Módulo resiliente y coeficiente estructural de la subbase.....	84
4.5.8 Módulo resiliente y coeficiente estructural de la base	84
4.5.9 Módulo resiliente y coeficiente estructural de la mezcla asfáltica.....	85
4.5.10 Condiciones ambientales y drenaje	85
4.5.11 Números estructurales requeridos	85
4.5.12 Espesor de las capas	88
4.6 Diseño de cunetas.....	91
4.6.1 Coeficiente de escorrentía	91
4.6.2 Intensidad de la lluvia	91
4.6.3 Velocidad máxima y mínima	91
4.6.4 Coeficiente de rugosidad de Manning.....	92
4.6.5 Relaciones geométricas para parámetros hidráulicos.....	92
4.7 Evaluación del alcantarillado	92
4.7.1 Caudal de diseño	92
4.7.2 Sección de alcantarilla.....	93
4.7.3 Estructura de entrada y salida.....	94
4.8 Presupuesto referencial	94
5 CONCLUSIONES	96

6 RECOMENDACIONES	97
7 BIBLIOGRAFÍA.....	97
8 ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Coordenadas de la vía</i>	26
Tabla 2 <i>Clasificación de carreteras en función del Tráfico Proyectado</i>	32
Tabla 3 <i>Clasificación de materiales de carreteras subrasantes</i>	36
Tabla 4 <i>Clasificación SUCS</i>	36
Tabla 5 <i>Relación entre velocidad de diseño y velocidad de circulación</i>	38
Tabla 6 <i>Índice K para el cálculo de la longitud de curvas verticales convexas</i>	48
Tabla 7 <i>Índice K para el cálculo de la longitud de curvas verticales cóncavas</i>	49
Tabla 8 <i>Clasificación de suelos según su CBR</i>	50
Tabla 9 <i>Relación función, clase de carretera y tráfico</i>	51
Tabla 10 <i>Niveles de confiabilidad sugeridos</i>	51
Tabla 11 <i>Desviación estándar según el nivel de confiabilidad</i>	52
Tabla 12 <i>Error estándar combinado</i>	53
Tabla 13 <i>Serviciabilidad inicial</i>	53
Tabla 14 <i>Serviciabilidad final</i>	53
Tabla 15 <i>Módulo de Elasticidad de la mezcla asfáltica</i>	55
Tabla 16 <i>Calidad del drenaje</i>	57
Tabla 17 <i>Coefficientes de drenaje m recomendados para corregir los coeficientes estructurales de bases y subbases</i>	57
Tabla 18 <i>Espesores mínimos en pulgadas</i>	59
Tabla 19 <i>Velocidades máximas admisibles en canales y cunetas revestidas</i>	62
Tabla 20 <i>Coordenada de la base</i>	69
Tabla 21 <i>Resultados del conteo vehicular</i>	71

Tabla 22 <i>Factores de ajuste mensual</i>	72
Tabla 23 <i>Consumo de combustibles del 2022 para determinación del Factor mensual</i> ..	72
Tabla 24 <i>Tráfico observado en la hora pico</i>	73
Tabla 25 <i>Tráfico observado total</i>	73
Tabla 26 <i>Corrección del tráfico en la hora pico</i>	74
Tabla 27 <i>Corrección del tráfico total observado</i>	74
Tabla 28 <i>Tasa de crecimiento vehicular del 2023 al 2024</i>	75
Tabla 29 <i>Proyección de tráfico del 2023 al 2024</i>	75
Tabla 30 <i>Tasa de crecimiento del 2024 al 2044</i>	76
Tabla 31 <i>TPDA proyectado cada 5 años</i>	76
Tabla 32 <i>Clasificación del tráfico del año 2023</i>	77
Tabla 33 <i>Factores Equivalentes de carga</i>	78
Tabla 34 <i>Resultados del estudio del suelo</i>	80
Tabla 35 <i>Números estructurales calculados</i>	85
Tabla 36 <i>Pavimento con CBR de 1.9%</i>	87
Tabla 37 <i>Espesor del pavimento</i>	90
Tabla 38 <i>Valores máximos de velocidades no erosivas en cunetas</i>	91
Tabla 39 <i>Caudal de las alcantarillas existentes</i>	93
Tabla 40 <i>Evaluación de alcantarillas</i>	93
Tabla 41 <i>Coefficiente de Escorrentía</i>	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Ubicación de la vía</i>	25
Figura 2	<i>Elementos geométricos de una curva circular simple</i>	39
Figura 3	<i>Estabilidad de un vehículo en curvas</i>	42
Figura 4	<i>Transición del peralte de una curva circular</i>	43
Figura 5	<i>Esquema para determinar el sobreebanco de un carril de tránsito en una curva</i>	44
Figura 6	<i>Ábaco para estimar el coeficiente estructural a_3 de la subbase</i>	54
Figura 7	<i>Ábaco para estimar el coeficiente estructural a_2 de la base</i>	55
Figura 8	<i>Coeficiente estructural de capa de mezcla asfáltica</i>	56
Figura 9	<i>Intensidad duración frecuencia estación M0138 Paute</i>	60
Figura 10	<i>Intensidad para el Periodo de Retorno T en la estación M0138</i>	60
Figura 11	<i>Sección típica de una cuneta triangular</i>	61
Figura 12	<i>Señal regulatoria Límite máximo de velocidad</i>	63
Figura 13	<i>Señal preventiva Curva cerrada izquierda, derecha</i>	64
Figura 14	<i>Señal preventiva Curva abierta izquierda, derecha</i>	64
Figura 15	<i>Señal regulatoria Animales en la vía</i>	65
Figura 16	<i>Hito de hormigón</i>	66
Figura 17	<i>Colocación del clavo de acero en el hito</i>	66
Figura 18	<i>Ubicación de la estación de conteo</i>	69
Figura 19	<i>Cálculo del número de ejes equivalentes a 8.2 ton</i>	79
Figura 20	<i>Cálculo del número estructural de la subbase</i>	86
Figura 21	<i>Cálculo del número estructural de la base</i>	86

Figura 22 <i>Cálculo del número estructural requerido</i>	87
Figura 23 <i>Número estructural requerido con material de mejoramiento con CBR de 7%</i>	89
Figura 24 <i>Diseño de pavimento</i>	90
Figura 25 <i>Nacional de Pesos y Dimensiones: “Tipo de vehículos motorizados remolques y semirremolques”</i>	105

CAPÍTULO 1

1 GENERALIDADES

1.1 Introducción

La planificación y el diseño de las vías de transporte son aspectos cruciales para el desarrollo eficiente de las infraestructuras urbanas y regionales. En este contexto, el diseño geométrico y estructural de una vía surge como una disciplina clave que influye directamente en la seguridad, capacidad y funcionalidad de la red viaria. Este proyecto profundiza en el análisis y la propuesta de un diseño geométrico y estructural para la vía San Cristóbal-Malima, con el objetivo de mejorar la calidad y la eficacia del sistema de transporte.

El crecimiento constante de la población, unido al aumento del número de vehículos, plantea importantes retos en términos de movilidad y seguridad vial. La optimización de la geometría de una vía resulta esencial para garantizar una circulación de vehículos fluida y segura, al tiempo que se busca minimizar el impacto medioambiental y maximizar la eficiencia del transporte. Además, el diseño estructural de la vía desempeña un papel crucial en la durabilidad y resistencia de la infraestructura, factores esenciales para garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

En este proyecto se desarrolló el diseño geométrico de la vía San Cristóbal-Malima. Esta carretera presenta varias deficiencias geométricas, que suponen un riesgo constante para los usuarios. Por lo tanto, es necesario realizar el diseño para mejorar la seguridad vial, la eficiencia del tráfico, la durabilidad y la comodidad de los usuarios.

1.2 Problema de estudio

1.2.1 Planteamiento del problema

La vía San Cristóbal-Malima es utilizada como alternativa cuando la vía principal El Descanso-Paute se ve afectada por desbordamientos del río o deslizamientos de tierra, esta vía

carece de diseño geométrico y de pavimento lo que desencadena deficiencias en la accesibilidad y conectividad, seguridad vial, movilidad en situaciones de emergencia, impacto socioeconómico, costos de mantenimiento y operación, percepción de la calidad de vida, planificación y ordenamiento territorial. Se requiere una intervención para mejorar la infraestructura vial en la zona.

Además, estos problemas afectan la salud debido a la generación de polvo y aumenta los tiempos de desplazamiento, especialmente para aquellos que dependen del servicio de transporte en buses.

Este trabajo plantea el diseño geométrico y el pavimento de la vía, con el objetivo de mitigar estos efectos adversos en la movilidad, la salud y la eficiencia del transporte.

1.2.2 Antecedentes

El cantón Paute cuenta con una población de 26 782 habitantes según datos obtenidos del Censo 2022. Paute se encuentra ubicado al noreste de la provincia del Azuay. Ocupa una superficie de 269 901 km², que representan el 3,24% del territorio de la provincia. Se ubica entre las cuencas del Río Paute y la cuenca del Río Cutilcay. Rodeado de las colinas y montañas cercanas que pertenecen a la Hoya del Paute (INEC, 2022; PDOT Paute, 2020).

En 1993 sucedió un evento devastador en la Josefina, donde un deslizamiento masivo de rocas creó un dique que represó el agua, dando lugar a la formación de dos lagunas que luego se fusionaron. Este fenómeno desencadenó una destrucción catastrófica, afectando extensas áreas de terreno, cultivos, viviendas, puentes e iglesias, así como la única vía de acceso que conectaba la zona oriental del Azuay y Morona Santiago con el resto del país. Los derrumbes cubrieron completamente la vía y bloquearon el Río Paute (Basabe et al., 1996).

El GAD Cantonal de Paute tiene como objetivo impulsar el mejoramiento del sistema vial y de telecomunicaciones para una movilidad y conectividad segura y eficiente, con un Plan Sectorial de Movilidad para la implementación de la vía alterna a la E-40 Y Pasos Laterales (PDOT Paute, 2020)

El cantón Paute también cuenta con un programa Vial que trata sobre el mejoramiento de la infraestructura vial del cantón, cuyo objetivo es que los vehículos que circulan por la red vial tengan una infraestructura que permita una circulación segura y fluida. Su diagnóstico del problema trata sobre todo de que la vialidad rural del cantón se encuentra en mal estado. Planean fortalecer sus procesos de gestión para obtener convenios de cooperación con Entidades Estatales y Provinciales encargadas del Manejo vial, (MTOP, Consejo Provincial del Azuay), con el Gad Municipal de Paute y los Gads Parroquiales (EMMETT-EP, 2021).

De acuerdo con la historia de Paute, cuando se llevó a cabo el primer censo de la población en Azuay en 1778, San Cristóbal era uno de los 10 anexos de la parroquia de Paute. Desde 1842, la parroquia San Cristóbal existe gracias a la donación de los terrenos donde se edificó la iglesia, el convento, la plaza y una calle. El PDOT San Cristóbal (2015) resalta que la vía San Cristóbal-Malima es la que conecta las parroquias San Cristóbal-El Cabo, parroquias de Paute, la misma desempeña un papel crucial como ruta alternativa al corredor arterial (E40). Sin embargo, esta vía presenta problemas de mantenimiento y drenaje, lo que dificulta la comunicación entre las comunidades y afecta la cohesión de la población.

1.2.3 Justificación

La vía San Cristóbal-Malima carece de un diseño y pavimento adecuados, lo que provoca problemas de accesibilidad, conectividad, seguridad vial, movilidad de emergencia, impacto socioeconómico, percepción de la calidad de vida y planificación urbana. Es necesaria una

intervención para mejorar la infraestructura vial de la zona. Además, estos problemas tienen un impacto negativo en la salud debido a la generación de polvo y al aumento de los tiempos de viaje, especialmente para quienes dependen de los servicios de transporte público.

Esta vía es importante debido a que es utilizada como alternativa para llegar a Paute cuando la vía El Descanso-Paute se encuentra en mantenimiento debido a derrumbes o cuando está inundada por desbordamientos del río cercano.

En la actualidad todas las vías deben contar con un diseño geométrico eficiente y de acuerdo con la normativa, además deben tener un diseño de pavimento de acuerdo con su necesidad según su ubicación, ya que esto garantizará una movilidad segura y de calidad a sus usuarios. Reduciendo así siniestros viales por la mala calidad de la vía o incluso daños a los automóviles por no tener un pavimento adecuado.

En cuanto al aspecto social, el diseño geométrico y de pavimento de la vía San Cristóbal-Malima busca beneficiar a todos los usuarios de esta vía, en especial a la población del cantón Paute que es la que más transita por ahí. Ya que San Cristóbal es una parroquia rural que se dedica especialmente a la agricultura esto beneficiará para que toda la población agricultora se movilice más rápido y con más seguridad con sus productos.

El proyecto pretende contribuir a los estudios viales que se realizan a nivel nacional, en especial en el cantón Paute, como un elemento esencial para poder construirse la vía que mejore la calidad de vida de la población.

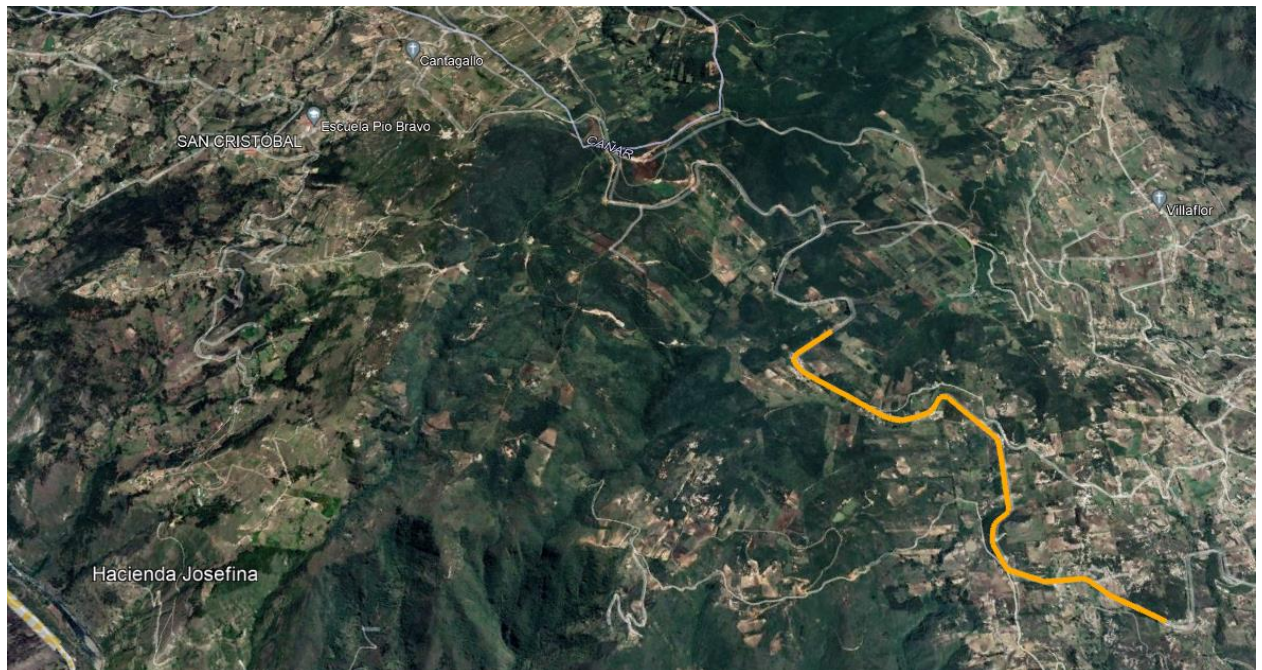
1.2.4 Delimitación

1.2.4.1 Ubicación

La vía San Cristóbal-Malima está ubicada en la parroquia San Cristóbal, cantón Paute, provincia del Azuay. El tramo de esta vía a diseñar es de la abscisa 5+800 hasta la abscisa 8+700 km.

Figura 1

Ubicación de la vía



Fuente: Fuente Google Earth.

1.2.4.1.1 Coordenadas

Según el sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) la vía a diseñar se encuentra en la zona 17 Sur con las siguientes coordenadas:

Tabla 1

Coordenadas de la vía

	Abscisa	Norte	Este	Elevación
	km	m	m	msnm
Inicio	5+800	9686714.399	743599.239	2980
Final	8+700	9685769.439	745483.124	2783.43

Fuente: Elaboración propia.

1.2.5 Estado del arte

Pérez (2020), en su estudio “Caminos rurales: vías claves para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial” indica que la falta de inversión en caminos rurales en América Latina y el Caribe es un tema crítico que ha tenido un profundo impacto en el desarrollo de la región. La carencia de infraestructura vial adecuada en las zonas rurales ha generado una serie de desafíos que afectan a comunidades enteras, desde el acceso limitado a servicios básicos hasta la perpetuación de la pobreza. En este contexto, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) ha subrayado la importancia de invertir en caminos rurales como una vía para promover el desarrollo territorial y superar la pobreza. Sin embargo, a pesar de su relevancia, se ha observado una marcada falta de inversión en este tipo de infraestructura, lo que ha dado lugar a una significativa brecha en la conectividad de las zonas rurales. Esta situación ha tenido un impacto negativo en el acceso a servicios esenciales, la economía local y la calidad de vida de la población rural, lo que subraya la urgencia de abordar esta problemática.

López (2019) en su investigación “Análisis de la siniestralidad vial mediante modelos de datos de conteo”. Llegó a la conclusión de que tanto en las vías interurbanas como urbanas se ha observado una reducción en la pérdida de vidas humanas. Esto se atribuye a diversos factores, incluyendo la concientización de la población, avances tecnológicos, implementación de

normativas y leyes de tránsito, y, de manera significativa, al diseño geométrico adecuado de las vías.

La exposición continua al polvo en suspensión proveniente de vías no asfaltadas ha demostrado tener un impacto significativo en la salud respiratoria de las poblaciones afectadas. Estudios como el llevado a cabo por Buonanno et al. (2017) en áreas con presencia de caminos de tierra, encontraron una correlación directa entre la concentración de partículas en el aire y un aumento en la prevalencia de afecciones respiratorias, incluyendo alergias y asma. Asimismo, investigaciones de (Goudie & Middleton, 2001) han documentado que la exposición a partículas finas y materiales tóxicos presentes en el polvo de carreteras sin pavimentar puede contribuir al desarrollo de bronquitis crónica y otras enfermedades pulmonares crónicas. Estos hallazgos subrayan la urgente necesidad de implementar medidas eficaces para controlar la emisión de polvo en vías no asfaltadas, en aras de salvaguardar la salud y bienestar de las comunidades locales.

Cabrera et al. (2009) en su estudio “Seguridad vial, un desafío de salud pública en la Colombia del siglo XXI”. Destaca la importancia de diversos elementos en la prevención de accidentes y la preservación de la vida en las vías de tránsito. En primer lugar, se enfatiza la necesidad de promover la educación vial, proporcionando a conductores, peatones y ciclistas los conocimientos esenciales para desenvolverse de manera segura en el entorno del tráfico. Además, se subraya la relevancia de establecer medidas de infraestructura apropiadas, tales como señalización clara, pasos de peatones y carriles exclusivos para bicicletas, con el propósito de asegurar la seguridad de todos los usuarios de la vía. En este sentido, la aplicación y el cumplimiento riguroso de las normativas de tránsito desempeñan un rol fundamental en la prevención de accidentes y en la sanción de aquellos que las transgreden. Por último, se resalta la necesidad de fomentar el uso de medios de transporte más seguros y sostenibles, como el transporte

público y la movilidad activa. En síntesis, se concluye que la seguridad vial engloba facetas que abarcan desde la educación y la infraestructura adecuada, hasta el estricto cumplimiento de las regulaciones de tránsito y la promoción de medios de transporte seguros, siendo un pilar esencial en la prevención de accidentes y en la protección de la vida en las vías de tránsito.

La relación entre la inversión en infraestructura vial y el crecimiento económico es positiva, como se demostró en el estudio de las parroquias de Sevilla Don Bosco y San Isidro en la provincia de Morona Santiago, Ecuador. La implementación de proyectos de infraestructura vial, como la construcción de carreteras asfaltadas, contribuyó al crecimiento económico de estas áreas entre 2011 y 2014 al mejorar la conectividad y el acceso a mercados. Esto facilitó el transporte de productos y personas, especialmente en el sector agrícola, y atrajo inversiones privadas, lo que impulsó aún más el crecimiento económico de las parroquias (Zurita Vaca et al., 2016).

La mejora de la conectividad en las zonas rurales es crucial para alcanzar el acceso universal y el desarrollo sostenible, ya que tiene un impacto significativo en diversos aspectos. Esto incluye el acceso a servicios básicos como educación, salud, agua potable y electricidad, lo que reduce las desigualdades entre áreas urbanas y rurales. Además, la conectividad facilita el transporte de productos agrícolas y otros bienes a los mercados, estimulando el desarrollo económico y generando empleo, lo que a su vez reduce la migración hacia las ciudades. Asimismo, promueve un desarrollo territorial equilibrado al evitar la concentración de población y recursos en áreas urbanas, impulsando la diversificación económica y la sostenibilidad en las comunidades rurales, evitando la despoblación. Finalmente, la mejora de la conectividad contribuye a la reducción de la pobreza al romper el ciclo de limitaciones en el acceso a oportunidades económicas y sociales en las zonas rurales, proporcionando a la población rural acceso a empleo, educación, servicios de salud y recursos necesarios para salir de la pobreza (Pérez, 2020).

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial PDOT San Cristóbal (2015) describe el estado vial de la parroquia, su análisis confirma que la vía San Cristóbal-Malima es muy importante para la parroquia, puesto que la misma recorre las parroquias de San Cristóbal y El Cabo; y es utilizada como vía alterna a la vía Cuenca–Paute. Y que a pesar de que Paute proporciona una opción para la movilidad entre las parroquias, la calidad de este servicio sigue siendo deficiente debido a la dispersión de las comunidades y al alto costo del transporte de carga, especialmente en esta área rural. Su análisis concluye con que esta situación limita el desarrollo de actividades productivas, económicas y el acceso a la educación en estas zonas. Además de que es evidente que el mejoramiento de esta vía es esencial, incluyendo la aplicación de carpeta asfáltica ya que sin ello, las actividades productivas y turísticas no podrán alcanzar el nivel de desarrollo deseado, y tampoco se podrá garantizar el acceso y el desarrollo sustentable de la parroquia.

Considerando todos estos estudios se concluye que es necesario intervenir en esta vía realizando un diseño geométrico y de pavimento adecuado que mejore la calidad de vida y sobre todo que aporte seguridad a la población que se moviliza por esta vía.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Realizar el diseño geométrico y estructural de pavimento de la vía San Cristóbal-Malima de la abscisa 5+800 hasta la abscisa 8+700 km, perteneciente al cantón Paute provincia del Azuay.

1.3.1.1 Objetivos específicos

- Establecer los parámetros iniciales necesarios como: topografía y estudio de tráfico para el diseño de la vía.
- Obtener la capacidad portante del suelo.

- Realizar el diseño geométrico para la vía.
- Determinar el diseño estructural para la vía.
- Evaluar las obras de arte de la vía existente.

CAPÍTULO 2

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Estudios

2.1.1 Topografía

El diseño geométrico de un camino se basa en la topografía del terreno, la cual es un factor clave en la determinación de los valores de los parámetros involucrados en su diseño. Las características geométricas de un camino se establecen en función de la topografía del terreno: llano, ondulado o montañoso, que a su vez puede ser suave o escarpado (MTOP, 2003).

2.1.1.1 Curvas de nivel

Una curva de nivel es la línea que conecta todos los puntos en un mapa con condiciones iguales, generalmente altitud o profundidad (elevación). Son el resultado de la intersección de varios planos horizontales y equidistantes en el terreno. Una serie de líneas planas, generalmente curvas, surgen de esa intersección. Estas curvas han sido creadas por intersección con un plano horizontal, que por definición tiene una cota constante, por lo que todos sus puntos tienen la misma cota (Flores et al., 2018).

2.1.2 Carreteras

Una carretera es una estructura de transporte diseñada específicamente dentro de una franja de terreno designada conocida como derecho de paso. Su finalidad es permitir el flujo continuo de

vehículos tanto en el espacio como en el tiempo, garantizando unos niveles adecuados de seguridad y comodidad (Cárdenas, 2013).

2.1.2.1 Clasificación de carreteras

2.1.2.1.1 Según su función

- **Carreteras de primer orden:** se trata de las vías principales, que tienen como objetivo fundamental conectar las principales zonas de producción y consumo del país y de este con las demás naciones (Cárdenas, 2013).
- **Carreteras de segundo orden:** son las carreteras que conectan una cabecera municipal con una carretera de primer orden o que conectan varias cabeceras municipales entre sí (Cárdenas, 2013).
- **Carreteras de tercer orden:** son caminos que conectan las cabeceras municipales con sus veredas o que conectan las veredas entre sí. Si se pavimentan, deben cumplir con las condiciones geométricas de las carreteras secundarias (Cárdenas, 2013).

2.1.2.1.2 Según su terreno

- **Carreteras en terreno plano:** carreteras que permiten que los vehículos pesados tengan aproximadamente la misma velocidad que los vehículos livianos con pendientes longitudinales menores al 3% (Cárdenas, 2013).
- **Carreteras en terreno ondulado:** carreteras que obliga a los vehículos pesados a reducir velocidades y sus pendientes longitudinales se encuentran entre el 3% y 6% (Cárdenas, 2013).

- **Carreteras en terreno montañoso:** carreteras que obliga a los vehículos pesados a circular con velocidades sostenidas en pendiente o durante intervalos frecuentes, sus pendientes longitudinales están entre el 6% y 8% (Cárdenas, 2013).
- **Carreteras en terreno escarpado:** carreteras que obliga a vehículos pesados a circular a velocidades sostenidas menores incluso que las obligadas en terreno montañoso debido a que sus pendientes longitudinales generalmente son mayores al 8% (Cárdenas, 2013).

2.1.2.1.3 Según el tráfico proyectado

La vía se clasifica de la siguiente manera:

Tabla 2

Clasificación de carreteras en función del Tráfico Proyectado

Clase de carretera	Tráfico Proyectado (TPDA)
RI-RII	Más de 8000
I	3000-8000
II	1000-3000
III	300-1000
IV	100-300
V	Menor a 100

El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Se debe considerar la construcción de una autopista cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa 7000 vehículos. Cuando se realiza el diseño definitivo de una carretera, se debe medir el tráfico en vehículos equivalentes para determinar su capacidad.

Fuente. (MTOP, 2003).

2.1.3 Tráfico

2.1.3.1 Tráfico promedio diario anual (TPDA)

El Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) es un indicador que se rige como un componente clave para medir el uso anual de una carretera, lo que resulta esencial para justificar los costos de construcción, mantenimiento y operación. Se pueden tomar decisiones económicas y presupuestarias al comprender y estimar con precisión el volumen de tráfico promedio. Además,

se ha demostrado que el TPDA es un componente crucial en la fase de planificación y diseño de la infraestructura vial. Es posible dimensionar adecuadamente los elementos estructurales y funcionales de la carretera al conocer este valor. Esto incluye el tamaño de los carriles, la capacidad de intersecciones y las vías de acceso, todo lo cual tiene un impacto directo en la seguridad de las vías y la fluidez del tráfico. Por lo tanto, el TPDA guía la toma de decisiones relacionadas con el diseño de carreteras para asegurarse de que esta sea capaz de afrontar la demanda de tráfico durante todo un año, no solo en momentos específicos (MTOP, 2003).

2.1.3.2 Tráfico actual

El número de vehículos que circulan por una carretera antes de ser mejorada o el volumen de vehículos que circularían actualmente por una carretera nueva si estuviera disponible para los usuarios se conoce como tráfico actual (MTOP, 2003).

2.1.3.3 Tráfico futuro

El tráfico actual es la base para el pronóstico del volumen y la composición del tráfico. Los diseños se basan en las predicciones del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el crecimiento del tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. Las proyecciones de tráfico clasifican las carreteras y afectan la velocidad de diseño y otros datos geométricos del proyecto (MTOP, 2003).

2.1.3.4 Variaciones de tráfico

Los factores que nos permiten establecer relaciones entre observaciones actuales y puntuales de tráfico de los datos estadísticos de lo ocurrido con anterioridad se conocen como variaciones de tráfico, lo que nos permite determinar el TPDA del año en el que se realizó el estudio. Esta relación se puede establecer considerando el hecho de que la población se mueve por hábitos y, al no existir una variación en la estructura social de un país, prácticamente estas

variaciones permanecerán constantes durante períodos más o menos largos. Como resultado, el TPDA se puede calcular a base de muestreos (MTOPI, 2003).

2.1.3.4.1 Factores de variación

De acuerdo con (MTOPI, 2003)

“**Factor horario (FH):** nos permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a VOLUMEN DIARIO PROMEDIO” (p, 14).

“**Factor diario (DF):** transforma el volumen de tráfico diario promedio en VOLUMEN SEMANAL PROMEDIO” (p, 15).

“**Factor semanal (FS):** transforma el volumen semanal promedio de tráfico en VOLUMEN MENSUAL PROMEDIO” (p, 16).

“**Factor mensual (FM):** transforma el volumen mensual promedio en TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)” (p, 16).

El TPDA está definido por:

$$TPDA = T_0 \times FH \times FD \times FS \times FM \quad (1)$$

Donde:

T_0 = tráfico observado

2.1.3.5 Tráfico proyectado

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$TPDA_{proyectado} = TPDA \times (1 + i)^n \quad (2)$$

Donde:

TPDA = Tráfico actual

i = Tasa de crecimiento de tráfico, puede ser tasa de crecimiento poblacional o de combustibles.

n = número de años proyectados

2.1.4 Estudio de suelo

2.1.4.1 Granulometría

La influencia que puede tener la composición granulométrica de un suelo grueso se puede determinar conociendo su composición. La determinación de la cantidad en por ciento de los diversos tamaños de las partículas que componen el suelo se conoce como análisis granulométrico. Existe una variedad de métodos disponibles para determinar la composición granulométrica de un suelo específico. El método más eficiente para clasificar las partículas gruesas por tamaños es el tamizado. Cuando se conoce la composición granulométrica del material, se representa gráficamente para crear la curva granulométrica del material. El diámetro de las partículas se puede considerar como su tamaño (Villalaz, 2007).

2.1.4.2 Límites de Atterberg

Según Atterberg, un suelo no plástico tiene un índice plástico igual a cero, un índice plástico menor de 7 indica baja plasticidad, un índice plástico entre 7 y 17 indica medianamente plástico y un índice plástico superior a 17 indica altamente plástico. Mientras que el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra se conoce como límite líquido cuando el suelo cambia de estado líquido a plástico. En el límite líquido, los suelos plásticos tienen una resistencia definida al esfuerzo de corte, según Atterberg, de 25 g/cm^2 . En el límite líquido, el suelo tiene una cohesión prácticamente nula (Villalaz, 2007).

2.1.4.3 Clasificación de los suelos

En función de las características mecánicas y su comportamiento para la ingeniería, los suelos con características similares pueden ser clasificados en grupos y subgrupos. Los sistemas de clasificación brindan un lenguaje común para expresar de forma concisa las características

generales de los suelos, que son infinitamente variados, sin una descripción detallada. En la actualidad, se utilizan dos sistemas de clasificación sofisticados que utilizan la distribución granulométrica y la plasticidad del suelo para aplicaciones ingenieriles que son la American Association of State Highway Officials (AASHTO) y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Das, 2013).

2.1.4.3.1 Sistema de clasificación AASHTO

El sistema de clasificación AASHTO se divide en siete grupos principales, que van desde A-1 hasta A-7. Se denomina suelo granular si el 35% o menos de las partículas pasa a través del tamiz 200 y es un suelo de limo o materiales del tipo de arcilla si más del 35% pasa a través del tamiz número 200 (Das, 2013).

Tabla 3

Clasificación de materiales de carreteras subrasantes

Tipo suelo	Clasificación	
Suelo granular	A-1	Fragmentos de roca, grava y arena
	A-2	Limo o grava arcillosa y arena
	A-3	Arena fina
Suelo limoso o con material de tipo arcilloso	A-4	Suelos limosos
	A-5	
	A-6	Suelos arcillosos
	A-7	

Fuente: (Das, 2013).

2.1.4.3.2 Sistema de clasificación SUCS

El Sistema Unificado de Clasificación divide los suelos en dos categorías principales:

Tabla 4

Clasificación SUCS

Tipo de suelo	Clasificación	
Suelo de grano grueso	Gravas	Suelos con menos de 50% de material que pasa a través del tamiz núm. 200
	Arenas	
Suelo de grano fino	Limos	

	Arcillas	Suelos con 50% o más de material que pasa por el tamiz núm. 200
--	----------	---

Fuente: (Das, 2013).

2.2 Diseño geométrico

2.2.1 Velocidad de diseño

Es la velocidad máxima a la que los vehículos pueden circular con seguridad por una carretera cuando las condiciones meteorológicas y de tráfico son favorables. Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, la importancia de la carretera, los volúmenes de tráfico y el uso del suelo, con el objetivo de maximizar la seguridad, la eficacia, el movimiento de los vehículos y la movilidad. Los elementos geométricos de la carretera, como la alineación horizontal y vertical, se calculan en función de esta velocidad (MTOPI, 2003).

La velocidad de diseño a utilizar dependerá de la tabla de Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción ubicada en el Anexo A.

2.2.2 Velocidad de circulación

Es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección de carretera específica, que se puede calcular dividiendo la distancia recorrida por el tiempo de circulación del vehículo, o la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo específico de vehículos, dividida por la suma de los tiempos de recorrido correspondientes. Para fines de diseño, es necesario conocer las velocidades de los vehículos que se espera circulen por un camino para diferentes volúmenes de tránsito porque la velocidad de circulación de los vehículos en un camino es una medida de la calidad del servicio que el camino brinda a los usuarios (MTOPI, 2003).

La velocidad de circulación se puede determinar en base a la velocidad de diseño y el volumen de tránsito de la carretera según la siguiente tabla:

Tabla 5*Relación entre velocidad de diseño y velocidad de circulación*

Velocidad de diseño en km/h	Velocidad de circulación (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: (MTO, 2003).***2.2.3 Diseño geométrico horizontal**

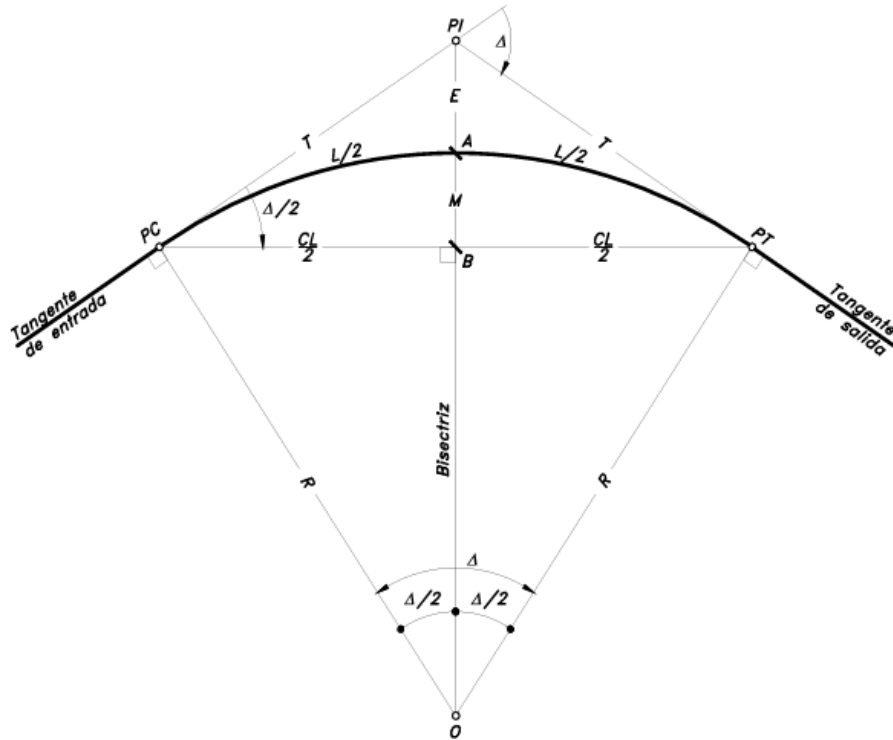
El diseño geométrico del trazado de una carretera, o alineación horizontal, consiste en proyectar su eje real o espacial sobre un plano horizontal. Este eje horizontal está formado por una secuencia de tramos rectos llamados tangentes, que se conectan mediante curvas (Cárdenas, 2013).

2.2.3.1 Curvas circulares simples

Las curvas horizontales son arcos de radio único que unen dos tangentes consecutivas, formando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales. Por tanto, las curvas reales en el espacio no son necesariamente circulares (Cárdenas, 2013).

Figura 2

Elementos geométricos de una curva circular simple



Fuente: (Cárdenas, 2013).

Donde:

PI = Punto de intersección de las tangentes o vértice de la curva.

PC = Principio de curva: punto donde termina la tangente de entrada y empieza la curva.

PT = Principio de tangente: punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida.

O = Centro de la curva circular.

Δ = Ángulo de deflexión de las tangentes: ángulo de deflexión principal. Es igual al ángulo central subtendido por el arco PC-PT.

R = Radio de la curva circular simple. Determinado por la siguiente ecuación:

$$R = \frac{T}{\tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)} \quad (3)$$

T = Tangente o subtangente: distancia desde el PI al PC o desde el PI al PT.

$$T = R \times \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) \quad (4)$$

L = Longitud de curva circular: distancia desde el PC al PT a lo largo del arco circular, o de un polígono de cuerdas.

$$L = \frac{\pi \times R \times \Delta}{180} \quad (5)$$

CL = Cuerda larga: distancia en línea recta desde el PC al PT.

$$CL = 2 \times R \times \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) \quad (6)$$

E = Externa: distancia desde el PI al punto medio de la curva A.

$$E = T \times \tan\left(\frac{\Delta}{4}\right) \quad (7)$$

M = Ordenada media: distancia desde el punto medio de la curva A al punto medio de la cuerda larga B (Cárdenas, 2013).

$$M = R \times \left(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right) \quad (8)$$

2.2.3.2 Radios mínimos de curvatura horizontal

El radio mínimo de la curva horizontal es el valor más bajo que garantiza la seguridad del tráfico a una velocidad de diseño determinada, basándose en el peralte máximo adoptado (e) y el coeficiente de fricción lateral correspondiente (f). Utilizar curvas con radios menores que el mínimo establecido requeriría un peralte que supera los límites prácticos de funcionamiento de los vehículos. Por tanto, la curvatura es un factor importante en el diseño de la alineación (MTOP, 2003).

El radio mínimo puede calcularse con la siguiente ecuación:

$$R = \frac{V^2}{127 \times (e + f)} \quad (9)$$

Donde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral.

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

El coeficiente de fricción lateral se calcula con la siguiente ecuación:

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}} \quad (10)$$

Donde:

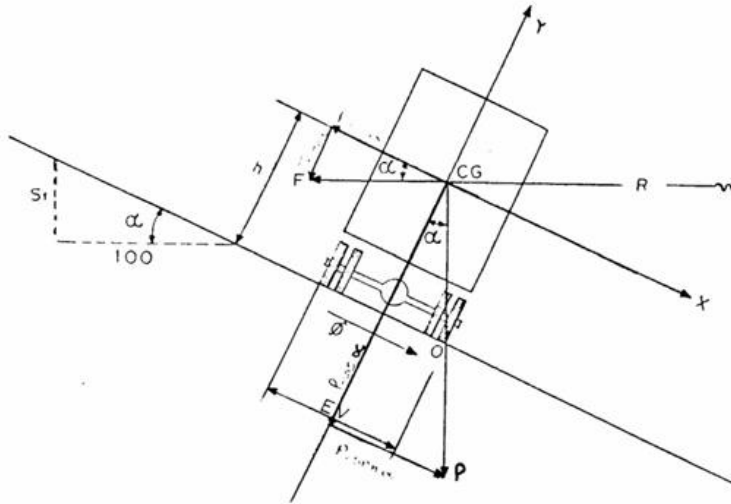
Vc = Velocidad de diseño, km/h.

2.2.3.4 Peralte

Cuando un vehículo se desplaza por una trayectoria circular, es empujado hacia fuera por la fuerza centrífuga "F". Esta fuerza está equilibrada por los componentes del peso (P) del vehículo, causados por la inclinación de la carretera, y por la fuerza de rozamiento entre los neumáticos y la superficie de la carretera (MTOPI, 2003).

Figura 3

Estabilidad de un vehículo en curvas



Fuente: (MTOPI, 2003)

La ecuación para determinar el peralte es la siguiente:

$$e = \frac{V^2}{127 - R} - f \quad (11)$$

Donde:

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

V = Velocidad de diseño, Km/h.

R = Radio de la curva, m.

f = Máximo coeficiente de fricción lateral (MTOPI, 2003).

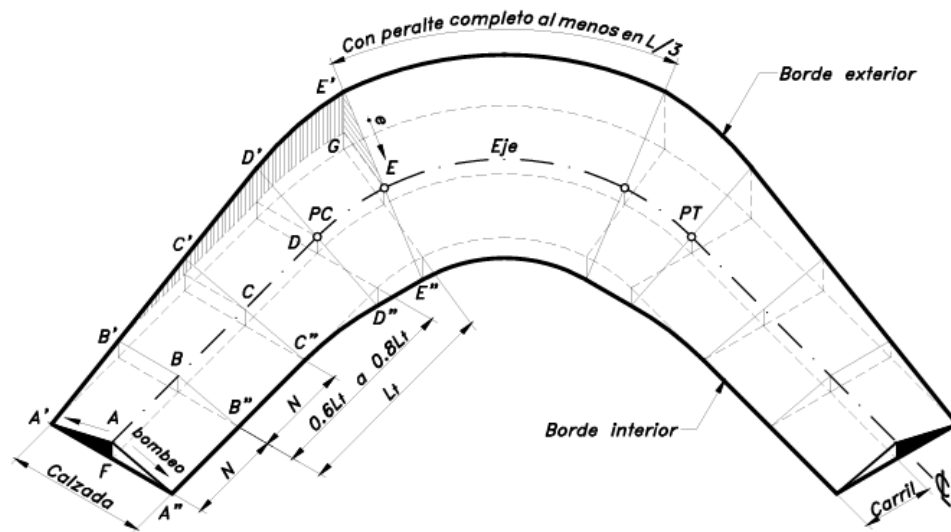
2.2.3.5 Transición de peralte

Es necesario realizar un cambio de inclinación de la calzada para cambiar de una sección transversal con bombeo normal a otra con peralte. Este cambio no puede ocurrir de manera abrupta, sino más bien a lo largo de la trayectoria entre estas dos secciones. Esta parte del camino se conoce como transición de peralte (Cárdenas, 2013).

La transición del peralte de una curva circular, rotando la calzada alrededor de su eje central, se muestra a continuación en forma esquemática y tridimensional.

Figura 4

Transición del peralte de una curva circular



Fuente: (Cárdenas, 2013).

Donde:

Lt = Longitud de transición.

N = Longitud de aplanamiento.

L = Longitud de la curva circular.

e = Peralte necesario de la curva circular.

2.2.3.6 Sobreancho

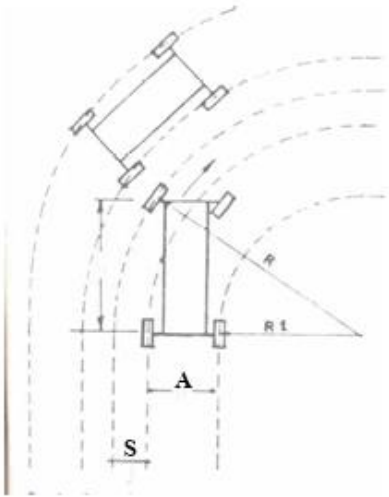
Cuando un vehículo se desplaza por una curva horizontal, sus ruedas traseras siguen una trayectoria diferente a la de las ruedas delanteras. Esta trayectoria corresponde a un arco de radio menor, lo que significa que la rueda interior del eje trasero tiende a desviarse de la carretera.

A veces, es necesario designar una anchura adicional de pavimento en la curva para evitar que los vehículos se desvíen de la carretera. Esta anchura varía en función de las condiciones de la carretera y de la curva concreta (Agudelo, 2002).

A continuación se presenta un esquema para determinar el sobre ancho en una curva:

Figura 5

Esquema para determinar el sobreancho de un carril de tránsito en una curva



Fuente: (MTO, 2003).

Utilizando la siguiente ecuación:

$$S = R - \sqrt{R^2 - L^2} \quad (12)$$

Donde:

R= Radio de la curva, m

A= Ancho del vehículo, m

S= sobreancho, m

V= Velocidad de diseño, Km/h

2.2.3.7 Visibilidad en las carreteras

La distancia de visibilidad es la longitud de la vía que un conductor ve constantemente delante de él. La visibilidad es crucial para la seguridad y la eficiencia de los vehículos en las carreteras (MTOP, 2003).

2.2.3.7.1 Distancia de visibilidad de parada

La distancia de visibilidad de parada es la distancia mínima que un conductor que conduce a o cerca de la velocidad de diseño necesita para ver un objeto en su trayectoria y parar su vehículo antes de llegar a él. Como resultado, es la distancia de visibilidad ideal en cualquier punto de la carretera (MTOP, 2003).

La distancia mínima de visibilidad (d) necesaria para que un vehículo se detenga se calcula sumando dos distancias. La primera distancia (d_1) es la distancia recorrida por el vehículo desde el momento en que el conductor detecta un objeto en la carretera. La segunda distancia (d_2) es la distancia de frenado, que es la distancia necesaria para que el vehículo se detenga completamente después de accionar los frenos (MTOP, 2003).

Se puede calcular además con la siguiente ecuación:

$$d = d_1 + d_2 \quad (13)$$

$$d_1 = 0.7 \times V_c$$

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

Donde:

V_c = Velocidad de circulación, km/h.

f = coeficiente de fricción lateral.

2.2.3.7.2 Distancia de visibilidad de adelantamiento

En un tramo de vía con dos carriles y circulación en dos sentidos, existe una distancia de visibilidad suficiente para que el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro vehículo que circula por el mismo carril a una velocidad menor, sin interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y sea visible en el momento de iniciarse la maniobra de adelantamiento (Cárdenas, 2013).

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$D_r = 9.54 \times V_d - 218 \quad (14)$$

Donde:

V_d = Velocidad de diseño, km/h.

2.2.4 Diseño geométrico vertical

El diseño geométrico vertical de una carretera, o alineación del perfil, es la proyección del eje real o espacial de la carretera sobre una superficie vertical paralela a él. Esta proyección muestra con precisión la longitud real del eje de la carretera. Este eje también se denomina rasante o subrasante de la carretera (Cárdenas, 2013).

2.2.4.1 Tangentes verticales

Las tangentes verticales se definen por su longitud y pendiente, y están delimitadas por dos curvas sucesivas. La longitud de una tangente vertical es la distancia medida horizontalmente entre el final de la curva anterior y el principio de la siguiente. La pendiente máxima es la mayor pendiente permitida en el proyecto. Su valor viene determinado por el volumen y composición del tráfico futuro, la configuración o tipo de terreno por el que pasará la carretera y la velocidad de diseño. Por otro lado, la pendiente mínima que garantiza el buen funcionamiento de las cunetas

debe ser de 0.5 como pendiente mínima deseada, y de 0.3% para el diseño en terrenos llanos o en lugares donde no sea posible diseñar con la pendiente mínima deseada (Cárdenas, 2013).

2.2.4.2 Curvas verticales

Una curva vertical es una característica de diseño en un perfil que conecta dos tangentes verticales consecutivas. A lo largo de su longitud, cambia gradualmente la pendiente desde la tangente de entrada hasta la tangente de salida. Esto garantiza una conducción segura y cómoda, al tiempo que mantiene un aspecto estéticamente agradable y permite un drenaje adecuado (Cárdenas, 2013).

Para determinar la longitud de la curva vertical, se utiliza la ecuación siguiente:

$$L = K \times A \quad (15)$$

Donde:

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

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

K = índice de curvatura.

2.2.4.2.1 Curvas verticales convexas

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en función de los requisitos de la distancia de visibilidad de frenado de un vehículo, teniendo en cuenta una altura ocular del conductor de 1.15 metros y una altura del objeto de 0.15 metros por encima de la calzada (MTOP, 2003).

La siguiente fórmula muestra la longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas en metros:

$$L_{min} = 0.60 \times V \quad (16)$$

Donde:

V = Velocidad de diseño, en km/h.

A continuación se presenta una tabla con valores de los índices K para curvas convexas:

Tabla 6

Índice K para el cálculo de la longitud de curvas verticales convexas

Velocidad (km/h)	Longitud Controlada por Visibilidad de Frenado		Longitud Controlada por Visibilidad de Adelantamiento	
	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)	Índice de Curvatura K
20	20	0.6	-	-
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

El índice de curvatura es la Longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K=L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica.

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI 12, 2013).

2.2.4.2.2 Curvas verticales cóncavas

Por razones de seguridad, es importante que las curvas verticales cóncavas sean suficientemente largas. Esto garantiza que la longitud de los rayos luminosos de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de frenado necesaria para el vehículo (MTO, 2003).

La siguiente fórmula muestra la longitud mínima absoluta de las curvas verticales cóncavas en metros:

$$L_{min} = 0.60 \times V \quad (17)$$

Donde:

V = Velocidad de diseño, en km/h.

A continuación se presenta una tabla con valores de los índices K para curvas cóncavas:

Tabla 7

Índice K para el cálculo de la longitud de curvas verticales cóncavas

Velocidad (km/h)	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38
El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K = L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica.		

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI 12, 2013).

2.3 Diseño de pavimento flexible

2.3.1 CBR

En el diseño de pavimentos, es aconsejable apoyar las capas de estructuras viarias sobre subrasantes o plataformas con un CBR mínimo del 5%. Esto es para soportar adecuadamente estas capas durante el proceso de construcción del pavimento, entendiendo que en plataformas con CBR bajo, los procesos de compactación de las capas granulares o asfálticas se dificultan y pueden dar lugar a fallos estructurales que se observarán a corto plazo. Cuando los estudios de suelo informen de valores de CBR inferiores al 5%, se recomienda sustituir parte de la subrasante por capas de material de mejora (Rondón & Reyes, 2015).

También se puede clasificar el suelo de la subrasante de acuerdo con su CBR como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 8

Clasificación de suelos según su CBR

CBR (%)	Clasificación general	Usos
0-3	Muy pobre	Subrasante
3-7	Pobre a regular	Subrasante
7-20	Regular	Afirmados y subbase
20-50	Bueno	Subbase y base
>50	Excelente	Base

Fuente: (Rondón & Reyes, 2015).

2.3.2 Método AASHTO

En la metodología AASHTO-93 para el diseño de pavimentos flexibles, se presenta una ecuación para obtener el parámetro conocido como número estructural (SN). Su valor no solo es un indicador del espesor total requerido del pavimento, sino que también depende del tránsito y la confiabilidad, entre otras cosas. Para determinar este parámetro, se utiliza normalmente un ábaco, donde se ingresa el valor de confiabilidad y, conociendo los valores de los demás parámetros, como el tránsito, la desviación estándar, la confiabilidad y el índice de serviciabilidad, se obtiene el SN, que es un valor crucial para determinar los espesores finales de las diferentes capas que conforman la estructura de pavimento (Garcia, 2015).

Ecuación del método AASHTO:

$$\log W_{18} = ZR \times S_o + 9.36 \times \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log(MR) - 8.07 \quad (18)$$

Donde:

W_{18} : Número estimado de ejes equivalentes para el período de diseño.

ZR: Desviación estándar normal

S_o : Desviación estándar combinado

ΔPSI : Diferencia entre índice de servicio inicial y final

MR: Módulo resiliente (en libras/pulgada²)

SN: Número estructural

2.3.2.1 Confiabilidad

La confiabilidad (R) de un proceso de diseño-comportamiento de un pavimento se define como la probabilidad de que una sección diseñada utilizando este proceso se comporte satisfactoriamente durante el período de diseño bajo las condiciones de tránsito y ambientales (Montejo, 2002).

De acuerdo con los parámetros establecidos por la AASHTO (1993), el valor de este parámetro depende de la función de la vía que depende de Tráfico proyectado según la Tabla 9, después si se puede decidir el nivel de confiabilidad según la Tabla 10.

Tabla 9

Relación función, clase de carretera y tráfico

Función	Clase de carretera	TPDA Proyectado
Corredor arterial	RI- RII	>8000
Corredor arterial Vías colectoras	I	3000-8000
Corredor arterial Vías colectoras	II	1000-3000
Vías colectoras	III	300-1000
Vías colectoras Caminos vecinales	IV	100-300
Caminos vecinales	V	<100

Fuente: (MTO, 2003).

Tabla 10

Niveles de confiabilidad sugeridos

Clasificación	Nivel de confiabilidad recomendado	
	Urbano	Rural
Autopistas interestatales y otras	85-99.9	80-99.9
Arterias colectoras	80-99	75-95
Colectoras de tránsito	80-95	75-95
Carreteras locales	50-80	50-80

Fuente: (Montejo, 2002).

2.3.2.2 Desviación estándar

La desviación estándar (ZR) está ligada con el parámetro de confiabilidad (R) y se puede determinar con la siguiente tabla:

Tabla 11

Desviación estándar según el nivel de confiabilidad

R (%)	ZR
50	0.000
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
92	-1.405
94	-1.555
95	-1.645
98	-2.054
99.99	-3.750

Fuente: (AASHTO, 1993).

2.3.2.3 Error estándar combinado

El error estándar combinado (So), que tiene en cuenta variaciones de varios factores, incluidos errores o desviaciones en el diseño, variaciones en las propiedades de los materiales, variaciones en las propiedades de la subrasante, variaciones en las estimaciones de tránsito, variaciones en las condiciones climáticas y variaciones en la calidad de la construcción, es necesario para el diseño de pavimentos (Rondón & Reyes, 2015).

La siguiente tabla contiene los valores de So:

Tabla 12*Error estándar combinado*

Proyecto de pavimento	So	
	Flexible	Rígido
	0.40 – 0.50	0.30 – 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

*Fuente: (Rondón & Reyes, 2015).***2.3.2.4 Índice de serviciabilidad**

La capacidad de un pavimento para servir a la clase de tránsito que lo usa se conoce como su serviciabilidad. El índice de servicio presente (Δ PSI), que oscila entre 0 (carretera imposible) y 5 (carretera perfecta), es la mejor manera de evaluarlo. El concepto de comportamiento y capacidad de servicio, que es la filosofía fundamental del diseño, proporciona un método para diseñar un pavimento con un volumen de tránsito específico y un nivel mínimo de servicio deseado al final del período de diseño (Montejo, 2002).

A continuación, se presenta una tabla de valores para definir un índice de serviciabilidad inicial y final según el tipo de pavimento y según el tipo de vía respectivamente:

Tabla 13*Serviciabilidad inicial*

Tipo de pavimento	Serviciabilidad inicial
Flexible	4.2
Rígido	4.5

*Fuente: (AASHTO, 1993).***Tabla 14***Serviciabilidad final*

Tipo de vía	Serviciabilidad final
Autopista	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5

Fuente: (AASHTO, 1993).

2.3.2.5 Determinación de espesor de capas

2.3.2.5.1 Módulo resiliente de la subrasante

El módulo resiliente de la subrasante está correlacionado con el valor de CBR, se determinó con la siguiente ecuación:

$$MR = 1500 \times CBR \quad (19)$$

Para un valor de CBR < 10% de acuerdo con Rondón & Reyes (2015).

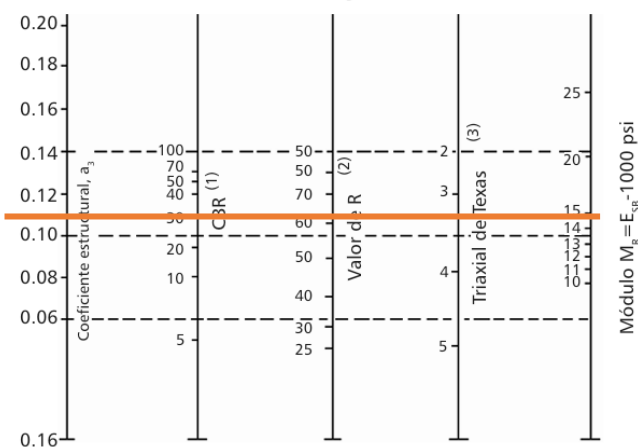
2.3.2.5.2 Módulo resiliente y coeficiente estructural de la base y subbase

- **Subbase:** “es la capa de la estructura de pavimento que subyace a la base granular, compuesta por materiales granulares no tratados colocados generalmente sobre la subrasante, la subrasante mejorada, el afirmado o el terraplén” (Rondón & Reyes, 2015, p. 341).

“La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%” (MOP-001-F, 2002, p. IV-38).

Figura 6

Ábaco para estimar el coeficiente estructural a_3 de la subbase



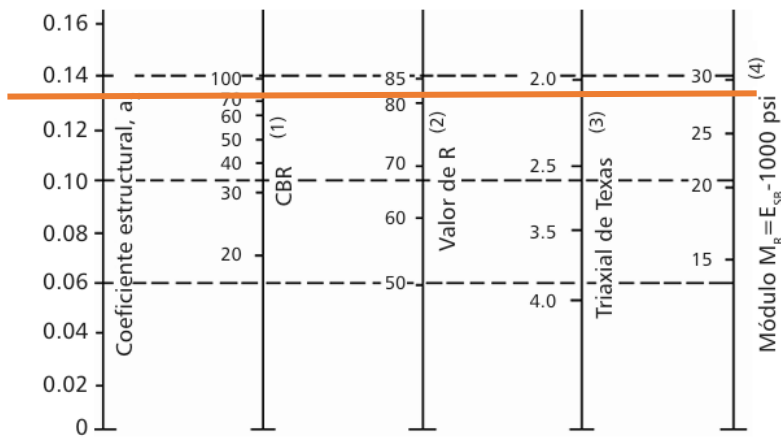
Fuente: (AASHTO, 1993)

- **Base:** es la capa de la estructura de pavimento que por lo general subyace a la carpeta asfáltica en un pavimento flexible, a la losa de concreto en uno de tipo rígido y a la capa estabilizada con cementante hidráulico en uno semirrígido. (Rondón & Reyes, 2015, p. 339)

“El valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%” (MOP-001-F, 2002, p. IV-38).

Figura 7

Ábaco para estimar el coeficiente estructural a_2 de la base



Fuente: (AASHTO, 1993).

2.3.2.5.3 Módulo resiliente y coeficiente estructural de la mezcla asfáltica

De acuerdo con AASHTO (1993):

Tabla 15

Módulo de Elasticidad de la mezcla asfáltica

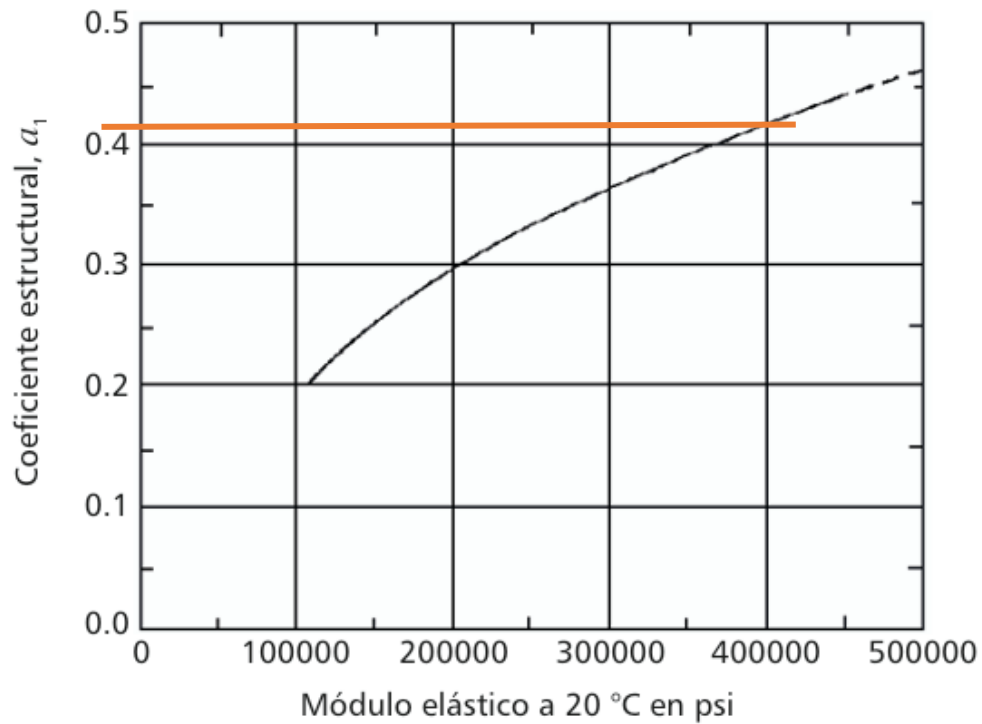
Material	Módulo de Elasticidad M_R (PSI)	a_1	m_1
Concreto asfáltico	400 000	0.42	1

Fuente: (AASHTO, 1993).

El coeficiente estructural a_1 también se puede corroborar con la siguiente Figura, según el Módulo de Elasticidad:

Figura 8

Coeficiente estructural de capa de mezcla asfáltica



Fuente: (AASHTO, 1993).

2.3.2.5.4 Condiciones ambientales y de drenaje

Los coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase se determinan en función de las características del material, la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación (Rondón & Reyes, 2015).

Estos se determinan en función de las siguientes Tablas:

Tabla 16*Calidad del drenaje*

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Malo	El agua no evacua

*Fuente: (AASHTO, 1993).***Tabla 17**

Coefficientes de drenaje m recomendados para corregir los coeficientes estructurales de bases y subbases

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1-5%	5-25%	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
Pobre	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: (AASHTO, 1993).

Para la mezcla asfáltica el coeficiente de drenaje m será de 1 ya que la capa se considera impermeable, de acuerdo con AASHTO (1993).

2.3.2.5.5 Números estructurales (SN)

El número estructural requerido es un número abstracto que representa la resistencia estructural de un pavimento requerido, para una combinación dada de soporte del suelo (MR), tráfico (W18), capacidad de servicio y condiciones ambientales (Montejo, 2002). Por lo que el SN requerido para cada capa se calcula con la Ecuación 18. Este valor de SN debe ser < que un SN corregido que se determina con la suma de las siguientes ecuaciones:

Condición que debe cumplir los números estructurales:

$$SN_{requerido} < SN_{corregido} \quad (20)$$

Ecuación para calcular el SN corregido:

$$SN_{corregido} = SN'_1 + SN'_2 + SN'_3 \quad (21)$$

Donde:

$$SN'_1 = a_1 \times D'_1 \quad (22)$$

$$SN'_2 = a_2 \times D'_2 \times m_2 \quad (23)$$

$$SN'_3 = a_3 \times D'_3 \times m_3 \quad (24)$$

Donde:

a_i, m_i = coeficientes estructurales de cada capa.

Los valores con ' representa el valor realmente usado, el cual debe ser mayor que el requerido.

D_i = espesores de cada capa predimensionado.

$$D'_1 = \frac{SN_1}{a_1} \quad (25)$$

$$D'_2 = \frac{SN_2 - SN'_1}{a_2 \times m_2} \quad (26)$$

$$D'_3 = \frac{SN_3 - (SN'_1 + SN'_2)}{a_3 \times m_3} \quad (27)$$

Donde:

Los valores sin ' son los requeridos.

2.3.2.5.6 Espesor de las capas

Se tiene que considerar que la AASHTO (1993) recomienda espesores mínimos de la estructura de pavimento en base al Número de ejes equivalentes como se muestra a continuación:

Tabla 18*Espesores mínimos en pulgadas*

ESAL's	Concreto asfáltico	Base de agregados
< 50 000	1.0	4
50 001 – 150 000	2.0	4
150 001 – 500 000	2.5	4
500 001 – 2 000 000	3.0	6
2 000 001 – 7 000 000	3.5	6
> 7 000 000	4.0	6

*Fuente: (AASHTO, 1993).***2.4 Diseño de cunetas**

Las cunetas son estructuras de drenaje que garantizan la correcta evacuación de la escorrentía superficial procedente de la plataforma de la carretera y de los taludes cortados, guiándola longitudinalmente (INVIAS, 2009).

2.4.1 Coeficiente de escorrentía

Este coeficiente determina la relación entre la cantidad total de lluvia y la cantidad que escurre por la superficie. Su valor está influido por varios factores, como la permeabilidad del suelo, la morfología de la cuenca, la pendiente longitudinal y la cubierta vegetal (MTOP, 2003).

El coeficiente de escorrentía se determinará según el Anexo B.

2.4.2 Intensidad de lluvia

La intensidad se define como la cantidad de agua de lluvia que cae en un punto por unidad de tiempo y que aumenta en proporción inversa a la duración de la tormenta. La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la cantidad de agua que precipitó en milímetros por unidad de tiempo. Esta intensidad puede ser instantánea o promedio durante toda la lluvia (INAMHI, 2015).

Según la ubicación del proyecto para determinar la intensidad de la lluvia se utilizará la estación M0138 Paute que cuenta con las siguientes ecuaciones:

Figura 9

Intensidad duración frecuencia estación M0138 Paute

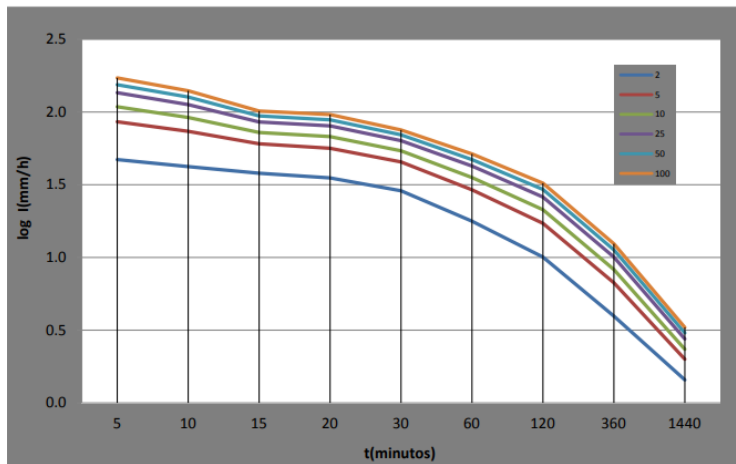
ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R ²
CÓDIGO	NOMBRE				
M0138	PAUTE	5<30	$i = 103.2125 * T^{0.2620} * t^{-0.3919}$	0.9732	0.9472
		30<120	$i = 262.0571 * T^{0.2563} * t^{-0.6679}$	0.9779	0.9563
		120<1440	$i = 719.77 * T^{0.2543} * t^{-0.8795}$	0.9939	0.9878

Fuente: (INAMHI, 2015)

A continuación, se presenta una figura con la Intensidad de precipitación de la estación M0138 Paute:

Figura 10

Intensidad para el Periodo de Retorno T en la estación M0138



T (min)	Periodo de Retorno T (años)					
	2	5	10	25	50	100
5	65.9	83.7	100.4	127.7	153.1	183.6
10	50.2	63.8	76.5	97.3	116.7	139.9
15	42.8	54.4	65.3	83.0	99.5	119.3
20	38.3	48.6	58.3	74.2	88.9	106.6
30	32.3	40.8	48.8	61.7	73.7	88.0
60	20.3	25.7	30.7	38.8	46.4	55.4
120	12.7	16.1	19.2	24.2	28.9	34.4
360	4.8	6.1	7.3	9.2	11.0	13.1
1440	1.4	1.8	2.2	2.7	3.2	3.9

INTENSIDAD MAXIMA (mm/h)

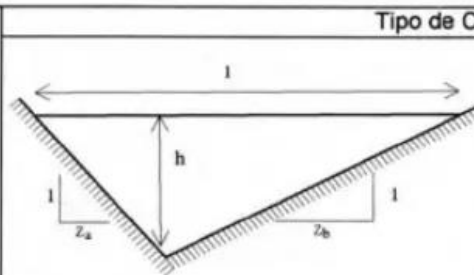
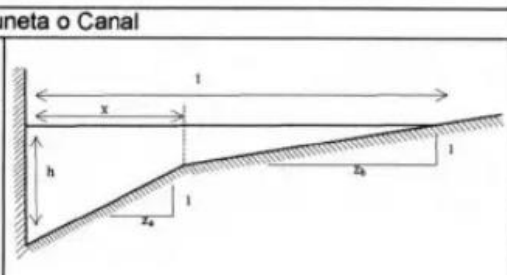
Fuente: (INAMHI, 2015).

2.4.3 Sección de canal

Según la forma de su sección transversal, las cunetas pueden ser triangulares, rectangulares o trapezoidales. Puede que las cunetas triangulares sean populares debido a su facilidad de construcción y mantenimiento, pero dependiendo del área hidráulica requerida, también se pueden usar secciones rectangulares o trapezoidales (MTOP, 2003).

Figura 11

Sección típica de una cuneta triangular

Tipo de Cuneta o Canal	
	
Ancho Superficial (l)	$(z_a + z_b) \cdot h$
Área (A)	$x \cdot h + \frac{z_b \cdot h^2}{2} + \frac{x^2}{2 \cdot z_a} \cdot \left(\frac{z_b}{z_a} - \frac{2 \cdot z_b \cdot h}{x} - 1 \right)$
Perímetro Mojado (P)	$h + \sqrt{x^2 \cdot \left(1 + \frac{1}{z_a^2} \right)} + \sqrt{z_b^2 + 1} \cdot \left(h - \frac{x}{z_a} \right)$
Radio Hidráulico (R)	$\frac{x \cdot h + \frac{z_b \cdot h^2}{2} + \frac{x^2}{2 \cdot z_a} \cdot \left(\frac{z_b}{z_a} - \frac{2 \cdot z_b \cdot h}{x} - 1 \right)}{h + \sqrt{x^2 \cdot \left(1 + \frac{1}{z_a^2} \right)} + \sqrt{z_b^2 + 1} \cdot \left(h - \frac{x}{z_a} \right)}$

Fuente: (NEVI 12, 2013b).

La capacidad hidráulica de las cunetas triangulares se puede calcular empleando la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (28)$$

Donde:

Q = caudal. m³/s.

n = coeficiente de rugosidad de Manning, adimensional.

A = área de la sección, m².

R = radio hidráulico.

S = pendiente, m/m.

La velocidad de las aguas deberá limitarse para evitar la erosión, sin reducir tanto que pueda dar lugar a depósitos o sedimentación. La velocidad mínima aconsejable es de 0.25 m/s, las velocidades admisibles se mostrarán a continuación (NEVI 12, 2013b).

Tabla 19

Velocidades máximas admisibles en canales y cunetas revestidas

Tipo de revestimiento	Velocidad máxima admisible, m/s
Mezclas asfálticas en sitio y tratamientos superficiales	3.00
Mampostería de piedra	4.50
Hormigón asfáltico o de cemento portland	4.50

Fuente: (NEVI 12, 2013b).

2.5 Señalización

Las señales de tránsito se utilizan para facilitar el movimiento ordenado y seguro de peatones y vehículos. Contienen pautas que deben seguir los usuarios de las vías, así como información sobre rutas, direcciones, destinos y puntos de interés. La información se transmite mediante una combinación de un mensaje, una forma y un color. La señal de tránsito puede contener una leyenda, un símbolo o ambos (INEN, 2011a).

2.5.1 Señalización vertical

2.5.1.1 Señales regulatorias

Controlan el flujo de tránsito e indican cuando se aplica un requisito legal; no seguir sus instrucciones constituye una infracción de tránsito (INEN, 2011).

Límite máximo de velocidad (R4-1): “Esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de vía, cuando dicho límite difiere de los establecidos en la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial y su Reglamento General de Aplicación” (INEN, 2011).

Figura 12

Señal regulatoria Límite máximo de velocidad



R4-1

Fuente: (INEN, 2011).

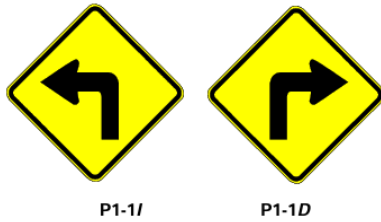
2.5.1.2 Señales preventivas

Informan a los conductores sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o los sectores adyacentes (INEN, 2011).

Curva cerrada izquierda (P1-1I), derecha (P1-1D): “Estas señales indican la aproximación a curvas cerradas; y se instalan antes de una curva con ángulo de viraje \leq a 90° ; una señal aconsejada de velocidad R4-1 debe acompañar esta señal” (INEN, 2011).

Figura 13

Señal preventiva Curva cerrada izquierda, derecha

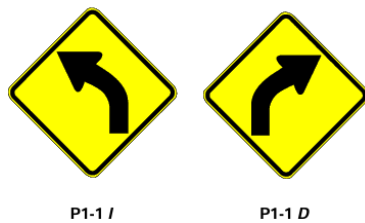


Fuente: (INEN, 2011).

Curva abierta izquierda (P1-21) derecha (P1-2D): “Indican la aproximación a curvas abiertas; y se instalan en aproximaciones a una curva abierta a la izquierda o derecha. De acuerdo con las circunstancias puede complementarse con una señal aconsejada de velocidad R4-1” (INEN, 2011).

Figura 14

Señal preventiva Curva abierta izquierda, derecha



Fuente: (INEN, 2011).

Animales en la vía (P6-17): “Esta señal debe utilizarse para advertir la probable presencia de animales en la vía, sean estos domésticos o de ganado” (INEN, 2011).

Figura 15

Señal regulatoria Animales en la vía



P6-17

Fuente: (INEN, 2011a)

2.5.2 Señalización horizontal

Doble línea continua (línea de barrera): “Consisten en dos líneas amarillas paralelas. Se emplean en calzadas con doble sentido de tránsito en donde la visibilidad en la vía se ve reducida por curvas, pendientes u otros, impidiendo efectuar rebasamiento o virajes a la izquierda de forma segura” (INEN, 2011b).

Líneas de borde de calzada: “Estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, donde se encuentra el borde de la calzada, lo que les permite posicionarse correctamente respecto a este” (INEN, 2011b).

CAPÍTULO 3

3 METODOLOGÍA

3.1 Materiales y Equipos

3.1.1 Materiales

3.1.1.1 Hitos de hormigón

Utilizados para definir puntos de referencia con un equipo topográfico, se ubicaron 2 de estos cada 500 metros y fueron construidos por una base cuadrada de 20 cm y en la parte superior

un cuadrado de 15 cm con un alto de 25 cm, dándole una forma triangular como se muestra a continuación:

Figura 16

Hito de hormigón



Fuente: Autor.

3.1.1.2 Clavos de acero

Colocados en el centro del hito de hormigón para definir un punto exacto, para posterior replanteo, como se muestra:

Figura 17

Colocación del clavo de acero en el hito



Fuente: Autor.

3.1.1.3 Pintura

Para darle un nombre el hito para futura referencia y también para pintar el clavo de acero como punto de referencia, como se observa en la Figura 17.

3.1.1.4 Libreta de campo

Es necesario llevar un control en una libreta o cuaderno de detalles importantes que se puedan observar en campo, para tomar en cuenta en los diseños y demás.

3.1.2 Equipos

3.1.2.1 GPS GNSS RTK

Los usuarios de las geociencias pueden encontrar una herramienta poderosa e innovadora para determinar coordenadas precisas, útiles para diversas aplicaciones de acuerdo con la calidad esperada de los resultados, gracias a las nuevas tendencias en materia de posicionamiento GNSS. El sistema de Navegación Cinética Satelital en Tiempo Real (RTK, por las siglas en inglés de Real Time Kinematic) ha surgido en las últimas décadas y permite estimar coordenadas precisas en tiempo real de manera submétrica. Los mismos están compuestos por una estación base que recibe la señal GPS y la envía a una unidad móvil a través de un enlace de datos inalámbrico. Cada unidad móvil puede calcular la posición relativa con respecto a la base con precisión del orden del centímetro utilizando la señal de corrección y la señal GPS recibida. porque la estación base limita la precisión de la posición absoluta (Briceño et al., 2009; Pistarelli et al., 2019).

3.1.2. 2 Radios de comunicación

Al trabajar con un grupo de personas en un proyecto extenso y en una región donde la comunicación a través de teléfonos celulares e Internet es limitada, es beneficioso contar con este tipo de equipos porque siempre debe haber una buena comunicación de procesos entre las partes para evitar errores o incidentes.

3.1.2.3 Flexómetro

Un flexómetro pequeño es esencial para el trabajo de campo porque toma magnitudes pequeñas con gran precisión al milímetro.

3.1.2.4 Cinta métrica

Aparte de un Flexómetro convencional, es necesario contar con una cinta métrica para medir longitudes mayores a cinco metros, como para realizar abscisados o medir el ancho de una calzada, entre otras actividades complementarias de los equipos topográficos.

3.1.2.5 Computador

El software Civil 3D, que procesa los puntos obtenidos del equipo RTK, requiere un microprocesador Intel Core I7, 7ma Generación, 3.2Ghz, una tarjeta gráfica y 16 GB de RAM, por lo que es necesario una computadora eficiente.

3.2 Métodos

3.2.1 Análisis de campo

Para evaluar el estado actual de la vía, se realizará una visita técnica a su ubicación, con el fin de prever problemas futuros.

3.2.1.1 Estudio de tráfico

El conteo de tráfico se realizó de forma manual durante 7 días las 24 horas con intervalos de 15 minutos desde las 00:00 am hasta las 23:59 pm.

Figura 18

Ubicación de la estación de conteo



Fuente: Google Earth.

3.2.1.2 Topografía

Como se mencionó en el apartado 3.1.1.1 se colocaron hitos para definir puntos estratégicos, en estos hitos se colocó la base del RTK según se iba necesitando, el principal tiene la coordenada:

Tabla 20

Coordenada de la base

Norte (N)	Este (E)	Elevación (Z)
9686479.873	743468.697	2978.673

Fuente: Elaboración propia.

Después se fue levantando con ayuda del RTK el eje de la vía, los laterales, y también una franja topográfica, con el mismo formato de la coordenada base, incluida una descripción de cada

punto para mejor distinción. Así se fue realizando el levantamiento topográfico a lo largo de los 2.9 km de vía.

3.2.2 Recopilación bibliográfica

Todo estudio de carreteras debe estar fundamentado teóricamente, por lo que se utilizarán fuentes de información sobre diseño geométrico de carreteras y normas de diseño.

3.2.3 Procesamiento y análisis de datos

3.2.3.1 Plan de procesamiento

Para obtener resultados tabulables, se realizarán las siguientes actividades con los datos obtenidos mediante RTK y conteo vehicular:

- a) Una revisión de los datos topográficos que se han procesado.
- b) Almacenar datos de conteo de vehículos.
- c) Generar curvas de nivel utilizando el software de dibujo apropiado.
- d) Diseño geométrico de la vía utilizando sentidos transversales, verticales y horizontales.
- e) Generar curvas de masas para el análisis de volumen de relleno y corte.
- f) Crear un presupuesto de referencia que incluya los números que se obtuvieron del análisis geométrico.

3.2.3.2 Análisis de datos

Una vez que se han procesado los datos, es necesario interpretarlos para establecer una evaluación de probabilidad adecuada, que cumpla con las regulaciones viales y las limitaciones topográficas y económicas, y para llegar a conclusiones que cumplan con los objetivos establecidos.

CAPÍTULO 4

4 RESULTADOS

4.1 Estudio de tráfico

En el Anexo C se muestra el formato detallado del conteo del tráfico manual realizado, después de este se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 21

Resultados del conteo vehicular

Día de conteo	Volumen de tráfico
martes, 14 de noviembre de 2023	216
miércoles, 15 de noviembre de 2023	261
jueves, 16 de noviembre de 2023	249
viernes, 17 de noviembre de 2023	227
sábado, 18 de noviembre de 2023	238
domingo, 19 de noviembre de 2023	308
lunes, 20 de noviembre de 2023	247

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1 Cálculo del TPDA

4.1.1.1 Factor de TPDA

Para calcular el Tráfico Promedio Diario Anual, se necesita el factor horario, diario mensual y semanal, para utilizar la Ecuación 1.

Factor horario (FH)

Obtenido de la relación entre el conteo de un día entero 24 horas y las horas contadas.

Como el conteo se realizó igual de 24 horas, un día entero, entonces:

$$FH = 1$$

Factor diario (FD)

Al haber realizado el conteo durante 7 días este favor es:

$$FD = 1$$

Factor semanal (FS)

Se obtiene mediante los factores de ajuste semanal, considerando la siguiente tabla:

Tabla 22

Factores de ajuste mensual

Mes	# días del mes	# semanas en el mes	FS
Enero	31	4.429	1.107
Febrero	28	4	1
Marzo	31	4.429	1.107
Abril	30	4.286	1.071
Mayo	31	4.429	1.107
Junio	30	4.286	1.071
Julio	31	4.429	1.107
Agosto	31	4.429	1.107
Septiembre	30	4.286	1.071
Octubre	31	4.429	1.107
Noviembre	30	4.286	1.071
Diciembre	31	4.429	1.107

Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo así:

$$FS = 1.071$$

Factor mensual (FM)

Se obtiene de la proyección de consumo de combustibles de la provincia del Azuay, realizando una proyección.

Tabla 23

Consumo de combustibles del 2022 para determinación del Factor mensual

Mes	Extra	Super	Diesel premium	Suma	FM
Enero	5 041 034	426 907	3 821 603	9 289 543	1.05959
Febrero	4 880 836	433 298	3 541 383	8 855 516	1.11152
Marzo	5 355 979	453 869	3 841 103	9 650 951	1.01991
Abril	5 032 952	413 959	3 736 007	9 182 917	1.07189
Mayo	5 078 272	399 376	4 163 812	9 641 460	1.02092
Junio	5 196 709	387 913	4 223 877	9 808 499	1.00353
Julio	5 547 513	419 991	4 503 173	10 470 677	0.94007

Agosto	5 452 805	428 022	4 448 420	10 329 247	0.95294
Septiembre	5 349 559	389 638	4 417 146	10 156 342	0.96916
Octubre	5 258 978	392 703	4 126 129	9 777 810	1.00668
Noviembre	5 417 543	396 626	4 330 418	10 144 587	0.97028
Diciembre	5 907 968	444 561	4 457 393	10 809 921	0.91056
Total	63 520 145	4 986 862	49 610 461	118 117 467	

Fuente: Recursos y energía.

Teniendo así:

$$FM = 0.970$$

Tomando la Ecuación 1, el factor del TPDA sería el siguiente:

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

$$TPDA = T_0 \times 1 \times 1 \times 1.071 \times 0.970$$

$$TPDA = T_0 \times 1.039589181$$

4.1.1.2 Ajuste de tráfico

La Tabla 24 y 25 presentan el tráfico contado, tanto en hora pico como en todo el día.

Tabla 24

Tráfico observado en la hora pico

	E1	E2	SUMA
L	13	47	60
B			0
C-2D			0
C-2DB			0
C-3A			0
C-4AC			0
V2DB			0
Total	13	47	60

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25

Tráfico observado total

	E1	E2	SUMA
L	129	162	291
B	2	9	11

C-2D	2	2	4
C-2DB		1	1
C-3A	1		1
C-4AC			0
V2DB			0
Total	134	174	308

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 26 y 27 muestran la corrección de tráfico en hora pico y en todo el día, al multiplicar el T_0 que es el volumen de tráfico de la estación por el factor de corrección calculado en el apartado 4.1.1.1.

Tabla 26

Corrección del tráfico en la hora pico

	E1	E2	SUMA
L	14	49	63
B			0
C-2D			0
C-2DB			0
C-3A			0
C-4AC			0
V2DB			0
Total	14	49	63

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27

Corrección del tráfico total observado

	E1	E2	SUMA
L	134	168	302
B	2	9	11
C-2D	2	2	4
C-2DB		1	1
C-3A	1		1
C-4AC			0
V2DB			0
Total	139	180	319

Fuente: Elaboración propia.

Obtenido así un valor de $TPDA_{2023} = 319$.

4.1.1.3 Proyección de tráfico

Después de haber obtenido el TPDA se realizó una proyección con la Ecuación 2, como el conteo se realizó en noviembre de 2023 se realizó una proyección para el 2024 de la tasa de crecimiento vehicular.

Tabla 28

Tasa de crecimiento vehicular del 2023 al 2024

Periodo	Livianos	Buses	Camiones	Tiempo (años)
2023-2024	1.15%	0.40%	0.4%	1

Fuente: Elaboración propia.

Con la Tabla 28 de la Tasa de crecimiento vehicular del 2023 al 2024 se proyectó el tráfico obtenido en la estación de conteo:

Tabla 29

Proyección de tráfico del 2023 al 2024

Estación	Vehículos	TPDA ₂₀₂₃	TPDA ₂₀₂₄
E1	L	134	136
	B	2	2
	C-2D	2	2
	C-2DB		
	C-3A	1	1
	C-4AC		
	V2DB		
	Total	139	141
E2	L	168	170
	B	9	9
	C-2D	2	2
	C-2DB	1	1
	C-3A		
	C-4AC		
	V2DB		
	Total	180	182
Total	L	302	306
	B	11	11

	C-2D	4	4
	C-2DB	1	1
	C-3A	1	1
	C-4AC		
	V2DB		
	Total	319	323

Fuente: Elaboración propia.

Con la Tabla 30 se puede obtener una tasa de crecimiento vehicular cada 5 años, con los siguientes resultados:

Tabla 30

Tasa de crecimiento del 2024 al 2044

Periodo	Livianos	Buses	Camiones	Tiempo (años)
2024-2029	0.93%	0.39%	0.39%	5
2029-2034	0.69%	0.39%	0.39%	5
2034-2039	0.54%	0.38%	0.38%	5
2039- 2044	0.46%	0.37%	0.37%	5

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo con la tabla anterior podemos determinar la proyección de tráfico hasta el 2044.

Tabla 31

TPDA proyectado cada 5 años

	TPDA₂₀₂₄	TPDA₂₀₂₉	TPDA₂₀₃₄	TPDA₂₀₃₉	TPDA₂₀₄₄
L	306	321	332	341	349
B	11	12	12	12	12
C-2D	4	4	4	4	5
C-2DB	1	1	1	1	1
C-3A	1	1	1	1	1
C-4AC					
V2DB					
Total	323	339	350	359	368

Fuente: Elaboración propia.

Con la proyección del TPDA para un periodo de diseño de 20 años, en el 2044 la vía tendrá un TPDA de 368 vehículos, por lo que tomando en cuenta la Tabla 2 “Clasificación de carreteras

en función del tráfico proyectado” esta sería una carretera tipo III según el tráfico proyectado al año 2044.

4.2 Determinación del número de ejes equivalentes (ESAL)

4.2.1 Clasificación del tráfico

Después de realizar el conteo y la proyección, se procede a clasificar los vehículos por categorías y efectos del daño en el pavimento.

Tabla 32

Clasificación del tráfico del año 2023

Año 2023	Total	Porcentaje de vehículos	Distribución de camiones
TPDA total	523		
Autos	488	93.84%	
Buses	19	1.57%	
Camiones	16	4.59%	
2DA	2		19.56%
2DB	7		58.77%
3-A	3		31.93%
4-C	1		1.86%
2S2	0		1.70%
2R3	1		0.49%
3S2	0		3.64%
3R3	0		1.05%
3S3	2		0.57%

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Determinación del factor equivalente de carga

Para diseñar el pavimento según el método AASHTO, es importante calcular el número de ejes equivalentes en el carril de diseño. Este valor refleja el número de vehículos que circularán por la carretera y el daño relativo causado por cada vehículo. El cálculo se basa en las cargas equivalentes por eje único (ESAL) de 8,2 toneladas para cada tipo de vehículo.

Se calculó el factor equivalente de carga con el Método de la (AASHTO, 1993), utilizando el Anexo D “Peso bruto vehicular” dado por la NEVI 12 (2013a).

Tabla 33

Factores Equivalentes de carga

Tipo	Simple		Simple doble		Tandem		Tridem		Factor FEC
	ton	(P/6.6) ⁴	ton	(P/8.2) ⁴	ton	(P/14) ⁴	ton	(P/23) ⁴	
Bus	4	0.13	9	1.45					1.59
2DA	3	0.04	7	0.53					0.57
2DB	7	1.27	11	3.24					4.50
3A	7	1.27			20	3.16			4.43
4C	7	1.27				0.00	24	1.19	2.45
2S2	7	1.27	11	3.24	20	3.16			7.66
2R3	7	1.27	11	3.24	20	3.16			10.90
			11	3.24					
3S2	7	1.27			20	3.16			7.59
					20	3.16			
3R3	7	1.27	11	3.24	20	3.16			10.82
					20	3.16			
3S3	7	1.27			20	3.16	24	1.19	5.61

Fuente: Elaboración propia, basado en la Figura 25 del Anexo D.

Al determinar los factores equivalentes de carga, se calcula el Número de Ejes Equivalentes (ESAL) para un periodo de diseño de 20 años como se muestra a continuación:

Figura 19

Cálculo del número de ejes equivalentes a 8.2 ton

AÑO	% Crecimiento				TRANSITO PROMEDIO DIARIO					CAMIONES							W ₁₈	W ₁₈		
	AUTOS	BUSES	CAMION LIVIANO	CAMION PESADO	TPD TOTAL	AUTOS	BUSES	CAMION LIVIANO	CAMION PESADO	2DA	2DB	3 - A	4 - C	2S2	2R3	3S2	3R3	3S3	Acumulado	Carril Diseño
							1.57%													
2024	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	523	488	19	2	14	2	7	3	1	0	1	0	0	2	36 742	16 534
2025	1.15%	0.40%	0.40%	0.40%	529	494	19	2	14	2	8	4	0	0	0	0	0	0	67 818	30 518
2026	1.07%	0.40%	0.40%	0.40%	534	499	19	2	14	2	8	4	0	0	0	0	0	0	98 940	44 523
2027	0.99%	0.40%	0.40%	0.40%	539	504	19	2	14	2	8	4	0	0	0	0	0	0	130 107	58 548
2028	0.93%	0.39%	0.39%	0.39%	544	509	19	2	14	2	8	4	0	0	0	0	0	0	161 320	72 594
2029	0.87%	0.39%	0.39%	0.39%	549	513	19	2	14	2	8	4	0	0	0	0	0	0	192 579	86 660
2030	0.81%	0.39%	0.39%	0.39%	553	517	19	2	14	2	8	4	0	0	0	0	0	0	223 883	100 747
2031	0.76%	0.39%	0.39%	0.39%	557	521	20	2	14	2	8	4	0	0	0	0	0	0	255 233	114 855
2032	0.72%	0.39%	0.39%	0.39%	561	525	20	2	14	2	8	4	0	0	0	0	0	0	286 628	128 983
2033	0.68%	0.39%	0.39%	0.39%	565	528	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	318 069	143 131
2034	0.65%	0.39%	0.39%	0.39%	568	532	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	349 555	157 300
2035	0.62%	0.38%	0.38%	0.38%	572	535	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	381 087	171 489
2036	0.59%	0.38%	0.38%	0.38%	575	538	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	412 665	185 699
2037	0.56%	0.38%	0.38%	0.38%	578	541	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	444 288	199 930
2038	0.54%	0.38%	0.38%	0.38%	581	544	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	475 957	214 181
2039	0.52%	0.38%	0.38%	0.38%	584	547	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	507 671	228 452
2040	0.50%	0.38%	0.38%	0.38%	587	550	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	539 431	242 744
2041	0.49%	0.38%	0.38%	0.38%	590	552	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	571 237	257 057
2042	0.47%	0.37%	0.37%	0.37%	593	555	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	603 088	271 390
2043	0.46%	0.37%	0.37%	0.37%	595	558	20	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	634 984	285 743
2044	0.45%	0.37%	0.37%	0.37%	598	560	21	2	15	2	8	4	0	0	0	0	0	0	666 927	300 117

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la Figura 19 el Número de Ejes Equivalentes (ESAL) para un periodo de 20 años es:

$$W_{18} = 300\ 117$$

4.3 Estudio del suelo

El estudio del suelo realizado a la subrasante definió su característica física y mecánica, obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 34

Resultados del estudio del suelo

Densidad máxima (kg/m ³)	CBR (%)
1771	1.9

Fuente: Estudio geotécnico.

Los resultados completos se muestran en el Anexo E.

4.4 Diseño geométrico

4.4.1 Velocidad de diseño

La vía San Cristóbal - Malima de la abscisa 5+800 hasta la abscisa 8+700 km al ser una carretera colectora de tipo III, con un TPDA de 368 vehículos, y según la Tabla del Anexo A, su una velocidad de diseño es de 40 km/h.

4.4.2 Velocidad de circulación

De acuerdo con la Tabla 5 “Relación entre velocidad de diseño y velocidad de circulación” para una velocidad de diseño de 40 km/h y un volumen de tránsito medio se tiene una velocidad de circulación de 35 km/h.

4.4.3 Diseño horizontal

4.4.3.1 Peralte

La MTOP (2003) recomienda un peralte máximo para vías de dos carriles de clase III con terreno montañoso un peralte máximo de 10% de acuerdo con en el Anexo A, pero también la misma norma recomienda usar un peralte máximo de 8% para velocidades de diseño menores a 50 km/h. Por lo que para este proyecto se decidió usar el peralte de 8%.

4.4.3.2 Radio mínimo

De acuerdo con la Ecuación 8, para una velocidad de diseño de 40 km/h un peralte máximo de 8% y un coeficiente de fricción calculado con la ecuación 9, se obtiene el siguiente valor de radio mínimo:

$$f = \frac{1.15}{35^{0.3}}$$

$$f = 0.40$$

$$R = \frac{40^2}{127 \times (0.08 + 0.40)}$$

$$R = 26.25 \text{ m}$$

El radio mínimo calculado es de 27 m.

En el Anexo F se puede verificar que los radios de la curva R cumplen con el criterio de ser mayores que el radio mínimo.

4.4.3.3 Sobreancho

Para este diseño se tomó el valor de sobreancho de 30 cm recomendado por la MTOP (2003) para velocidades de hasta 50 km/h tomando en cuenta el costo y el hecho de que la vía ya existe.

4.4.3.4 Distancia de visibilidad de parada y rebasamiento

De acuerdo con el Anexo A “Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción” de la MTOP (2003), para una carretera tipo III se obtiene una distancia de visibilidad para parada en terreno montañoso de 40 m y distancia de visibilidad para rebasamiento de 270 m.

De acuerdo con la Ecuación 13 se obtiene el siguiente valor de distancia de visibilidad de parada:

$$d_1 = 0.7 \times 35$$

$$d_1 = 24.5 \text{ m}$$

$$d_2 = \frac{35^2}{254 \times 0.40}$$

$$d_2 = 12.06 \text{ m}$$

$$d = 24.5 + 12.06$$

$$d = 36.56 \text{ m}$$

La distancia de visibilidad de parada calculada es de 37m.

Con la ecuación 14 se obtiene el valor de la distancia de rebasamiento:

$$Dr = 9.54 \times 40 - 218$$

$$Dr = 163.6 \text{ m}$$

La distancia de rebasamiento calculada es de 164 m.

En el Anexo F se detalla el reporte del diseño horizontal.

4.4.4 Diseño vertical

4.4.4.1 Curvas verticales convexas

Para determinar la longitud de las curvas verticales convexas es necesario un índice de curvatura que para este caso se tomará del Anexo A “Valores de diseño recomendados para

carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción” que para una carretera tipo III en terreno montañoso es de $K = 4$.

También se determinó la longitud mínima para curvas convexas con la Ecuación 16 en la que se obtuvo un valor de $L_{\min} = 24$ m.

4.4.4.2 Curvas verticales cóncavas

Para determinar la longitud de las curvas verticales convexas es necesario un índice de curvatura que para este caso se tomará del Anexo A “Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción” que para una carretera tipo III en terreno montañoso es de $K = 6$.

La longitud mínima para curvas cóncavas se determinó con la Ecuación 17 en la que se obtuvo un valor de $L_{\min} = 24$ m.

4.5 Diseño de pavimento

4.5.1 Tráfico promedio diario anual

Para el diseño del pavimento se tomará en cuenta el TPDA proyectado al año 2044, que es de $TPDA_{2044} = 368$.

4.5.2 Carga vehicular

El número de Ejes Equivalentes (ESAL) para un periodo de 20 años es de $W_{18} = 300\ 117$.

4.5.3 Confiabilidad (R)

Puesto que la vía San Cristóbal - Malima de la abscisa 5+800 hasta la abscisa 8+700 km al ser una carretera tipo III y de acuerdo con la Tabla 2 “Clasificación de carreteras en función del Tráfico Proyectado” y de acuerdo con la Tabla 9 “Relación, función, clase de carretera y tráfico” es una vía colectora y con esto en base a la Tabla 10 “Niveles de confiabilidad sugeridos” un nivel de confiabilidad recomendado para una vía rural de este tipo es de 85%.

El coeficiente de Desviación estándar dado por la Tabla 11 “Desviación estándar según el nivel de confiabilidad” con una confiabilidad del 85% es de $ZR = -1.037$.

4.5.4 Error estándar combinado

Este valor depende de la Tabla 12 “Error estándar combinado” para un pavimento flexible como construcción nueva es de $S_o = 0.45$.

4.5.5 Índice de serviciabilidad

Para un pavimento flexible se tiene un índice de serviciabilidad inicial de $P_o = 4.2$ de acuerdo con la Tabla 13 “Serviciabilidad inicial” y un índice de serviciabilidad final según la Tabla 14 “Serviciabilidad final” para una carretera es de $P_t = 2$, por lo que la diferencia entre índice de servicio inicial y final es $\Delta PSI = 4.2 - 2 = 2.2$.

4.5.6 Módulo resiliente de la subrasante

El CBR del proyecto es de 1.9%, por lo que de acuerdo con la Ecuación 19, se tiene un valor de:

$$MR = 1500 \times 1.9$$

$$MR = 2850 \text{ psi}$$

4.5.7 Módulo resiliente y coeficiente estructural de la subbase

De acuerdo con la Figura 6 para la subbase se tiene:

$$MR = 15000$$

$$a_3 = 0.11$$

4.5.8 Módulo resiliente y coeficiente estructural de la base

Según la Figura 7 para la base:

$$MR = 28000$$

$$a_2 = 0.135$$

4.5.9 Módulo resiliente y coeficiente estructural de la mezcla asfáltica

La Tabla 15 brinda estos valores para la mezcla asfáltica:

$$MR = 400\ 000$$

$$a_1 = 0.42$$

Lo que se corrobora con la Figura 8, obteniendo también el mismo valor recomendado por la AASHTO (1993).

4.5.10 Condiciones ambientales y drenaje

Los coeficientes m de condiciones ambientales y de drenaje para la base y la subbase está dado por la Tabla 17 “Coeficientes de drenaje m recomendados para corregir los coeficientes estructurales de bases y subbases” y para una calidad de drenaje buena según la Tabla 16 “Calidad de drenaje” según el tiempo que tarda el agua en ser evacuado será de un día debido a la topografía del terreno montañosa con pendientes altas. Se tiene valor de m de 1.

4.5.11 Números estructurales requeridos

Calculados con la Ecuación 18, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 35

Números estructurales calculados

	Capa	Número estructural (SN_i)
1	Mezcla asfáltica	-
2	Base	1.619
3	Subbase	2.072

Fuente: Elaboración propia.

Estos valores se corroboraron en el programa Ecuación AASHTO 93

Figura 20

Cálculo del número estructural de la subbase

CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)
Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil, Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 85 % Zi=-1.037 So: 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial: 4.2 PSI final: 2

Módulo resiliente de la subrasante: Mr: 15000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi): Coeficiente de transmisión de carga - (I):
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi): Coeficiente de drenaje - (Cd):

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W18

W18 = 300117

Número Estructural: SN = 2.07

Observaciones:

Calcular Salir

Figura 21

Cálculo del número estructural de la base

CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)
Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil, Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 85 % Zi=-1.037 So: 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial: 4.2 PSI final: 2

Módulo resiliente de la subrasante: Mr: 28000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi): Coeficiente de transmisión de carga - (I):
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi): Coeficiente de drenaje - (Cd):

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W18

W18 = 300117

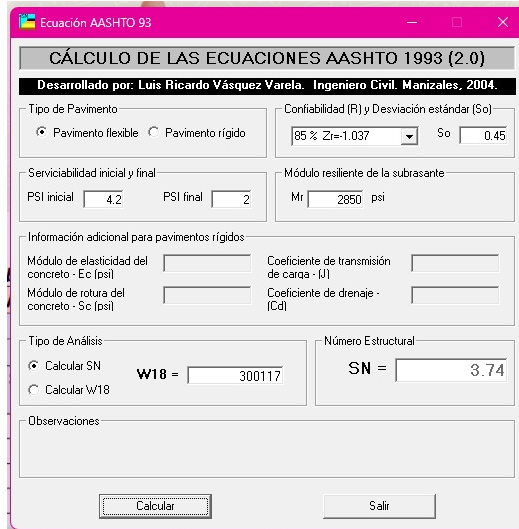
Número Estructural: SN = 1.62

Observaciones:

Calcular Salir

Figura 22

Cálculo del número estructural requerido



El valor de los espesores pre-dimensionados se determina con la Ecuación 25, 26 y 27, dependiendo de cada capa, el espesor real se determinó en base a que se cumpla la Ecuación 20 lo que si sucede al calcular los valores de SN´ corregidos, como se muestra a continuación:

Tabla 36

Pavimento con CBR de 1.9%

	Capa	SN requerido	Coefficientes estructurales		Espesor predimensionado	Espesor real (in)	SN corregido
		SN	a	m	D	D´	SN´
1	Mezcla asfáltica	0.349	0.42	1	0.832	3	1.26
2	Base	1.62	0.135	1	2.657	6	2.07
3	Subbase	2.072	0.11	1	0.018	6	3.99

Fuente: Elaboración propia.

Estos valores de espesores son altos debido al CBR bajo que se obtuvo del estudio del suelo, por eso se decidió adicionar una capa de mejoramiento.

Se cumple la condición de la Ecuación 20 ya que $3.74 < 3.99$.

4.5.12 Espesor de las capas

Para un valor de ESAL de 300 117 se tiene un valor de espesor mínimo de concreto asfáltico de 2.5 in y para la base de 4 in de acuerdo con la Tabla 18 “Espesores mínimos en pulgadas”, eso se consideró para determinar los valores del Espesor real en la Tabla 36.

Para definir el espesor de la capa de mejoramiento se siguió el siguiente procedimiento de acuerdo con INVIAS (1998):

$$D_4 = \frac{SN_r - SN_0}{a_4 \times m_4} \quad (29)$$

Donde:

D_4 = Espesor de la subrasante mejorada, in.

SN_r = Número estructural requerido.

SN_0 = Número estructural requerido con el CBR del material de mejoramiento.

a_4 = coeficiente estructural de la capa subrasante mejorada.

m_4 = coeficiente de drenaje de la subrasante mejorada.

Para determinar el número estructural requerido con el CBR del material de mejoramiento se utilizó el programa Ecuación ASSHTO teniendo el siguiente resultado.

Figura 23

Número estructural requerido con material de mejoramiento con CBR de 7%

El coeficiente estructura a_4 dependerá del CBR del material con el que se reemplazará la subrasante. Para este proyecto según la Tabla 8 “Clasificación de suelos según su CBR” se tomará el de un suelo regular 7-20% CBR para suelos para ser usados como mejoramiento. Entonces $a_4 = 0.061$.

Para el coeficiente de drenaje se tomará en de las capas anteriores por lo que $m_4 = 1$.

Entonces con la Ecuación 29 tenemos:

$$D_4 = \frac{3.74 - 2.36}{0.061 \times 1}$$

$$D_4 = 22.623 \text{ in}$$

$$D_4 = 22 \text{ in}$$

$$D_4 = 55.88 \text{ cm}$$

$$D_4 = 55 \text{ cm}$$

El espesor de mejoramiento a colocar será de 55 cm.

Considerando esto tenemos el siguiente diseño de pavimento:

Tabla 37

Espesor del pavimento

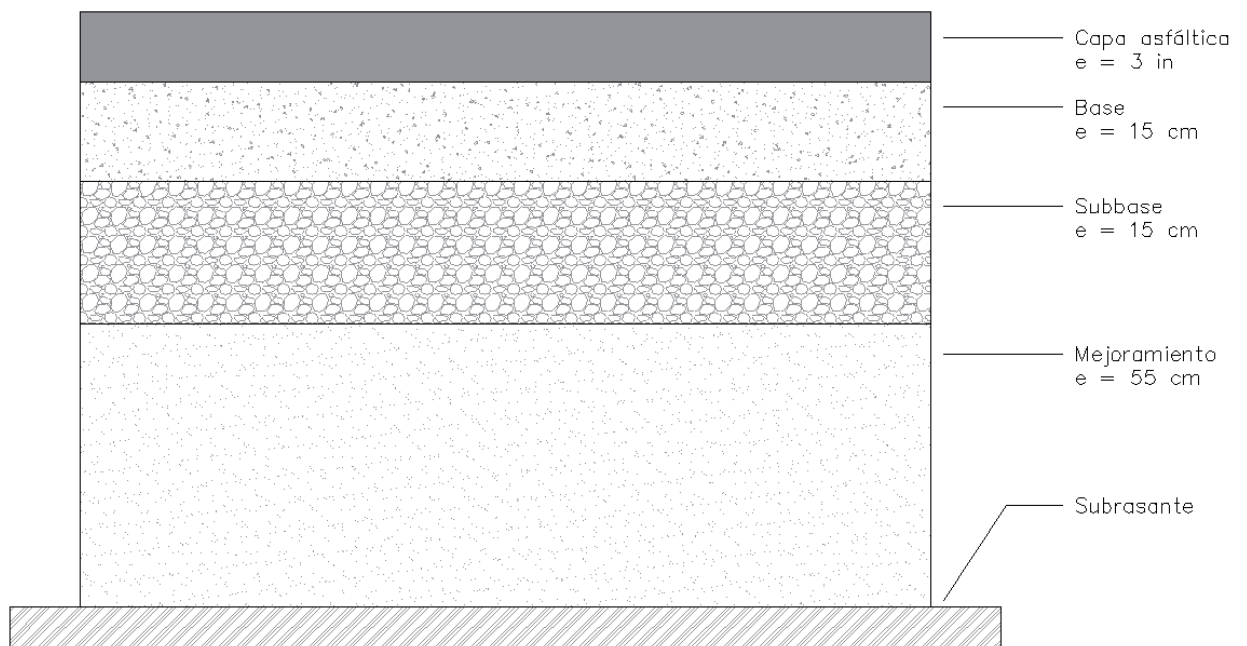
	Espesor		SN diseño
	in	cm	
Capa asfáltica	3	8	1.26
Base	6	15	2.07
Subbase	6	15	3.99
Mejoramiento	22	55	-
Total	37	93	

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta un gráfico de la estructura de pavimento:

Figura 24

Diseño de pavimento



Fuente: Elaboración propia.

4.6 Diseño de cunetas

4.6.1 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía se determinó en base a la Tabla 41 del Anexo B, considerando que el proyecto tiene una cobertura vegetal de pastos con vegetación ligera con suelos permeables y con pendientes medias se tiene un Coeficiente de escorrentía de 0.25.

4.6.2 Intensidad de la lluvia

Para el cálculo de la intensidad de la lluvia en la zona se ha tomado las “Ecuaciones para el Cálculo de Intensidades Máximas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2015), tomando como estación más cerca de la zona de estudio la M0138 Paute.

De acuerdo con la Figura 10 “Intensidad para el Periodo de Retorno T en la estación M0138”, para un periodo de retorno de 100 años y un tiempo de duración de 30 minutos recomendado por la MTOP (2003), se tiene una Intensidad de 88 mm/h.

4.6.3 Velocidad máxima y mínima

La velocidad máxima se determinó según la siguiente tabla:

Tabla 38

Valores máximos de velocidades no erosivas en cunetas

Material	Velocidad (m/s)
Arenas finas y limos	0.40-0.60
Arcilla arenosa	0.50-0.75
Arcilla	0.75-1.00
Arcilla firme	1.00-1.50
Grava limosa	1.00-1.50
Grava fina	1.50-2.00
Pizarras suaves	1.50-2.00
Grava gruesa	2.00-3.50
Zampeados	3.00-4.50
Rocas sanas y hormigón	4.50-7.50

Fuente: (MTOP, 2003).

Para la zona de estudio se determinó una velocidad máxima para evitar la erosión de 4.50 m/s. Y una velocidad mínima recomendada de 0.25 m/s.

4.6.4 Coeficiente de rugosidad de Manning

Este coeficiente depende del material, para este proyecto será el del hormigón entonces $n = 0.013$.

4.6.5 Relaciones geométricas para parámetros hidráulicos

El diseño de la cuneta se realizó con una relación 1:2 por lo que $d=0.2$ m y $a=0.4$ m. También se determinó las áreas de aporte para el proyecto del escurrimiento de la calzada de la vía además de una longitud de 35 metros alado de la vía debido a presencia de abundante vegetación en el talud.

En el Anexo G se presenta un resumen de los cálculos del diseño de las cunetas.

4.7 Evaluación del alcantarillado

Se realizó una evaluación del estado del alcantarillado a lo largo del tramo de la vía, en donde se tomó en cuenta el estado de la tubería, diámetro, longitud para proceder a evaluar si su funcionamiento es el adecuado. En el tramo de diseño existen 12 alcantarillas el detalle de su evaluación de estado físico se encuentra en el Anexo I.

4.7.1 Caudal de diseño

El caudal de diseño se calculó con ayuda del software ARCGIS debido a que ya hay alcantarillas existentes, aquí se determinó la longitud media del cauce para después poder determinar la Intensidad en mm/h del sitio, el área de aporte, con esto ya se pudo calcular el caudal, los resultados se detallan a continuación:

Tabla 39*Caudal de las alcantarillas existentes*

Alcantarilla	Abscisa	Cota inicial (msnm)	Cota final (msnm)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Caudal de diseño (m ³ /s)
1	5+822	2978.383	2978.114	12.033	2.24	0.264
2	6+304	2958.949	2958.424	12.091	4.34	0.207
3	6+620	2936.766	2936.023	10.947	6.79	0.527
4	6+876	2923.642	2923.129	11.936	4.30	1.738
5	6+950	2921.127	2920.86	10.775	2.48	4.091
6	7+038	2917.634	2916.968	10.798	6.17	2.115
7	7+403	2885.278	2884.689	10.889	5.41	0.642
8	7+569	2869.614	2869.006	14.569	4.17	5.207
9	8+163	2823.775	2823.503	10.884	2.50	3.767
10	8+242	2817.152	2816.353	11.8	6.77	3.787
11	8+313	2810.398	2809.976	11.05	3.82	4.607
12	8+480	2796.573	2796.22	10.95	3.22	1.515

Fuente: Elaboración propia.**4.7.2 Sección de alcantarilla**

Para determinar si la sección de alcantarilla existente está funcionando correctamente se realizó una comparación entre la relación hidráulica del tirante de agua y el diámetro de la tubería, considerando una sección llena al 80% de su capacidad, de acuerdo con este tenemos los siguientes resultados:

Tabla 40*Evaluación de alcantarillas*

Alcantarilla	Abscisa	Diámetro (m)	Velocidad (m/s)	Coefficiente de rugosidad	y/D	Condición
1	5+822	1.2	2.79	0.024	0.089	CUMPLE
2	6+304	1.2	3.89	0.024	0.089	CUMPLE
3	6+620	1	4.31	0.024	0.089	CUMPLE
4	6+876	1.2	3.87	0.024	0.127	CUMPLE
5	6+950	1.2	2.94	0.024	0.200	CUMPLE
6	7+038	0.8	6.53	0.013	0.284	CUMPLE
7	7+403	1.1	4.1	0.024	0.200	CUMPLE
8	7+569	1.2	3.81	0.024	0.127	CUMPLE
9	8+163	0.8	4.16	0.013	0.248	CUMPLE

10	8+242	0.8	5.56	0.013	0.200	CUMPLE
11	8+313	1	4.85	0.013	0.200	CUMPLE
12	8+480	1.2	6.19	0.024	0.190	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla anterior las tuberías están funcionando correctamente con su diseño existente.

4.7.3 Estructura de entrada y salida

Con el cálculo anterior de la evaluación de las alcantarillas existentes se confirmó que estas si funcionan adecuadamente, por lo que las dimensiones de la tubería se conservaran con el mismo diámetro al igual que la estructura tanto de entrada como de salida, los planos se detallan en el Anexo I.

La estructura de entrada así como la estructura de salida de las alcantarillas se encuentran en buenas condiciones, por lo que no se cambiará su diseño ya que se puede usar las mismas, lo que si se observó con la evaluación de las alcantarillas del Anexo I es que es necesario que a estas se les realice un constante mantenimiento, ya que se observó que muchas de las alcantarillas están tapadas con material orgánico.

4.8 Presupuesto referencial

Presupuesto referencial del proyecto San Cristóbal-Malima ubicado en el cantón Paute, provincia del Azuay.

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1		OBRAS PRELIMINARES				400 106.05
1.1	500004	Replanteo y nivelación de vías	ml	2 900.00	3.50	10 150.00
1.2	500010	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	37 017.05	1.96	72 553.42
1.3	500014	Excavación manual material sin clasificar	m3	185.09	12.53	2 319.18
1.4	500001	Cargado de material con cargadora	m3	48 362.77	1.37	66 256.99

1.5	500002	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	48 362.77	2.22	107 365.35
1.6	500003	Sobrecarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km	m3-km	544 081.20	0.26	141 461.11
2		ESTRUCTURA VIAL				714 709.98
2.1	500005	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m2	17 400.00	1.31	22 794.00
2.2	500006	Pedraplén, conformación y compactación con equipo pesado	m3	174.00	25.01	4 351.74
2.3	500007	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado	m3	10 298.44	23.45	241 498.42
2.4	500040	Subbase conformación y compactación con equipo pesado	m3	2 610.00	29.69	77 490.90
2.5	500041	Base Granular conformación y compactación con equipo pesado	m3	2 610.00	35.93	93 777.30
2.6	500011	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	17 400.00	1.22	21 228.00
2.7	500039	Carpeta asfáltica (e=3") Ho Asf. mezclado en planta	m2	17 400.00	13.96	242 904.00
2.8	500013	Brocal de hormigón para pozos (h=20cm) y tapa (h=10cm) cónicos, D=700mm, Tipo A	u	58.00	105.35	6 110.30
2.9	500017	Recuperación de pozo, d = 600 mm	u	58.00	78.54	4 555.32
3		OBRAS DE DRENAJE CUNETAS				127 364.92
3.1	500014	Excavación manual material sin clasificar	m3	174.00	12.53	2 180.22
3.2	506002	Cargado de material con minicargadora	m3	226.20	2.00	452.40
3.3	506005	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	226.20	2.22	502.16
3.4	506007	Sobrecarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, distancia > 6 Km	m3-km	2 589.99	0.23	595.70
3.5	505017	Subrasante conformación y compactación con equipo liviano	m2	3 480.00	2.36	8 212.80
3.6	505019	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo liviano	m3	87.00	30.25	2 631.75
3.7	512005	Encofrado de madera recto (2 usos)	m2	4 814.33	10.37	49 924.60
3.8	507003	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2	m3	423.43	129.10	54 664.81
3.9	528004	Corte y sellado de juntas con poliuretano, incluye cordón e imprimante	m	1 411.44	3.95	5 575.19
3.10	509005	Curado de superficie con aditivo químico	m2	4 234.33	0.62	2 625.28
4		SEÑALIZACION				14 288.52
4.1	500018	Señalización vertical	u	27.00	148.76	4 016.52
4.2	500019	Pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm	ml	6 420.00	1.60	10 272.00
5		MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES				1 860.18
5.1	500028	Letrero metálico de información del Proyecto	u	2.00	484.84	969.68
5.2	500020	Señalización con cinta	ml	200.00	0.23	46.00
5.3	500021	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	20.00	6.46	129.20
5.4	500022	Cobertura de plástico (5 usos)	m2	50.00	0.29	14.50
5.5	500023	Difusión Social	global	1.00	700.80	700.80

SUBTOTAL		1 258 329.65
IVA	12%	150 999.56
TOTAL		1 409 329.21

Son: UNO MILLONES CUATROCIENTOS NUEVE MIL TRESCIENTOS VEINTE Y NUEVE CON 21/100 DÓLARES

En el Anexo H se detalla su respectivo cronograma valorado y ruta crítica.

5 CONCLUSIONES

El diseño geométrico se basó en la Norma MTOP (2003), garantizando el trazado adecuado de la carretera, con una velocidad de diseño de 40 km/h teniendo en cuenta la topografía montañosa.

Como resultado del estudio de tráfico proyectado para un periodo de diseño de 20 años, se obtuvo un TPDA de 368 vehículos, clasificando la carretera como vía colectora de Clase III, con una anchura de sección típica de 6 metros.

El estudio del suelo determinó un CBR de 1.9%, lo que indicaba una calidad muy deficiente de la subrasante, por lo que se sustituyó por una capa de mejoramiento recomendada por la bibliografía utilizada.

La estructura de pavimento propuesta consiste en una capa de asfalto, una base, una subbase y una capa de mejora con espesores de 3 pulgadas, 15 cm, 15 cm y 55 cm, respectivamente.

De acuerdo con el análisis hidráulico, se requerían cunetas triangulares en ambos extremos para garantizar un drenaje adecuado del agua de lluvia. En cuanto a la evaluación de las alcantarillas, se determinó que funcionan correctamente con su sección actual, pero se requiere un mantenimiento constante para que estas no se tapen.

La señalización de la vía se realizó en base a la Norma INEN (2011^a) para evitar siniestros viales. También se realizó un presupuesto referencial.

6 RECOMENDACIONES

Al llevar a cabo el proyecto, es necesario proporcionar una señalización visible de las obras que se están realizando en la carretera para garantizar la seguridad de los usuarios.

Actualmente, el tráfico peatonal es escaso, por lo que no se consideró el diseño de aceras. Sin embargo, se recomienda implantarlas en el futuro, ya que el tráfico peatonal puede aumentar. Tras la finalización del proyecto, es aconsejable realizar un mantenimiento periódico de la carretera y los sistemas de drenaje para mantenerlos en condiciones óptimas y evitar su deterioro, garantizando así su correcto funcionamiento y por supuesto su durabilidad.

Considerar los aspectos de seguridad vial, ya que el diseño de la carretera incluye curvas largas.

7 BIBLIOGRAFÍA

AASHTO. (1993). *Guide for design of pavement Structures*.

Agudelo, J. (2002). *Diseño geométrico de vías*.

Basabe, P., Almeida, E., Ramón, P., Zeas, R., & Álvarez, L. (1996). Avance en la prevención de desastres naturales en la cuenca del río Paute, Ecuador. *Bulletin de l'Institut Français d'études Andines*, 25(3), 443–458. <https://doi.org/10.3406/bifea.1996.1242>

Briceño, A., Mass I Rubí, L., Cioce, V., Royero, G., Bacaicoa, L., Wildermann, E., Hoyer, M., & Barrios, M. (2009). GPS NTRIP observations: A new alternative for precise positioning in Venezuela. *Vol. 32, N° 3*. <https://www.researchgate.net/publication/292289557>

- Buonanno, G., Marzouk, A., & Venero, S. (2017). Exposure to particulate matter in vehicle cabins of private cars. *Environmental Science and Pollution Research International*.
- Cabrera, G., Velásquez, N., & Valladares, M. (2009). Seguridad vial, un desafío de salud pública en la Colombia del siglo XXI. *Rev Fac Nac Salud Pública* 2009, 27.
- Cárdenas, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras, 2da Edición*.
- Das, B. M. (2013). *Fundamentos de ingeniería geotécnica Cuarta edición*.
<http://estudiantesingcivil.blogspot.mx/>
- del Río, O., Gómez, F., López, N., Saenz, J., & Espinosa, A. (2020). *Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de Drones*. 14.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193963490001>
- EMMETT-EP. (2021). *Actualización del Plan de Movilidad Sustentable del Cantón Paute 2021-2030*.
- Flores, H., López, J., & Paniagua, G. (2018). *Importación de puntos topográficos: creación de curvas de nivel y triangulación en softwares mineros minesight y vulcan*.
- García, A. (2015). *Diseño de pavimento asfáltico por el Método AASHTO-93 empleando el software DISAASHTO-93*.
- Goudie, A., & Middleton, N. (2001). Saharan dust storms: nature and consequences. *Earth-Science Reviews*.
- INAMHI. (2015). *Determinación de ecuaciones para el cálculo de Intensidades Máximas de Precipitación*.
- INEC. (2022). *Instituto Nacional de Estadística y Censo*.
- INEN. (2011a). *Señalización vial. Parte 1. Señalización vertical*.
- INEN. (2011b). *Señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal*.

- INVIAS. (1998). *Manual de Diseño Geométrico para Carreteras*.
- INVIAS. (2009). *Manual de Drenaje para Carreteras*.
- López, M. (2019). *Análisis de la siniestralidad vial mediante modelos de datos de conteo*.
- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Universidad Católica de Colombia.
- MOP-001-F. (2002). *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes*.
- MTOP. (2003). *Norma de Diseño Geométrico de Carreteras*.
- NEVI 12. (2013a). *Norma para Estudios y Diseños Viales (Vol. 2A)*.
- NEVI 12. (2013b). *Norma para Estudios y Diseños Viales (Vol. 2B)*.
- PDOT Paute. (2020). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN PAUTE 2020 DIAGNÓSTICO*.
- PDOT San Cristóbal. (2015). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARROQUIAL DE SAN CRISTÓBAL*.
- Pérez, G. (2020). *Boletín FAL 377 Caminos rurales: vías claves para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial*.
- Pistarelli, M., Pire, T., & Kofman, E. (2019, May 21). Caracterización de un Sistema GPS RTK de Bajo Costo. *Revista Tecnología y Ciencia*, 35, 94–107. <https://doi.org/10.33414/rtyc.35.94-107.2019>
- Rondón, H., & Reyes, F. (2015). *Pavimentos: Materiales, construcción y diseño* (Ecoe Ediciones Ltda).
- Sandoval, E., & Rivera, W. (2019). Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfiada. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 19(1).
- Villalaz, C. (2007). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (Editorial Limusa).

Zurita Vaca, M., Amboya Soqueb, R., & Barba Castro, E. (2016). Infraestructura Vial y crecimiento económico: Caso Parroquias Sevilla Don Bosco y San Isidro, Provincia de Morona Santiago, Ecuador. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 18(1), 83. <https://doi.org/10.18271/ria.2016.182>

8 ANEXOS

Anexo A



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

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

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 – 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 – 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽⁹⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁹⁾
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽⁹⁾
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110
Peralte	MAXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.)						8% (Para V < 50 K.P.H.)					
Coefficiente "K" para: ⁽²⁾																														
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0,5%																													
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 ⁽⁸⁾					
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B., Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado					
Ancho de espaldones ⁽⁵⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---					
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						4,0					
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁶⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---					
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																													
Puentes	Carga de diseño HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																													
	Ancho de la calzada (m) SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																													
	Ancho de Aceras (m) ⁽⁷⁾ 0,50 m mínimo a cada lado																													
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3° de la Ley de Caminos y el Art. 4° del Reglamento aplicativo de dicha Ley																													
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																														

- 1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 – 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno – Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.
- 2) Longitud de las curvas verticales: $L = K A$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{\min} = 0,60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- 3) En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.
- 4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.
- 5) Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
- 6) Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
- 7) En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsese dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- 8) Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- 9) Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar $V_0 = 20$ Km/h y $R = 15$ m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA: Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

Anexo B

Tabla 41

Coefficiente de Escorrentía

Coefficiente de Escorrentía “C”					
Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno			
		Pronunciada 50%	Alta 20%	Media 5%	Suave 1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25
Pastos vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15
Bosques densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10

Fuente: (MTOP, 2003)





Anexo C

ESTACION: E1 - I 1

INICIO: 00H00

FECHA: domingo, 19 de noviembre de 2023

FIN: 24H00

Periodo de hora	LIVIANOS		BUSES		Camiones					Motos	Bicis	Peatones	Total
					C-2D	C-2DB	C-3A	C-4C	V2DB				
00H00-01H00	1		0		0	0	0	0	0	0	0	0	1
01H00-02H00	1		0		0	0	0	0	0	0	1	0	1
02H00-03H00	3		0		0	0	0	0	0	0	0	0	3
03H00-04H00	4		0		0	0	0	0	0	0	0	0	4
04H00-05H00	0		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
05H00-06H00	1		0		0	0	0	0	0	0	0	0	1
06H00-07H00	4		0		0	0	0	0	0	0	0	0	4
07H00-08H00	1		1		0	0	0	0	0	0	1	0	2
08H00-09H00	8		0		0	0	0	0	0	0	1	0	8
09H00-10H00	8		0		1	0	0	0	0	0	1	0	9
10H00-11H00	6		0		1	0	0	0	0	0	2	0	7
11H00-12H00	10		0		0	0	0	0	0	0	0	0	10
12H00-13H00	8		0		0	0	0	0	0	0	4	0	8
13H00-14H00	7		1		0	0	0	0	0	0	0	0	8
14H00-15H00	11		0		0	0	0	0	0	0	2	0	11
15H00-16H00	8		0		0	0	1	0	0	0	7	0	9
16H00-17H00	12		0		0	0	0	0	0	0	1	0	12
17H00-18H00	10		0		0	0	0	0	0	0	0	0	10
18H00-19H00	7		0		0	0	0	0	0	0	3	0	7
19H00-20H00	11		0		0	0	0	0	0	0	2	0	11
20H00-21H00	4		0		0	0	0	0	0	0	0	0	4
21H00-22H00	3		0		0	0	0	0	0	0	0	0	3
22H00-23H00	0		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
23H00-24H00	1		0		0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	129		2		2	0	1	0	0	0	25	0	134

ESTACION: E3 - I 1
FECHA: domingo, 19 de noviembre de 2023

INICIO: 00H00
FIN: 24H00

Periodo de hora	LIVIANOS		Camiones					Motos	Bicis	Peatones	Total
	BUSES		C-2D	C-2DB	C-3A	C-4C	V2DB				
00H00-01H00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01H00-02H00	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
02H00-03H00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
03H00-04H00	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
04H00-05H00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
05H00-06H00	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
06H00-07H00	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
07H00-08H00	4	1	0	1	0	0	0	1	0	0	6
08H00-09H00	7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	8
09H00-10H00	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
10H00-11H00	6	0	1	0	0	0	0	1	0	0	7
11H00-12H00	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2
12H00-13H00	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3
13H00-14H00	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
14H00-15H00	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
15H00-16H00	11	0	0	0	0	0	0	2	0	0	11
16H00-17H00	7	0	0	0	0	0	0	2	0	9	7
17H00-18H00	19	0	1	0	0	0	0	1	0	0	20
18H00-19H00	47	1	0	0	0	0	0	6	0	0	48
19H00-20H00	21	1	0	0	0	0	0	2	0	0	22
20H00-21H00	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
21H00-22H00	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
22H00-23H00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23H00-24H00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	162	9	2	1	0	0	0	23	0	10	174

Anexo D

Figura 25

Nacional de Pesos y Dimensiones: “Tipo de vehículos motorizados remolques y semirremolques”

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)			
				Largo	Ancho	Alto	
2 D			CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	7	5,00	2,60	3,00
2DA			CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	10	7,50	2,60	3,50
2DB			CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	18	12,20	2,60	4,10
3-A			CAMIÓN DE 3 EJES	27	12,20	2,60	4,10
4-C			CAMIÓN DE 4 EJES	31	12,20	2,60	4,10
4-0 octopus			CAMIÓN CON TAMDEM DIRECCIONAL Y TAMDEM POSTERIOR	32	12,20	2,60	4,10
V2DB			VOLQUETA DE DOS EJES 8 m³	18	12,20	2,60	4,10
V3A			VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m³	27	12,20	2,60	4,10
VZS			VOLQUETA ZS DE 3 EJES 16 m³	27	12,20	2,60	4,10
T2			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES	18	8,50	2,60	4,10
T3			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES	27	8,50	2,60	4,10
S3			SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	24	13,00	2,60	4,10
S2			SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	20	13,00	2,60	4,10
S1			SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	11	13,00	2,60	4,10
R2			REMOQUE DE 2 EJES	22	10,00	2,60	4,10
R3			REMOQUE DE 3 EJES	31	10,00	2,60	4,10
B1			REMOQUE BALANCEADO DE 1 EJE	11	10,00	2,60	4,10
B2			REMOQUE BALANCEADO DE 2 EJES	20	10,00	2,60	4,10
B3			REMOQUE BALANCEADO DE 3 EJES	24	10,00	2,60	4,10

Fuente: (NEVI 12, 2013^a).

Anexo E

Estudio del Suelo

HOJA ESTRATIGRÁFICA DE CAMPO

PROYECTO: ESTUDIOS PARA EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

FECHA: Noviembre, 2023

TRAMO: SAN CRISTÓBAL

CALICATA: C2








SOLICITA: S.C

INTERSECCIÓN 1:
INTERSECCIÓN 2:

PARROQUIA: SAN CRISTÓBAL

PROFUNDIDAD: [0.00 - 1.50] m

COORDENADAS:

Arena  Arcilla  Limo  Lastre  Subbase  Base  Asfalto 

PROFUNDIDAD (m)	Perfil	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Nf	ENSAYOS DE LABORATORIO							Observaciones	
				LL	LP	IP	Granulometría			Cont. Hum. (%)		Clasificación SUCS
							% Grava	% Arena	% Finos (Pasa No. 200)			
0.00		Asfalto										
0.20		Base										
0.40												
0.60		Subbase										
0.80												
1.00												
1.20		Subrasante		35.47	21.22	14.25	0.00	40.00	60.00	15.76	CL	Arcillas inorgánicas de baja compresibilidad
1.40												

METODO DE EXCAVACIÓN:

NF:

HOJA ESTRATIGRÁFICA DE CAMPO

PROYECTO: ESTUDIOS PARA EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

FECHA: Noviembre, 2023

TRAMO: SAN CRISTÓBAL

CALICATA: C4

SOLICITA: S.C








INTERSECCIÓN 1:




INTERSECCIÓN 2:

PROFUNDIDAD: [0.00 - 1.50] m

PARROQUIA: SAN CRISTÓBAL

COORDENADAS:

Mejoramiento  Grava  Adoquín  Lastre  Subbase  Base  Asfalto 

PROFUNDIDAD (m)	Perfil	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Nf	ENSAYOS DE LABORATORIO							Observaciones	
				LL	LP	IP	Granulometría			Cont. Hum. (%)		Clasificación SUCS
							% Grava	% Arena	% Finos (Pasa No. 200)			
0.00		Asfalto										
0.20		Subbase										
0.40												
0.60												
0.80												
1.00		Subrasante		36.28	23.23	13.05	65.00	23.00	12.00	14.49	GC	Grava arcillosa
1.20												
1.40												

METODO DE EXCAVACIÓN: MANUAL

NF: NO

HOJA ESTRATIGRÁFICA DE CAMPO

PROYECTO: ESTUDIOS PARA EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

FECHA: Noviembre, 2023

TRAMO: SAN CRISTÓBAL


CALICATA: C5




SOLICITA: S.C

INTERSECCIÓN 1:
INTERSECCIÓN 2:
PROFUNDIDAD: [0.00 - 1.50] m

PARROQUIA: SAN CRISTÓBAL

COORDENADAS:

Mejoramiento  Grava  Adoquín  Empedrado  Subbase  Base  Asfalto 

PROFUNDIDAD (m)	Perfil	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Nf	ENSAYOS DE LABORATORIO							Observaciones	
				LL	LP	IP	Granulometría			Cont. Hum. (%)		Clasificación SUCS
							% Grava	% Arena	% Finos (Pasa No. 200)			
0.00		Asfalto										
0.20		Subbase										
0.40												
0.60												
0.80												
1.00		Subrasante		32.16	20.28	11.88	63.00	27.00	10.00	9.44	GW-GC	Grava bien graduada con arcilla
1.20												
1.40												

METODO DE EXCAVACION: MANUAL

NF: NO

PROYECTO: ESTUDIOS PARA EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
 CONSULTOR: ING. FLAVIO ALBARRACIN LLIVISACA

Ensayo : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 Norma : ASTM D 1883
 Material:

CUADRO RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO: SUBRASANTE

CALLE	CALICATA	LIMITES ATTERBERG			HUMEDAD Natural	GRANULOMETRÍA			PROCTOR		CBR 95%	SUCS	CLASIFICACIÓN Descripción
		LL	LP	IP		% de Grava	% de Arena	% de Finos (Pasa No. 200)	Densidad	Humedad			
		(%)	(%)	(%)					Seca max. (kg/m3)	Optima			
M ^r	C2	35.47	21.22	14.25	15.76	0	40	60	1771	11.01	1.9	CL	Arcillas inorgánicas de baja compresibilidad
	C4	36.28	23.23	13.05	14.49	65	23	12	1978	10.57	7	GC	Grava arcillosa
	C5	32.16	20.28	11.88	9.44	63	27	10	2066	7.71	18	GW-GC	Grava bien graduada con arcilla

Anexo F

N° CURVA	DIRECCION	Ángulo de deflexión D	Radio de la curva R m	Ecuación 4		Ecuación 5		Ecuación 6		Ecuación 7		Ecuación 8	
				Longitud de la subtangente T m	Longitud de la curva L m	Longitud de la cuerda LC m	Distancia externa E m	Distancia de la ordenada media M m	Punto de intersección PI	Punto de inicio de la curva PC	Punto de tangencia PT	Punto de intersección norte PI NORTE	Punto de intersección este PI ESTE
PI: 1	S6° 30' 15"E	89°48'35"	38	37.87	59.56	53.65	15.65	11.09	6+073.81	6+035.93	6+095.50	9686499.82	743429.16
PI: 2	S62° 57' 00"E	23°04'55"	165	33.69	66.47	66.02	3.4	3.34	6+149.25	6+115.56	6+182.03	9686442.67	743500.78
PI: 3	S75° 06' 39"E	1°14'23"	165	1.79	3.57	3.57	0.01	0.01	6+214.21	6+212.43	6+216.00	9686425.05	743564.26
PI: 4	S75° 25' 11"E	0°37'19"	165	0.9	1.79	1.79	0	0	6+256.77	6+255.88	6+257.67	9686414.56	743605.5
PI: 5	S86° 56' 48"E	23°37'06"	120	25.09	49.47	49.12	2.59	2.54	6+611.94	6+586.85	6+636.31	9686323.46	743948.78
PI: 6	N66° 48' 39"E	28°51'59"	55	14.16	27.71	27.42	1.79	1.74	6+694.39	6+680.23	6+707.94	9686336.12	744030.98
PI: 7	N33° 23' 51"E	37°57'37"	75	25.8	49.69	48.79	4.31	4.08	6+842.12	6+816.32	6+866.01	9686426.67	744148.47
PI: 8	N65° 31' 53"E	102°13'42"	35	43.4	62.45	54.49	20.75	13.03	6+953.44	6+910.04	6+972.49	9686536.33	744176.66
PI: 9	S41° 49' 06"E	43°04'21"	70	27.62	52.62	51.39	5.25	4.89	7+278.58	7+250.95	7+303.58	9686379.6	744489.03
PI: 10	S21° 36' 44"E	2°39'37"	100	2.32	4.64	4.64	0.03	0.03	7+530.99	7+528.67	7+533.31	9686140.37	744577.44
PI: 11	S7° 30' 32"W	60°54'10"	65	38.21	69.09	65.88	10.4	8.97	7+624.99	7+586.78	7+655.87	9686053.81	744614.08
PI: 12	S15° 29' 40"W	44°55'54"	60	24.81	47.05	45.86	4.93	4.55	7+720.40	7+695.59	7+742.64	9685972.8	744550.88
PI: 13	S24° 35' 11"E	35°13'48"	90	28.58	55.34	54.47	4.43	4.22	7+812.15	7+783.58	7+838.92	9685879.17	744562.33
PI: 14	S66° 34' 04"E	48°43'59"	60	27.17	51.03	49.51	5.87	5.34	7+960.14	7+932.96	7+984.00	9685768.21	744662.95
PI: 15	S88° 23' 36"E	5°04'56"	100	4.44	8.87	8.87	0.1	0.1	8+085.47	8+081.03	8+089.90	9685770.3	744791.58
PI: 16	N80° 04' 21"E	28°09'03"	38	9.53	18.67	18.48	1.18	1.14	8+122.57	8+113.04	8+131.71	9685767.62	744828.59
PI: 17	N67° 25' 56"E	2°52'12"	100	2.51	5.01	5.01	0.03	0.03	8+187.75	8+185.24	8+190.25	9685794.29	744888.48
PI: 18	S89° 19' 27"E	44°29'05"	105	42.94	81.52	79.49	8.44	7.81	8+327.86	8+284.91	8+366.44	9685845.11	745019.05
PI: 19	S74° 41' 03"E	15°12'18"	300	40.04	79.61	79.38	2.66	2.64	8+446.14	8+406.09	8+485.71	9685797.35	745132.01
PI: 20	S81° 35' 12"E	1°24'00"	500	6.11	12.22	12.22	0.04	0.04	8+530.20	8+524.09	8+536.31	9685786	745215.78
PI: 21	N85° 11' 23"E	27°50'50"	95	23.55	46.17	45.72	2.88	2.79	8+747.60	8+724.05	8+770.22	9685751.57	745430.44

Anexo G

N° Alcantarilla	Cota inicial	Cota final	Longitud entre sumideros (m)	Medidas de la cuneta							Cálculo hidráulico					Área de aporte		
				S	Za	Zb	d(m)	a(m)	I(m)	n	Área del canal (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio Hidráulico	Velocidad (m/s)	Caudal (m ³ /s)	Área del carril (ha)	Área de la cuenca	Área de aporte (ha)
1	2978.383	2958.949	482	0.0403195	2	1	0.2	0.4	0.6	0.013	0.06	0.73005631	0.08218544	2.91973984	0.17518439	0.1446	1.687	1.8316
2	2958.949	2936.766	316	0.07019937	2	1	0.2	0.4	0.6	0.013	0.06	0.73005631	0.08218544	3.85259338	0.2311556	0.0948	1.106	1.2008
3	2936.766	2923.642	256	0.05126563	2	1	0.2	0.4	0.6	0.013	0.06	0.73005631	0.08218544	3.29230229	0.19753814	0.0768	0.896	0.9728
4	2923.642	2921.127	73.6	0.0341712	2	1	0.2	0.4	0.6	0.013	0.06	0.73005631	0.08218544	2.68792201	0.16127532	0.02208	0.2576	0.27968
5	2921.127	2917.634	88.3	0.03955832	2	1	0.2	0.4	0.6	0.013	0.06	0.73005631	0.08218544	2.89204814	0.17352289	0.02649	0.30905	0.33554
6	2917.634	2885.278	365	0.08864658	2	1	0.2	0.4	0.6	0.013	0.06	0.73005631	0.08218544	4.32929876	0.25975793	0.1095	1.2775	1.387
7	2885.278	2869.614	166	0.09436145	2	1	0.2	0.4	0.6	0.013	0.06	0.73005631	0.08218544	4.46667002	0.2680002	0.0498	0.581	0.6308
8	2869.614	2823.775	594	0.07717003	2	1	0.2	0.4	0.6	0.013	0.06	0.73005631	0.08218544	4.03934475	0.24236069	0.1782	2.079	2.2572
9	2823.775	2817.152	79.5	0.08330818	2	1	0.2	0.4	0.6	0.013	0.06	0.73005631	0.08218544	4.19691708	0.25181503	0.02385	0.27825	0.3021
10	2817.152	2810.398	70.2	0.09	2	1	0.2	0.4	0.6	0.013	0.06	0.73005631	0.08218544	4.36222267	0.26173336	0.02106	0.2457	0.26676
11	2810.398	2796.573	167	0.08278443	2	1	0.2	0.4	0.6	0.013	0.06	0.73005631	0.08218544	4.18370362	0.25102222	0.0501	0.5845	0.6346
12	2796.573	2780.414	473	0.03416279	2	1	0.2	0.4	0.6	0.013	0.06	0.73005631	0.08218544	2.68759142	0.16125549	0.1419	1.6555	1.7974

C Escorrentia	Intensidad	Vo (m/s)	a	te (s)	qmax (m ³ /s/m)	Caudal de diseño			Comprobaciones	
						Qd1 (m ³ /s)	Qd2 (m ³ /s)	Qd	Verificación Caudal	Verificación velocidad
0.25	88	2.44444E-05	15.4459359	26.1644824	7.33333E-05	0.03534667	0.11193111	0.14727778	Cumple	Cumple
0.25	88	2.44444E-05	20.3808947	22.154744	7.33333E-05	0.02317333	0.07338222	0.09655556	Cumple	Cumple
0.25	88	2.44444E-05	17.4168566	24.3455067	7.33333E-05	0.01877333	0.05944889	0.07822222	Cumple	Cumple
0.25	88	2.44444E-05	14.2195789	27.4959445	7.33333E-05	0.00539733	0.01709156	0.02248889	Cumple	Cumple
0.25	88	2.44444E-05	15.2994419	26.3145126	7.33333E-05	0.00647533	0.02050522	0.02698056	Cumple	Cumple
0.25	88	2.44444E-05	22.9027498	20.6570408	7.33333E-05	0.02676667	0.08476111	0.11152778	Cumple	Cumple
0.25	88	2.44444E-05	23.6294678	20.2734808	7.33333E-05	0.01217333	0.03854889	0.05072222	Cumple	Cumple
0.25	88	2.44444E-05	21.3688422	21.5343659	7.33333E-05	0.04356	0.13794	0.1815	Cumple	Cumple
0.25	88	2.44444E-05	22.2024275	21.0455562	7.33333E-05	0.00583	0.01846167	0.02429167	Cumple	Cumple
0.25	88	2.44444E-05	23.0769231	20.5633536	7.33333E-05	0.005148	0.016302	0.02145	Cumple	Cumple
0.25	88	2.44444E-05	22.132526	21.0854122	7.33333E-05	0.01224667	0.03878111	0.05102778	Cumple	Cumple
0.25	88	2.44444E-05	14.21783	27.4979738	7.33333E-05	0.03468667	0.10984111	0.14452778	Cumple	Cumple

Anexo H

Presupuesto, cronograma valorado y ruta crítica

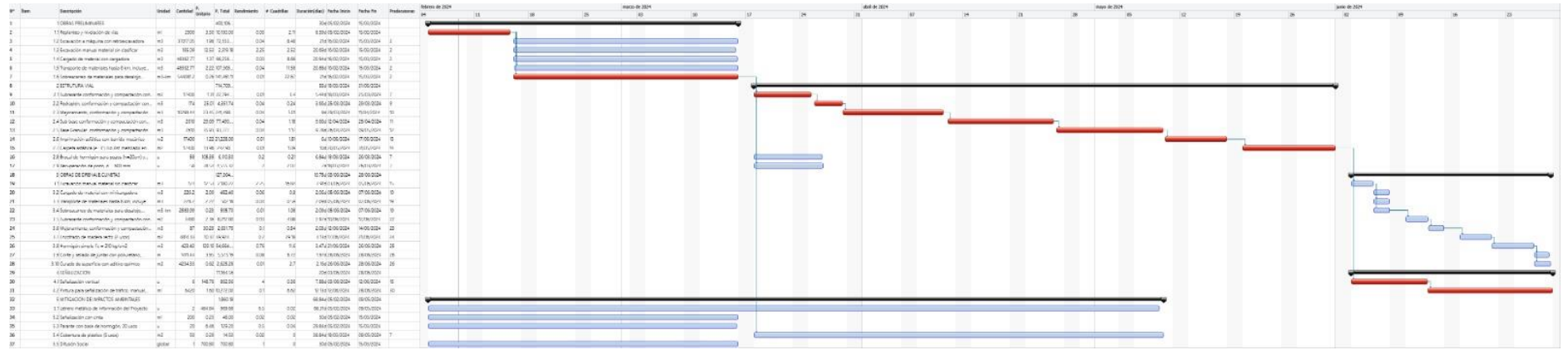
PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		OBRAS PRELIMINARES				400 106.05
1.1	500004	Replanteo y nivelación de vías	ml	2 900.00	3.50	10 150.00
1.2	500010	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	37 017.05	1.96	72 553.42
1.3	500014	Excavación manual material sin clasificar	m3	185.09	12.53	2 319.18
1.4	500001	Cargado de material con cargadora	m3	48 362.77	1.37	66 256.99
1.5	500002	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	48 362.77	2.22	107 365.35
1.6	500003	Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km	m3-km	544 081.20	0.26	141 461.11
2		ESTRUCTURA VIAL				714 709.98
2.1	500005	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m2	17 400.00	1.31	22 794.00
2.2	500006	Pedraplén, conformación y compactación con equipo pesado	m3	174.00	25.01	4 351.74
2.3	500007	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado	m3	10 298.44	23.45	241 498.42
2.4	500040	Subbase conformación y compactación con equipo pesado	m3	2 610.00	29.69	77 490.90
2.5	500041	Base Granular conformación y compactación con equipo pesado	m3	2 610.00	35.93	93 777.30
2.6	500011	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	17 400.00	1.22	21 228.00
2.7	500039	Carpeta asfáltica (e=3") Ho Asf. mezclado en planta	m2	17 400.00	13.96	242 904.00
2.8	500013	Brocal de hormigón para pozos (h=20cm) y tapa (h=10cm) cónicos, D=700mm, Tipo A	u	58.00	105.35	6 110.30
2.9	500017	Recuperación de pozo, d = 600 mm	u	58.00	78.54	4 555.32
3		OBRAS DE DRENAJE CUNETAS				127 364.92
3.1	500014	Excavación manual material sin clasificar	m3	174.00	12.53	2 180.22
3.2	506002	Cargado de material con minicargadora	m3	226.20	2.00	452.40
3.3	506005	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	226.20	2.22	502.16
3.4	506007	Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, distancia > 6 Km	m3-km	2 589.99	0.23	595.70
3.5	505017	Subrasante conformación y compactación con equipo liviano	m2	3 480.00	2.36	8 212.80
3.6	505019	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo liviano	m3	87.00	30.25	2 631.75
3.7	512005	Encofrado de madera recto (2 usos)	m2	4 814.33	10.37	49 924.60
3.8	507003	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2	m3	423.43	129.10	54 664.81
3.9	528004	Corte y sellado de juntas con poliuretano, incluye cordón e imprimante	m	1 411.44	3.95	5 575.19
3.10	509005	Curado de superficie con aditivo químico	m2	4 234.33	0.62	2 625.28
4		SEÑALIZACION				14 288.52
4.1	500018	Señalización vertical	u	27.00	148.76	4 016.52
4.2	500019	Pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm	ml	6 420.00	1.60	10 272.00
5		MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES				1 860.18
5.1	500028	Letrero metálico de información del Proyecto	u	2.00	484.84	969.68
5.2	500020	Señalización con cinta	ml	200.00	0.23	46.00
5.3	500021	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	20.00	6.46	129.20
5.4	500022	Cobertura de plástico (5 usos)	m2	50.00	0.29	14.50
5.5	500023	Difusión Social	global	1.00	700.80	700.80
SUBTOTAL						1 258 329.65
					12%	150 999.56
TOTAL						1 409 329.21

Son: UNO MILLONES CUATROCIENTOS NUEVE MIL TRESCIENTOS VEINTE Y NUEVE CON 21/100 DÓLARES

CRONOGRAMA VALORADO

Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unit.	P.Total	PERIODOS									
							1	2	3	4	5					
1		OBRAS PRELIMINARES				400 106.05		195 360.30		204 745.75		0.00		0.00		0.00
1.1	500004	Replanteo y nivelación de vías	ml	2 900.00	3.50	10 150.00	100.00	10 150.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.2	500010	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	37 017.05	1.96	72 553.42	47.62	34 549.25	52.38	38 004.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.3	500014	Excavación manual material sin clasificar	m3	185.09	12.53	2 319.18	48.34	1 121.05	51.66	1 198.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.4	500001	Cargado de material con cargadora	m3	48 362.77	1.37	66 256.99	47.76	31 645.13	52.24	34 611.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.5	500002	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	48 362.77	2.22	107 365.35	47.07	50 532.44	52.93	56 832.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.6	500003	Sobrecarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km	m3-km	544 081.20	0.26	141 461.11	47.62	67 362.44	52.38	74 098.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2		ESTRUCTURA VIAL				714 709.98		0.00		51 731.06		333 831.99		329 146.93		0.00
2.1	500005	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m2	17 400.00	1.31	22 794.00	0.00	0.00	100.00	22 794.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.2	500006	Pedraplén, conformación y compactación con equipo pesado	m3	174.00	25.01	4 351.74	0.00	0.00	100.00	4 351.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.3	500007	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado	m3	10 298.44	23.45	241 498.42	0.00	0.00	5.76	13 919.70	94.24	227 578.72	0.00	0.00	0.00	0.00
2.4	500040	Subbase conformación y compactación con equipo pesado	m3	2 610.00	29.69	77 490.90	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	77 490.90	0.00	0.00	0.00	0.00
2.5	500041	Base Granular conformación y compactación con equipo pesado	m3	2 610.00	35.93	93 777.30	0.00	0.00	0.00	0.00	30.67	28 762.37	69.33	65 014.93	0.00	0.00
2.6	500011	Impresión asfáltica con barrido mecánico	m2	17 400.00	1.22	21 228.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	21 228.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.7	500039	Carpeta asfáltica (e=3") Ho Asf. mezclado en planta	m2	17 400.00	13.96	242 904.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	242 904.00	0.00	0.00	
2.8	500013	Brocal de hormigón para pozos (h=20cm) y tapa (h=10cm) cónicos, D=700mm, Tipo A	u	58.00	105.35	6 110.30	0.00	0.00	100.00	6 110.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.9	500017	Recuperación de pozo, d = 600 mm	u	58.00	78.54	4 555.32	0.00	0.00	100.00	4 555.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3		OBRAS DE DRENAJE CUNETAS				127 364.91		0.00		0.00		0.00		0.00		127 364.91
3.1	500014	Excavación manual material sin clasificar	m3	174.00	12.53	2 180.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	2 180.22
3.2	506002	Cargado de material con minicargadora	m3	226.20	2.00	452.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	452.40
3.3	506005	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	226.20	2.22	502.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	502.16
3.4	506007	Sobrecarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, distancia > 6 Km	m3-km	2 589.99	0.23	595.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	595.70
3.5	505017	Subrasante conformación y compactación con equipo liviano	m2	3 480.00	2.36	8 212.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	8 212.80
3.6	505019	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo liviano	m3	87.00	30.25	2 631.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	2 631.75
3.7	512005	Encofrado de madera recto (2 usos)	m2	4 814.33	10.37	49 924.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	49 924.60
3.8	507003	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2	m3	423.43	129.10	54 664.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	54 664.81
3.9	528004	Corte y sellado de juntas con poliuretano, incluye cordón e imprimante	m	1 411.44	3.95	5 575.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	5 575.19
3.10	509005	Curado de superficie con aditivo químico	m2	4 234.33	0.62	2 625.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	2 625.28
4		SEÑALIZACION				14 288.52		0.00		0.00		0.00		0.00		11 164.56
4.1	500018	Señalización vertical	u	27.00	148.76	4 016.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	892.56
4.2	500019	Pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm	ml	6 420.00	1.60	10 272.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	10 272.00
5		MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES				1 860.18		824.93		622.59		320.50		92.16		0.00
5.1	500028	Letrero metálico de información del Proyecto	u	2.00	484.84	969.68	27.81	269.70	30.74	298.09	32.20	312.28	9.24	89.60	0.00	0.00
5.2	500020	Señalización con cinta	ml	200.00	0.23	46.00	63.33	29.13	36.67	16.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.3	500021	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	20.00	6.46	129.20	63.66	82.26	36.34	46.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.4	500022	Cobertura de plástico (5 usos)	m2	50.00	0.29	14.50	0.00	0.00	25.74	3.73	56.64	8.21	17.62	2.55	0.00	0.00
5.5	500023	Difusión Social	global	1.00	700.80	700.80	63.33	443.84	36.67	256.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL:						1 258 329.64										
INVERSION MENSUAL								196 185.23	257 099.41	334 152.48	329 239.09	138 529.47				
AVANCE PARCIAL EN %								15.63	20.48	26.62	26.23	11.04				
INVERSION ACUMULADA								196 185.23	453 284.64	787 437.12	1 116 676.21	1 255 205.68				
AVANCE ACUMULADO EN %								15.63	36.11	62.73	88.96	100.00				

Ruta crítica del proyecto



Anexo I

Evaluación de las alcantarillas existentes

Planos de las alcantarillas



“DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY”.



Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas

N°01

País	Provincia	Cantón
Ecuador	Azuay	Paute

ENTRADA



Coordenadas UTM

Norte:	9686633.968
Este:	743543.821
Cota invert:	2978.383

Estructura

	SI	NO
Cabezal		
Caja	x	

Observaciones

Con maleza

SALIDA



Coordenadas UTM

Norte:	9686643.901
Este:	743537.029
Cota invert:	2978.114

Estructura

	SI	NO
Cabezal	x	
Caja		

Observaciones

Con maleza

ALCANTARILLA

Material	Longitud	Observaciones
PVC	11.89m	
Hormigón	Diametro	
Armico	1200 mm	Tubería descubierta



“DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY”.



Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas

N°02

País	Provincia	Cantón
Ecuador	Azuay	Paute

ENTRADA



Coordenadas UTM

Norte:	9686387.174
Este:	743732.294
Cota invert:	2958.949

Estructura

	SI	NO
Cabezal		
Caja	x	

Observaciones

Con maleza

SALIDA



Coordenadas UTM

Norte:	9686377.8
Este:	743724.656
Cota invert:	2958.424

Estructura

	SI	NO
Cabezal	x	
Caja		

Observaciones

Con maleza

ALCANTARILLA

Material	Longitud	Observaciones
PVC	10.97m	
Hormigón	Diametro	
Armico	1200 mm	



“DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY”.



Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas

N°03

País	Provincia	Cantón
Ecuador	Azuay	Paute

ENTRADA



Coordenadas UTM

Norte:	9686347.963
Este:	744037.643
Cota invert:	2936.766

Estructura

	SI	NO
Cabezal		
Caja	x	

Observaciones

Con maleza

SALIDA



Coordenadas UTM

Norte:	9686340.06
Este:	744045.218
Cota invert:	2936.023

Estructura

	SI	NO
Cabezal	x	
Caja		

Observaciones

Con maleza

ALCANTARILLA

Material	Longitud	Observaciones
PVC	11.95m	
Hormigón	Diametro	
Armico	1000 mm	Tubería semidescubierta



“DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY”.



Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas

N°04

País	Provincia	Cantón
Ecuador	Azuay	Paute

ENTRADA



Coordenadas UTM

Norte:	9686528.043
Este:	744196.372
Cota invert:	2923.642

Estructura

	SI	NO
Cabezal		
Caja	x	

Observaciones

Con maleza

SALIDA



Coordenadas UTM

Norte:	9686516.375
Este:	744198.889
Cota invert:	2923.129

Estructura

	SI	NO
Cabezal	x	
Caja		

Observaciones

Con maleza

ALCANTARILLA

Material	Longitud	Observaciones
PVC	11m	Tubería semidescubierta e inundada
Hormigón	Diametro	
Armico	1200 mm	



“DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY”.



Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas


N°05

País	Provincia	Cantón
Ecuador	Azuay	Paute

ENTRADA

	Coordenadas UTM		
	Norte:	9686500.587	
	Este:	744258.962	
	Cota invert:	2921.127	
	Estructura		
		SI	NO
	Cabezal		
	Caja	x	
	Observaciones		
	La alcantarilla está en buenas condiciones		

SALIDA

	Coordenadas UTM		
	Norte:	9686489.761	
	Este:	744257.051	
	Cota invert:	2920.86	
	Estructura		
		SI	NO
	Cabezal	x	
	Caja		
	Observaciones		
	La alcantarilla está en buenas condiciones		

ALCANTARILLA

Material	Longitud	Observaciones
PVC	11m	
Hormigón	Diametro	
Armico	1200 mm	Tubería parcialmente tapada



“DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY”.




Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas


N°06

País	Provincia	Cantón
Ecuador	Azuay	Paute

ENTRADA

	Coordenadas UTM		
	Norte:	9686462.256	
	Este:	744335.872	
	Cota invert:	2917.634	
	Estructura		
		SI	NO
	Cabezal		
	Caja	x	
	Observaciones		
	La alcantarilla está en buenas condiciones		

SALIDA

	Coordenadas UTM		
	Norte:	9686452.636	
	Este:	744330.37	
	Cota invert:	2916.968	
	Estructura		
		SI	NO
	Cabezal	x	
	Caja		
	Observaciones		
	La alcantarilla se encuentra totalmente tapada por materia vegetal		

ALCANTARILLA

Material		Longitud	Observaciones
PVC		11.15m	
Hormigón	x	Diametro	
Armico		800mm	Tubería en malas condiciones



“DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY”.



Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas

N°07

País	Provincia	Cantón
Ecuador	Azuay	Paute

ENTRADA

	Coordenadas UTM	
	Norte:	9686218.703
	Este:	744554.753
	Cota invert:	2885.278
	Estructura	
		SI NO
	Cabezal	
	Caja	x
	Observaciones	
	Alcantarilla con vegetación en su interior	

SALIDA

	Coordenadas UTM	
	Norte:	9686212.451
	Este:	744545.96
	Cota invert:	2884.689
	Estructura	
		SI NO
	Cabezal	x
	Caja	
	Observaciones	
	Alcantarilla con presencia de material orgánico que obstruye la tubería	

ALCANTARILLA

Material		Longitud	Observaciones
PVC		10.8m	
Hormigón		Diametro	
Armico	x	1100mm	
			Alcantarilla con material orgánico que obstruye la tubería



“DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY”.



Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas

N°08

País	Provincia	Cantón
Ecuador	Azuay	Paute

ENTRADA



Coordenadas UTM

Norte:	9686067.643
Este:	744610.721
Cota invert:	2869.614

Estructura

	SI	NO
Cabezal	x	
Caja		

Observaciones

Alcantarilla en buenas condiciones

SALIDA



Coordenadas UTM

Norte:	9686058.616
Este:	744600.122
Cota invert:	2869.006

Estructura

	SI	NO
Cabezal	x	
Caja		

Observaciones

Alcantarilla en buenas condiciones

ALCANTARILLA

Material	Longitud	Observaciones
PVC	14m	Tubería en buenas condiciones
Hormigón	Diametro	
Armico	1200 mm	



“DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY”.



Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas

N°09

País	Provincia	Cantón
Ecuador	Azuay	Paute

ENTRADA



Coordenadas UTM

Norte:	9685812.646
Este:	744921.146
Cota invert:	2823.775

Estructura

	SI	NO
Cabezal		
Caja	x	

Observaciones

Alcantarilla con maleza en el interior de la tubería

SALIDA



Coordenadas UTM

Norte:	9685803.404
Este:	744926.896
Cota invert:	2823.503

Estructura

	SI	NO
Cabezal	x	
Caja		

Observaciones

Alcantarilla con presencia de materia orgánica que obstruye la tubería

ALCANTARILLA

Material		Longitud	Observaciones
PVC		10.90m	Tubería parcialmente tapada con material orgánico
Hormigón	x	Diametro	
Armico		600mm	



“DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY”.



Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas

N°010

País	Provincia	Cantón
Ecuador	Azuay	Paute

ENTRADA



Coordenadas UTM

Norte:	9685840.76
Este:	744991.454
Cota invert:	2817.152

Estructura

	SI	NO
Cabezal		
Caja	x	

Observaciones

Alcantarilla con presencia de materia orgánica que cubre parcialmente la tubería

SALIDA



Coordenadas UTM

Norte:	9685829.895
Este:	744996.059
Cota invert:	2816.353

Estructura

	SI	NO
Cabezal	x	
Caja		

Observaciones

Alcantarilla en buen estado

ALCANTARILLA

Material	Longitud	Observaciones
PVC	11.83m	Tubería parcialmente tapada
Hormigón	x	
Armico	800mm	



“DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY”.



Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas

N°011

País	Provincia	Cantón
Ecuador	Azuay	Paute

ENTRADA



Coordenadas UTM

Norte:	9685832.45
Este:	745062.487
Cota invert:	2810.398

Estructura

	SI	NO
Cabezal		
Caja	x	

Observaciones

Alcantarilla en buenas condiciones

SALIDA



Coordenadas UTM

Norte:	9685821.502
Este:	745060.983
Cota invert:	2809.976

Estructura

	SI	NO
Cabezal	x	
Caja		

Observaciones

Alcantarilla con presencia de materia orgánica que obstruye la tubería parcialmente

ALCANTARILLA

Material	Longitud	Observaciones
PVC	11.10m	Tubería colapsada
Hormigón	x	
Armico	1000mm	



“DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY”.



Ficha de Registro Pasos de Agua y Atarjeas

N°12

País	Provincia	Cantón
Ecuador	Azuay	Paute

ENTRADA



Coordenadas UTM

Norte:	9685794.167
Este:	745209.963
Cota invert:	2796.573

Estructura

	SI	NO
Cabezal	x	
Caja		

Observaciones

Alcantarilla con presencia de materia orgánica que obstruye la tubería parcialmente

SALIDA



Coordenadas UTM

Norte:	9685783.333
Este:	745208.361
Cota invert:	2796.22

Estructura

	SI	NO
Cabezal	x	
Caja		

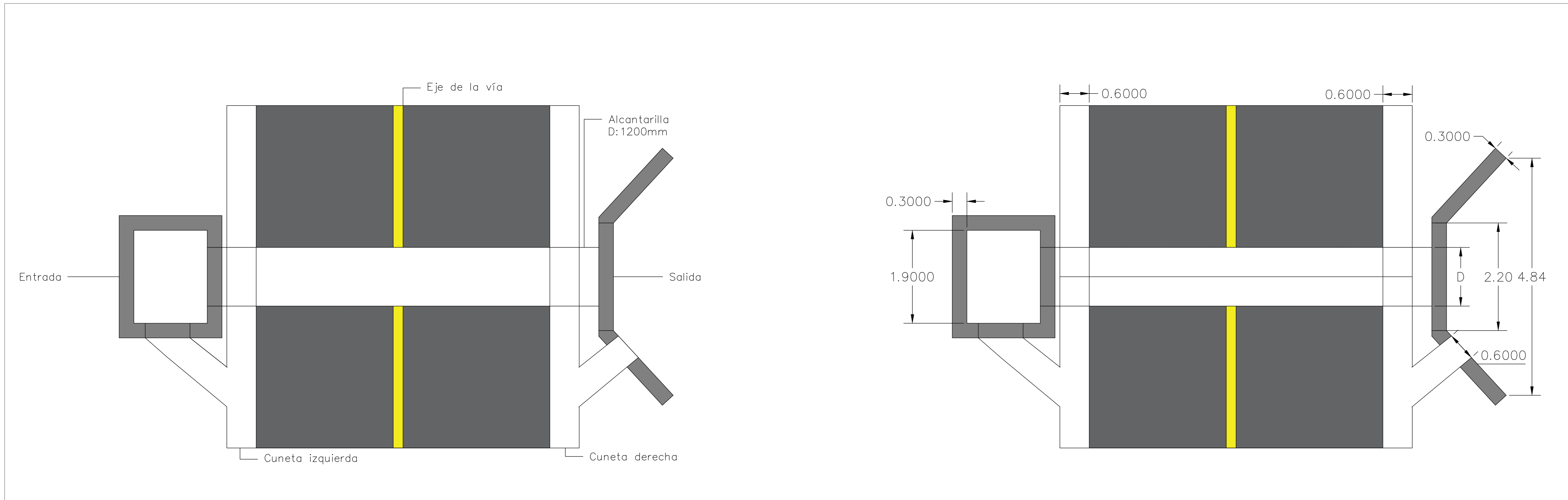
Observaciones

Alcantarilla en buenas condiciones

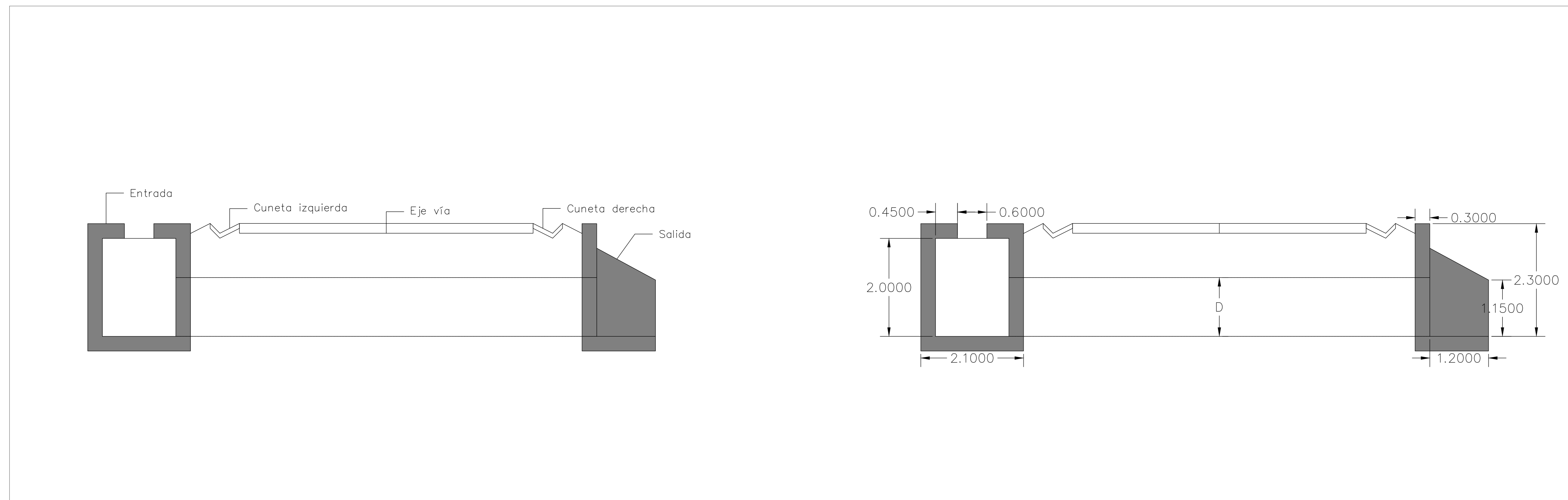
ALCANTARILLA

Material	Longitud	Observaciones
PVC	11m	Tubería colapsada
Hormigón	Diametro	
Armico	1200 mm	

VISTA PLANTA
Esc 1:35



VISTA PERFIL
Esc 1:35



Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISA 5+800 HASTA LA ABCISA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Plano alcantarillas existentes con estructura caja-cabezal

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

Alcantarillas
D=1200mm Material: Armico
D=1100mm Material: Armico
D=1000mm Material: Armico
D=1000mm Material: Hormigón
D=800mm Material: Hormigón
D=600mm Material: Hormigón

Especificaciones técnicas:
Hormigón: F'c=210kg/cm²

Estructura entrada: caja
Estructura salida: cabezal

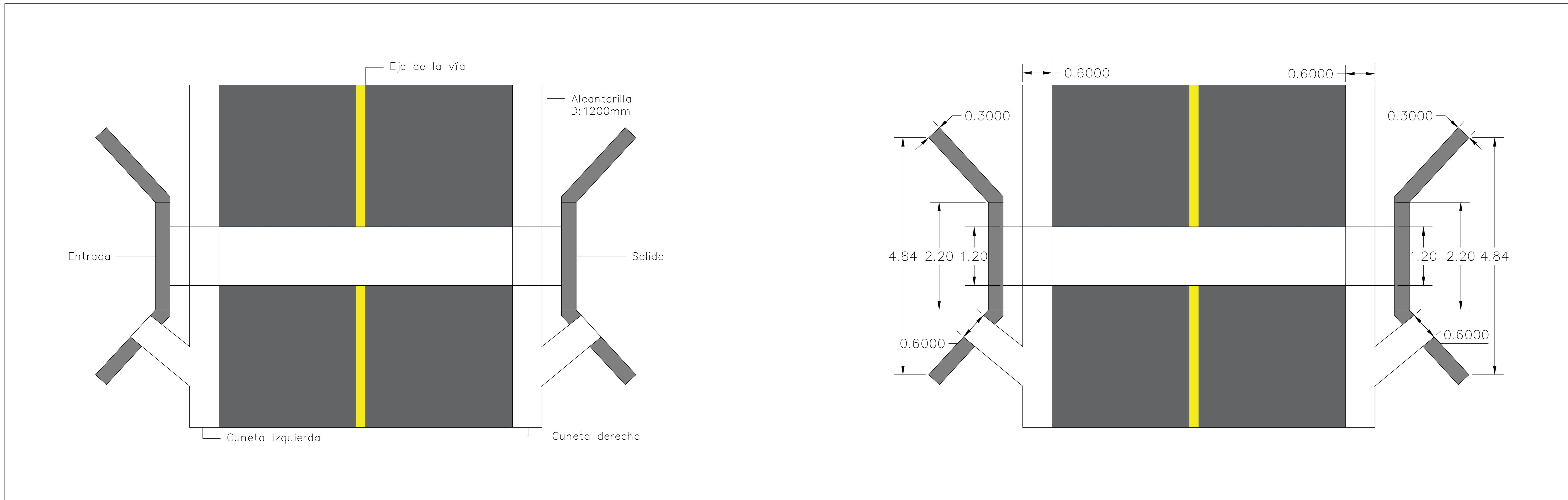
Características de las alcantarillas

ABCISA	DIÁMETRO (MM)	S. TRANSV (%)
5+822 km	1200	2.240
6+304 km	1200	4.340
6+620 km	1000	6.790
6+876 km	1200	4.300
6+950 km	1200	2.480
7+038 km	800	6.170
7+403 km	1100	5.410
8+163 km	600	2.500
8+242 km	800	6.770
8+313 km	1000	3.820

ESCALA 1/35

LAMINA 1/2

VISTA PLANTA
Esc 1:35



VISTA PERFIL
Esc 1:35



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISA 5+800 HASTA LA ABCISA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Plano alcantarillas existentes con estructura cabezal-cabezal

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

Alcantarillas
D=1200mm Material: Ármico

Especificaciones técnicas:
Hormigón: F'c=210km/cm2

Estructura entrada: cabezal
Estructura salida: cabezal

Características de las alcantarillas

ABCISA	DIÁMETRO (MM)	S. TRANSV (%)
7+569 km	1200	4.170
8+480 km	1200	3.220

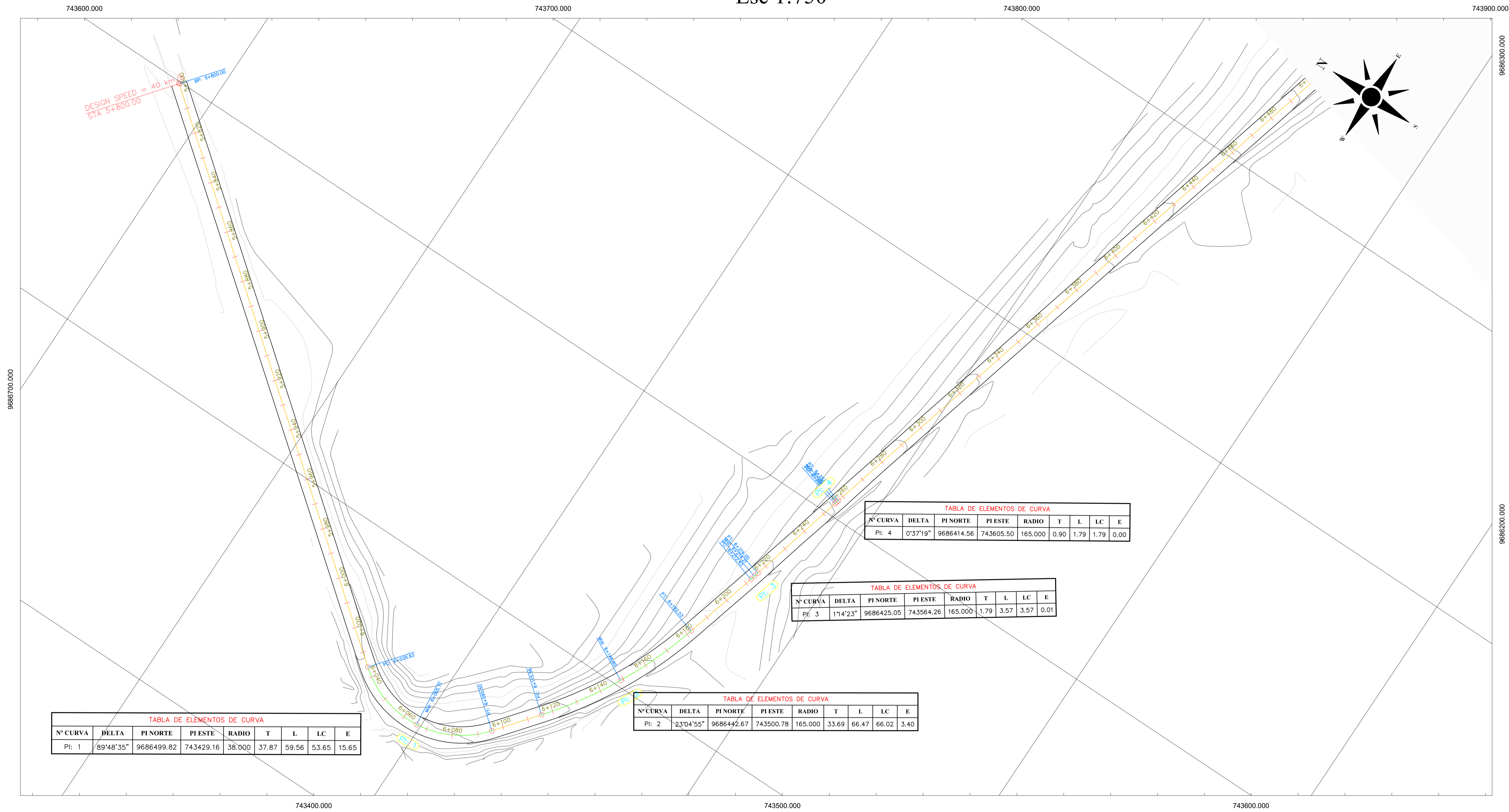
ESCALA 1/35

LAMINA 2/2

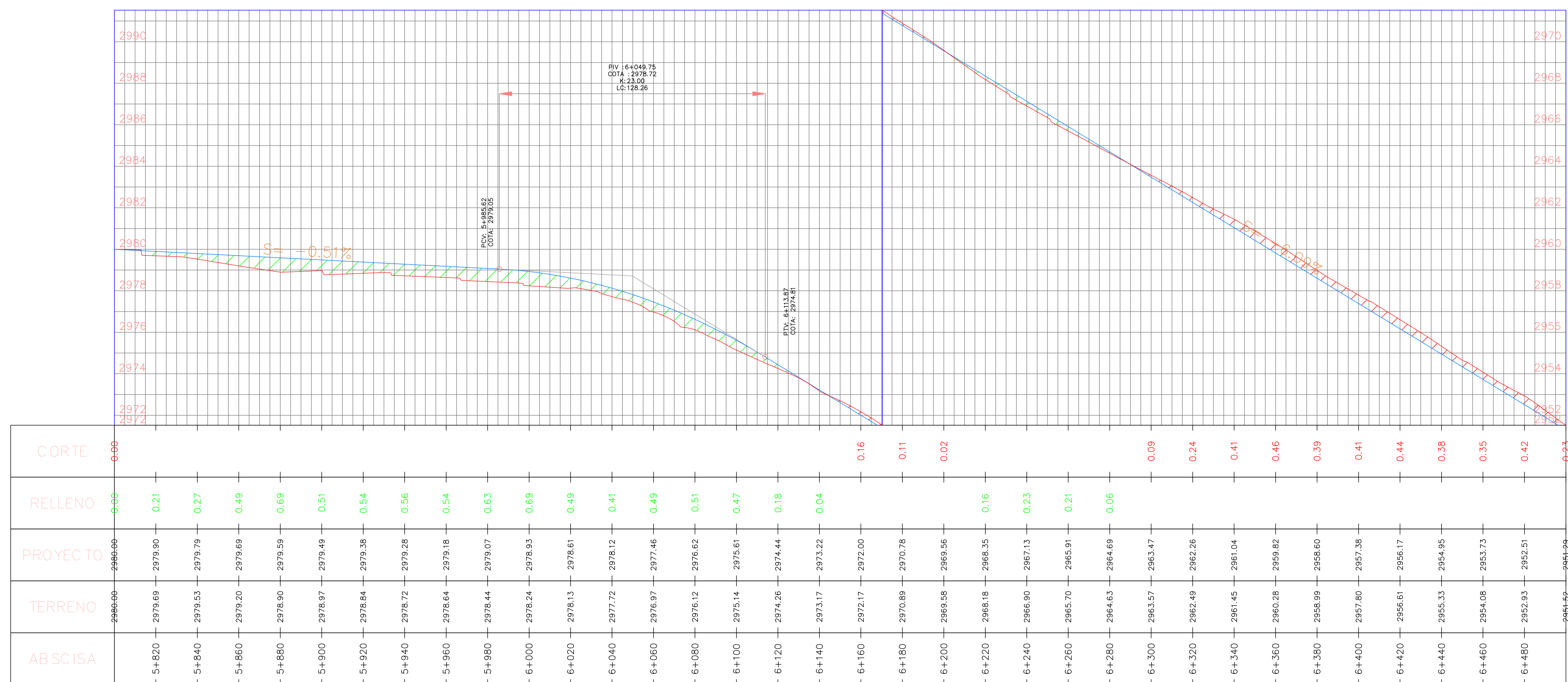
Anexo J

Planos

PLANO VISTA EN PLANTA
Esc 1:750



PERFIL LONGITUDINAL 5+800 - 6+500
Esc H= 1/150 Esc V= 1/30



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISA 5+800 HASTA LA ABCISA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

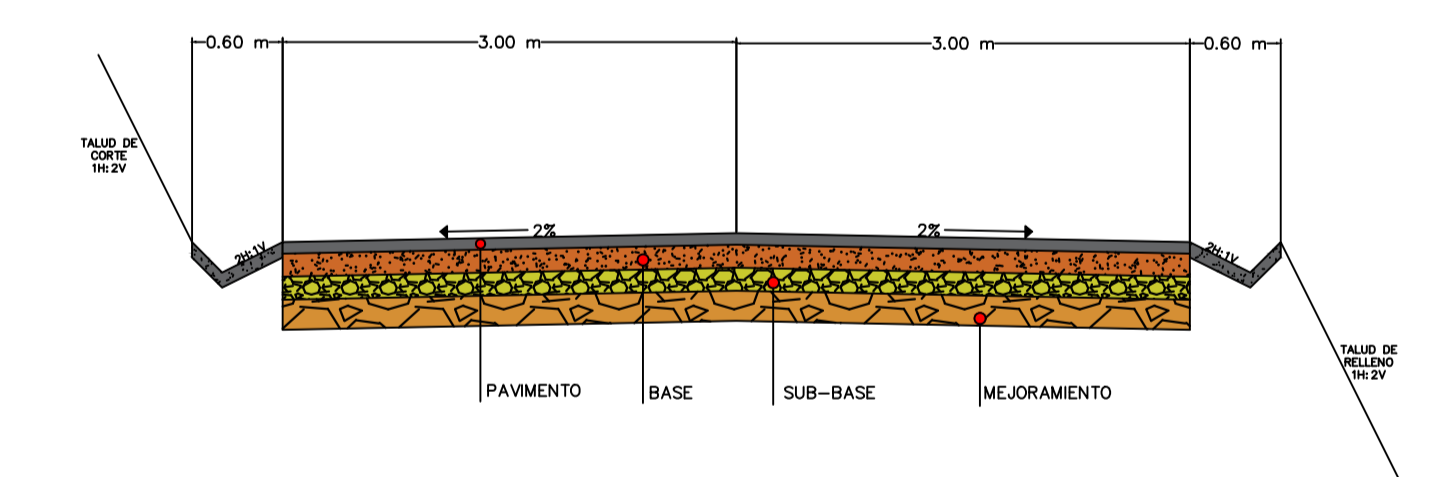
Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Trazado Horizontal y Vertical km 5+800 - 6+500

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

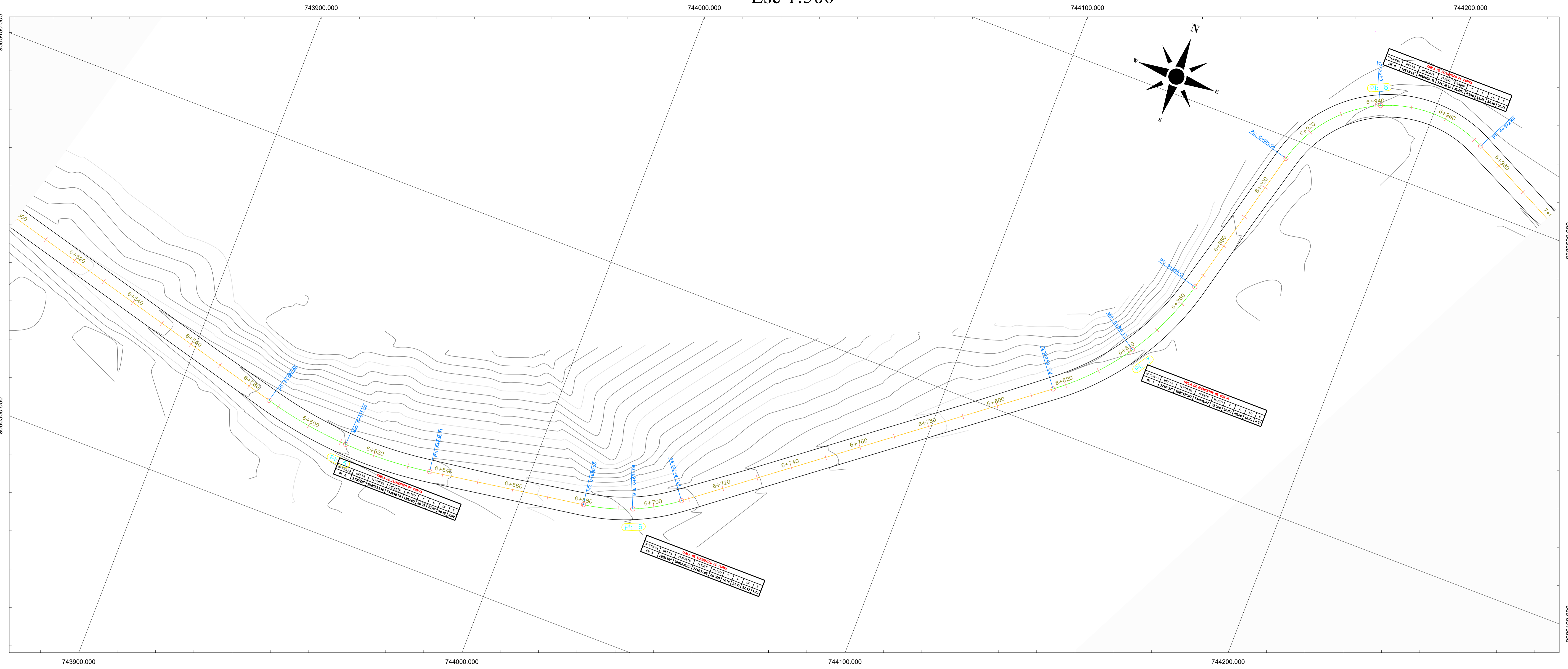
SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA
Esc 1:50



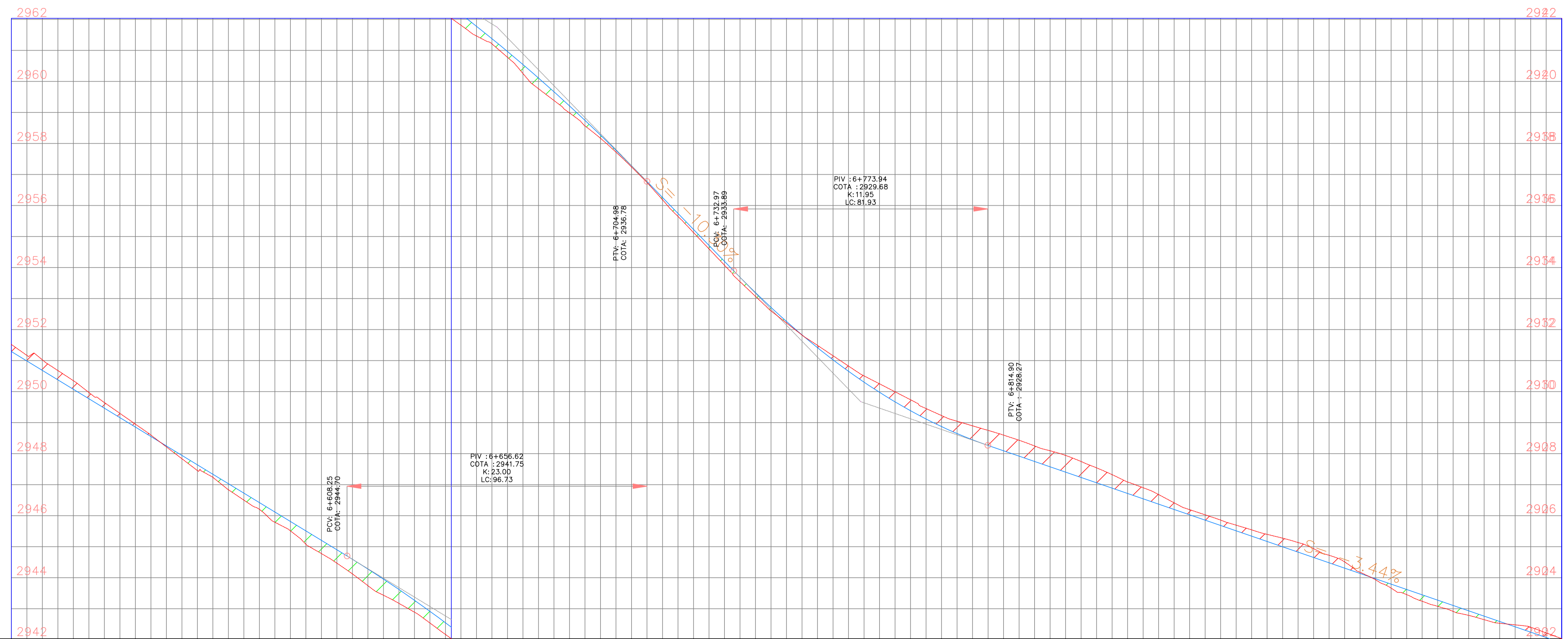
LAMINA

1/5

PLANO VISTA EN PLANTA
Esc 1:500



PERFIL LONGITUDINAL 6+500 - 7+000
Esc H= 1/150 Esc V= 1/30



CORTE	0.23	0.28	0.09	0.18	0.22	0.43	0.52	0.38	0.19	0.23	0.04	0.10	0.12	0.07	0.27	0.36	0.51	0.54	0.37	0.17	0.20	0.29	0.03	0.20	0.06	0.13	
RELLENO																											
PROYECTO	2951.29	2950.08	2948.86	2947.64	2946.42	2945.20	2943.96	2942.55	2940.97	2939.21	2937.28	2935.23	2933.19	2931.42	2929.98	2928.87	2928.09	2927.40	2926.72	2926.03	2925.34	2924.65	2923.96	2923.28	2922.59	2921.80	
TERRENO	2951.62	2950.35	2948.95	2947.46	2946.20	2944.78	2943.44	2942.17	2940.78	2938.99	2937.25	2935.13	2933.07	2931.49	2929.25	2928.23	2928.60	2927.94	2927.09	2926.19	2925.54	2924.94	2923.93	2923.08	2922.53	2921.84	
ABSCISA	6+500	6+520	6+540	6+560	6+580	6+600	6+620	6+640	6+660	6+680	6+700	6+720	6+740	6+760	6+780	6+800	6+820	6+840	6+860	6+880	6+900	6+920	6+940	6+960	6+980	7+000	



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISA 5+800 HASTA LA ABCISA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

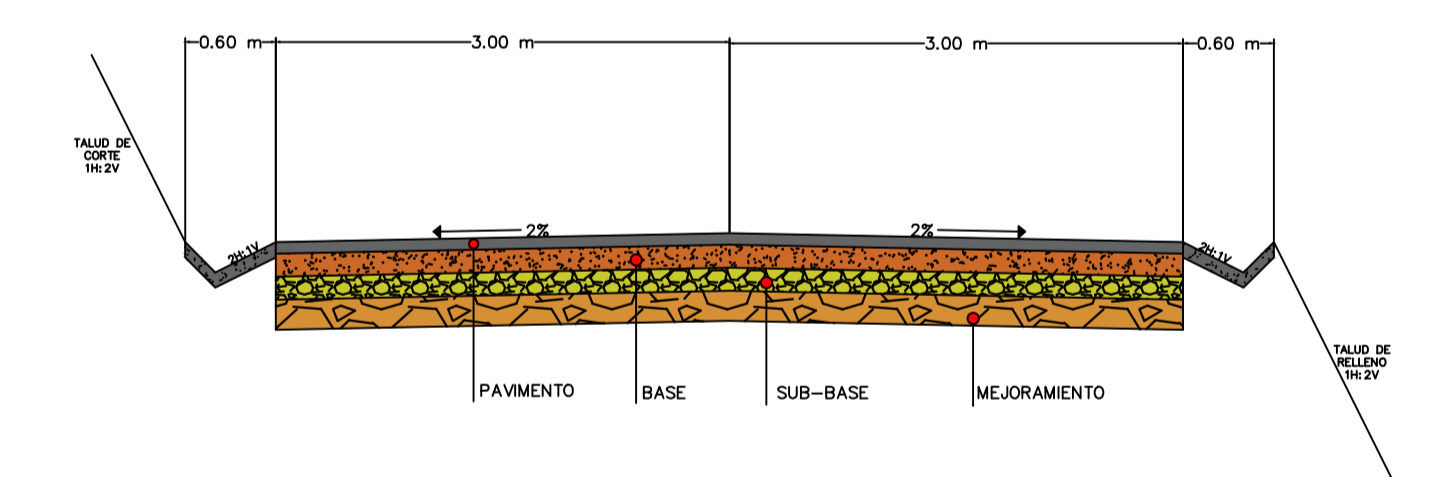
Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Trazado Horizontal y Vertical km 6+500 - 7+000

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

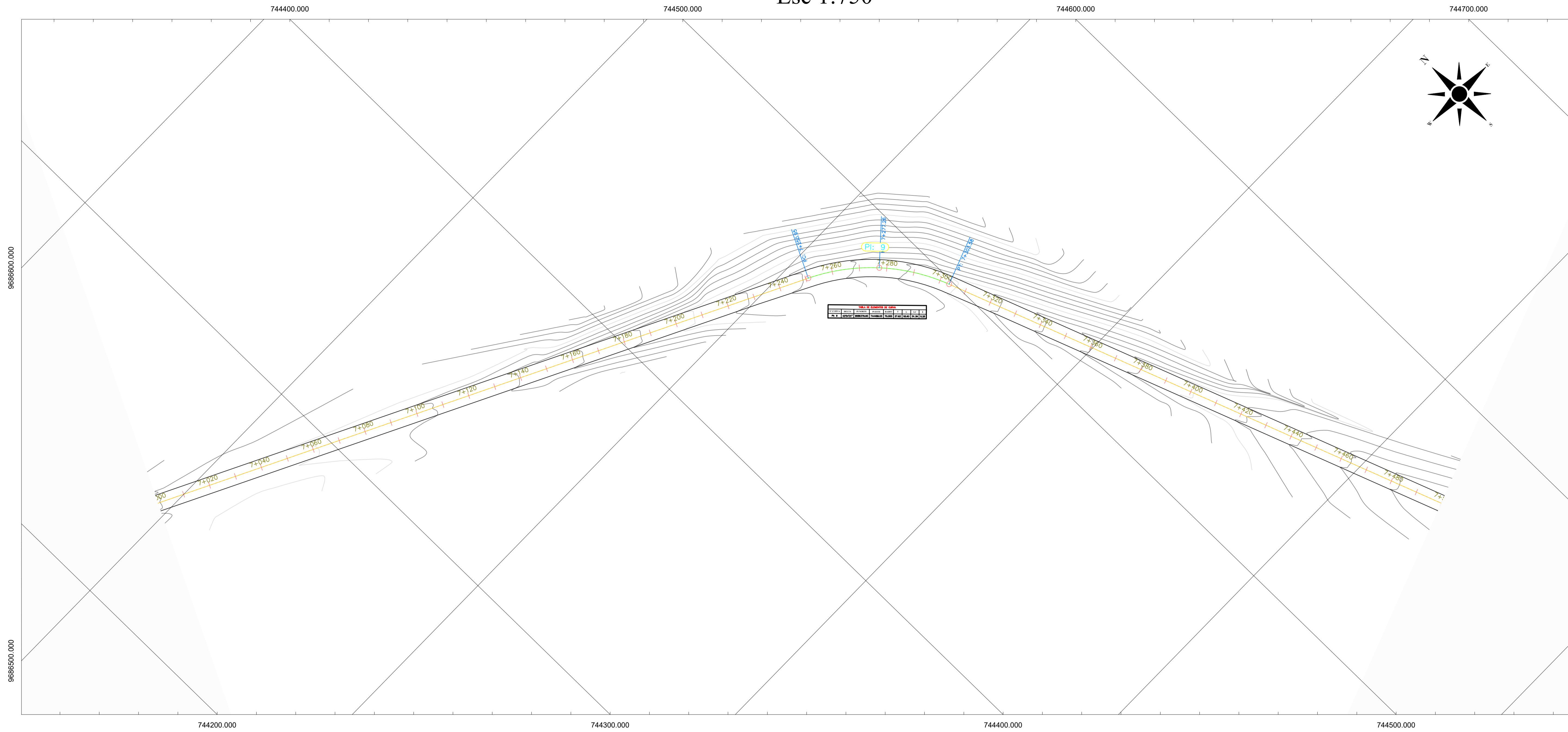
SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA
Esc 1:50



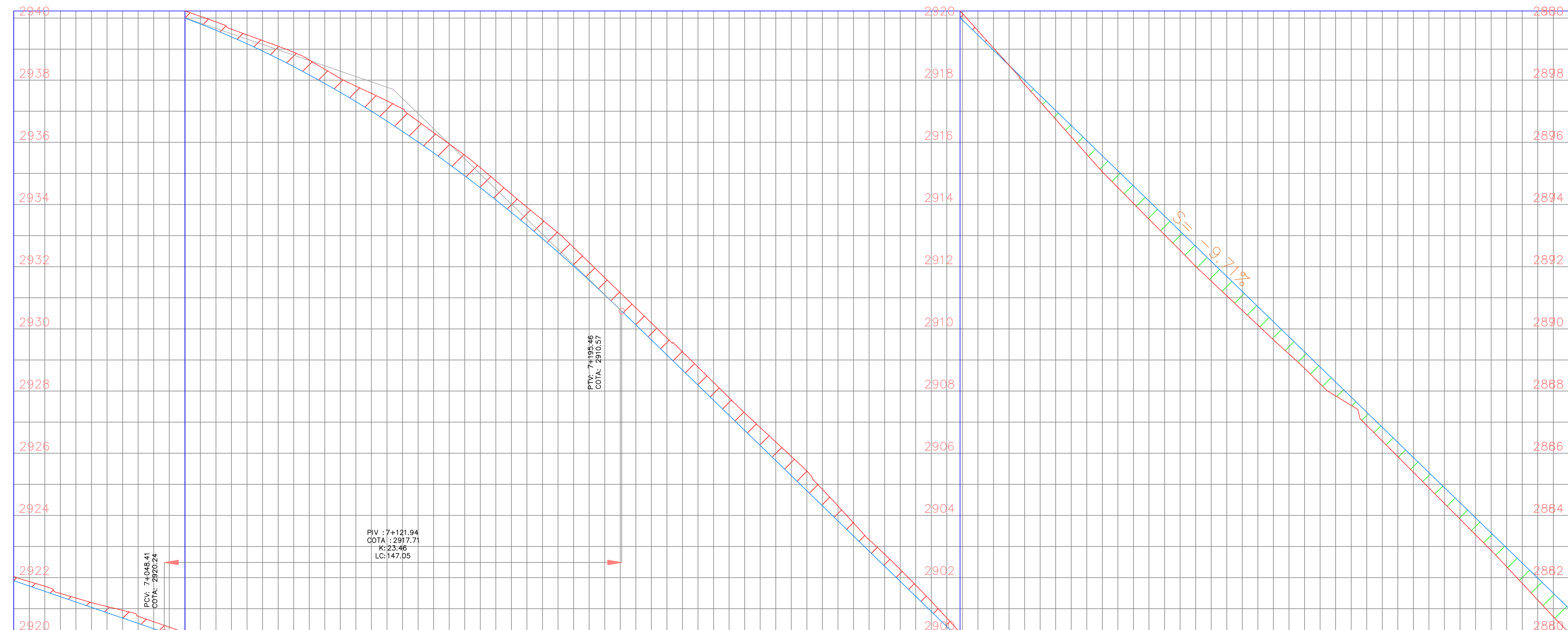
LAMINA

2/5

PLANO VISTA EN PLANTA
Esc 1:750



PERFIL LONGITUDINAL 7+000 - 7+500
Esc H= 1/150 Esc V= 1/30



CORTE	0.13	0.13	0.23	0.25	0.34	0.46	0.65	0.65	0.59	0.60	0.55	0.58	0.58	0.53	0.38	0.27	0.00	0.36	0.56	0.65	0.60	0.54	0.44	0.51	0.61	0.76
RELLENO																	0.00	0.36	0.56	0.65	0.60	0.54	0.44	0.51	0.61	0.76
PROYECTO	2921.90	2921.21	2920.53	2919.81	2918.84	2917.90	2916.68	2915.30	2913.75	2912.02	2910.13	2908.19	2906.25	2904.31	2902.37	2900.42	2898.48	2896.54	2894.60	2892.66	2890.72	2888.78	2886.84	2884.89	2882.95	2881.01
TERRENO	2922.04	2921.34	2920.76	2920.06	2919.28	2918.35	2917.34	2916.95	2914.33	2912.62	2910.68	2908.77	2906.83	2904.84	2902.75	2900.70	2898.46	2896.18	2894.04	2892.01	2890.12	2888.23	2886.39	2884.38	2882.35	2880.23
ABSCISA	7+020	7+040	7+060	7+080	7+100	7+120	7+140	7+160	7+180	7+200	7+220	7+240	7+260	7+280	7+300	7+320	7+340	7+360	7+380	7+400	7+420	7+440	7+460	7+480		



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISA 5+800 HASTA LA ABCISA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

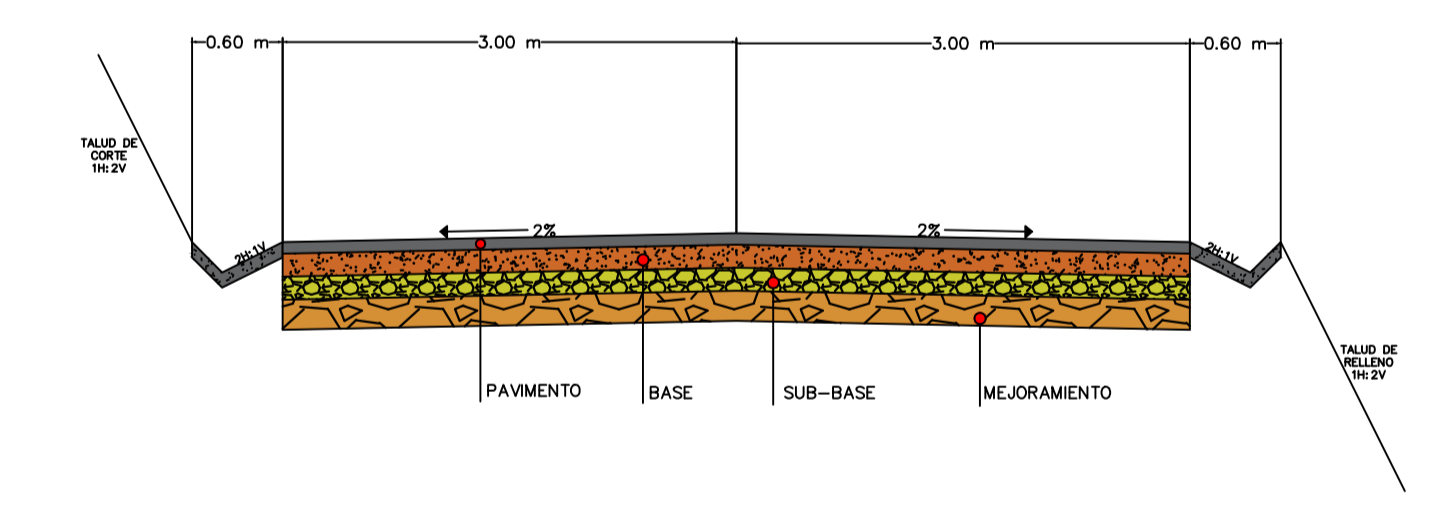
Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Trazado Horizontal y Vertical km 7+000 - 7+500

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

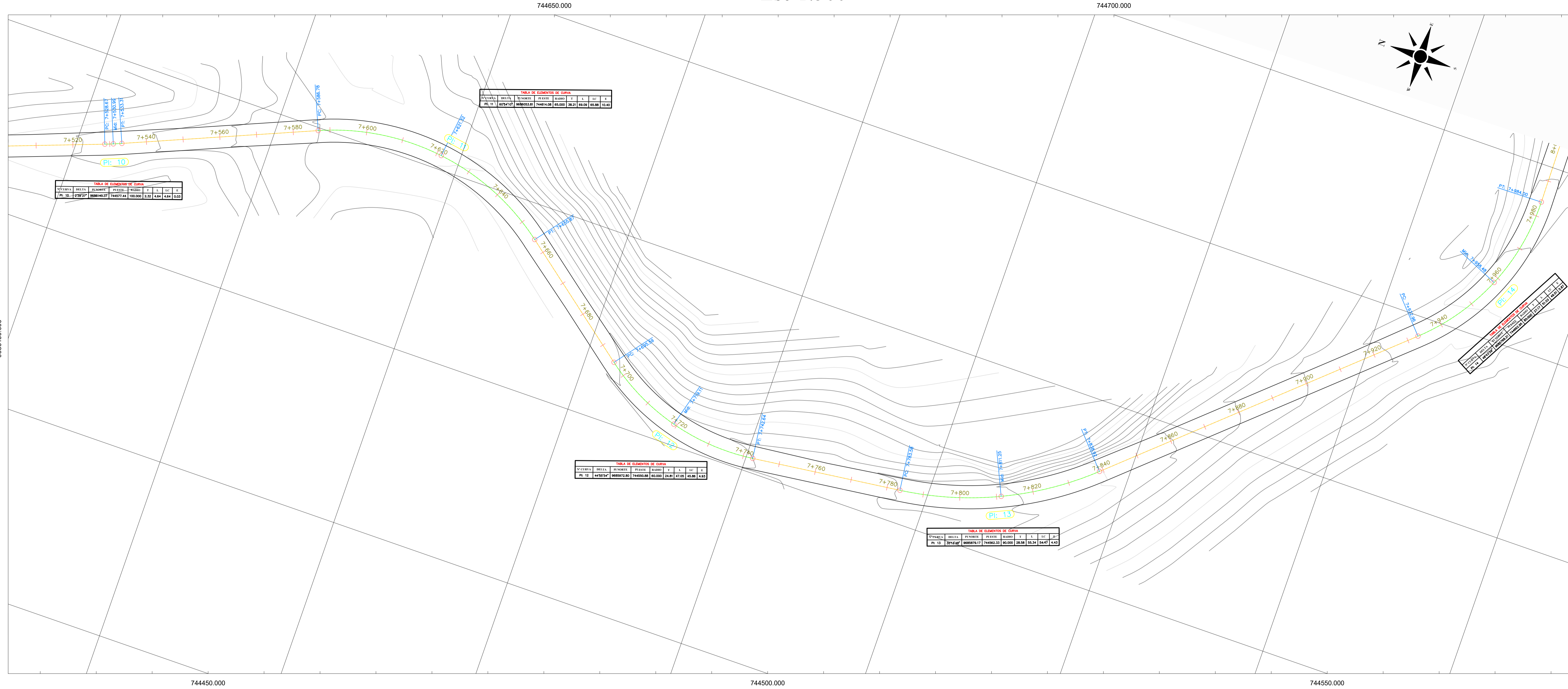
SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA
Esc 1:50



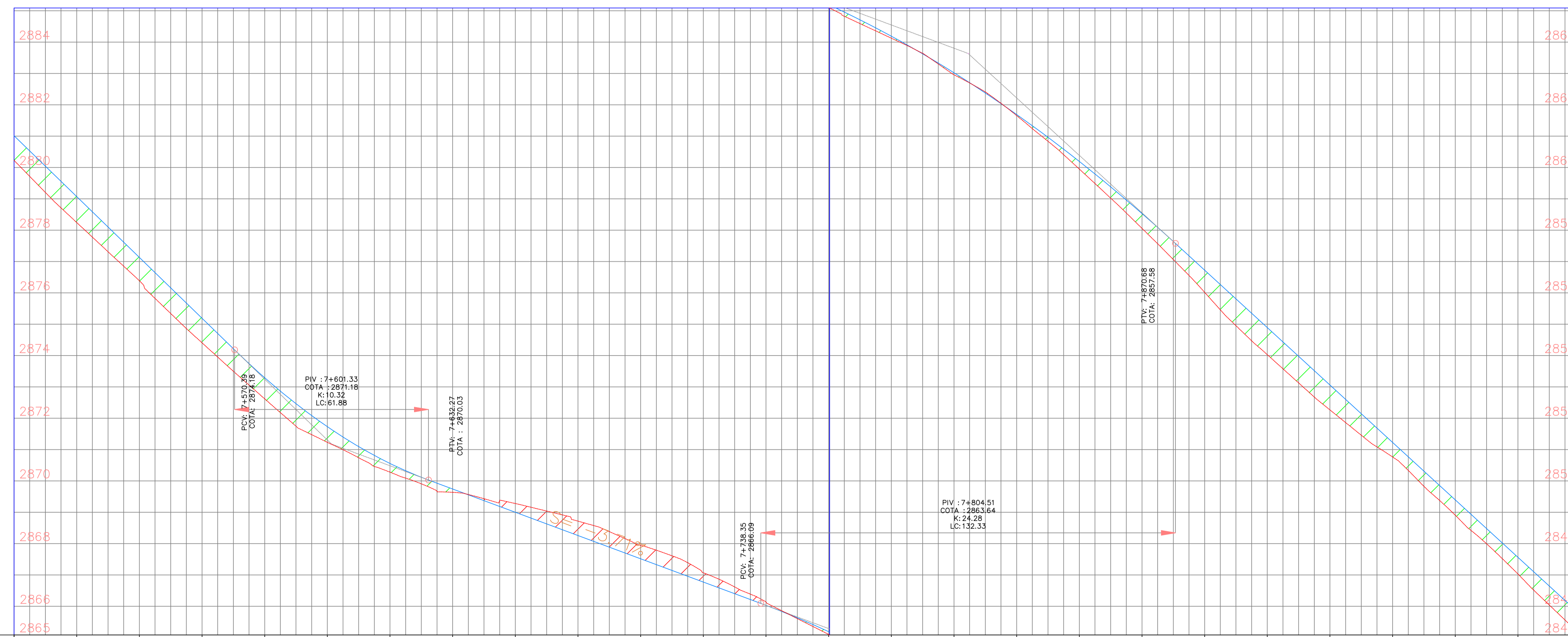
LAMINA

3/5

PLANO VISTA EN PLANTA
Esc 1:500



PERFIL LONGITUDINAL 7+500 - 8+000
Esc H= 1/150 Esc V= 1/30



CORTE	7+500	7+520	7+540	7+560	7+580	7+600	7+620	7+640	7+660	7+680	7+700	7+720	7+740	7+760	7+780	7+800	7+820	7+840	7+860	7+880	7+900	7+920	7+940	7+960	7+980	8+000
RELLENO	0.70	0.83	0.74	0.78	0.67	0.50	0.28	0.46	0.43	0.29	0.11	0.09	0.06	0.07	0.03	0.24	0.47	0.71	0.86	0.79	0.46	0.49	0.53	0.64		
PROYECTO	2868.03	2876.07	2877.13	2875.19	2873.29	2871.73	2870.56	2869.74	2869.00	2868.26	2867.52	2866.77	2866.03	2865.10	2864.19	2863.02	2861.69	2860.19	2858.53	2856.72	2855.06	2853.23	2851.40	2849.50	2847.53	2846.73
TERRENO	2868.03	2876.25	2876.39	2874.41	2872.62	2871.23	2870.28	2869.64	2869.28	2868.72	2867.94	2867.07	2866.14	2865.10	2864.13	2862.86	2861.66	2860.35	2858.86	2856.82	2855.27	2853.76	2852.81	2851.03	2849.03	2846.59
ABSCISA	7+500	7+520	7+540	7+560	7+580	7+600	7+620	7+640	7+660	7+680	7+700	7+720	7+740	7+760	7+780	7+800	7+820	7+840	7+860	7+880	7+900	7+920	7+940	7+960	7+980	8+000



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISA 5+800 HASTA LA ABCISA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

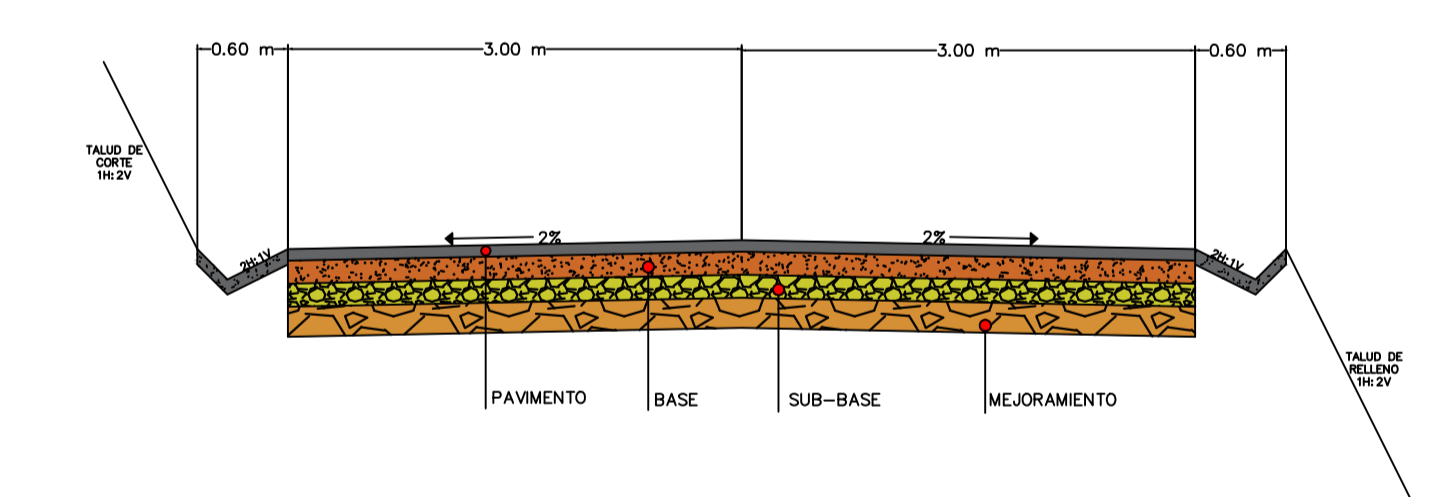
Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Trazado Horizontal y Vertical km 7+500 - 8+000

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

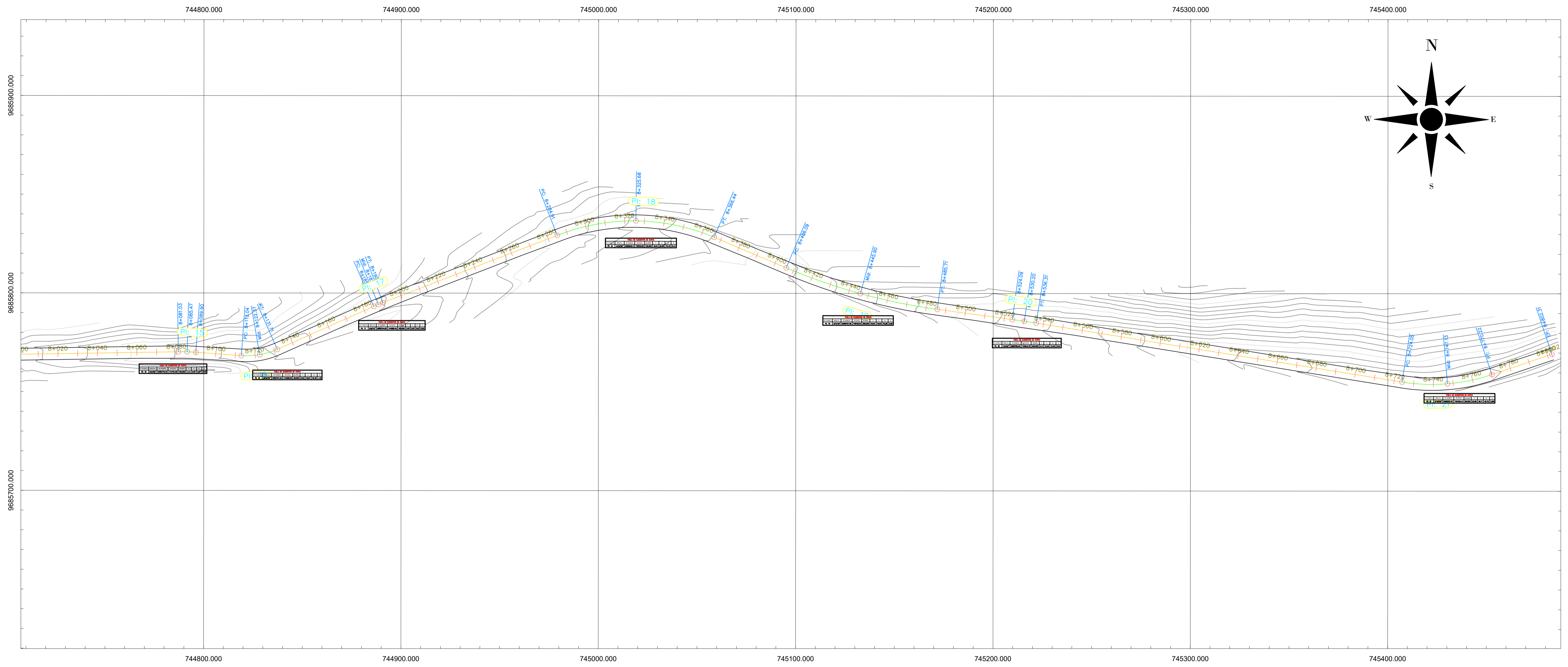
SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA
Esc 1:50



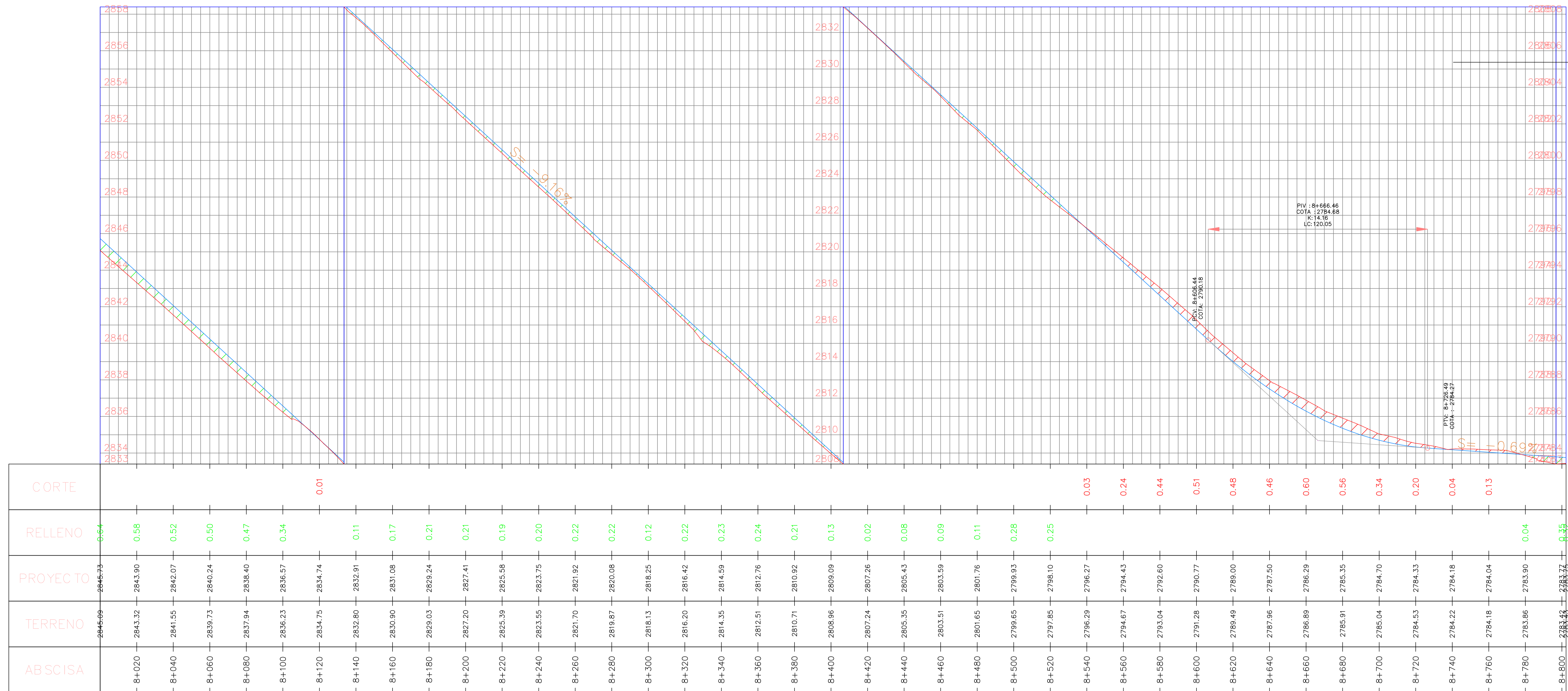
LAMINA

4/5

PLANO VISTA EN PLANTA
Esc 1:1000



PERFIL LONGITUDINAL 8+000- 8+700
Esc H= 1/150 Esc V= 1/30



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISA 5+800 HASTA LA ABCISA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

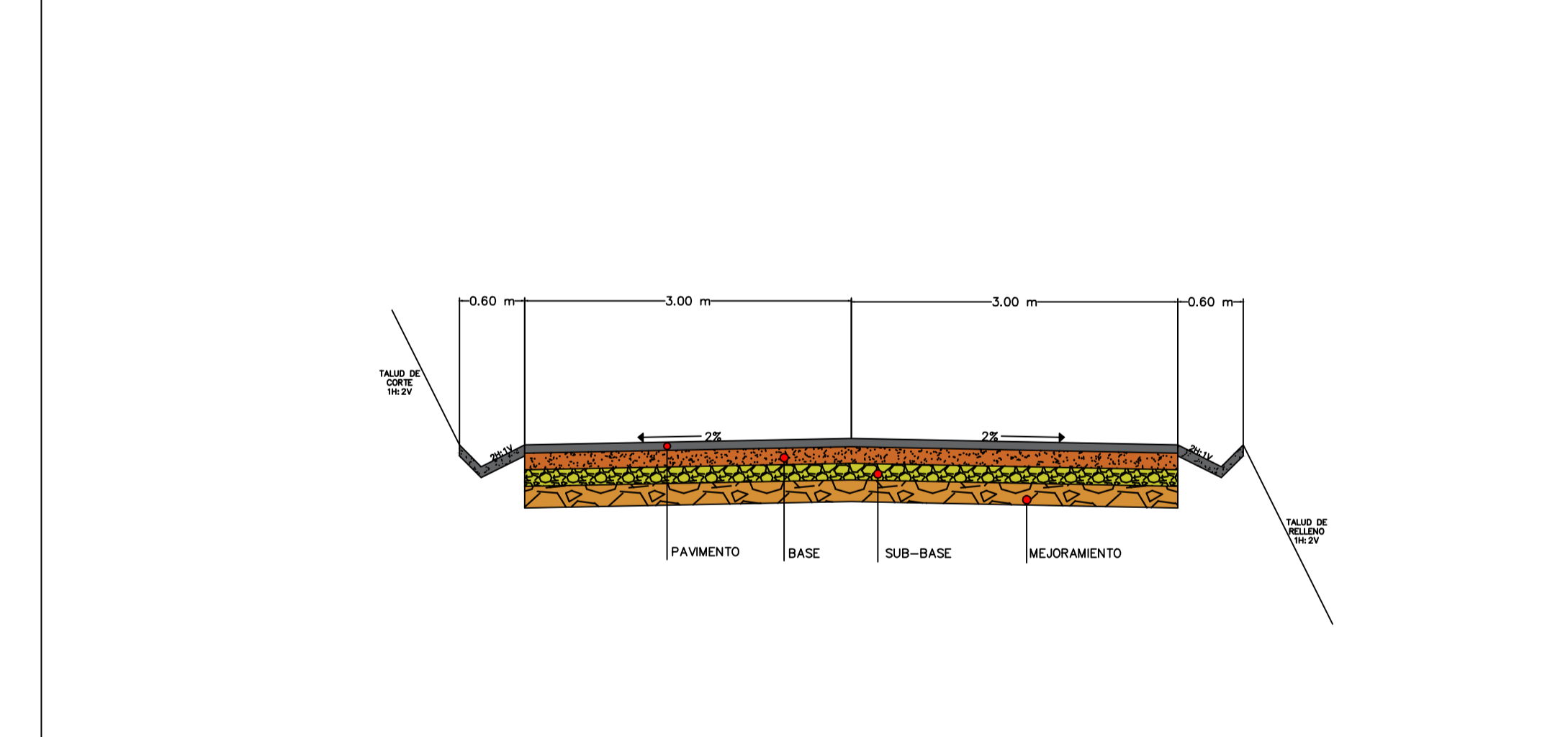
Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Trazado Horizontal y Vertical km 8+000 - 8+700

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA
Esc 1:50



LAMINA 5/5

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISIA 5+800 HASTA LA ABCISIA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Secciones transversales (Corte y Relleno) KM 5+820_KM 6+130

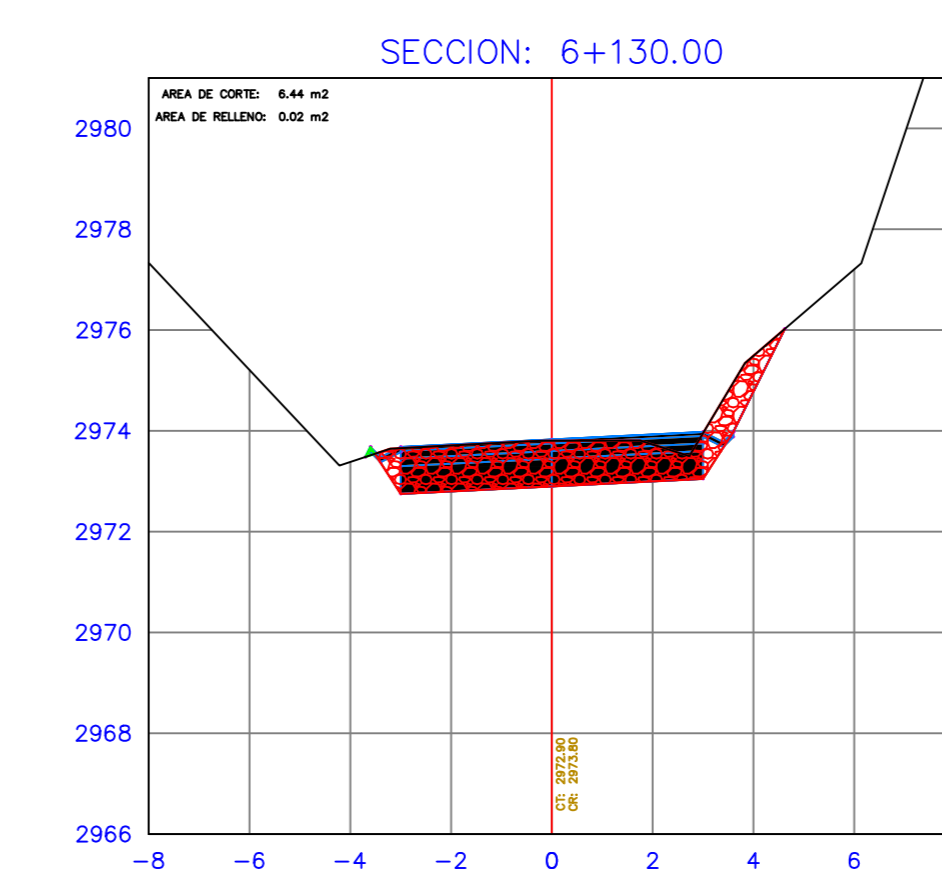
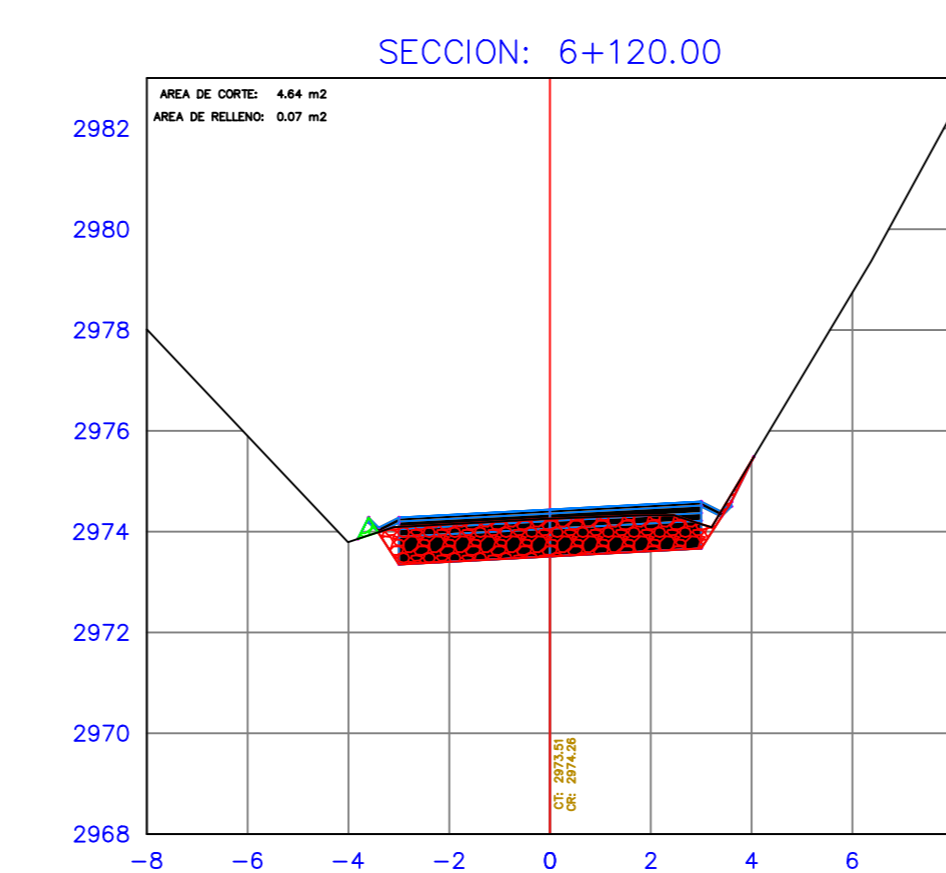
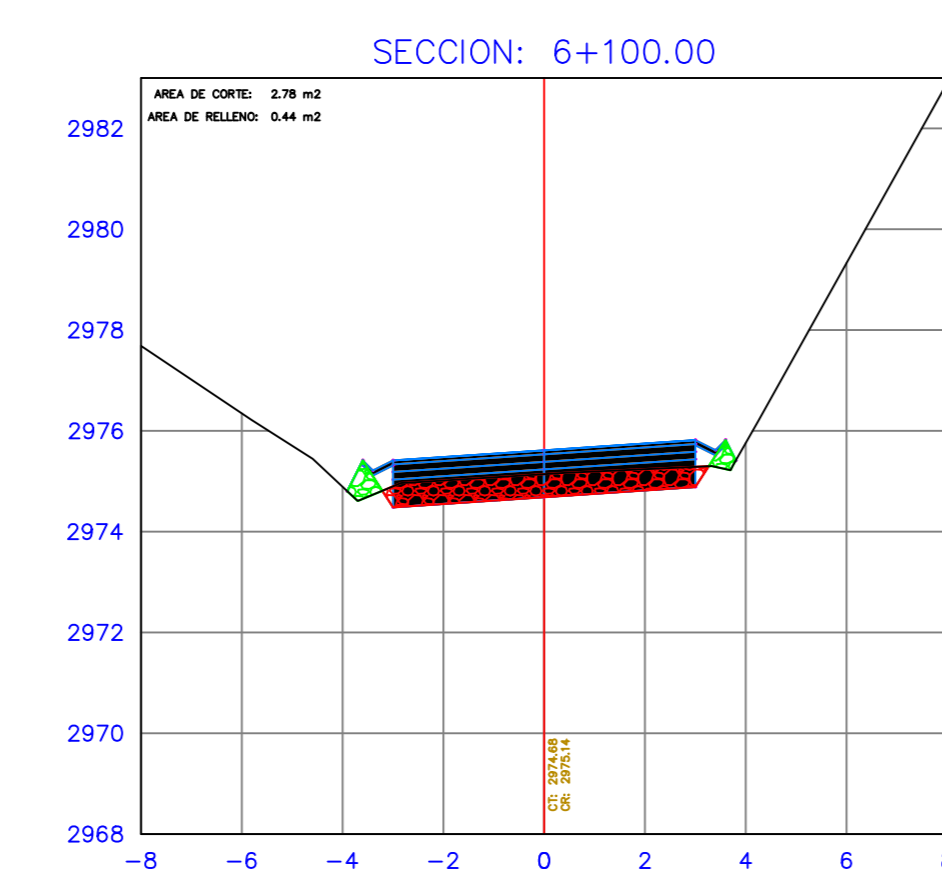
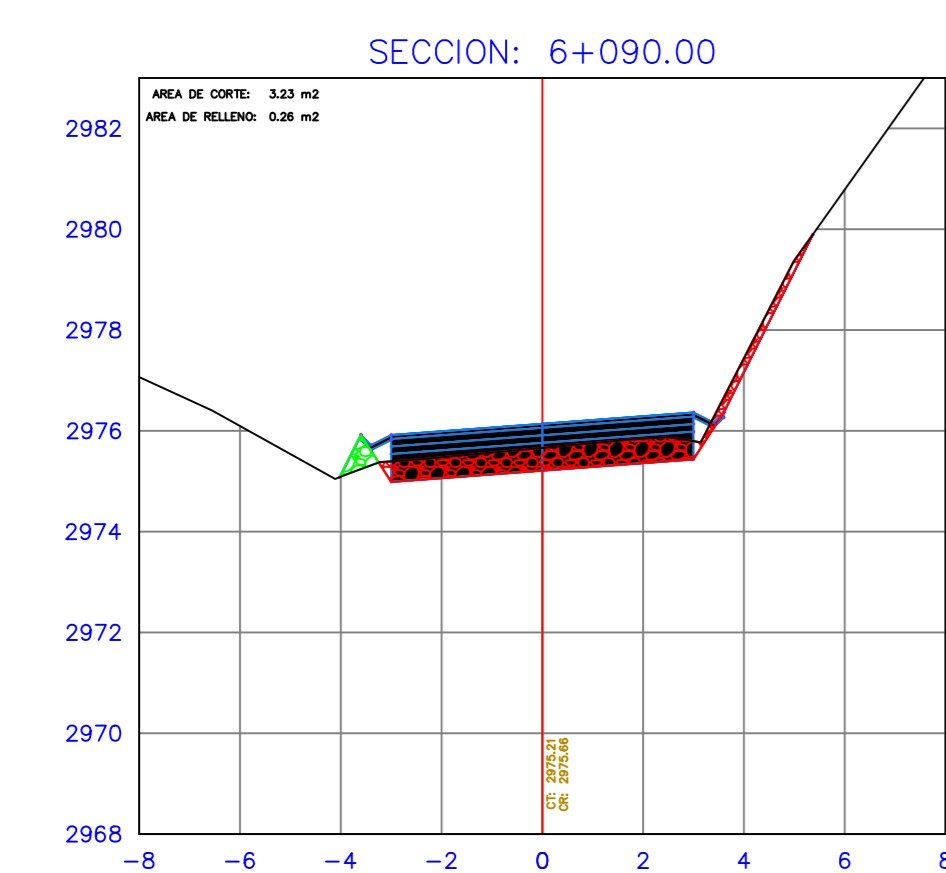
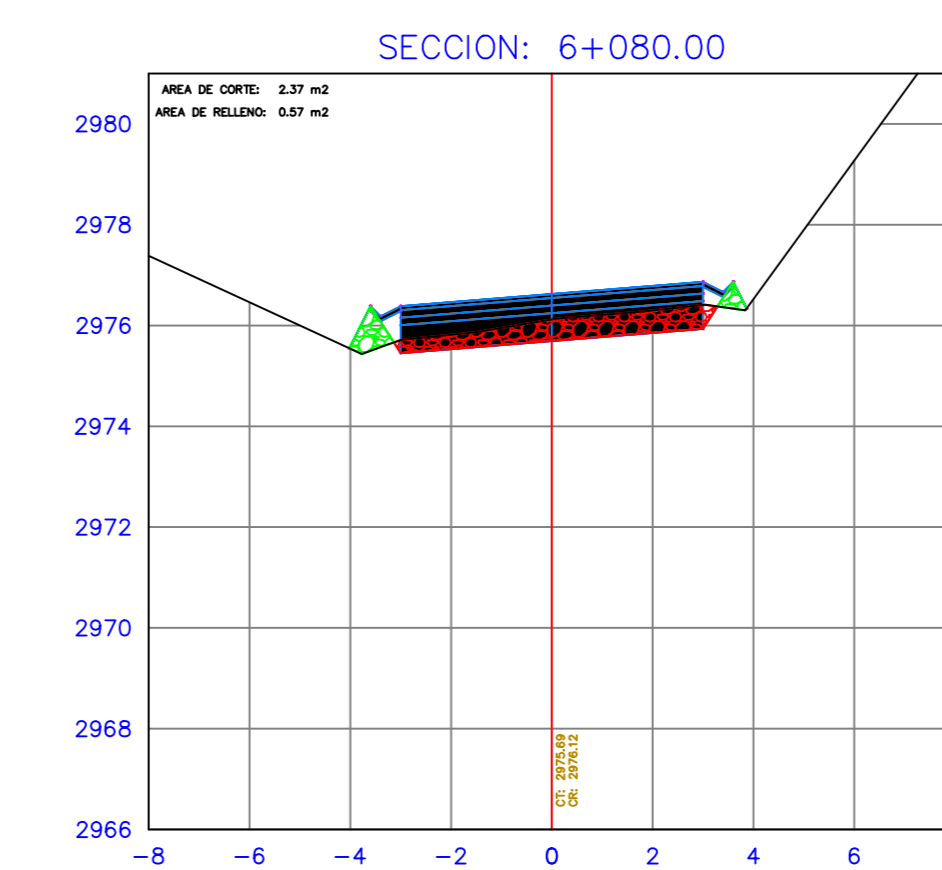
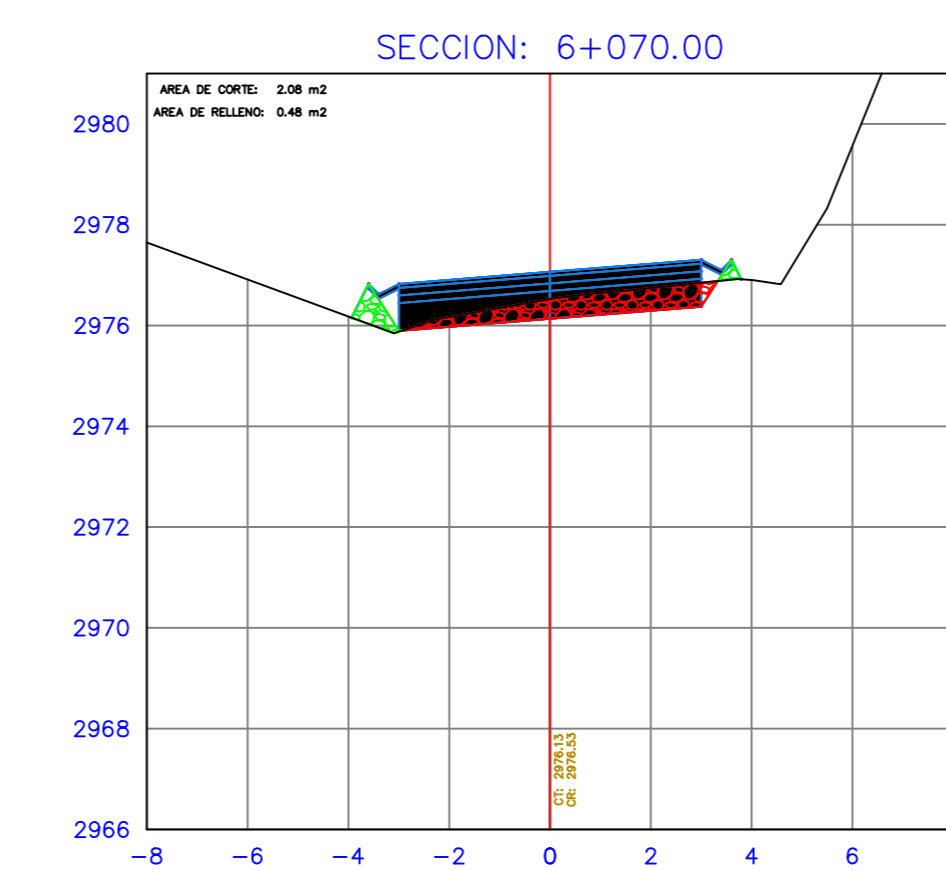
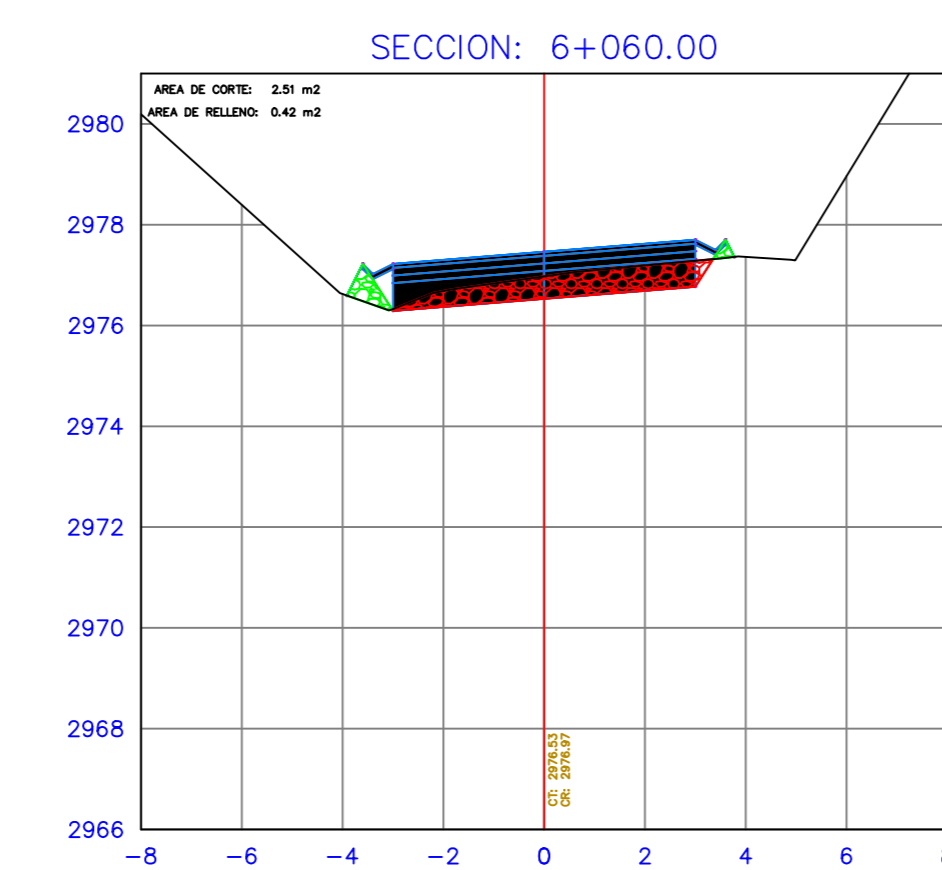
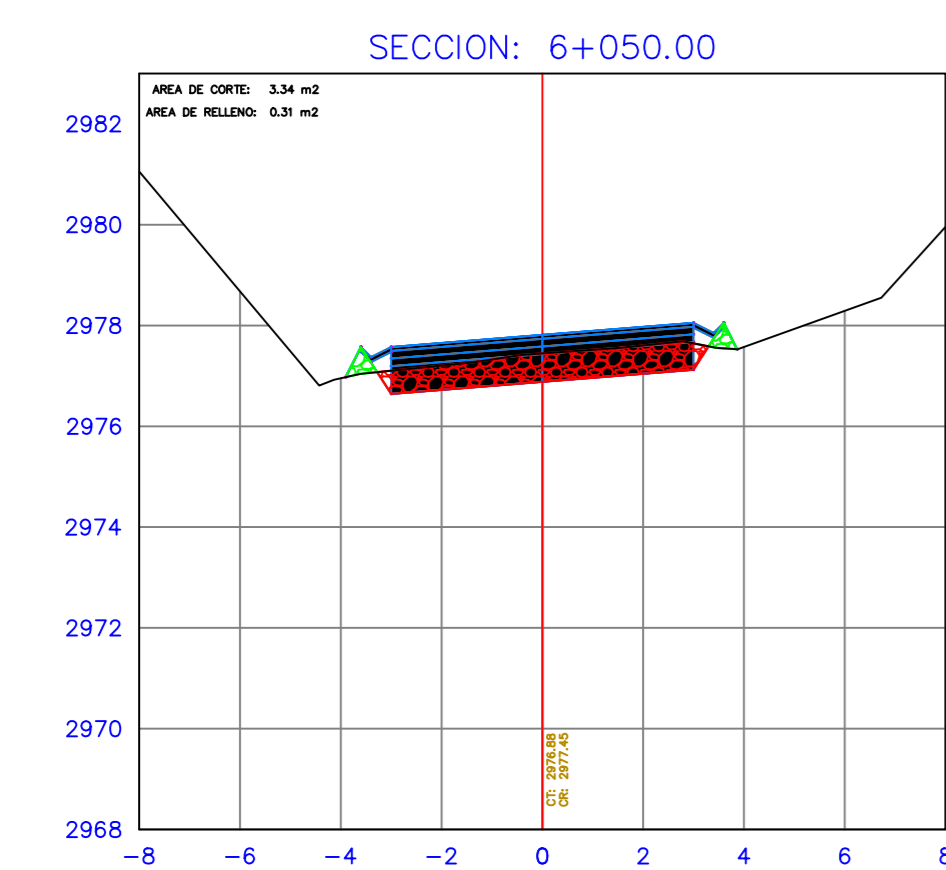
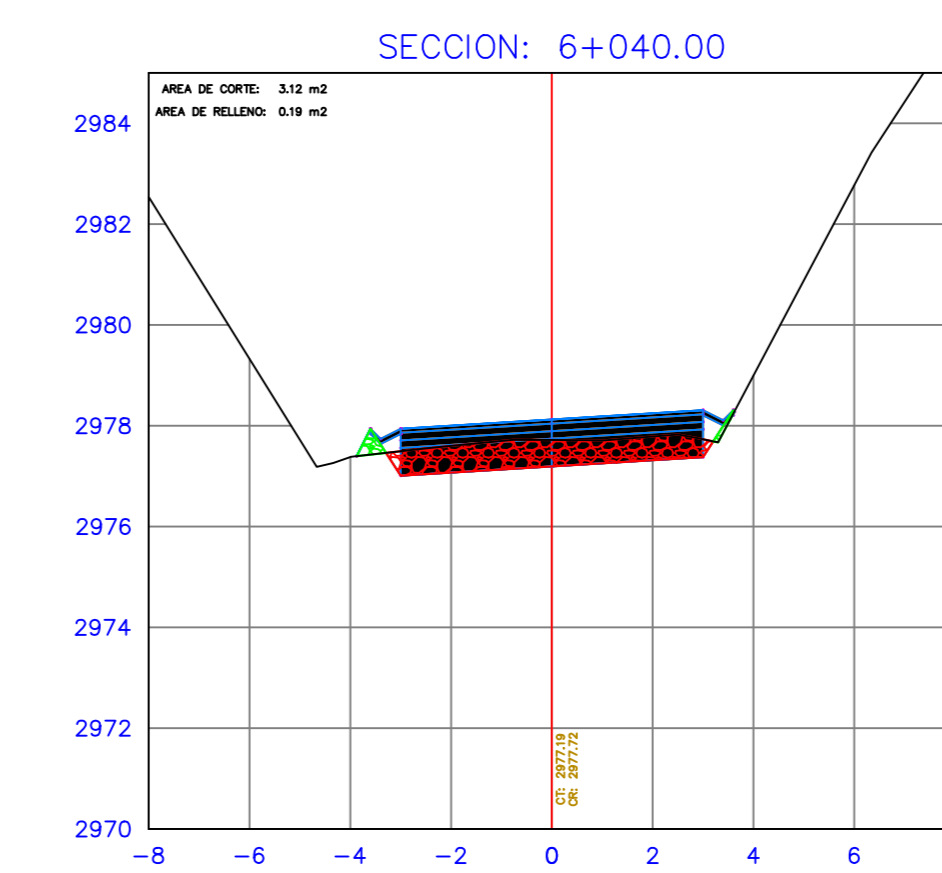
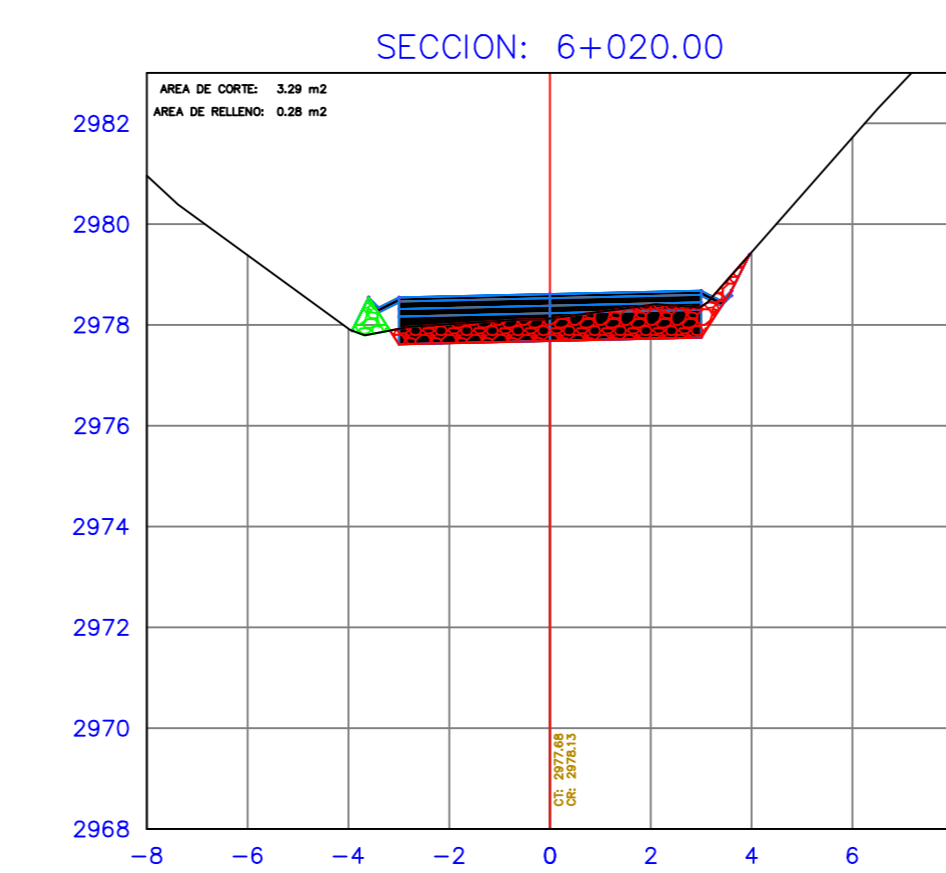
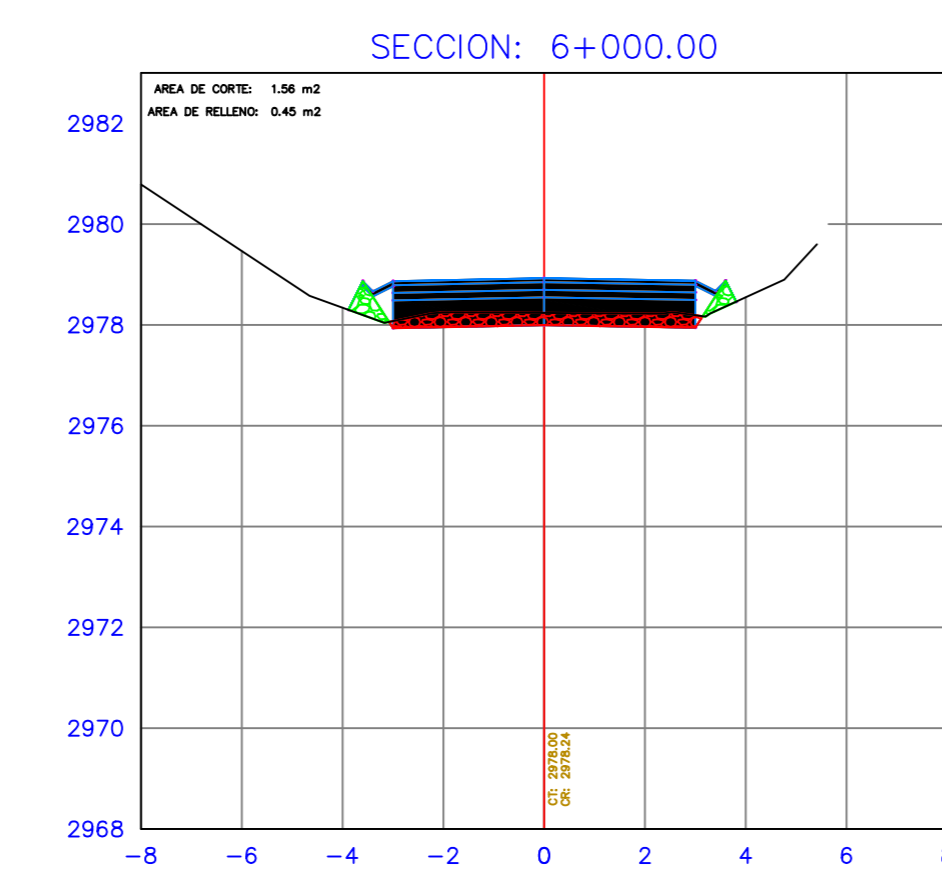
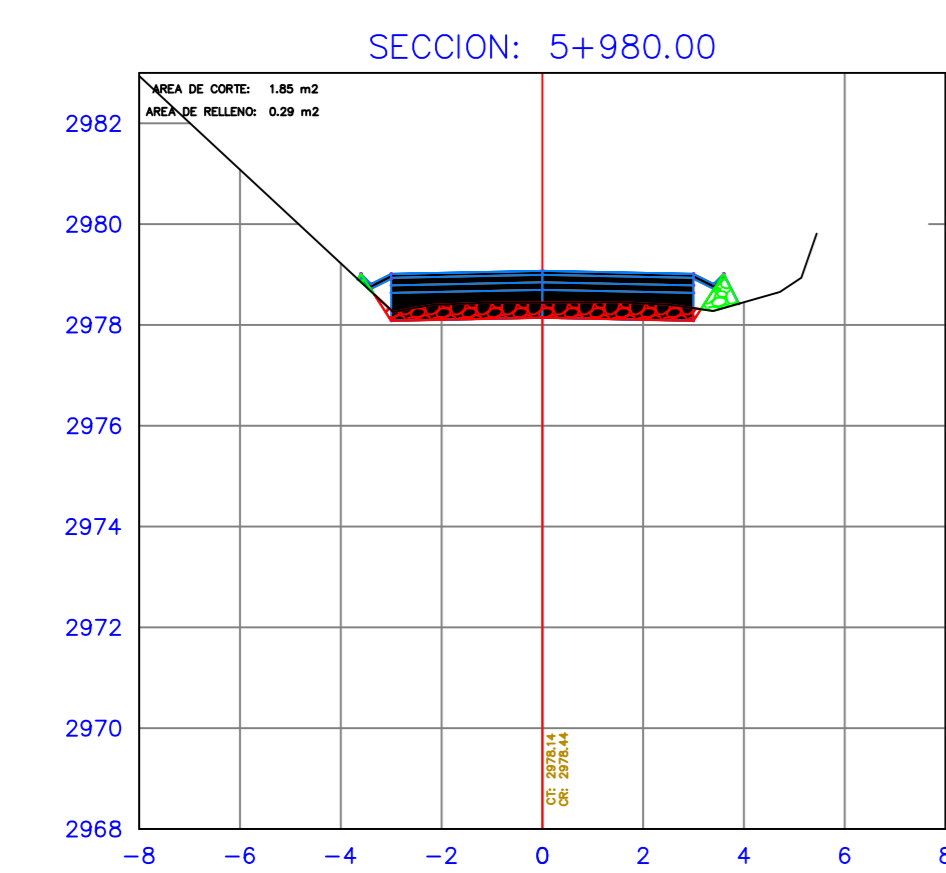
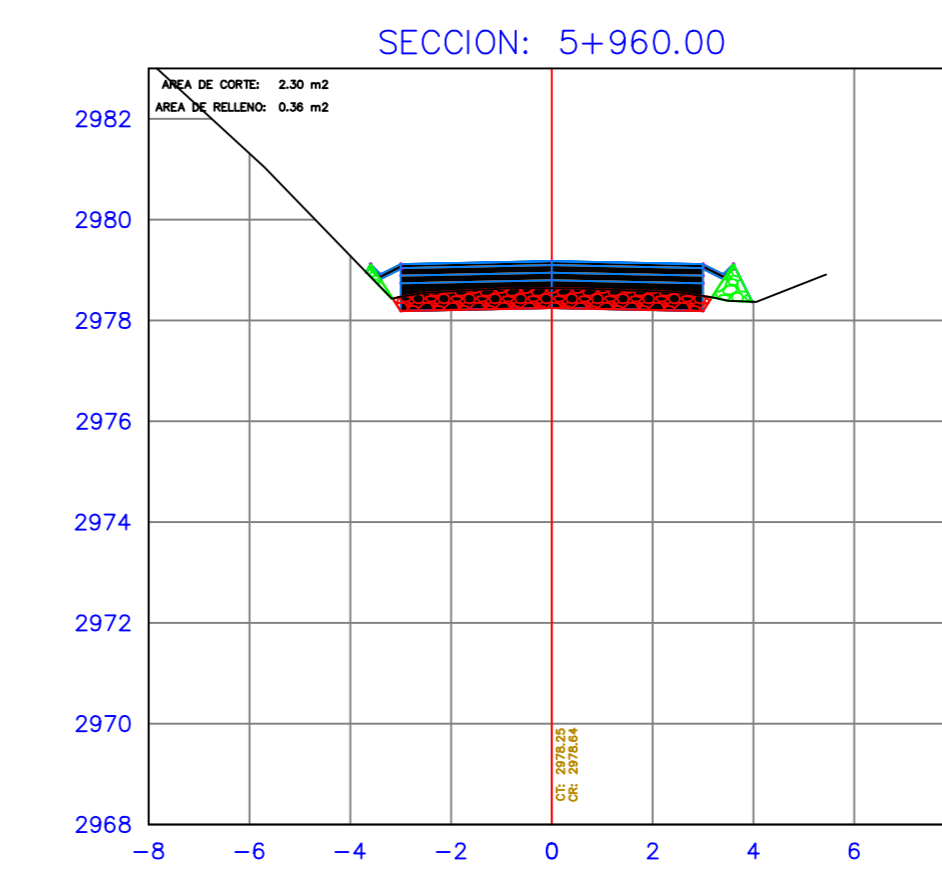
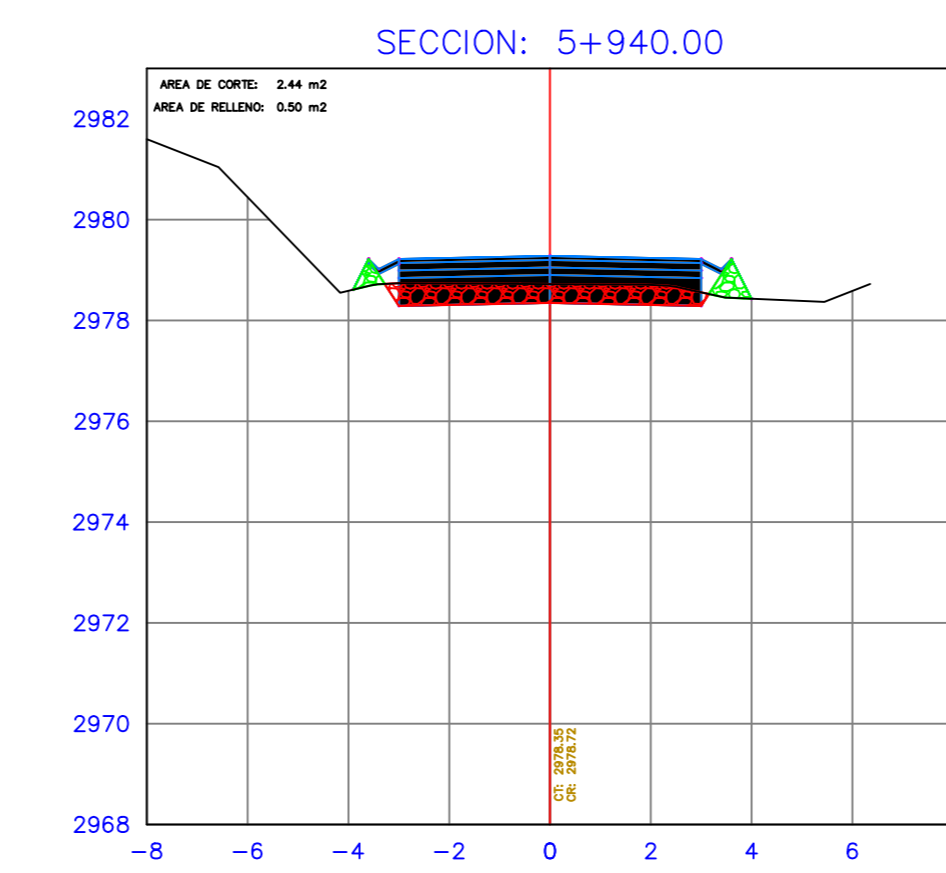
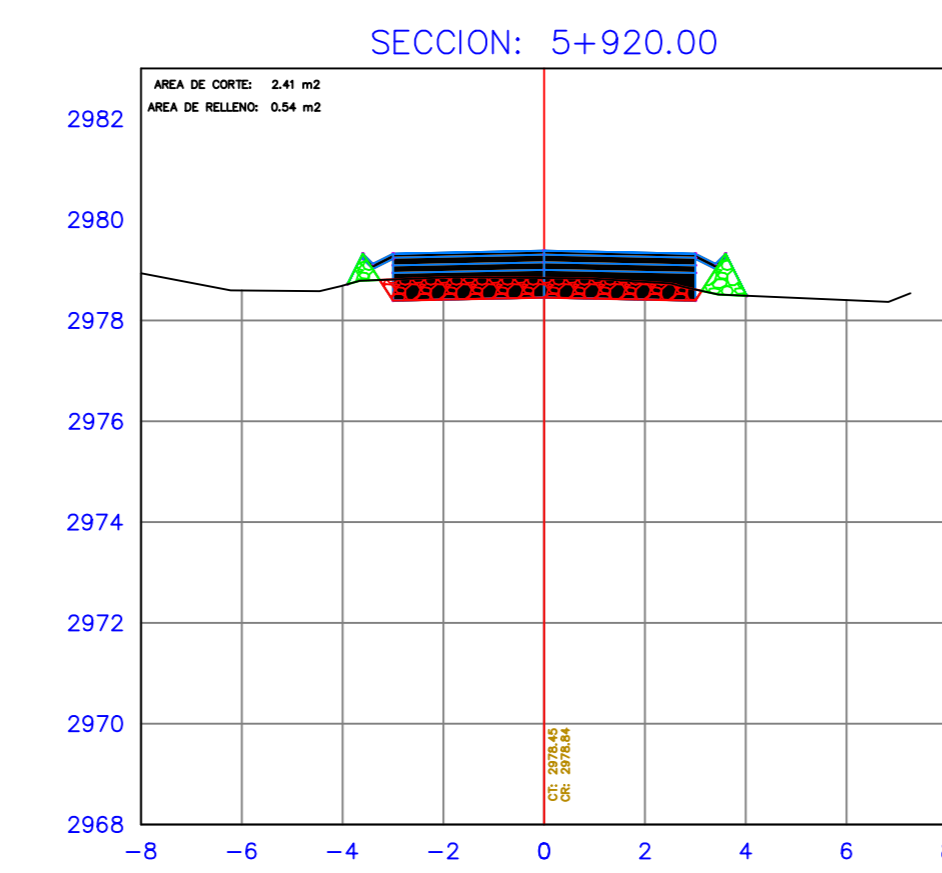
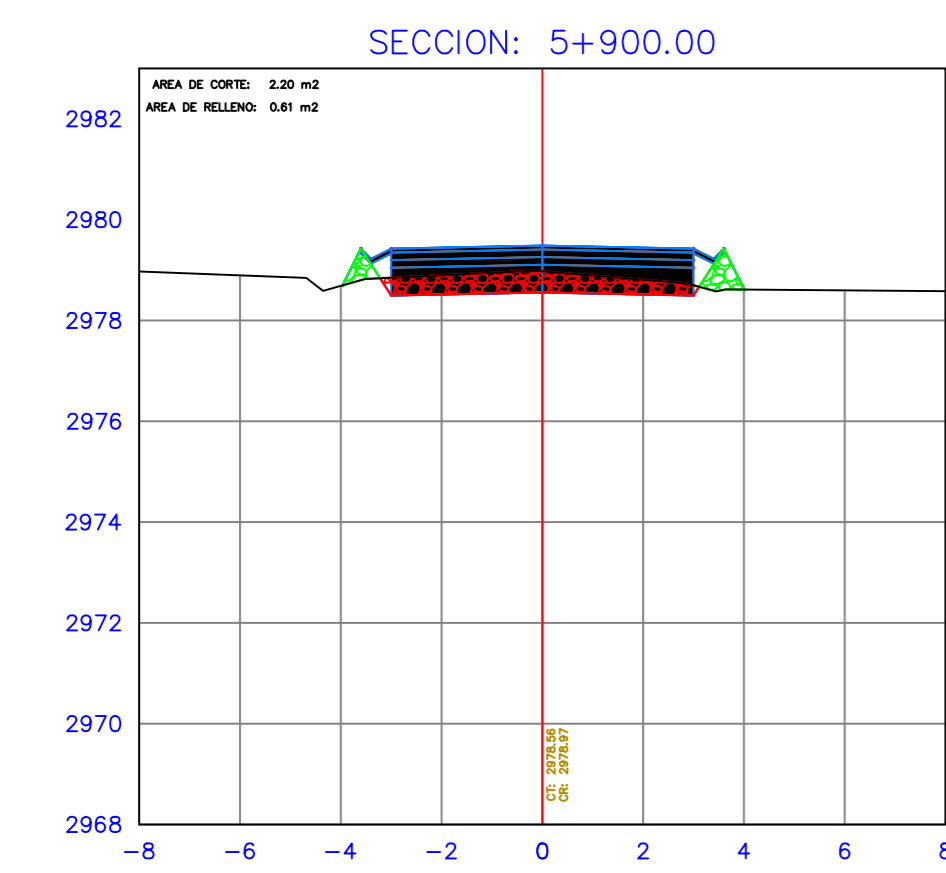
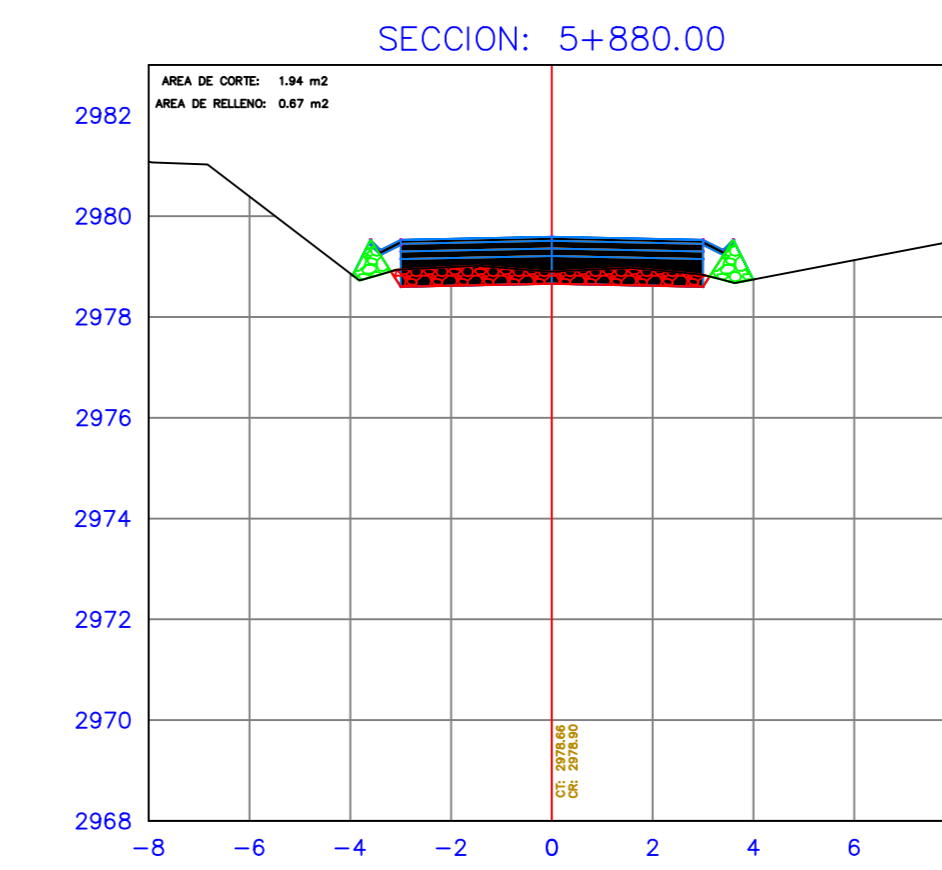
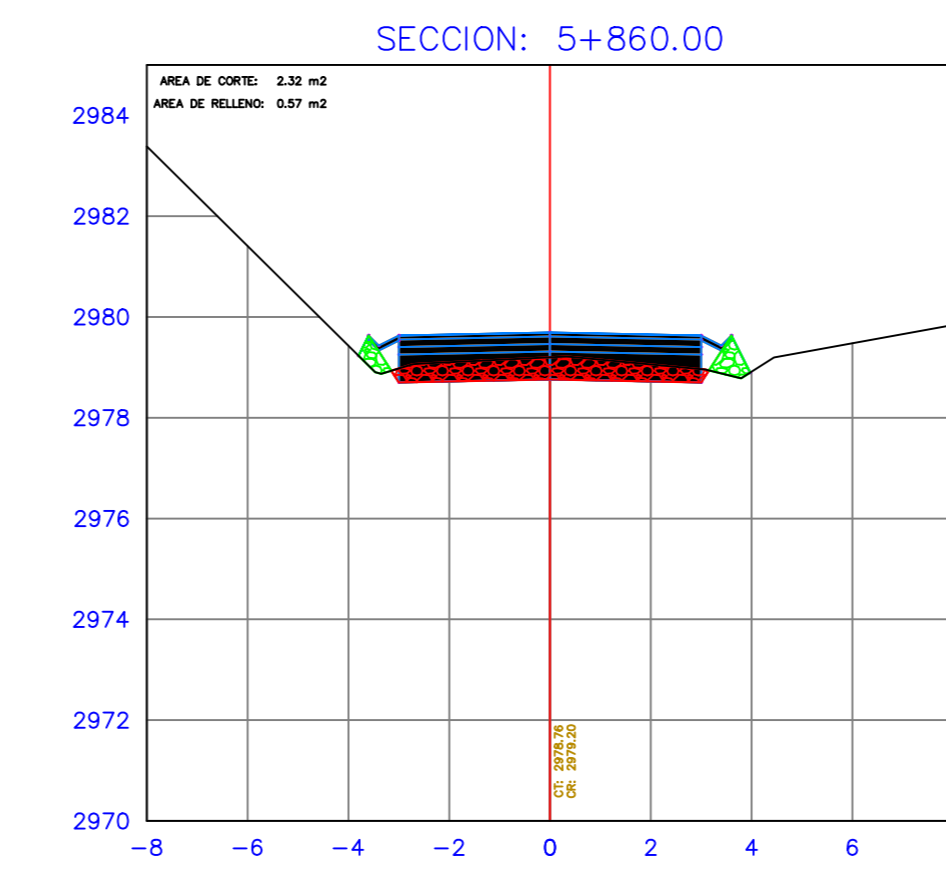
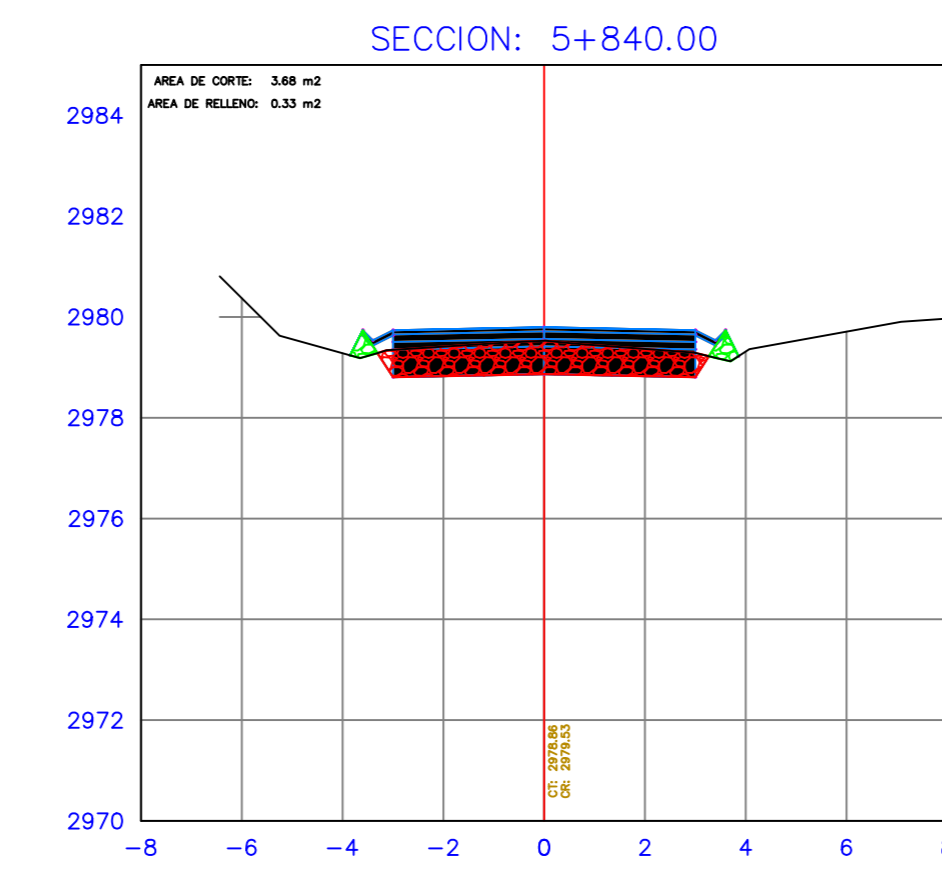
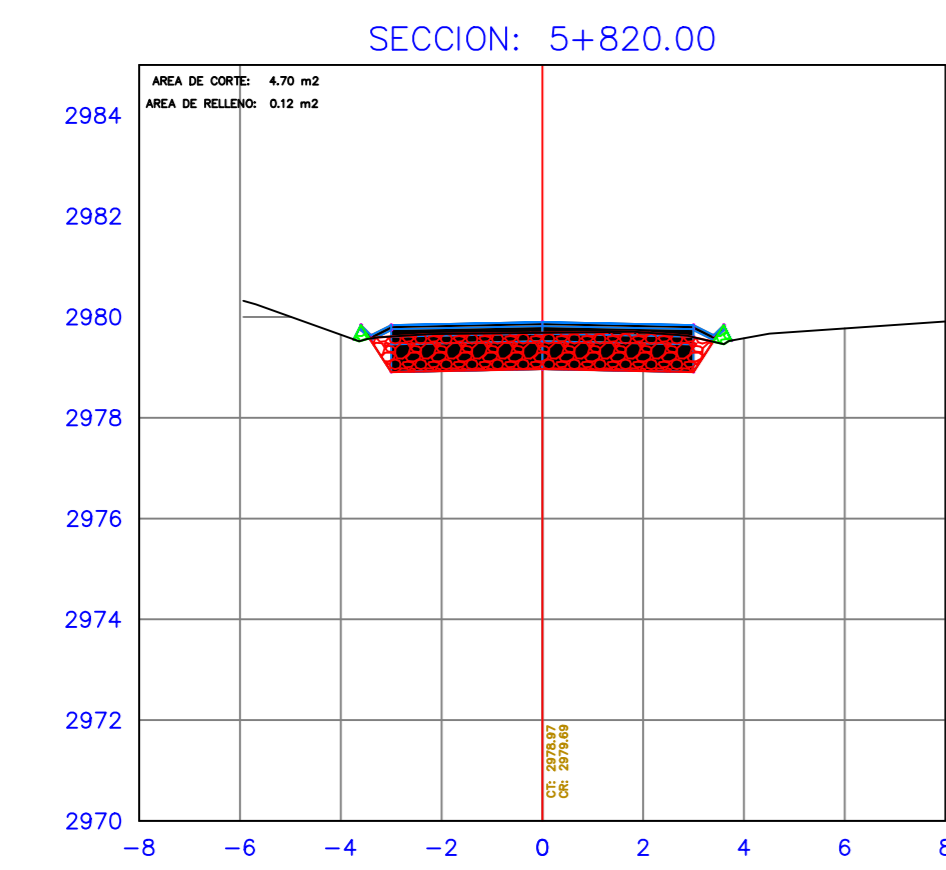
Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	V. RELLENO ACUMULADO	V. RELLENO ACUMULADO
5+820.00	0.12	4.70	0.00	0.00	0.00	0.00
5+840.00	0.33	3.68	4.45	83.77	4.45	83.77
5+860.00	0.57	2.32	8.95	60.04	13.40	143.81
5+880.00	0.67	1.94	12.32	42.63	25.72	186.44
5+900.00	0.61	2.20	12.74	41.40	38.47	227.84
5+920.00	0.54	2.41	11.44	46.12	49.91	273.96
5+940.00	0.50	2.44	10.31	48.48	60.22	322.44
5+960.00	0.36	2.30	8.58	47.33	68.80	369.77
5+980.00	0.29	1.85	6.53	41.50	75.33	411.26
6+000.00	0.45	1.56	7.43	34.15	82.76	445.42
6+020.00	0.28	3.29	7.34	48.51	90.10	493.93
6+040.00	0.19	3.12	4.66	64.14	94.76	558.07
6+050.00	0.31	3.34	2.45	32.27	97.21	590.34
6+060.00	0.42	2.51	3.50	29.48	100.71	619.82
6+070.00	0.48	2.08	4.24	23.35	104.95	643.17
6+080.00	0.57	2.37	5.00	22.58	109.95	665.75
6+090.00	0.26	3.23	3.90	28.43	113.85	694.18
6+100.00	0.44	2.78	3.41	30.21	117.26	724.39
6+120.00	0.07	4.64	5.11	74.21	122.38	798.60
6+130.00	0.02	6.44	0.42	55.49	122.80	854.09

ESCALA 1/150

LAMINA 1/10



Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISIA 5+800 HASTA LA ABCISIA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Secciones transversales (Corte y Relleno) KM 6+140_KM 6+480

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

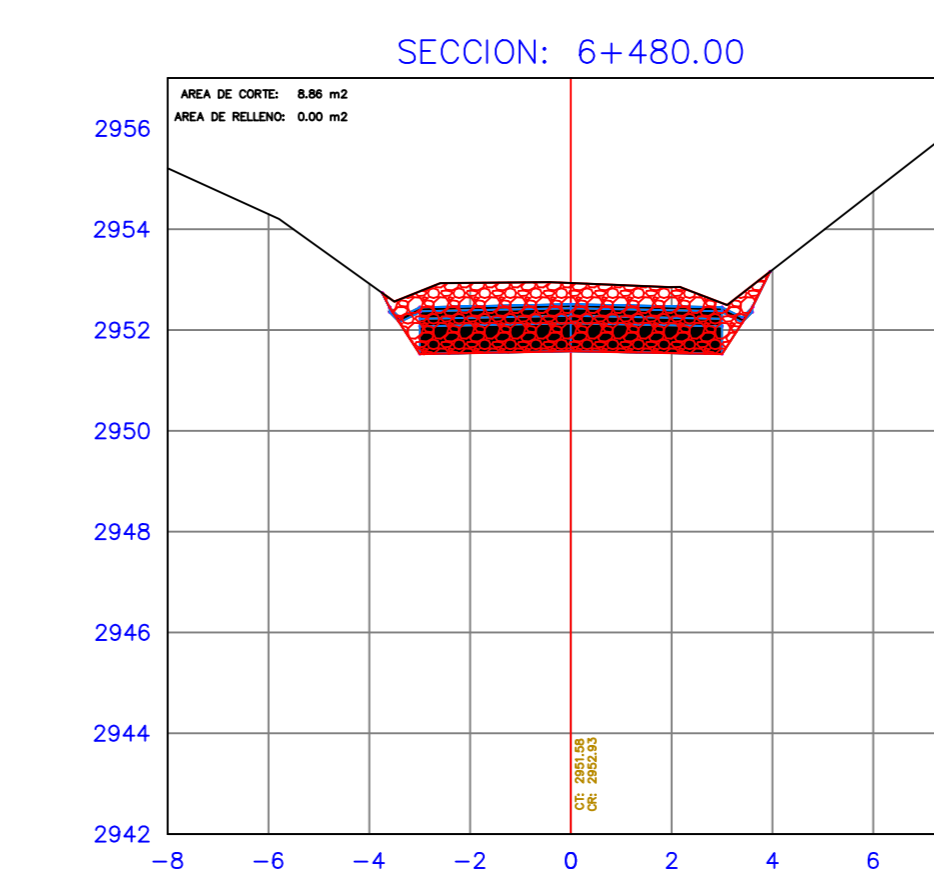
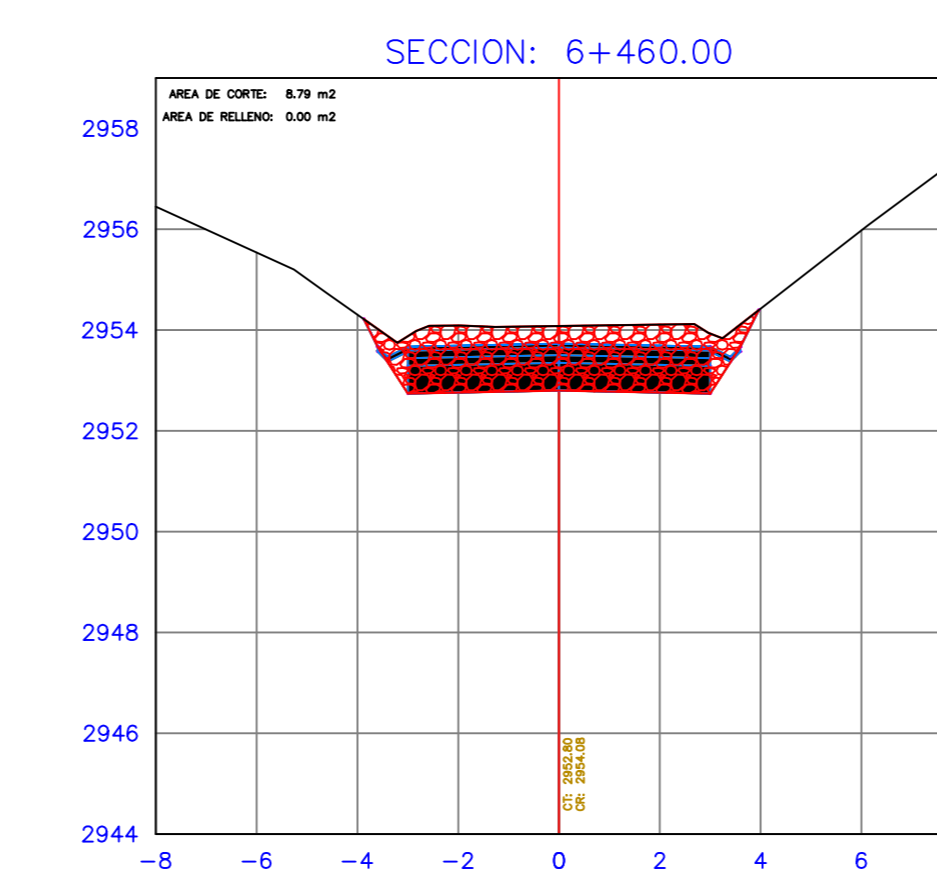
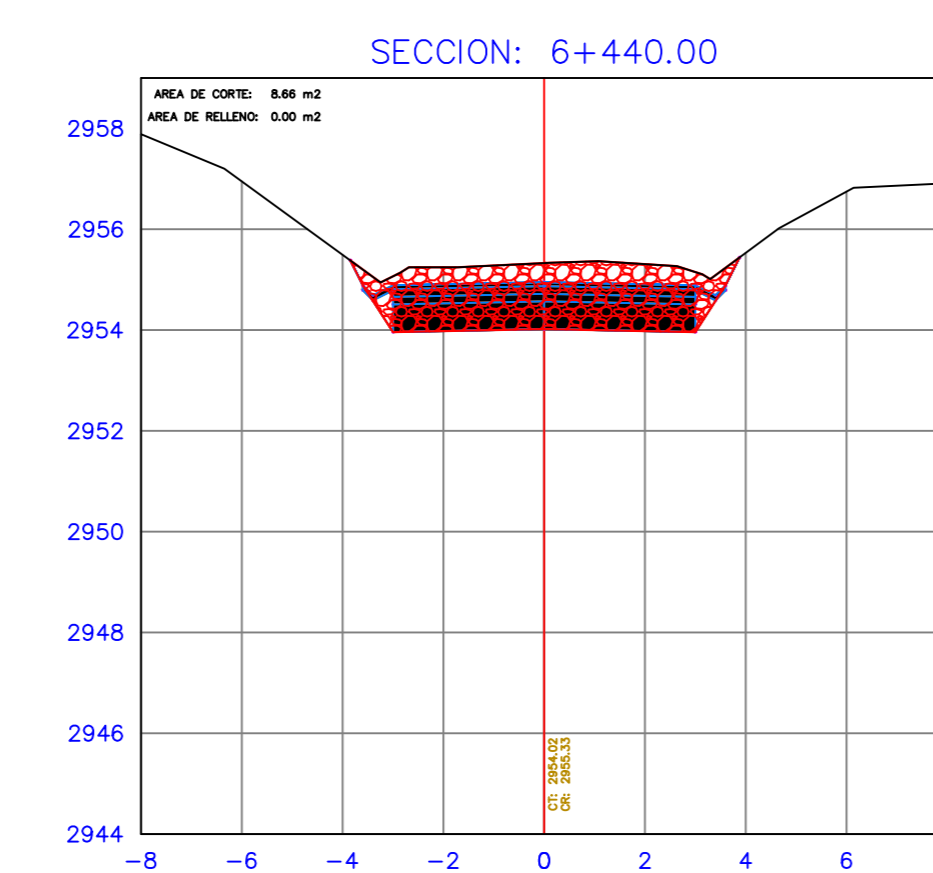
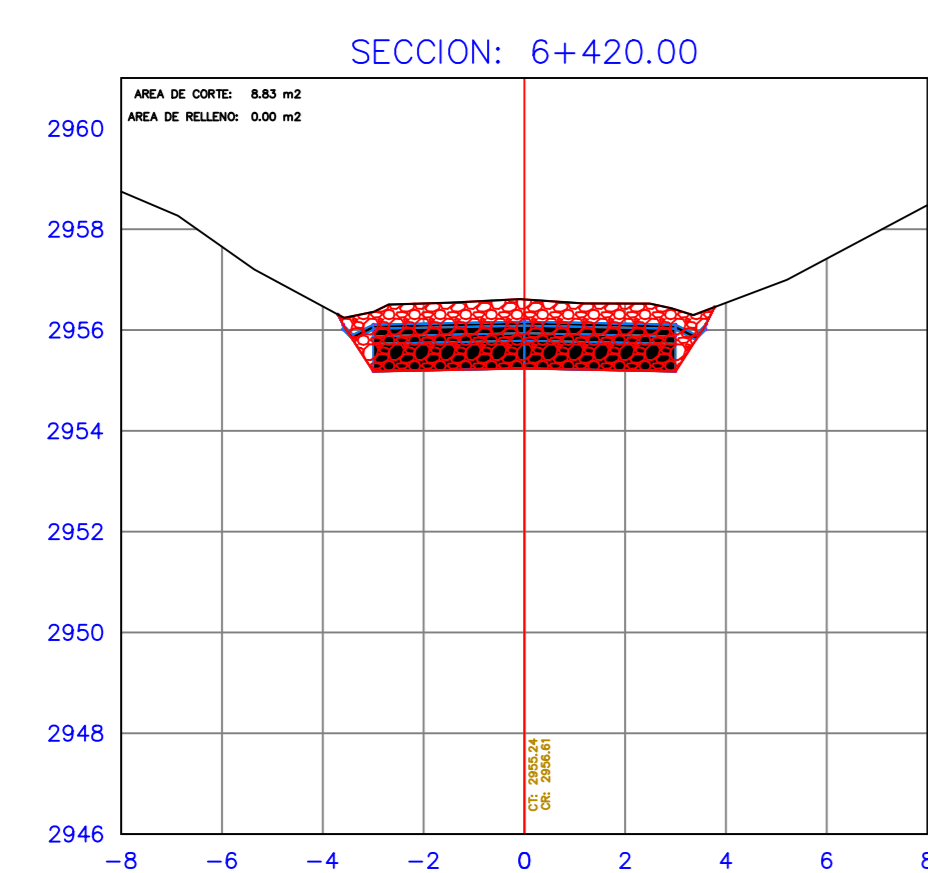
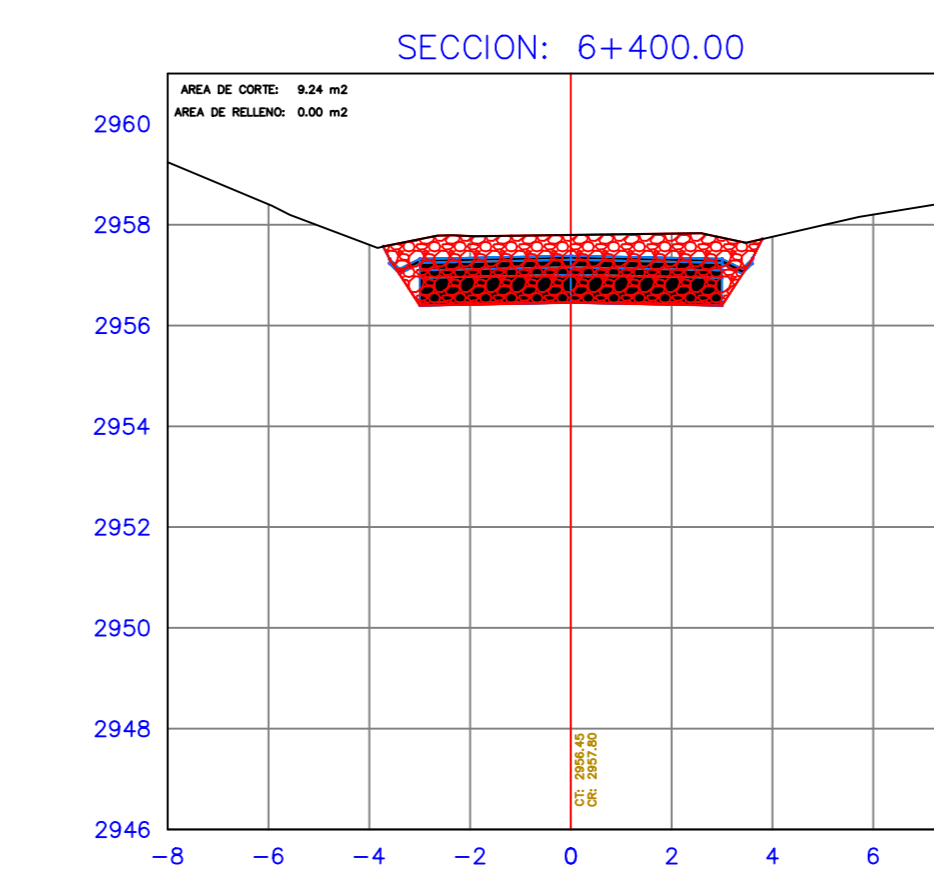
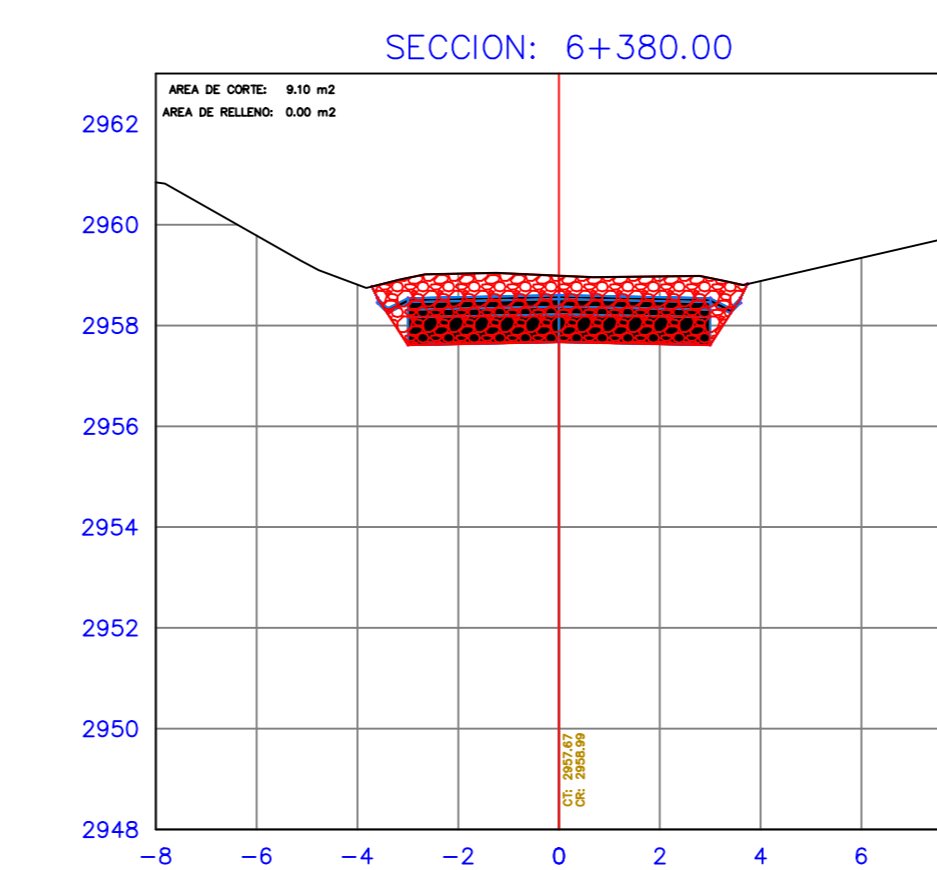
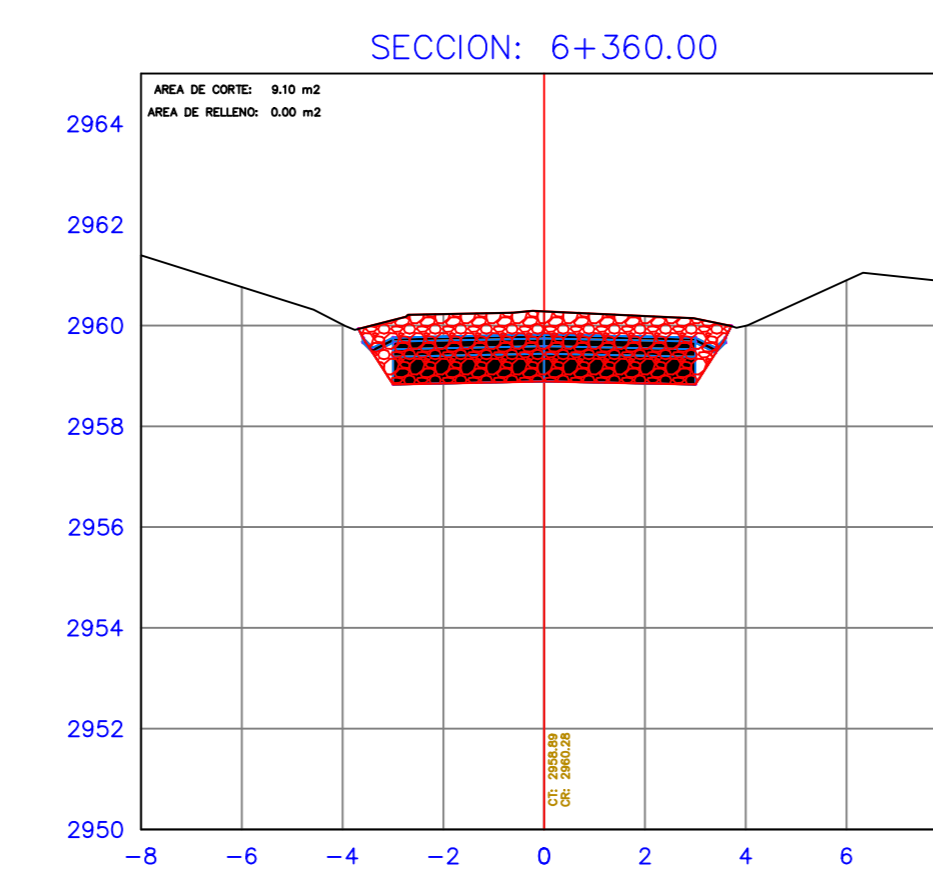
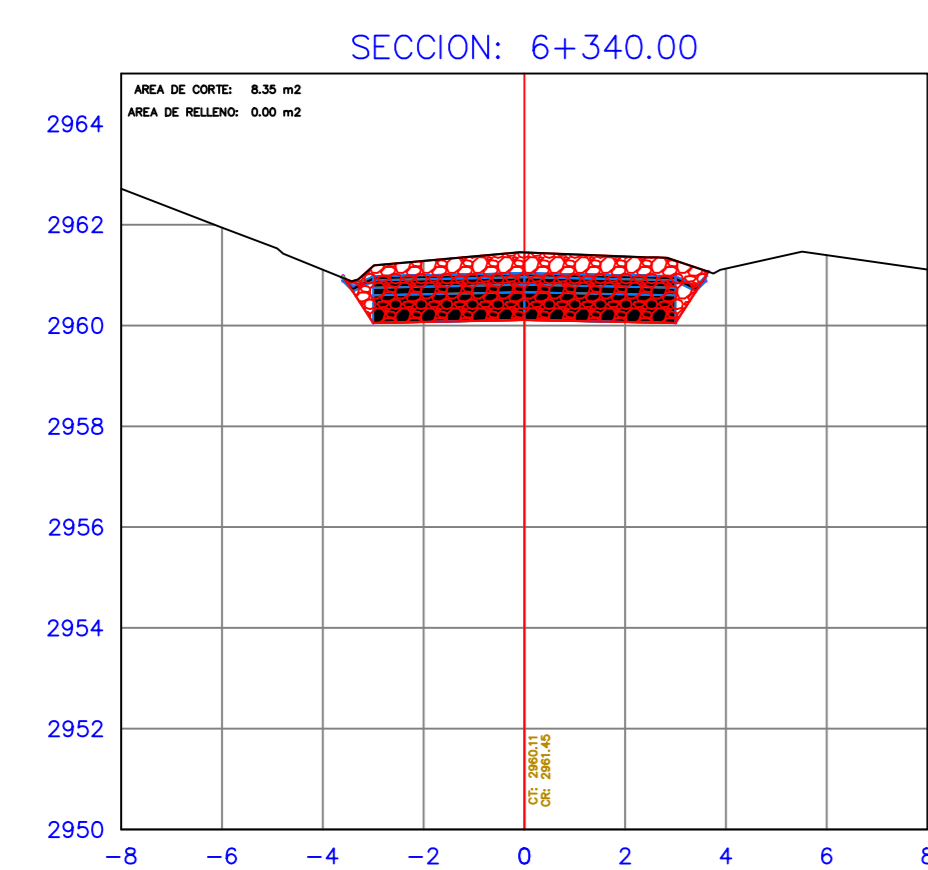
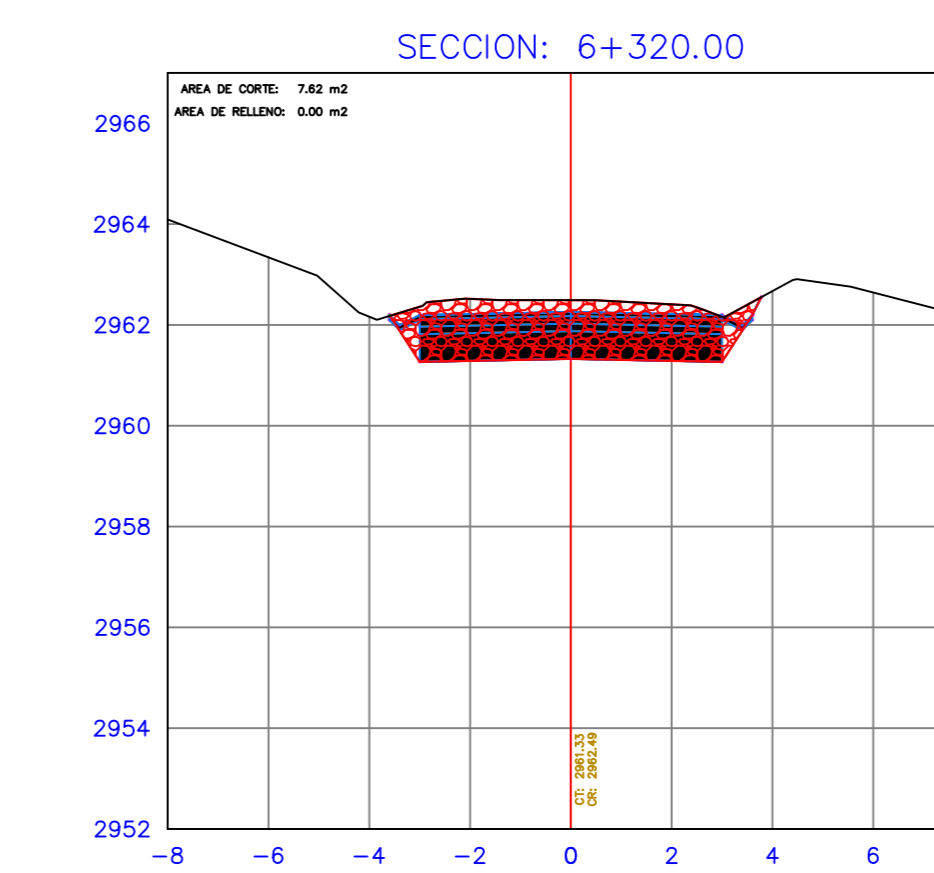
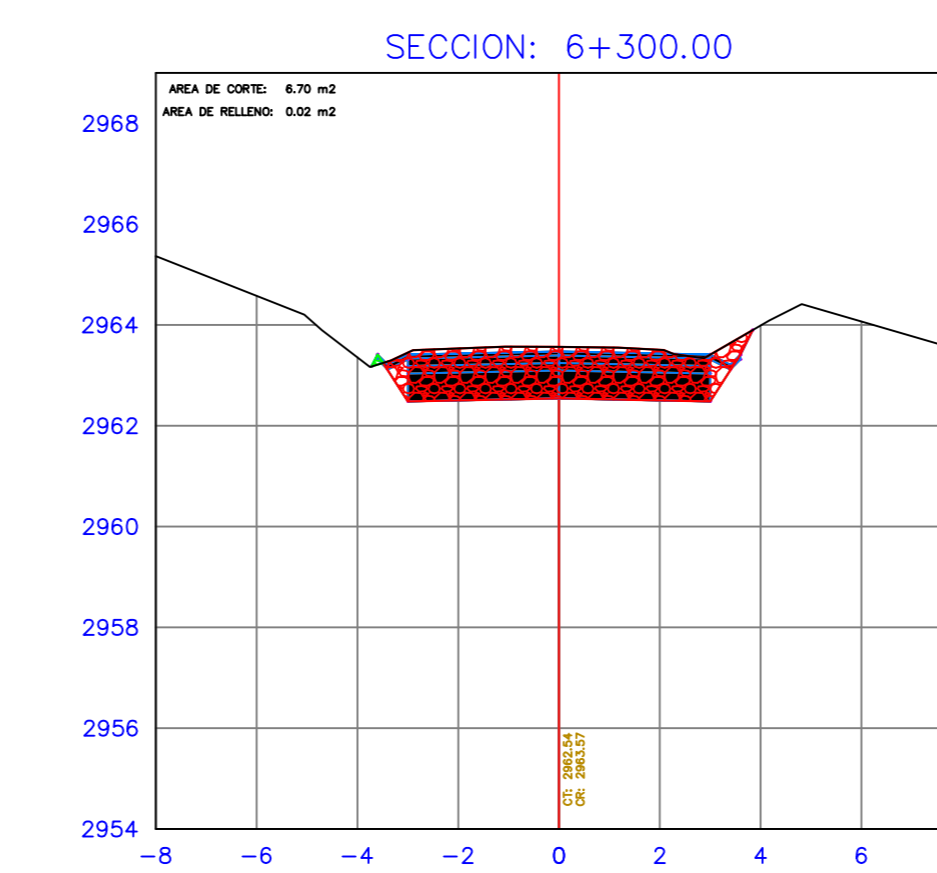
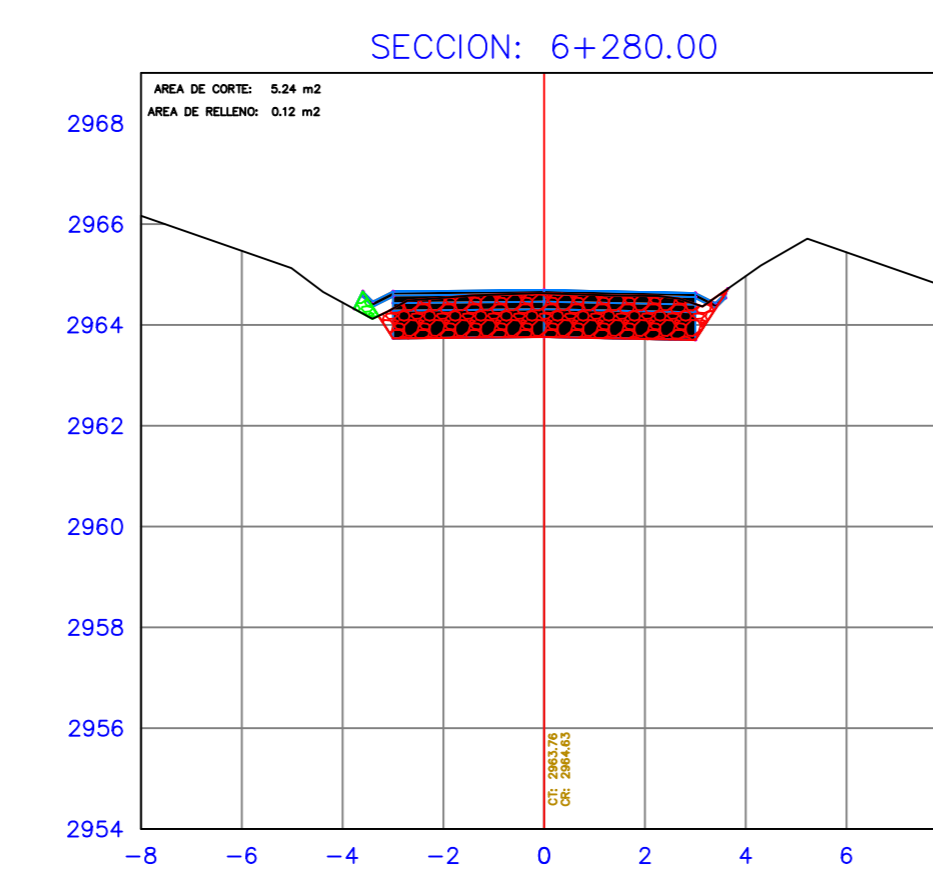
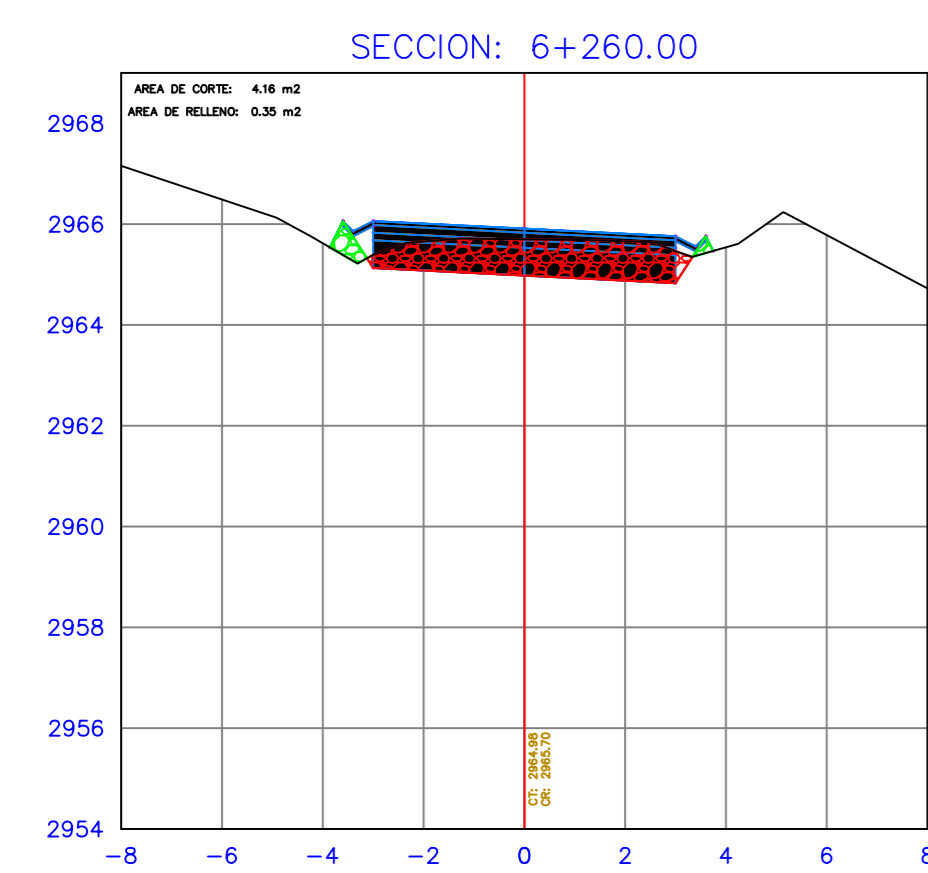
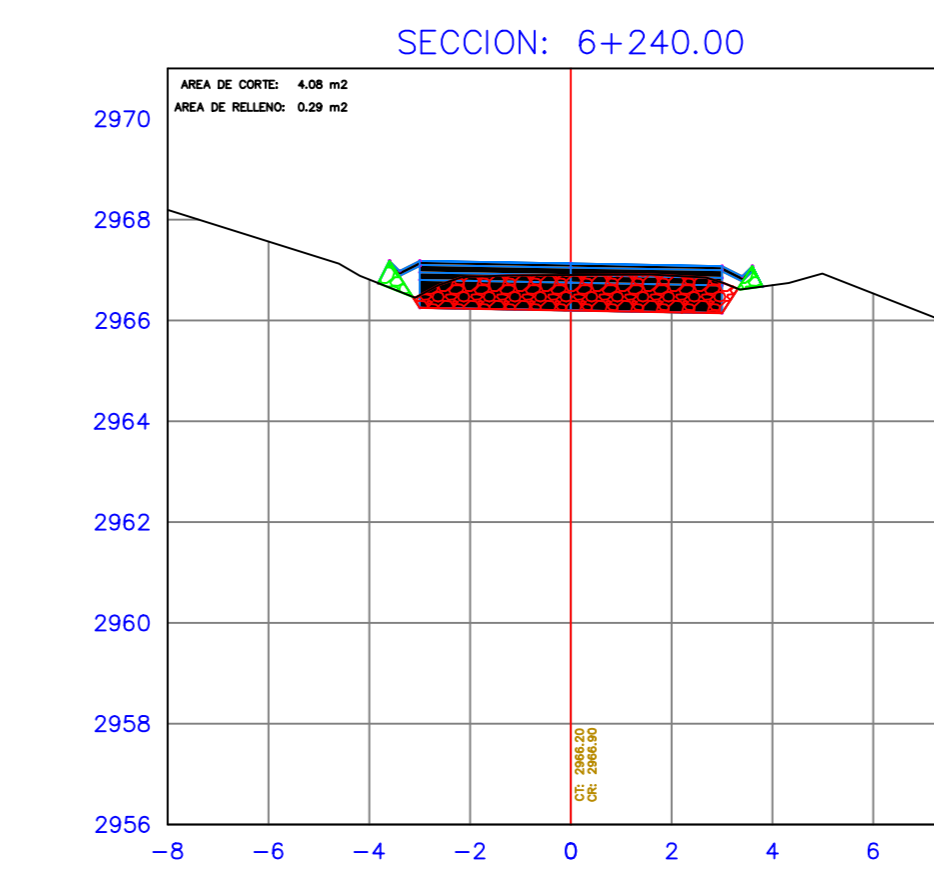
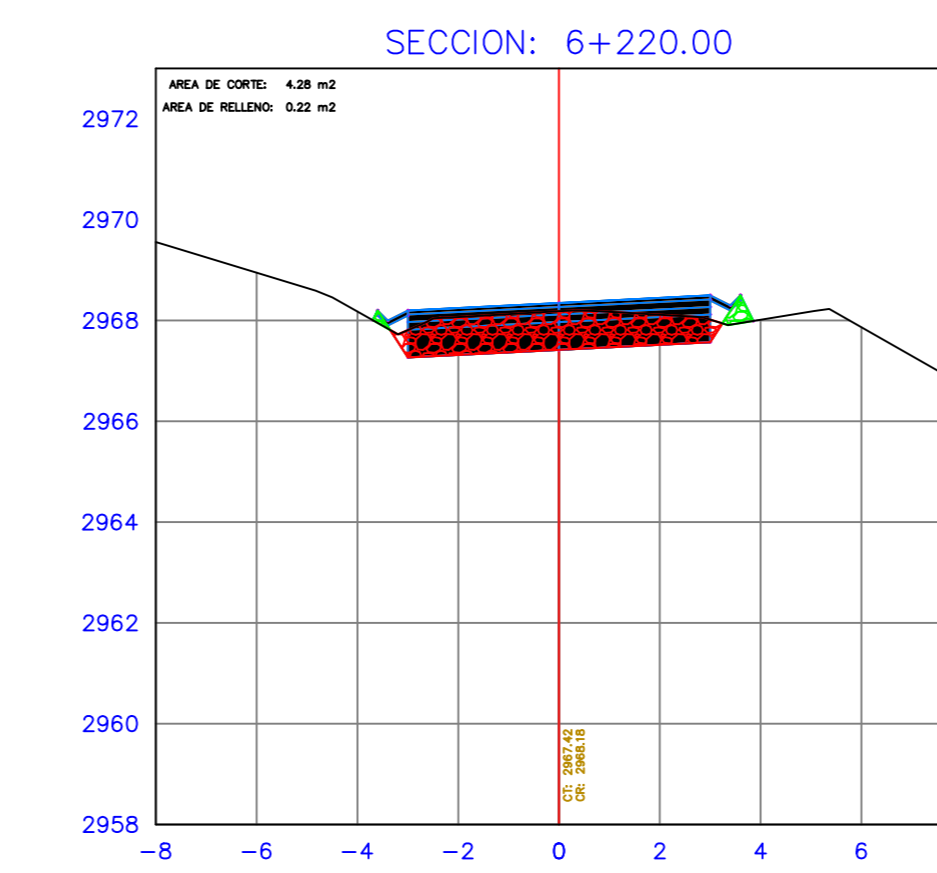
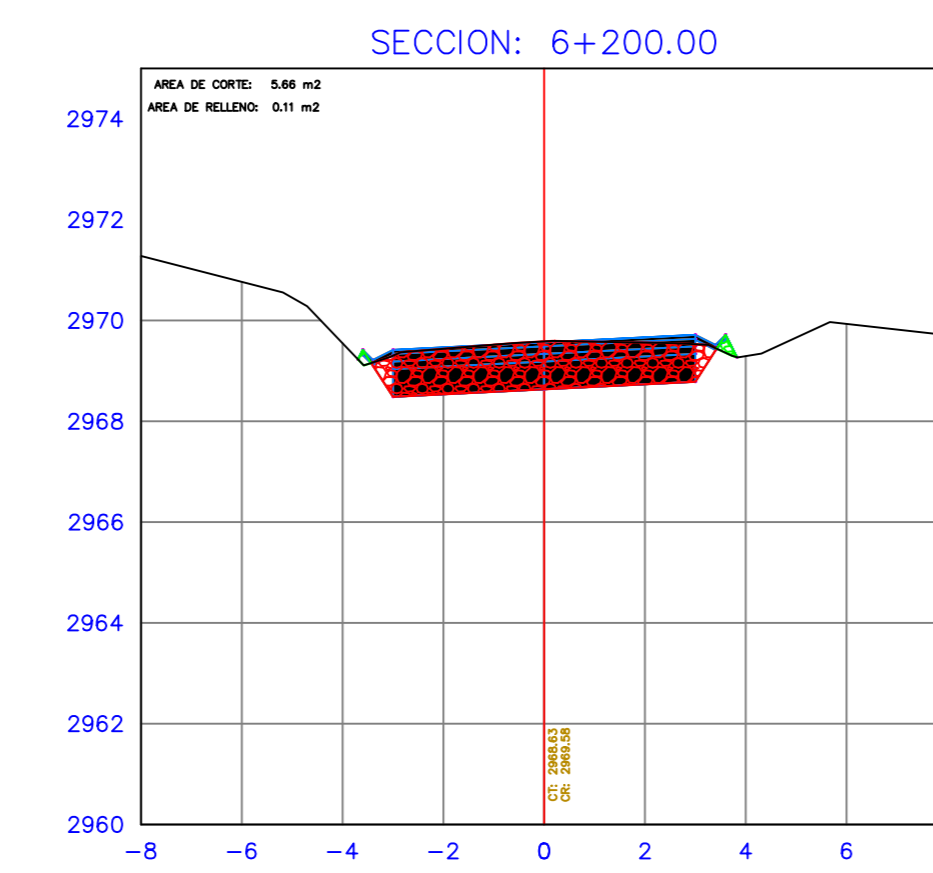
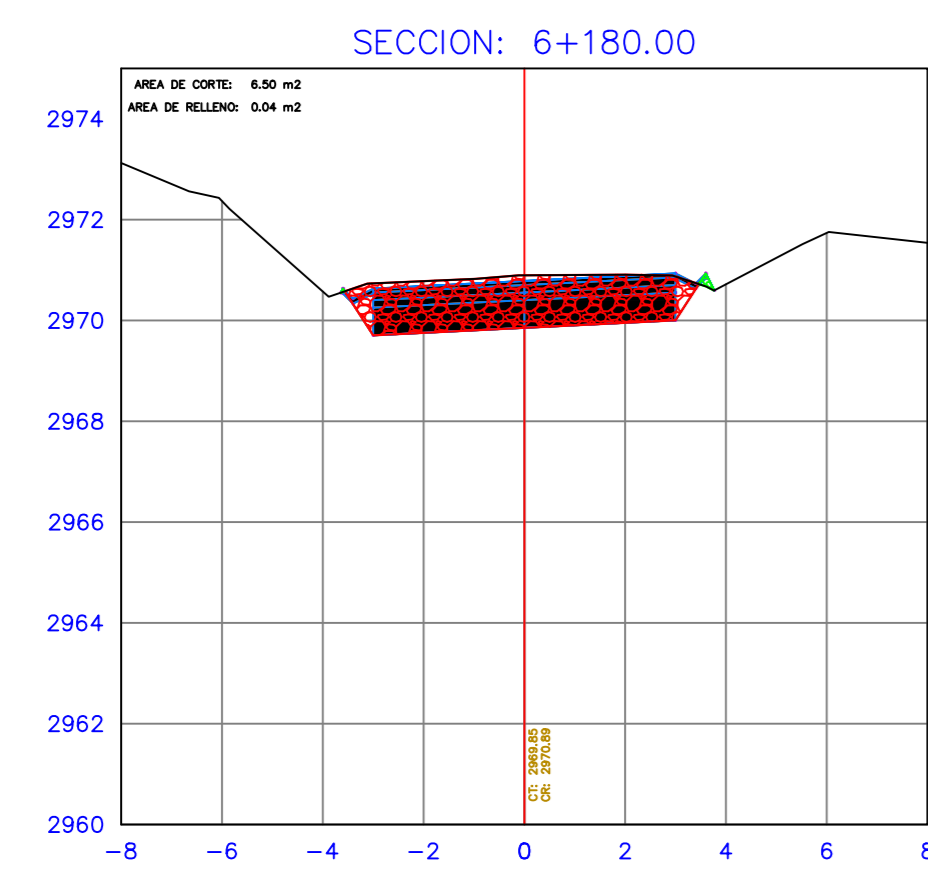
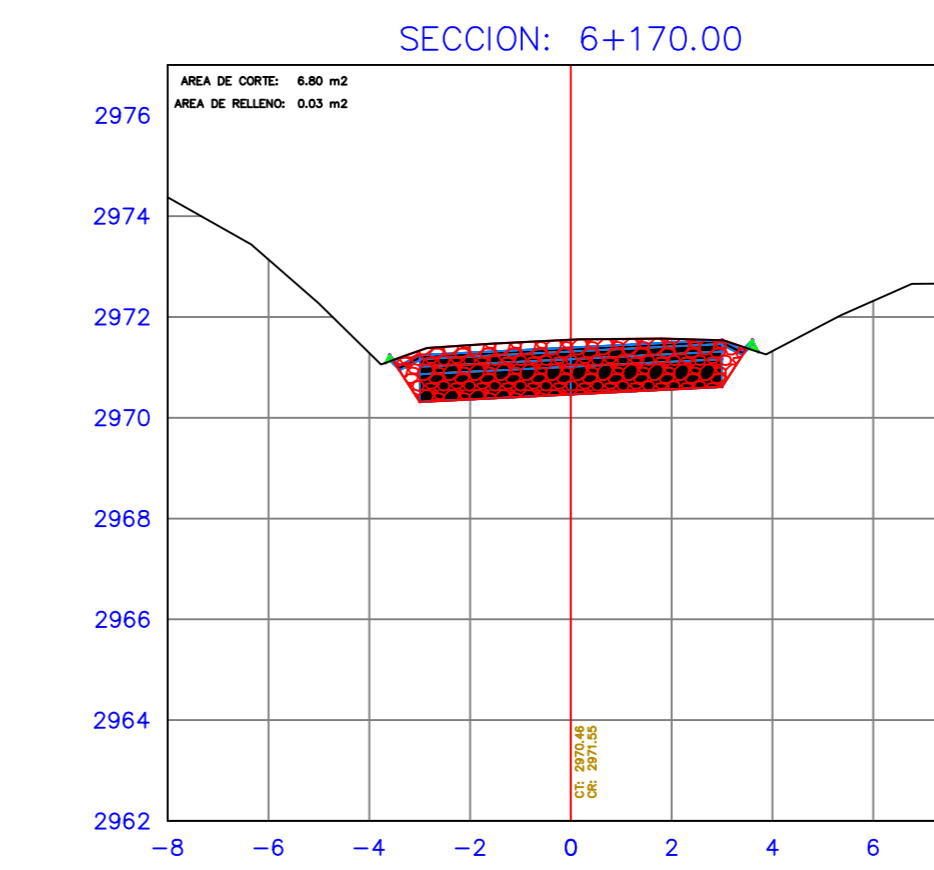
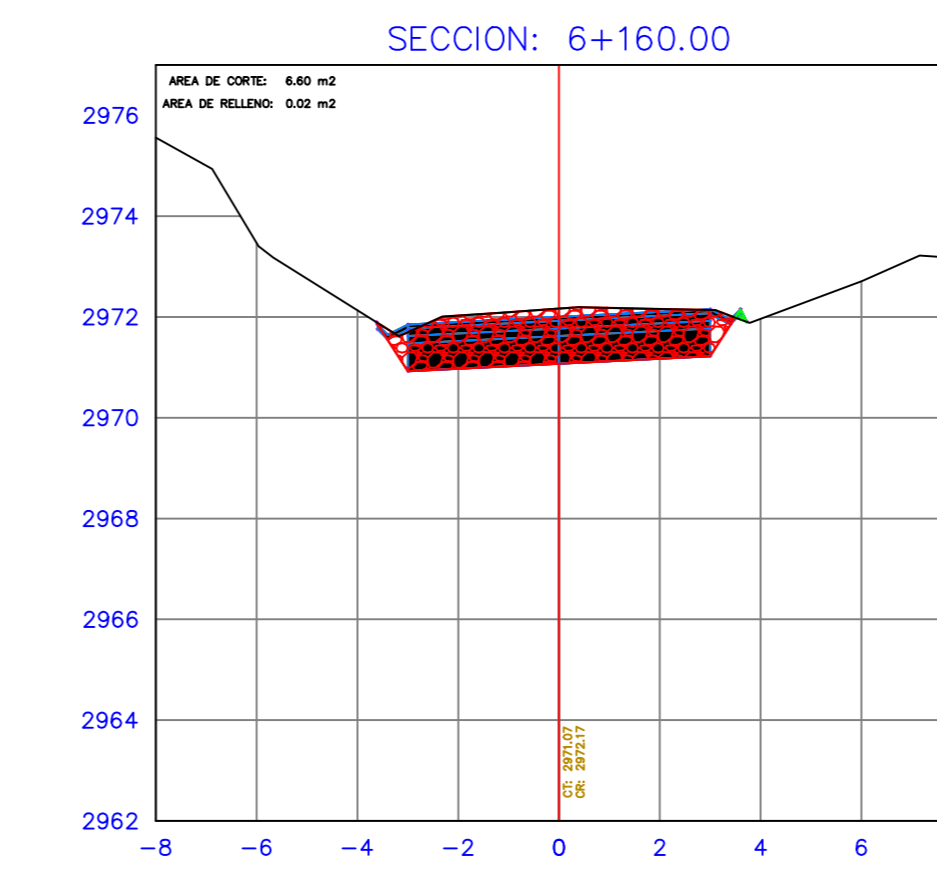
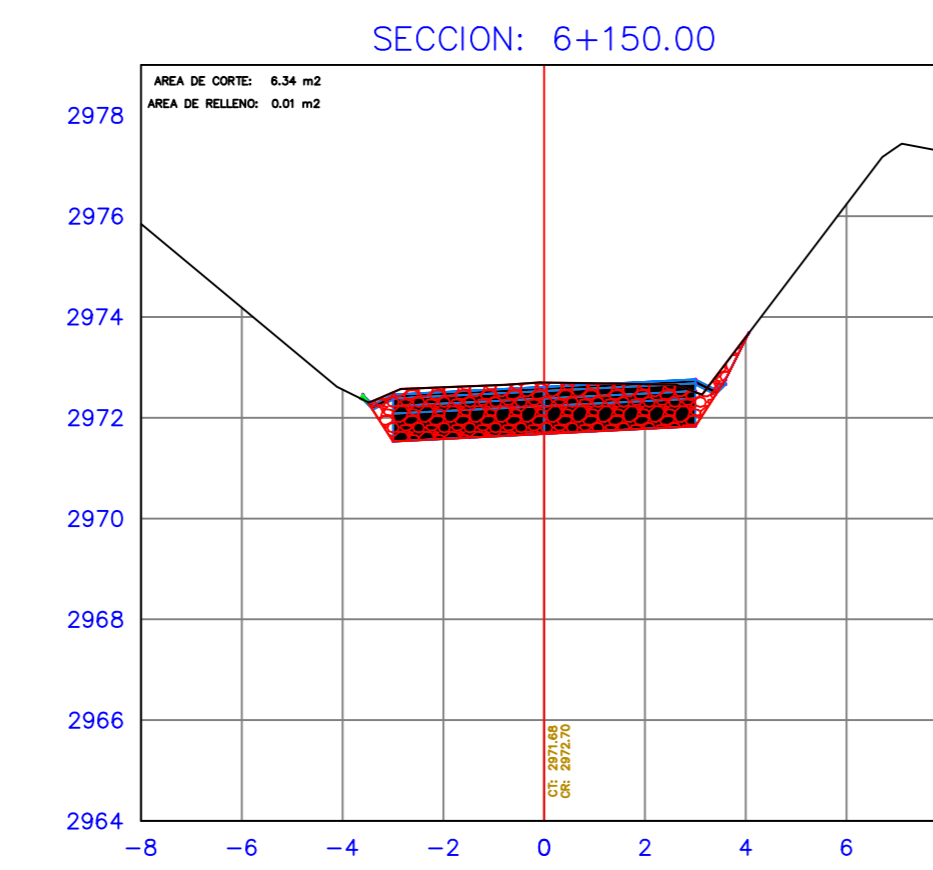
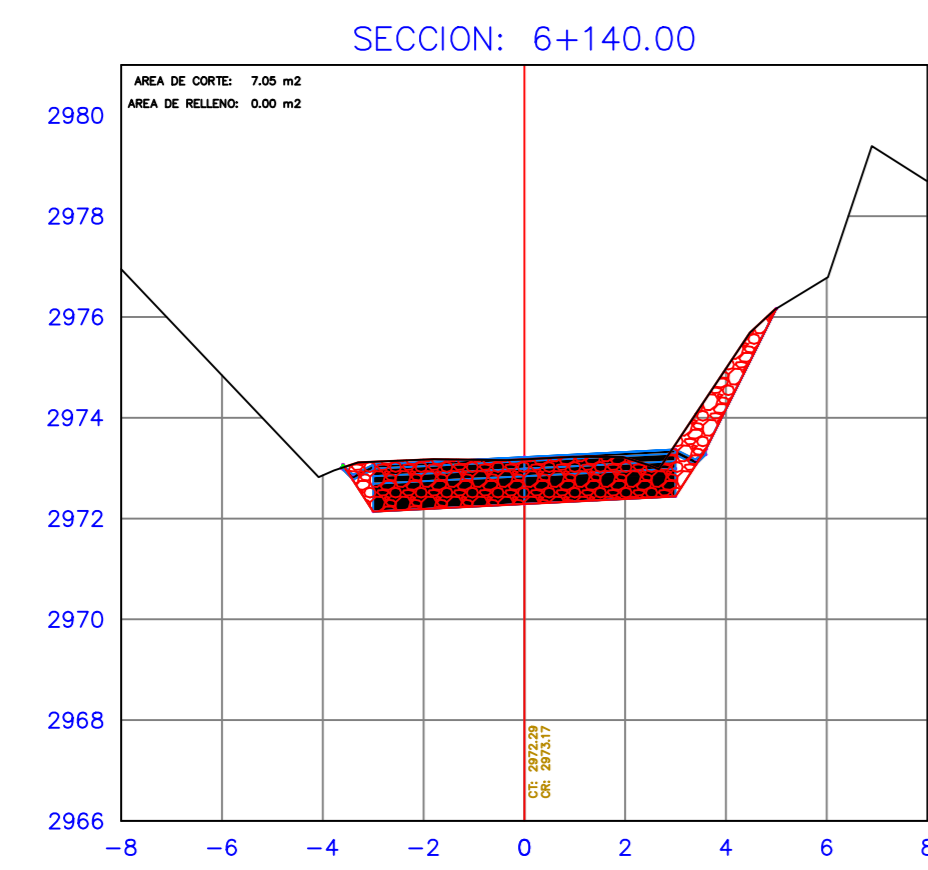
TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	V. RELLENO ACUMULADO	V. RELLENO ACUMULADO
6+140.00	0.00	7.05	0.08	67.65	122.88	921.74
6+150.00	0.01	6.34	0.04	67.08	122.92	988.82
6+160.00	0.02	6.60	0.15	64.71	123.07	1053.52
6+170.00	0.03	6.80	0.27	67.00	123.35	1120.52
6+180.00	0.04	6.50	0.37	66.49	123.72	1187.01
6+200.00	0.11	5.66	1.54	121.59	125.26	1308.60
6+220.00	0.22	4.28	3.29	99.38	128.55	1407.99
6+240.00	0.29	4.08	5.04	83.62	133.59	1491.61
6+260.00	0.35	4.16	6.34	82.41	139.93	1574.02
6+280.00	0.12	5.24	4.64	93.98	144.58	1668.00
6+300.00	0.02	6.70	1.40	119.35	145.98	1787.35
6+320.00	0.00	7.62	0.23	143.16	146.21	1930.51
6+340.00	0.00	8.35	0.01	159.73	146.22	2090.24
6+360.00	0.00	9.10	0.01	174.53	146.23	2264.77
6+380.00	0.00	9.10	0.00	182.01	146.23	2446.78
6+400.00	0.00	9.24	0.00	183.45	146.23	2630.23
6+420.00	0.00	8.83	0.00	180.73	146.23	2810.96
6+440.00	0.00	8.66	0.00	174.88	146.23	2985.84
6+460.00	0.00	8.79	0.00	174.52	146.23	3160.36
6+480.00	0.00	8.86	0.00	176.57	146.23	3336.93

ESCALA

1/150

LAMINA

2/10



Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISCA 5+800 HASTA LA ABCISCA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Secciones transversales (Corte y Relleno) KM 6+500_KM 6+800

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

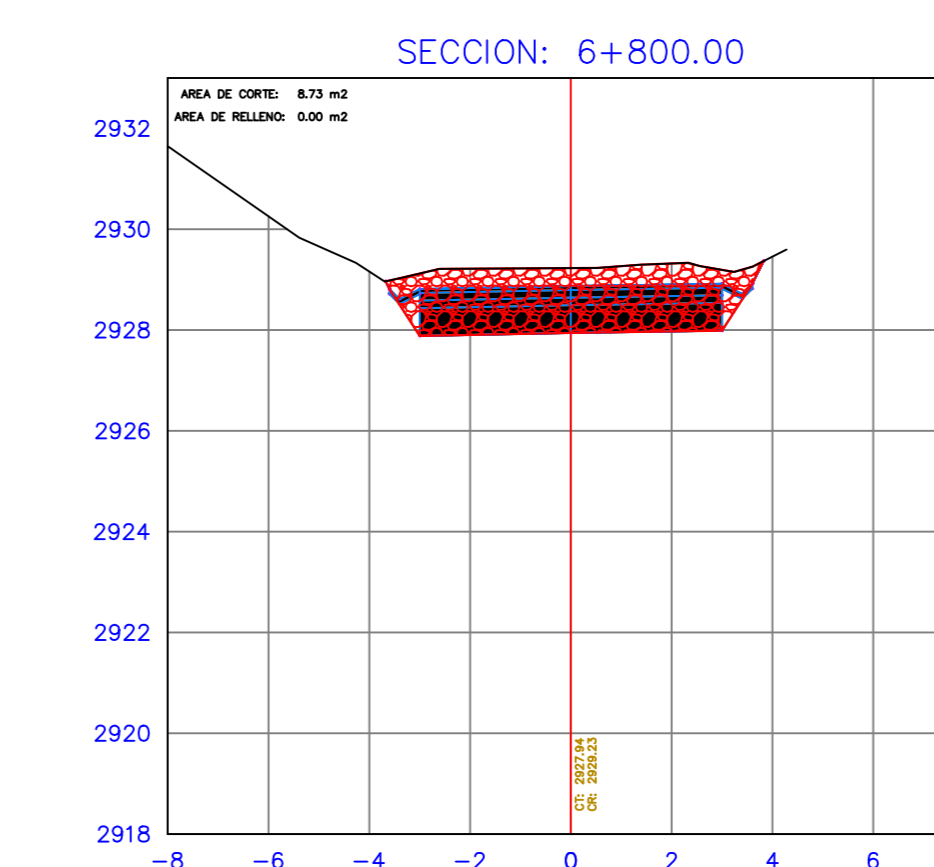
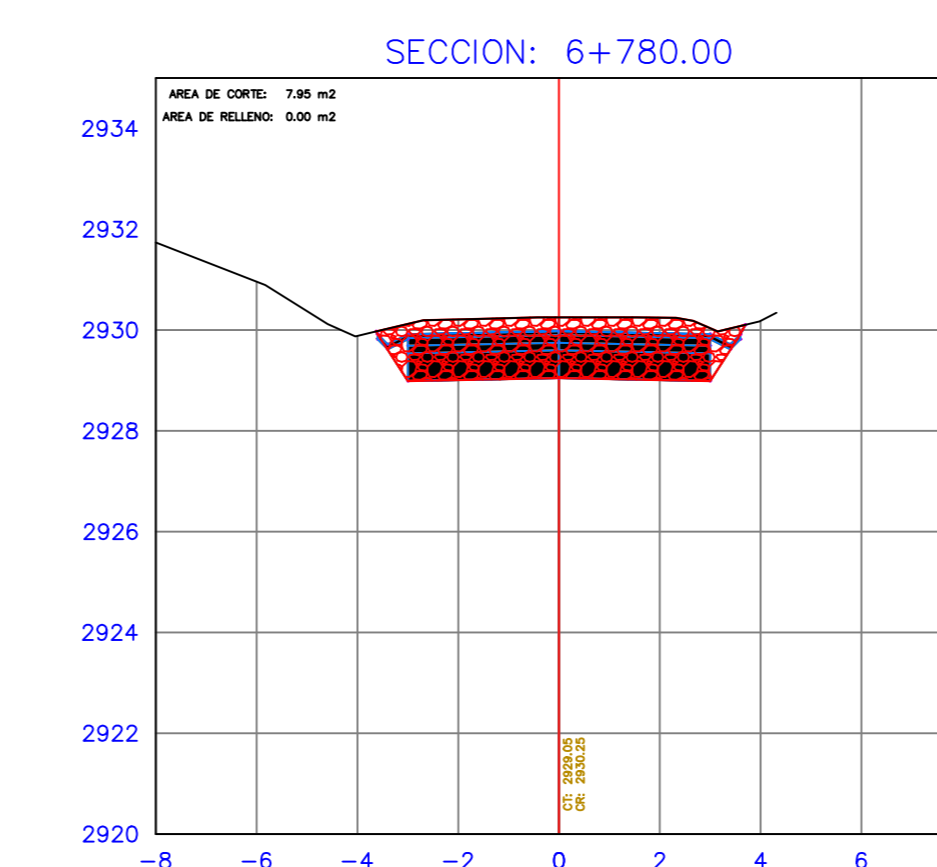
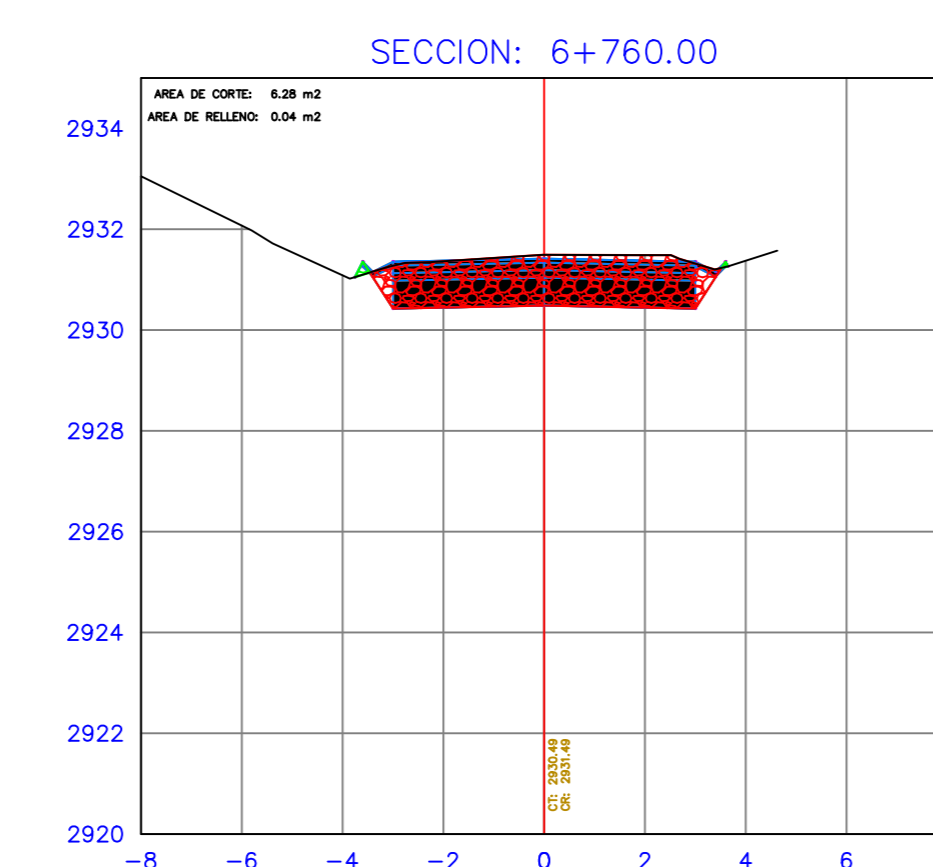
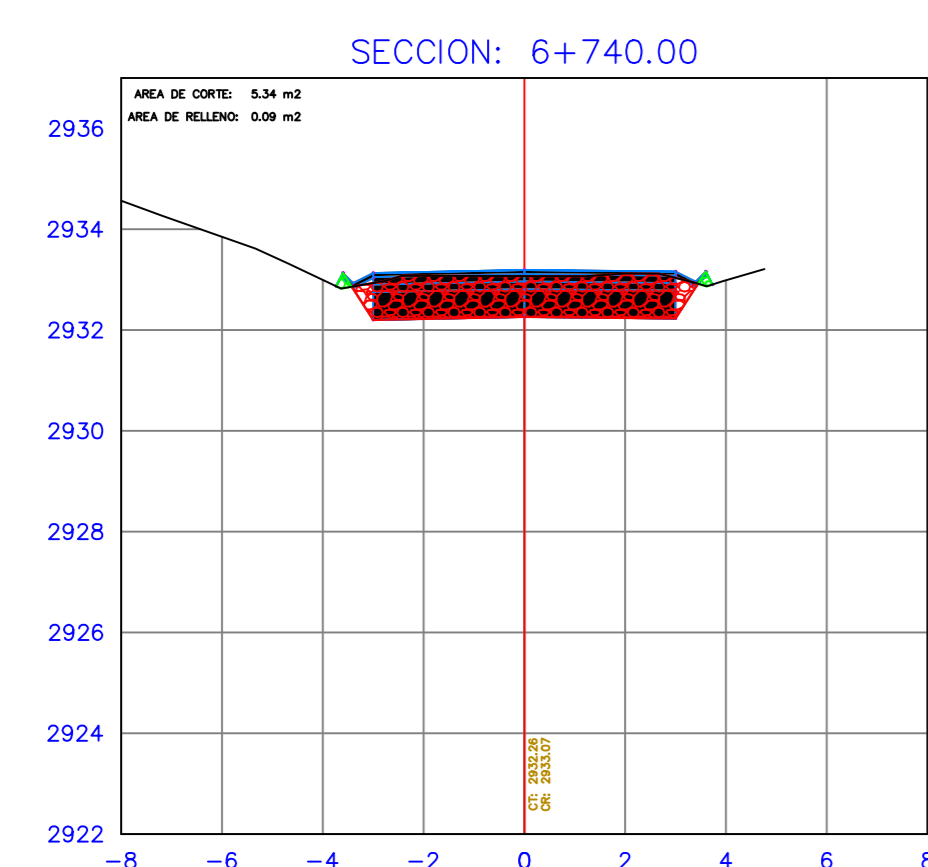
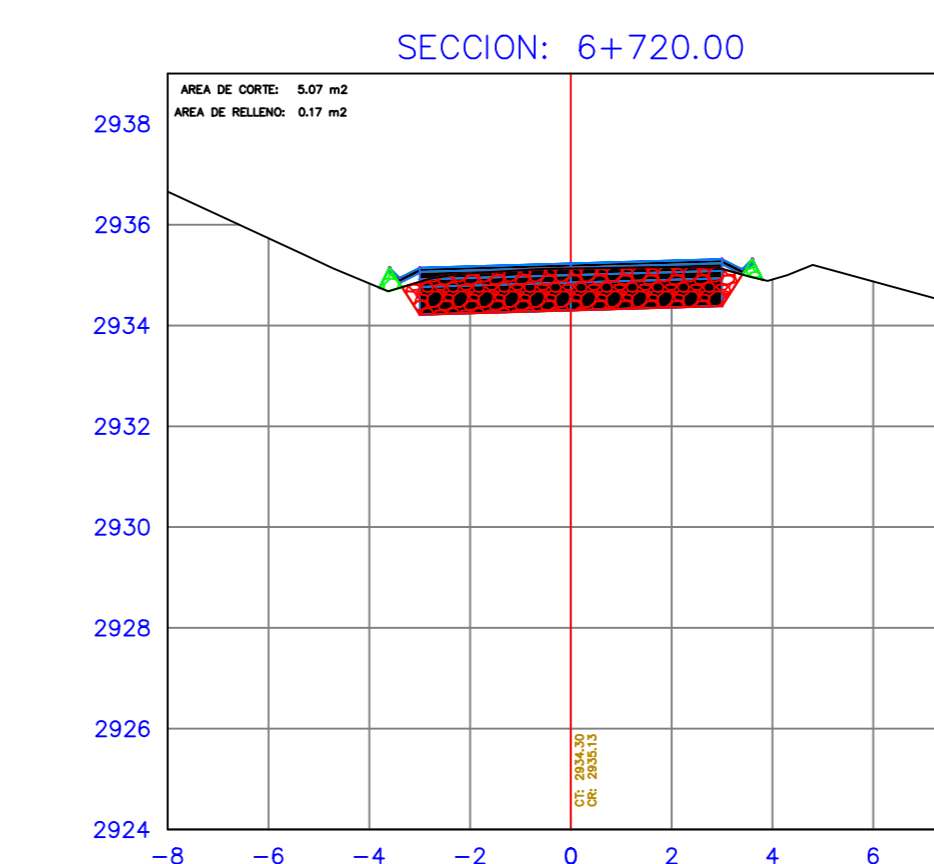
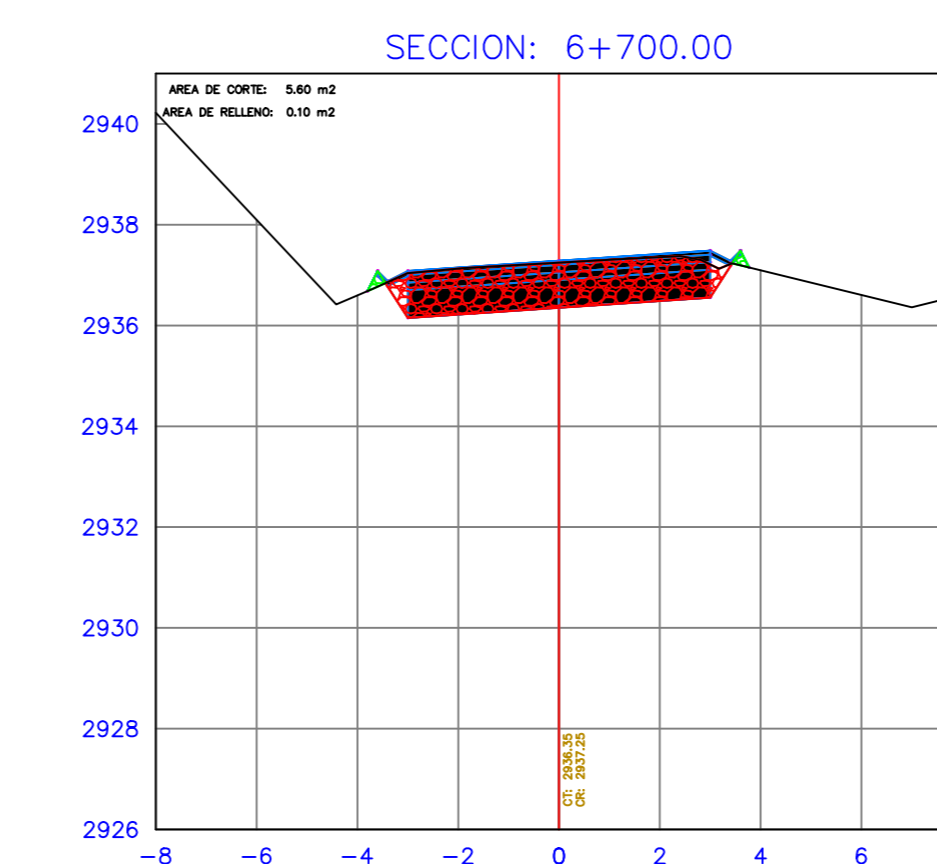
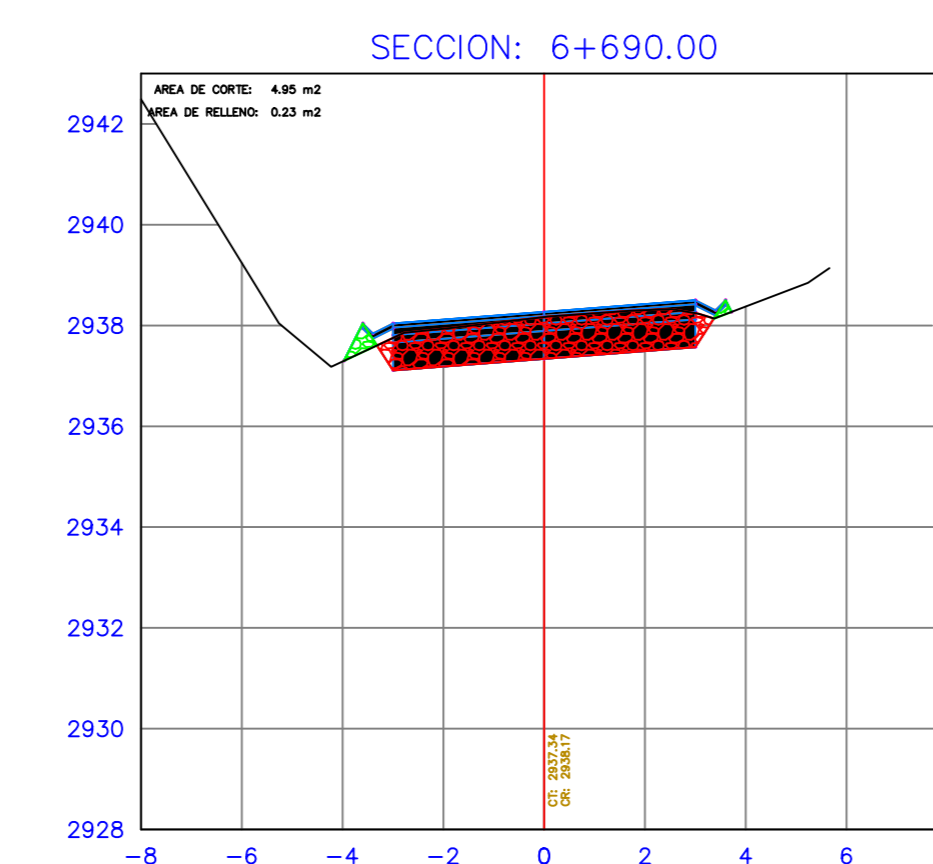
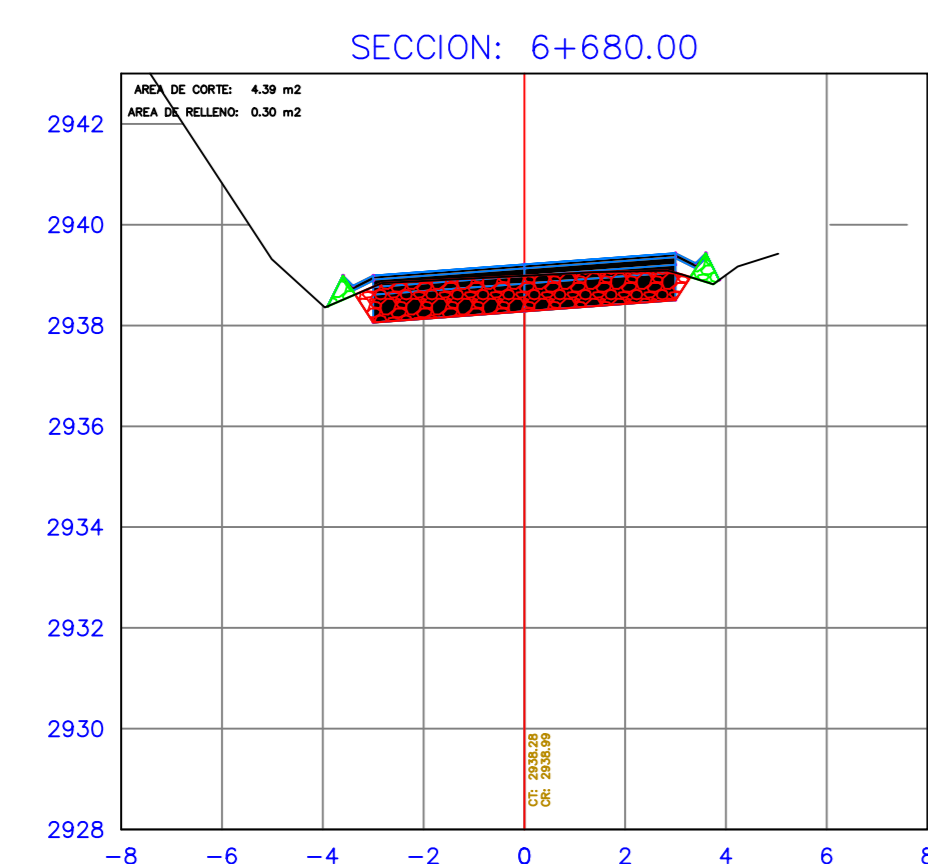
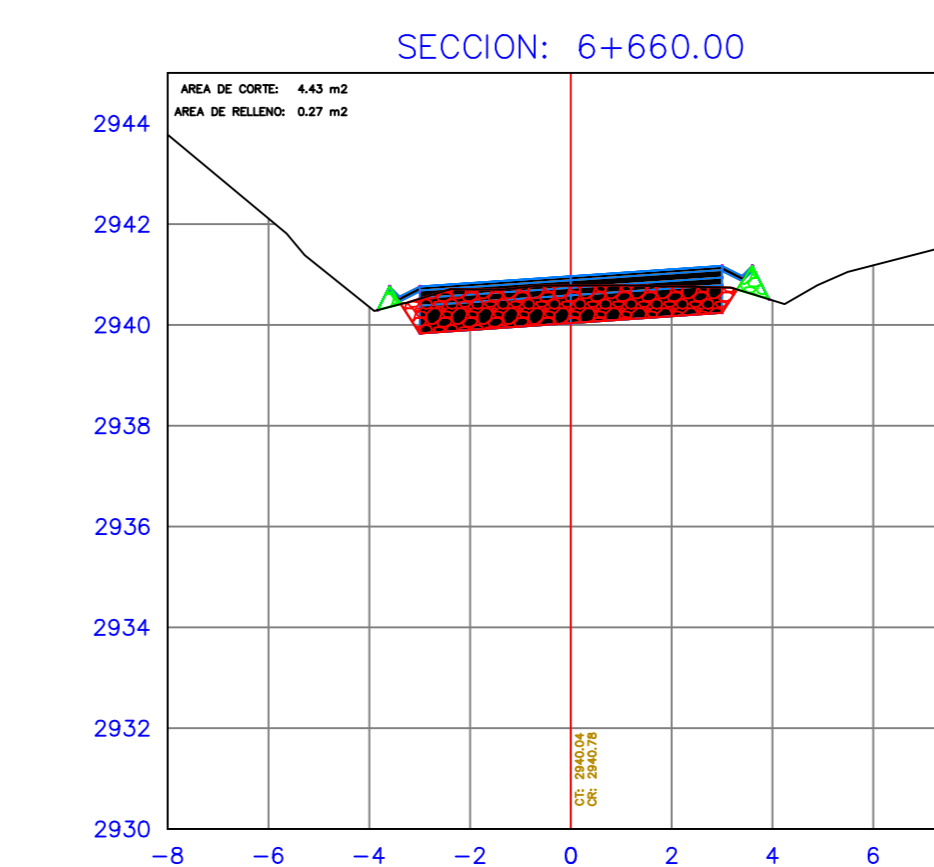
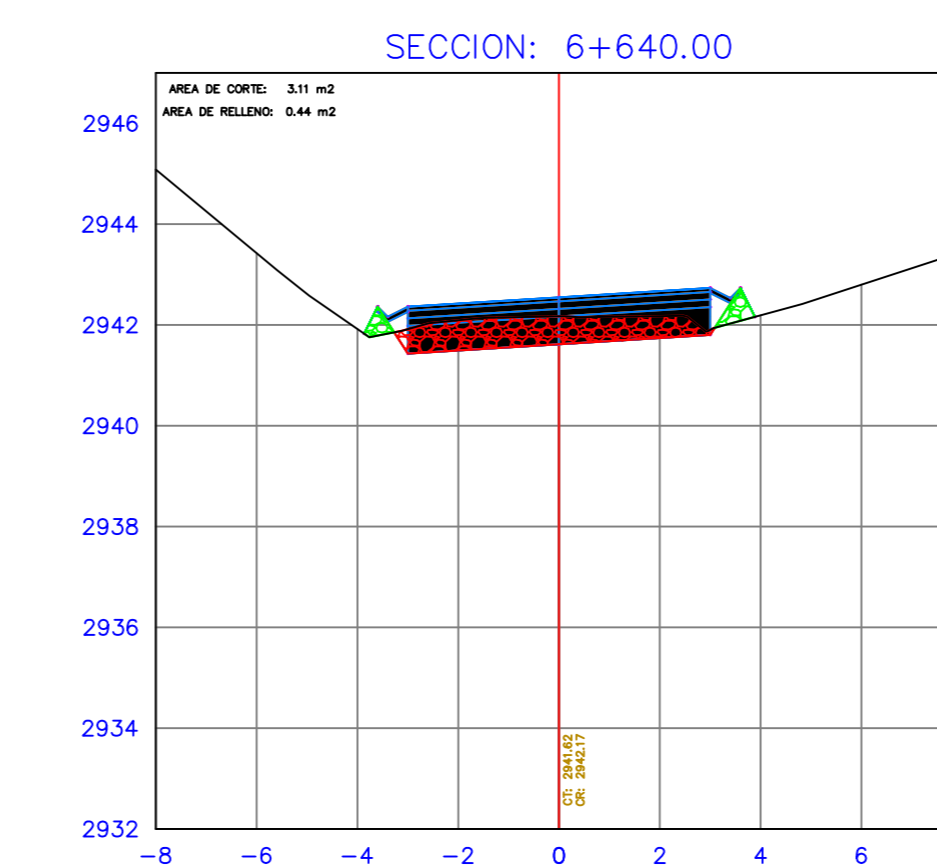
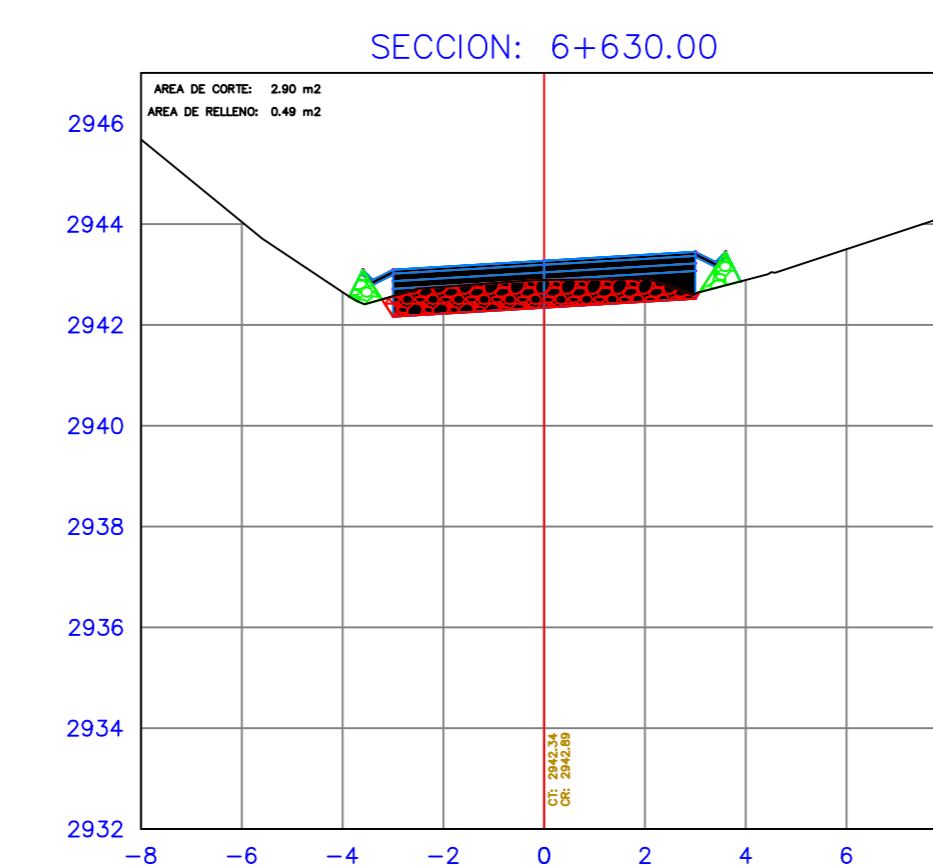
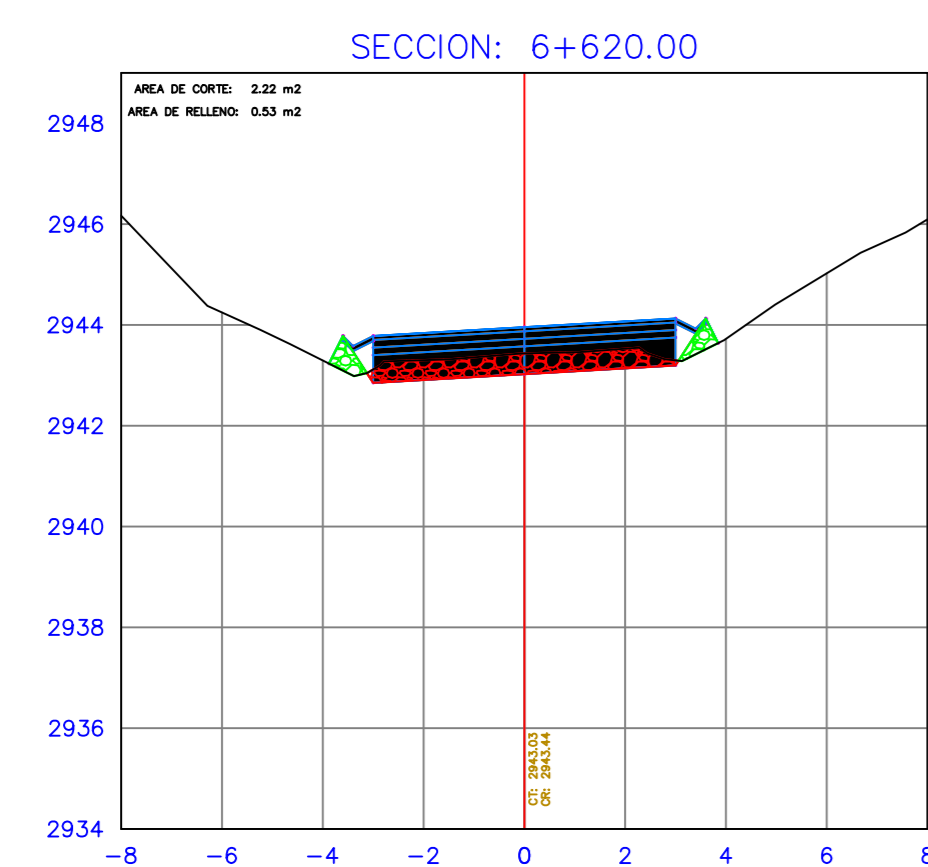
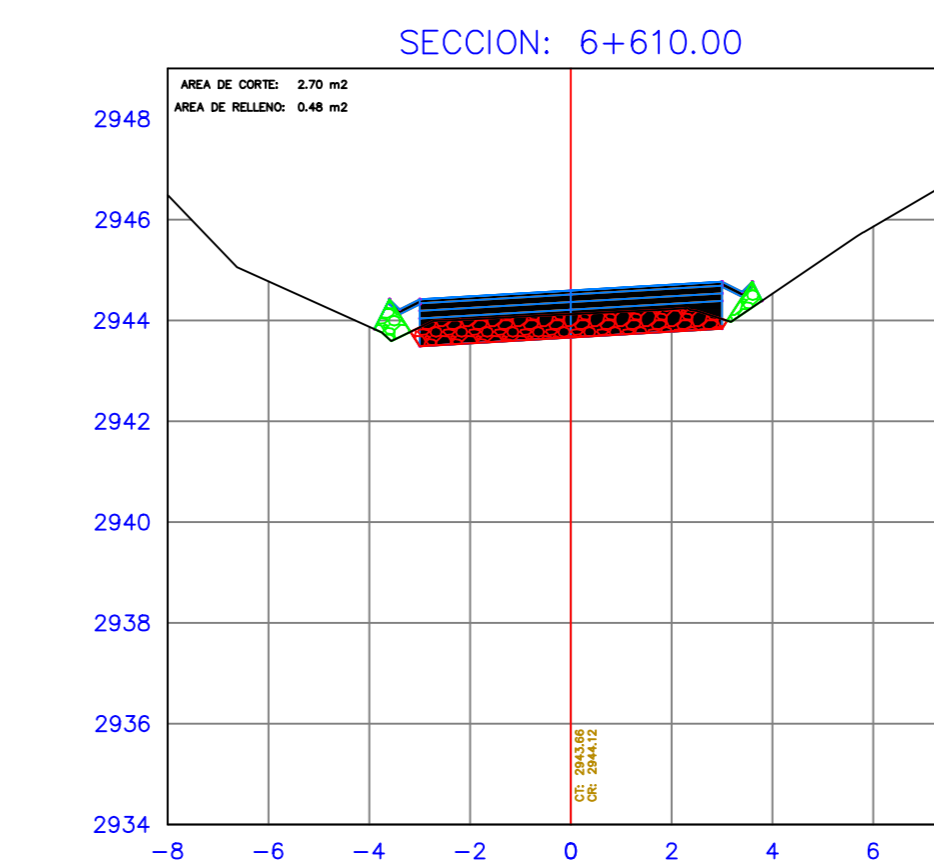
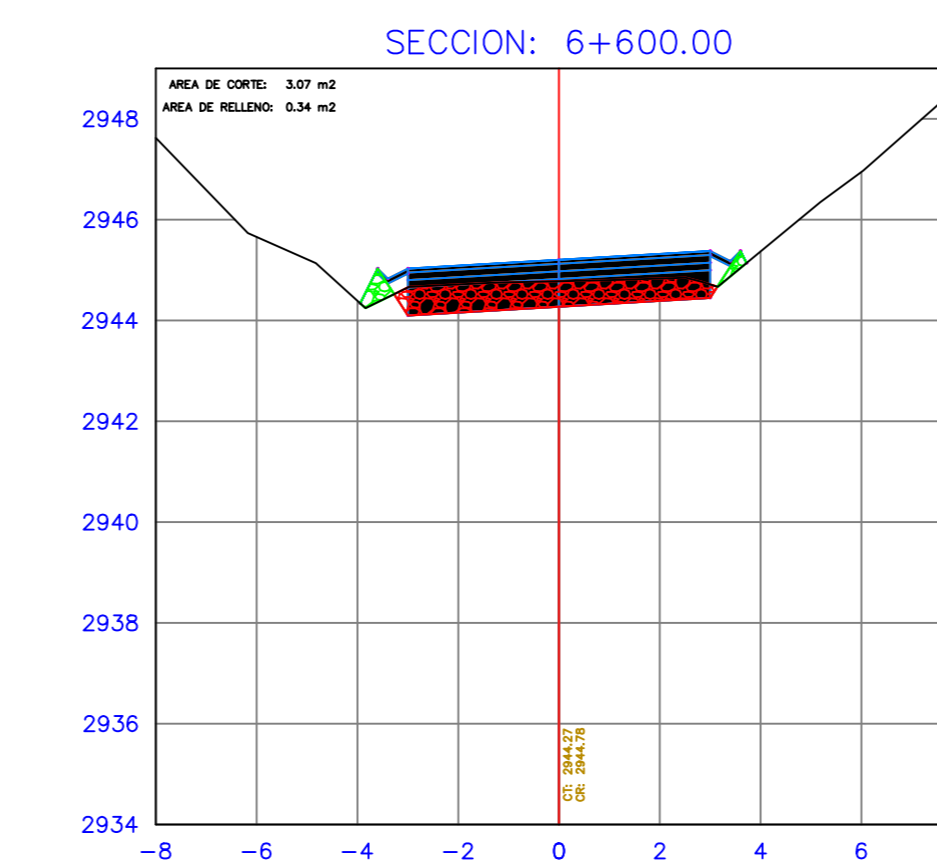
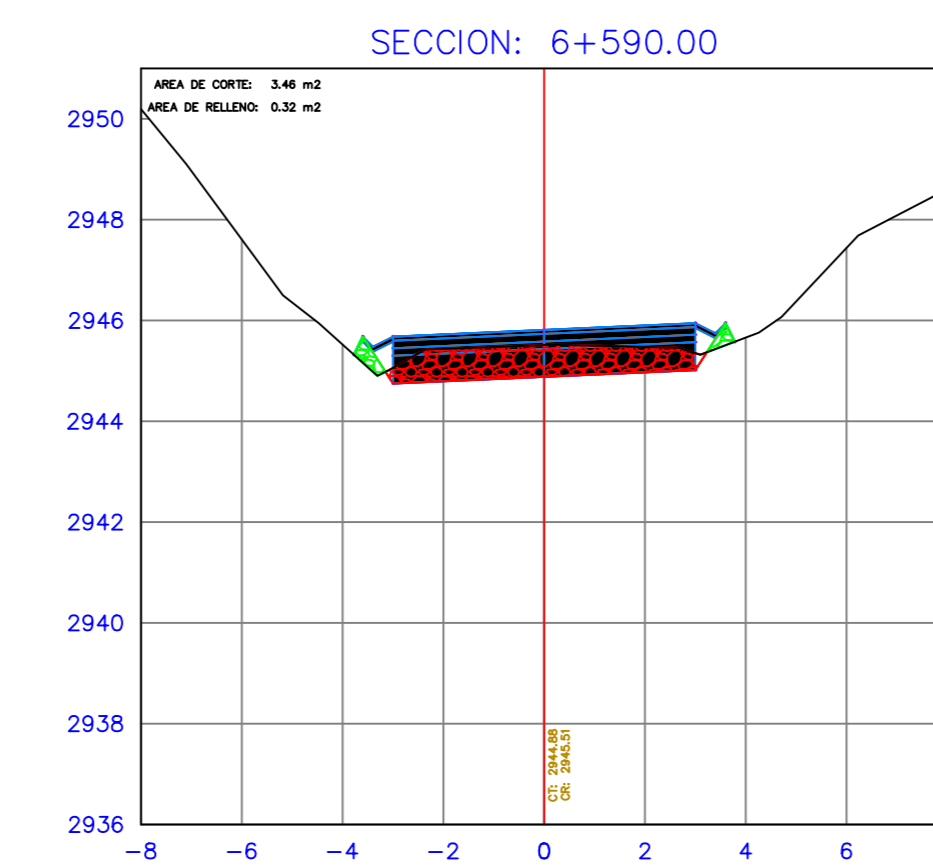
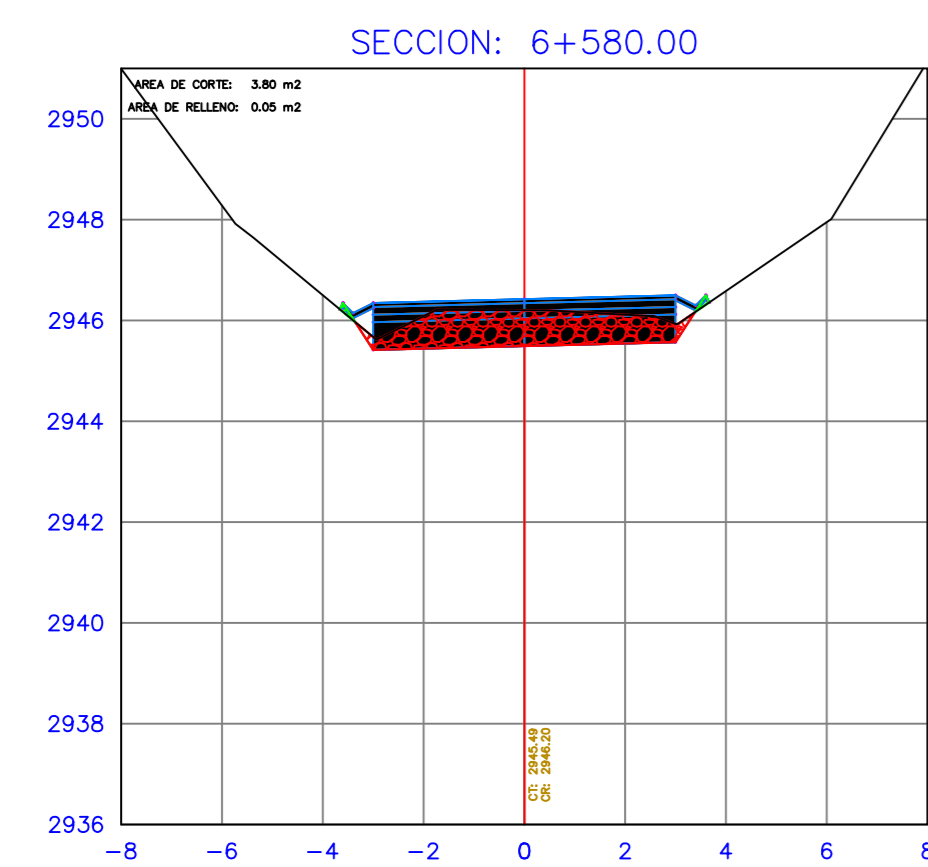
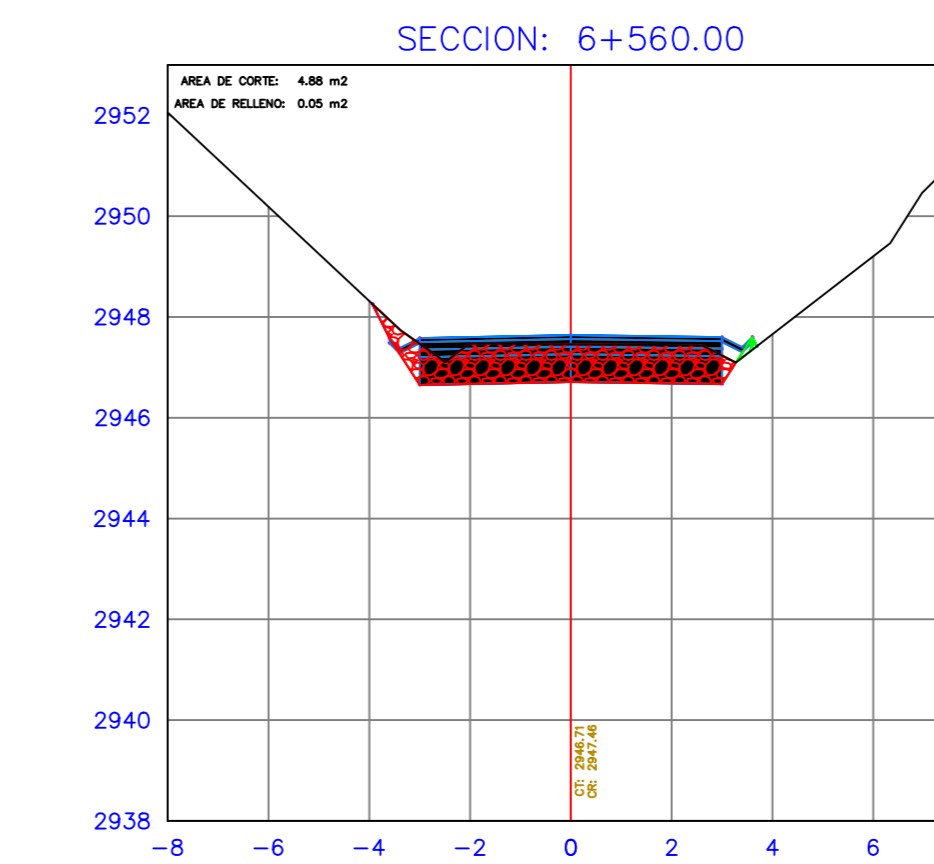
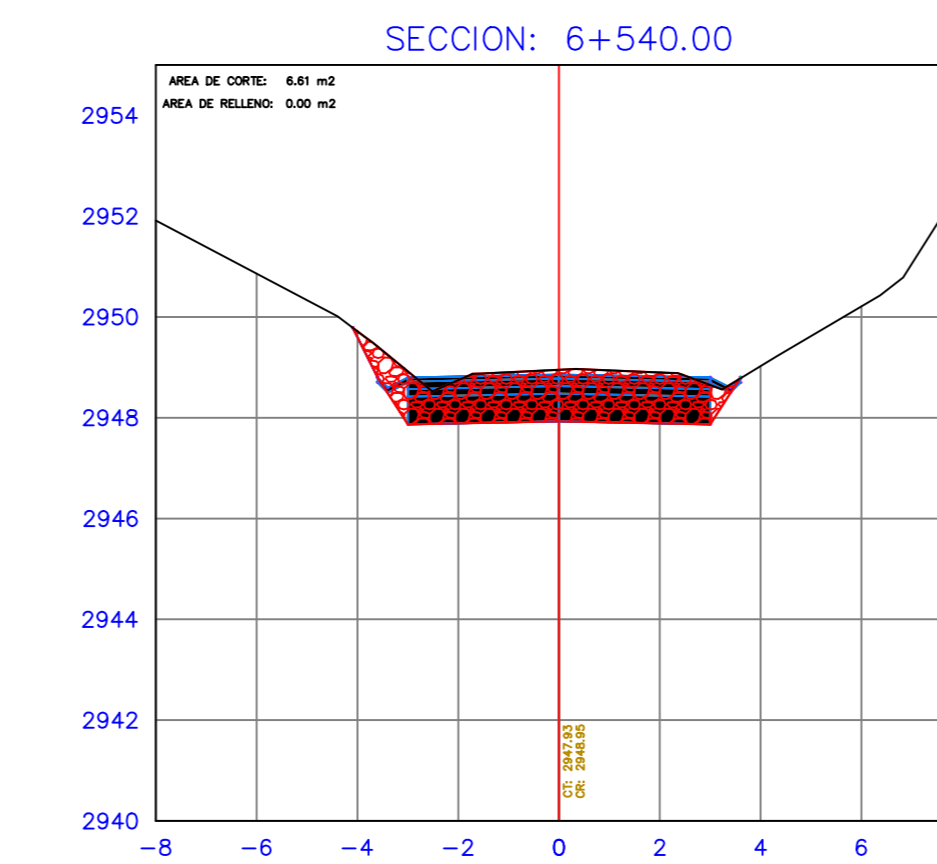
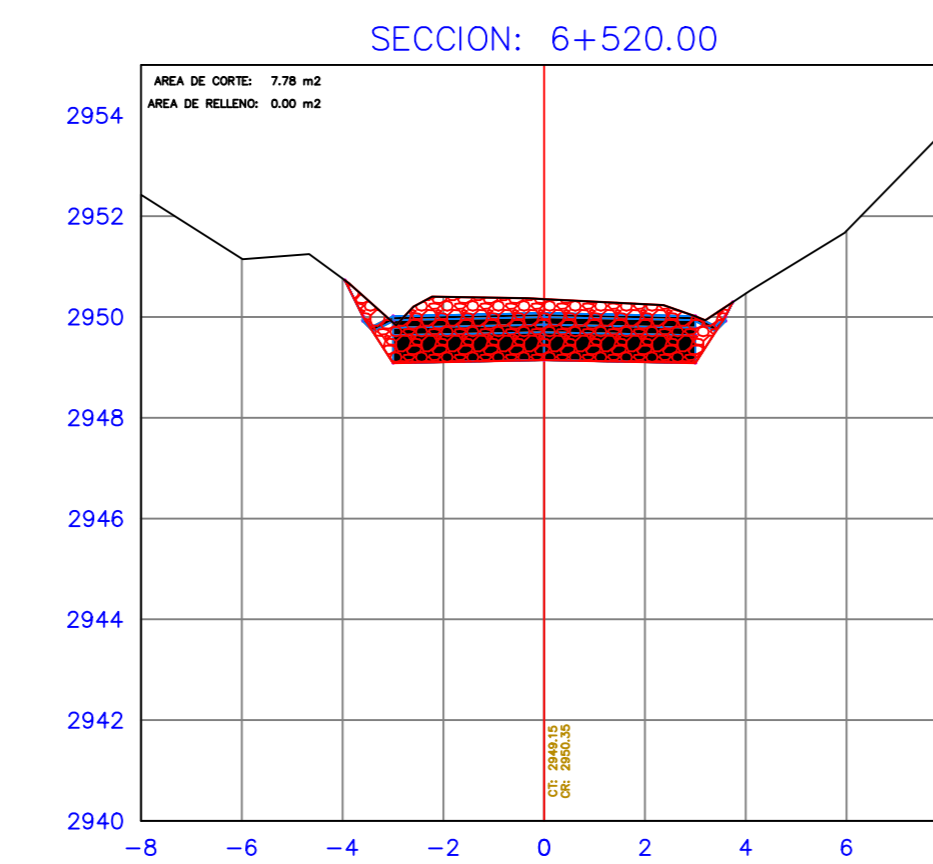
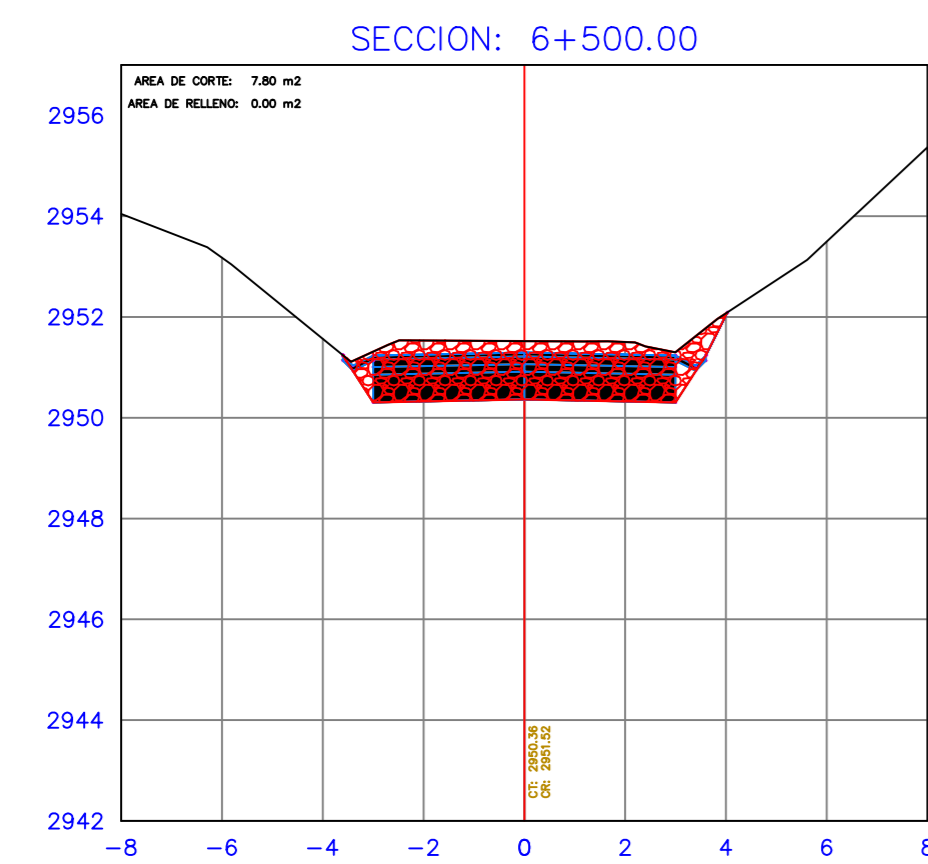
TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO	V. RELLENO ACUMULADO	V. RELLENO ACUMULADO
6+500.00	0.00	7.80	0.00	166.67	146.23	3503.60
6+520.00	0.00	7.78	0.00	155.82	146.23	3659.42
6+540.00	0.00	6.61	0.00	143.86	146.23	3803.28
6+560.00	0.05	4.88	0.52	114.92	146.75	3918.20
6+580.00	0.05	3.80	1.05	86.80	147.80	4005.00
6+590.00	0.32	3.46	1.85	36.27	149.64	4041.27
6+600.00	0.34	3.07	3.25	32.58	152.89	4073.85
6+610.00	0.48	2.70	4.06	28.78	156.95	4102.64
6+620.00	0.53	2.22	5.00	24.59	161.95	4127.23
6+630.00	0.49	2.90	5.09	25.56	167.05	4152.80
6+640.00	0.44	3.11	4.65	29.98	171.69	4182.78
6+660.00	0.27	4.43	7.05	75.41	178.75	4258.19
6+680.00	0.30	4.39	5.73	88.18	184.48	4346.37
6+690.00	0.23	4.95	2.65	46.66	187.13	4393.03
6+700.00	0.10	5.60	1.63	52.75	188.75	4445.78
6+720.00	0.17	5.07	2.77	106.69	191.52	4552.47
6+740.00	0.09	5.34	2.63	104.13	194.16	4656.61
6+760.00	0.04	6.28	1.33	116.27	195.49	4772.88
6+780.00	0.00	7.95	0.45	142.32	195.94	4915.20
6+800.00	0.00	8.73	0.00	166.82	195.94	5082.02

ESCALA

1/150

LAMINA

3/10



Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISCA 5+800 HASTA LA ABCISCA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

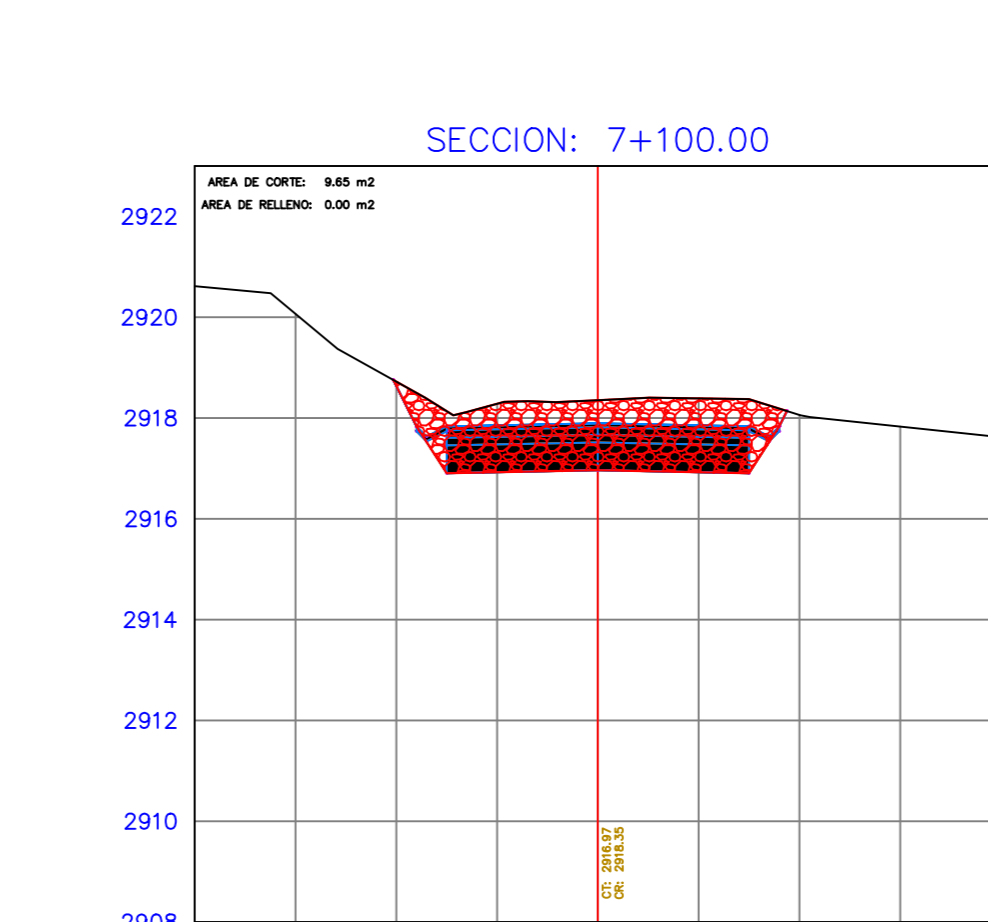
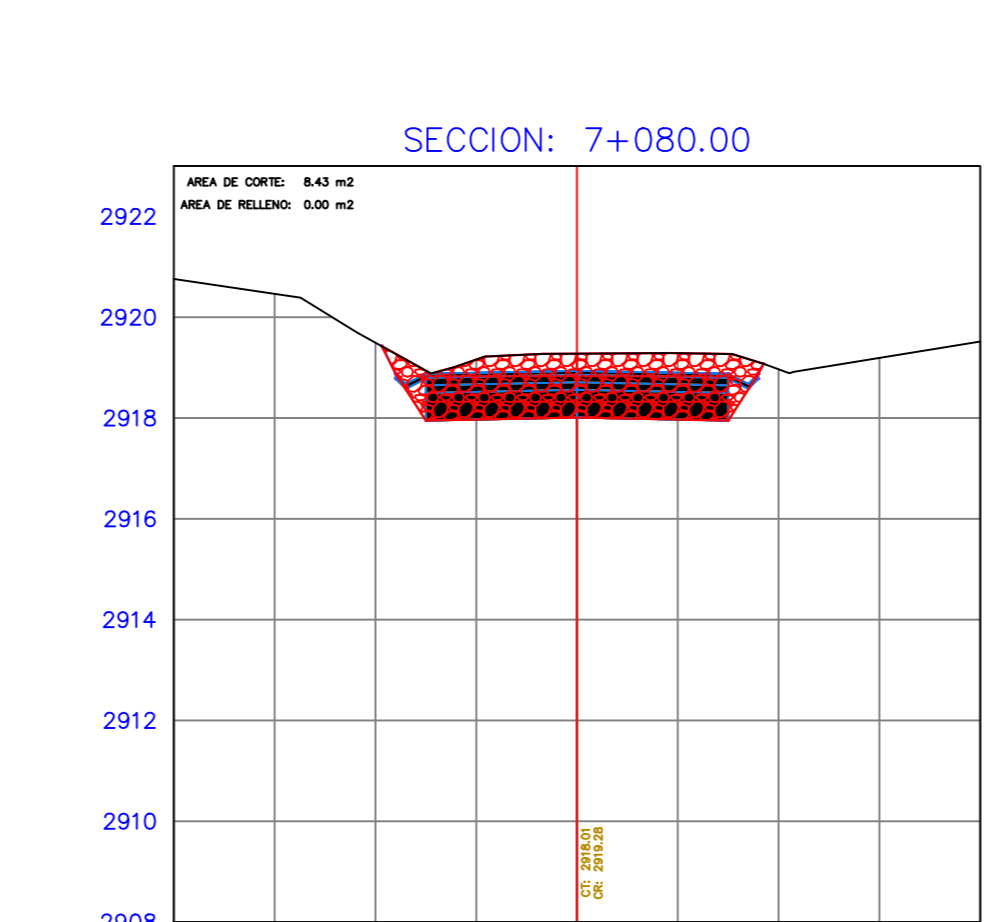
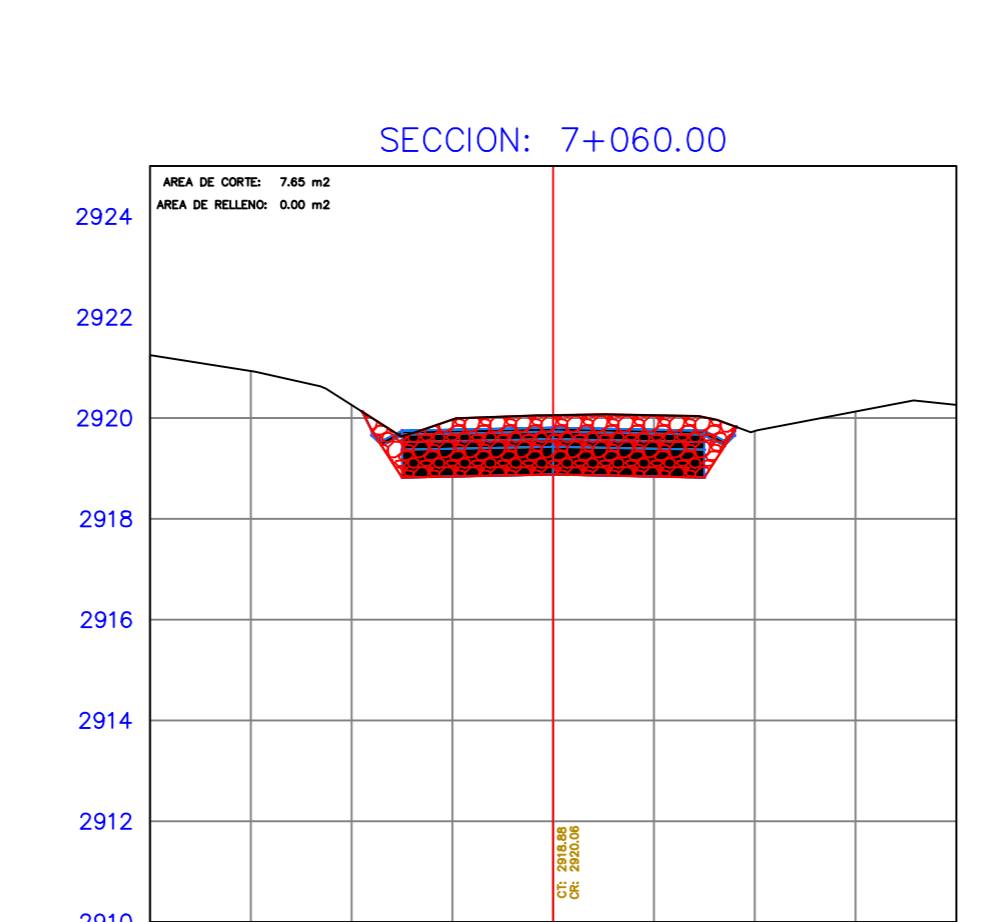
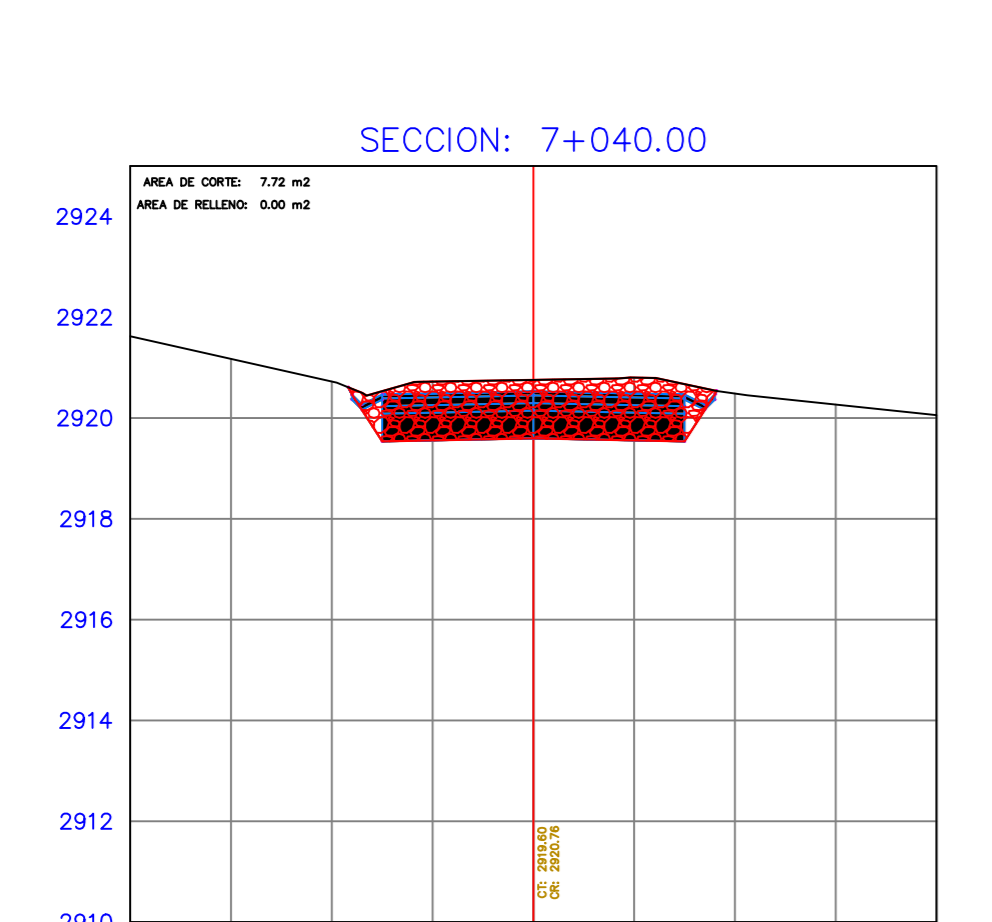
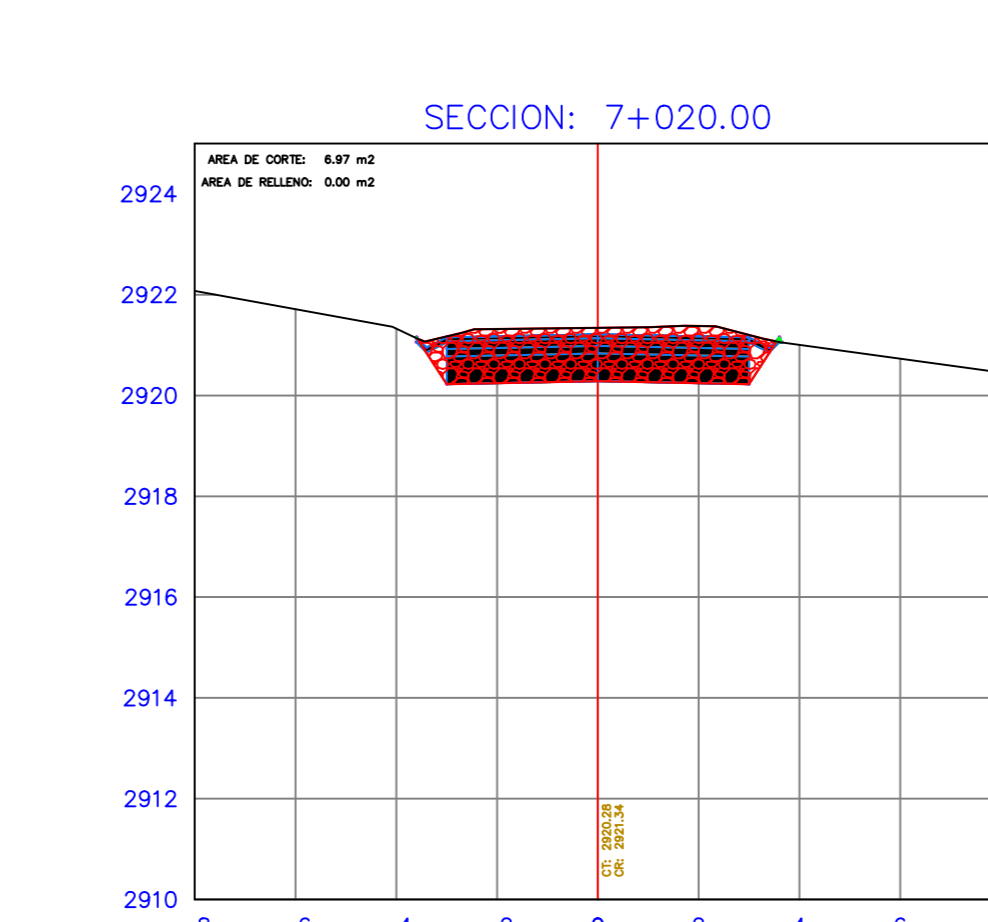
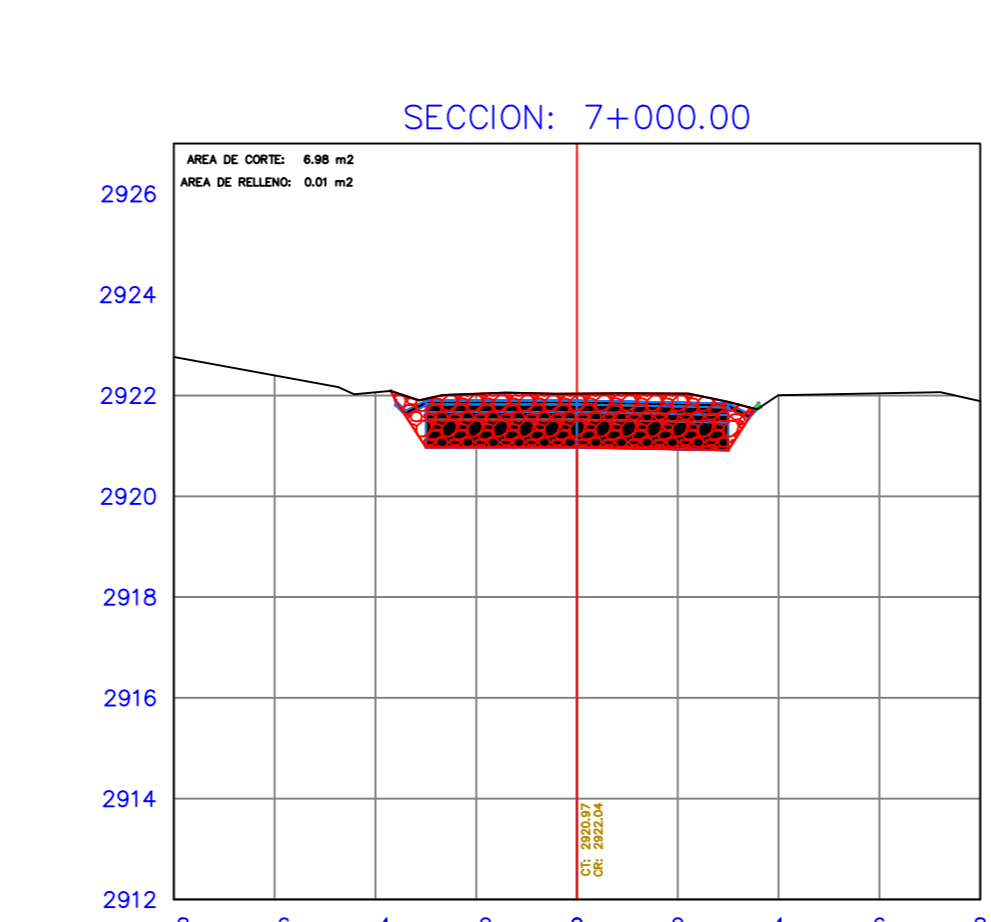
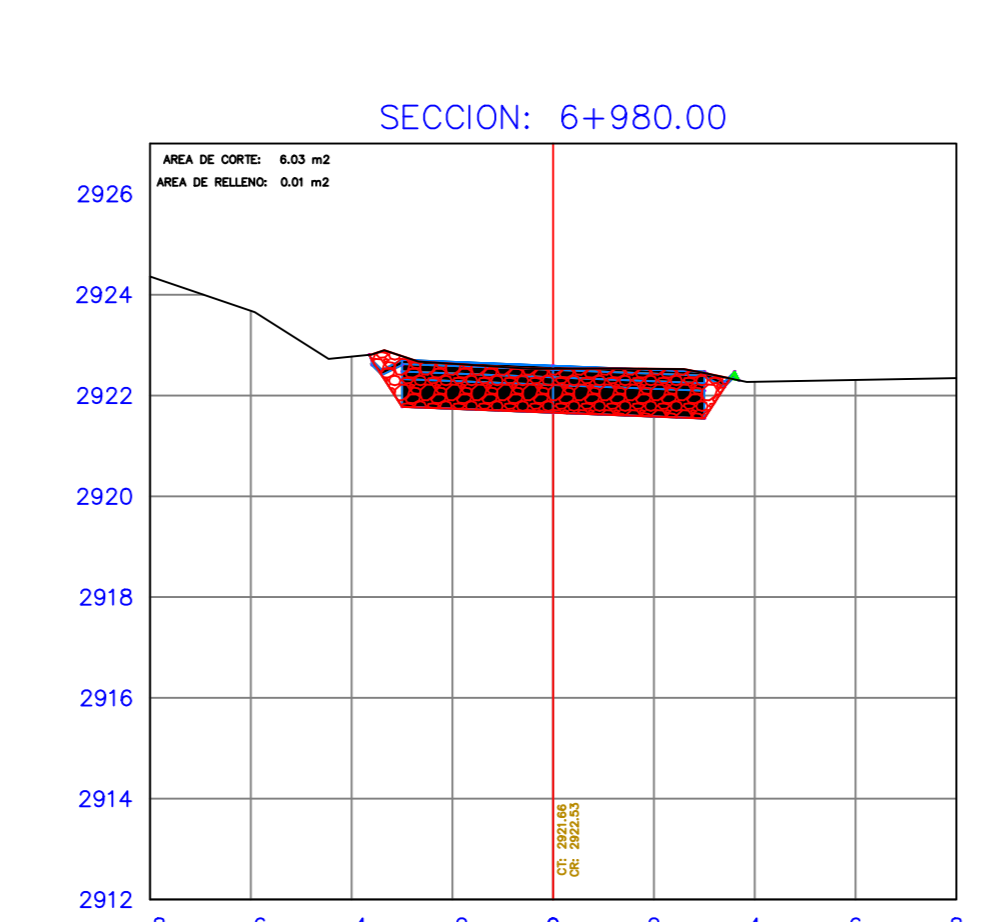
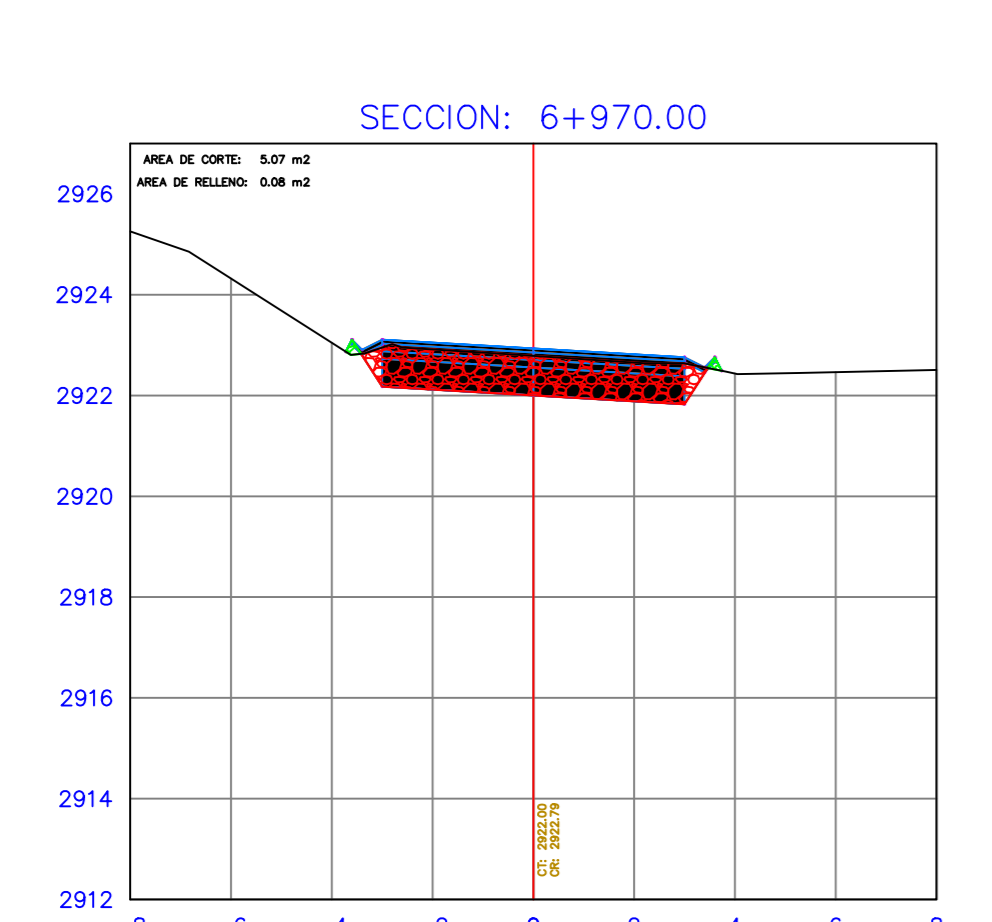
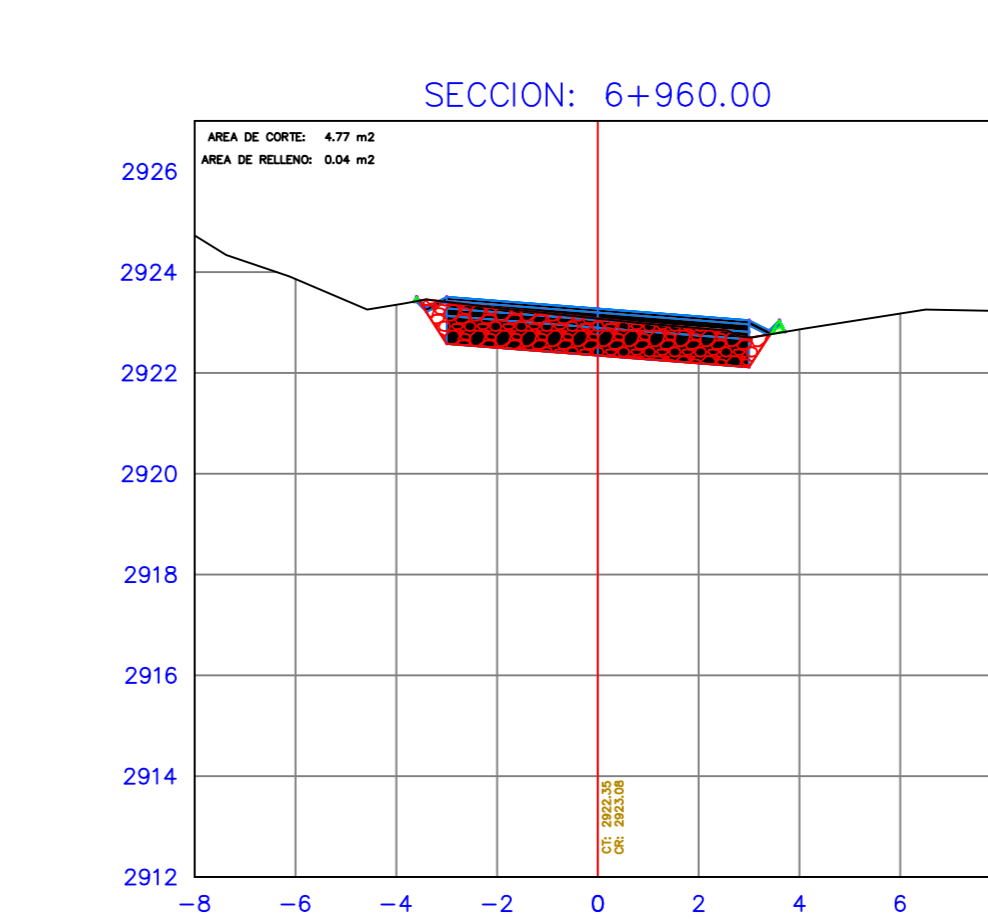
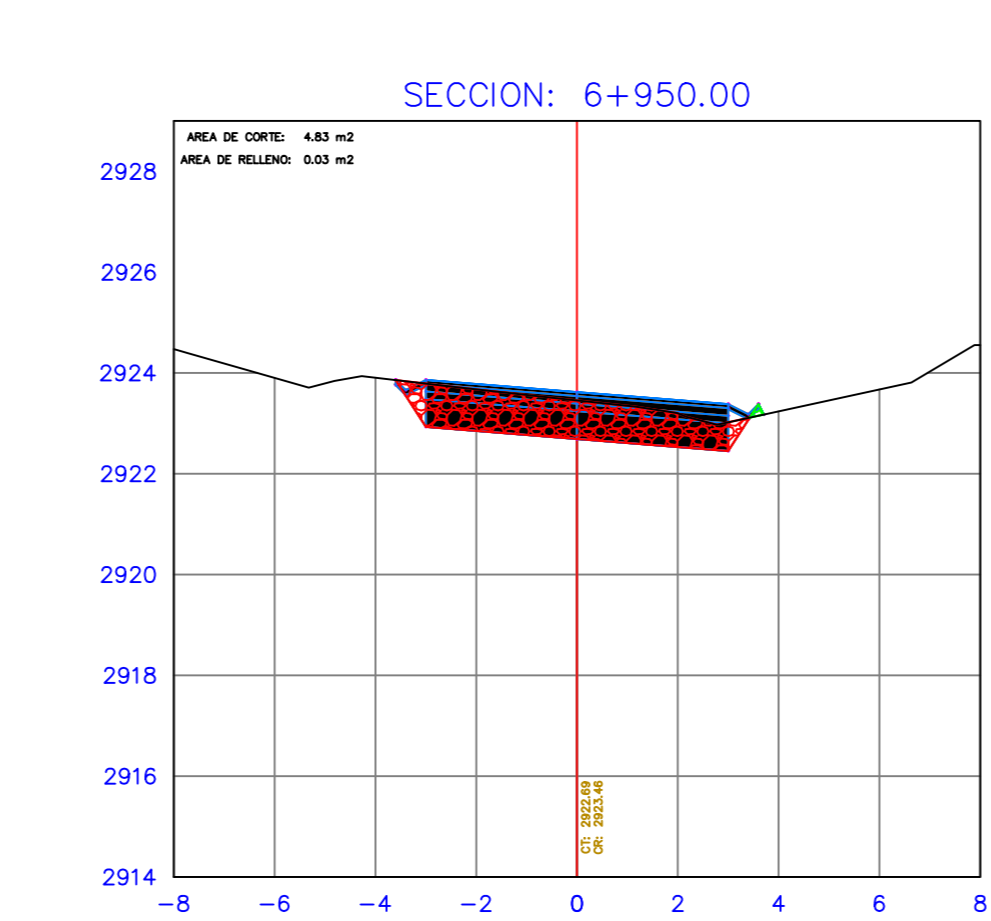
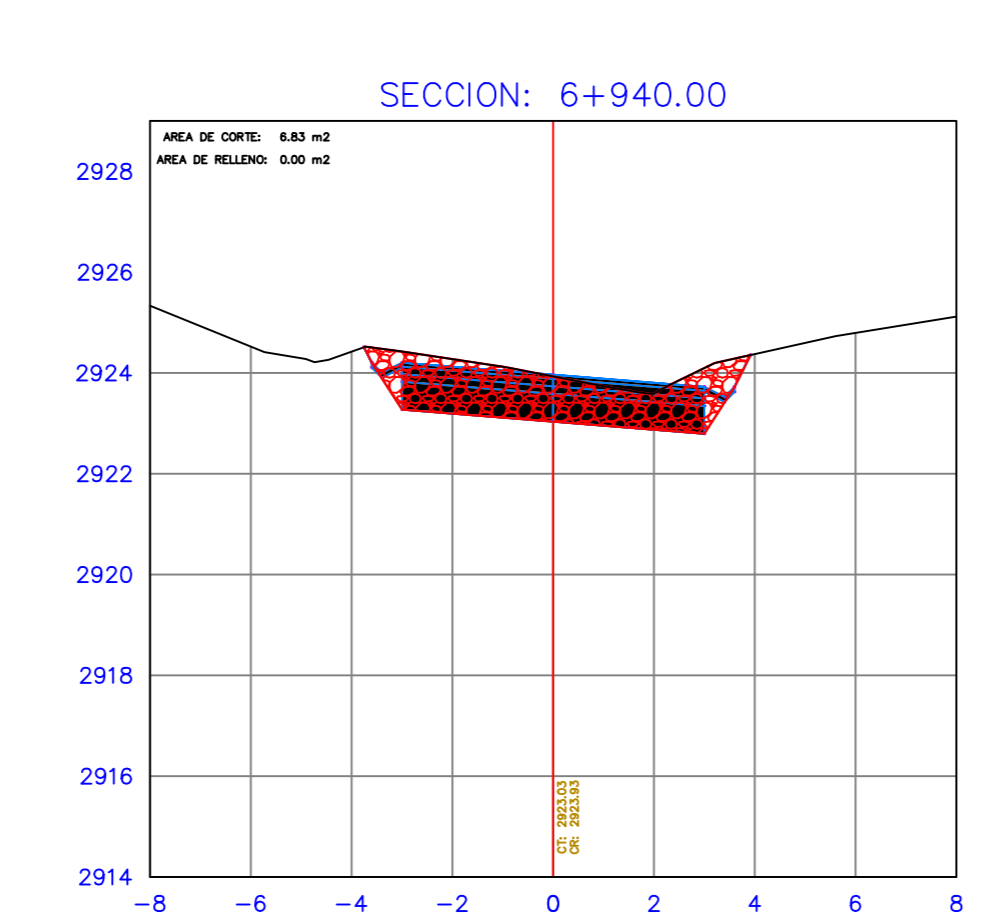
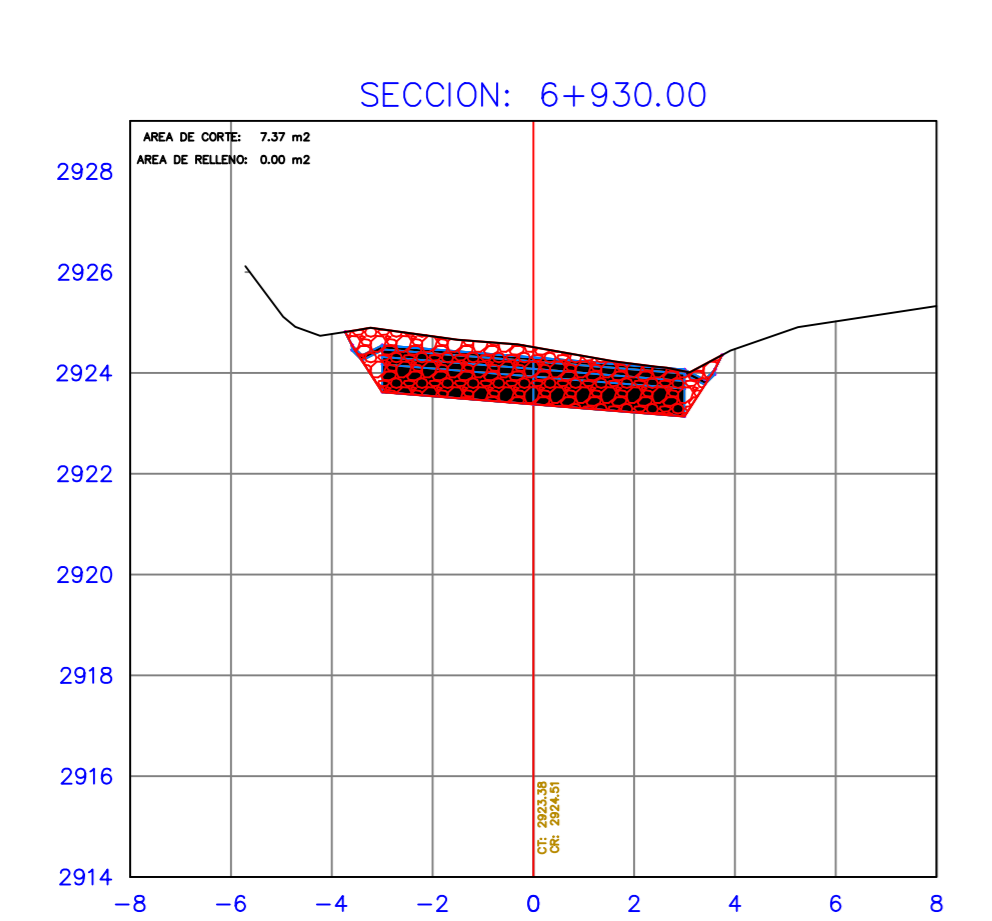
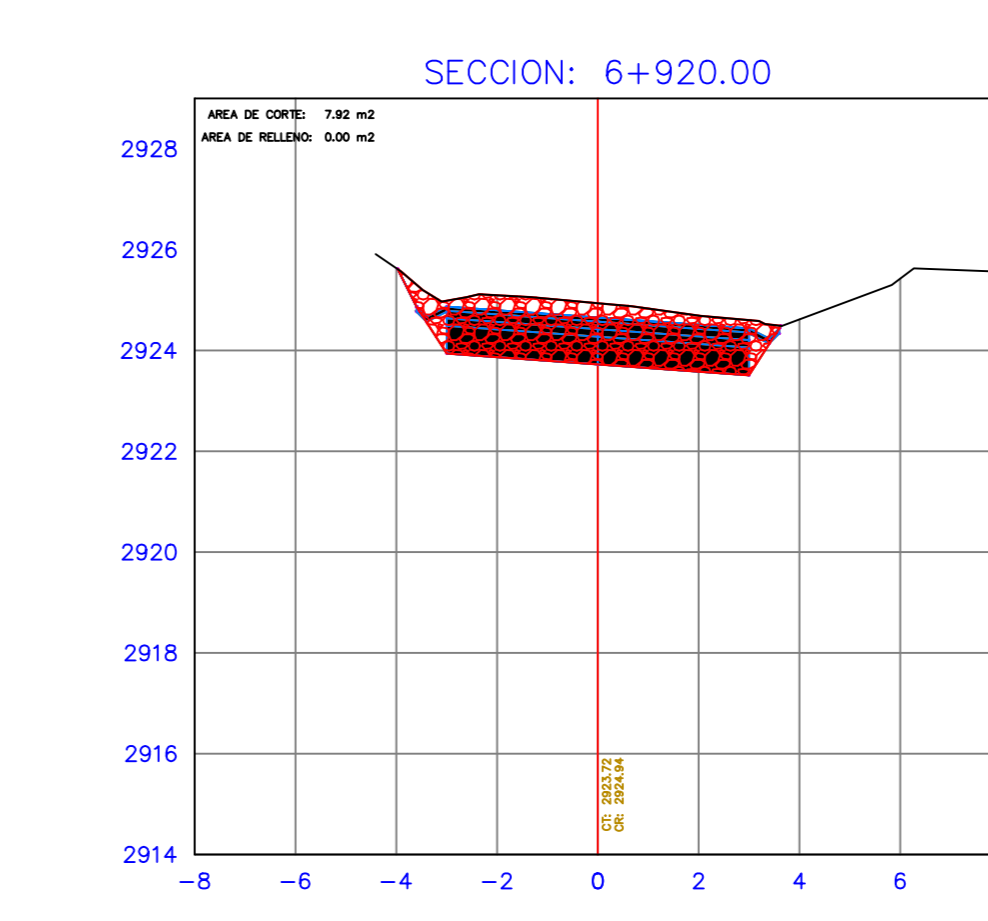
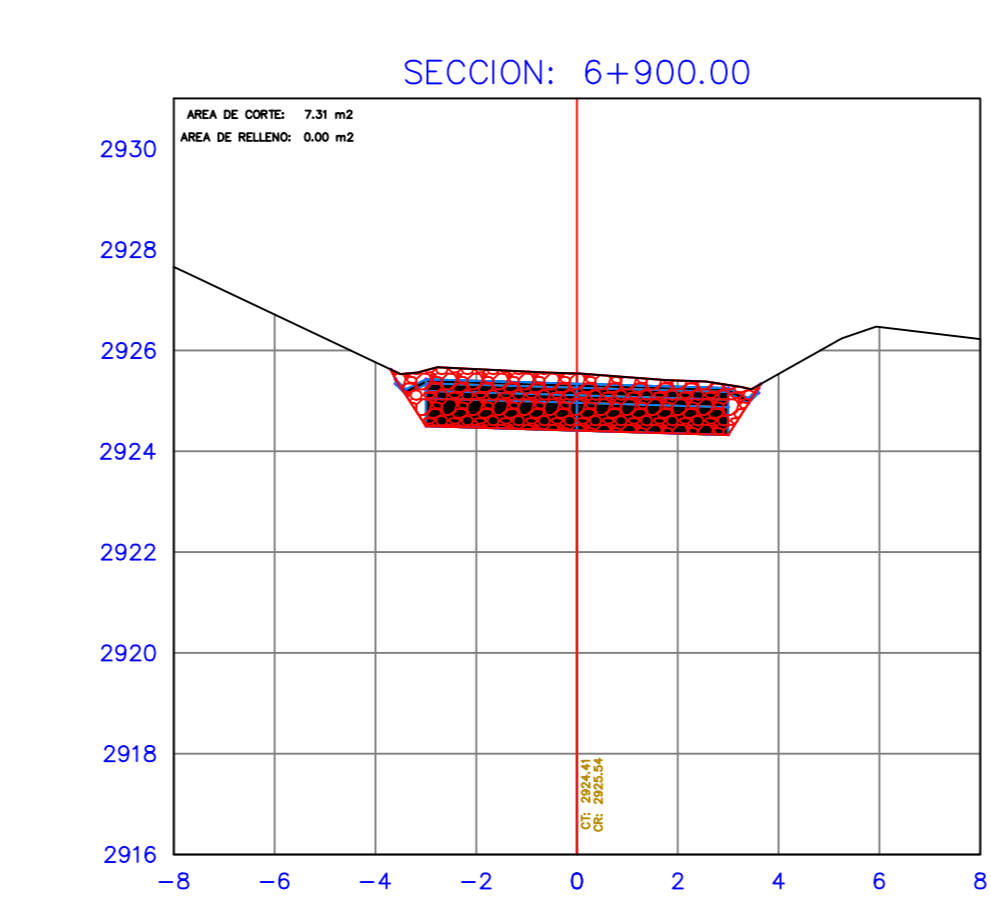
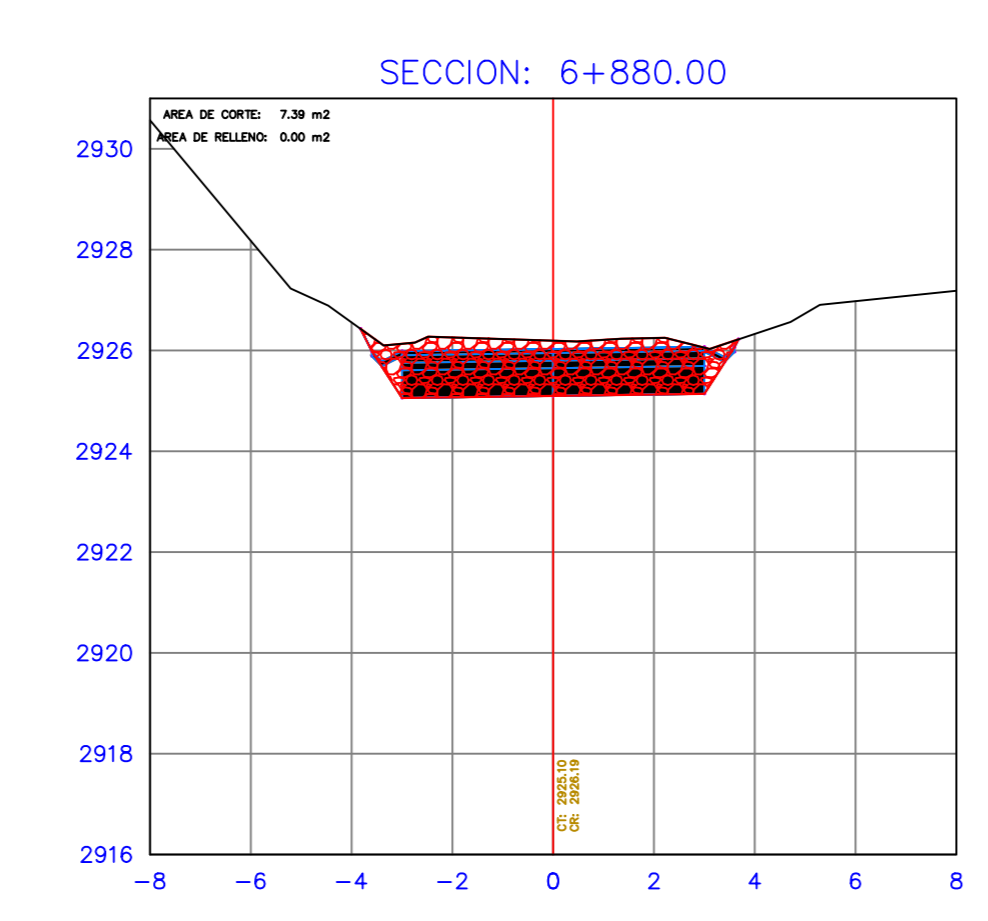
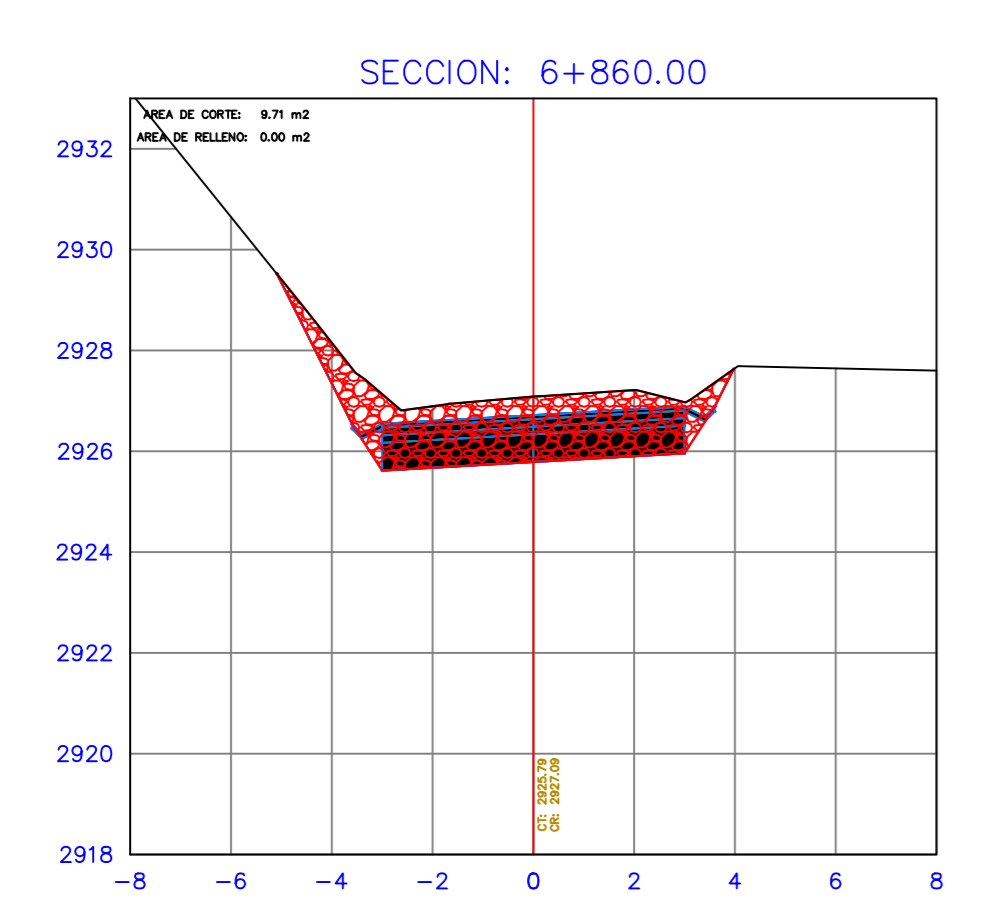
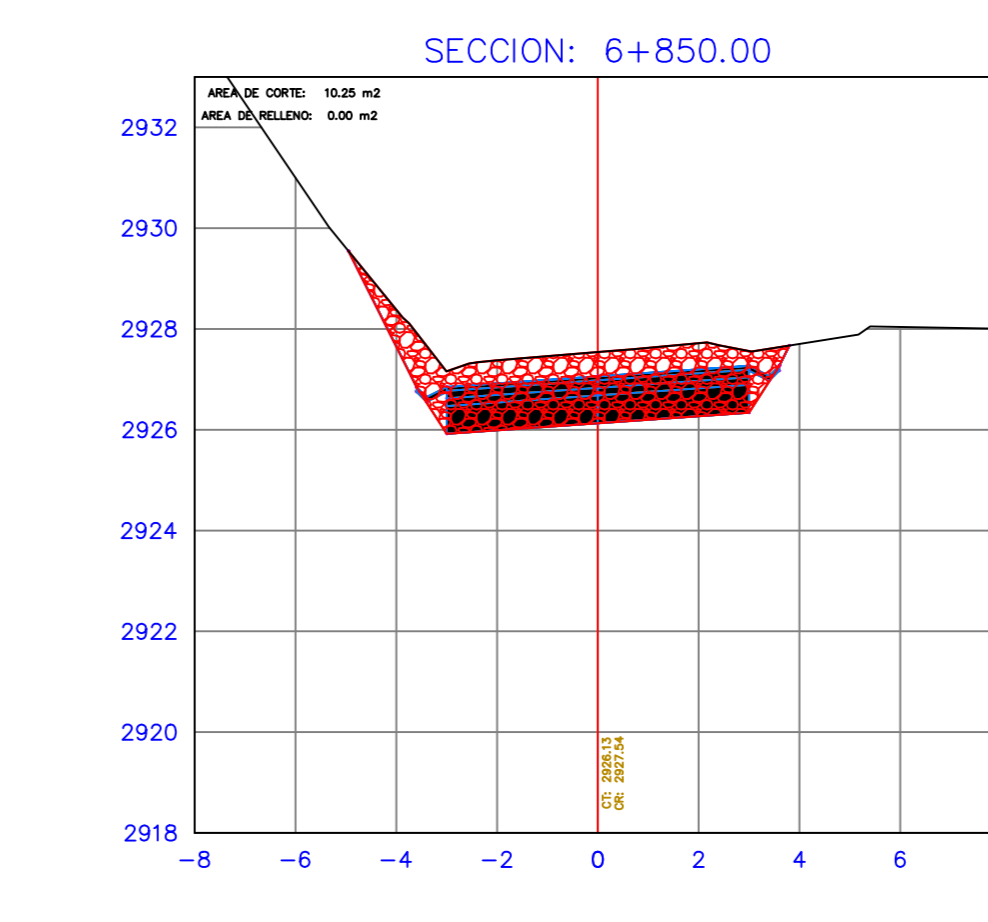
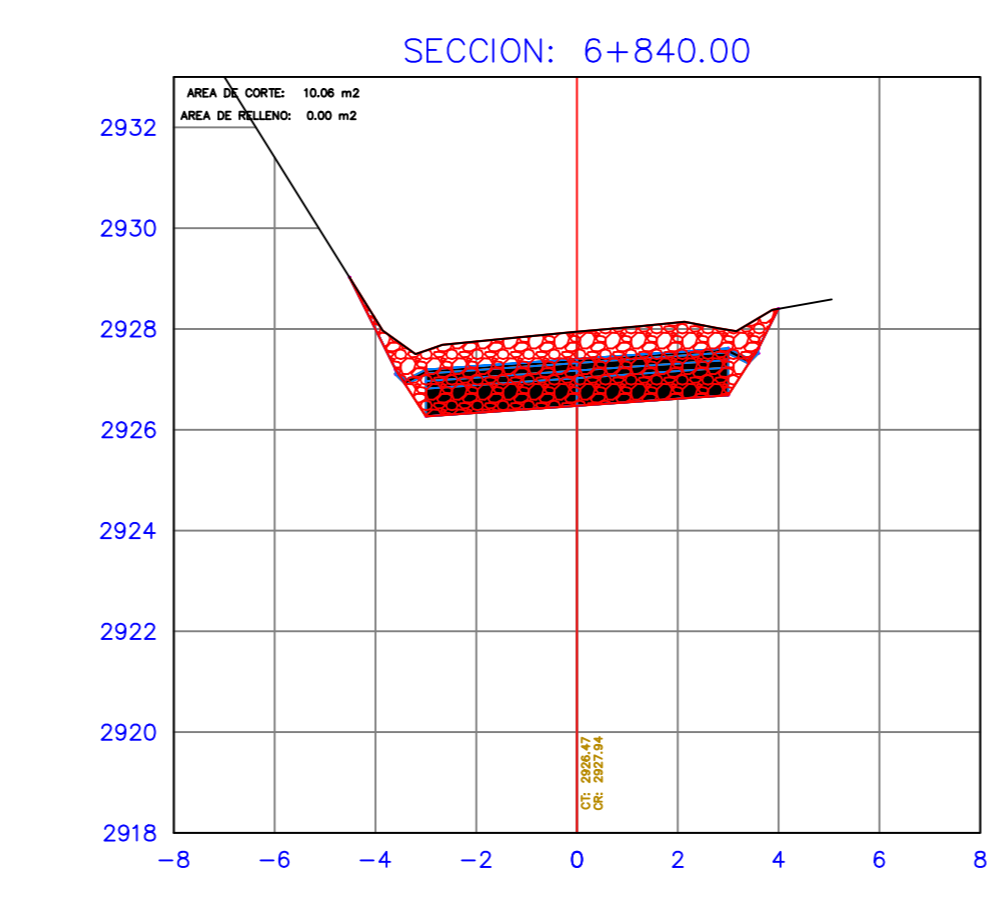
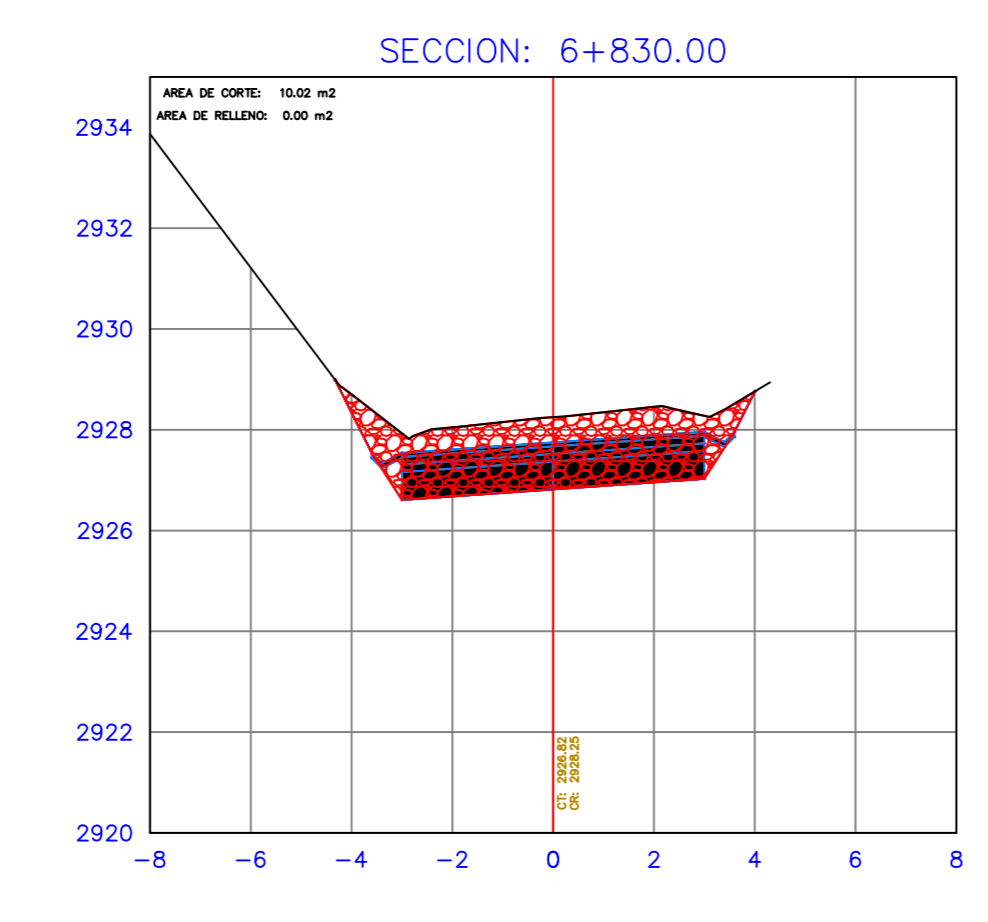
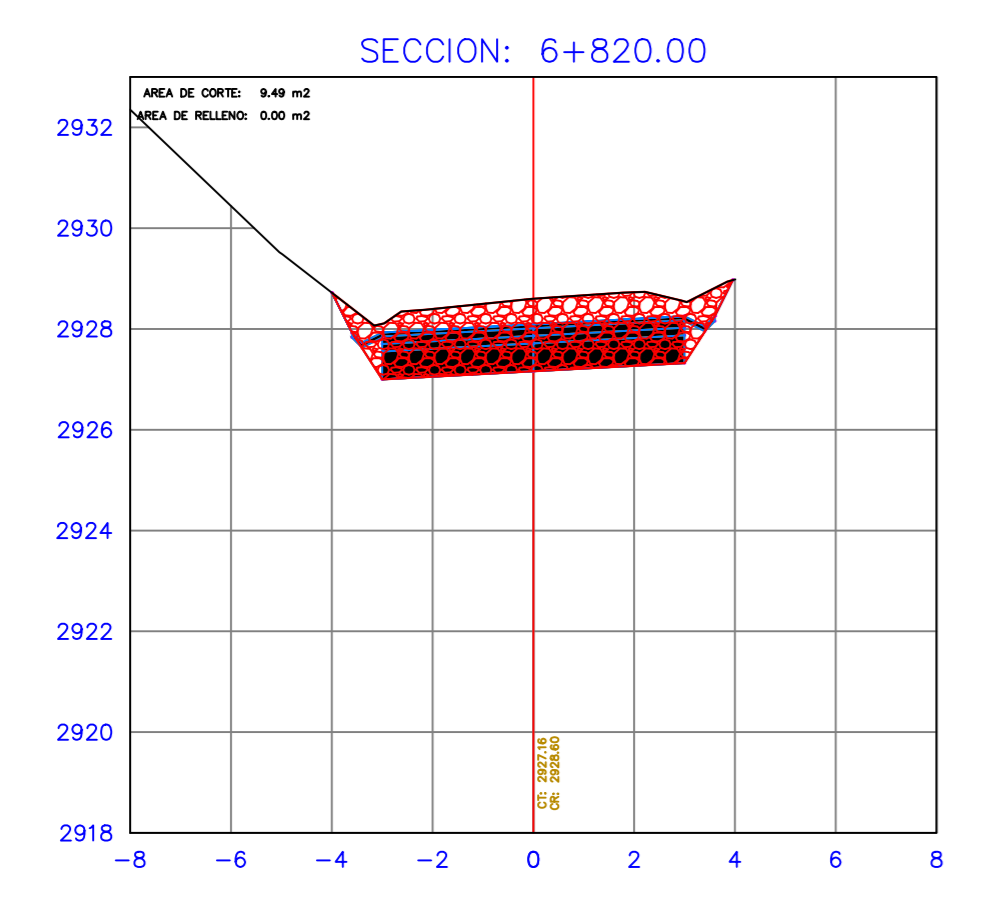
Contenido: Secciones transversales (Corte y Relleno) KM 6+820_KM 7+100

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	V. RELLENO ACUMULADO	V. RELLENO ACUMULADO
6+820.00	0.00	9.49	0.00	182.22	195.94	5264.24
6+830.00	0.00	10.02	0.00	97.52	195.94	5361.76
6+840.00	0.00	10.06	0.00	100.35	195.94	5462.12
6+850.00	0.00	10.25	0.00	101.34	195.94	5563.46
6+860.00	0.00	9.71	0.00	99.26	195.94	5662.72
6+880.00	0.00	7.39	0.00	170.75	195.94	5833.47
6+900.00	0.00	7.31	0.00	147.05	195.94	5980.52
6+920.00	0.00	7.92	0.00	152.59	195.94	6133.11
6+930.00	0.00	7.37	0.00	76.79	195.94	6209.90
6+940.00	0.00	6.83	0.00	71.24	195.94	6281.14
6+950.00	0.03	4.83	0.14	58.52	196.08	6339.66
6+960.00	0.04	4.77	0.33	48.31	196.41	6387.97
6+970.00	0.08	5.07	0.59	49.29	196.99	6437.26
6+980.00	0.01	6.03	0.46	55.48	197.45	6492.74
7+000.00	0.01	6.98	0.19	130.12	197.64	6622.86
7+020.00	0.00	6.97	0.11	139.50	197.75	6762.36
7+040.00	0.00	7.72	0.05	146.84	197.80	6909.20
7+060.00	0.00	7.65	0.00	153.71	197.80	7062.90
7+080.00	0.00	8.43	0.00	160.86	197.80	7223.77
7+100.00	0.00	9.65	0.00	180.83	197.80	7404.59

ESCALA	1/150
LAMINA	4/10



Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISCA 5+800 HASTA LA ABCISCA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

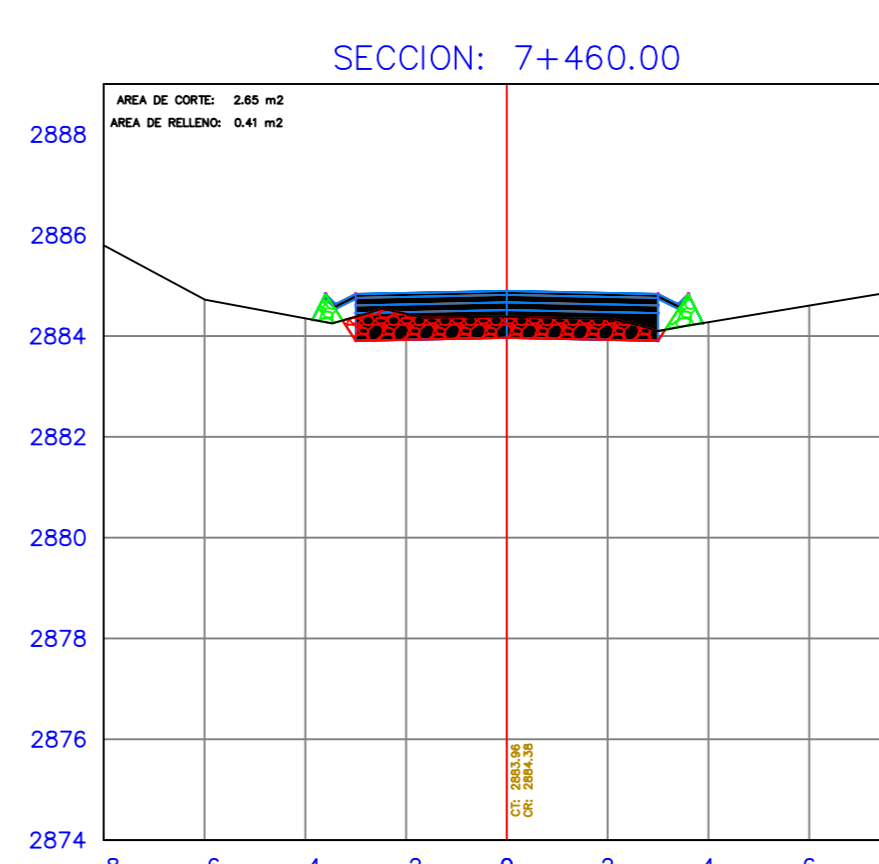
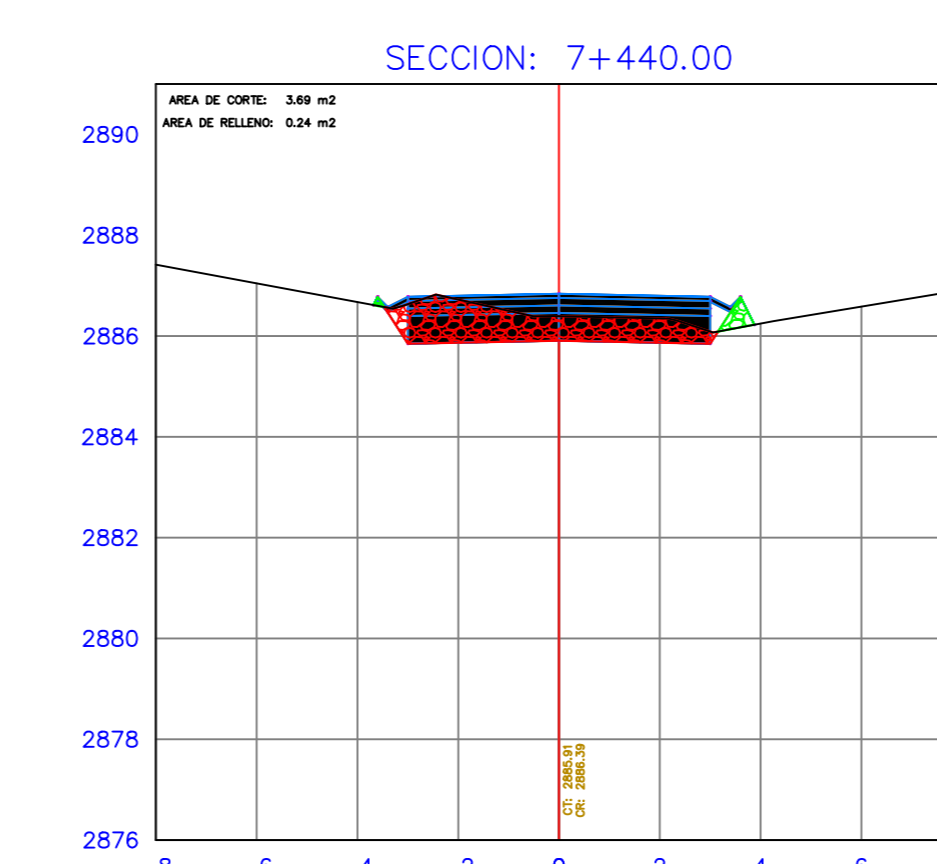
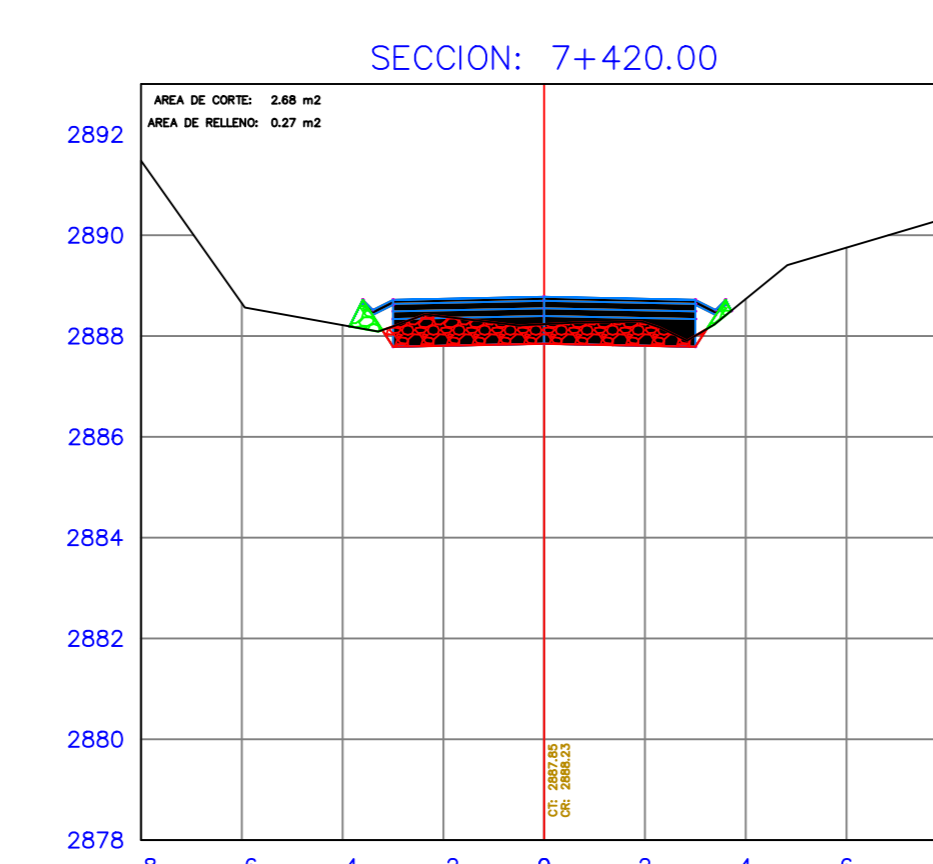
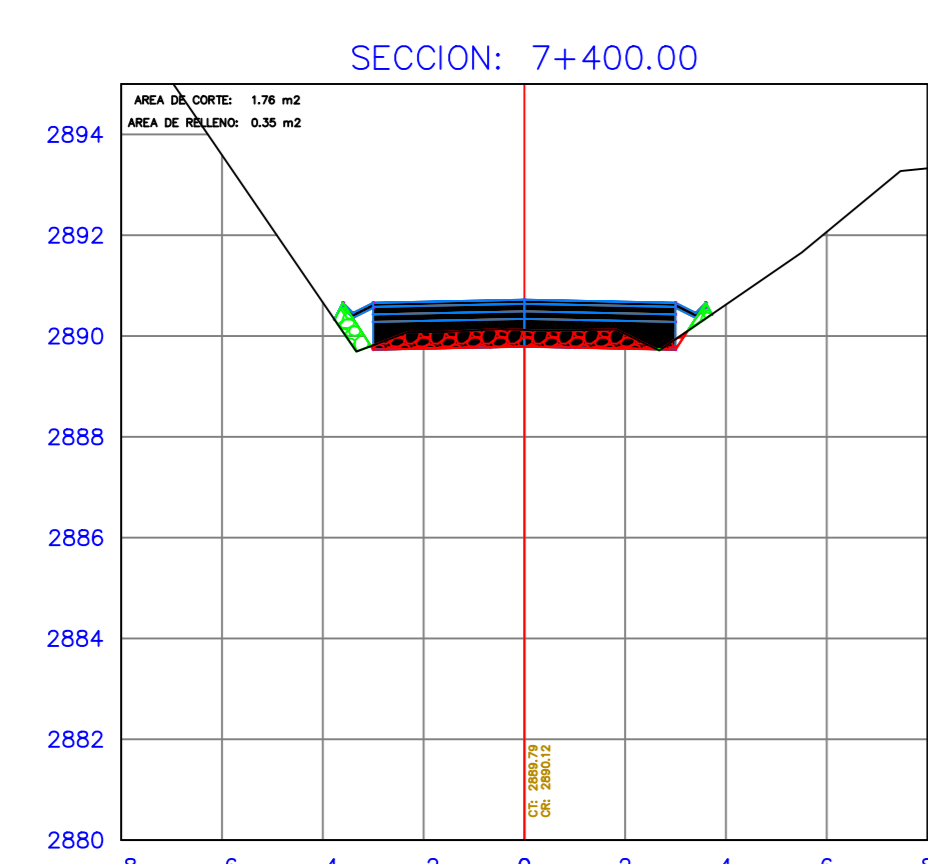
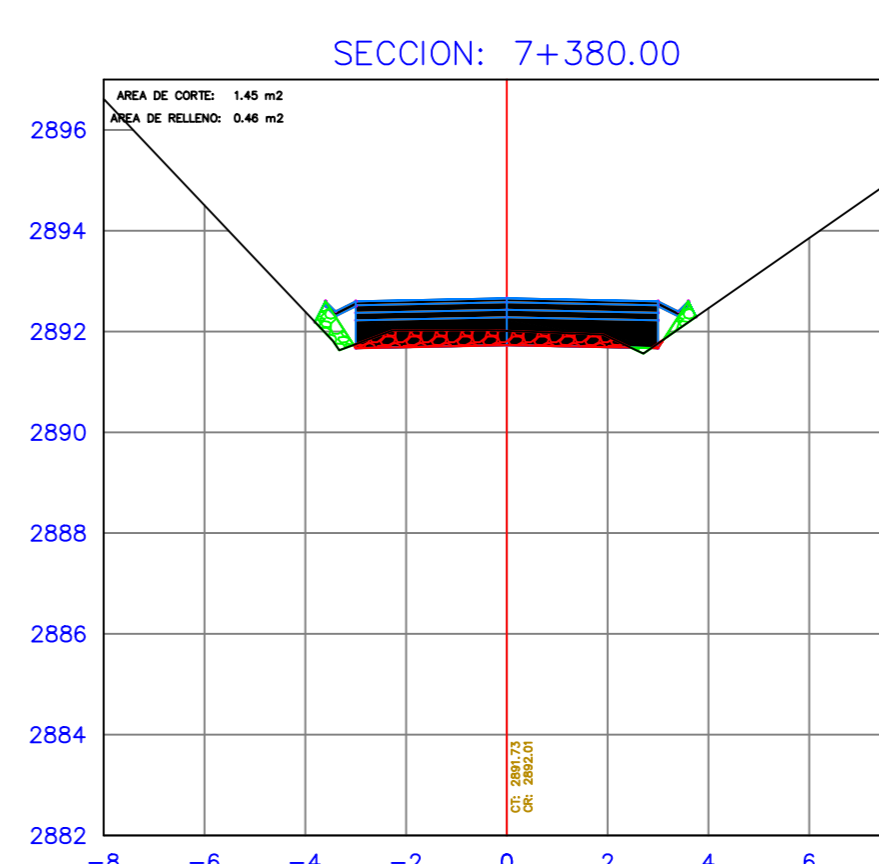
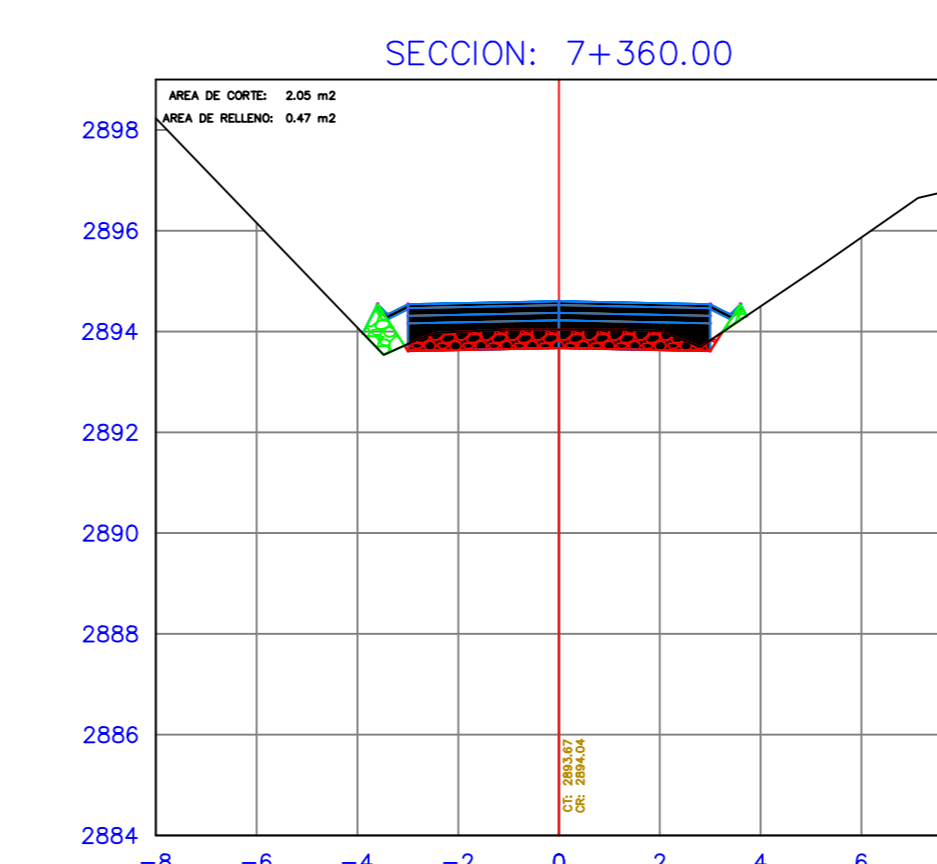
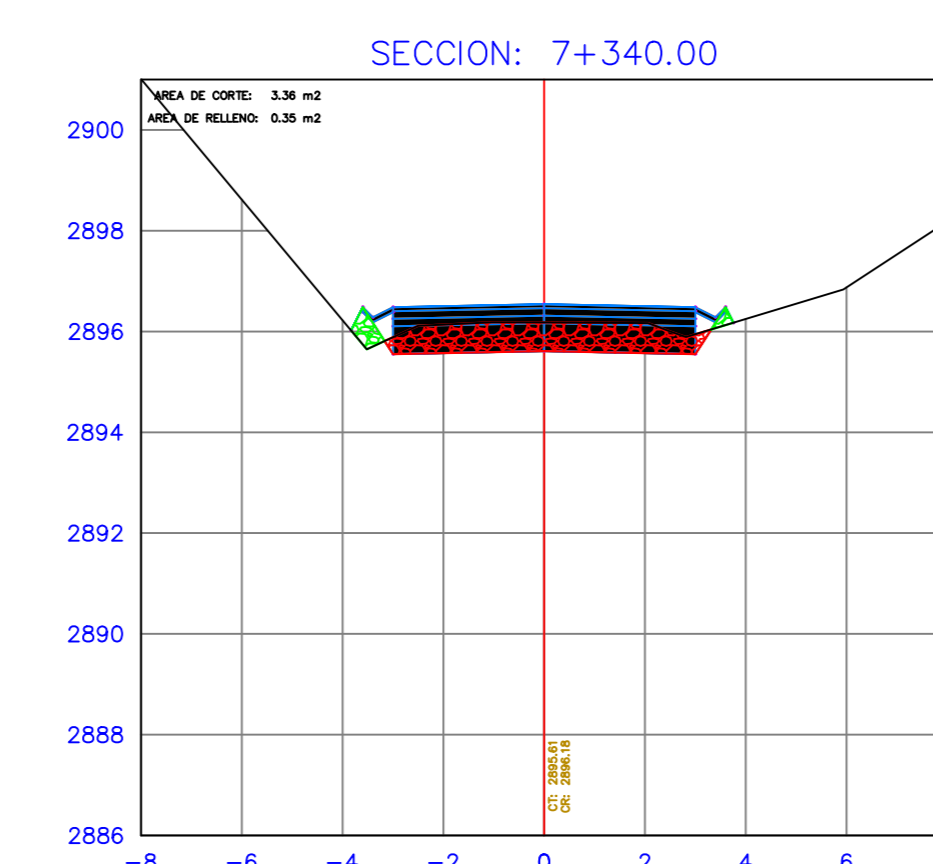
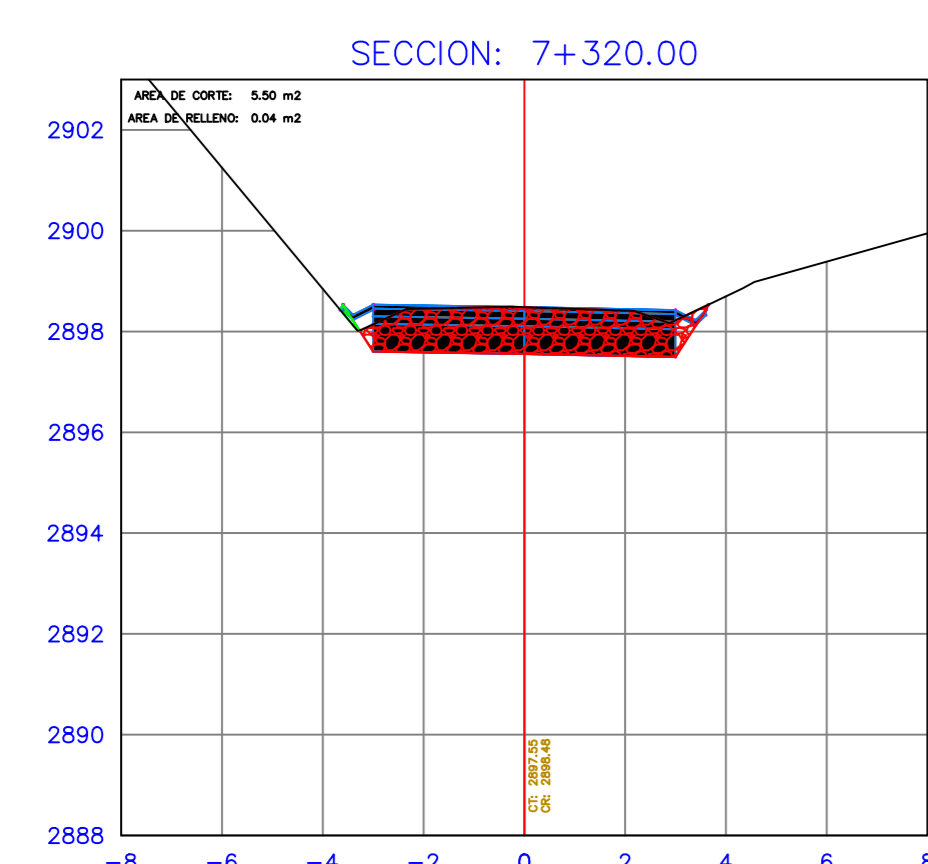
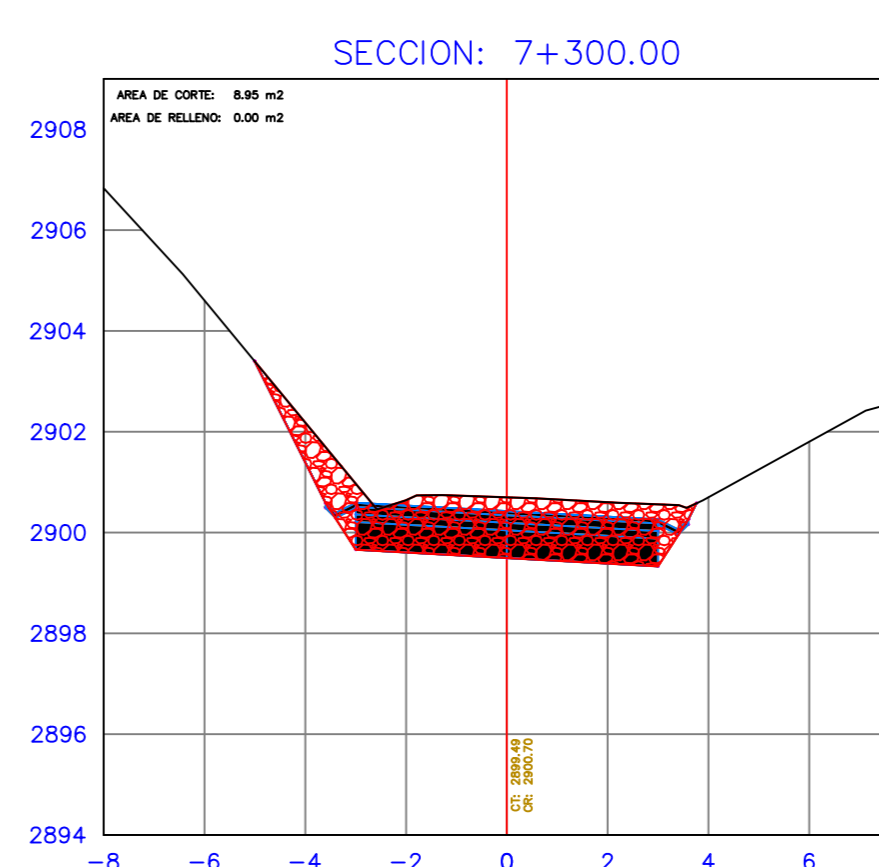
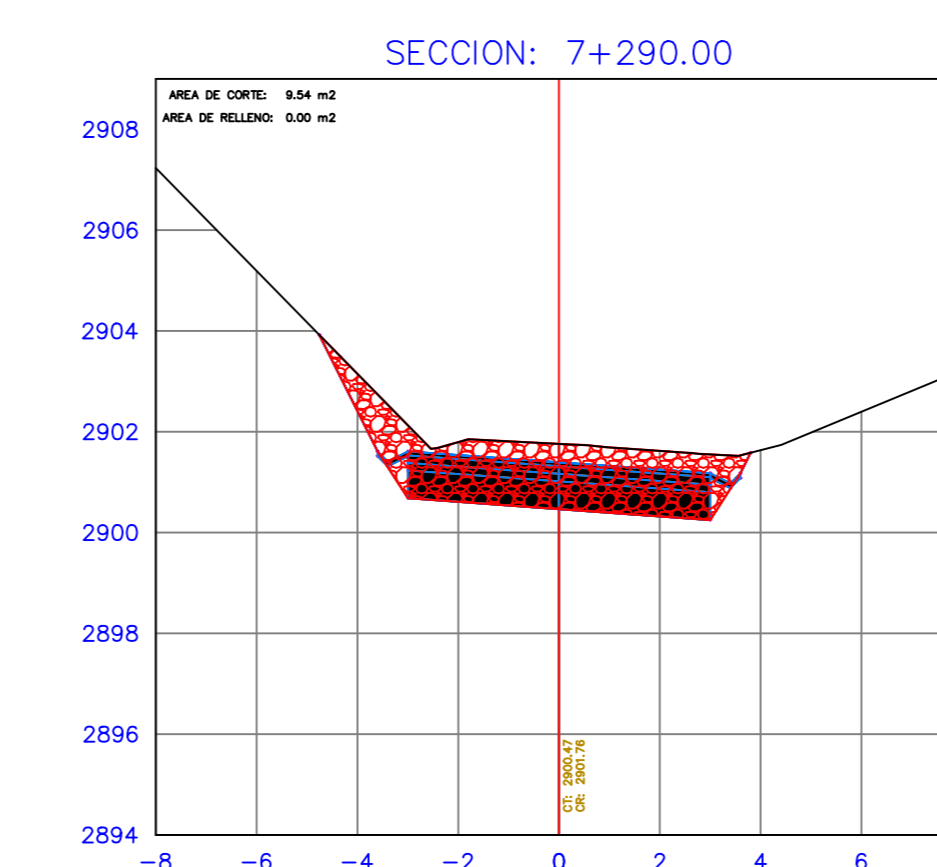
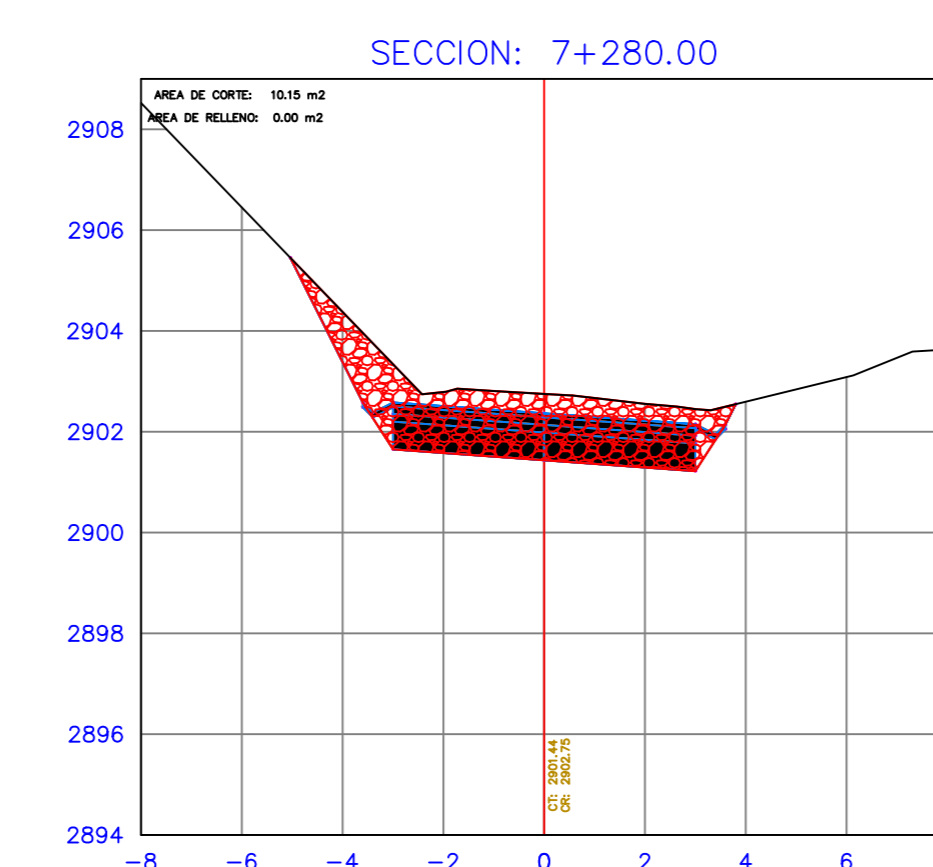
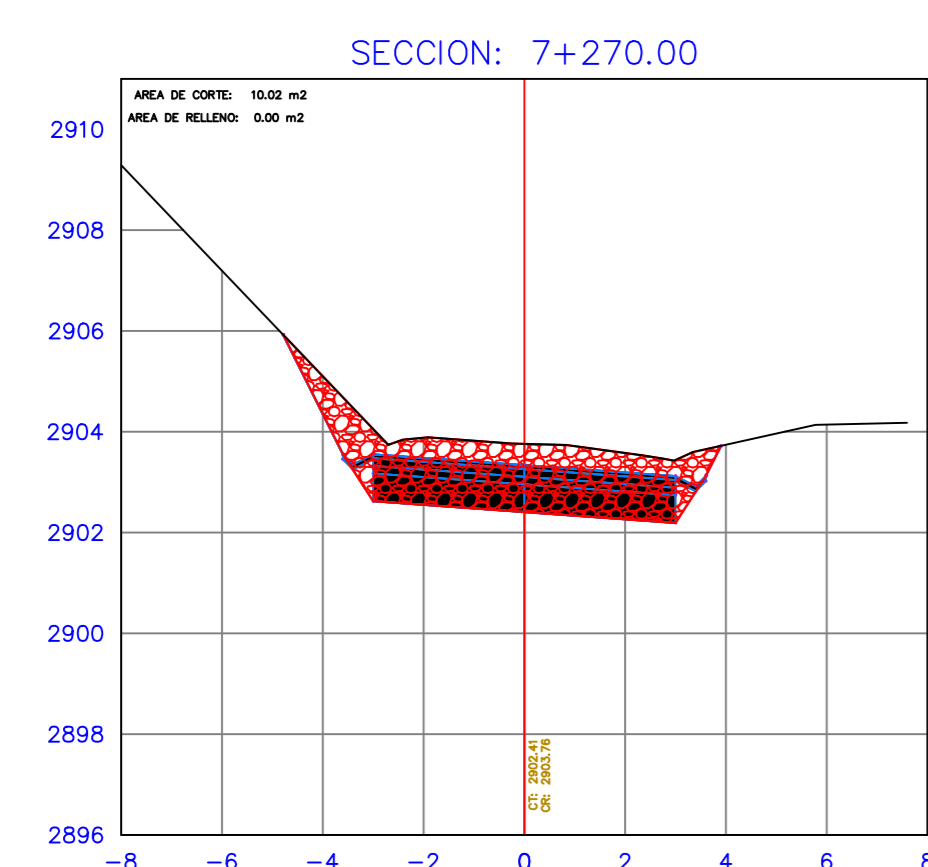
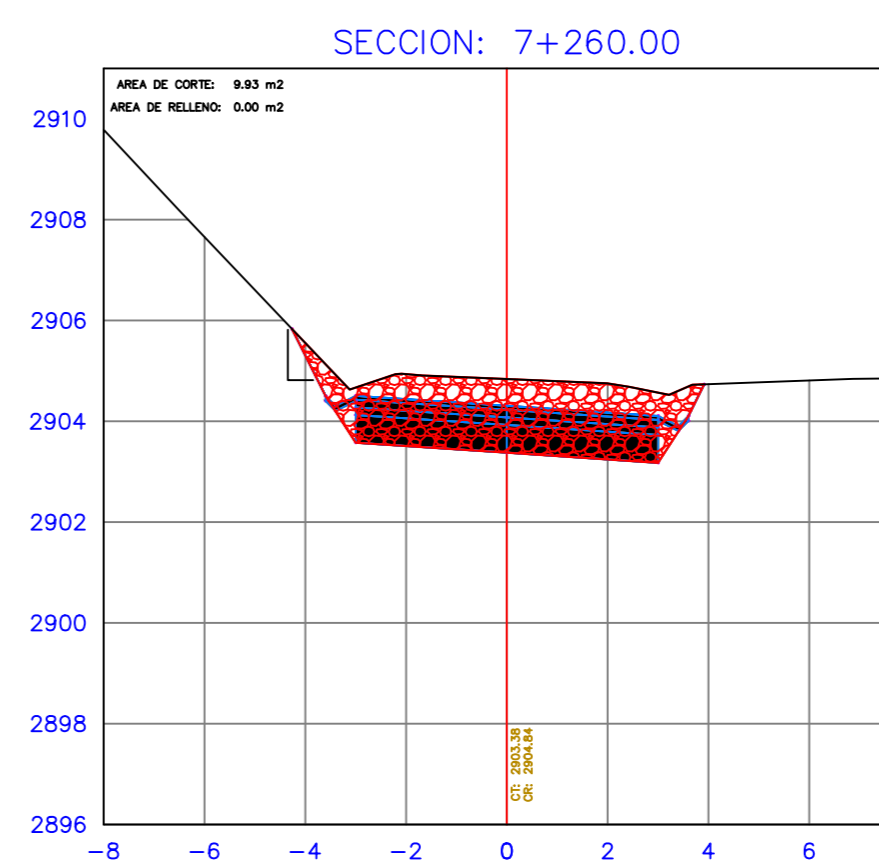
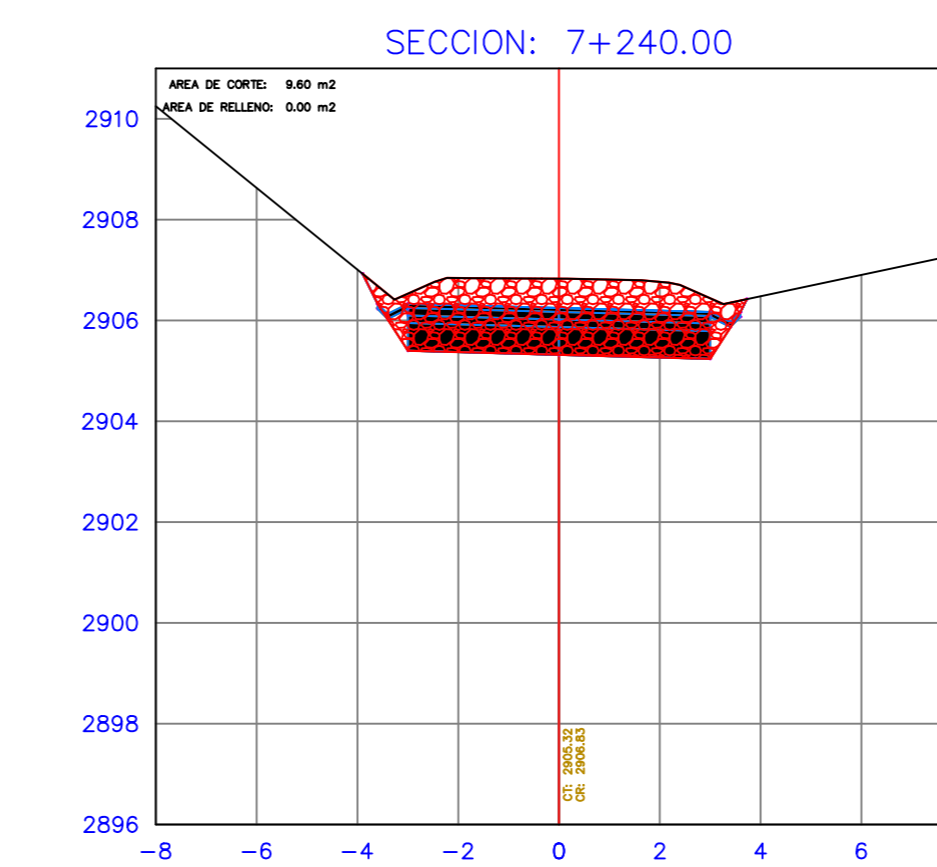
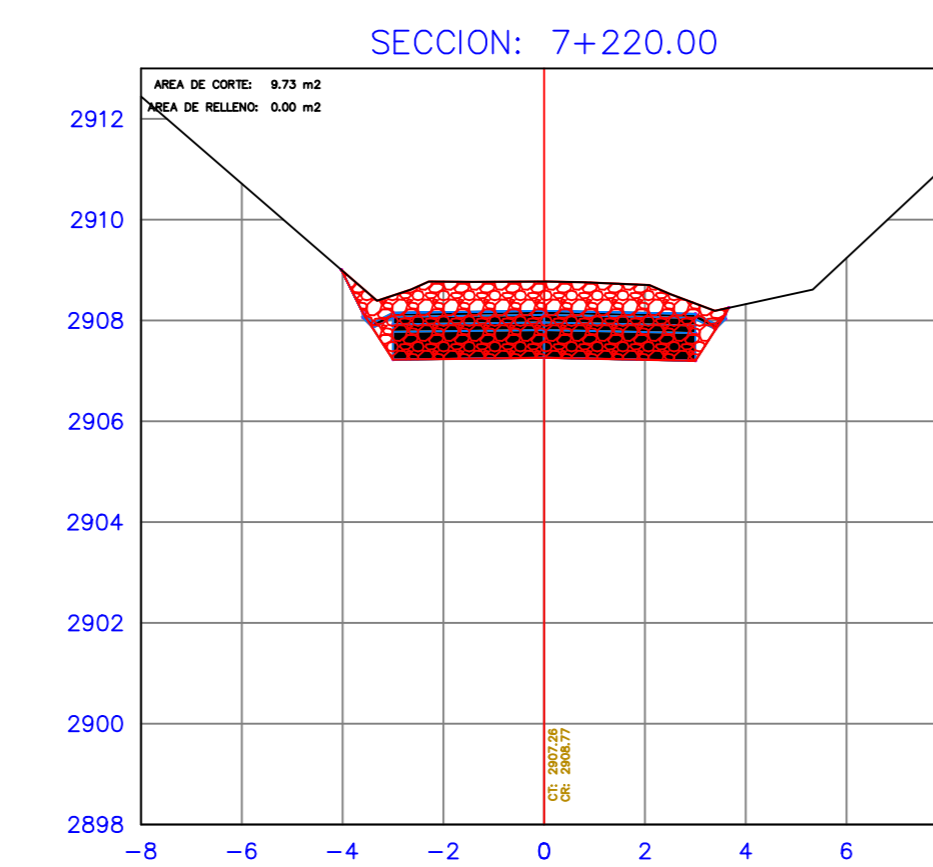
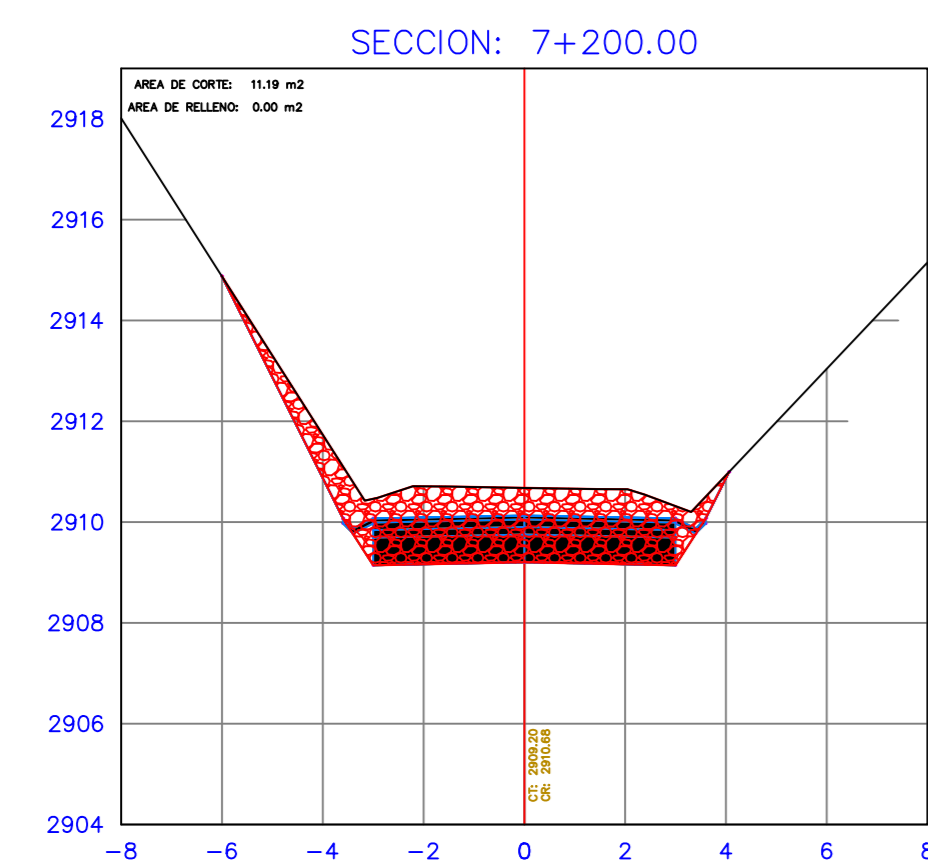
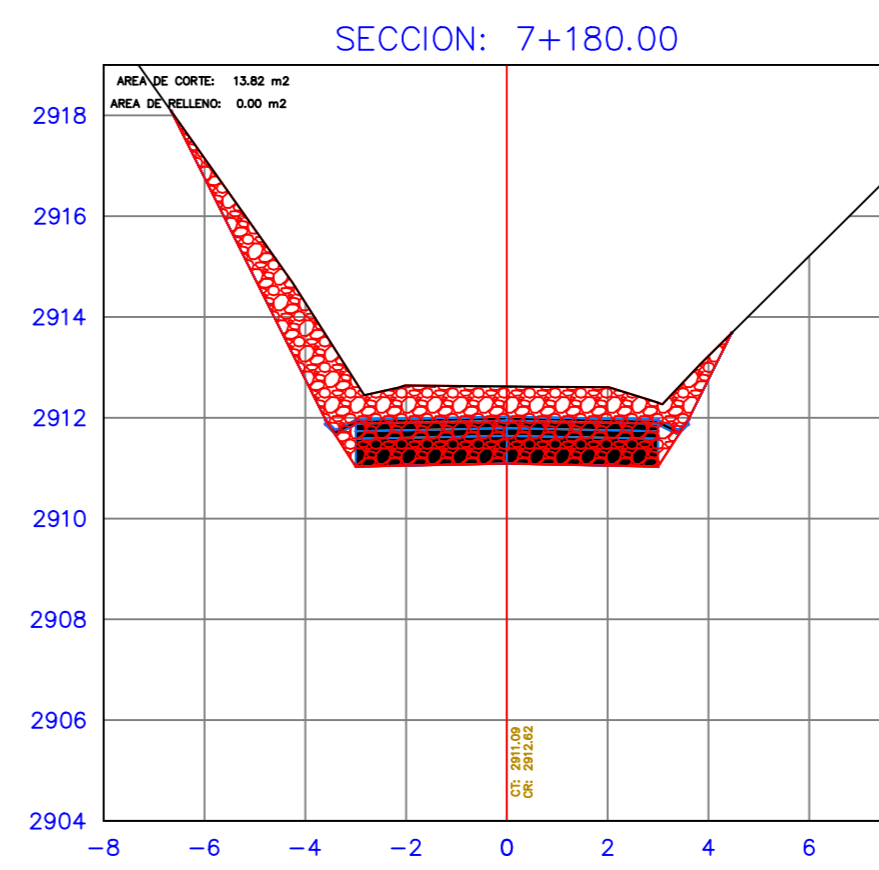
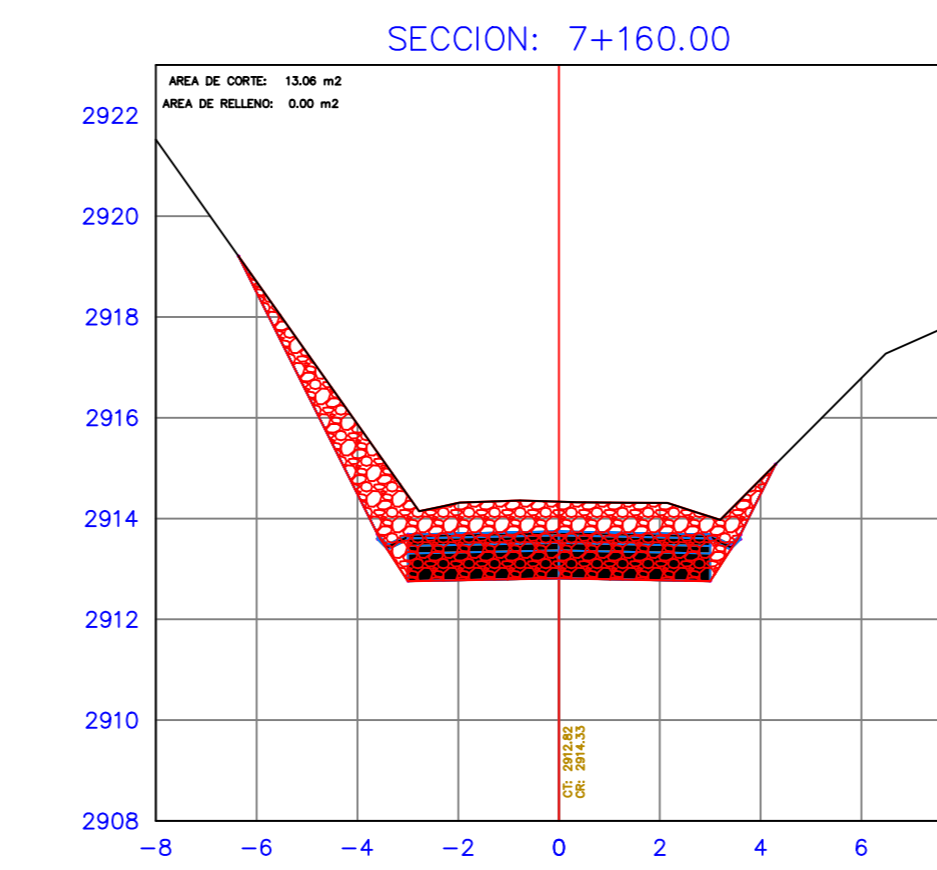
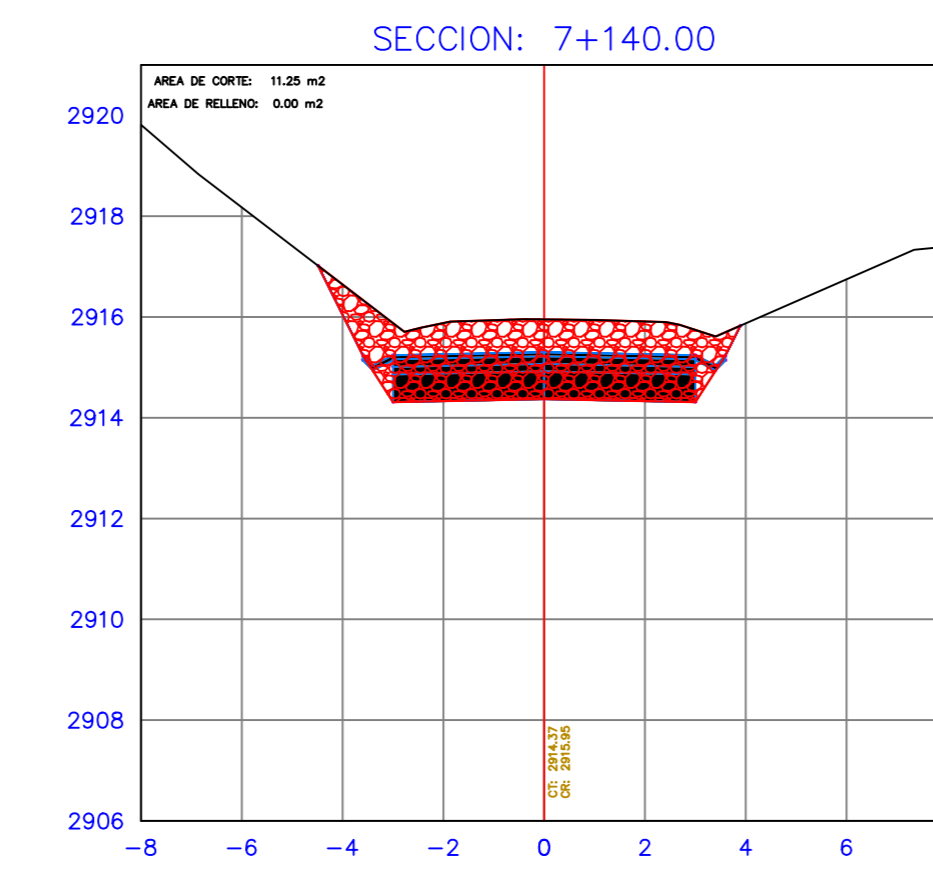
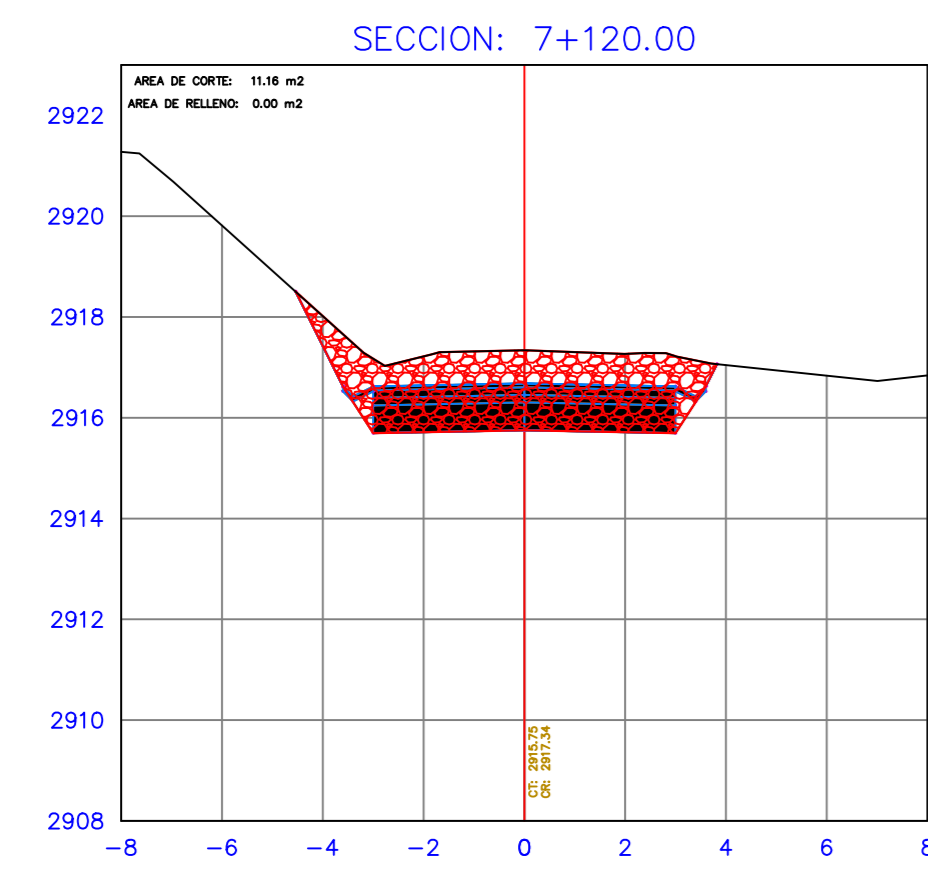
Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Secciones transversales (Corte y Relleno) KM 7+120_KM 7+460

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	V. RELLENO ACUMULADO	V. RELLENO ACUMULADO
7+120.00	0.00	11.16	0.00	208.07	197.80	7612.66
7+140.00	0.00	11.25	0.00	224.02	197.80	7836.68
7+160.00	0.00	13.06	0.00	243.02	197.80	8079.70
7+180.00	0.00	13.82	0.00	268.73	197.80	8348.42
7+200.00	0.00	11.19	0.00	250.07	197.80	8598.49
7+220.00	0.00	9.73	0.00	209.23	197.80	8807.72
7+240.00	0.00	9.60	0.00	193.30	197.80	9001.02
7+260.00	0.00	9.93	0.00	195.29	197.80	9196.31
7+270.00	0.00	10.02	0.00	99.94	197.80	9296.25
7+280.00	0.00	10.15	0.00	101.44	197.80	9397.69
7+290.00	0.00	9.54	0.00	99.08	197.80	9496.77
7+300.00	0.00	8.95	0.00	92.94	197.80	9589.71
7+320.00	0.04	5.50	0.41	144.56	198.21	9734.27
7+340.00	0.35	3.36	3.88	88.56	202.09	9822.84
7+360.00	0.47	2.05	8.19	54.15	210.28	9876.98
7+380.00	0.46	1.45	9.30	35.06	219.58	9912.04
7+400.00	0.35	1.76	8.12	32.16	227.70	9944.20
7+420.00	0.27	2.68	6.25	44.43	233.95	9988.62
7+440.00	0.24	3.69	5.07	63.72	239.02	10052.34
7+460.00	0.41	2.65	6.43	63.48	245.45	10115.82



ESCALA

1/150

LAMINA

5/10

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISCA 5+800 HASTA LA ABCISCA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

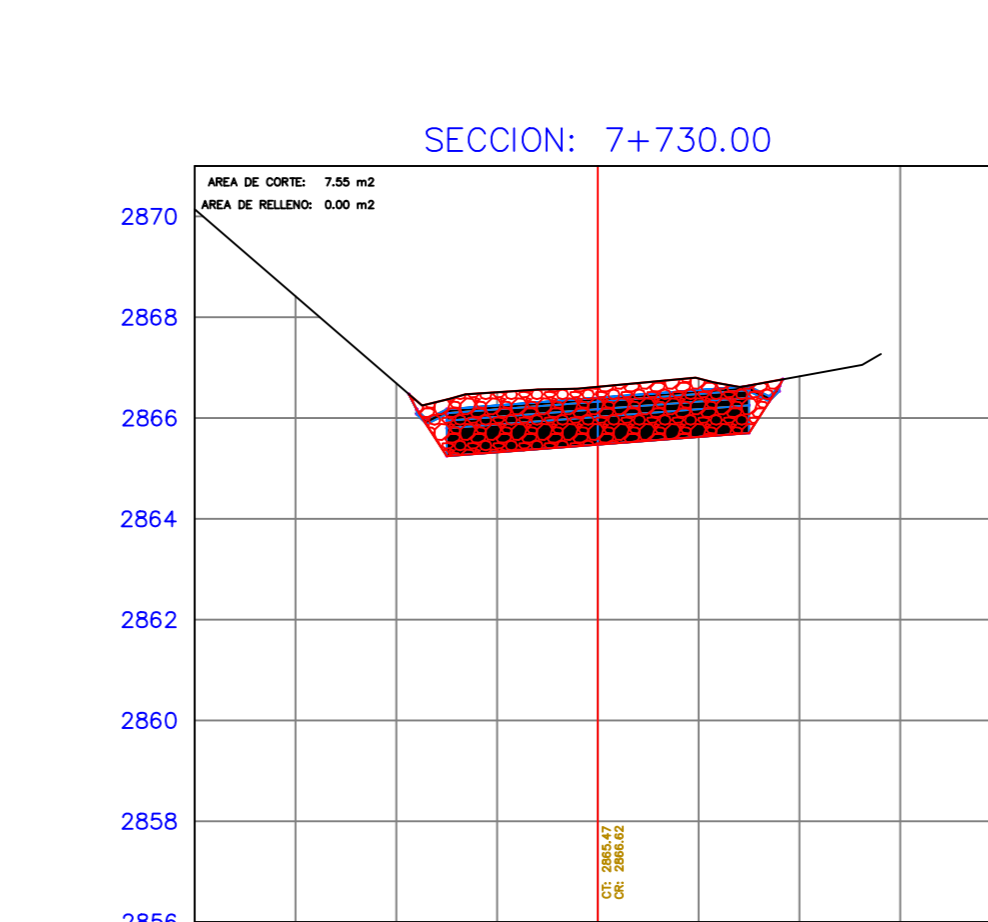
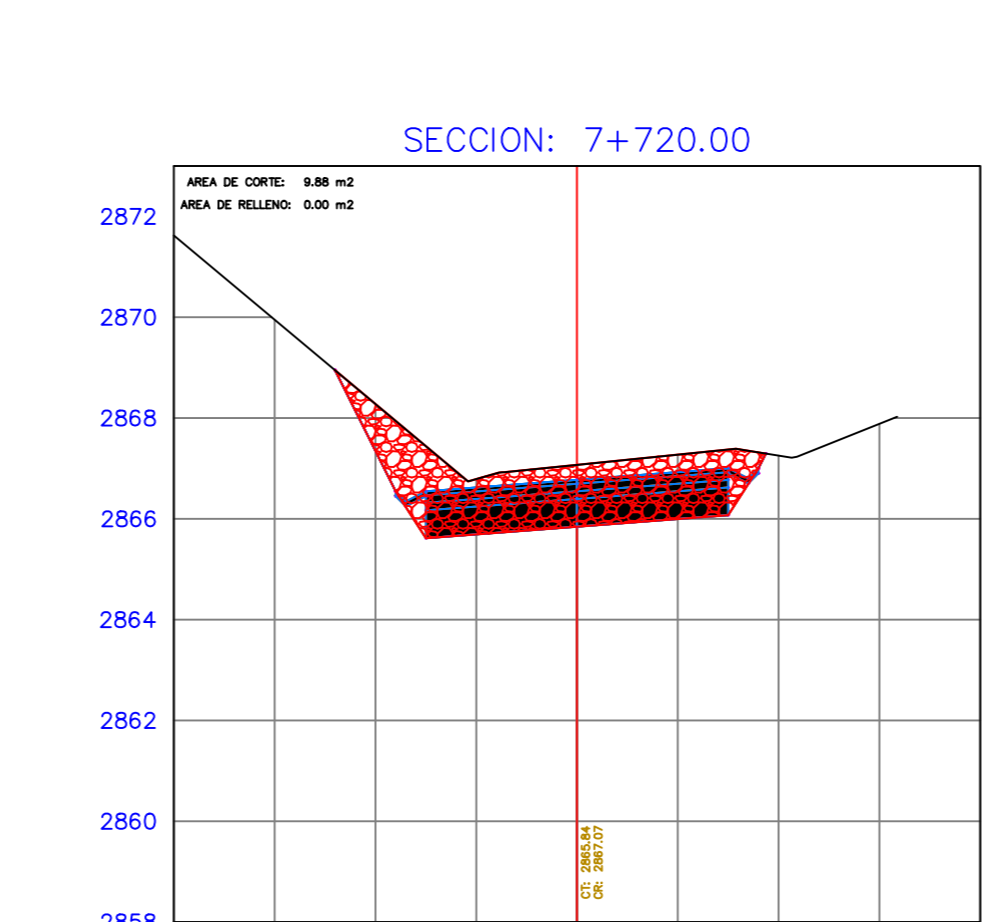
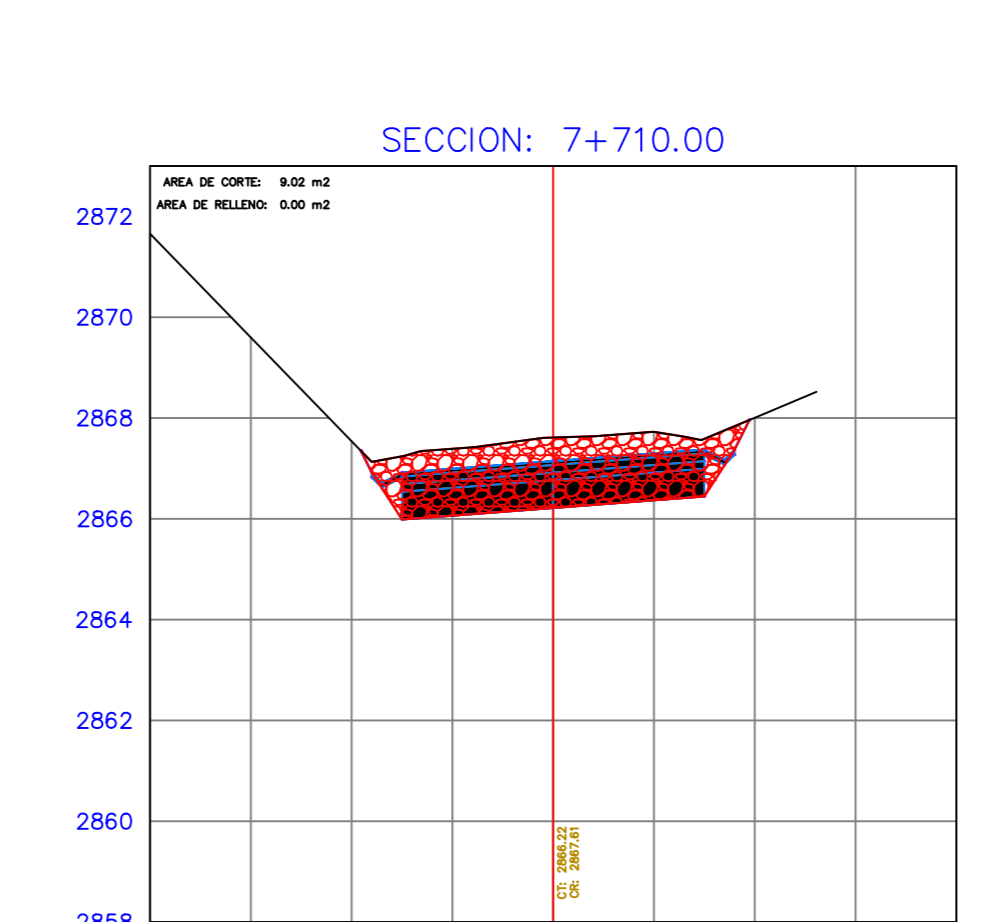
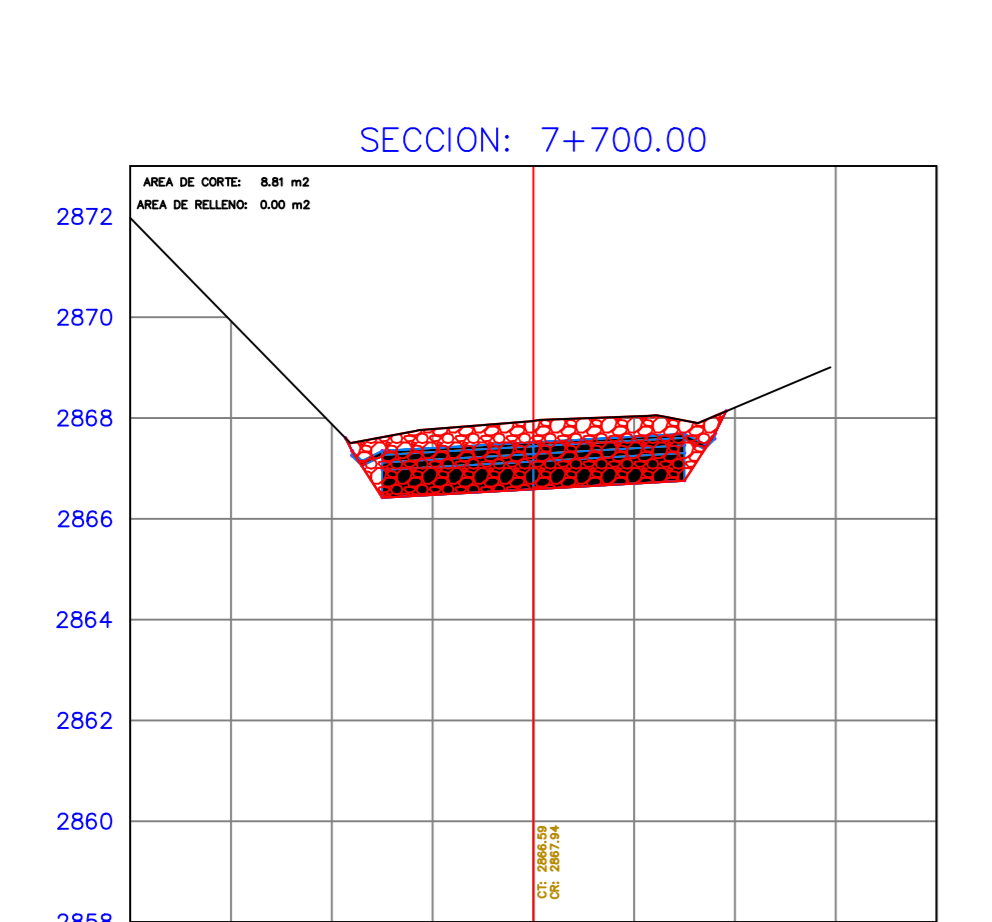
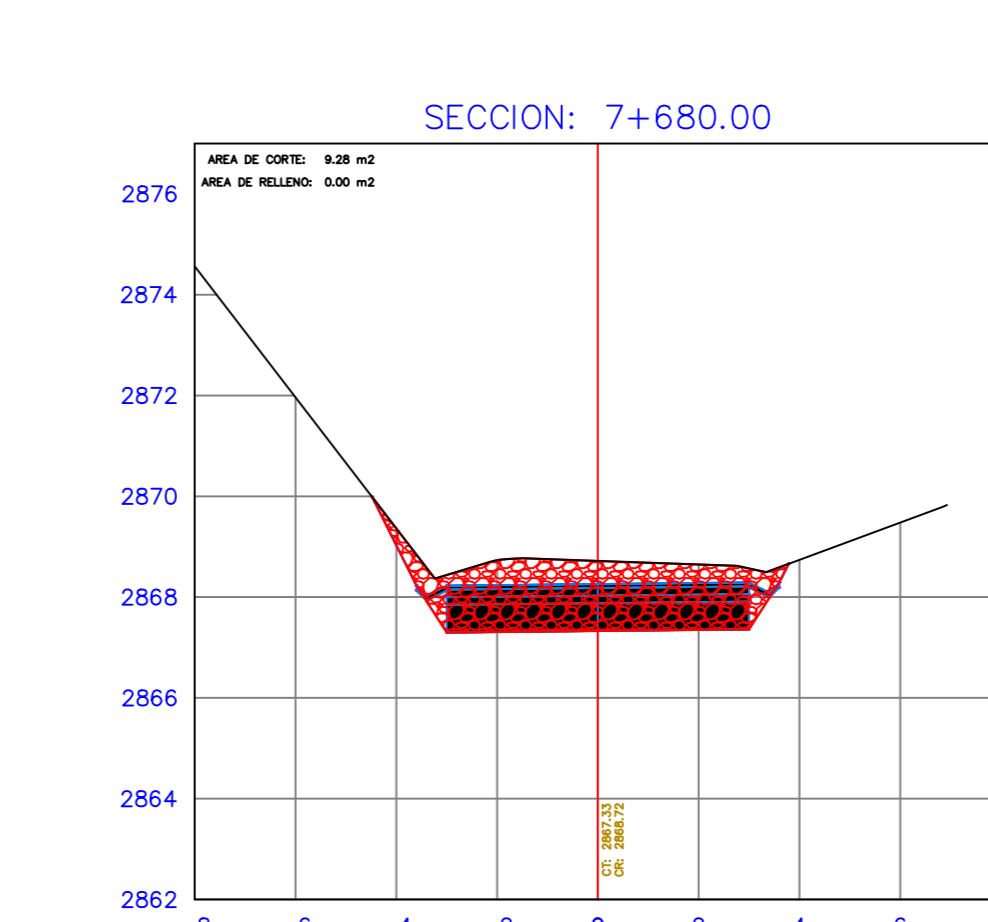
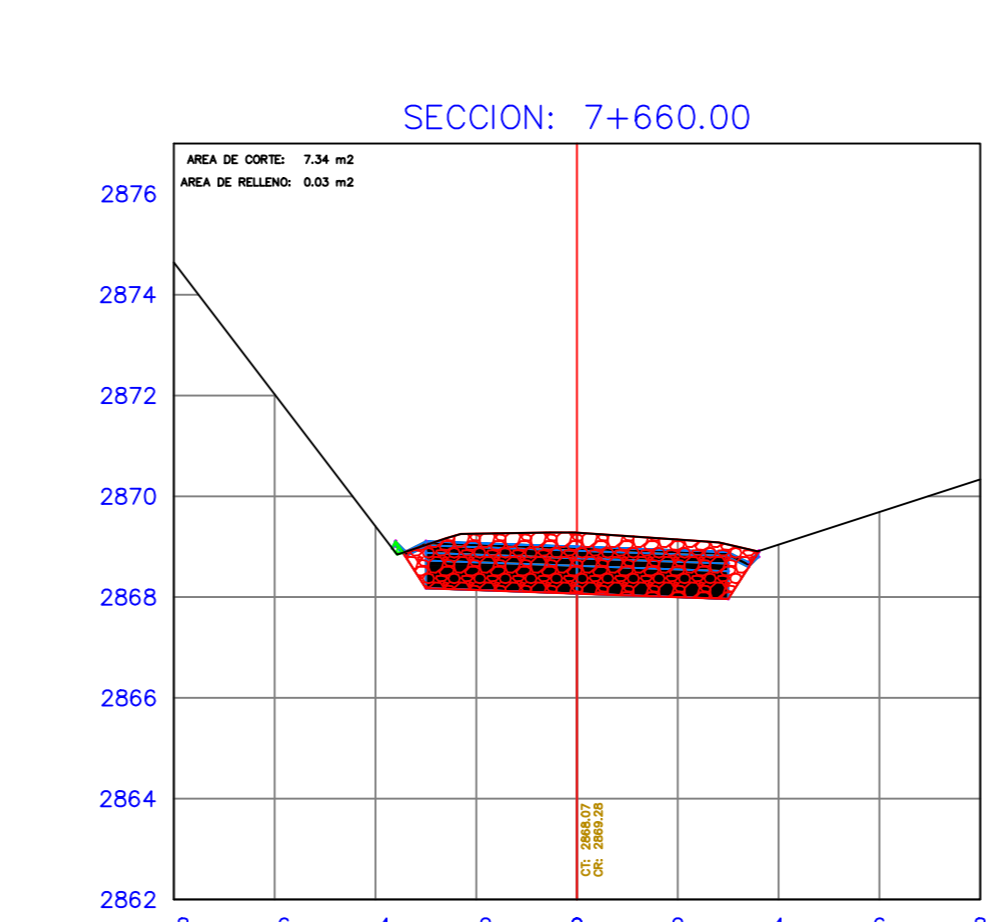
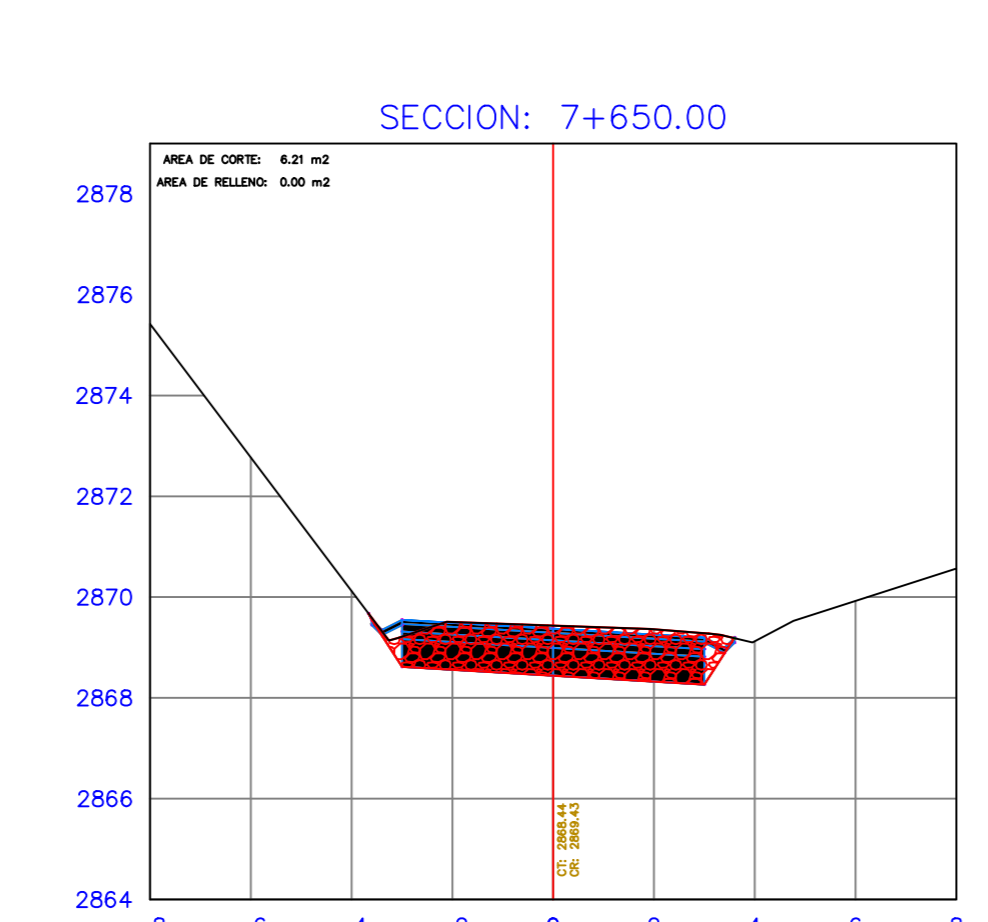
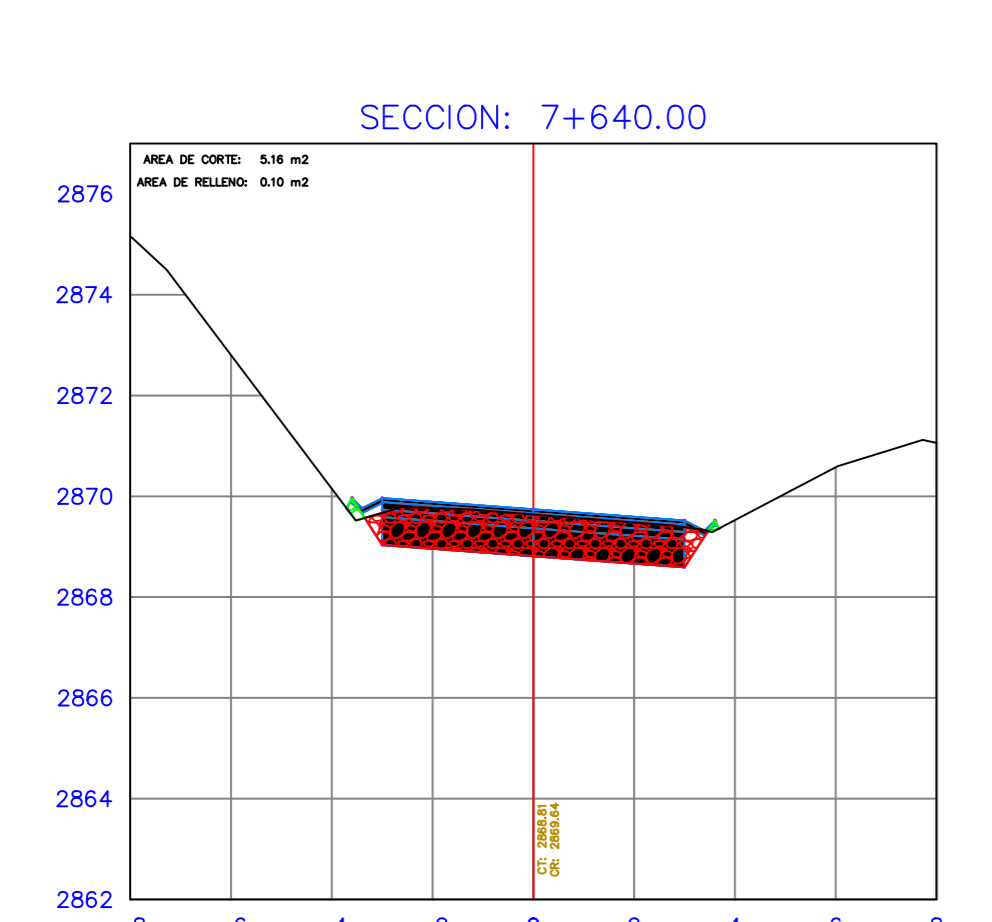
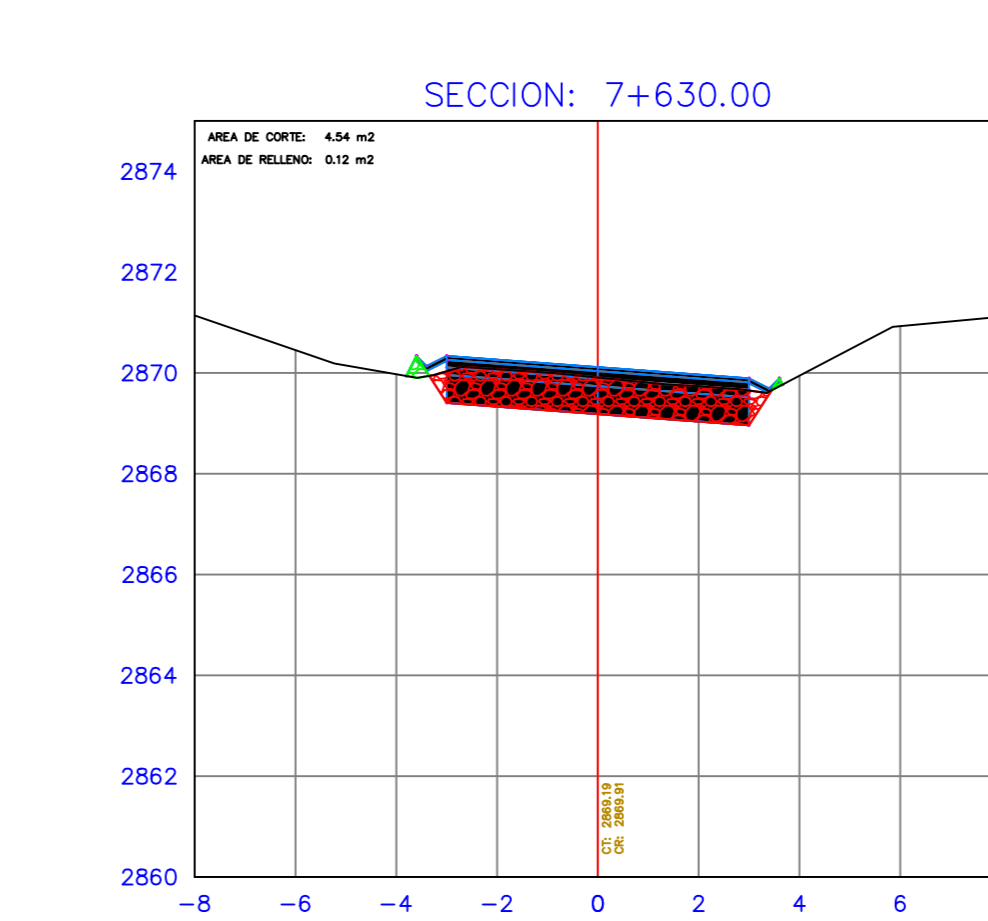
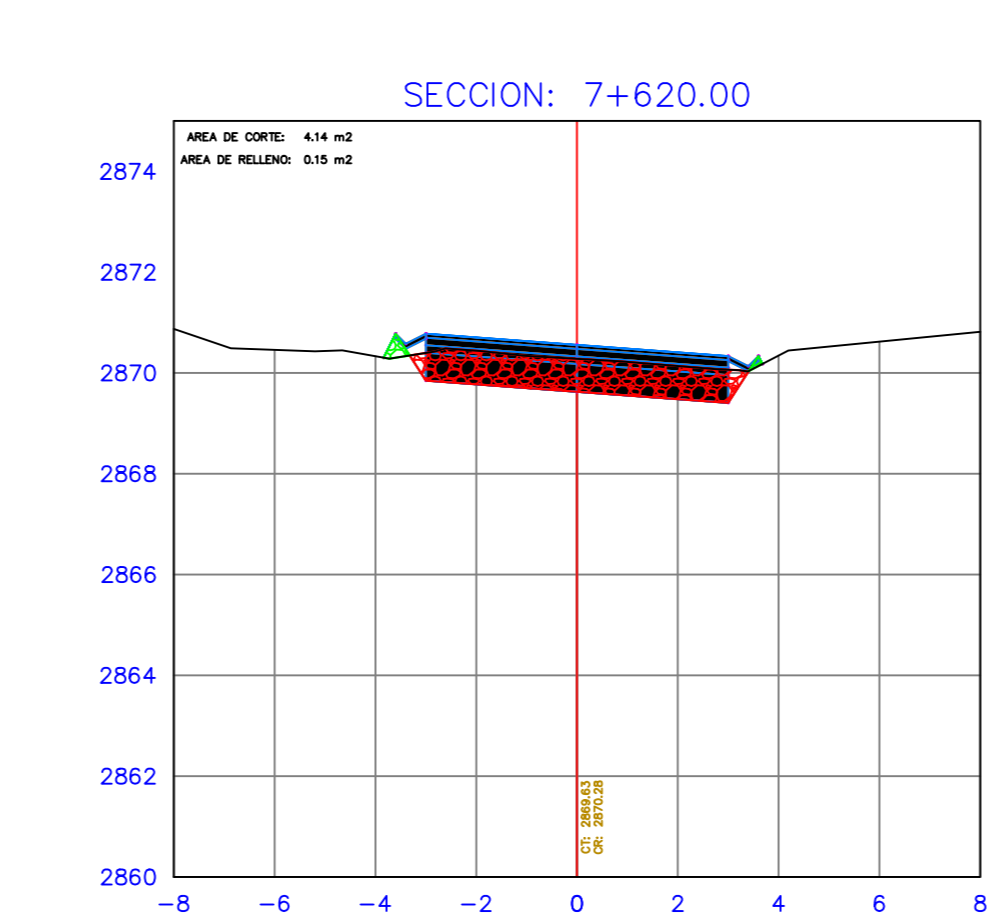
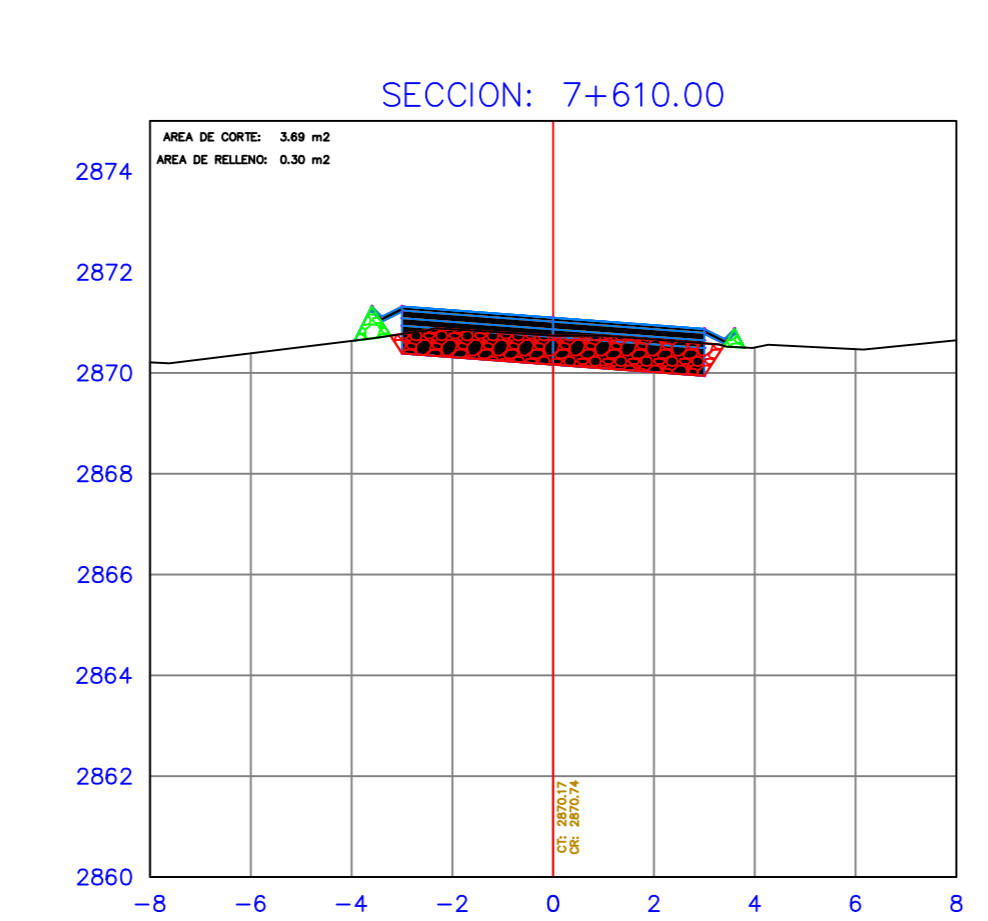
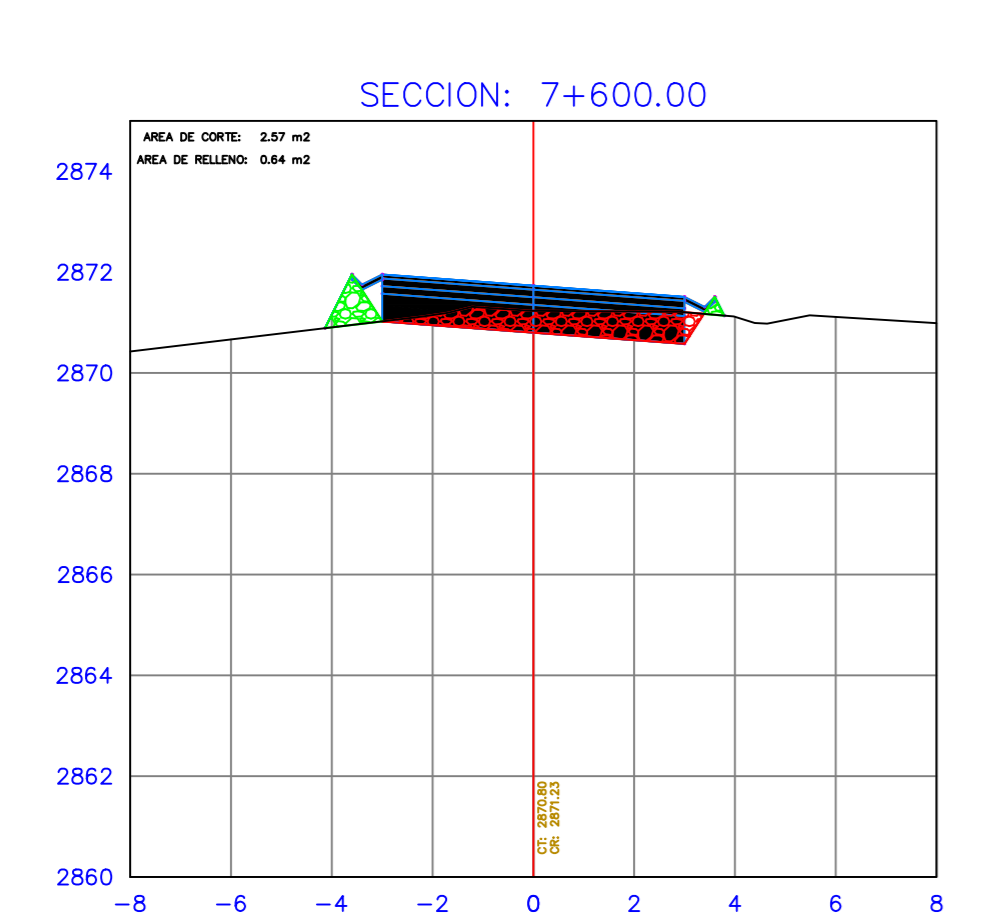
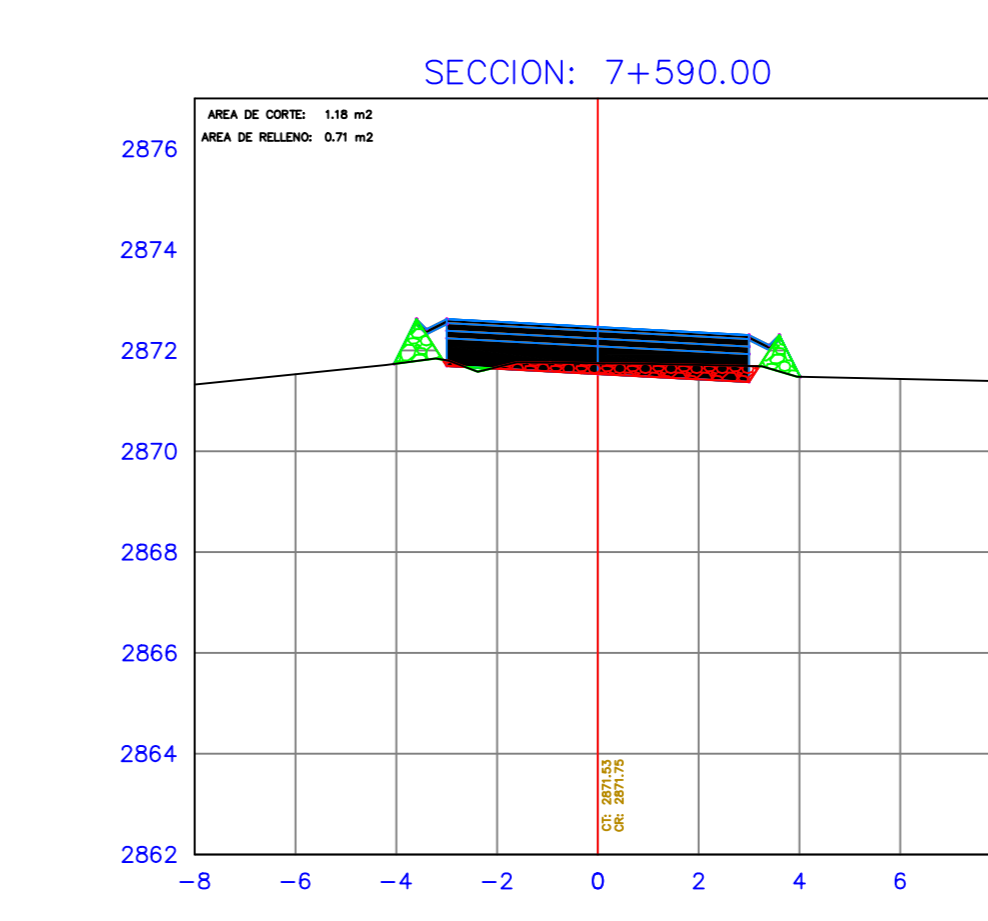
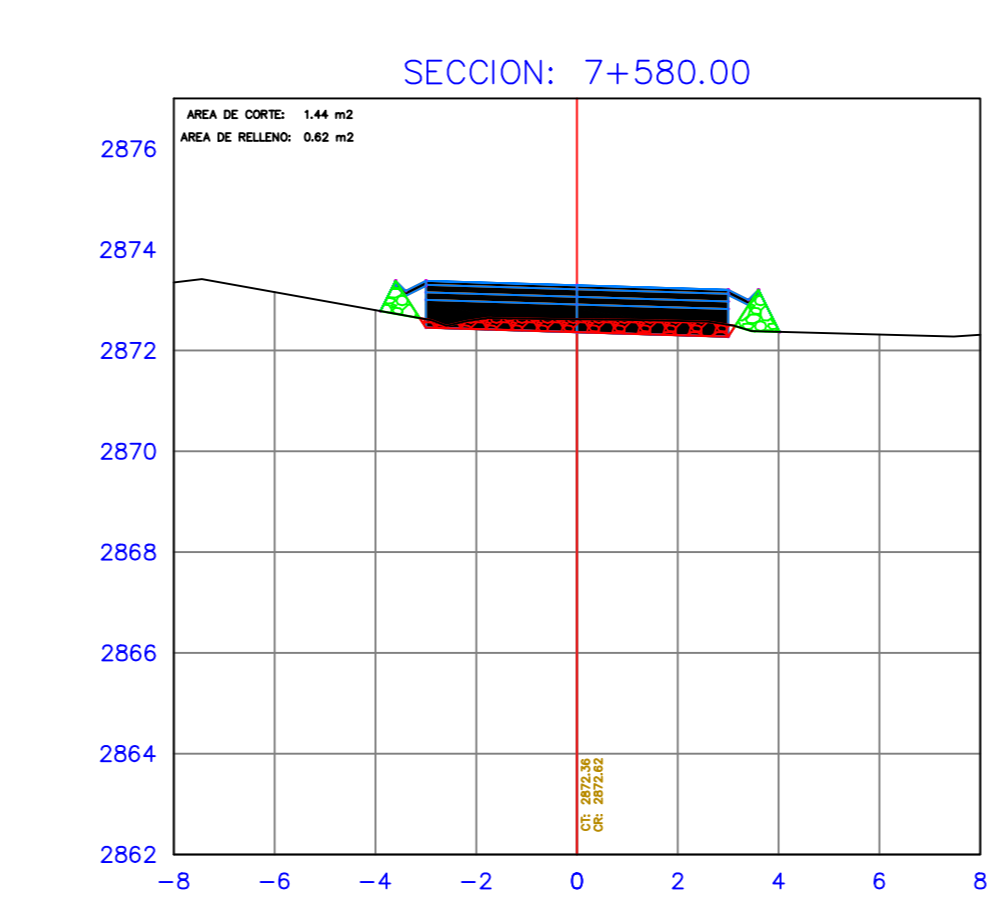
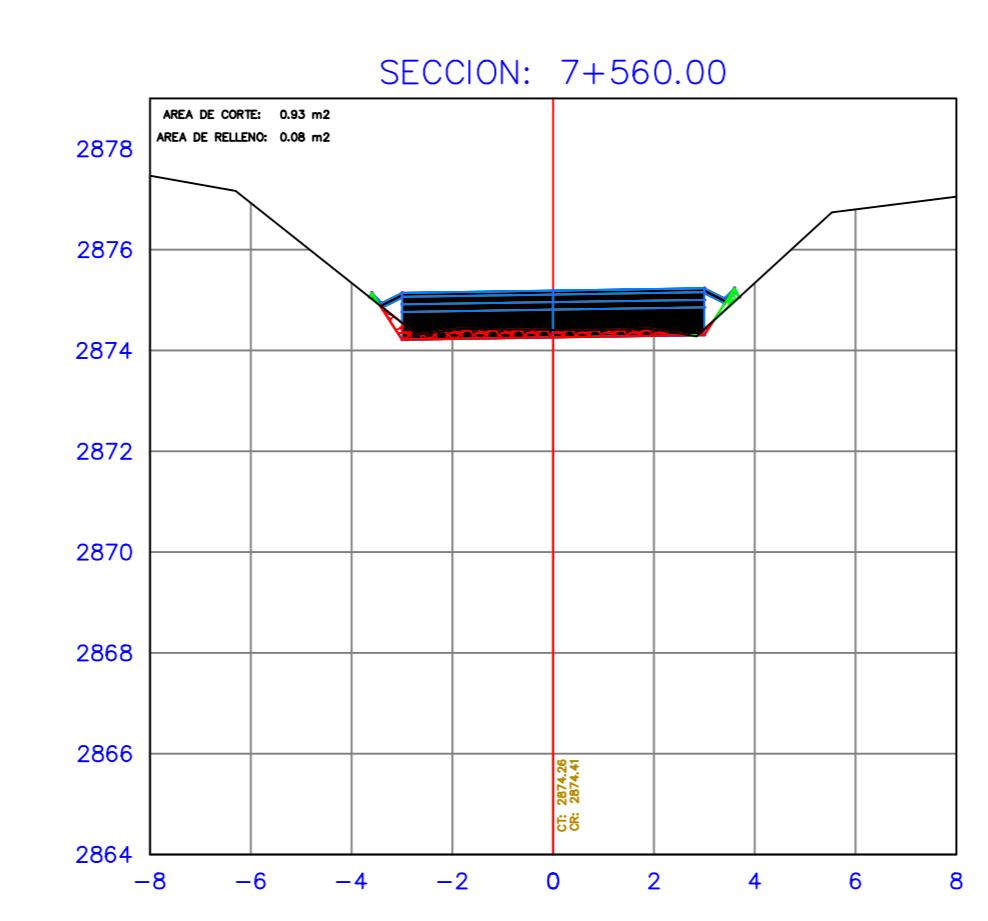
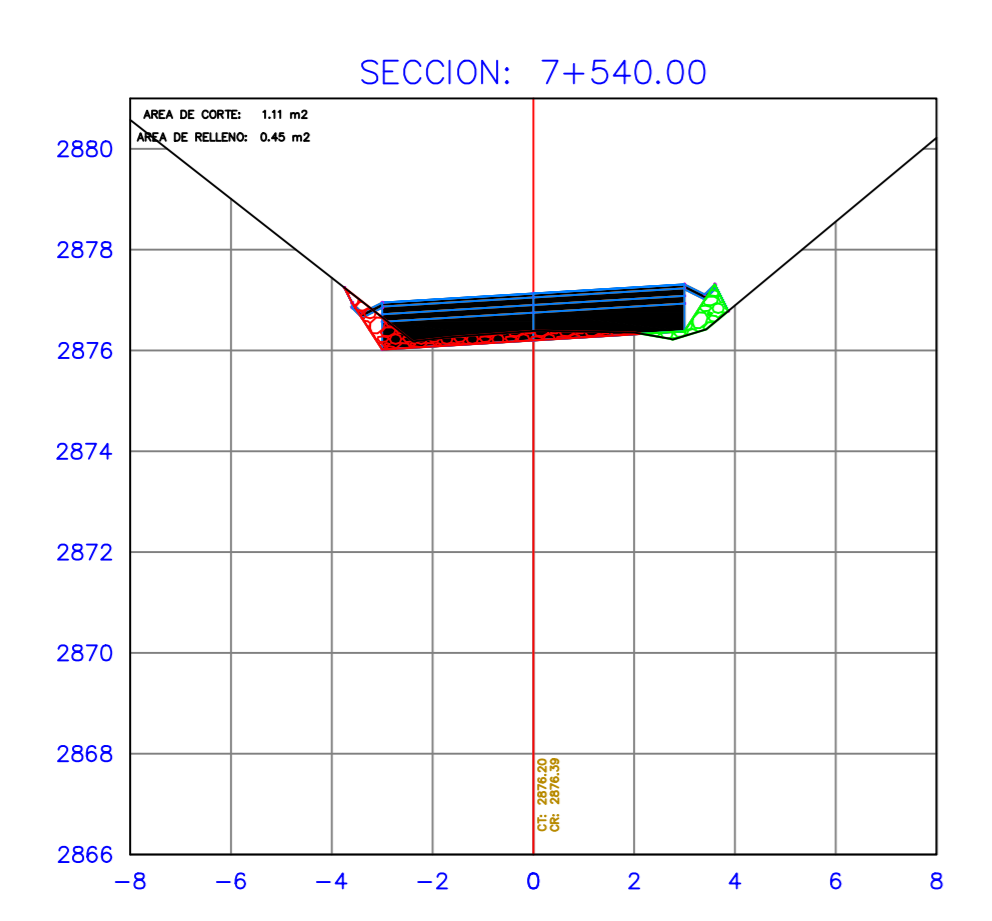
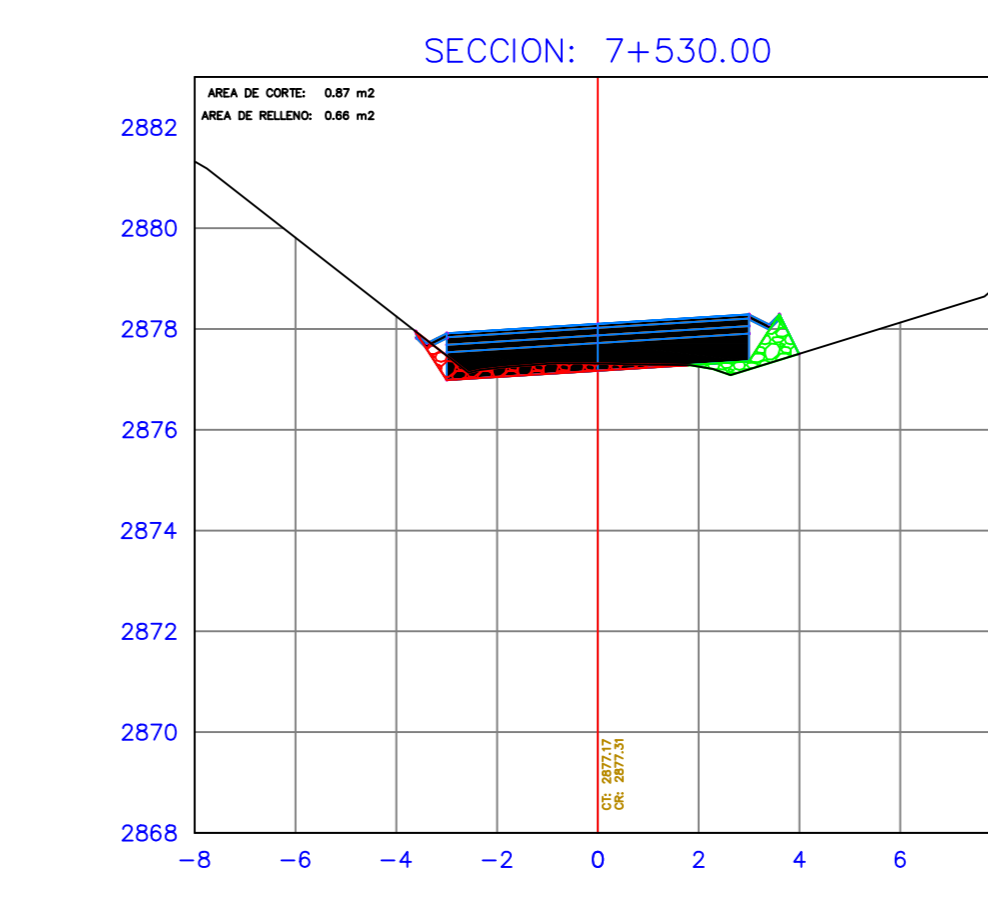
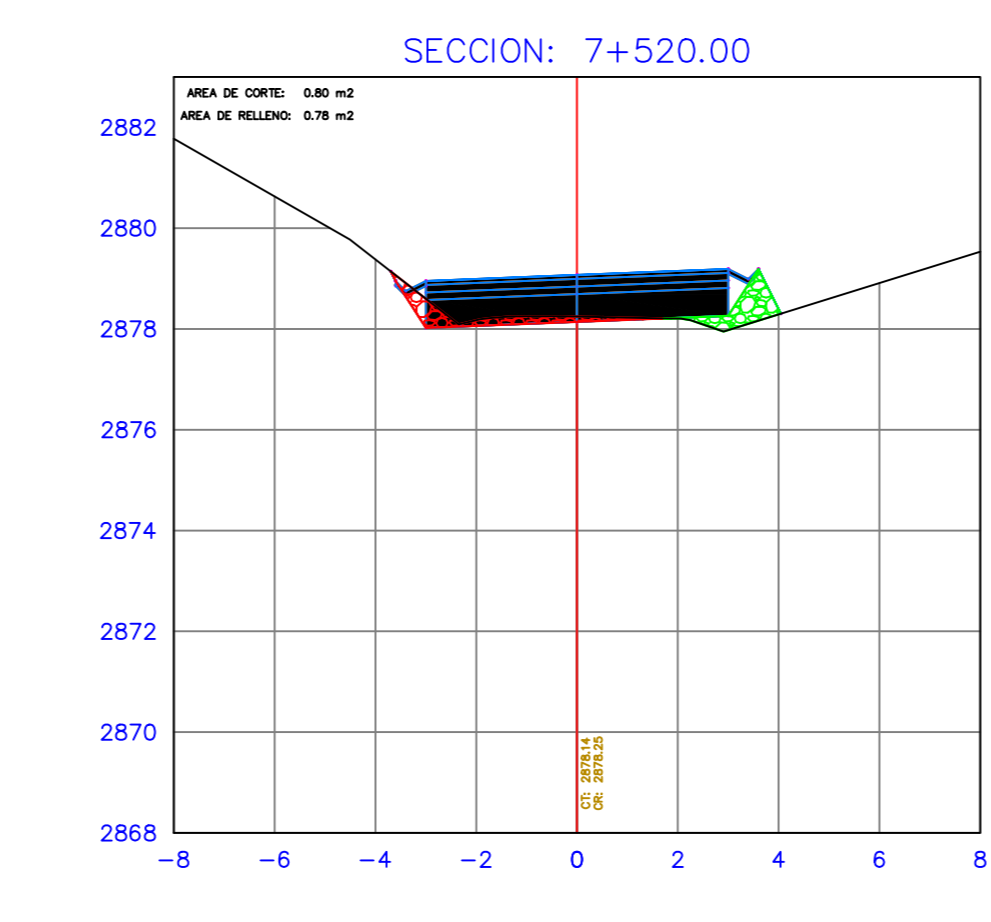
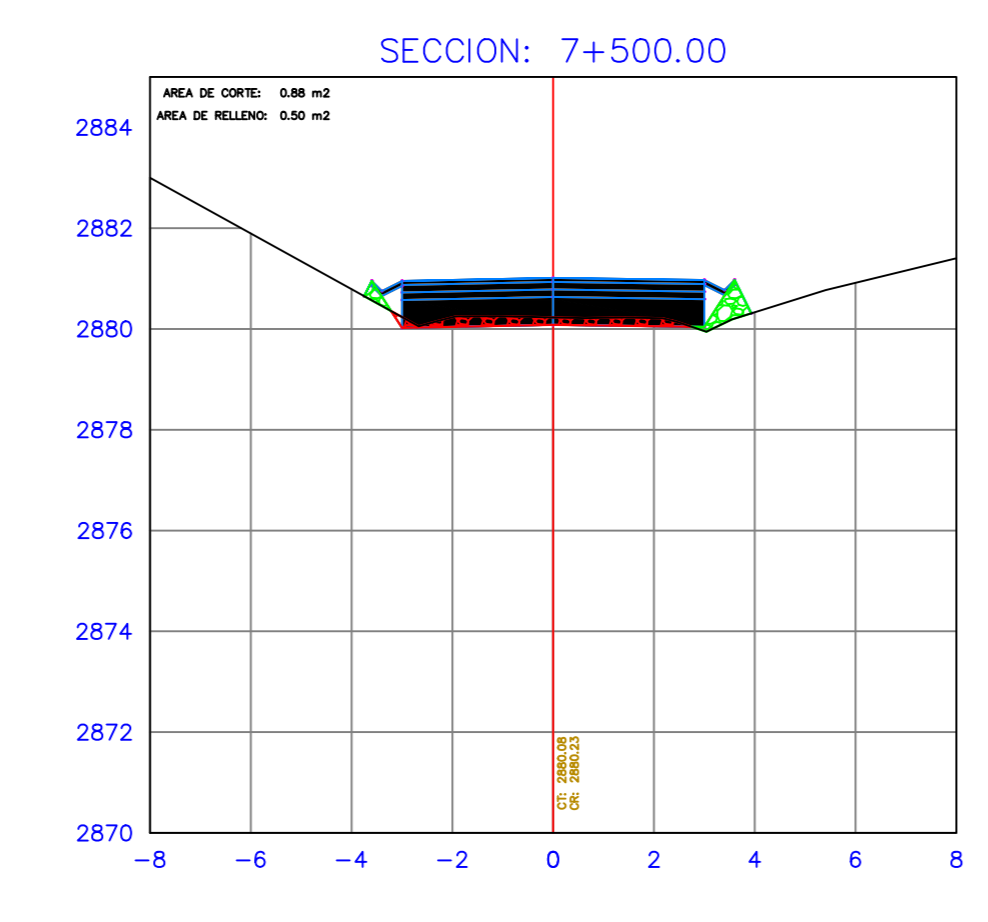
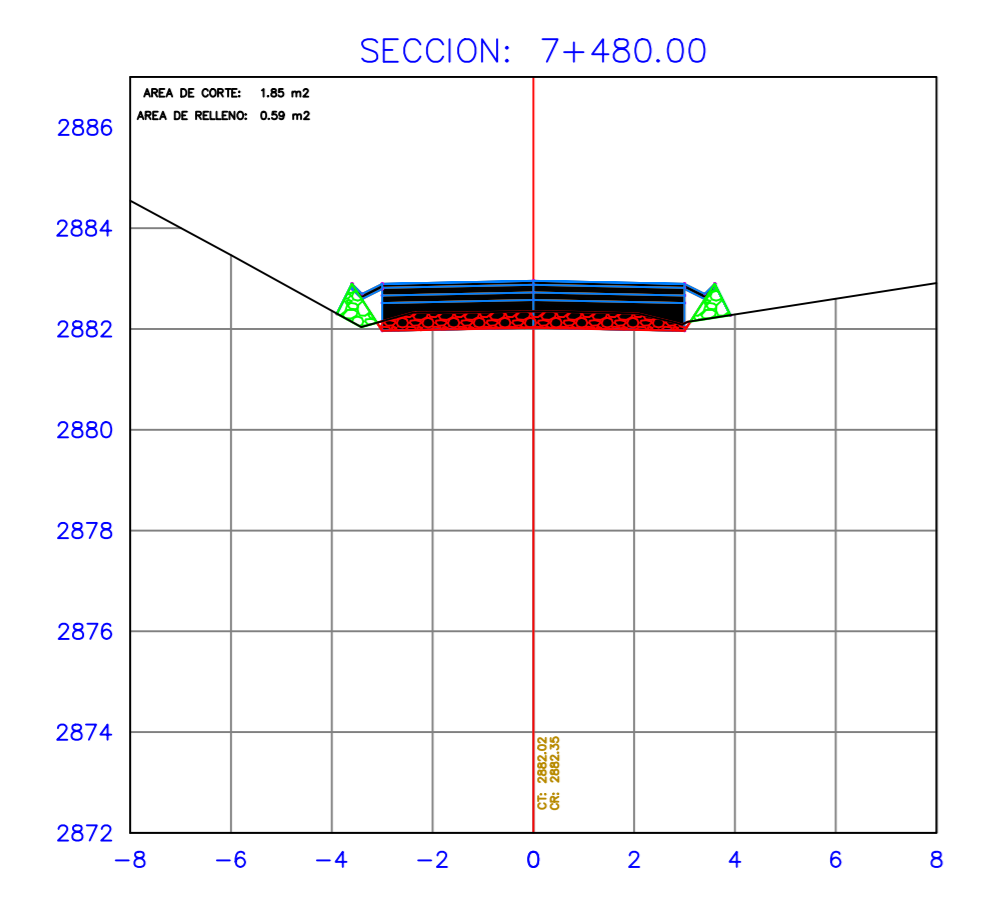
Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Secciones transversales (Corte y Relleno) KM 7+480_KM 7+730

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	V. RELLENO ACUMULADO	V. RELLENO ACUMULADO
7+480.00	0.59	1.85	9.95	45.07	255.40	10160.89
7+500.00	0.50	0.88	10.88	27.34	266.28	10188.22
7+520.00	0.78	0.80	12.76	16.86	279.04	10205.08
7+530.00	0.66	0.87	7.17	8.35	286.21	10213.43
7+540.00	0.45	1.11	5.58	9.85	291.79	10223.29
7+560.00	0.08	0.93	5.25	20.40	297.04	10243.69
7+580.00	0.62	1.44	7.02	23.68	304.06	10267.37
7+590.00	0.71	1.18	6.66	13.10	310.72	10280.47
7+600.00	0.64	2.57	6.90	18.52	317.62	10298.99
7+610.00	0.30	3.69	4.86	31.05	322.48	10330.04
7+620.00	0.15	4.14	2.32	39.04	324.80	10369.08
7+630.00	0.12	4.54	1.39	43.40	326.20	10412.48
7+640.00	0.10	5.16	1.10	48.49	327.29	10460.96
7+650.00	0.00	6.21	0.49	56.72	327.79	10517.68
7+660.00	0.03	7.34	0.14	67.70	327.93	10585.38
7+680.00	0.00	9.28	0.27	166.26	328.20	10751.64
7+700.00	0.00	8.81	0.00	180.89	328.20	10932.53
7+710.00	0.00	9.02	0.00	89.20	328.20	11021.73
7+720.00	0.00	9.88	0.00	94.11	328.20	11115.84
7+730.00	0.00	7.55	0.00	86.69	328.20	11202.53



ESCALA	1/150
LAMINA	6/10

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISIA 5+800 HASTA LA ABCISIA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Secciones transversales (Corte y Relleno) KM 7+740_KM 8+020

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

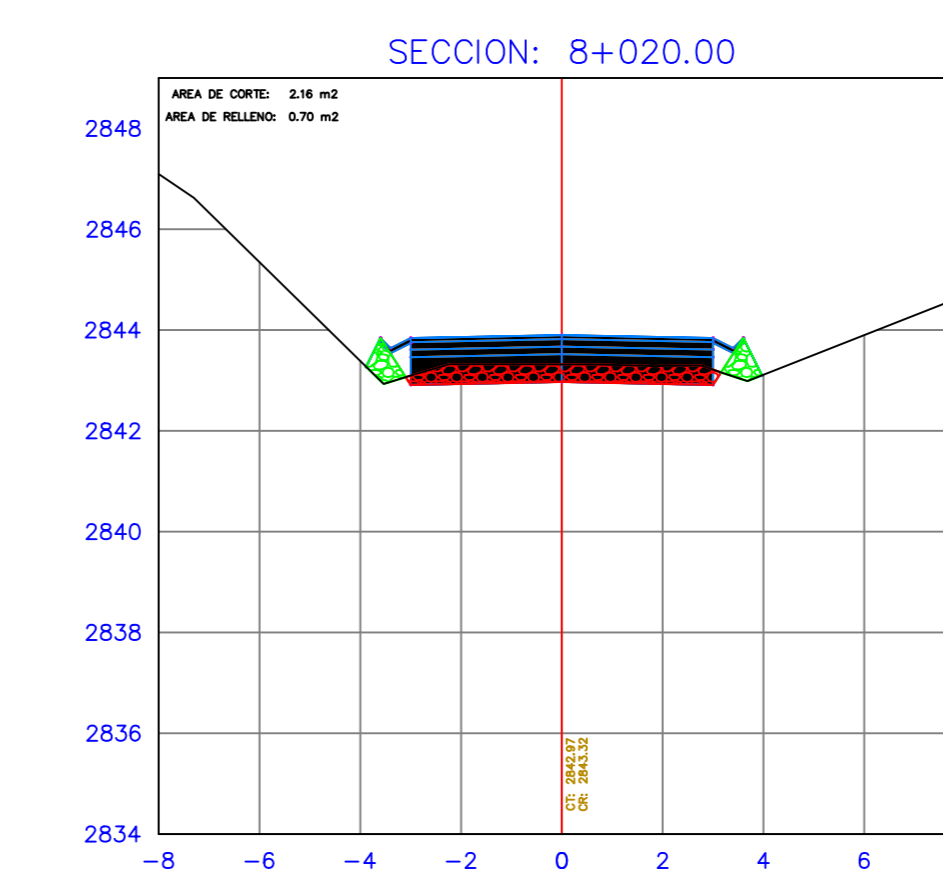
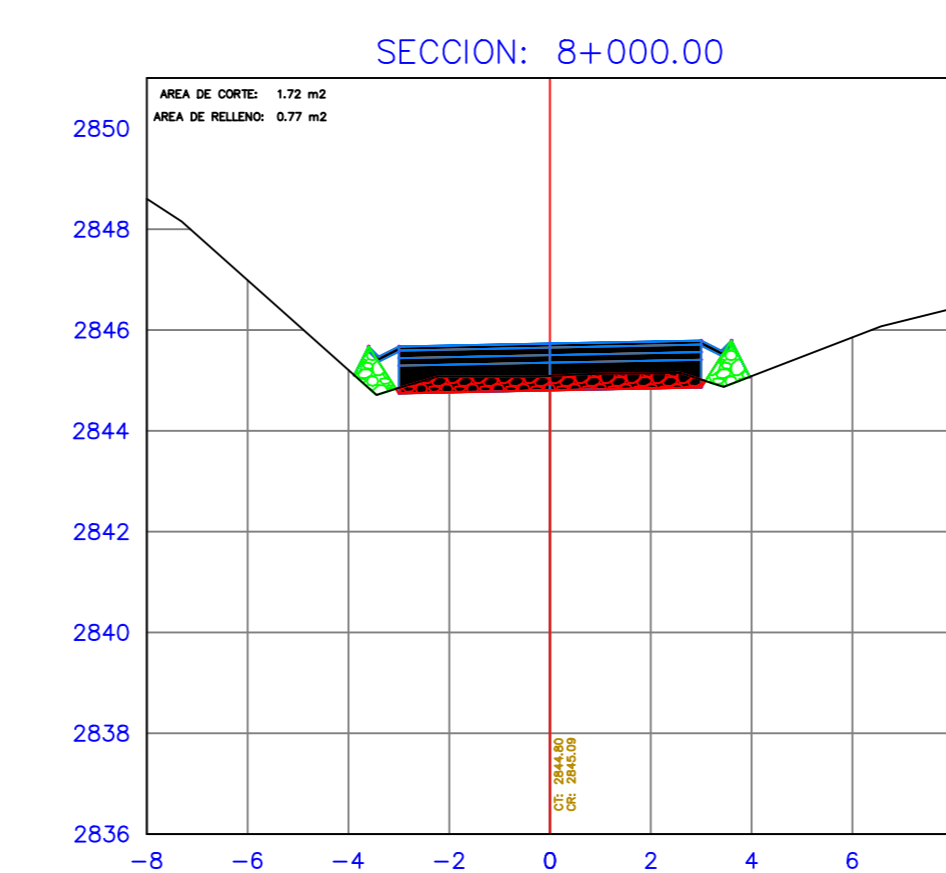
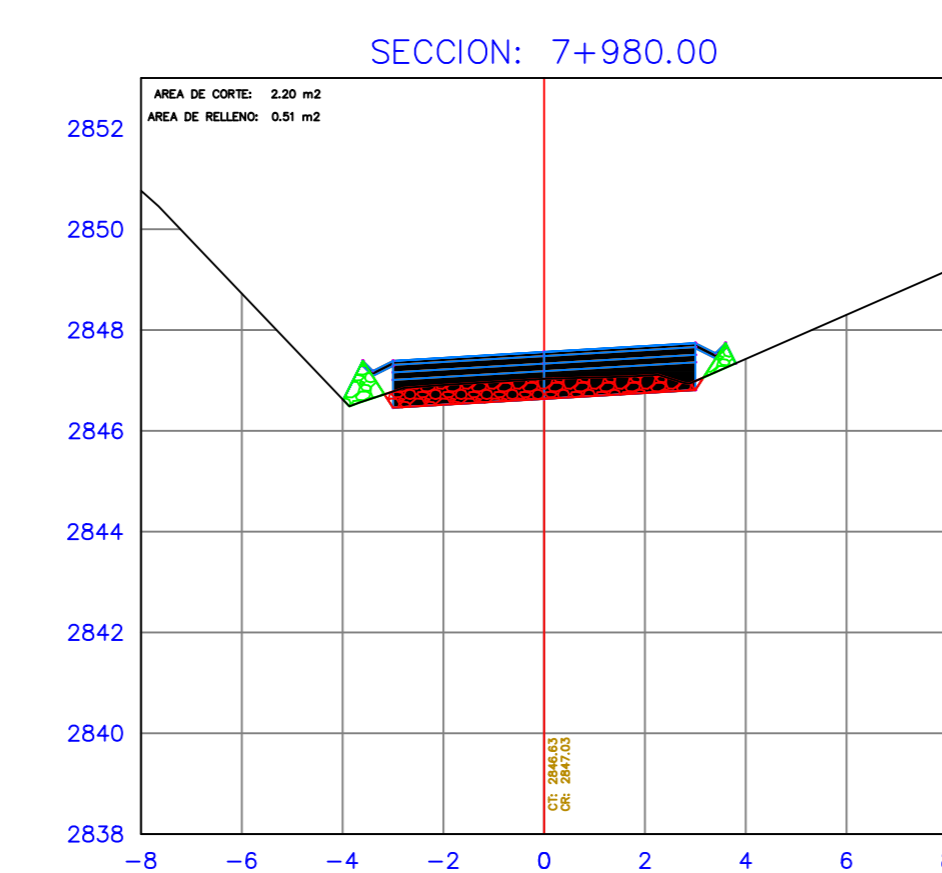
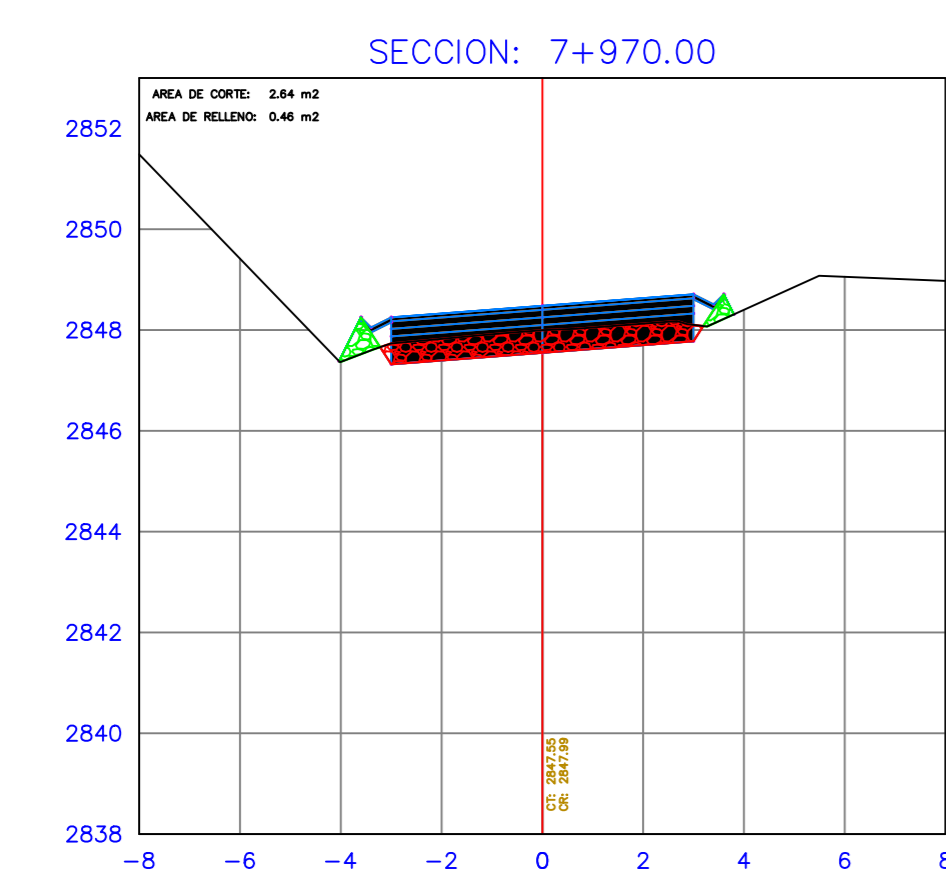
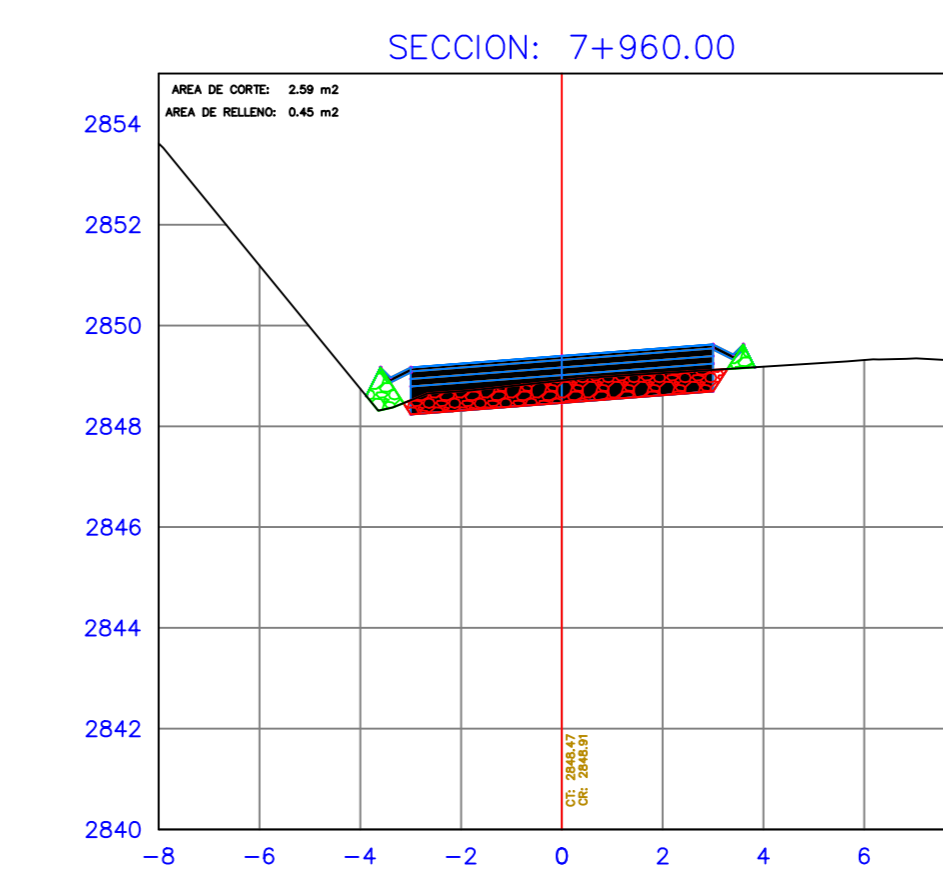
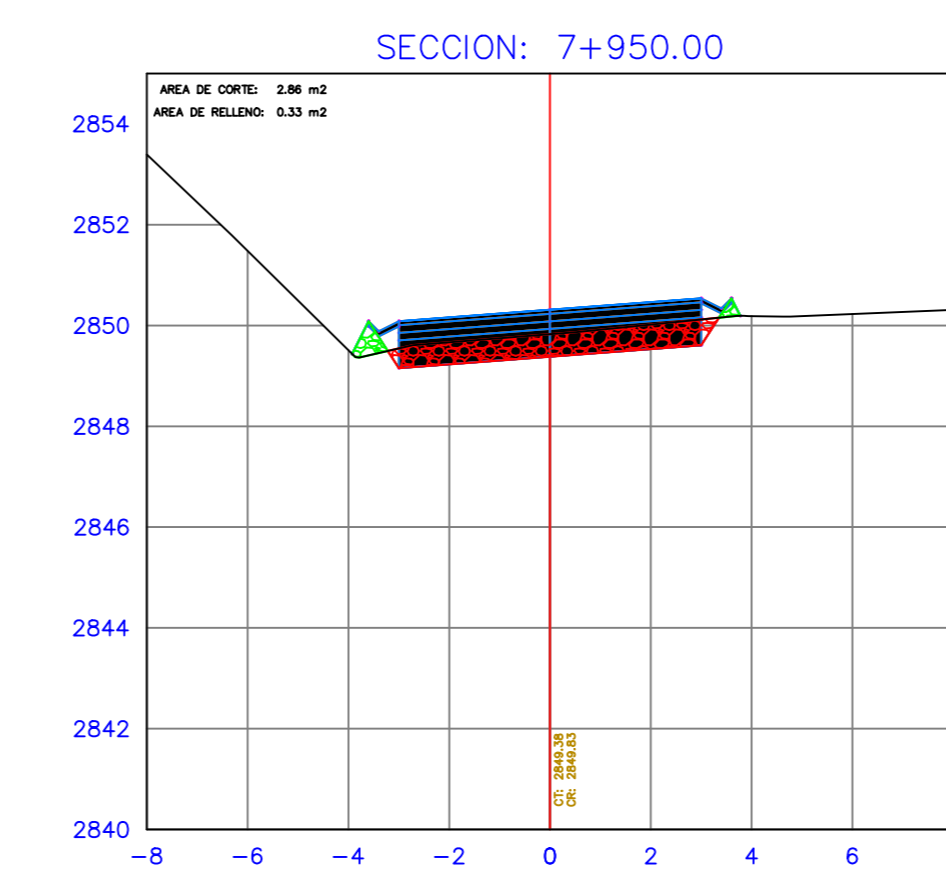
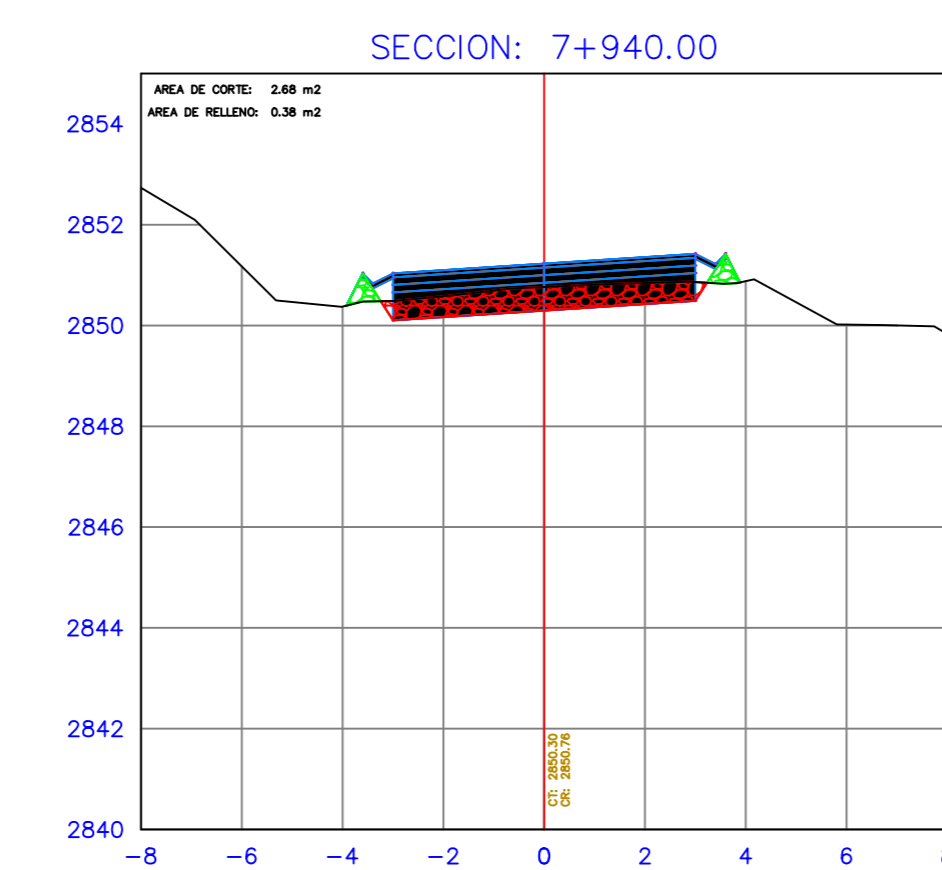
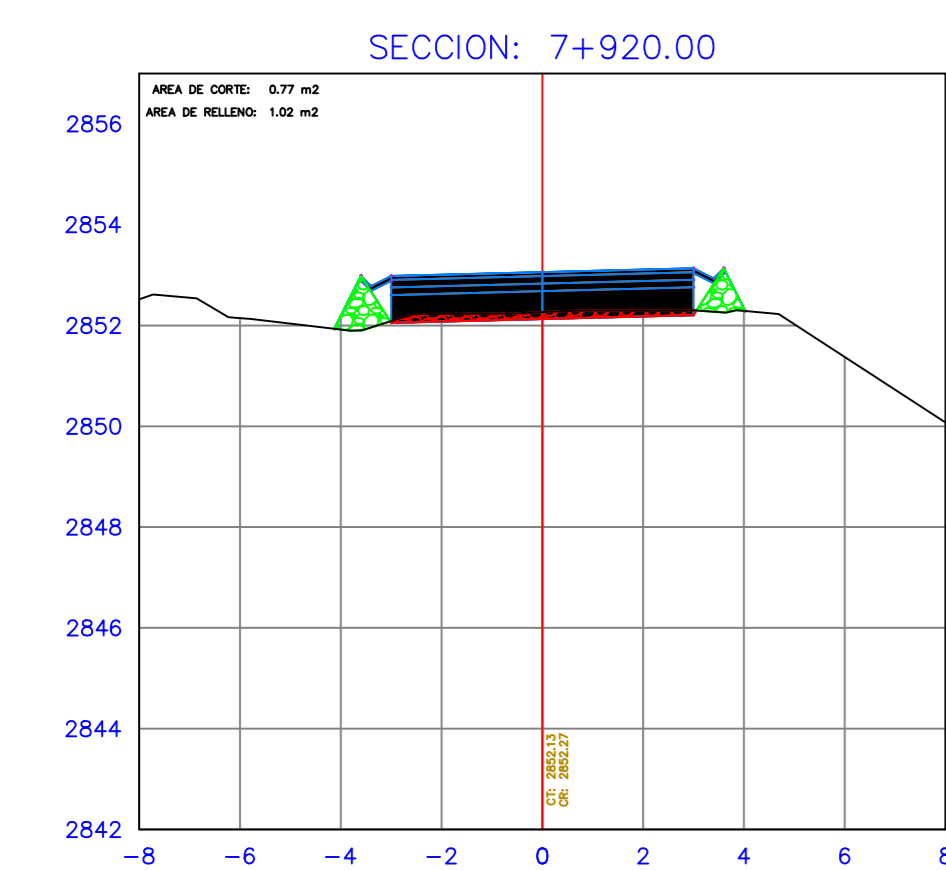
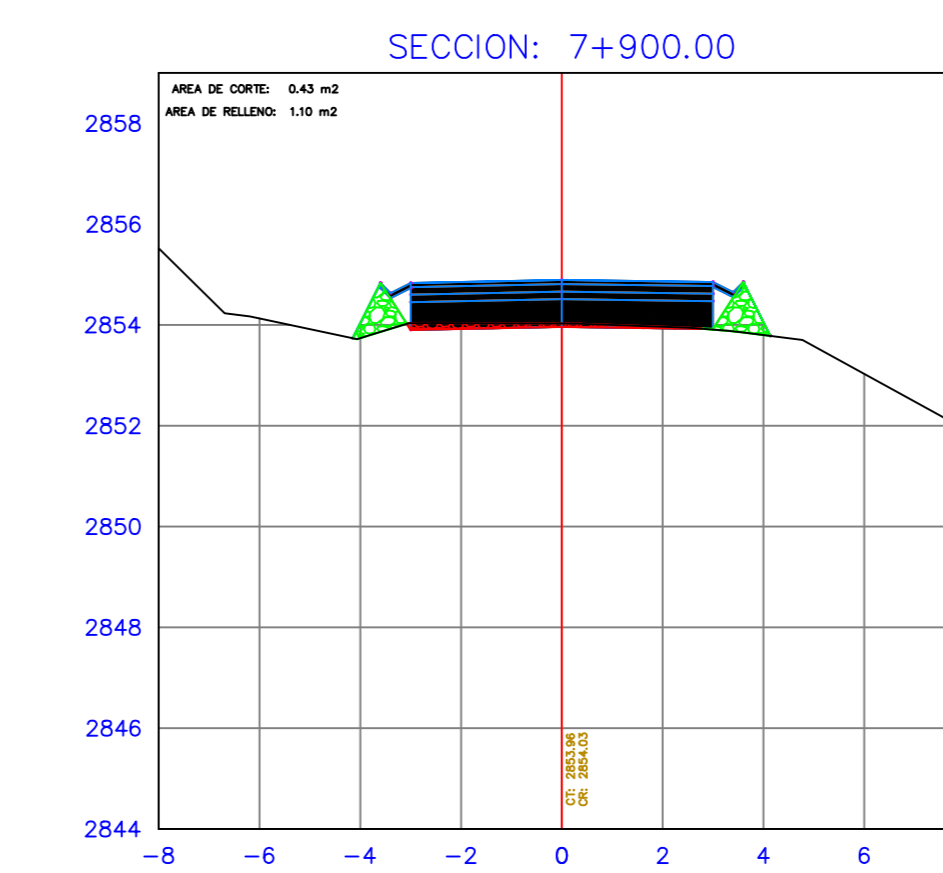
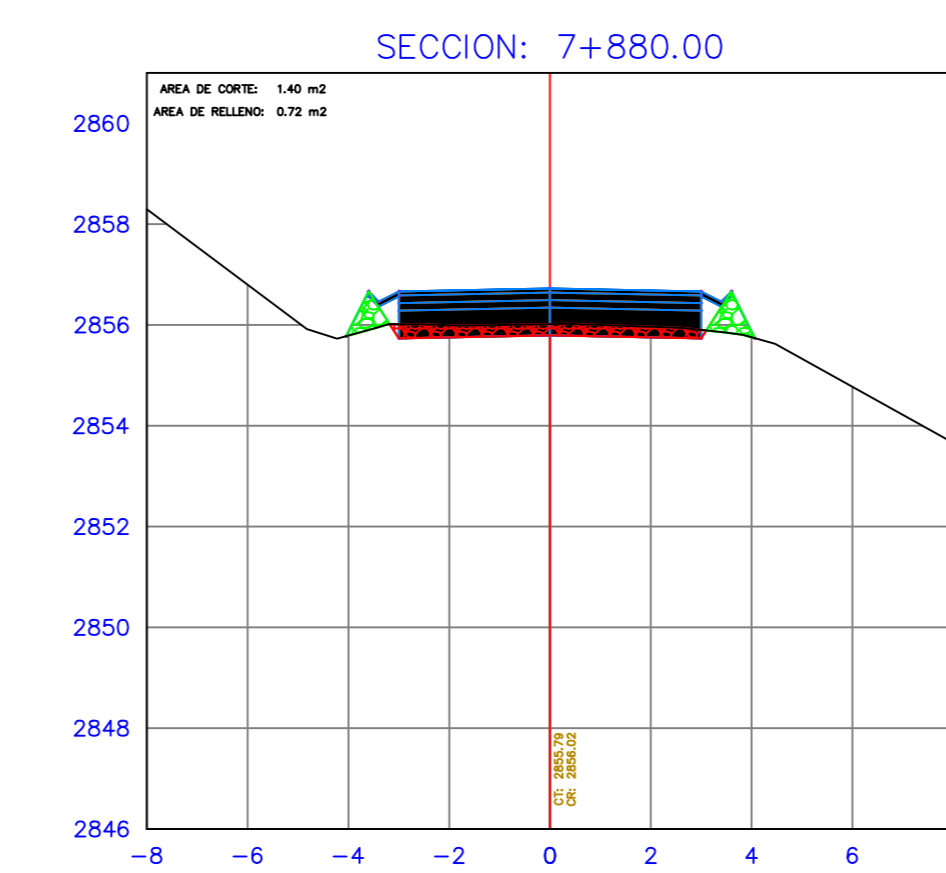
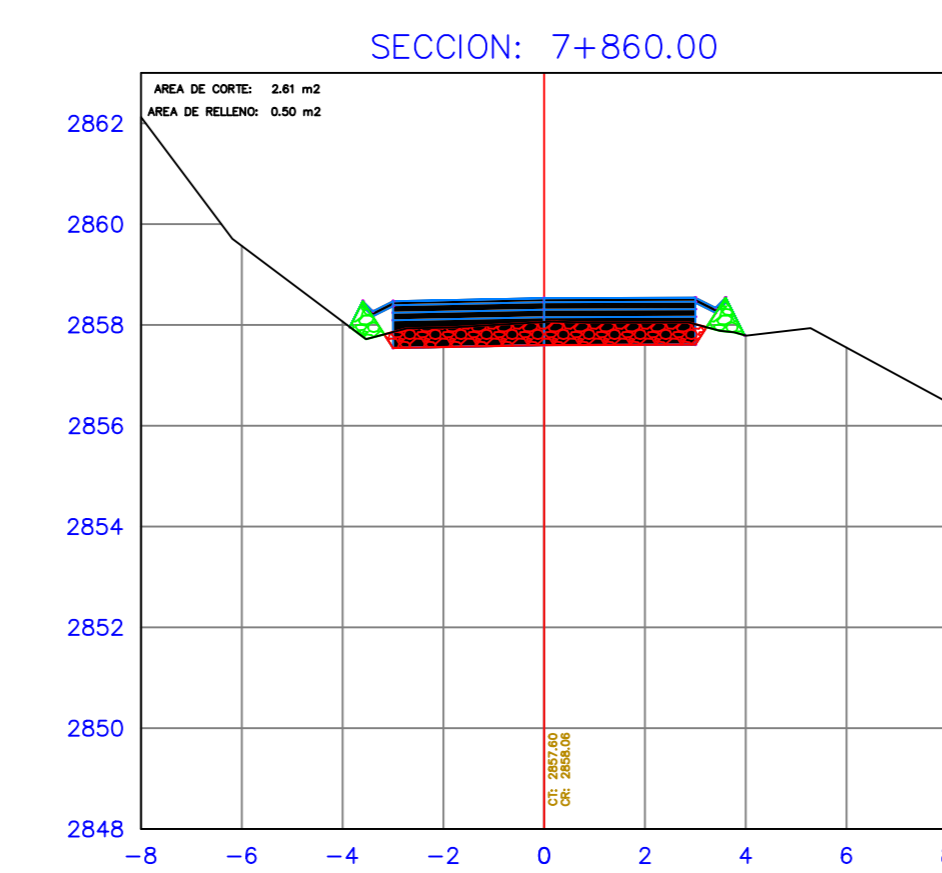
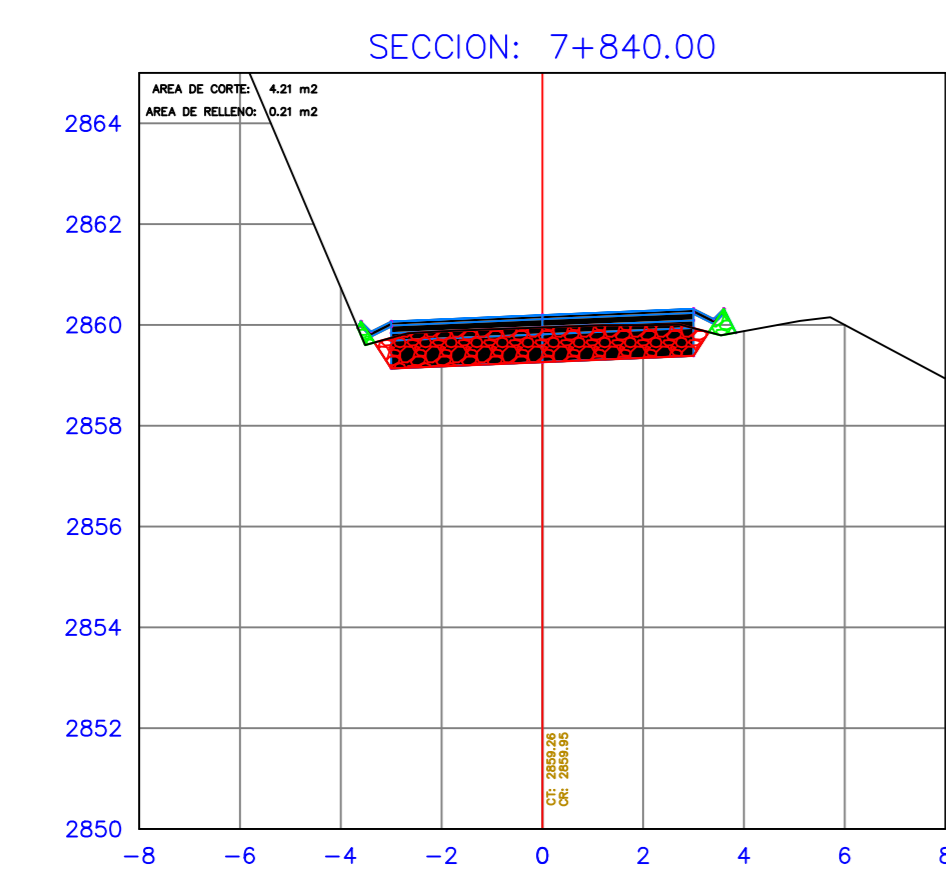
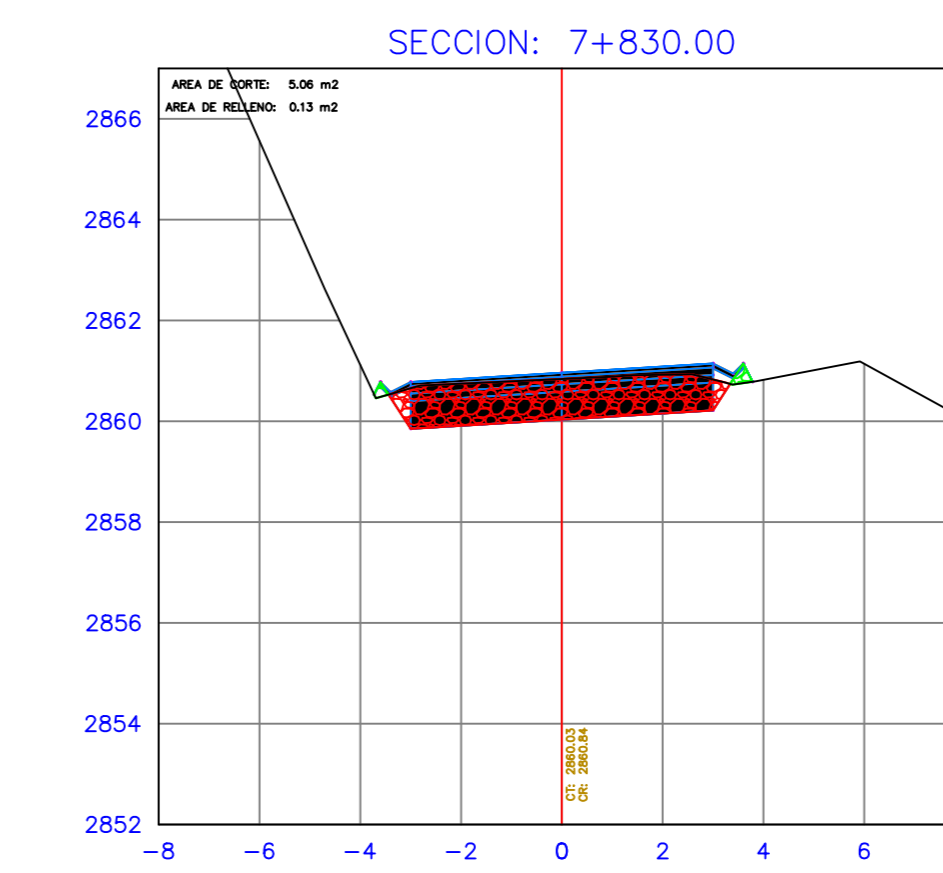
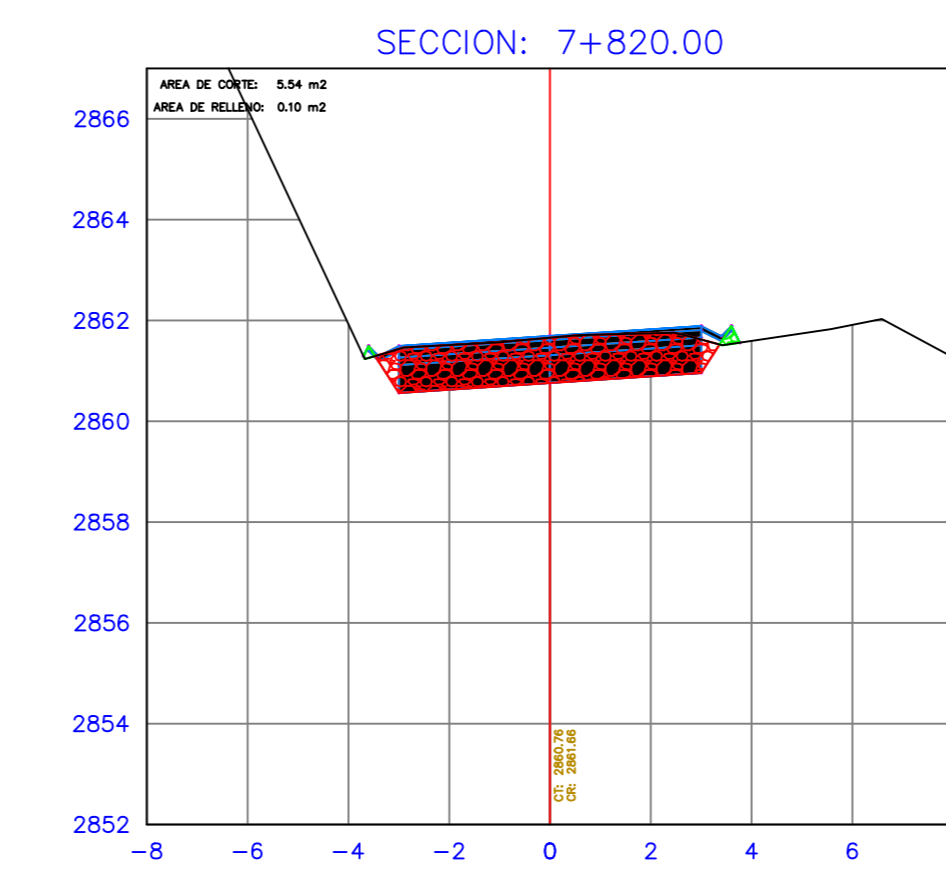
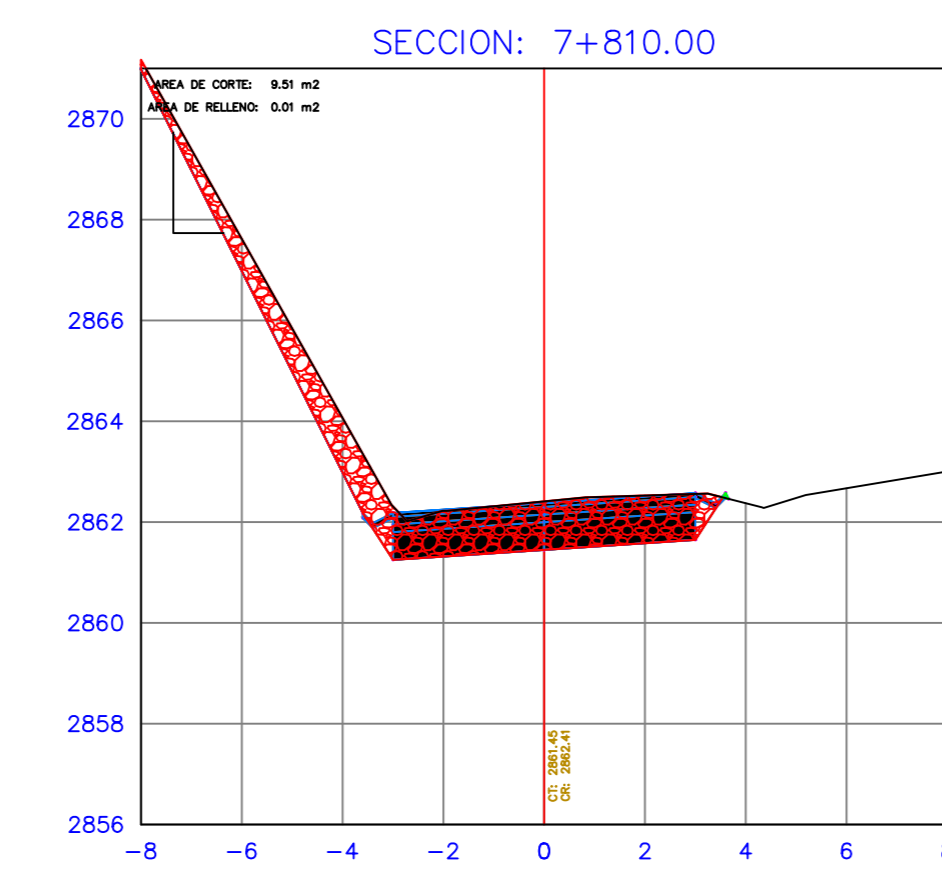
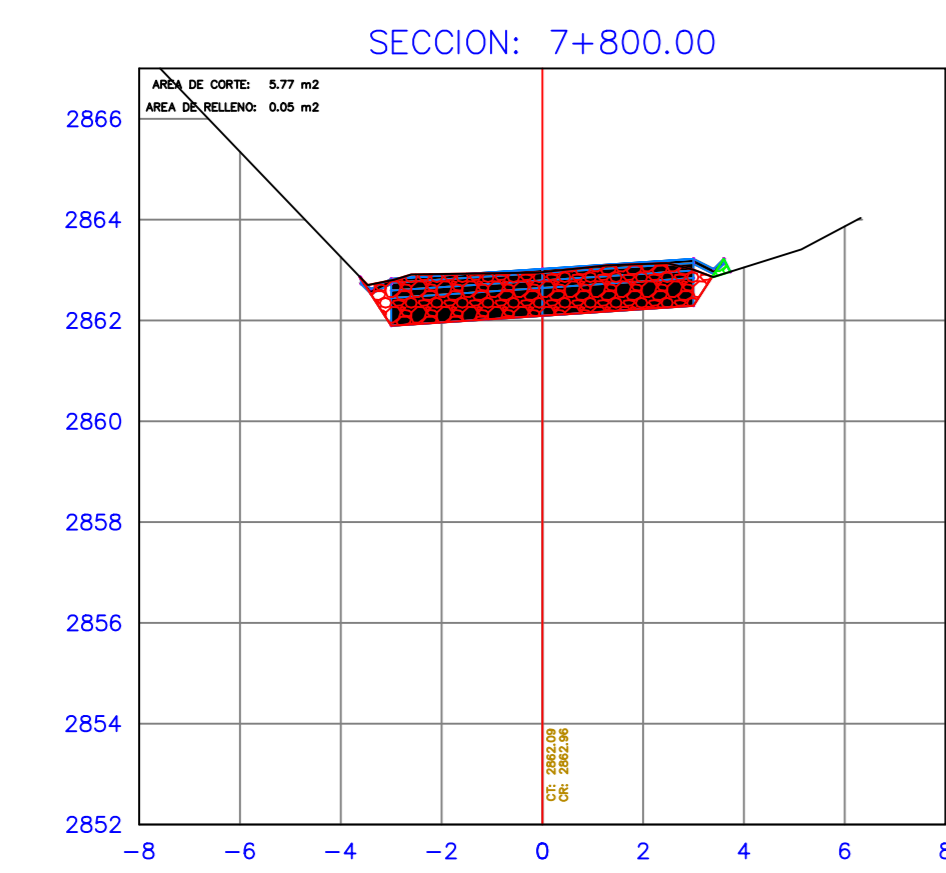
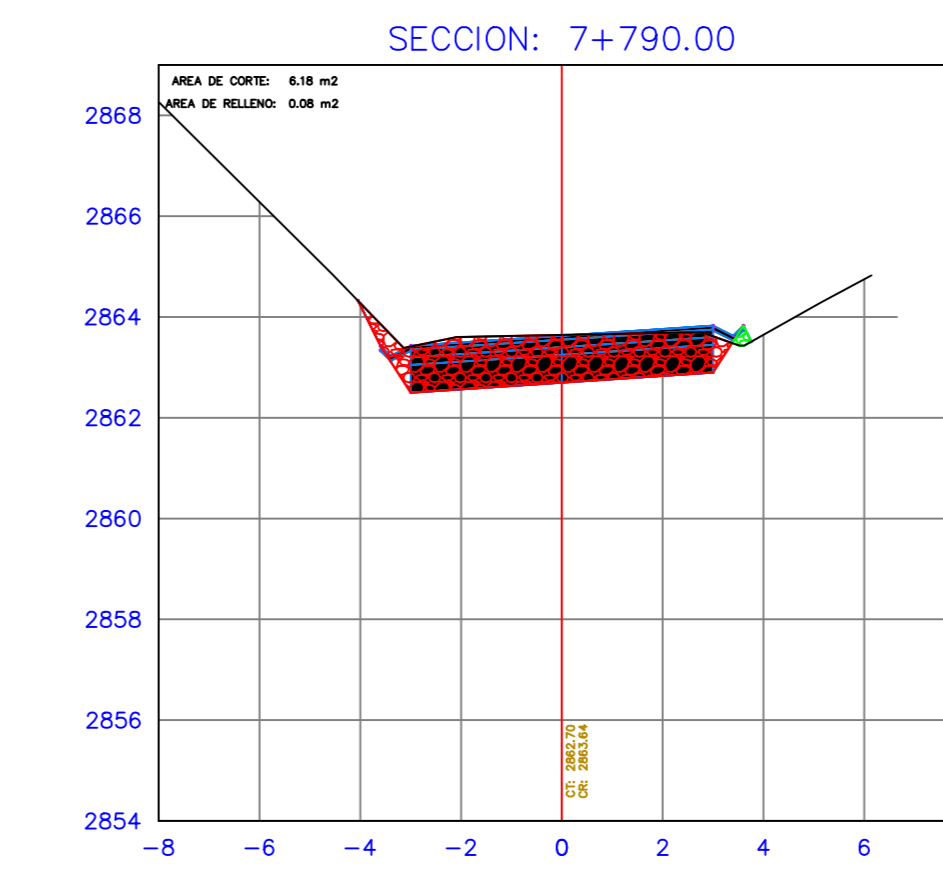
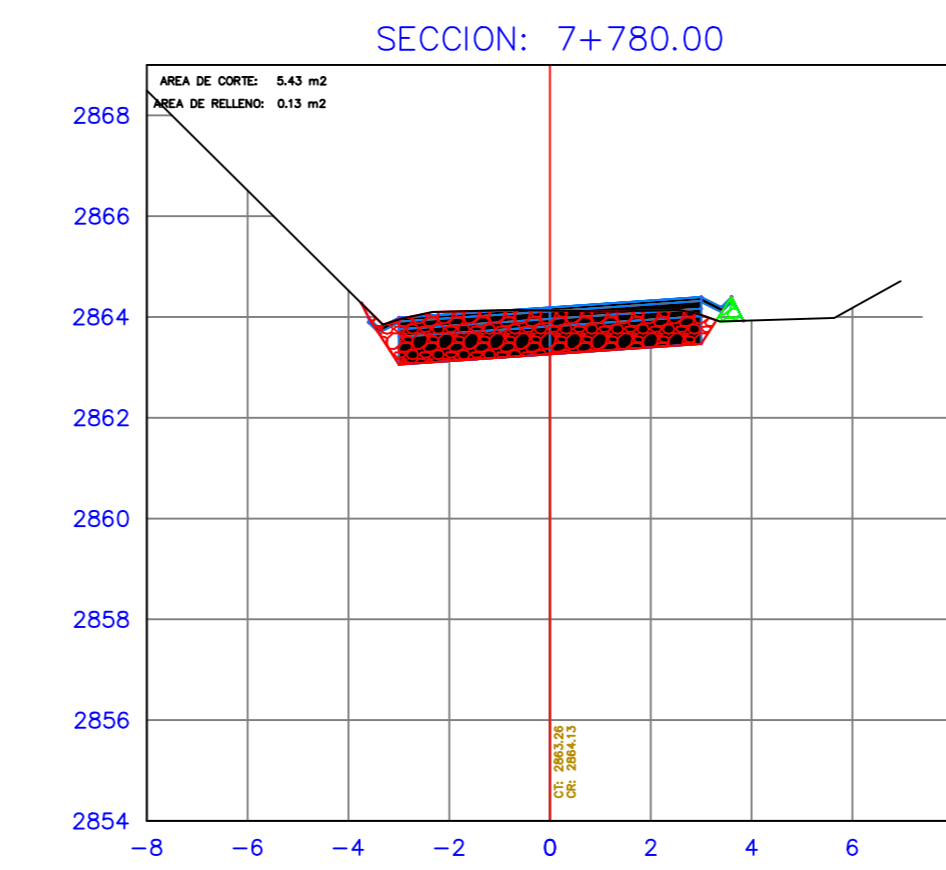
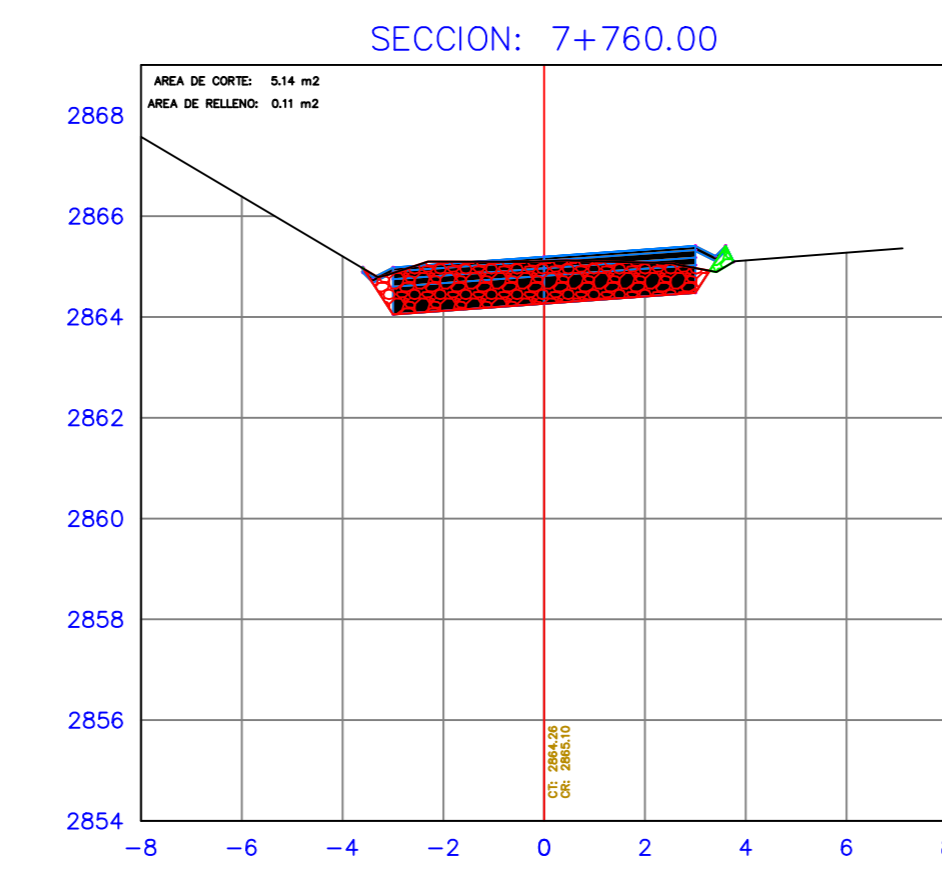
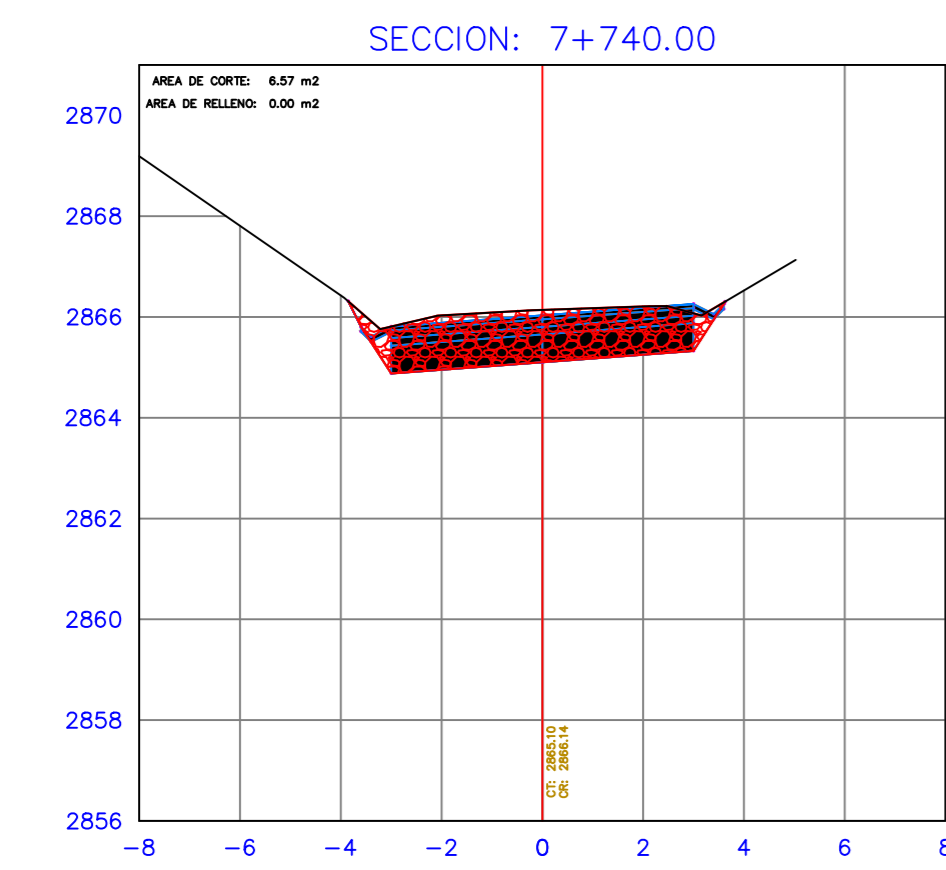
TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	V. RELLENO ACUMULADO	V. RELLENO ACUMULADO
7+740.00	0.00	6.57	0.00	70.46	328.20	11272.99
7+760.00	0.11	5.14	1.07	117.10	329.26	11390.09
7+780.00	0.13	5.43	2.37	105.77	331.63	11495.86
7+790.00	0.08	6.18	1.07	57.92	332.70	11553.78
7+800.00	0.05	5.77	0.69	59.60	333.39	11613.38
7+810.00	0.01	9.51	0.31	75.42	333.70	11688.80
7+820.00	0.10	5.54	0.55	74.28	334.26	11765.08
7+830.00	0.13	5.06	1.21	52.95	335.46	11816.03
7+840.00	0.21	4.21	1.72	46.34	337.19	11862.36
7+860.00	0.50	2.61	7.08	68.23	344.26	11930.60
7+880.00	0.72	1.40	12.23	40.09	356.49	11970.68
7+900.00	1.10	0.43	18.19	18.34	374.68	11989.02
7+920.00	1.02	0.77	21.20	12.02	395.89	12001.04
7+940.00	0.38	2.68	14.02	34.49	409.90	12035.53
7+950.00	0.33	2.86	3.50	27.76	413.40	12063.28
7+960.00	0.45	2.59	3.78	27.35	417.18	12090.63
7+970.00	0.46	2.64	4.45	26.18	421.63	12116.81
7+980.00	0.51	2.20	4.73	24.12	426.36	12140.93
8+000.00	0.77	1.72	12.79	39.10	439.15	12180.03
8+020.00	0.70	2.16	14.68	38.77	453.83	12218.80

ESCALA

1/150

LAMINA

7/10



Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISCA 5+800 HASTA LA ABCISCA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Secciones transversales (Corte y Relleno) KM 8+040_KM 8+330

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

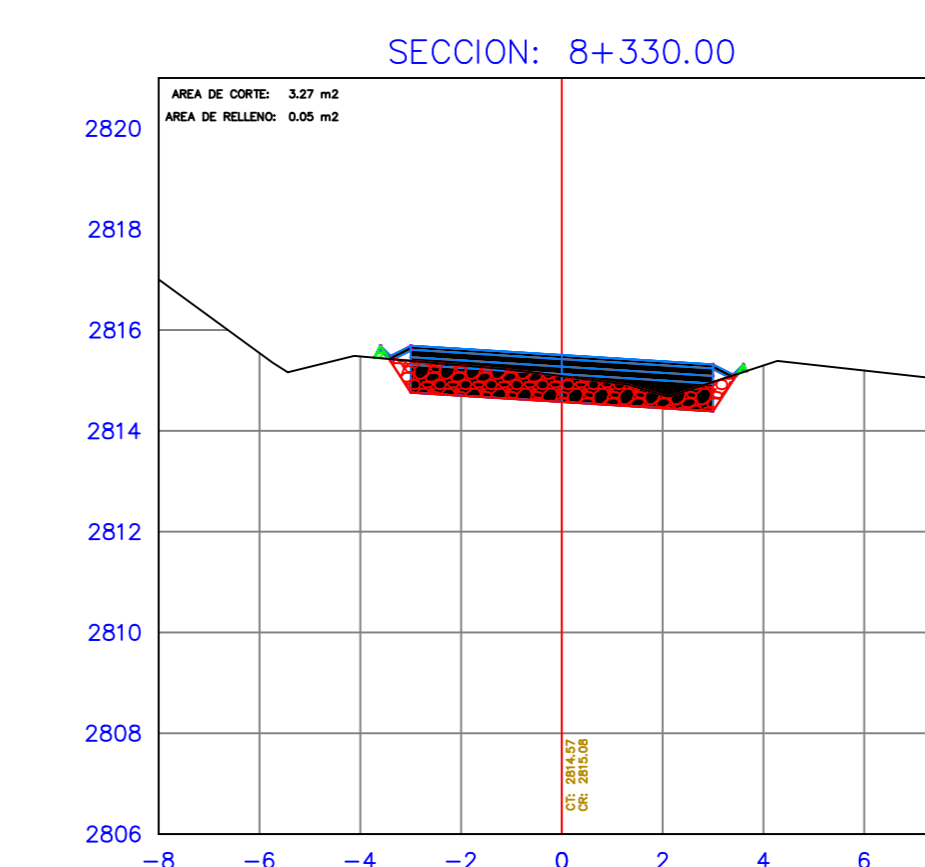
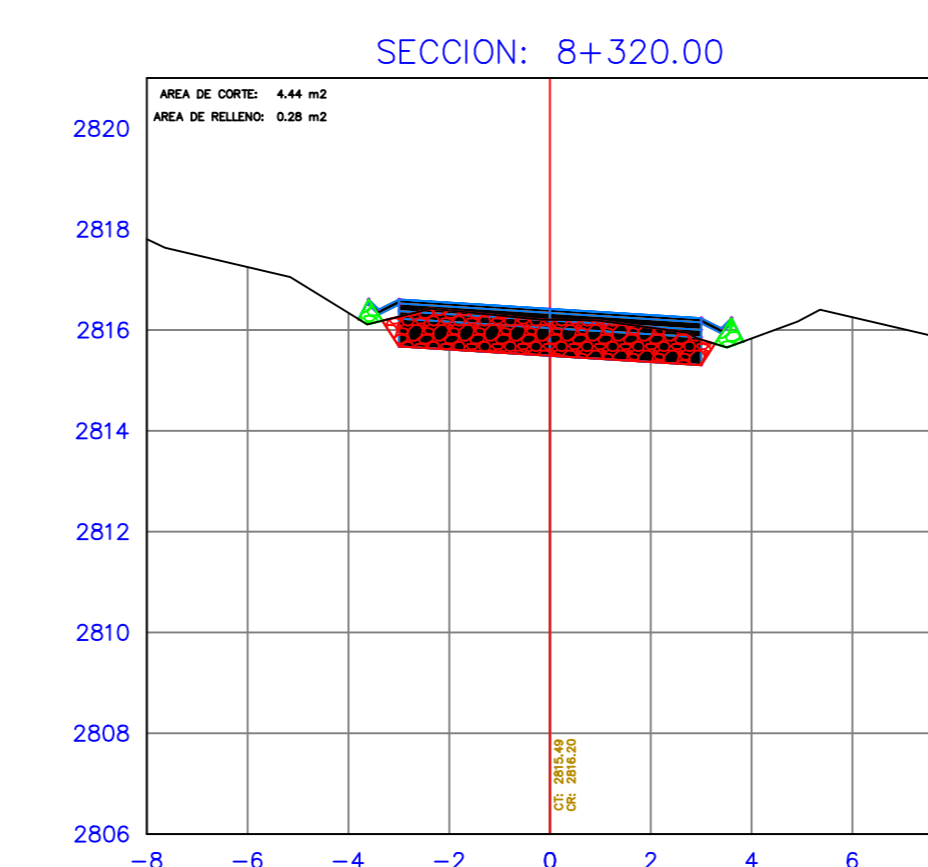
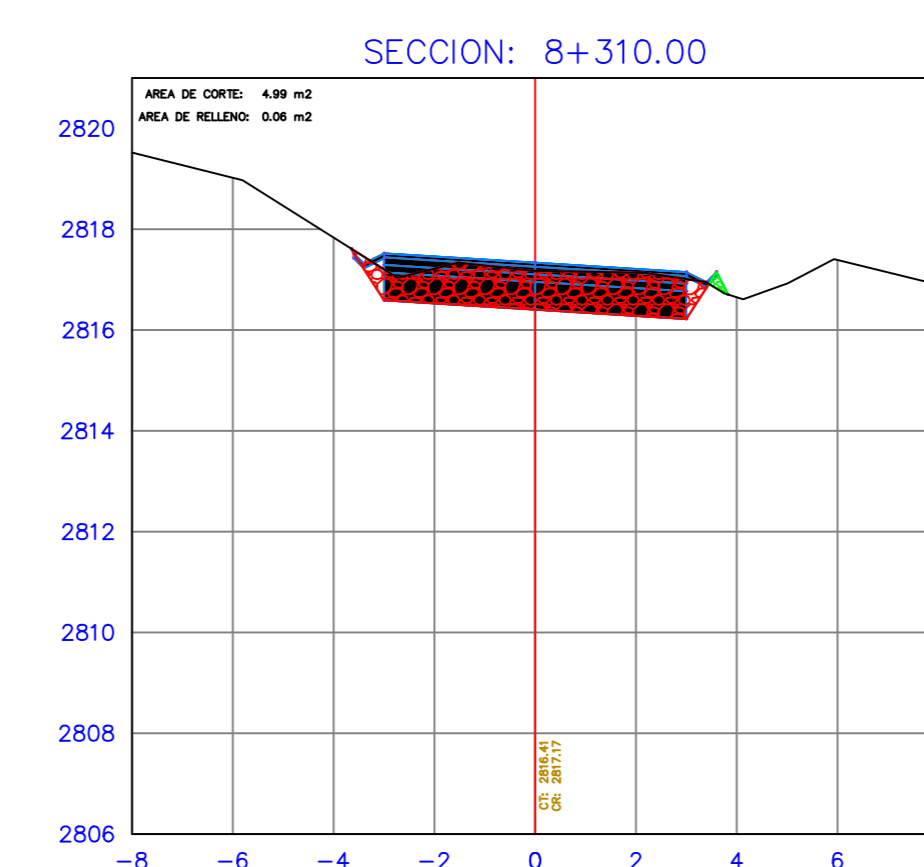
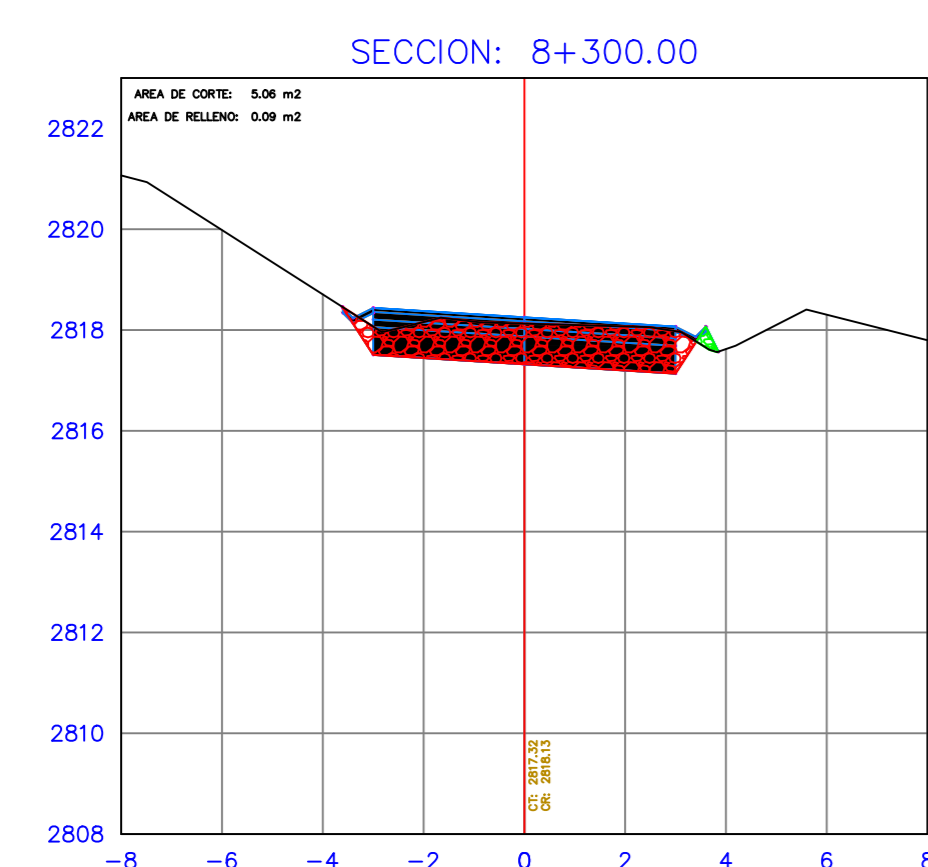
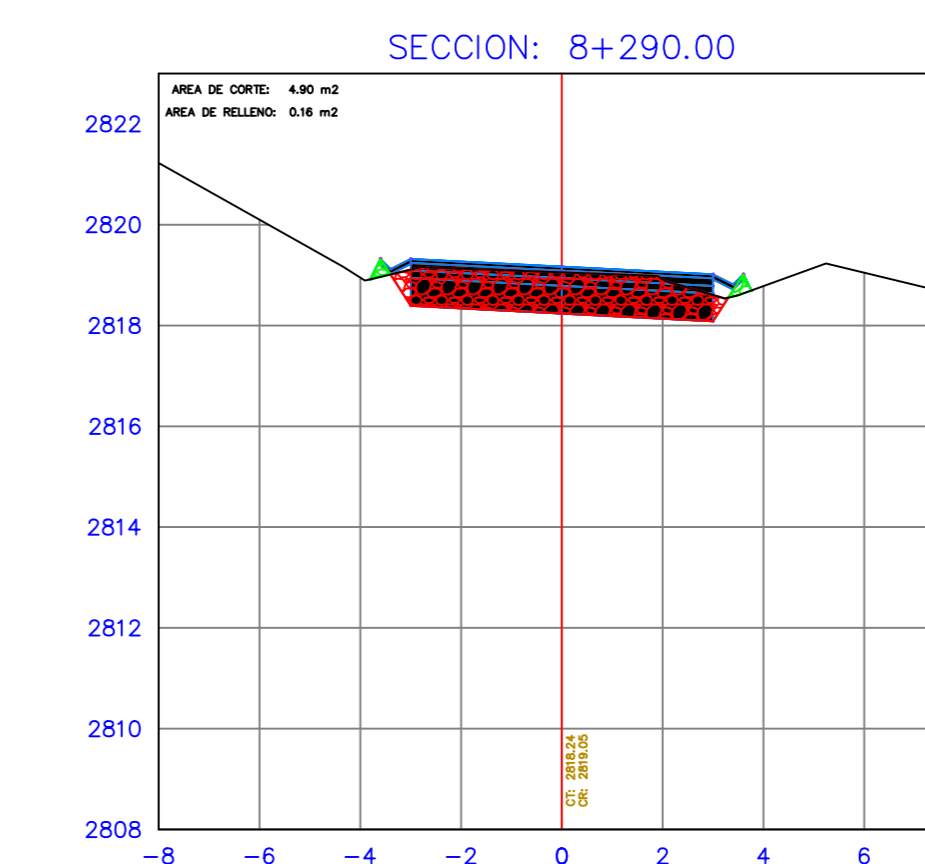
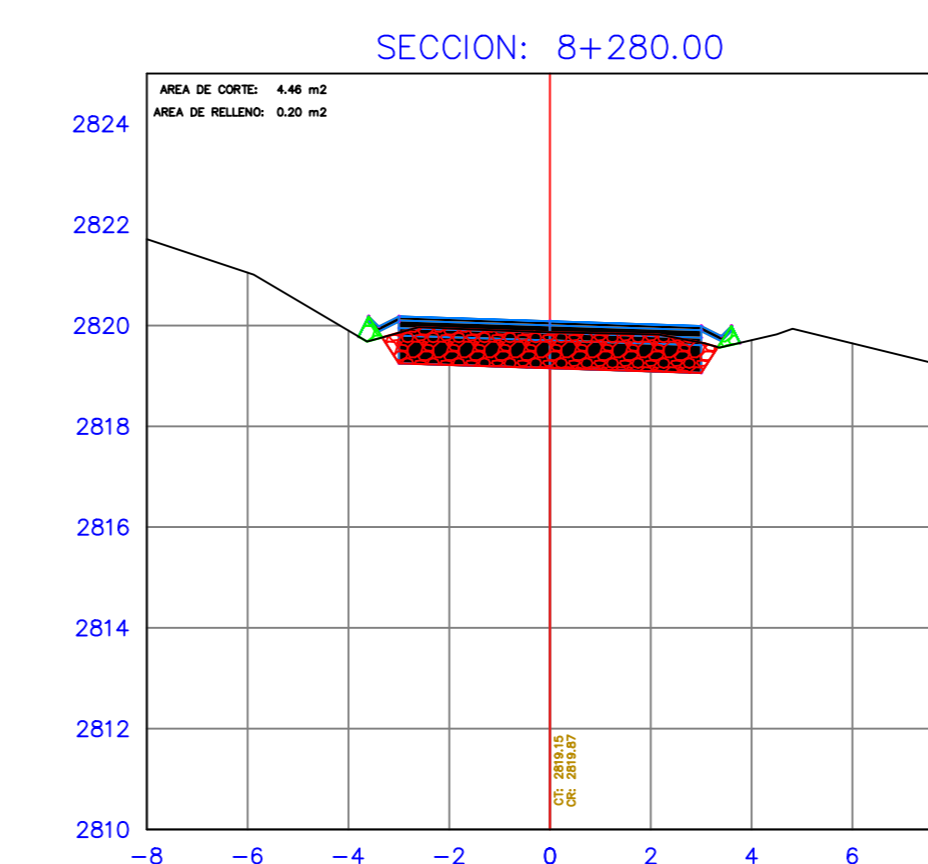
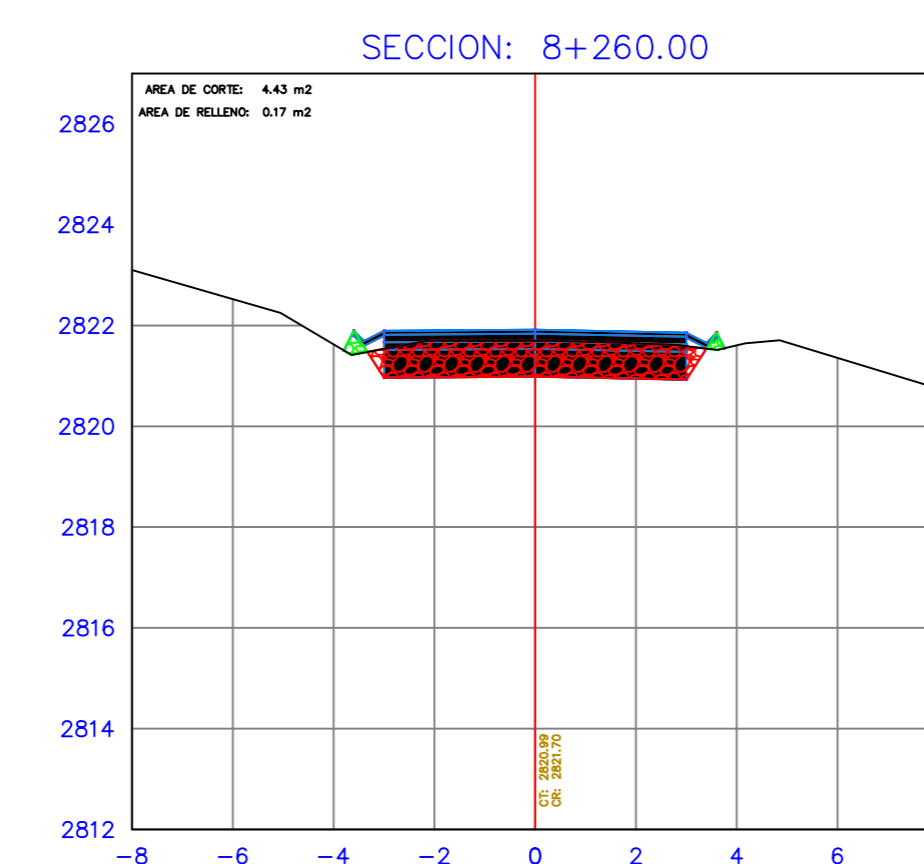
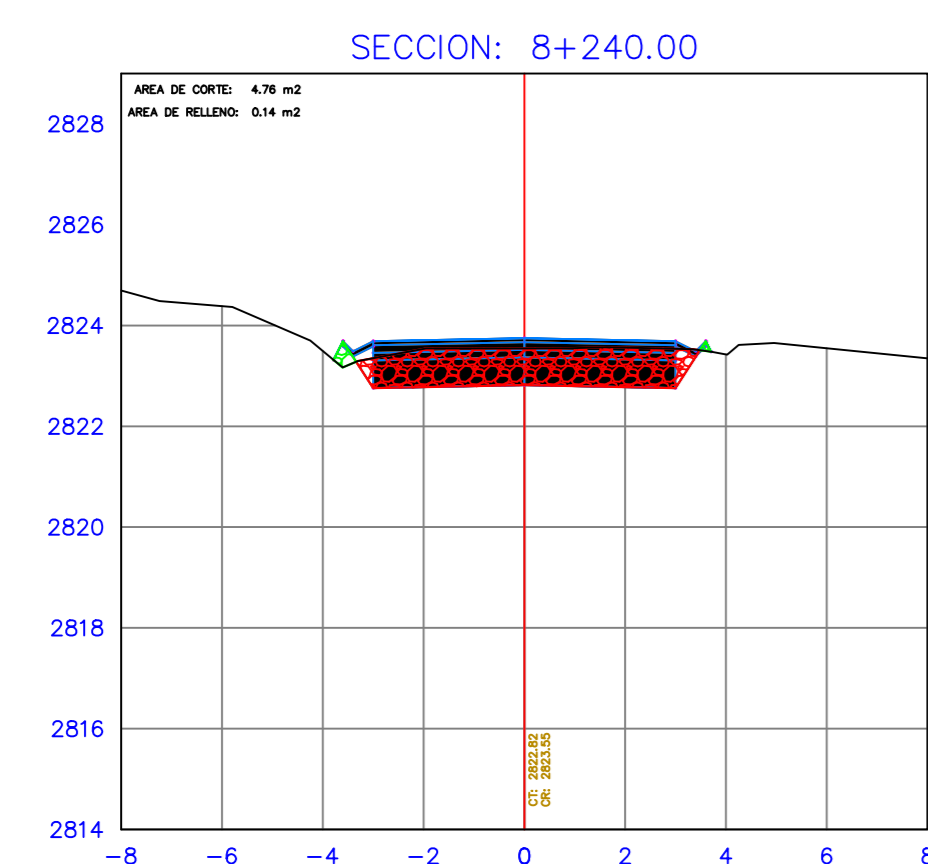
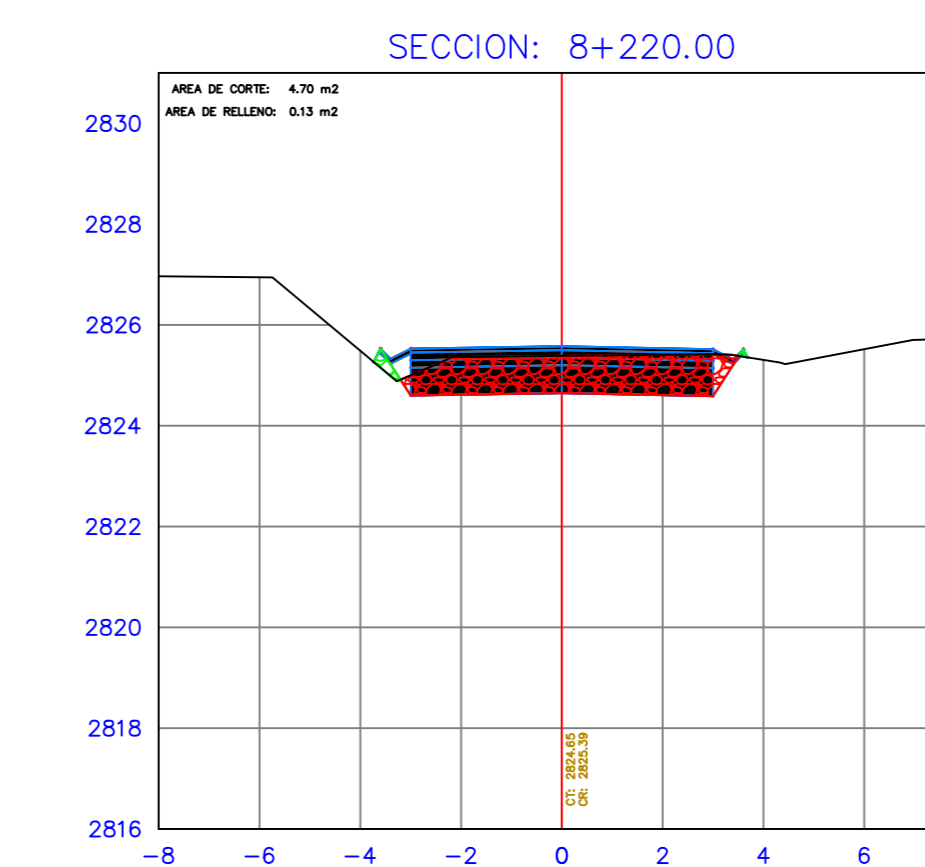
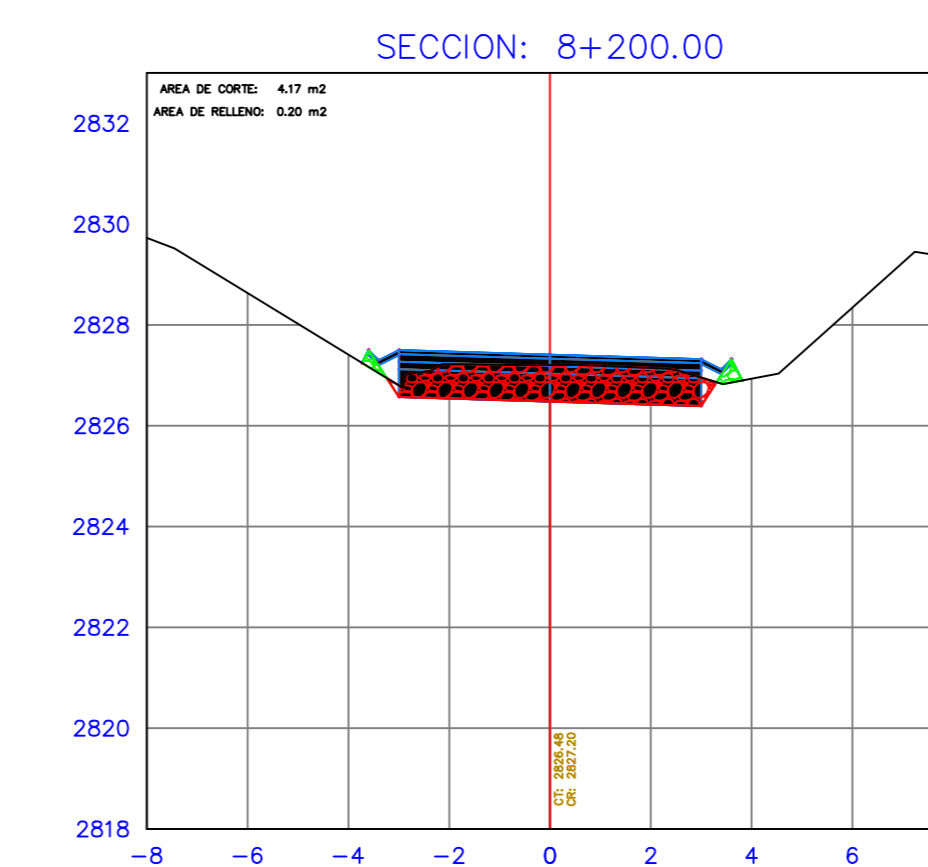
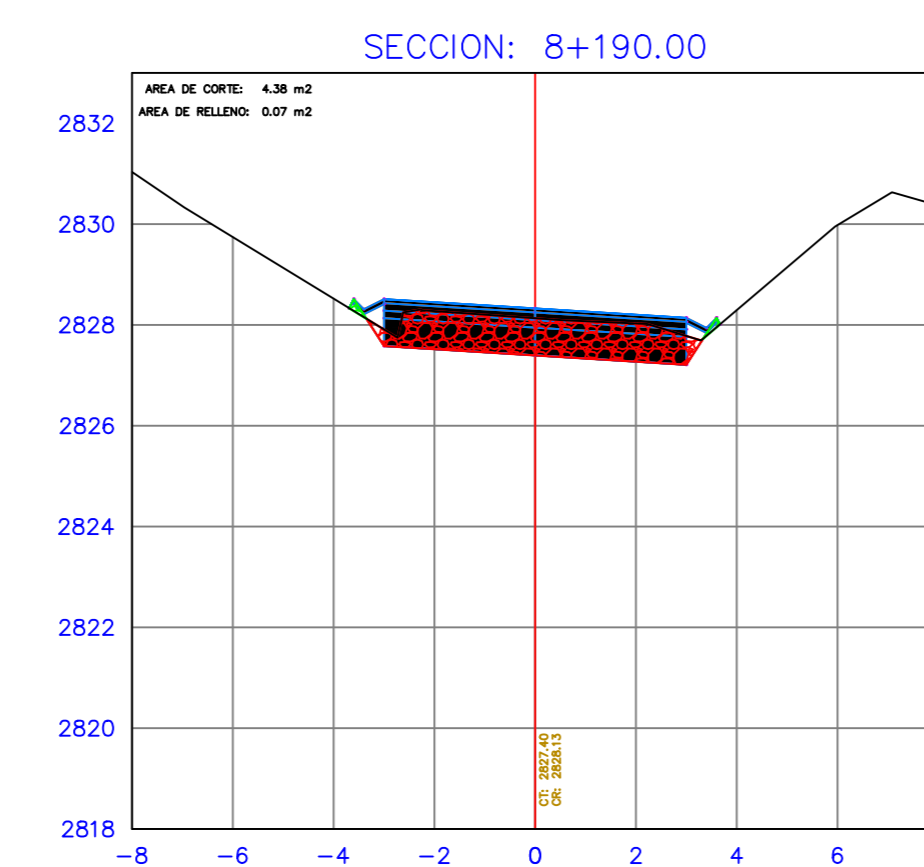
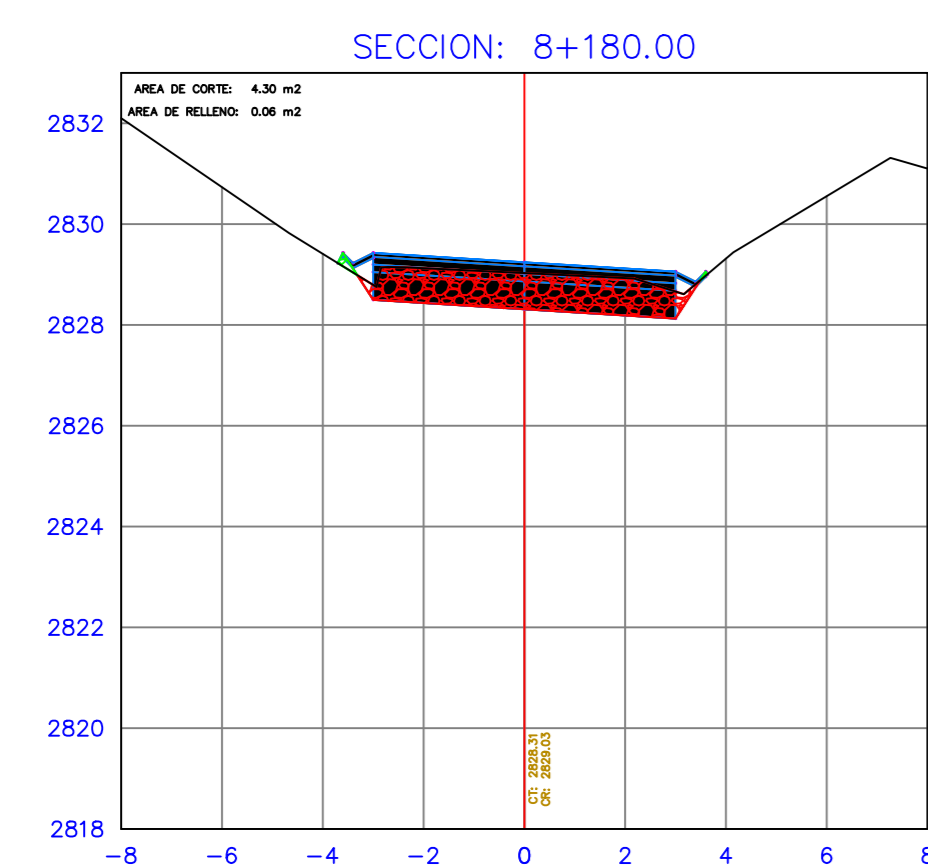
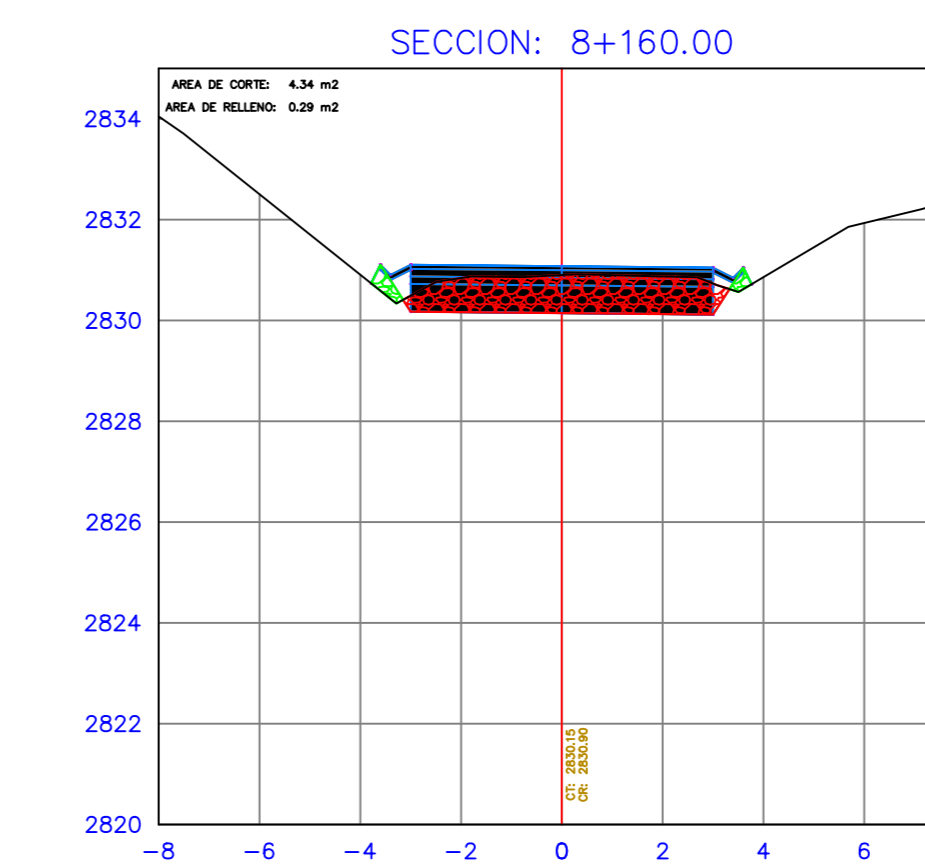
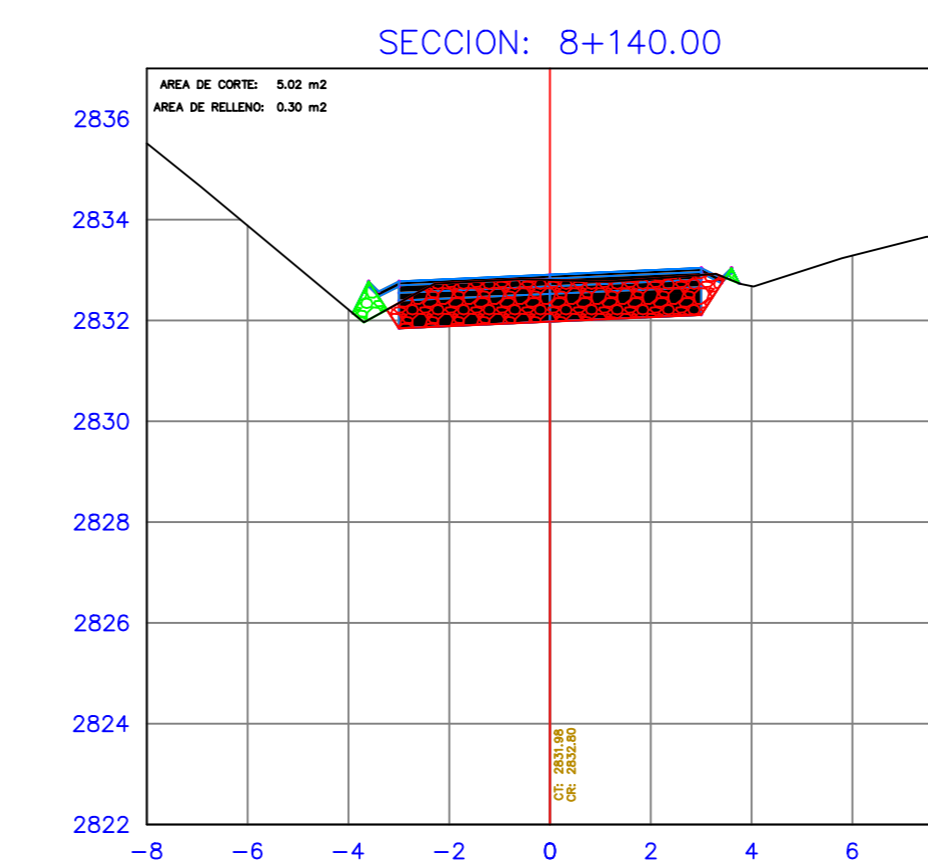
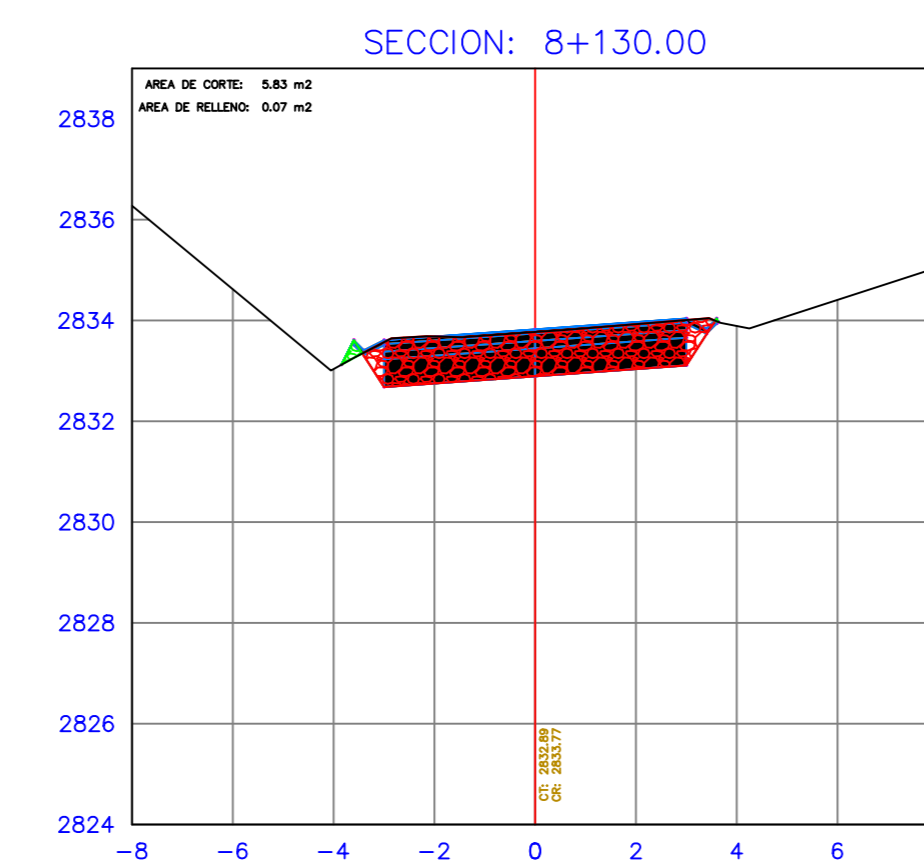
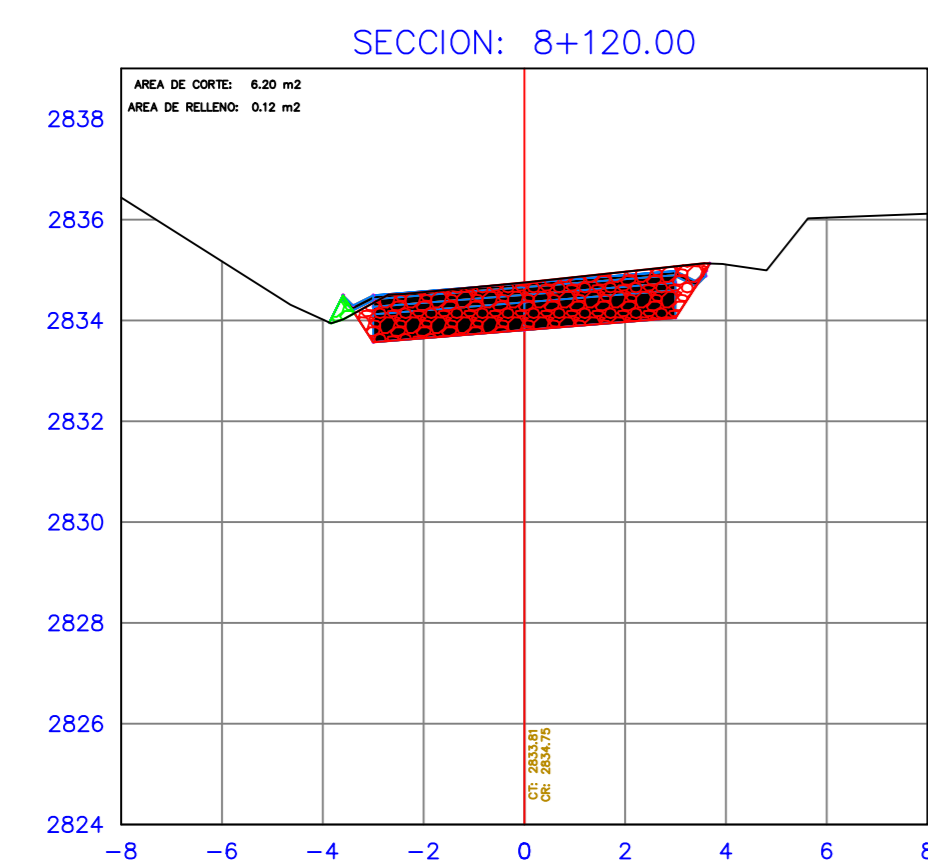
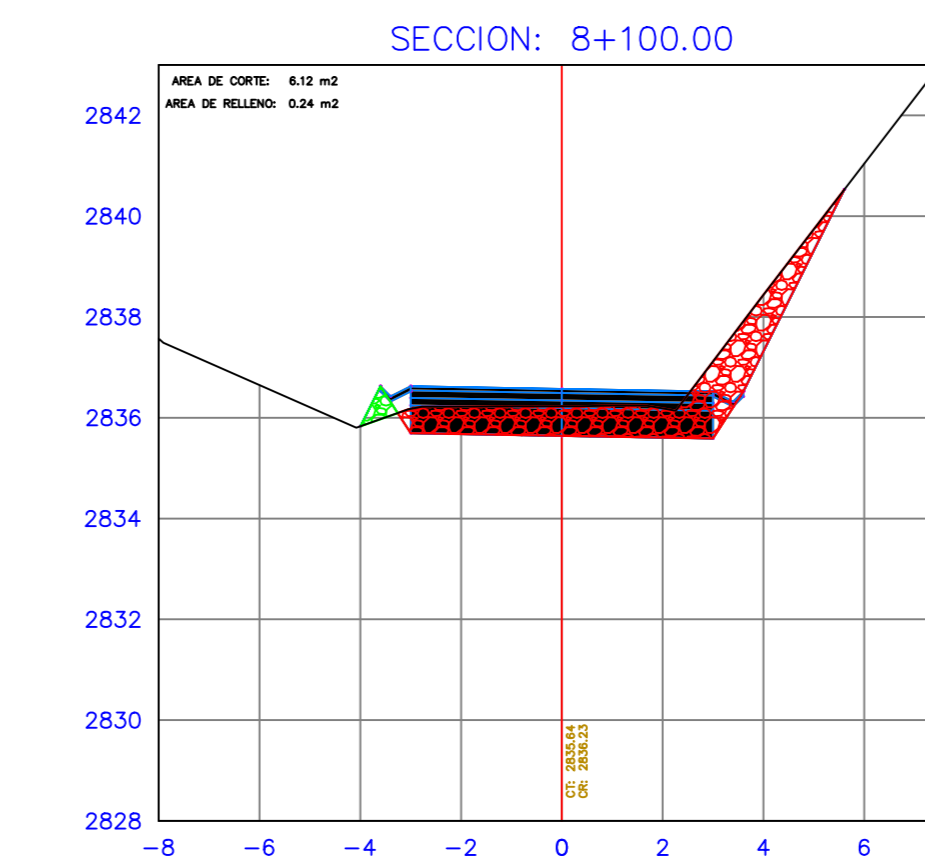
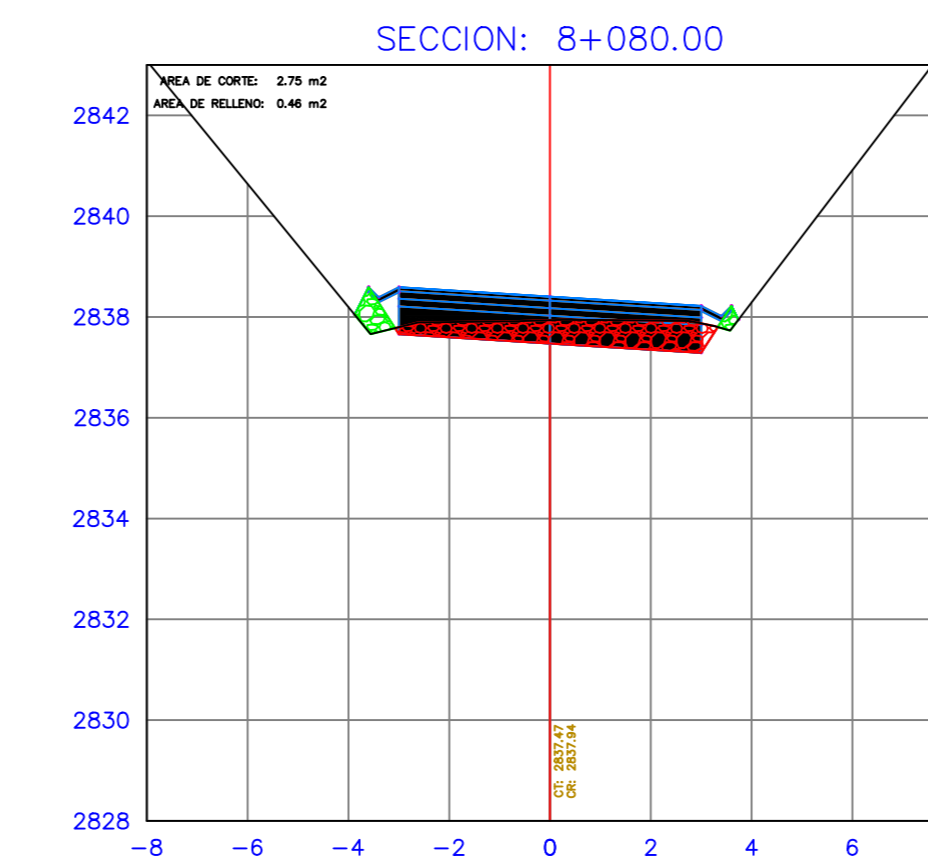
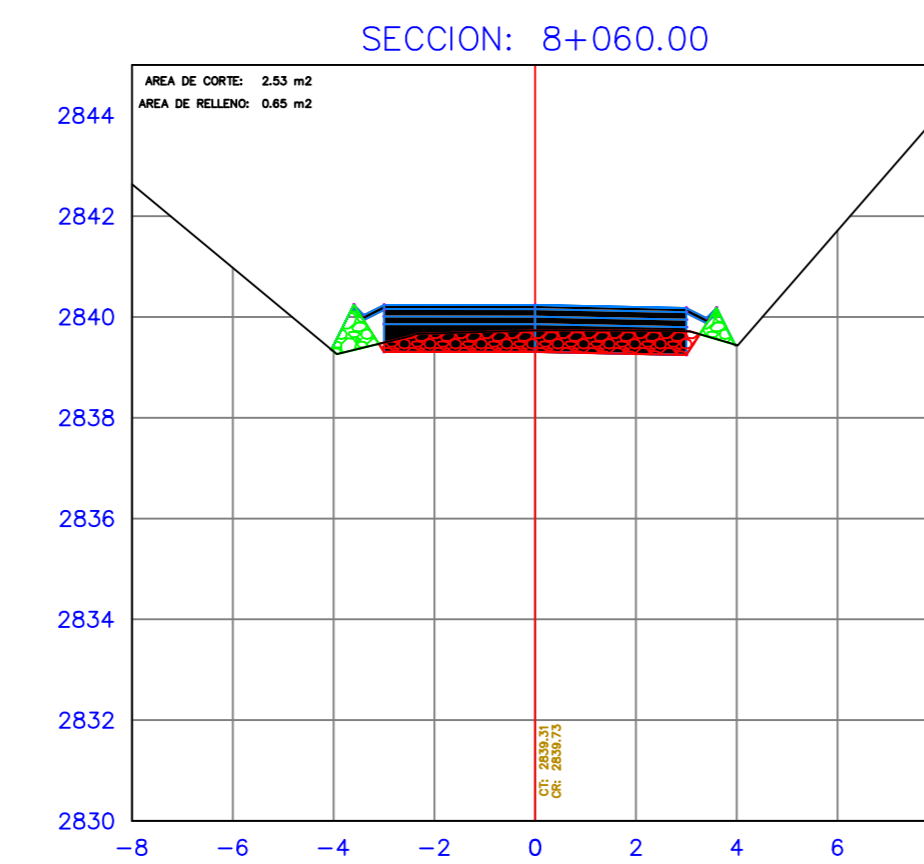
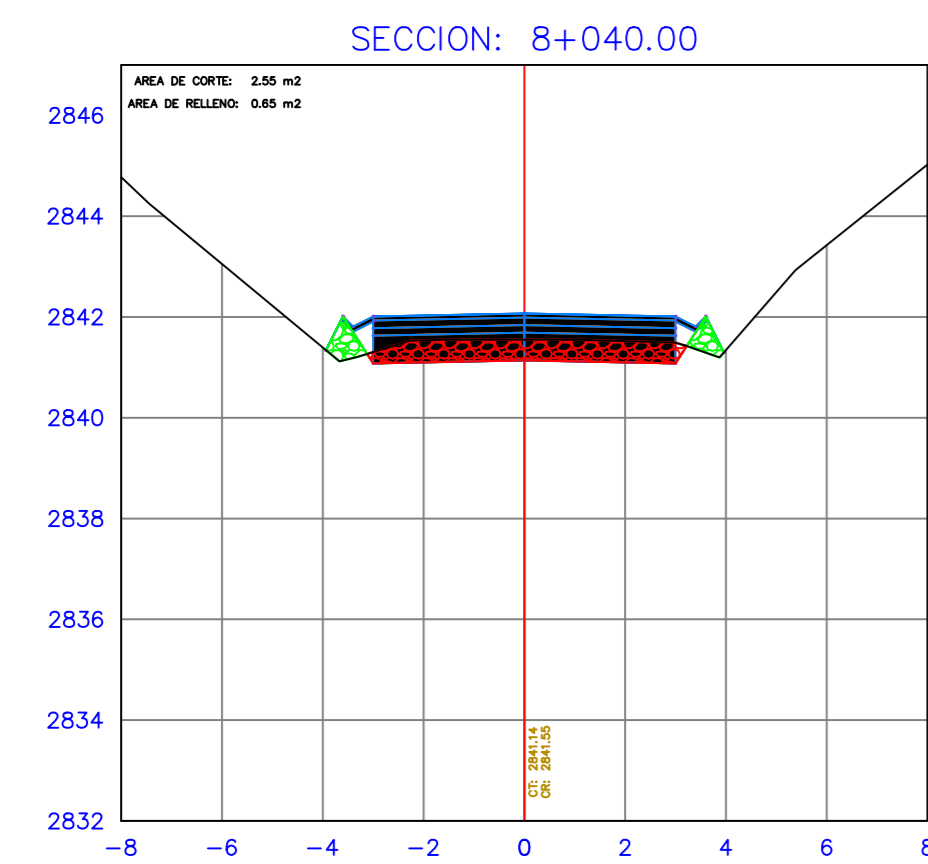
TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	V. RELLENO ACUMULADO	V. RELLENO ACUMULADO
8+040.00	0.65	2.55	13.43	47.07	467.26	12265.87
8+060.00	0.65	2.53	13.01	50.74	480.27	12316.61
8+080.00	0.46	2.75	11.16	52.79	491.43	12369.40
8+100.00	0.24	6.12	7.12	88.22	498.55	12457.62
8+120.00	0.12	6.20	3.52	124.22	502.07	12581.83
8+130.00	0.07	5.83	0.89	60.34	502.96	12642.17
8+140.00	0.30	5.02	1.87	54.27	504.83	12696.44
8+160.00	0.29	4.34	5.98	93.60	510.81	12790.05
8+180.00	0.06	4.30	3.49	86.38	514.30	12876.43
8+190.00	0.07	4.38	0.65	43.36	514.95	12919.79
8+200.00	0.20	4.17	1.37	42.74	516.32	12962.53
8+220.00	0.13	4.70	3.30	88.65	519.62	13051.18
8+240.00	0.14	4.76	2.65	94.59	522.27	13145.76
8+260.00	0.17	4.43	3.10	91.96	525.37	13237.73
8+280.00	0.20	4.46	3.72	88.97	529.09	13326.70
8+290.00	0.16	4.90	1.80	46.82	530.89	13373.51
8+300.00	0.09	5.06	1.25	49.77	532.14	13423.28
8+310.00	0.06	4.99	0.76	50.17	532.89	13473.45
8+320.00	0.28	4.44	1.68	47.14	534.57	13520.59
8+330.00	0.05	3.27	1.63	38.60	536.20	13559.20

ESCALA

1/150

LAMINA

8/10



Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISCA 5+800 HASTA LA ABCISCA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Secciones transversales (Corte y Relleno) KM 8+340_KM 8+600

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

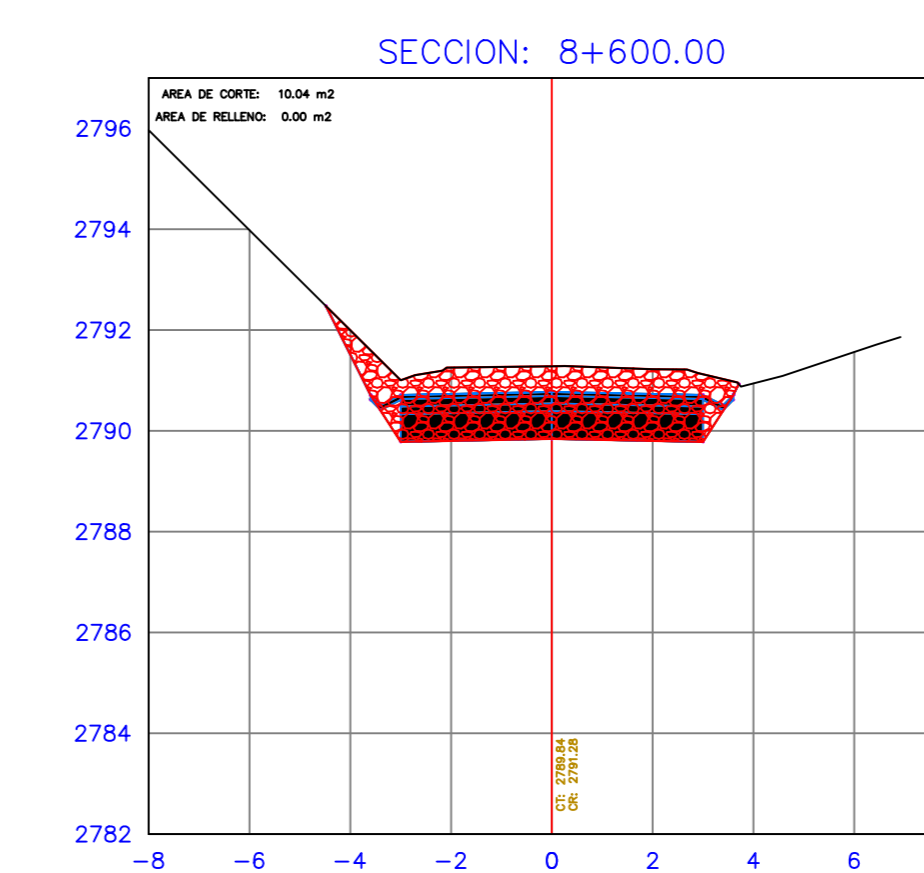
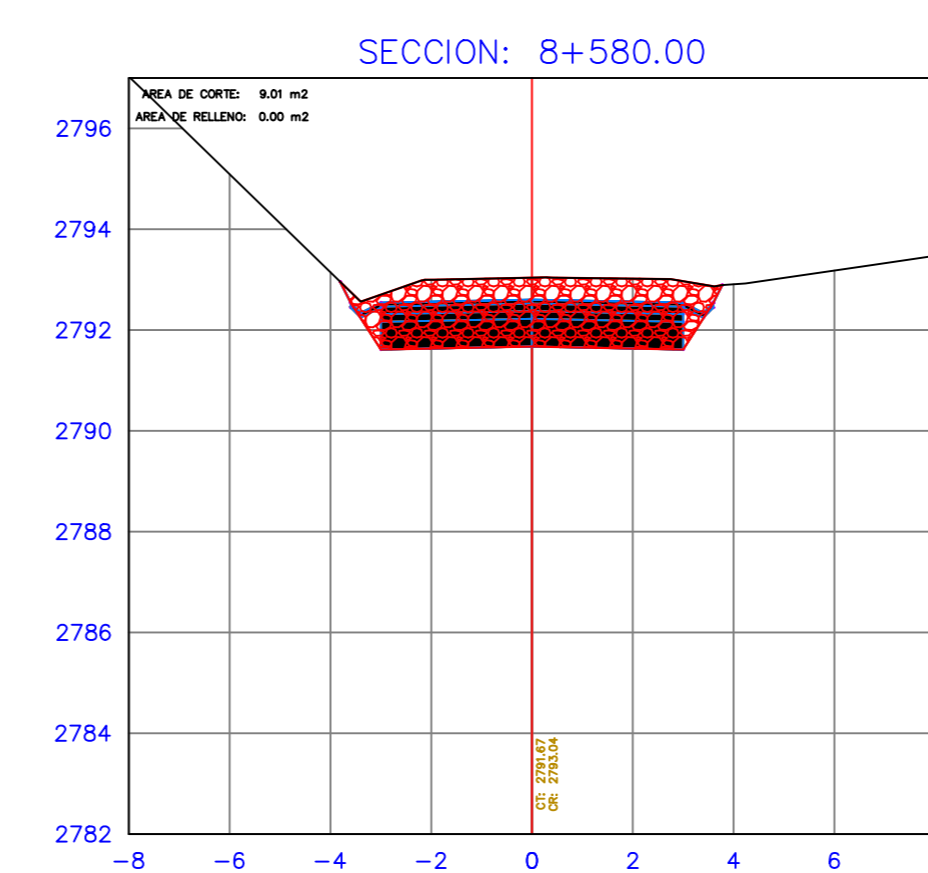
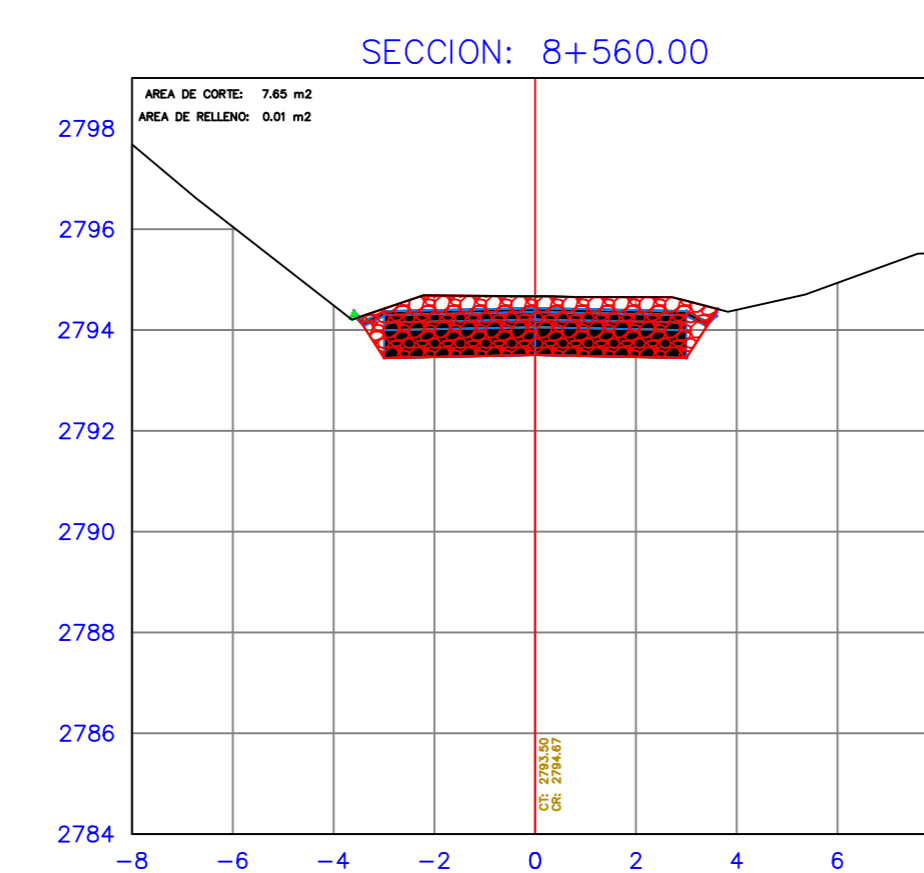
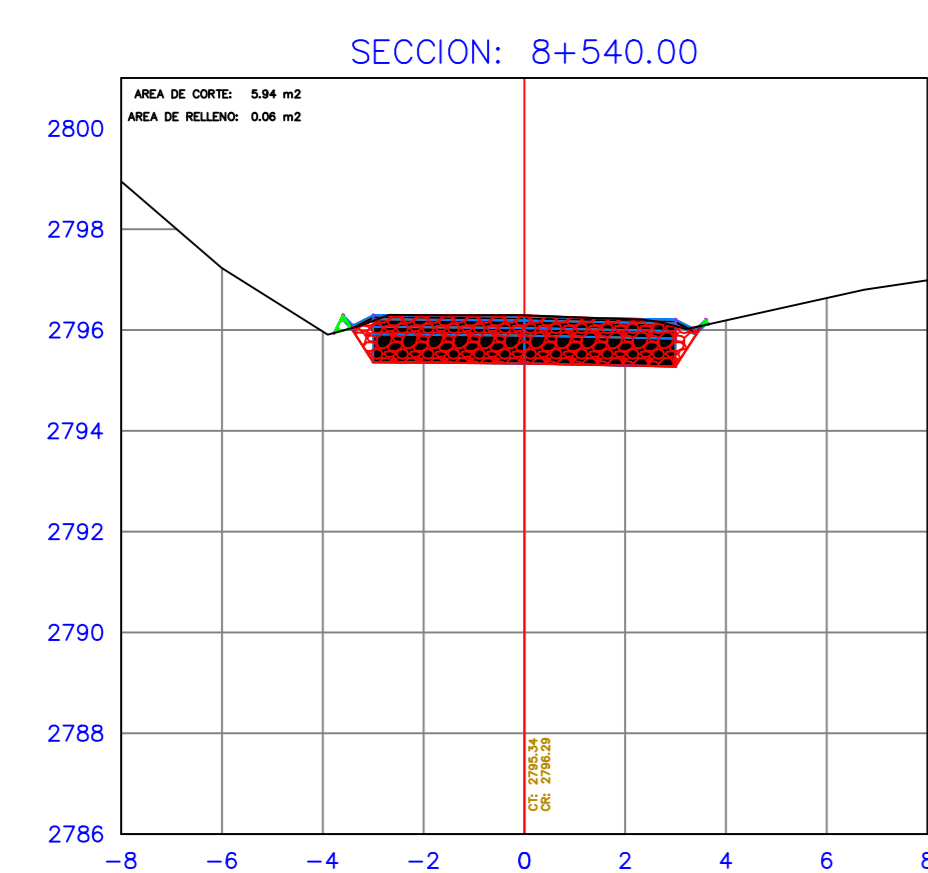
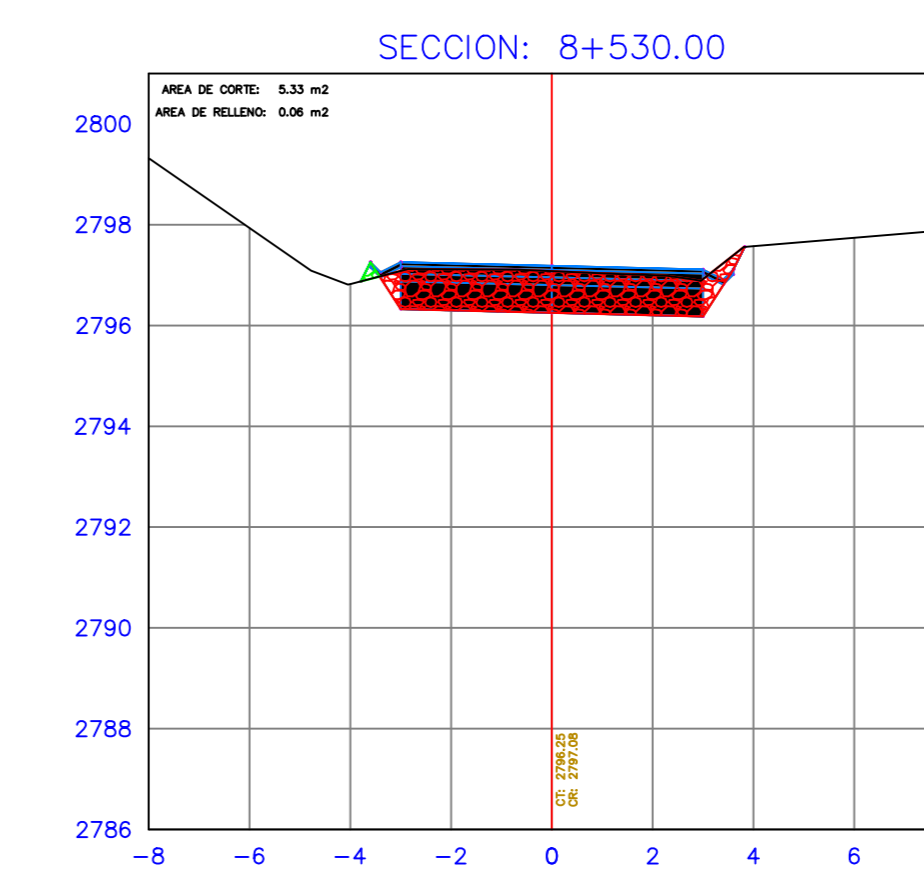
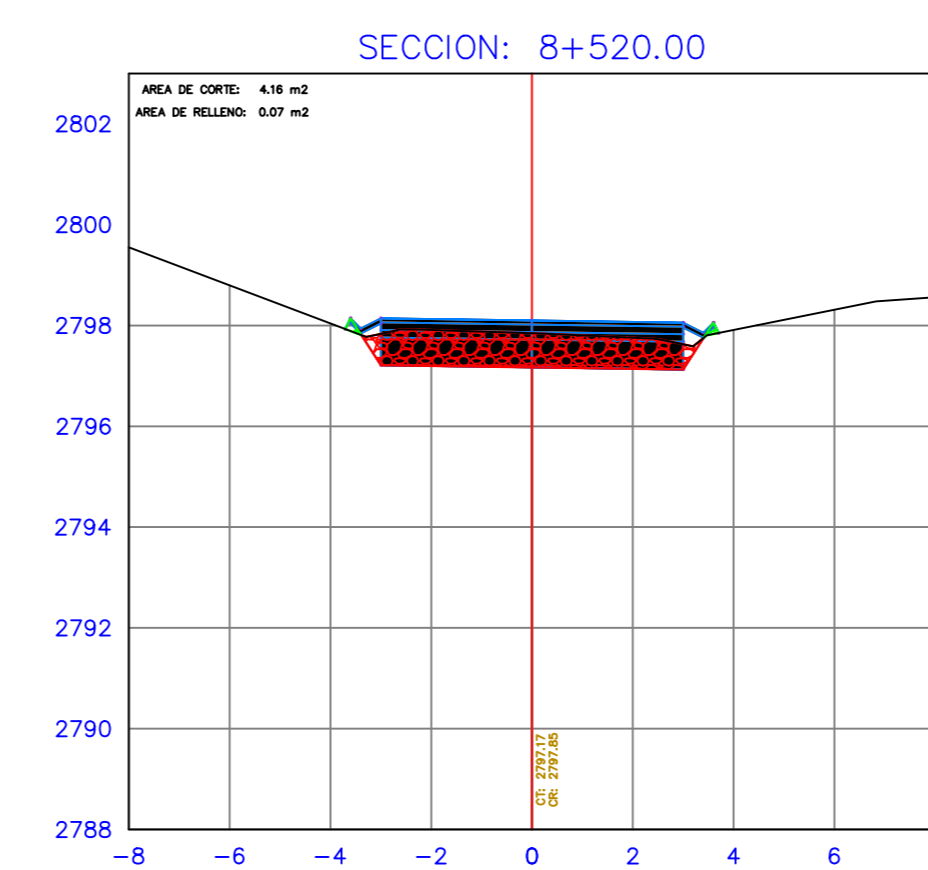
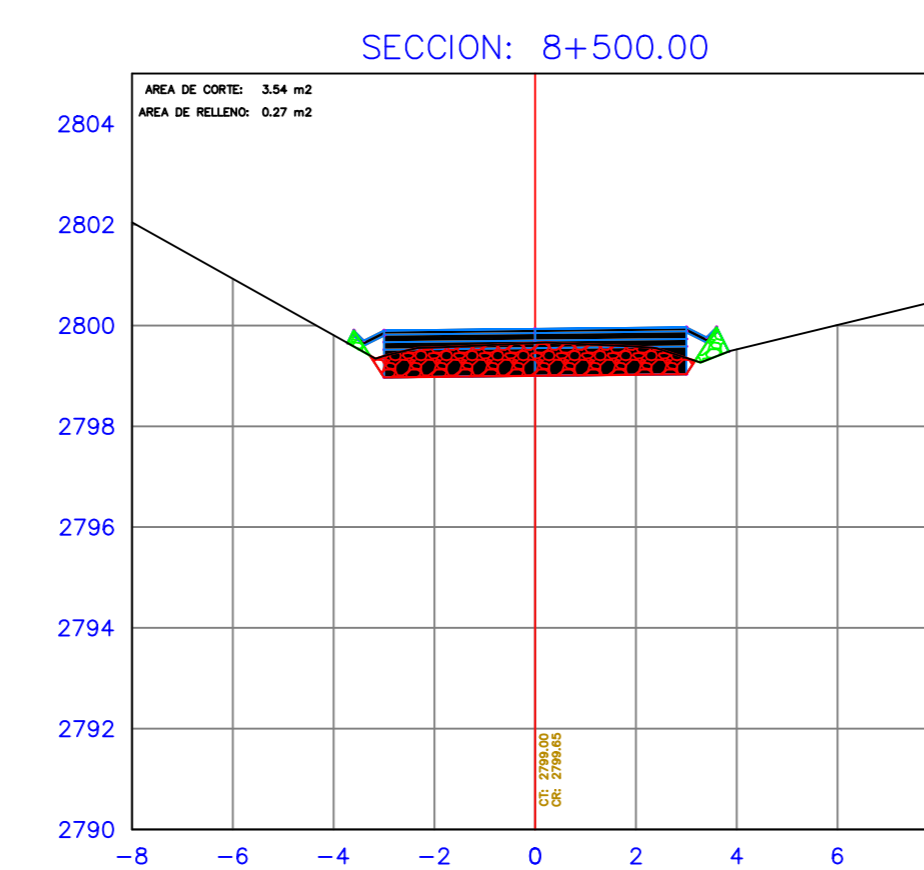
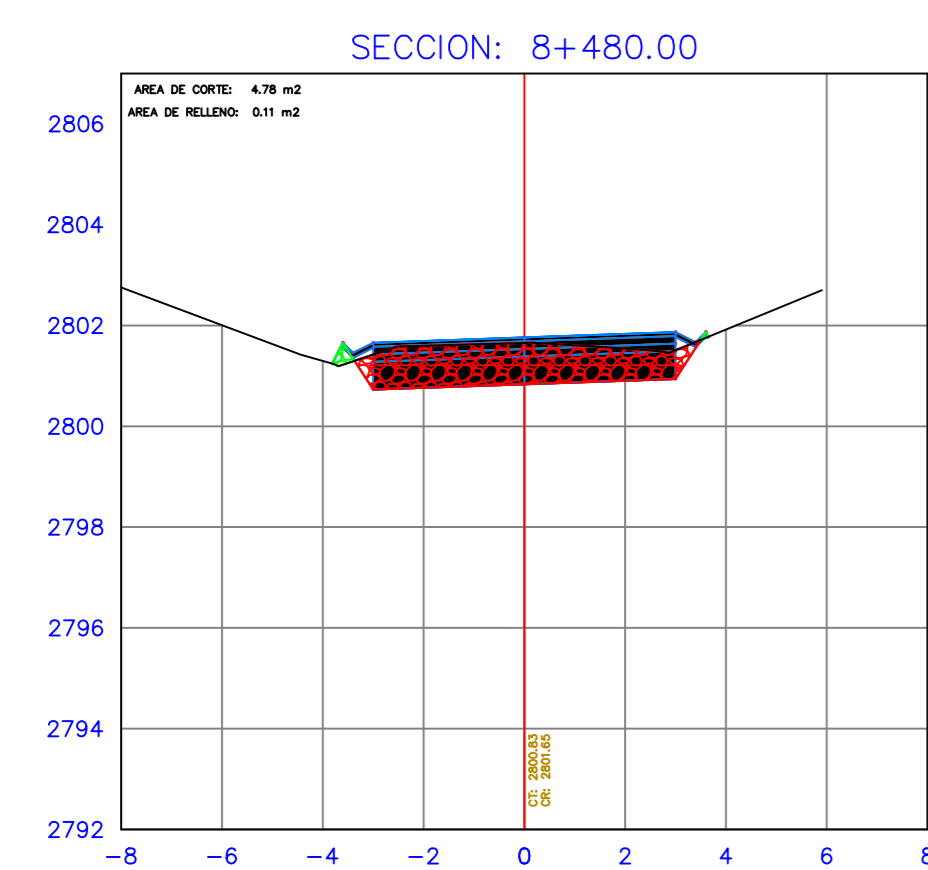
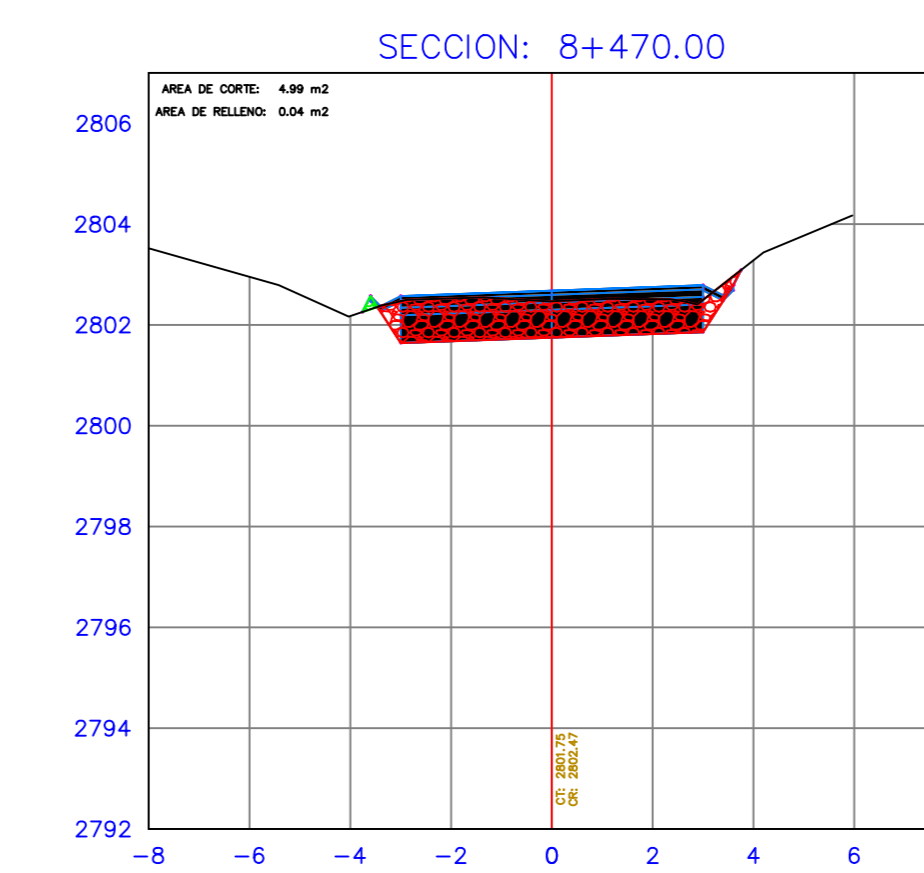
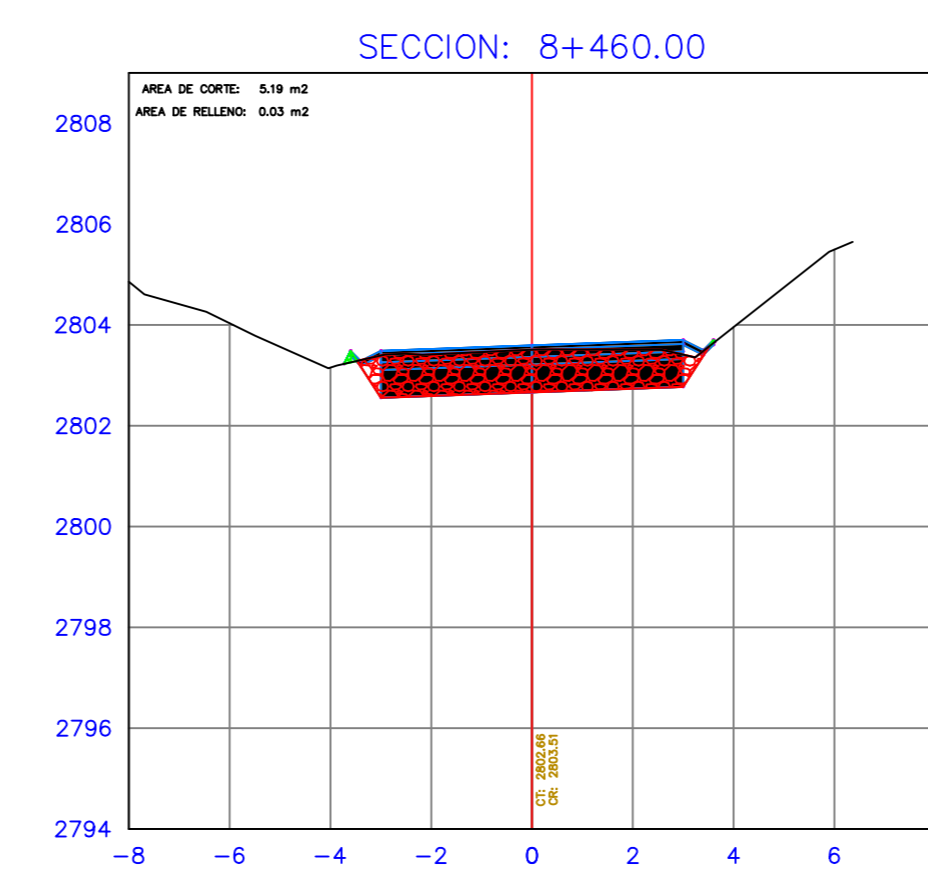
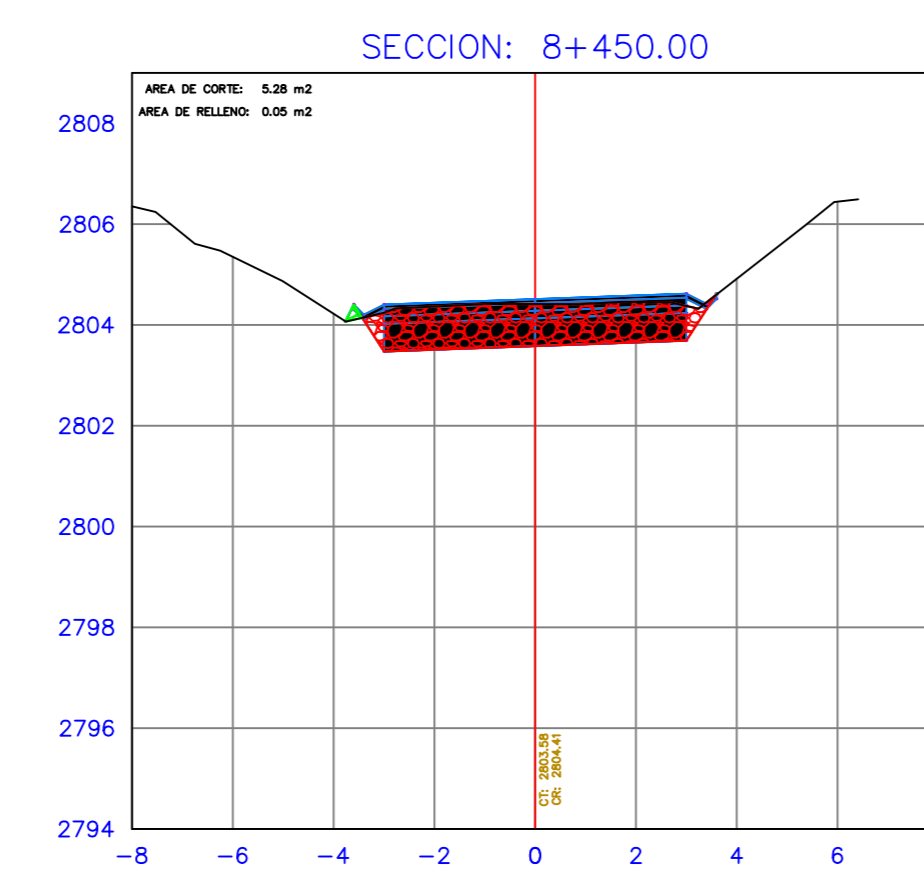
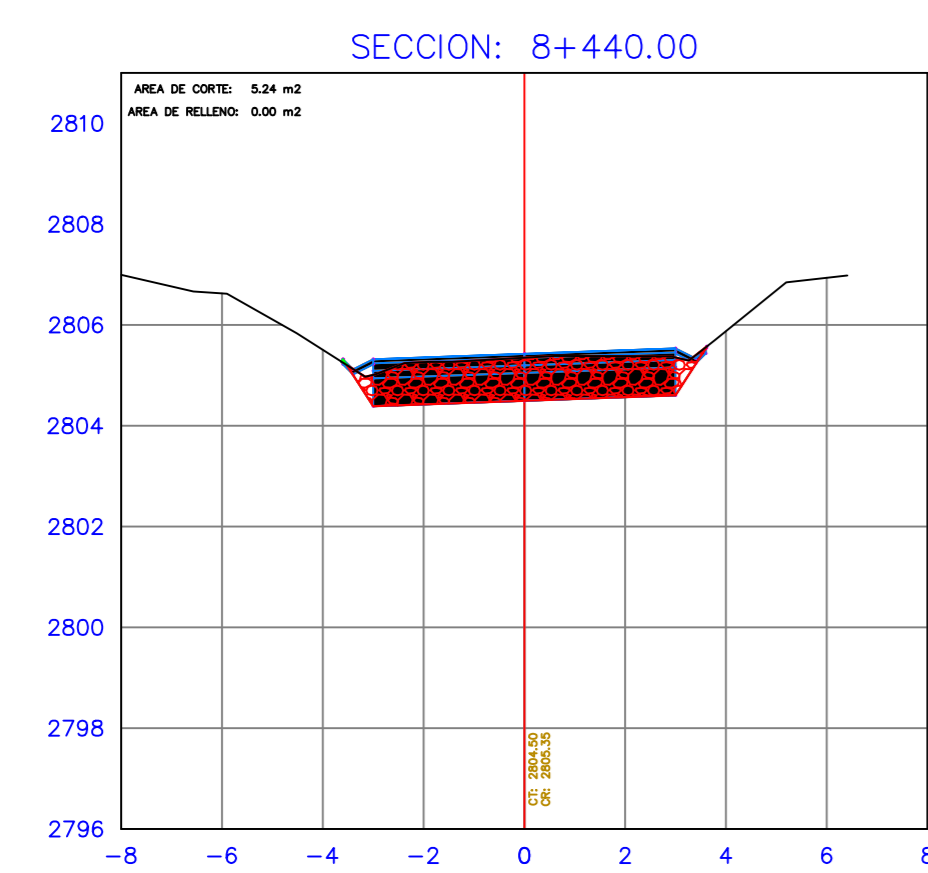
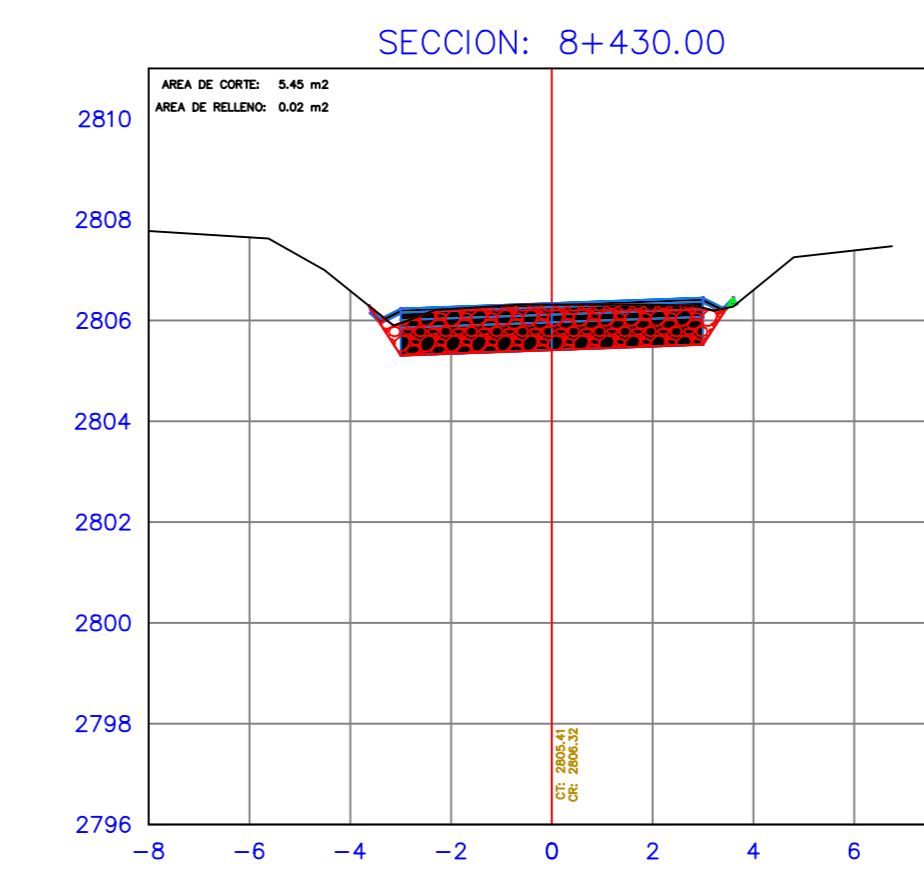
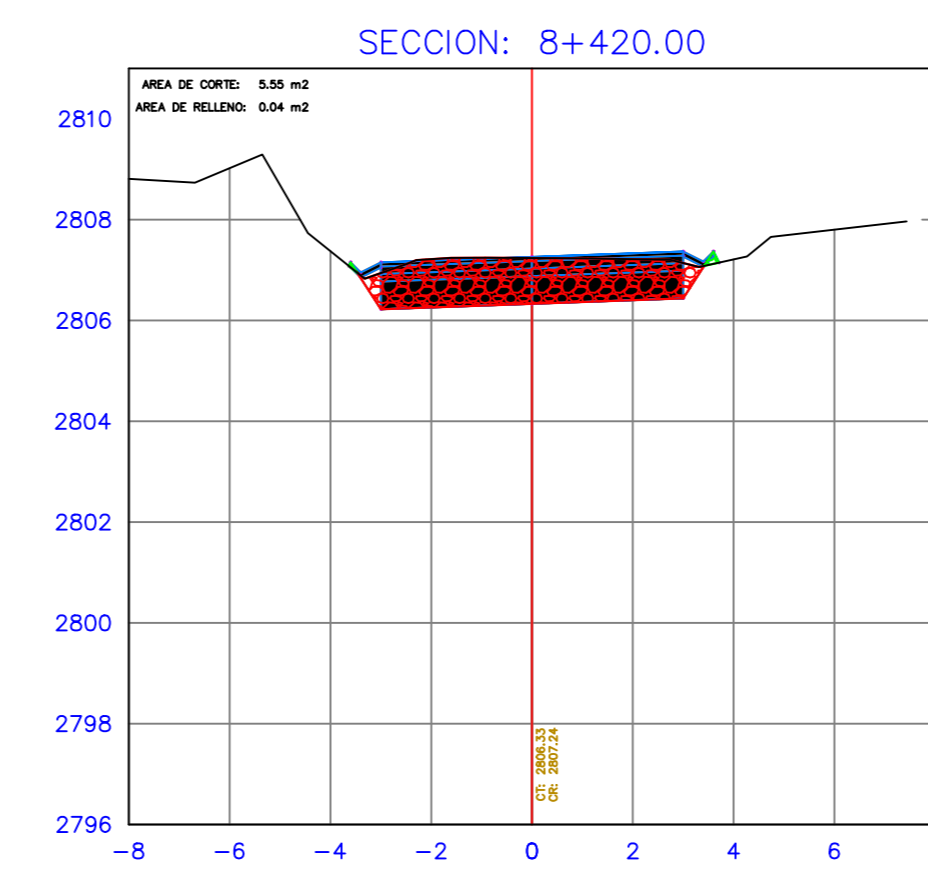
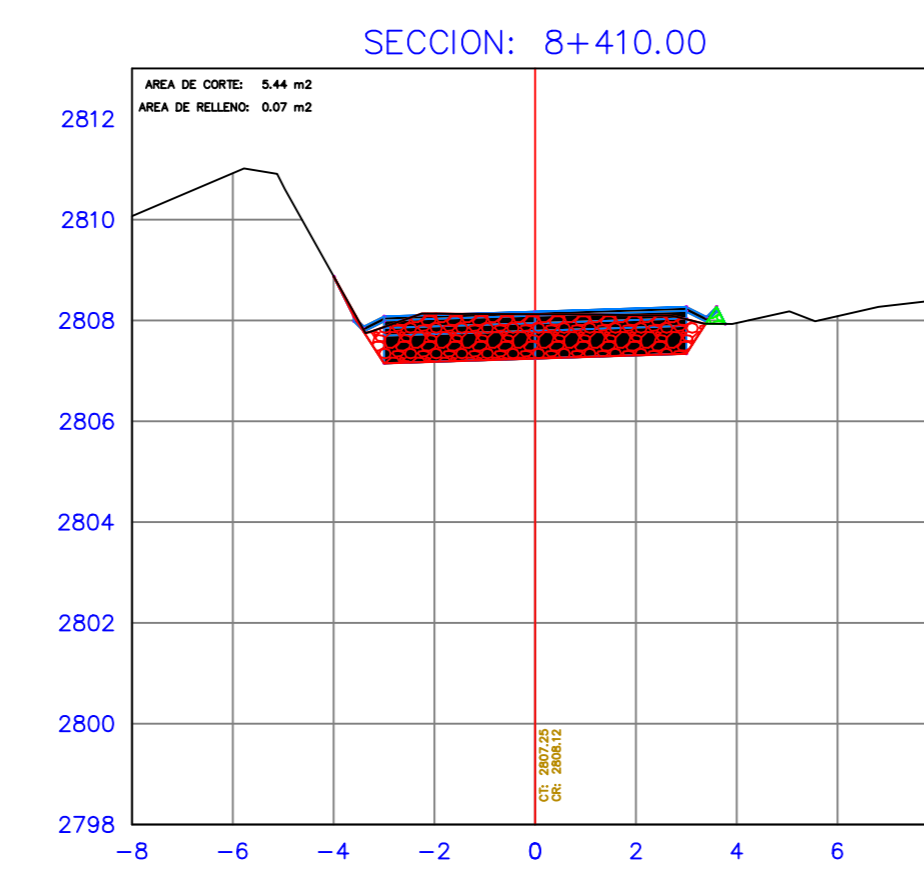
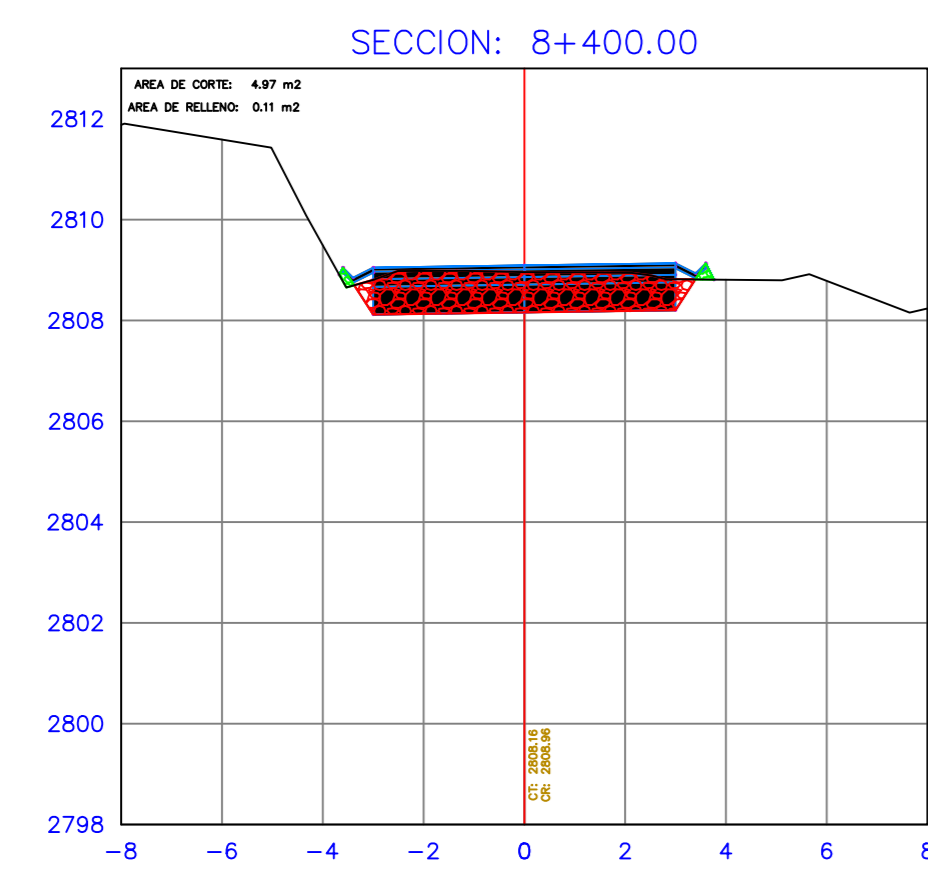
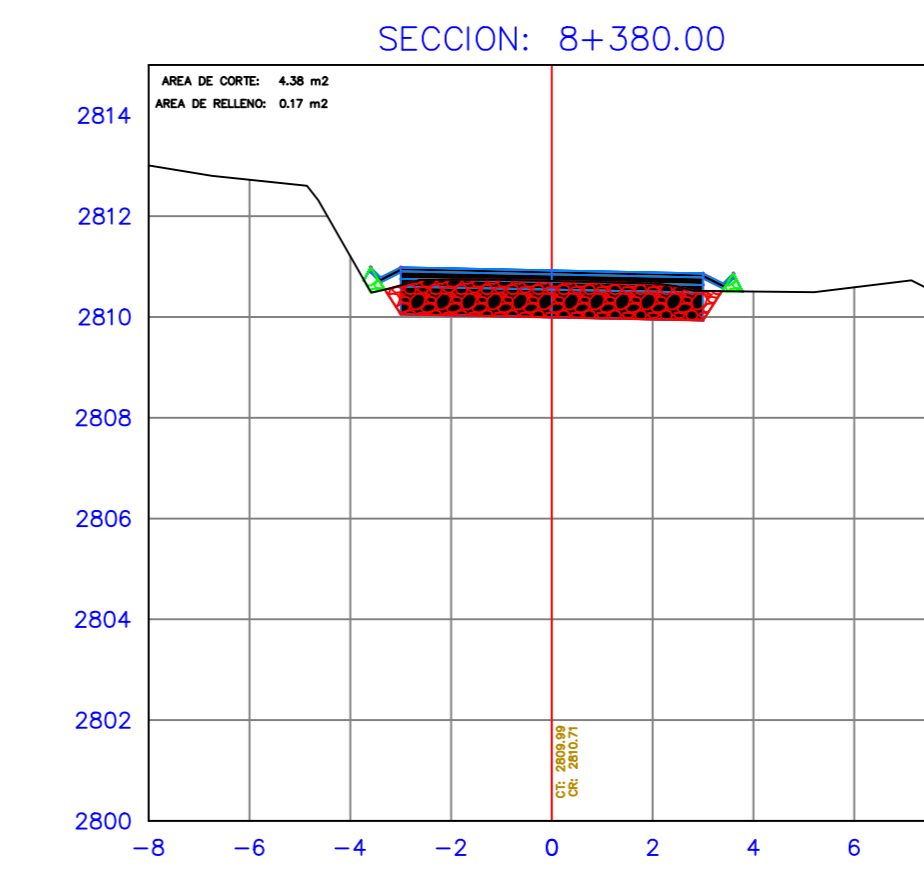
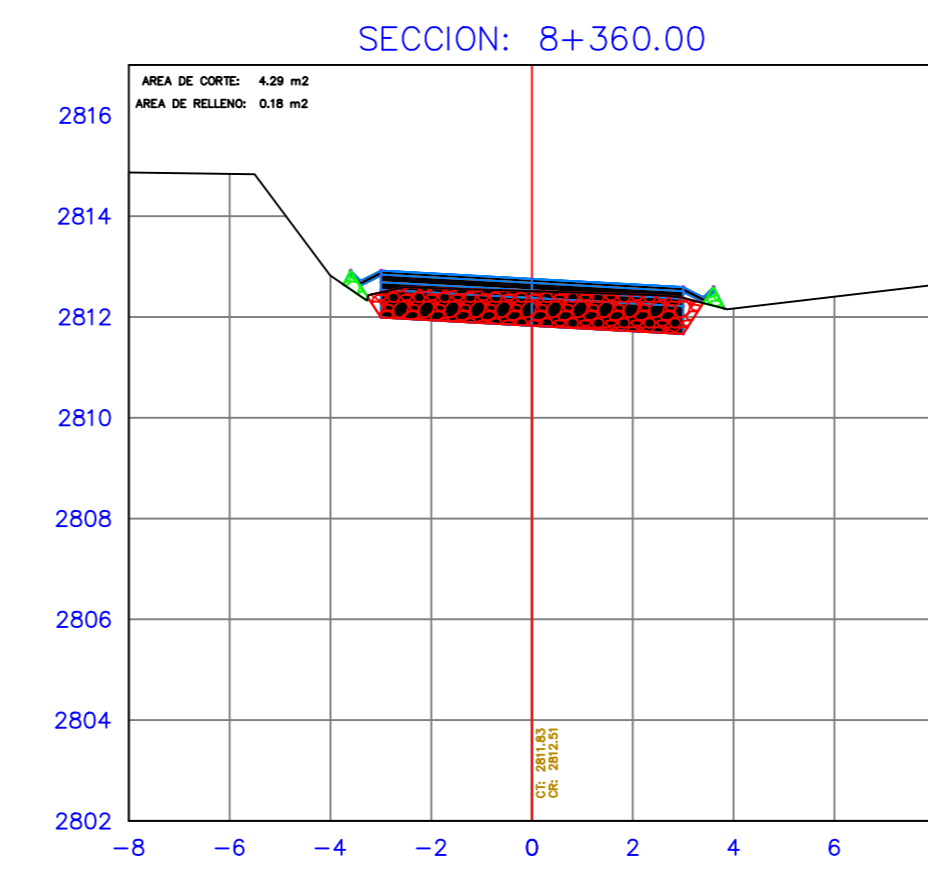
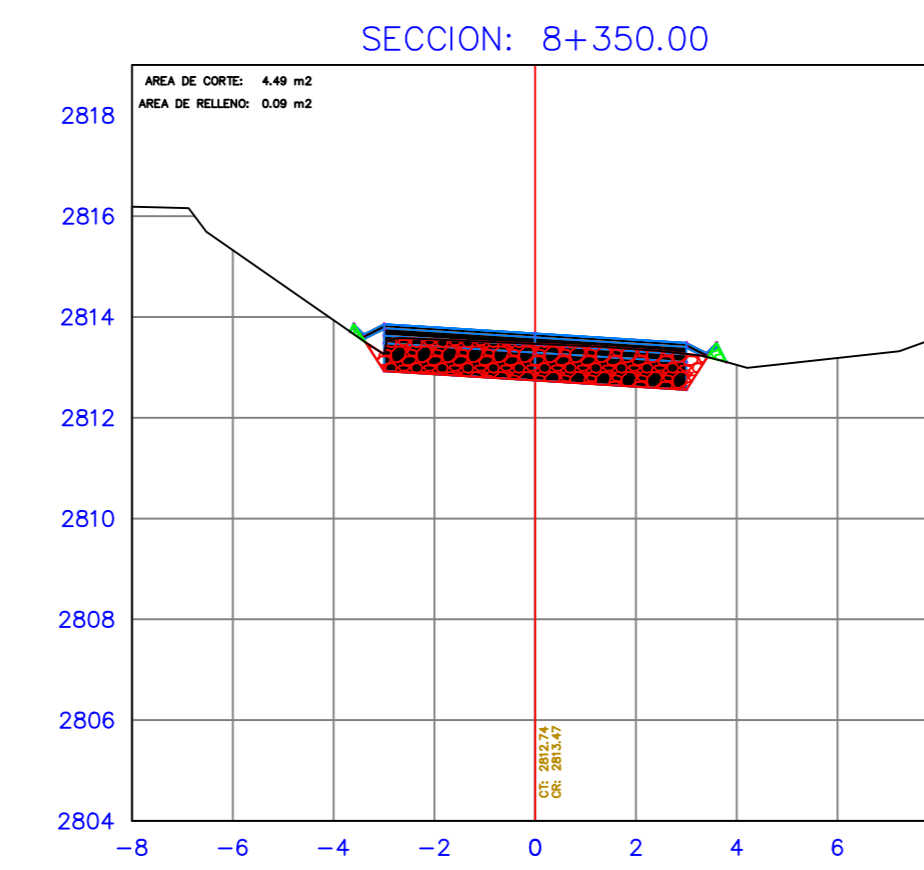
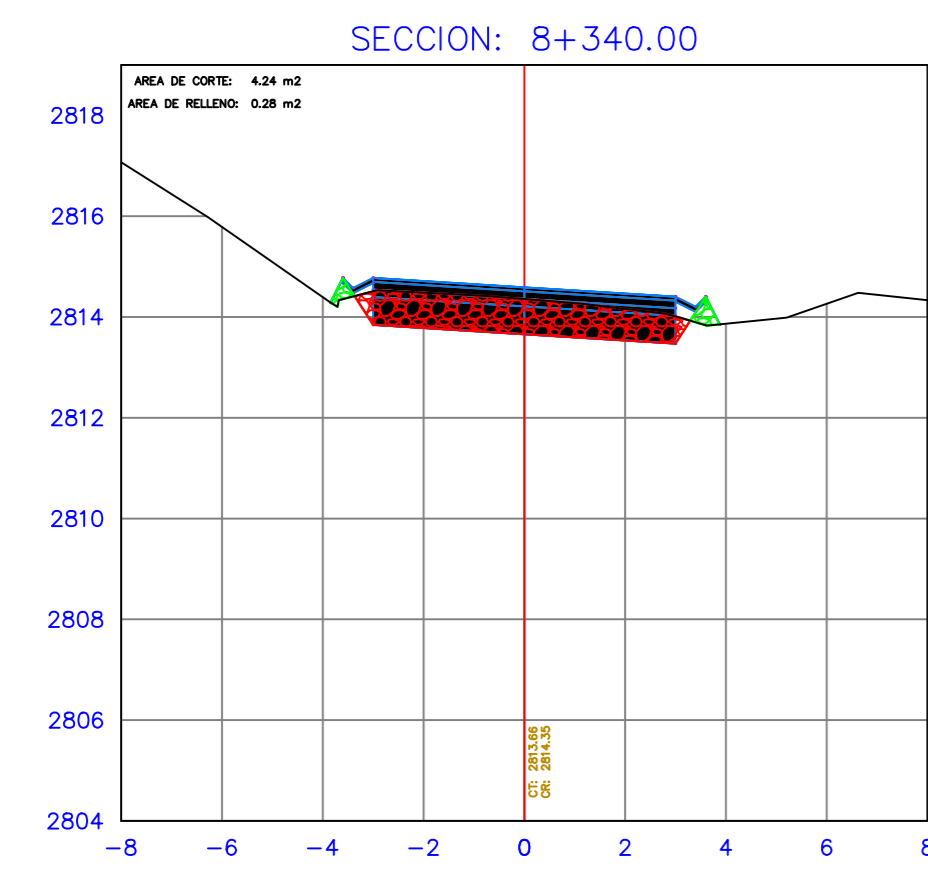
TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	V. RELLENO ACUMULADO	V. RELLENO ACUMULADO
8+340.00	0.28	4.24	1.63	37.62	537.82	13596.82
8+350.00	0.09	4.49	1.83	43.68	539.65	13640.49
8+360.00	0.18	4.29	1.35	43.84	540.99	13684.33
8+380.00	0.17	4.38	3.53	86.66	544.52	13770.99
8+400.00	0.11	4.97	2.85	93.49	547.37	13864.47
8+410.00	0.07	5.44	0.88	52.02	548.25	13916.49
8+420.00	0.04	5.55	0.55	54.92	548.80	13971.42
8+430.00	0.02	5.45	0.31	55.02	549.11	14026.44
8+440.00	0.00	5.24	0.10	53.50	549.21	14079.93
8+450.00	0.05	5.28	0.27	52.60	549.47	14132.53
8+460.00	0.03	5.19	0.41	52.33	549.89	14184.86
8+470.00	0.04	4.99	0.35	50.90	550.24	14235.76
8+480.00	0.11	4.78	0.72	48.84	550.96	14284.61
8+500.00	0.27	3.54	3.81	83.25	554.77	14367.86
8+520.00	0.07	4.16	3.46	76.99	558.22	14444.85
8+530.00	0.06	5.33	0.67	47.41	558.89	14492.26
8+540.00	0.06	5.94	0.60	56.34	559.50	14548.60
8+560.00	0.01	7.65	0.72	135.95	560.21	14684.55
8+580.00	0.00	9.01	0.13	166.63	560.34	14851.18
8+600.00	0.00	10.04	0.00	190.51	560.34	15041.69

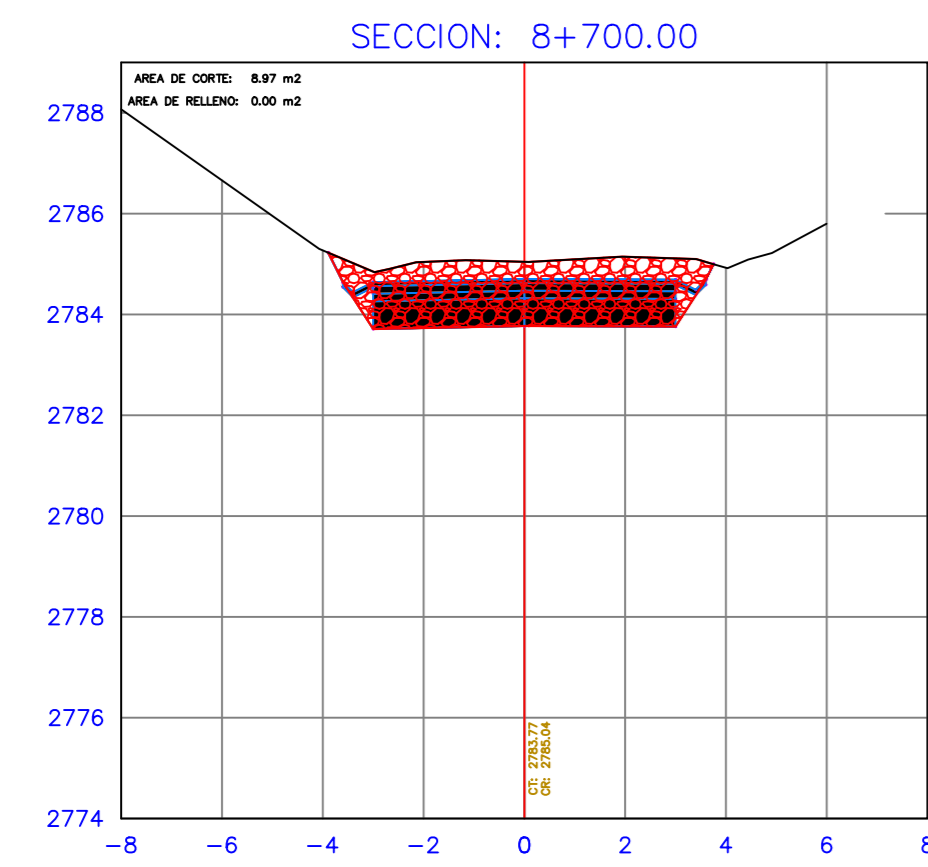
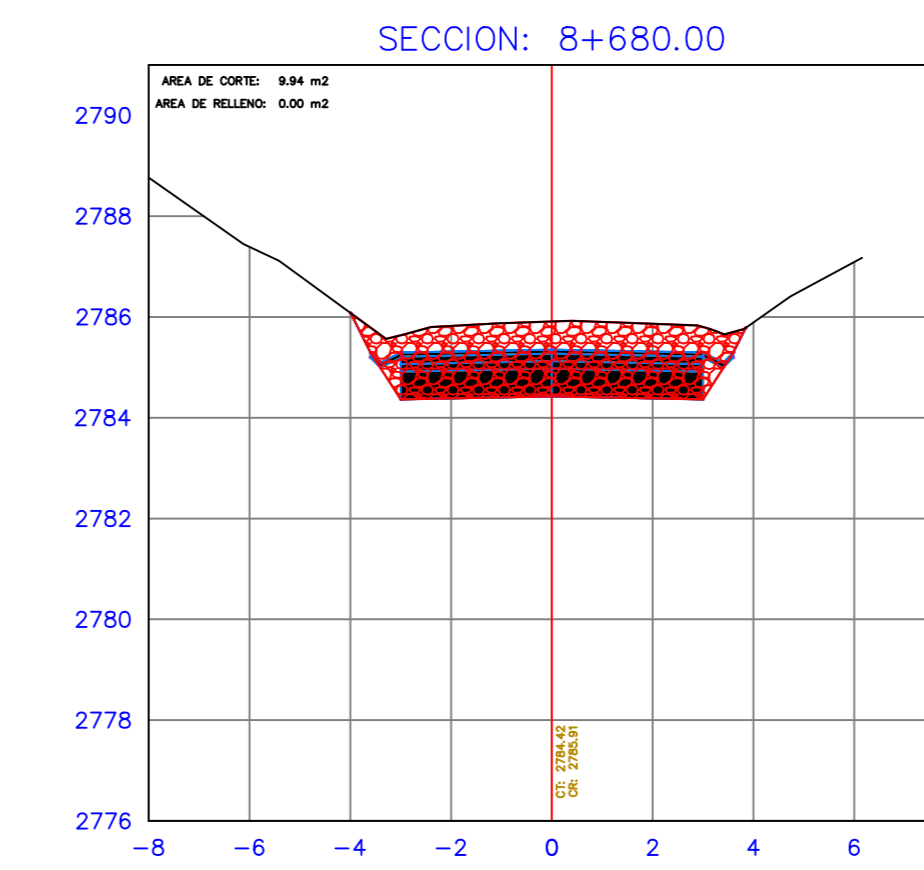
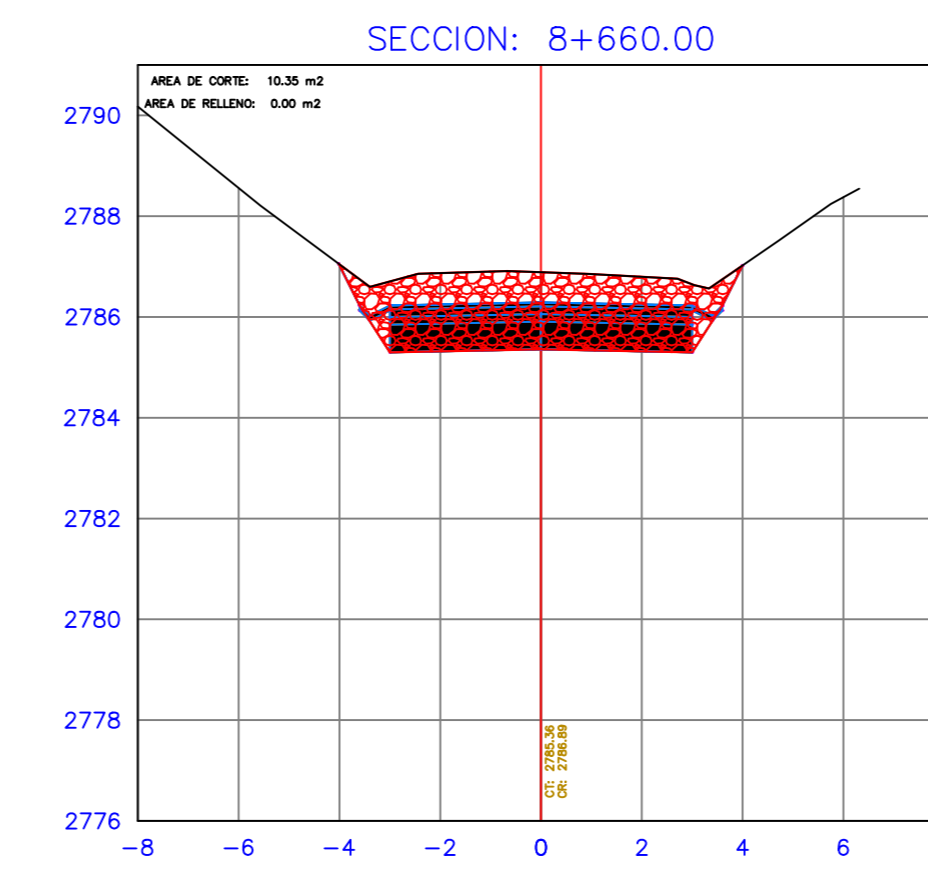
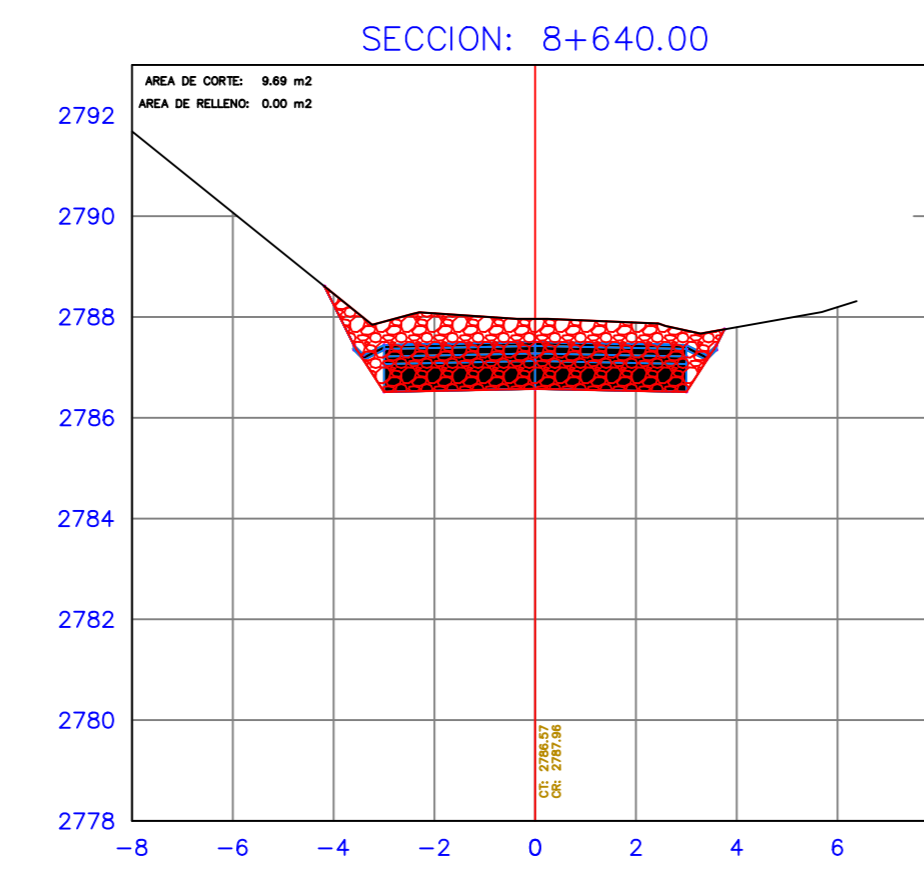
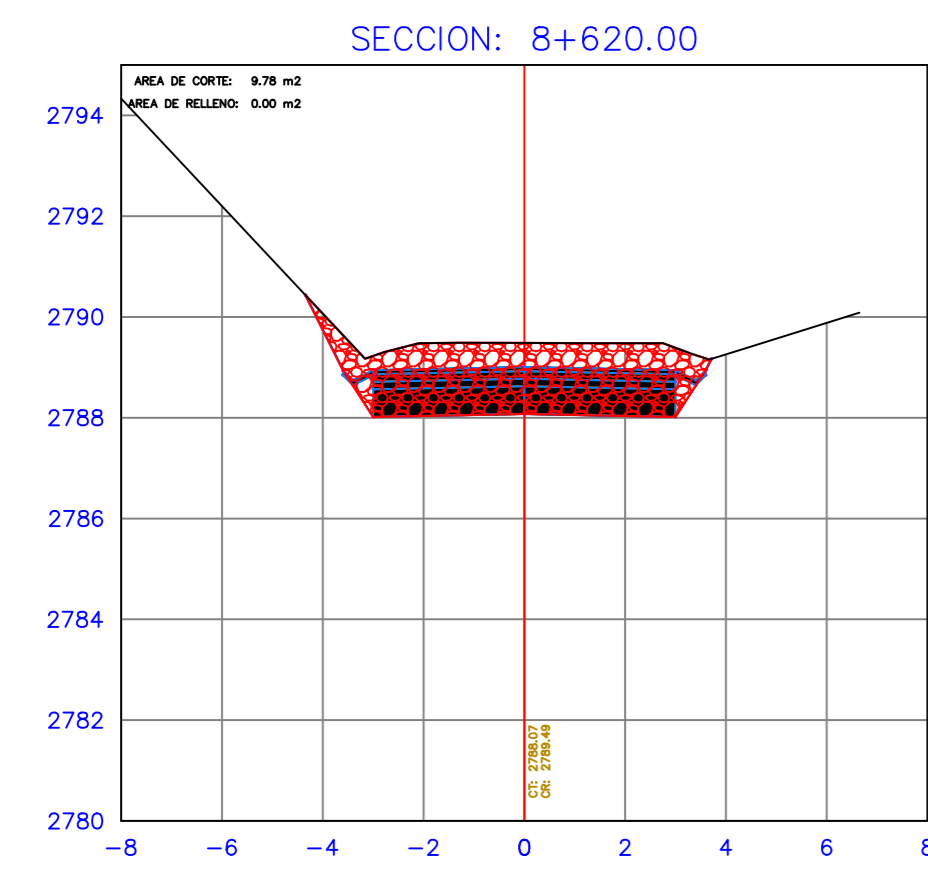
ESCALA

1/150

LAMINA

9/10





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISCA 5+800 HASTA LA ABCISCA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Secciones transversales (Corte y Relleno) KM 8+620_KM 8+700

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	V. RELLENO ACUMULADO	V. RELLENO ACUMULADO
8+620.00	0.00	9.78	0.00	198.17	560.34	15239.86
8+640.00	0.00	9.69	0.00	194.67	560.34	15434.54
8+660.00	0.00	10.35	0.00	200.41	560.34	15634.95
8+680.00	0.00	9.94	0.00	202.92	560.34	15837.87
8+700.00	0.00	8.97	0.00	189.09	560.34	16026.96

ESCALA 1/150

LAMINA 10/10

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISA 5+800 HASTA LA ABCISA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

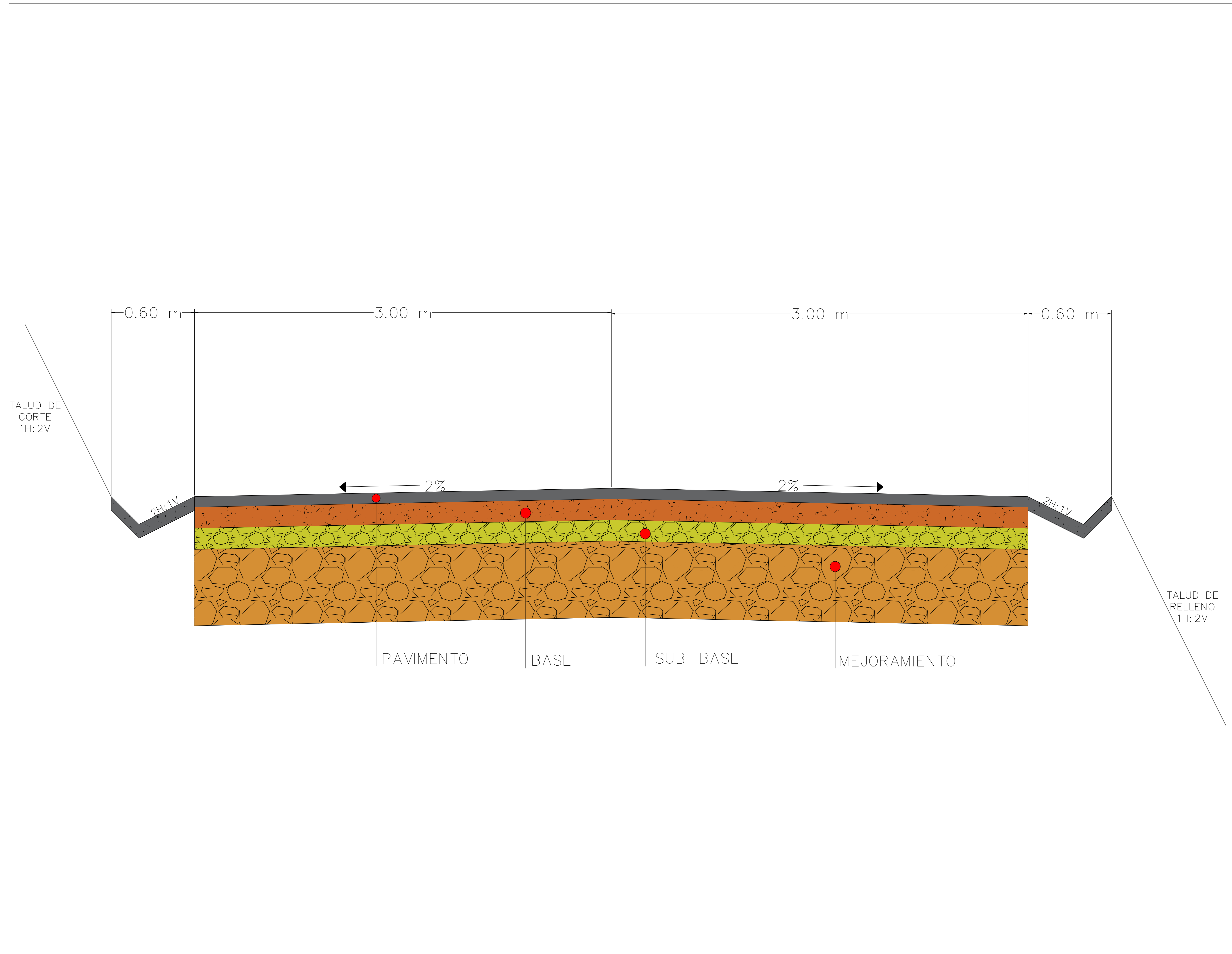
Contenido: Sección transversal típica

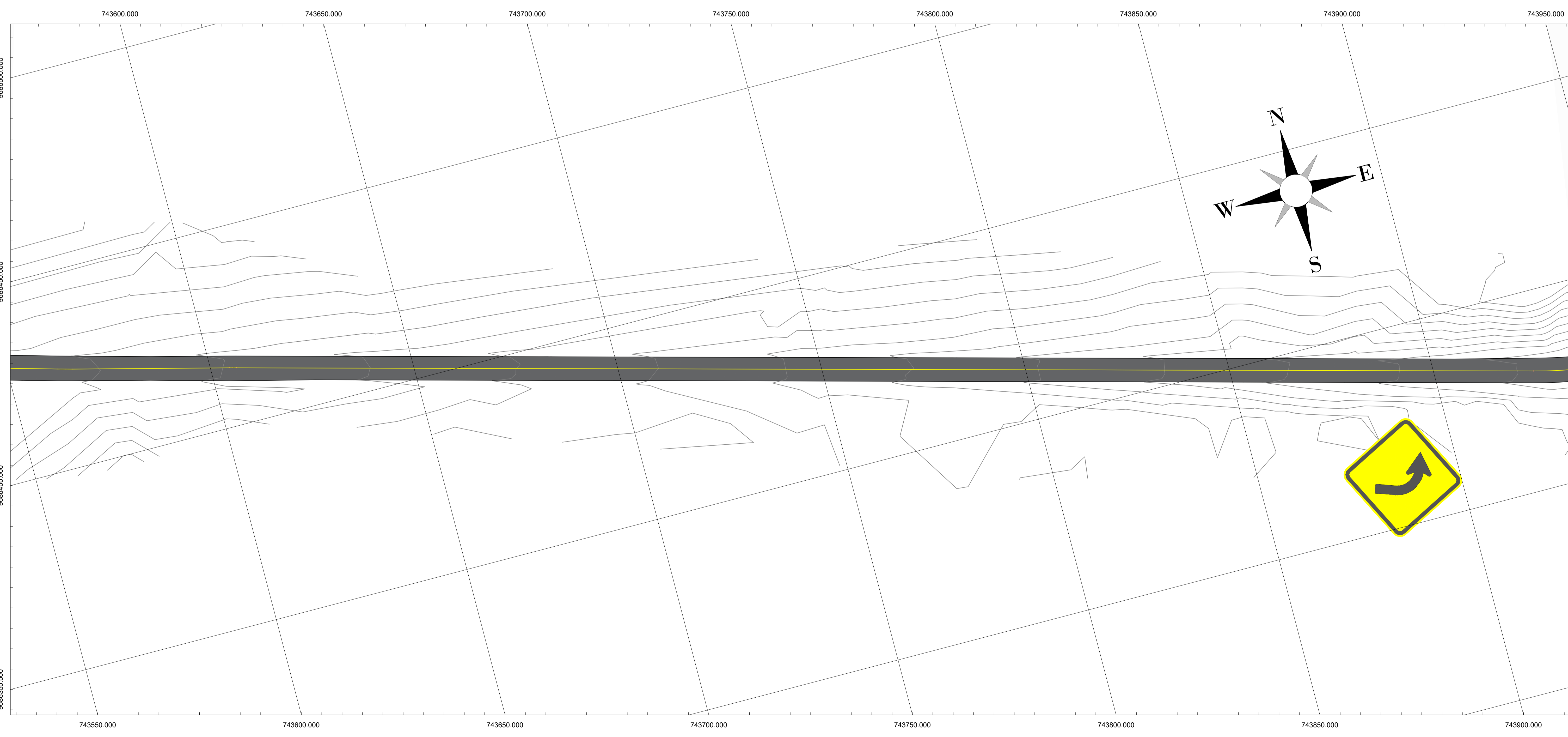
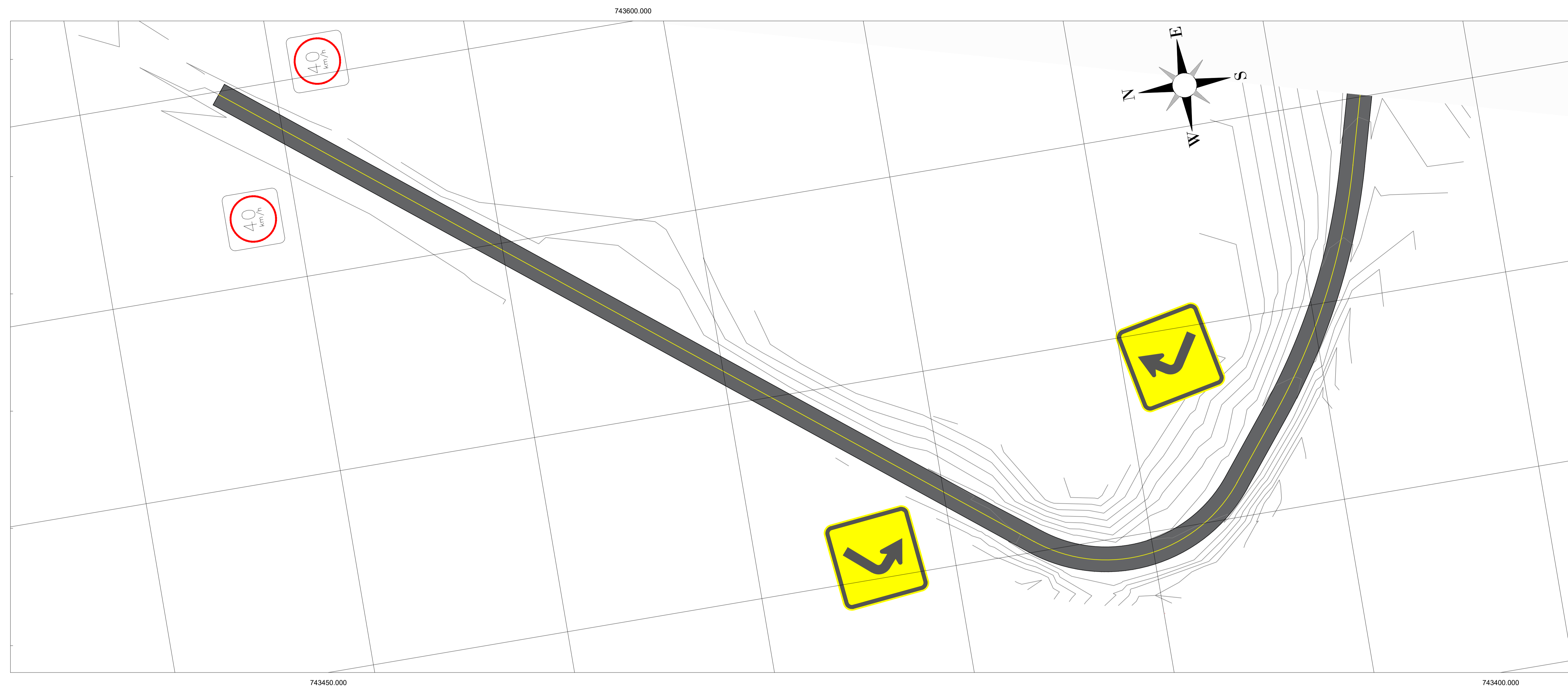
Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024

Espesores de las capas de pavimento:

Capa de rodadura: 3 in
Capa Base: 15 cm
Capa Sub-Base: 15 cm
Capa Mejoramiento: 55 cm





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

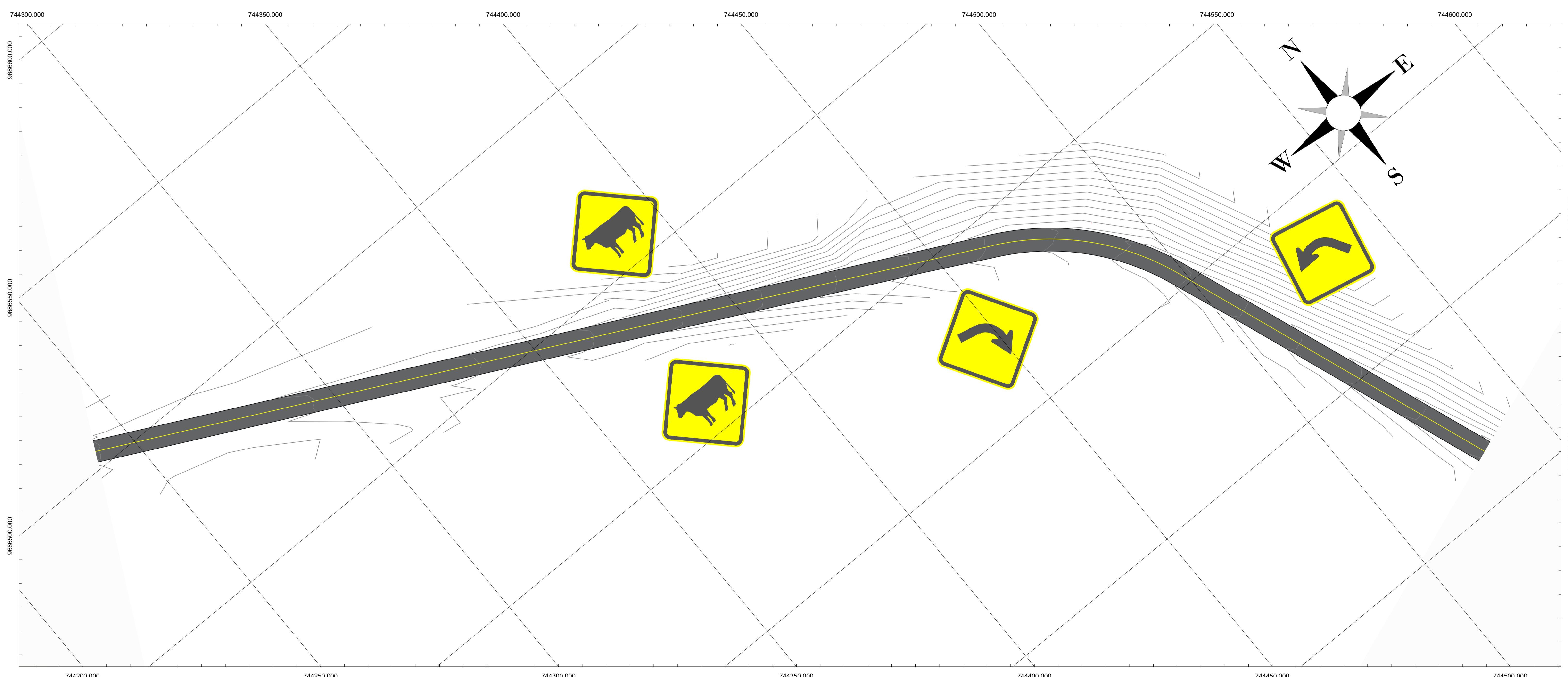
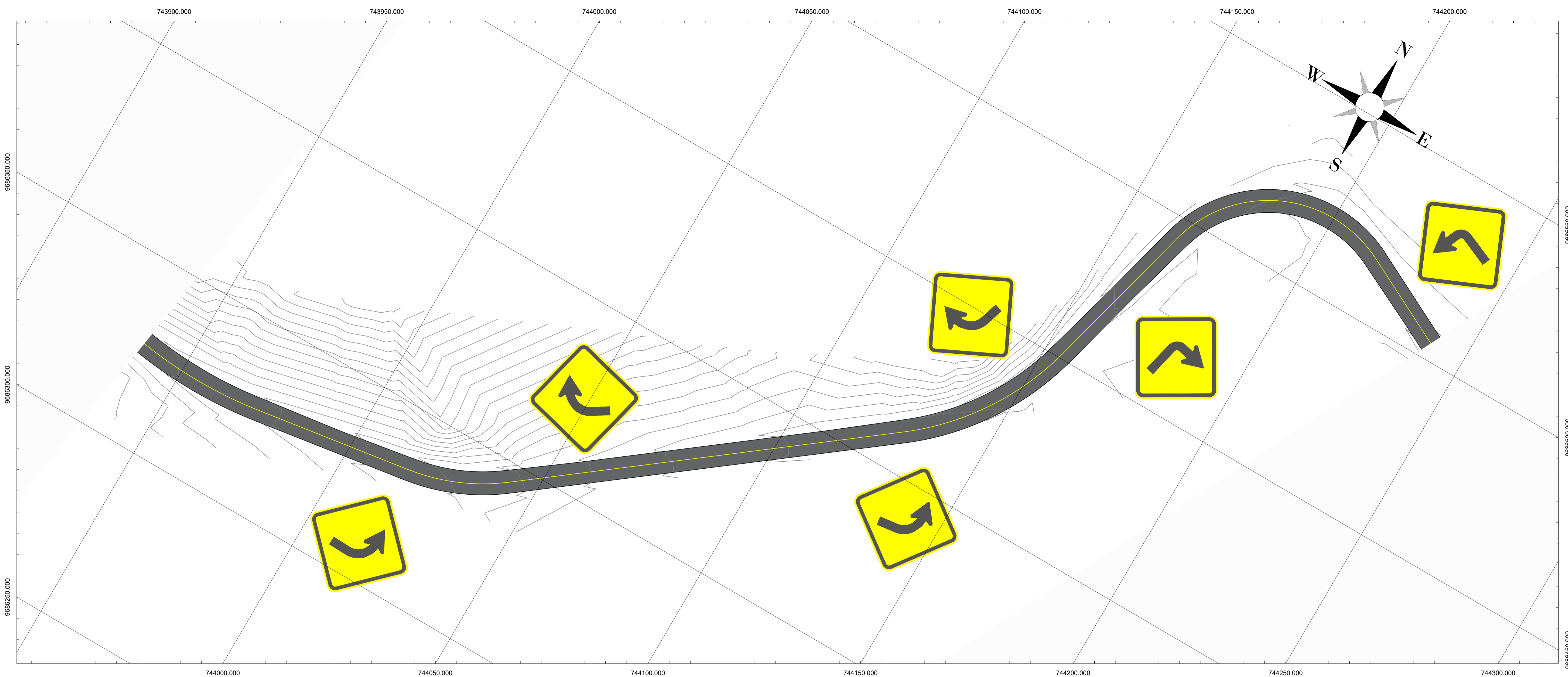
Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISA 5+800 HASTA LA ABCISA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Vista en planta de señalización km 5+800 - 6+600

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

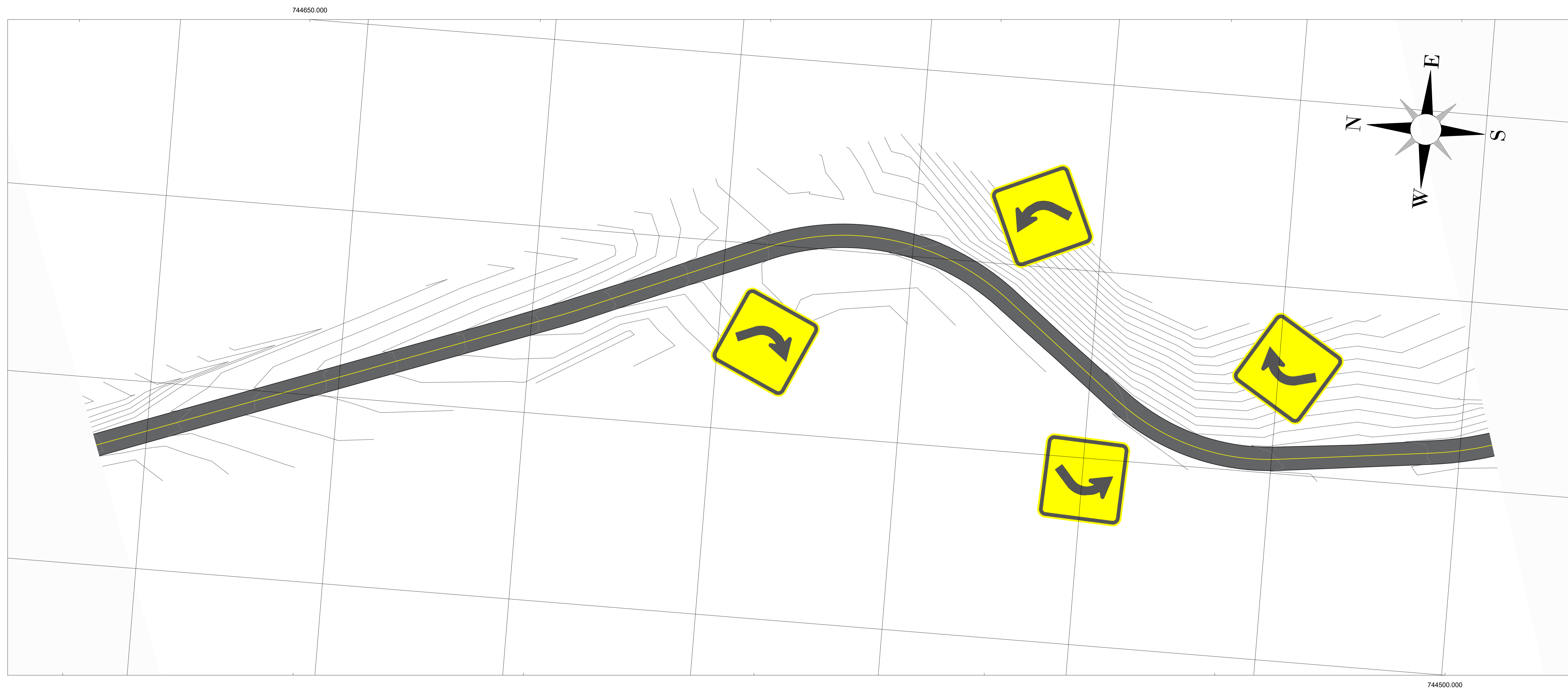
Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISA 5+800 HASTA LA ABCISA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Vista en planta señalización 6+600 - 7+400

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

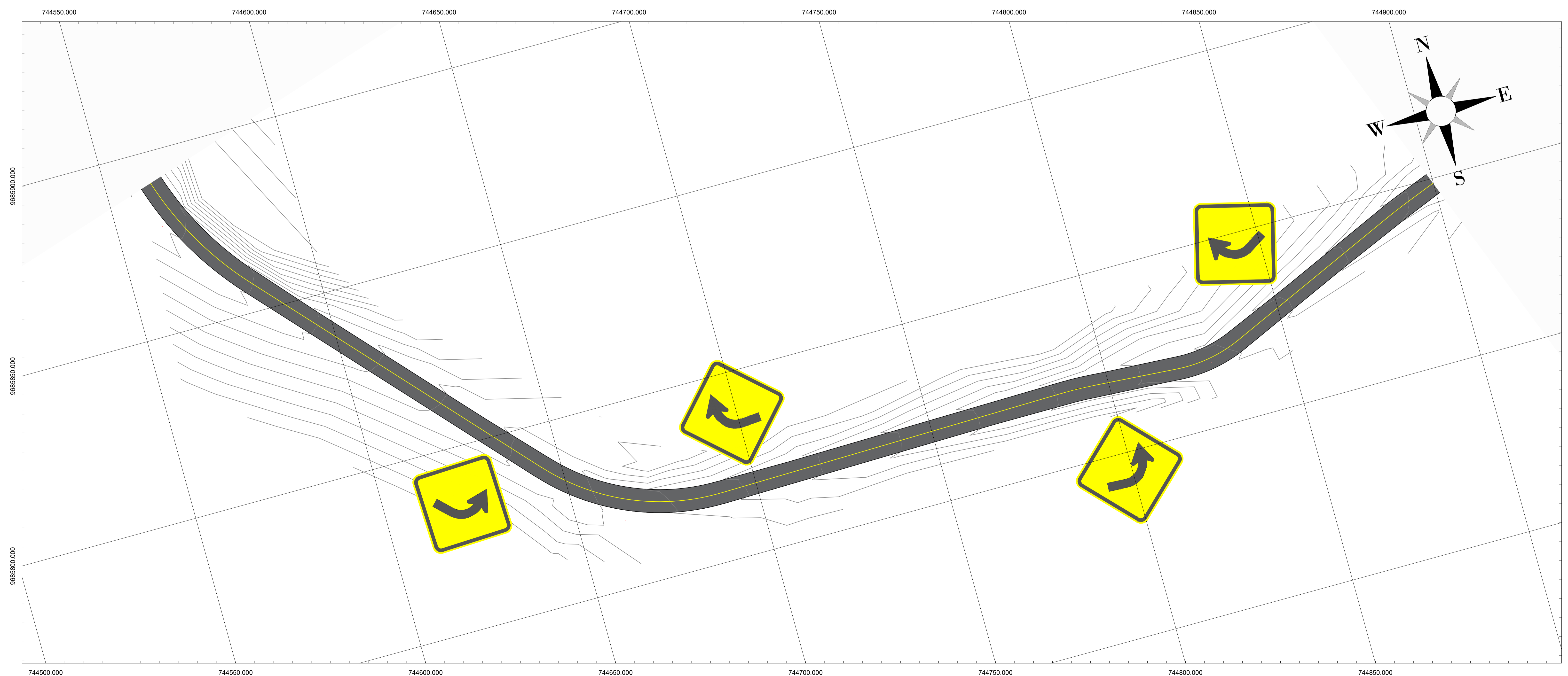
Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISA 5+800 HASTA LA ABCISA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Vista en planta señalizaciones 7+400 - 8+200

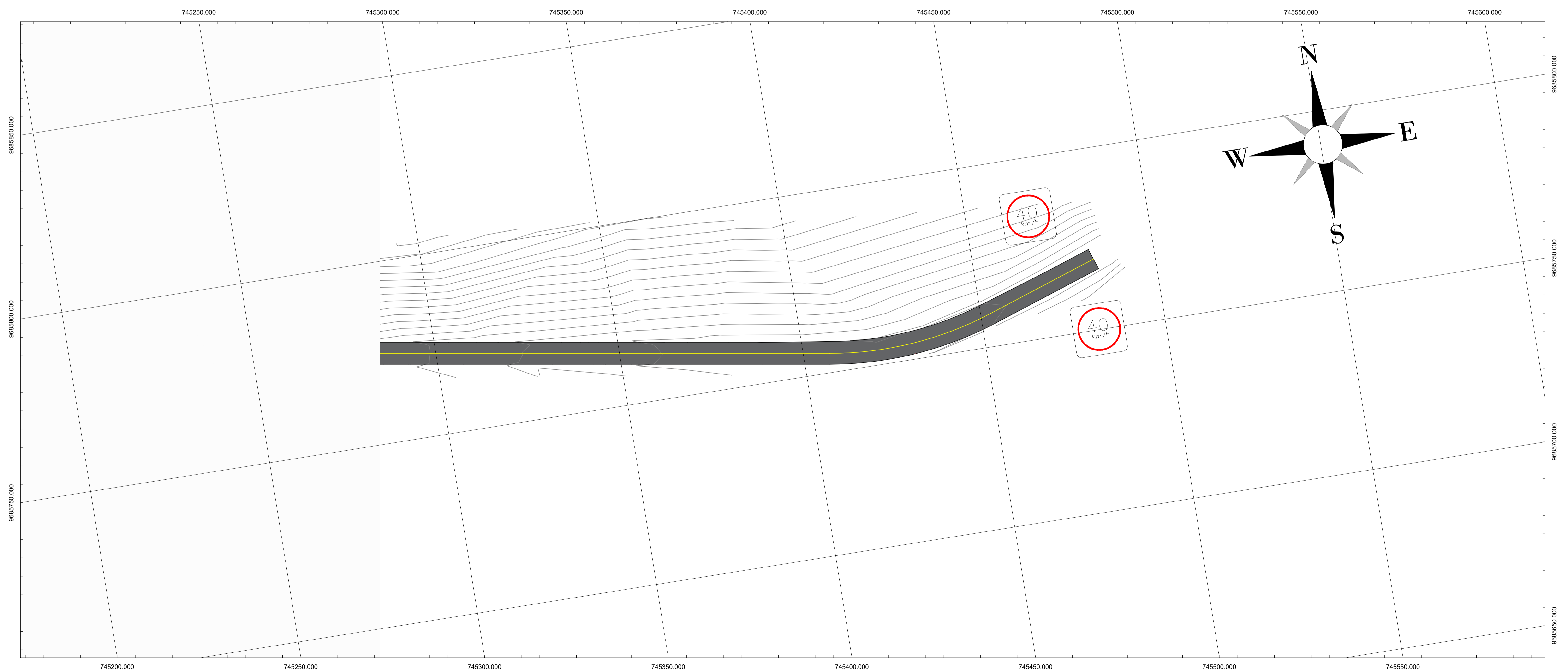
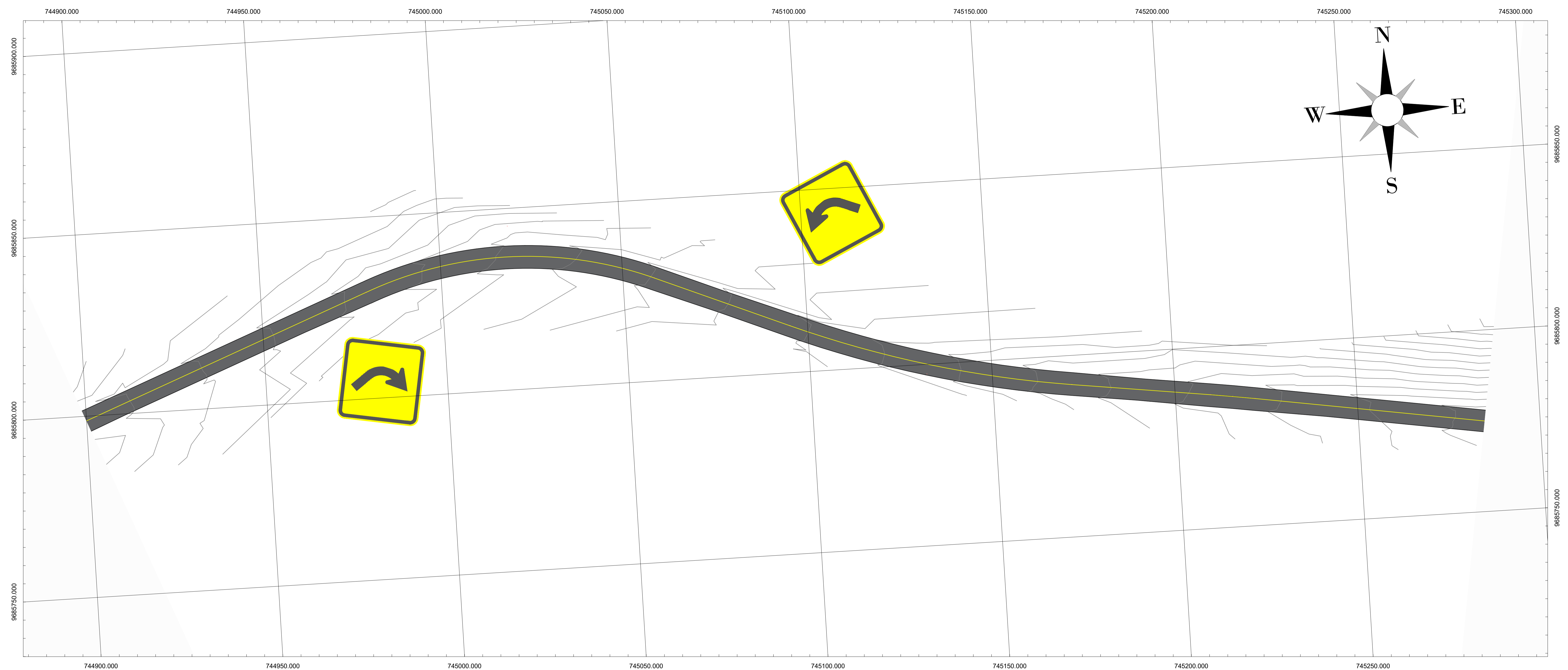
Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024



LAMINA

3/4



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA SAN CRISTÓBAL-MALIMA DE LA ABCISA 5+800 HASTA LA ABCISA 8+700 KM, PERTENECIENTE AL CANTÓN PAUTE PROVINCIA DEL AZUAY

Ubicación: Parroquia San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay

Contenido: Vista en planta señalizaciones 8+200 - 8+700

Realizado por:
Marjorie Gabriela Villa Chuchuca
Jairo Ismael Buestan Sanchez

Fecha: Enero - 2024